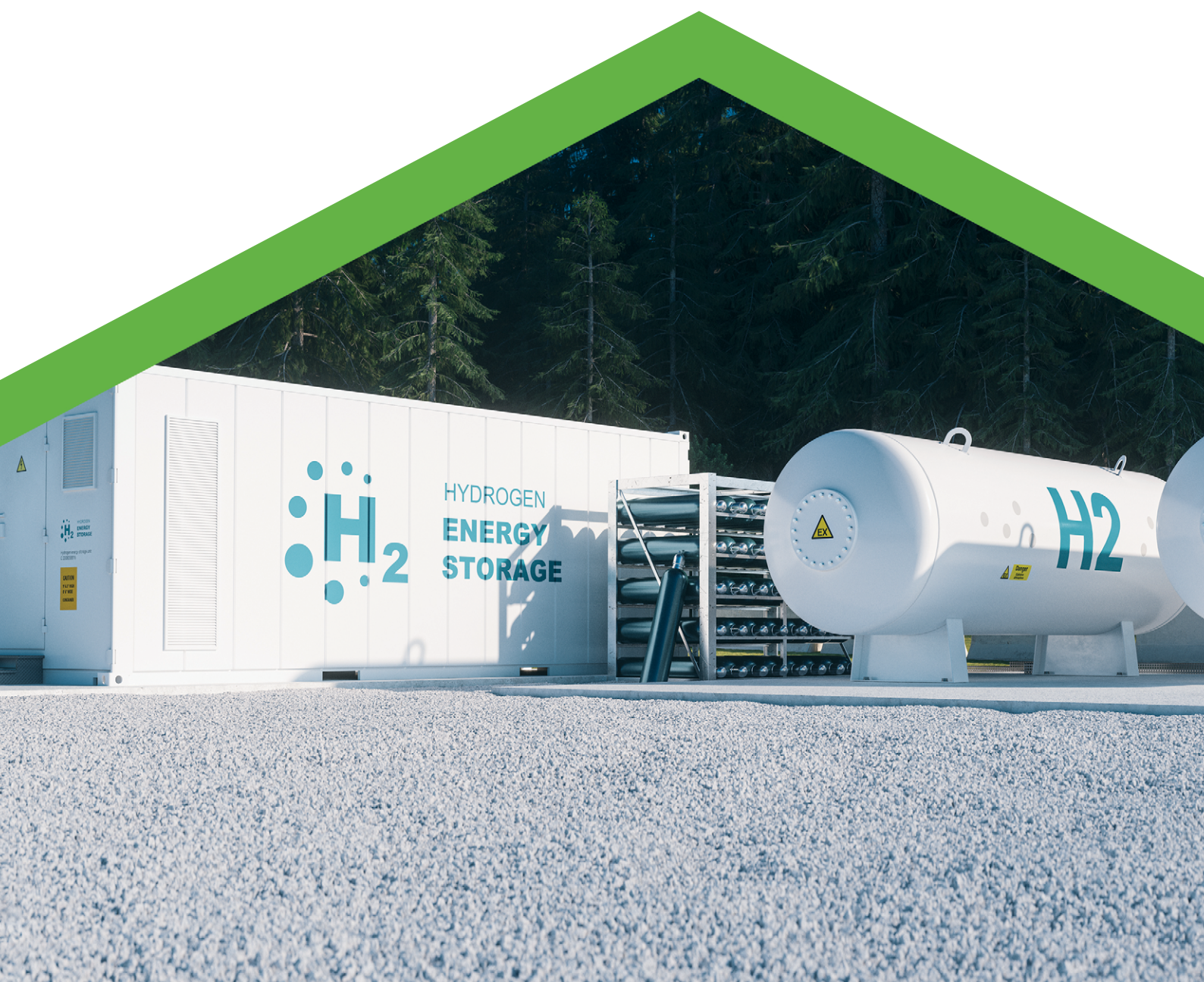


Hidrogenul - Vector al energiei în context național și European



Cuprins

Rezumat executiv	2
1. Introducere	2
1.1. Definiție	2
1.2. Categoriile de hidrogen	3
1.3. Tehnologii (metode) de fabricare a hidrogenului	5
2. Implementarea tehnologiilor de producție a hidrogenului	6
2.1. Avantaje principale	6
2.2. Cum funcționează tehnologia bazată pe hidrogen	7
2.3. Utilizarea hidrogenului în diferite sectoare de activitate	8
2.3.1. Stațiile de realimentare cu hidrogen (HRS)	10
2.4. Lupta împotriva schimbărilor climatice	11
3. Exemple de proiecte pilot de succes implementate la nivel național și internațional	12
3.1. Proiecte la nivel național	12
3.2. Proiecte la nivel internațional	13
4. Reglementare	15
4.1. Strategia europeană a hidrogenului	15
4.1.1. Directiva (UE) 2018/2001 și Directiva 2023/2413	15
4.2. Cadru legislativ național	16
4.2.1. Legea Hidrogenului	16
4.2.2. Strategia Națională a Hidrogenului	17
4.2.3. Planul Național Integrat în Domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030	20
4.2.4. Elemente lipsă și recomandări vizavi de actualizarea legislației existente	21
Concluzii	22

Rezumat executiv

Hidrogenul nu se găsește în mod normal în stare gazoasă, astfel încât este necesar ca acesta să fie obținut prin diferite procese chimice și industriale.

Hidrogenul are capacitatea de a asigura un echilibru între variabilitatea surselor de energie și volatilitatea acestora. Hidrogenul are un conținut ridicat de energie pe unitate de greutate, fapt ce îl face **un combustibil foarte eficient pentru sectorul transporturilor și alte aplicații**¹.

Hidrogenul poate fi folosit pentru a reduce amprenta de carbon a gazelor naturale. Hidrogenul este codat în nomenclatura comună a industriei în culori, în funcție de sursa și modalitatea de producție a acestuia, după cum urmează: hidrogen verde, alb, auriu, gri, brun, roșu, turcoaz.

Hidrogenul poate fi folosit în două scopuri principale, fie ca reactiv pentru a obține alte produse, fie ca transportator/vector de energie, conform Institutului Politehnic din Paris. Spre exemplu, în Franța, în prezent, „hidrogenul este utilizat în mod specific în rafinarea combustibililor (în proporție de 60%), în producția de amoniac destinată în principal îngrășămintelor agricole (25%), precum și în chimie (10%)”².

În același timp, persistă o serie de provocări tehnice care trebuie adresate astfel încât hidrogenul să devină o opțiune viabilă de alimentare cu energie la scară largă.

Potrivit Institutului Politehnic din Paris, „hidrogenul este deosebit de valoros atunci când este utilizat în combinație cu electricitatea, care este în prezent sursa preferată de reducere a emisiilor de carbon.”³ Hidrogenul își găsește relevanța ca o completare a energiei electrice, în special atunci când sunt importante ratele ridicate de încărcare, autonomiile mari și intervalele scurte de reîncărcare.

Deși bicicletele sau automobilele alimentate cu hidrogen pot fi ineficiente din punct de vedere energetic, utilizarea hidrogenului este justificată pentru vehiculele mai grele, cum ar fi autobuzele și camioanele.

Din perspectiva cadrului legislativ, este necesară stabilirea unor prevederi care să asigure armonizarea autorizațiilor de construcție prin simplificarea proceselor de aprobare pentru proiectele de electroliză și punctele de alimentare cu hidrogen. Totodată, susținerea inițiativelor de dezvoltare a infrastructurii de hidrogen trebuie realizată printr-o abordare standardizată care să sprijine manipularea sigură și eficientă a hidrogenului pe întregul lanț valoric.

1. Introducere

1.1. Definiție

Hidrogenul reprezintă cel mai răspândit element din Univers, deținând o pondere de 75 % din masa acestuia.

Hidrogenul este al treilea element după criteriul abundenței, după oxigen și siliciu pe Terra.

Hidrogenul constituie, de asemenea, elementul cu cea mai mică densitate. În formă moleculară (H₂), acesta este de aproximativ 14,4 ori mai ușor decât aerul.

Hidrogenul, sub formă de gaz pur, apare rar în natură, cu toate că, frecvent, vulcanii și unele puțuri petroliere eliberează cantități mici de gaz de hidrogen (*cunoscut sub denumirea de hidrogen auriu*).

Hidrogenul poate fi regăsit drept component în majoritatea produselor pe care le utilizăm. Dintre compușii ce se bazează pe existența hidrogenului menționăm *apă, zahăr, alcoolii, oțet (acid acetic), hidroxid de sodiu, medicamente, fibre, coloranți, materiale plastice, combustibili etc.*

1 Hydrogen's Role in Transportation | Department of Energy.

2 <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/energy/hydrogen-in-transport-everything-to-know-in-10-questions/#note-content-6>

3 Hydrogen in transport: everything you need to know in 10 questions - Polytechnique Insights (polytechnique-insights.com).

1.2. Categoriile de hidrogen

Pe suprafața planetei noastre, hidrogenul nu se regăsește în mod uzual sub formă gazoasă, ceea ce impune producerea sa prin intermediul unor procese chimice și industriale, nefiind posibilă captarea sa directă din atmosferă.

Hidrogenul este codat în nomenclatura comună din industrie în culori, care nu reprezintă definiții oficiale, ci descrieri utilizate pentru a indica sursa și metoda de producție, după cum urmează:

Hidrogenul verde - se referă la hidrogenul produs din apă și energie din surse regenerabile. Acest proces se bazează pe electroliză, care nu eliberează, de altfel, emisii de carbon. Totuși, pentru ca hidrogenul verde să fie considerat cu adevărat net-zero, electricitatea utilizată în cadrul electrolizei trebuie să provină de la surse regenerabile – aici încadrându-se energia solară, hidro sau cea eoliană.

Hidrogenul verde⁴ este obținut fie prin reformarea cu abur, în măsura în care este disponibilă materie primă bio, fie prin descompunerea apei prin electroliză.

Hidrogenul brun - face trimitere la hidrogenul produs din cărbune brun (cărbune brun - lignit / cărbune de rang inferior, conținut ridicat de cenușă și umiditate și mai puțin carbon).

Hidrogenul negru - înseamnă hidrogenul produs din cărbune negru (cărbune negru - antracit, bituminos și subbituminos, are un conținut mai mare de carbon decât cărbunele brun).

Hidrogenul gri reprezintă hidrogenul produs din gaze naturale. Pentru a produce hidrogenul gri, sunt eliberate în atmosferă emisii de carbon care nu sunt captate în procesul de producție. **Hidrogenul albastru** este produs în același mod precum cel gri, doar că în acest caz, emisiile rezultate sunt captate înainte de a ajunge în atmosferă, astfel că nu constituie un proces poluant. Acest aspect face respectivul proces să fie mai prietenos cu natura prin reducerea semnificativă a emisiilor de carbon rezultate din producția hidrogenului.

Hidrogenul turcoaz este hidrogenul produs din piroliza metanului la carbon. Deși această tehnologie nu este încă utilizată la scară comercială, carbonul solid rezultat, care poate fi comercializat, are potențialul de a influența adoptarea și evoluția acestei metode în viitor.

Hidrogenul auriu reprezintă hidrogenul geologic regăsit în depozite subterane, format probabil prin reacții la temperaturi înalte între apă și minerale bogate în fier. Descoperit accidental pentru prima dată în urmă cu peste un deceniu, în Mali, acest tip de hidrogen a atras interesul industriei, determinând mai multe companii și start-up-uri să dezvolte tehnologii pentru explorarea și valorificarea acestor resurse naturale. Un exemplu recent este descoperirea unui depozit semnificativ de hidrogen auriu în Franța, evidențiind potențialul acestui tip de hidrogen care se formează în mod natural în subteran.

Hidrogenul alb este clasificat drept hidrogen rezultat ca produs secundar în urma proceselor industriale și poate reprezenta o resursă complementară în tranziția către o economie cu emisii reduse de carbon.

Hidrogen galben - Hidrogen produs prin electroliză, bazat pe energia din rețeaua de distribuție electrică, având în vedere mixul energetic al respectivei țări.

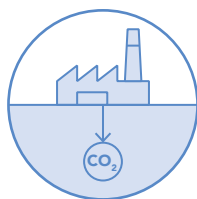
Hidrogen roz / roșu / violet - Hidrogen produs prin electroliza apei, având la bază energia generată din surse nucleare. În procesul de generare a energiei electrice folosite pentru producerea hidrogenului nu sunt eliberate emisii în atmosferă.

Culorile hidrogenului



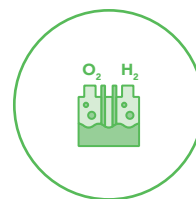
Hidrogen gri

- Produs din **gaz natural sau cărbune într-un reformator**
- **Emite CO₂**



Hidrogen albastru

- Produs din **gaz natural (de obicei)** într-un reformator
- **Emisii de CO₂ capturate** (~90%), stocate sau utilizate



Hidrogen verde

- Produs din **apă și electricitate verde** într-un electrolizor
- **Neutru din punct de vedere al emisiilor de carbon**

Emisii reduse de carbon

Zero carbon

Emisii ridicate de carbon

Hidrogen albastru

- Produs din CH₄
- CO₂ este captat și stocat

Hidrogen verde

- Produs din energie regenerabilă
- NOCO₂ este emis

Hidrogen maro

- Produs din cărbune
- CO₂ este emis în atmosferă

Hidrogen gri

- Produs din CH₄
- CO₂ este emis în atmosferă

Emisii ridicate carbon

Hidrogen gri

Emisii reduse carbon

CertifHy Hidrogen verde

CertifHy Hidrogen Low Carbon

Energie regenerabilă

Energie neregenerabilă

Verde

Hidrogen produs prin electroliza apei, folosind energie electrică din surse regenerabile, cum ar fi energia hidroelectrică, eoliană și solară. Se produc zero emisii de carbon.

Turcoaz

Hidrogen produs prin scindarea termică a metanului (piroliza metanului). În loc de CO₂, se produce carbon solid.

Roz/Mov/Roșu

Hidrogen produs prin electroliză cu ajutorul energiei nucleare.

Negru/Gri

Hidrogen extras din gazele naturale prin reformare cu abur și metan.

Galben

Hidrogen produs prin electroliză cu ajutorul rețelei electrice.

Albastru

Hidrogenul gri sau brun, cu CO₂ sechestrat sau refolosit.

Alb

Hidrogen produs ca un produs secundar al proceselor industriale.

Maro

Hidrogen extras din combustibili fosili, de obicei reci, prin gausificare.

Sursa: [The "Colors" of Hydrogen - Applied Economics Clinic \(aeclinic.org\)](https://www.aeclinic.org/)

1.3. Tehnologii (metode) de fabricare a hidrogenului

- a. Reformarea catalitică cu vapori de apă
- b. Electroliza apei
- c. Gazeificarea biomasei

a. Reformarea catalitică cu abur (vapori de apă)

Potrivit Institutului Politehnic din Paris⁵, în 2021, 99,3% din producția mondială de hidrogen a fost obținută în principal prin reformarea cu abur a metanului din gaze fosile (62% din producție), urmată de gazeificarea cărbunelui (19% și) sau de coprodusele obținute din rafinarea petrolului (18%).

În Franța, 95% din hidrogen a fost produs în 2021 pe bază de combustibili fosili, iar restul de 5% prin electroliza apei sărate (saramură), asociată în principal producției de clorină⁶.

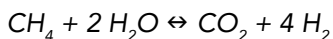
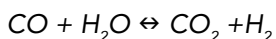
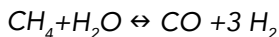
Producția cu emisii reduse de carbon este posibilă prin intermediul a două tehnici principale, care reprezintă doar o fracțiune foarte mică din producția actuală. Producția pe bază de combustibili fosili, care este asociată cu captarea și stocarea carbonului, reprezenta 0,7%, iar electroliza apei reprezenta numai 0,04% în 2021, conform datelor Institutului Politehnic din Paris.

Hydrocarburile, în special metanul, sunt utilizate la obținerea hidrogenului prin reformare catalitică cu vapori de apă.

Reformarea cu abur este principala metodă utilizată în prezent pentru a produce hidrogen la scară industrială.

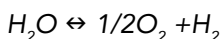
În prima etapă, cu ajutorul aburului, în condiții de temperatură de circa 450-500°C și presiune de 25-30 bar, hidrocarburile mai complexe se descompun în metan, hidrogen, monoxid de carbon precum și bioxid de carbon.

A doua etapă implică reformarea metanului. Acesta va intra în reacție cu apa cu ajutorul unui catalizator pe bază de nichel la o temperatură de 800 - 900°C și o presiune de 25 - 30 bar, rezultând gazul de sinteză. Deoarece acești catalizatori sunt deosebit de sensibili la compuși pe bază de sulf și halogeni, mai ales clor, în practică, de obicei se clează înaintea reformerului o unitate de purificare a gazului.



b. Electroliza apei

Obținerea hidrogenului din apă a fost pentru prima dată evidențiată de chimistul german Johann Wilhelm Ritter în jurul anului 1800, și pare, pe termen lung, a fi singurul procedeu rațional, deoarece în cursul procesului nu se emite CO₂. De exemplu, se poate aminti electroliza în mediu bazic, care datorită prețurilor reduse este utilizată adeseori în combinație cu centrale hidroelectrice în Norvegia și Islanda. Reacția are loc într-un recipient umplut cu un electrolit, bun conductor de curent (sare, acid, bază), în care se găsesc doi electrozi între care circulă un curent continuu.



Hidrogen din electroliza apei:

$$1 \text{ Nm}^3 H_2 \leftrightarrow \pm 5 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ MW (electrolizor)} \leftrightarrow 200 \text{ Nm}^3/\text{h } H_2 \leftrightarrow \pm 18 \text{ kg/h } H_2$$

$$\pm 55 \text{ kWh electricitate} \rightarrow 1 \text{ kg } H_2 \leftrightarrow 11,1 \text{ Nm}^3 \leftrightarrow \pm 10 \text{ l } H_2O$$

Generare de electricitate din hidrogen cu pile de combustie (→ = ±50%):

$$1 \text{ kg } H_2 \rightarrow 16 \text{ kWh}$$

5 <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/energy/hydrogen-in-transport-everything-to-know-in-10-questions/#note-2>.

6 <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/energy/hydrogen-in-transport-everything-to-know-in-10-questions/#note-4>.

Hidrogen:

1 kg \leftrightarrow 11,1 Nm³ \leftrightarrow 33,3 kWh (LHV)

Densitate energetică mare raportată la masă: 1 kg H₂ = 3,77 l benzină

Densitate energetică mică raportată la volum: 1 Nm³ H₂ = 0,34 l benzină

c. Gazeificarea biomasei

Gazeificarea biomasei este o modalitate tehnologică matură care utilizează un proces controlat, implicând căldură, abur și oxigen pentru a transforma biomasa în hidrogen și alte produse, fără ardere.

Întrucât cultivarea biomasei elimină dioxidul de carbon din atmosferă, emisiile nete de carbon ale acestei metode pot fi scăzute, în special dacă sunt asociate cu captarea, utilizarea și stocarea carbonului pe termen lung. Instalațiile de gazeificare pentru biocombustibili sunt în curs de construcție și exploatare și pot oferi cele mai bune practici pentru producția de hidrogen.

Gazeificarea este un proces care transformă materialele carbonice organice sau fosile la temperaturi ridicate (>700°C), fără ardere, cu o cantitate controlată de oxigen și/sau abur în monoxid de carbon, hidrogen și dioxid de carbon. Monoxidul de carbon reacționează apoi cu apa pentru a forma dioxid de carbon și mai mult hidrogen prin intermediul unei reacții de schimbare a gazului în apă. Absorbanții sau membranele speciale pot separa hidrogenul din acest flux gazos⁷.

Exemplu simplificat de reacție: $C_6H_{12}O_6 + O_2 + H_2O \rightarrow CO + CO_2 + H_2 + \text{alte specii}$

Notă: Reacția de mai sus utilizează glucoza ca substitut pentru celuloză. Biomasa reală are o compoziție și o complexitate foarte variabile, celuloza fiind unul dintre componentele principale.

Reacția de schimbare apă-gaz: $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ (+ o cantitate mică de căldură)

Piroliza este gazeificarea biomasei în absența oxigenului. În general, biomasa nu se gazeifică la fel de ușor precum cărbunele și produce alți compuși de hidrocarburi în amestecul gazos care iese din gazeificator; acest lucru este valabil mai ales atunci când nu se utilizează oxigen. Prin urmare, de obicei, este necesară o etapă suplimentară de reformare a acestor hidrocarburi cu un catalizator pentru a obține un amestec curat de gaz de sinteză format din hidrogen, monoxid de carbon și dioxid de carbon. Apoi, la fel ca în procesul de gazeificare pentru producerea hidrogenului, o etapă de reacție de schimb (cu abur) transformă monoxidul de carbon în dioxid de carbon. Hidrogenul produs este apoi separat și purificat.

2. Implementarea tehnologiilor de producție a hidrogenului

2.1. Avantaje principale

Depletarea naturală a zăcămintelor de energie clasică și creșterea cererii de energie pe fondul dezvoltării nivelului de trai în tot mai multe regiuni ale lumii, coroborat cu promovarea unor acțiuni de prevenire a schimbărilor climatice, determină modificări importante în tranziția energetică, dar și în mixul energetic. Aceste modificări necesită implementarea unor vectori care să favorizeze atât tranziția energetică, cât și asigurarea securității funcționării sale.

Extinderea gradului de variabilitate a surselor și volatilitatea consumului impun măsuri de echilibrare radical diferite de cele ale epocii resurselor fosile.

Vectorul de energie care poate să contribuie la acest echilibru este hidrogenul.

Hidrogenul, cu precădere cel regenerabil, este considerat un factor important în reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, cu rol major în tranziția energetică către net zero. Ca parte a procesului de decarbonizare, a dezvoltării unui sistem solid de surse regenerabile de energie, hidrogenul poate fi un înlocuitor al combustibililor fosili utilizați în prezent, contribuind la reducerea emisiilor în sectoare vitale pentru economia României, precum cel industrial și cel aferent transporturilor, dar și în sectorul energetic și cel de încălzire.

⁷ Hydrogen Production: Biomass Gasification | Department of Energy.

2.2. Cum funcționează tehnologia bazată pe hidrogen

În perioada 2025-2030, se estimează că hidrogenul va deveni o componentă intrinsecă a unui sistem energetic integrat, cu un obiectiv strategic de instalare a unor electroizoare cu o capacitate de cel puțin 40 GW pe bază de hidrogen regenerabil până în 2030 și al unei producții de până la 10 milioane de tone de hidrogen regenerabil în UE. **Pila de combustie (cu combustibil)** este un sistem electrochimic care convertește energia chimică în energie electrică. Combustibilul (sursa de energie) este situat la anod, iar la catod se află oxidantul.

Spre deosebire de baterie, care este un sistem închis, pila consumă combustibilul, ce poate fi alimentat continuu la anod. Prin oxidare electrochimică, aceasta generează curent electric continuu de joasă tensiune.

Pile de combustibil



Baterii



Motoare termice



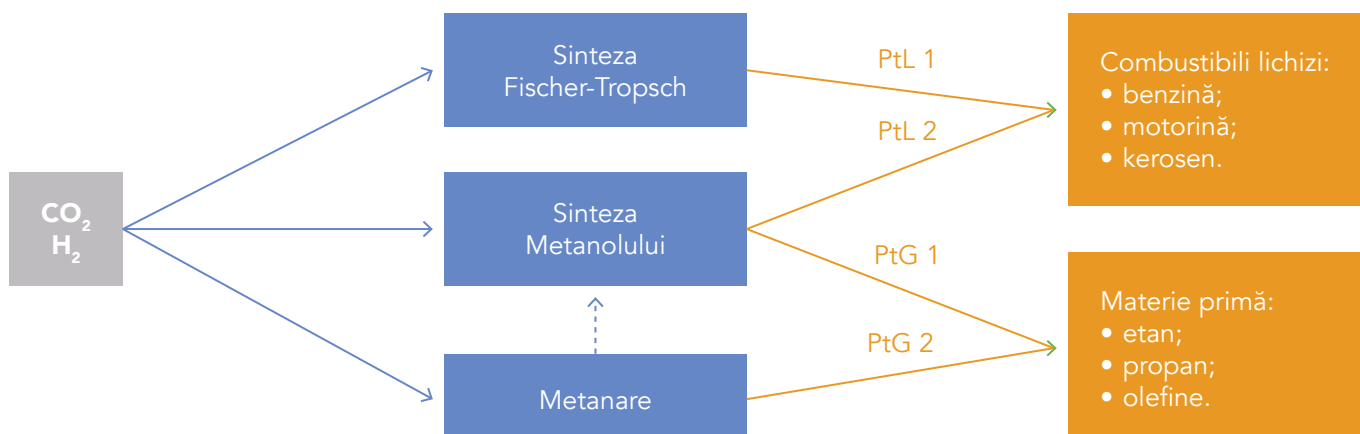
Power-to-gas (PtG sau P2G) este o tehnologie care convertește energia electrică într-un combustibil gazos. Inițial, a fost o abordare a convertirii energiei regenerabile într-un gaz. Conceptul este numit uneori „windgas” (*gaz din vânt*), când se utilizează surplusul de energie electrică eoliană.

Power-to-gas înseamnă producerea unui gaz cu densitate mare de energie prin electroliza apei. Prima etapă intermediară este *Power to-hydrogen* (PtH₂), hidrogen care poate fi ulterior transformat în gaz metan sintetic, într-un proces ulterior de metanare care necesită un flux de alimentare cu CO₂.

Cuplarea sectorului energiei electrice cu alte sectoare

Are două semnificații:

1. Power-to-X se referă la transformarea energiei, stocarea energiei și la căile de reconversie care utilizează surplusul de energie electrică, de regulă în perioadele în care generarea de energie regenerabilă fluctuantă depășește cererea.
2. Power-to-X se referă la tehnologiile de conversie care permit decuplarea electricității de sectorul energiei electrice pentru utilizarea acestei energii în alte sectoare economice (cum ar fi transportul sau producția de substanțe chimice), eventual cu investiții suplimentare.



2.3. Utilizarea hidrogenului în diferite sectoare de activitate

Hidrogenul este astăzi utilizat pe scară largă. Anual se înregistrează un consum mondial de hidrogen de peste 500 miliarde metri cubi în diverse scopuri și în diferite domenii.

În prezent, 95% din hidrogenul existent este produs din surse de energii fosile, fiind rezervat aproape exclusiv utilizării în industria chimică și în procesele de rafinare⁸.

Mai multe provocări și utilizări ale hidrogenului sunt avute în vedere în viitor pentru tranziția energetică. În primul rând, este vorba de reducerea emisiilor de carbon generate de utilizarea actuală a hidrogenului în industrie. Totodată, se poate avea în vedere înlocuirea acelor utilizări cu hidrogen cu emisii reduse de carbon, fie pentru reducerea emisiilor de carbon în industrie sau în transporturi, fie pentru a participa la reducerea emisiilor de carbon din rețelele actuale de gaze. De asemenea, hidrogenul ar putea contribui la stocarea energiei electrice, oferind o soluție flexibilă pentru a asigura echilibrul rețelelor electrice⁹.

În plus, potențialul de producție a gazului regenerabil și a biocombustibililor este foarte limitat de resursele de biomasă disponibile¹⁰, ceea ce necesită în primul rând o scădere semnificativă a consumului de gaz și de combustibili lichizi în economie, pentru a reduce emisiile de carbon ale acestora.

Agro-chimie. În afară de utilizarea în cadrul producției de amoniac, la nivelul României, hidrogenul este produs secundar din instalații cloro-sodice.

Rafinării. Există diverse procese de hidrotratare¹¹ într-o rafinărie. Printre acestea se numără:

- **Hidroesulfurizarea**, unde compușii cu sulf sunt hidrogenați în hidrogen sulfurat H_2S , ca materiale de alimentare pentru instalația de fabricare a sulfului.
- **Hidroizomerizarea**, unde parafinele normale (n-parafinele) sunt transformate în izo-parafine pentru a îmbunătăți proprietățile produsului.
- **Dearomatizarea**, unde substanțele aromatice sunt hidrogenate la ciclo-rafine¹² sau alcani.
- **Hidrocracarea**, unde hidrocarburile cu lanț lung sunt crăpate în lanțurile mai scurte din gama de benzină.

Metalurgie. Principala aplicare a hidrogenului în industria siderurgică se referă la producția de materiale metalice prin reducerea directă a fierului (DRI), la crearea atmosferei cu caracter reducător pentru protecția chimică a metalelor, precum și la operațiuni la temperatură ridicată, tăiere și sudare etc. Acesta se utilizează, în special prin raportare la procesele de sudură.

Industria sticlei. Hidrogenul este utilizat pentru producerea sticlei plate, precum și pentru producerea celei de cuarț, care se fabrică prin topirea cristalului de rocă pur, a cuarțului sau a oxidului de siliciu sintetic în flacără de hidrogen-oxigen.

Industria alimentară. În industria alimentară, hidrogenul este utilizat pentru producerea grăsimilor solide (margarină) prin hidrogenarea uleiurilor și a grăsimilor.

Industria electronică. Hidrogenul se utilizează la crearea unei atmosfere de protecție reducătoare în fabricarea semiconductoarelor și a circuitelor integrate.

Sectorul energetic. Datorită conductivității și difuzivității sale termice ridicate, precum și a absenței toxicității, hidrogenul este utilizat ca agent de răcire în turbo-generatore de mare putere.

În afara utilizării ca reactant, hidrogenul are numeroase aplicații în inginerie și fizică. Trebuie menționat în acest sens că H_2 lichid are un rol important în cercetările din criogenie, inclusiv în studiile legate de superconductivitate. Hidrogenul are, de asemenea, aplicații și în industria automobilelor, aerospațială și de telecomunicații.

Izotopii hidrogenului au, pe de altă parte, aplicații specifice. Deuteriul din compoziția apei grele este utilizat în reacțiile de fisiune nucleară ca moderator pentru încetinirea neutronilor. Compușii acestuia se folosesc în cadrul studiilor ce urmăresc efectele reacțiilor izotopice. Tritiul, produs în reactoarele nucleare, se folosește în producerea bombelor cu hidrogen, în marcarea izotopică și ca sursă de iradiere pentru vopselele fosforescente.

8 Despre HIDROGEN | TotalEnergies Romania.

9 <https://www.polytechnique-insights.com/en/braincamps/energy/sustainable-hydrogen-still-a-long-way-to-go/>

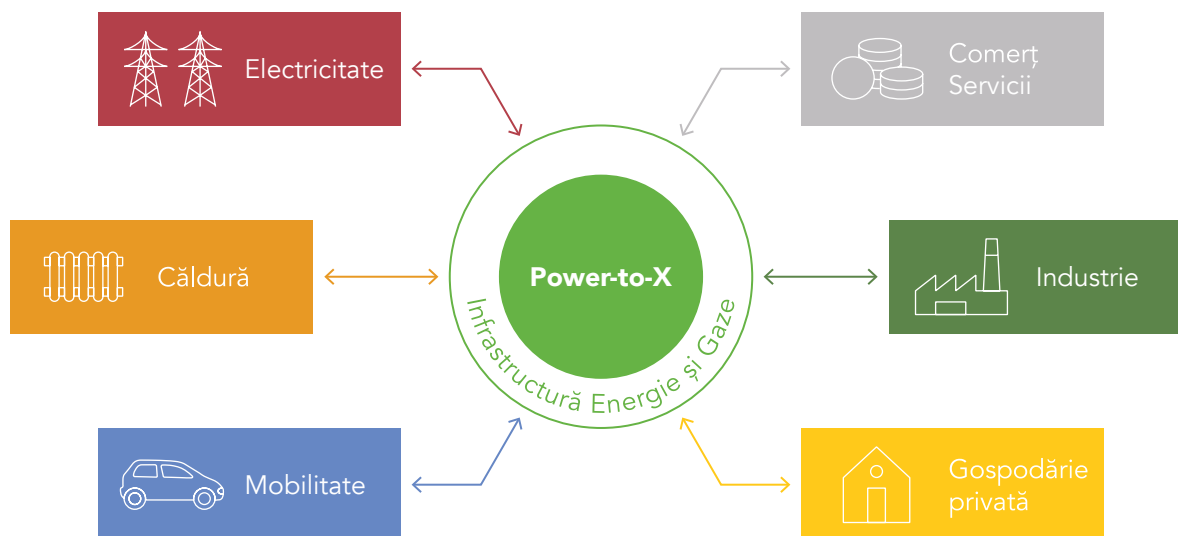
10 <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/energy/hydrogen-in-transport-everything-to-know-in-10-questions/#note-15>

11 Aplicații de hidrogen în rafinării, Linde Gas, Rafinare | Linde Gaz România (linde-gas.ro).

12 Aplicații de hidrogen în rafinării, Linde Gas, Rafinare | Linde Gaz România (linde-gas.ro).

Prin cuplare sectorială se înțelege integrarea sectoarelor energiei electrice, energiei termice, mobilității și proceselor industriale, împreună cu infrastructurile aferente, în vederea decarbonizării. Aceasta contribuie, de asemenea, la creșterea flexibilității utilizării energiei în sectoare precum industrie, comerț, aplicații rezidențiale și transport, având ca obiective rentabilitatea, sustenabilitatea și securitatea aprovizionării.

Cuplarea sectorială este crucială pentru decarbonizare și este indispensabilă pentru tranziția la energia regenerabilă.



Sursa: [Hydrogen | Black & Veatch \(bv.com\)](https://www.blackveatch.com)

Valea de Hidrogen (Hydrogen Valley)

Conceptul a apărut în noiembrie 2016. „Hydrogen Valleys” au devenit un fenomen global, cuprinzând proiecte integrate care au apărut în întreaga lume. Conceptul a fost inițiat de Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU)¹³ al Comisiei Europene, referindu-se inițial la interconectarea porturilor cu zonele (parcurile) industriale. Acum conceptul este extins, mizându-se pe succesul și beneficiile potențiale care provin din utilizarea intersectorială a hidrogenului verde.

În cadrul acestor clustere industriale, mai multe aplicații care utilizează hidrogen sunt interconectate într-un **ecosistem integrat** care consumă o cantitate semnificativă de hidrogen, valorificând economia care stă la baza proiectului.

Conceptul se referă la centre ale căror caracteristici diferite (bazându-se pe acest atu) indică o piață a hidrogenului în curs de maturizare. În momentul actual, însă, trebuie subliniat că dezvoltatorii se confruntă cu provocări comune, mai ales în ceea ce privește planurile de afaceri și reglementările.

Scopul „Hydrogen Valleys” este de a crea un nou impuls pe piață.

„Hydrogen Valley” este o zonă geografică în care mai multe aplicații ale hidrogenului sunt combinate într-un ecosistem integrat care acoperă întregul lanț valoric al hidrogenului, folosind hidrogen produs din surse regenerabile de energie (prin electroliză, utilizând energie electrică regenerabilă).

În mod ideal, la acest nivel ar trebui să fie acoperit întregul lanț valoric al hidrogenului: producție, depozitare, distribuție și utilizare finală.

13 https://www.clean-hydrogen.europa.eu/document/download/3d163fa3-7089-4838-b801-2597c56c6a6e_en

2.3.1. Stațiile de realimentare cu hidrogen (HRS)

Hidrogenul este cel mai prezent element chimic din natură, iar vehiculele alimentate cu hidrogen sunt disponibile de mai bine de zece ani. Motivele pentru care utilizarea la scară largă a hidrogenului în transporturi nu a fost posibilă până în prezent constau în faptul că, în primă fază, hidrogenul trebuie produs prin electroliză, apoi transportat și utilizat în cadrul dispozitivului care produce energie. Aceste procese pot implica pierderi pentru entitățile din piață, ceea ce contribuie la creșterea prețului de producție a energiei electrice. Provocările tehnice cu care se confruntă sectorul hidrogenului rămân considerabile, îndeosebi în ceea ce privește implementarea în sectorul transporturilor. Deoarece acest gaz este deosebit de ușor și inflamabil, riscurile de scurgeri sau accidente trebuie controlate pentru a garanta siguranța vehiculelor, a depozitării sau a transportului de hidrogen¹⁴. De asemenea, stocarea în vehicule necesită comprimarea hidrogenului, un proces energo-intensiv, precum și utilizarea de rezervoare care fac vehiculele foarte grele.

Totodată, densitatea energetică volumetrică scăzută a hidrogenului impune ca producția de hidrogen să se desfășoare cât mai aproape posibil de locul de consum, pentru a limita costurile energetice și financiare asociate transportului acestuia. În acest sens, este necesar să se ia în considerare organizarea unor ecosisteme care să permită repartizarea producției și utilizării între mai multe moduri de transport sau sectoare economice în același loc¹⁵.

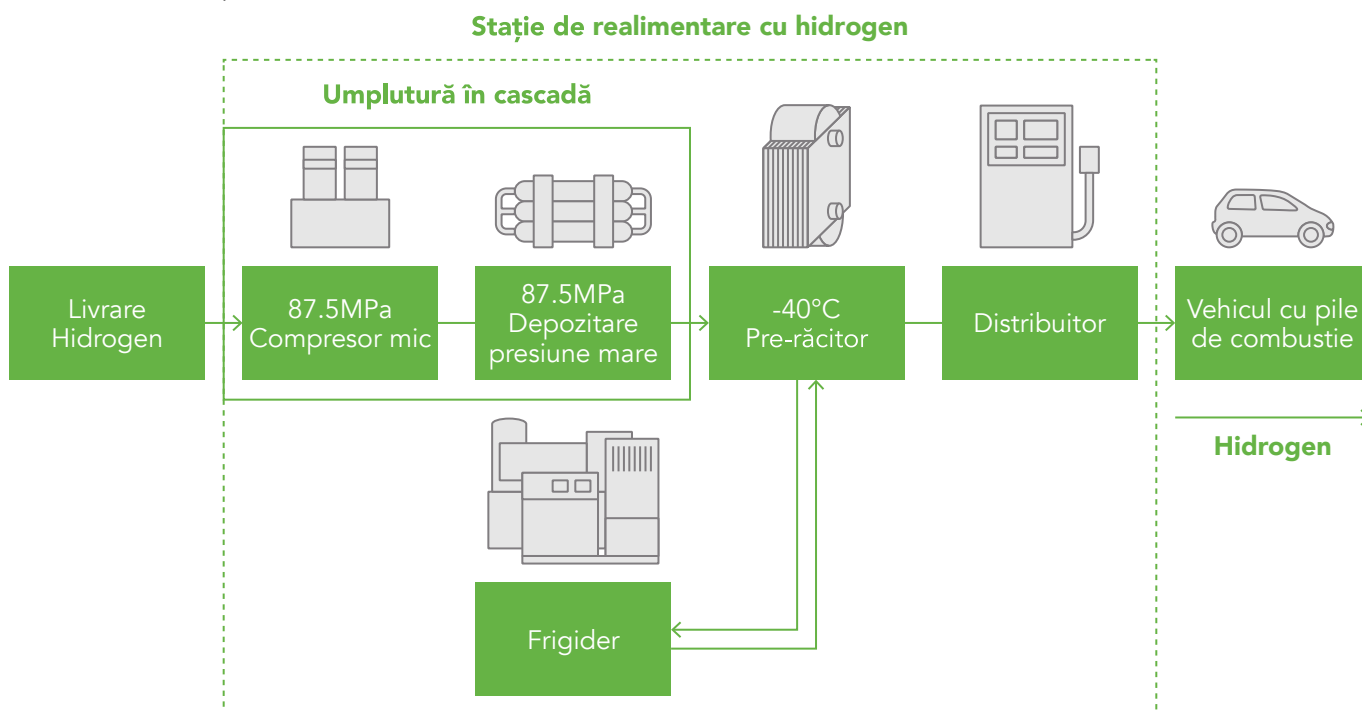
Pentru a asigura coerența acestor planuri regionale, va fi, de asemenea, necesar să se asigure o rețea de infrastructuri de producție și distribuție a hidrogenului pentru modurile de transport rutier greu.

Astfel, următorul pas este utilizarea hidrogenului din energie electrică regenerabilă, adică hidrogenul verde.

Principalele avantaje ale acestui tip de vehicule constau în faptul că oferă un nivel mai mare de autonomie și mai puțină dependență de baterie și, spre deosebire de vehiculele electrice tradiționale, timpii de realimentare sunt similari cu cei ai vehiculelor cu ardere.

La nivel mondial, există 921 de stații de alimentare a mașinilor cu hidrogen. Principalele țări sunt Coreea de Sud – 174 stații, Japonia – 166 stații, SUA – 92 stații. La nivel european există 265 de stații de alimentare cu hidrogen a mașinilor, principalele țări fiind Germania – 105 stații, Franța – 51 stații, Olanda – 22 stații, Elveția – 17 stații.

Figura de mai jos prezintă un model de stație de încărcare cu hidrogen:



Sursa: www.takaishi-ind.co.jp

¹⁴ Hydrogen in transport: everything you need to know in 10 questions - Polytechnique Insights (polytechnique-insights.com).

¹⁵ Hydrogen in transport: everything you need to know in 10 questions - Polytechnique Insights (polytechnique-insights.com).

Hidrogenul reprezintă una dintre alternativele importante în ceea ce privește mobilitatea durabilă, dar pentru promovarea acestui concept, sunt necesare stații de hidrogen, sau pompe de hidrogen, care funcționează ca o stație de realimentare pentru acest tip de combustibil.

Totodată, trebuie susținuți toți jucătorii din lanțul de valoare cu scopul de a:

- reduce costul de producție a hidrogenului;
- susține utilizatorii prin acordarea de subvenții pentru vehiculele care funcționează cu hidrogen și care sunt semnificativ mai scumpe. Hidrogenul verde, obținut prin electroliză din energie electrică regenerabilă sau transportat la stație este poziționat ca o alternativă la resursele energetice tradiționale, reprezentând, totodată, un element cheie în decarbonizarea transportului și mobilitatea durabilă.

Procesul de realimentare la o stație cu hidrogen nu este foarte diferit de cel al unei benzinării convenționale, cu toate că există câteva detalii care fac experiența puțin diferită. Acest lucru se datorează faptului că hidrogenul este furnizat la presiune ridicată și, fiind un gaz extrem de volatil, legătura dintre recipientul sau punctul de conectare al vehiculului și pompă trebuie să fie etanșă.

Hidrogenul din rezervorul de combustibil al vehiculului alimentează celula de combustibil, care generează electricitatea necesară deplasării. Singurul produs rezidual rezultat este vaporul de apă, expulzat prin conducta de evacuare.

Spre deosebire de carburanții convenționali, hidrogenul se vinde la kilogram, nu la litru, iar timpul de realimentare pentru un autobuz convențional - care are de obicei o capacitate între 30 și 37,5 kg - nu depășește 12 minute. În ceea ce privește consumul, un autovehicul cu hidrogen este estimat să utilizeze aproximativ 8 kilograme pentru 1000 de kilometri în cazul camioanelor, iar pentru vehiculele de pasageri consumul este de aproximativ 1 kg/100 km. Astfel, autonomia vehiculelor cu hidrogen disponibile în prezent pe piață este în jur de 400 de kilometri.

În ceea ce privește transportul aerian, trebuie menționat faptul că dezvoltarea combustibililor sintetici și a derivaților hidrogenului se află încă în faza incipientă, conform Institutului Politehnic din Paris.

2.4. Lupta împotriva schimbărilor climatice

Mai multe studii au evaluat dinamica viitoare a piețelor combustibililor fosili. S-a analizat pe scară largă sistemul energetic pentru a înțelege modul în care combustibilii fosili vor concura cu alte tehnologii într-o serie de scenarii care variază creșterea economică, implementarea tranzițiilor către sisteme energetice cu emisii scăzute de carbon și disponibilitatea combustibililor fosili. În cazurile în care hidrogenul este produs prin electroliză utilizând energie electrică regenerabilă sau nucleară, emisiile de gaze cu efect de seră pe durata ciclului de viață al unui autobuz vândut în 2020 (sau al unui camion vândut în 2030) sunt de șase ori mai mici comparativ cu cele generate de motorină.

Astfel, decarbonizarea producției de hidrogen este o condiție esențială pentru a asigura beneficii climatice semnificative din dezvoltarea hidrogenului în sectorul transporturilor. Impactul emisiilor generate de mixul de energie electrică este chiar mai puternic pentru emisiile provenind de la vehiculele pe bază de hidrogen decât pentru emisiile provenite de la vehiculele electrice, din cauza eficienței mai scăzute a lanțului de hidrogen și, prin urmare, a cantităților mai mari de energie electrică per kilometru parcurs. Acest lucru plasează tehnologia hidrogenului la niveluri de emisii similare cu cele ale autobuzelor sau camioanelor electrice reîncărcate în Franța, precum și cu cele ale vehiculelor care utilizează biogaz.

Din punct de vedere al mediului, în comparație cu vehiculele electrice alimentate cu baterii, principalul avantaj al hidrogenului constă în capacitatea redusă a bateriei necesare. Acest aspect diminuează presiunea asupra resurselor și poluarea cauzată de exploatarea litiului, cobaltului sau nichelului. Totuși, sectorul hidrogenului implică și consumul de metale rare, în special platină, utilizată în pilele de combustie și electrolizoare, a cărei cerere va depinde de nivelul de dezvoltare al acestui sector¹⁶. Gazele naturale vor juca un rol important în următorii minim 15 ani în mixul energetic al Europei, dar aici trebuie să existe o corelare cu Gazele Viitorului, menite să reducă impactul asupra schimbărilor climatice. Gazele Viitorului (Verzi) reprezintă un concept care presupune folosirea gazelor naturale în amestec cu biometanul (obținut din resturile menajere, agricole, industriale etc.), cu hidrogenul (produs ca rezultat al extra producției de resurse regenerabile) și reducerea emisiilor de CO₂ (captarea, transportul, utilizarea și stocarea carbonului).

16 <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/energy/hydrogen-in-transport-everything-to-know-in-10-questions/#note-19>.

România are o șansă istorică, similară cu cea de acum 115 ani în domeniul gazelor naturale, de a dezvolta conceptul de Gaze Verzi. La fel ca atunci, când descoperirea gazelor naturale s-a produs întâmplător, România se află astăzi într-o poziție favorabilă, având doar cu 10% mai multe emisii de CO₂ decât țara europeană cu cele mai scăzute emisii de CO₂ pe cap de locuitor.

Trebuie amintit că în urmă cu 100 de ani a existat un vizionar, Constantin Ioan Motaș, cel care a lansat ideea de a gazeifica România în anul 1919. Această inițiativă a fost susținută de Guvernul I.C. Brătianu, care a sprijinit și promovat dezvoltarea țării ca pionieră în utilizarea gazelor naturale la nivel european.

În mod similar, astăzi, avem nevoie de un Guvern și investitori, care să pornească de la aceeași premisă pentru promovarea / implementarea conceptului de Gaze Verzi.

3. Exemple de proiecte pilot de succes implementate la nivel național și internațional

3.1. Proiecte la nivel național

În acest scop, compania Delgaz Grid a lansat în premieră, în România proiectul 20HyGrid. Acesta este un proiect pilot, de testare și validare a unei soluții, la nivel național, pentru introducerea mixului de gaze naturale și hidrogen, cu scopul adaptării și dezvoltării unei infrastructuri de distribuție către utilizatori, în condiții de siguranță și eficiență. Scopul proiectului a fost, pe de o parte, analizarea compatibilității și comportamentului elementelor rețelelor de distribuție a gazelor naturale existente, precum și a instalațiilor și aparatelor de utilizare selectate în cadrul proiectului pilot, la un amestec cu 20% hidrogen în volum, iar pe de altă parte, evaluarea posibilității de conversie a acestora pentru utilizarea amestecului de gaze naturale și hidrogen. Proiectul, deja finalizat, a demonstrat că din punct de vedere tehnic, este posibilă și sigură adăugarea de hidrogen în rețelele de distribuție și instalațiile / aparatele de utilizare a gazelor naturale existente în România¹⁷.

De asemenea, și alte companii din domeniu lucrează la proiecte similare, optând să nu dezvăluie, deocamdată, tipul de abordare și rezultatele obținute. În acest context, Transgaz a sprijinit un studiu privind injectarea hidrogenului în rețeaua de transport și distribuție a gazelor naturale¹⁸.

Operatorii sistemelor naționale de transport gaze naturale din UE, inclusiv Transgaz, au inițiat proiectul European Hydrogen Backbone (EHB), prin care se urmărește accelerarea parcursului de decarbonizare al Europei prin definirea rolului esențial al infrastructurii pe bază de hidrogen, utilizând atât conductele existente, cât și pe cele noi. Scopul este de a permite dezvoltarea unei piețe competitive și paneuropene a energiei din surse regenerabile și a hidrogenului cu emisii scăzute de dioxid de carbon.

Directiva UE 2018/2001 (RED II) a fost adoptată de instituțiile-cheie ale UE. Acest moment a reprezentat o etapă importantă, deoarece oferă o bază solidă pentru politici și, prin urmare, o perspectivă clară asupra modului în care UE va aborda energiile regenerabile în perioada 2021-2030. **RED II oferă orientări către statele membre ale UE asupra politicilor pe care trebuie să le pună în aplicare în ceea ce privește utilizarea energiei regenerabile în mobilitate.**

Un aspect esențial reglementat prin prisma normelor statuate în REDII este declarația conform căreia statele membre UE trebuie să extindă schemele existente de garanții de origine (GoO - Guarantees of Origin) pentru a include **gazele regenerabile.**

Această abordare va susține utilizarea hidrogenului cu emisii reduse de dioxid de carbon, inclusiv a hidrogenului verde, contribuind astfel la dezvoltarea pieței și la sporirea competitivității. Prin aceste măsuri, hidrogenul poate deveni o soluție accesibilă și scalabilă, accelerând tranziția către o economie sustenabilă într-un interval de timp relativ scurt.

Unul dintre aspectele esențiale este faptul că hidrogenul reprezintă un element cheie al politicii UE, ceea ce consolidează convingerea că sprijinul pentru acest tip de combustibil va fi mai consistent și integrat pe termen lung, astfel încât UE să își poată atinge obiectivele climatice pentru 2030.

Directiva privind calitatea combustibililor 98/70/CE impune reducerea cantității de emisii de CO₂ per unitate de energie a combustibilului din analiza ciclului de viață, Life cycle analysis (LCA), cu 6% față de 2010.

¹⁷ <https://delgaz.ro/despre-noi/20hygrid>

¹⁸ <https://asociatiaenergiainteligenta.ro/hidrogenul-un-nou-capitol-al-tranzitiei-energetice/>

Existența unei infrastructuri pentru transportul și distribuția gazelor naturale creează premisele necesare pentru o reconfigurare eficientă. O abordare pragmatică presupune:

1. utilizarea infrastructurii existente pentru a transporta mai întâi amestecuri de metan și hidrogen;
2. înțelegerea provocărilor legate de introducerea hidrogenului;
3. efectuarea de modificări operaționale, după caz și
4. creșterea progresivă a cantităților de hidrogen din amestecuri până la o pondere de 100%.

Înlocuirea combustibililor fosili cu surse de energie fără emisii de dioxid de carbon este un pas important pentru atingerea obiectivului final de neutralitate climatică. Trecerea de la sisteme energetice pe bază de gaze naturale la cele pe bază de hidrogen trebuie realizată progresiv. Amestecarea treptată a hidrogenului cu gazele naturale va asigura o tranziție fără probleme și va reduce la minimum anumite curențe tehnice ce ar putea să apară în distribuția energiei și a surselor de încălzire către populație. Instituțiile academice, industria și guvernele din întreaga lume au sprijinit și continuă să sprijine cercetarea, dezvoltarea și implementarea proiectelor de utilizare a hidrogenului în amestec cu gazele naturale – în acest sens, pot fi menționate ca exemple de proiecte: HyDeploy, GRHYD, THyGA, HyBlen, etc.

Avantajele hidrogenului ca purtător de energie fără emisii de dioxid de carbon trebuie, însă, să fie echilibrate cu preocupările legate de siguranța amestecului de gaz în timpul transportului, cum ar fi suprapresiunea și pierderile prin conducte.

Realizarea cu succes a conversiei, în forma discutată anterior, necesită un efort coordonat din partea administrațiilor centrale (guverne), a celor locale, a diverselor instituții, inclusiv a investitorilor.

O abordare de stabilire a obiectivelor pentru injecția și consumul de gaze regenerabile și cu conținut scăzut de carbon va trimite semnale clare investitorilor, concretizându-se în reale oportunități de afaceri, pentru a acționa și lucra eficient în vederea ecologizării infrastructurii de gaze și extinderii utilizării hidrogenului și a altor forme de energie regenerabilă și gaz cu conținut redus de carbon.

Obiectivul trebuie să fie, în final, decarbonizarea piețelor de gaz existente și a celor ce vor apărea, și nu doar a rețelei de gaz. În caz contrar, s-ar încuraja producția exclusiv în scopul injectării și decarbonizării rețelei de gaz, ceea ce ar putea duce la devierea volumelor către piețe cu valoare mai scăzută, în detrimentul celor cu valoare mai mare.

O țintă la nivelul UE, spre deosebire de țintele naționale, este de preferat, deoarece ar permite mai multă flexibilitate, recunoscând și respectând astfel multiple aspecte diferite, naționale și geografice, aferente fiecărui stat membru.

Având în vedere obiectivele climatice pe termen lung ale UE, maturitatea și extinderea utilizării gazelor regenerabile și decarbonizate ar fi susținute în continuare de obiective legate de termene specifice:

- 2030: minimum 7% din volumul gazelor naturale se înlocuiește cu hidrogen.
- 2040: minimum 32% din volumul gazelor naturale este înlocuit cu hidrogen.
- 2050: 100% gaze regenerabile și decarbonizate, din care minimum 50% este hidrogen.

Ca atare, obiectivele pentru utilizarea cât mai sistematică a gazelor regenerabile și decarbonizate ar trebui să facă parte din planurile fiecărei companii cu portofoliu de activitate în domeniul gazelor naturale, în conformitate cu Regulamentul UE (UE) 2018/1999.

3.2. Proiecte la nivel internațional

În ceea ce privește hidrogenul auriu, ca urmare a descoperirii făcute de cercetătorii francezi, oamenii de știință elvețieni au lansat propriile căutări pentru a descoperi rezerve de hidrogen. De asemenea, Spania intenționează să înceapă extragerea hidrogenului auriu din nordul țării începând cu 2024, însă, până la momentul actual, implementarea efectivă nu a demarat încă.

Legislația UE prevede ca, începând cu 2021, toate autobuzele noi să fie vehicule cu emisii zero. Vehiculele cu pile de combustie cu hidrogen pot contribui pe două direcții, atât la îmbunătățirea calității aerului cât și la lupta împotriva schimbărilor climatice.

Transportul public este una dintre aplicațiile importante ale hidrogenului. Compania Linde joacă un rol activ în numeroase proiecte dezvoltate în acest domeniu, fiind un pionier al tehnologiilor utilizate. Unul dintre primele sale proiecte în domeniul mobilității a fost lansat în 2011, la Emeryville, California, prin inaugurarea unei stații de alimentare cu hidrogen pentru autobuzele operate de compania AC Transit.

Schleswig – Holstein (Germania)

Un alt exemplu în acest sens este dat de operaționalizarea a 5.000 de **camioane pe bază de hidrogen în Schleswig - Holstein**¹⁹, Germania. Hidrogenul este o alternativă viabilă la bateriile electrice pentru camioane de mari dimensiuni, întrucât hidrogenul poate fi încărcat repede în rezervoare de mari dimensiuni, și convertit în energie electrică.

Energia electrică va fi generată la bord de hidrogen cu ajutorul unei pile de combustie. Autonomia ar trebui să ajungă la peste 400 de kilometri pentru un plin. În acest scop, sunt necesare aproximativ 150 de stații de alimentare cu hidrogen, începând cu Schleswig-Holstein. Este nevoie de o capacitate instalată de 2,5 gigawați pentru a furniza hidrogen în următorii cinci ani. Primele camioane au circulat pe șosele în a doua jumătate a anului 2023. „Alte 500 în 2024, apoi alte 1.000 în fiecare an”, conform lui Ove Petersen, CEO-ul companiei producătoare, GP Joule.

Cu toate acestea, schimbarea nu este deloc ieftină, deoarece camioanele pe hidrogen costă în prezent peste 500.000 de euro, față de doar 120.000 de euro pentru camioanele cu motorină.

Capacitatea de producție va fi crescută treptat la Winsen (Luhe) și la Veenendaal, în Țările de Jos, până în 2027. În același timp, este nevoie de mai mulți lucrători calificați în întreaga regiune metropolitană Hamburg pentru a răspunde cererii în creștere.

„Vom crea până la 500 de noi locuri de muncă în Winse în următorii trei până la cinci ani și căutăm cu disperare personal calificat”, spune Grasz.

Flota de autobuze cu hidrogen, Bolzano (Italia)

De câțiva ani, în capitala Tirolului de Sud, Bolzano, 17 dintre cele 96 de autobuze ale orașului sunt alimentate cu hidrogen. Potrivit experților companiei Linde, hidrogenul este o „alternativă atractivă pentru tranzitul local”, întrucât „asigură timp rapid de alimentare și distanțe mari de rulare – chiar și iarna când temperaturile sunt scăzute. Stațiile de alimentare cu hidrogen au, de asemenea, un consum de energie relativ scăzut. În plus, flotele sunt – în virtutea modului de utilizare – ideale pentru hidrogen. Autobuzele, trenurile, și, în unele cazuri, camioanele sunt utilizate în mod continuu, dar se întorc întotdeauna la bază. Deci, transportul public necesită o infrastructură mult mai mică de stații de alimentare decât în cazul autoturismelor. Ca urmare, frecvența de realimentare la fiecare stație este relativ mare, accelerând astfel rentabilitatea investițiilor în infrastructură”²⁰.

Totodată, autobuzele electrice pe bază de hidrogen contribuie la îmbunătățirea calității aerului și la calitatea vieții în general, eliminând emisiile nocive și poluarea fonică. În Bolzano, vehiculele parcurg aproximativ 200 km în timpul zilei și se întorc la bază în fiecare seară, unde sunt realimentate în câteva minute. La bază sunt disponibile mai multe compresoare ionice de la Linde pentru realimentare, fiecare comprimând H₂ gazos la presiunea de 350 bari necesară pentru autobuze și la 700 bari pentru autoturisme. Această stație de alimentare combinată autobuz/autoturism poate deservi până la 15 autobuze și numeroase autoturisme. În plus, amprenta de carbon a stației este neutră. Aceasta generează hidrogen utilizând trei electrolizoare alimentate cu energie din surse regenerabile certificabile pentru zero emisii de la sursă la exploatare.

Asia

Un alt exemplu vine din afara UE. **Japonia** este cu mult înaintea Europei în realizarea infrastructurii de H₂, fiind una dintre primele țări din lume care a lansat o strategie națională a hidrogenului (în 2017). Această țară și-a stabilit ținte ambițioase, cum ar fi construirea până în 2030 a unei rețele de aprovizionare cu H₂, capabilă să producă 300.000 de tone de hidrogen și să extindă acoperirea mobilității cu H₂. Planul include utilizarea a 800.000 de autoturisme cu pile de combustie și 1.200 de autobuze cu pile de combustie până în 2030. Alte regiuni investesc, totodată, în inițiative H₂, dezvoltând inițiative concrete privind hidrogenul și lucrează la realizarea unor infrastructuri sustenabile.

Infrastructura de hidrogen din Japonia este deja foarte bine dezvoltată întrucât guvernul a început implementarea strategiei sale pentru acest sector. În acest context, menționăm construirea stației de alimentare cu hidrogen a autobuzelor din Tokyo, inaugurată în ianuarie 2020. Echipată cu o pompă criogenică Linde CP90/100, instalația poate distribui până la 100 de kilograme de H₂ pe oră la o presiune de admisie de doar 2 bari, suficient pentru 30 de autobuze cu pile de combustie pe zi. Unul dintre elementele cheie ale acestei stații de alimentare din Japonia este capacitatea de a stoca H₂ sub formă lichidă, care poate fi apoi transformat eficient în H₂ gazos, comprimat, utilizând tehnologia Linde cu pompe criogenice.

19 First of 5,000 Hydrogen Lorries to Hit Roads in Germany in 2023 - Hamburg - Hydrogen Central (hydrogen-central.com).

20 Alimentarea autobuzelor și trenurilor cu H₂ | Linde Gaz România (linde-gas.ro).

În viitor, stațiile de alimentare „vor trebui să se extindă și să fie capabile să furnizeze mai mult H_2 . Acestea vor trebui să alimenteze mai mult și vehicule mai mari, precum camioanele. Pentru ca piața să ia avânt rapid, costurile vor trebui să scadă pe termen mediu. În cazul stațiilor de alimentare cu hidrogen, aceasta înseamnă standardizare. Cu alte cuvinte, piața autobuzelor, camioanelor și trenurilor are nevoie de aceleași protocoale de realimentare standardizate, valabile la nivel global, care există deja pentru autoturisme. Acestea trebuie să definească factori precum presiunea și temperatura la care H_2 poate fi alimentat”²¹.

Hidrogenul oferă oportunități semnificative și pentru alte segmente de transport, inclusiv pentru vehiculele comerciale, vehiculele municipale pentru deșeuri, măturătoarele rutiere și alte vehicule specializate care urmează rute programate. Toate aceste categorii pot fi deservite de o stație centrală de alimentare.

Companiile Hyundai Motor Co și Toyota Motor Corporation fabrică atât autobuze cât și camioane cu pile de combustie. Linde a construit prima stație de alimentare cu H_2 din Asia de sud-est, **în Malaezia**. Facilitatea deservește o flotă de autobuze locale și include producția integrată de hidrogen în locație prin electroliză.

Totodată, **în Shanghai, China**, a început să funcționeze o stație de alimentare care distribuie H_2 pentru microbuze, camioane și autoturisme.

4. Reglementare

4.1. Strategia europeană a hidrogenului

Strategia europeană a hidrogenului (COM/2020/301) a fost adoptată în 2020, propunând măsuri de politici în cinci sectoare: sprijin pentru investiții; sprijin pentru producție și cerere; crearea unei piețe și infrastructuri a hidrogenului; cercetare și colaborare internațională. Hidrogenul este, de asemenea, o componentă importantă din **strategia europeană pentru integrarea sistemelor energetice** (COM/2020/299).

Prioritatea pentru UE este să dezvolte hidrogenul verde, astfel încât să producă 10 milioane de tone și să importe 10 milioane de tone până în 2030. Sprijinul pentru investiții a fost acordat prin Proiectele importante de interes comun european (Important Projects of Common European Interest - IPCEIs) pentru hidrogen. Primul astfel de instrument, denumit IPCEI Hy2Tech²², care include 41 de proiecte, își propune să dezvolte tehnologii inovatoare pentru lanțul de valoare al hidrogenului pentru a susține decarbonizarea proceselor industriale și a sectorului de mobilitate.

În septembrie 2022, Comisia a aprobat „IPCEI Hy2Use”, care completează IPCEI Hy2Tech, și care va susține construcția infrastructurii dedicate hidrogenului. În noiembrie 2021 s-a înființat Parteneriatul pentru Hidrogen Curat (Clean Hydrogen Partnership), cu rolul de a sprijini cercetarea și inovarea în ecosistemul de hidrogen. Cadru de reglementare a fost completat cu două acte delegate, adoptate formal în iunie 2023, aplicabile hidrogenului sustenabil în cadrul Directivei pentru Energie Regenerabilă. Primul se referă la combustibilii verzi de origine non-biologică, stabilind totodată criteriile pentru produse care se încadrează în categoria „hidrogen sustenabil”.

Pentru a facilita investițiile în hidrogen curat, **Alianța Europeană pentru Hidrogen Curat** a pregătit un set de peste 840 proiecte viabile de investiții. Acestea acoperă în prezent toate componentele lanțului de valoare, inclusiv: **producția de hidrogen, transmisia și distribuția, și aplicațiile în industrie, transport, sistemele energetice și clădiri**. Numeroase proiecte se referă la producția de hidrogen și la utilizarea acestuia în sectoare precum industria chimică, rafinării, industria oțelului, ciment și transport, îndeosebi în transportul rutier și cel maritim. Proiectele se derulează în Europa, multe dintre ele urmând să devină operaționale până la finalul anului 2025.

4.1.1. Directiva (UE) 2018/2001 și Directiva 2023/2413

Directiva (UE) 2018/2001 (RED II) a fost adoptată de instituțiile cheie ale UE. Aceasta este o etapă importantă, deoarece oferă o bază solidă pentru politici și, prin urmare, o perspectivă clară asupra modului în care UE va aborda energiile regenerabile în perioada 2021-2030. **Directiva RED II oferă orientări către statele membre ale UE asupra politicilor pe care trebuie să le pună în aplicare în ceea ce privește utilizarea energiei regenerabile în mobilitate.**

Un aspect esențial din REDII este declarația conform căreia statele membre UE trebuie să extindă schemele existente de garanții de origine (GoO - Guarantees of Origin) pentru a include gazele regenerabile.

²¹ Alimentarea autobuzelor și trenurilor cu H_2 | Linde Gaz România (linde-gas.ro).

²² https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_22_4549.

Acest lucru va sprijini utilizarea hidrogenului produs cu emisii scăzute de dioxid de carbon sau pentru hidrogenul verde. Acest lucru contribuie la creșterea pieței și a competitivității, împingând astfel hidrogenul la un preț competitiv și la o scară mult mai mare într-un timp relativ scurt.

Directiva 98/70/CE impune reducerea intensității de carbon a combustibilului din analiza ciclului de viață, Life cycle analysis (LCA), cu 6% față de 2010.

Existența unei infrastructură pentru transportul și distribuția gazelor naturale creează premisele unei reconfigurări. O abordare pragmatică implică: (i) utilizarea infrastructurii existente pentru a transporta mai întâi amestecuri de metan și hidrogen; (ii) înțelegerea provocărilor legate de introducerea hidrogenului; (iii) efectuarea de modificări operaționale, după caz; și (iv) creșterea progresivă a cantităților de hidrogen din amestecuri până la o pondere de 100%.

Înlocuirea combustibililor fosili cu unii fără emisii de dioxid de carbon este un pas important pentru atingerea obiectivului final de neutralitate climatică. Trecerea la sisteme energetice pe bază de gaze naturale la hidrogenul trebuie să se facă progresiv. Amestecarea treptată de hidrogen cu gazele naturale va asigura o tranziție fără probleme și va reduce la minimum anumite curențe tehnice ce ar putea să apară în distribuția energiei și a surselor de încălzire către populație.

Avantajele hidrogenului ca purtător de energie fără emisii de dioxid de carbon trebuie să fie echilibrate cu preocupările legate de siguranța amestecului de gaz în timpul transportului, cum ar fi suprapresiunea și pierderile prin conducte.

Realizarea cu succes a tranziției necesită un efort coordonat din partea administrațiilor centrale (guverne), a celor locale, a diverselor instituții, inclusiv a investitorilor.

O țintă la nivelul UE, spre deosebire de țintele naționale, este de preferat, deoarece ar permite mai multă flexibilitate, recunoscând și respectând astfel aspecte diferite, naționale și geografice, ale fiecărui stat membru.

Directiva 2023/2413 (RED III) impune norme mai stricte privind combustibilii alternativi. În ceea ce privește hidrogenul, statele membre trebuie să se asigure că aportul combustibililor regenerabili de origine non-biologică (de exemplu, hidrogenul verde) utilizați în scopuri energetice și neenergetice finale trebuie să reprezinte cel puțin 42% din hidrogenul folosit în industrie până în 2030 și 60% până în 2035. Aceste obiective urmăresc să promoveze trecerea la surse de energie mai ecologice, cu scopul de a crea un potențial de inovare în domeniul combustibililor regenerabili și al tehnologiilor bazate pe hidrogen.

Un element semnificativ al RED III este accentul pus pe combustibilii regenerabili de origine non-biologică, în special pe hidrogen.

4.2. Cadrul legislativ național

4.2.1. Legea Hidrogenului

La data de 23 iulie 2023 a intrat în vigoare Legea nr. 237 privind integrarea hidrogenului din surse regenerabile și cu emisii reduse de carbon în sectoarele industriei și transporturilor. Conform prevederilor legii, furnizorii de combustibili au obligația de a se asigura că valoarea energetică provenită din combustibilii din surse regenerabile de origine nebiologică furnizați pe piață și utilizați în sectorul transporturilor, pe parcursul unui an, este cel puțin egală cu 5% din conținutul energetic al tuturor combustibililor destinați consumului sau utilizării pe piața din România, începând cu anul 2030.

Legea prevede, totodată, obligația pentru consumatorii industriali de hidrogen de a-și asigura combustibili din surse regenerabile de origine nebiologică și hidrogen cu emisii reduse de carbon de la furnizori de hidrogen. Consumatorii industriali de hidrogen au obligația să se asigure că:

- Începând cu anul 2030, minimum 50% va fi combustibil din surse regenerabile de origine nebiologică sau hidrogen cu emisii reduse de carbon și minimum 42% din surse regenerabile de origine nebiologică.
- Începând cu anul 2035, minimum 75% va fi combustibil din surse regenerabile de origine nebiologică sau hidrogen cu emisii reduse de carbon și minimum 65% din surse regenerabile de origine nebiologică.

Referitor la certificatele de furnizare de hidrogen regenerabil și hidrogen cu emisii reduse de carbon, acestea trebuie să conțină cel puțin următoarele informații: tipul de combustibil pus pe piață, sursa de energie folosită, anul în care a fost pus pe piață și sectorul în care a fost furnizat. Furnizorii de combustibili, de hidrogen și consumatorii industriali de hidrogen au dreptul să tranzacționeze certificate de furnizare de hidrogen regenerabil și certificate de furnizare de hidrogen cu emisii reduse, conform procedurii stabilite prin prevederile art. 14 alin. (1).

Prevederile din Legea nr. 237/2023 privind integrarea hidrogenului din surse regenerabile și cu emisii reduse de carbon în sectoarele industriei și transporturilor ar trebui să țină cont și de actele de reglementare europene, ca de exemplu cele publicate în Jurnalul UE pe 15 iulie 2024. Printre acestea se numără:

- Directiva 1788/2024, care stabilește normele comune pentru piețele interne în sectorul gazelor din surse regenerabile, gazelor naturale și al hidrogenului;
- Regulamentul 1789/2024, care reglementează piețele interne ale gazelor din surse regenerabile, gazelor naturale și hidrogenului.

Scopul principal al actualizărilor este de a adapta cadrul de reglementare la cerințele unui viitor mix energetic bazat pe gaze, care să includă o proporție redusă de gaze fosile (naturale) și o cotă tot mai mare de gaze regenerabile și cu emisii scăzute de carbon, provenind din surse diverse și având proprietăți distincte.

Prin aceste documente este confirmat faptul că hidrogenul cu emisii reduse de carbon este considerat în soluțiile acceptate pentru tranziția energetică.

Cu toate acestea, implementarea legii în forma sa actuală este ambiguă, întrucât nu au fost adoptate normele necesare pentru evaluarea modalităților de atingere a obiectivelor. În absența acestora, autoritățile ar trebui să ofere claritate și orientări suplimentare operatorilor economici și furnizorilor de hidrogen.

În ceea ce privește finanțarea, pentru investițiile destinate producerii de hidrogen cu amprentă redusă de carbon, – fie prin utilizarea gazelor naturale (reformare catalitică, piroliza metanului), fie prin alte tehnologii – nu a fost deschis încă niciun apel de proiecte. Mai mult, în documentele strategice naționale nu au fost încă prevăzute linii de finanțare distincte, care să promoveze producerea de hidrogen pe bază de gaze naturale și care să motiveze creșterea procentului de cofinanțare pentru astfel de proiecte.

4.2.2. Strategia Națională a Hidrogenului

În cadrul strategiei naționale, trebuie respectat principiul neutralității tehnologice, evitând impunerea unor limitări care ar putea descuraja investițiile în diverse tehnologii capabile să contribuie semnificativ la reducerea emisiilor de carbon.

Utilizarea tehnologiilor pentru producerea hidrogenului din gaze naturale, cu amprentă redusă de CO₂, sprijină procesul de decarbonizare atât al gazelor naturale, prelungind durata de viață a acestora, cât și al sectoarelor energo-intensive.

Cu toate acestea, având în vedere că hidrogenul roz are o amprentă de carbon zero, asimilarea completă a acestuia cu definiția hidrogenului cu amprentă redusă de carbon ridică anumite probleme conceptuale.

Sugerăm menținerea, inclusiv în contextul acestei Strategii, a unei definiții mai extinse a hidrogenului curat (i.e. cu amprentă redusă de carbon, incluzând amprenta de carbon zero), astfel încât să nu fie excluse alte tipuri de hidrogen care respectă pragul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră cu cel puțin 70% comparativ cu combustibilii fosili.

„Conform regulilor de taxonomie ale UE, și aplicabile în contextul acestei strategii, această categorie include orice tip de hidrogen produs prin tehnologii diverse, în condițiile în care se respectă un prag de 70% în ceea ce privește reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră raportat la combustibili fosili.”

Astfel, definiția poate acoperi, de exemplu, hidrogenul roz, hidrogenul albastru, pe cel turcoaz sau alte tipuri de hidrogen, într-o terminologie largă de hidrogen cu amprentă scăzută sau zero de carbon.

La nivel european, s-a stabilit obiectivul ce vizează atingerea neutralității climatice până în 2050, într-un mod care să contribuie în special în sfera economică, principalul scop fiind acela de a reduce emisiile de gaze cu efect de seră cu 55% până în 2030.

Prin prisma Directivei Parlamentului European și a Consiliului de modificare a Directivei (UE) 2018/2001 a Parlamentului European și a Consiliului, a Regulamentului (UE) 2018/1999 al Parlamentului European și al Consiliului și a Directivei 98/70/CE a Parlamentului European și a Consiliului în ceea ce privește promovarea energiei din surse regenerabile și de abrogare a Directivei (UE) 2015/652 a Consiliului („RED III”) – astfel cum a fost recent publicată în Jurnalul Oficial, UE stabilește, din perspectiva articolului 25, **o pondere minimă, obligatorie, a combustibililor din surse regenerabile de origine nebiologică (RFNBO) utilizați în domeniul transporturilor de 1% din energia furnizată în transporturi, diferența până la 5,5% în 2030 putând fi acoperită din bio-carburanții avansați.**

Pe de altă parte, prin transpunerea la nivel local, **Legea 237/2023 („Legea Hidrogenului”)** impune o țintă mult mai ridicată în ceea ce privește ponderea RFNBO în energia furnizată în transporturi – de 0,5% în 2025, în creștere până la **5% în 2030**. Aceasta țintă poate fi atinsă fie în mod direct (prin vânzarea Hidrogenului verde la pompele de alimentare), fie în mod indirect, prin utilizarea acestuia în producția carburanților convenționali.

Este esențial ca hidrogenul utilizat în procesele aferente producției de SAF (Combustibil de Aviație Sustenabil) și HVO (Ulei Vegetal Hidrotratat) să fie inclus în contabilizarea generală. România beneficiază de o poziție strategică în context european, având oportunitatea de a-și transforma statutul de importator în cel de producător local, prin valorificarea accesului la resurse variate de materii prime, favorabile dezvoltării unui hub competitiv pentru producția de biocarburanți.

Un alt aspect important de menționat este că atingerea țintei de **0,5% RFNBO în 2025 este, în mod obiectiv, improbabilă**. În prezent, singurele proiecte din România axate pe dezvoltarea producției de hidrogen verde sunt cele finanțate prin programul PNRR, care au ca termen de finalizare luna decembrie 2025. În acest context, este puțin probabil ca producția de hidrogen verde să fie operațională în cursul anului 2025, ceea ce face dificilă îndeplinirea țintei RFNBO pentru transport.

Alte puncte critice observate, se referă la normele cuprinse în Legea Națională a Hidrogenului:

- În primul rând, trebuie **corijați multiplicatorii existenți în momentul actual** în cadrul Legii hidrogenului pentru a fi utilizați în calculul cotelor de RFNBO din transport, mai exact: **x1,2** pentru hidrogenul utilizat în rafinării pentru producția carburanților furnizați în modurile de transport aerian și maritim, respectiv x1,6 pentru hidrogenul furnizat către vehicule cu hidrogen în stații publice de realimentare. În oglindă, **RED III permite un multiplicator de x2 pentru toți RFNBO, indiferent de forma în care ajung să fie utilizați în transport** (inclusiv pentru hidrogenul regenerabil utilizat pentru producția combustibililor convenționali). Accentuăm că este crucială stabilirea cotei multiplicatorului la nivelul de minimum x2 (ideal ar fi să implementăm unul x4 – aici vă propunem organizarea unei discuții pentru a înțelege importanța actualizării) în vederea atingerii obiectivelor pentru 2030.
- Având în vedere că metodologia pentru emiterea certificatelor de H₂ verde / H₂ cu amprentă redusă de carbon nu a fost încă adoptată, subliniem aspectul conform căruia se impune ca forma metodologiei (ce va reieși) să permită **transferul certificatelor emise de la un an la altul** (sistemul bazându-se pe următorul model: dacă au fost emise 3 certificate în 2028 și au fost utilizate doar 2 certificate, în legătură cu cel de-al treilea să existe posibilitatea de a fi utilizat în următorii ani (2029 sau 2030 etc) în funcție de necesitatea existentă).

În prezent, România pregătește Strategia Națională a Hidrogenului și Planul de acțiune pentru implementarea sa.

Dorim să supunem atenției câteva aspecte esențiale din Strategia Națională a Hidrogenului, pe care le considerăm necesar a fi revizuite înainte de aprobarea formei finale a documentului.

La momentul actual, Strategia Națională a Hidrogenului în România prevede o pondere totală a combustibililor din surse regenerabile de origine nebiologică utilizați **în sectorul transporturilor de 2,4% - compusă din:**

- **utilizarea hidrogenului în procesele de rafinare** a combustibililor tradiționali în proporție de 1% din totalul de consum de energie în transporturi la nivelul anului 2030 și
- **1,4% RFNBO în Transport constituit din utilizarea hidrogenului ca alternativă de combustibil** de către vehiculele grele pentru transportul de mărfuri, transportul feroviar, transportul public local, autoturisme personale alimentate cu hidrogen și de către transportul maritim și aviație prin utilizarea combustibililor bazați pe hidrogen și a combustibililor sustenabili de aviație în a căror producție se folosește hidrogenul verde.

În acest sector, putem afirma că **ținta stabilită pentru rafinării și pentru transport are o valoare ce excede posibilităților de conformare din practică** (1% + 1,4% RFNBO în 2030), nefiind aliniată cu RED III (minimum 1%):

- Vehiculele care funcționează pe bază de pile de combustie încă nu au ajuns la maturitatea tehnologică necesară dezvoltării producției și adoptării în masă. În prezent, opțiunile de vehicule care funcționează pe bază de pile de combustie sunt foarte limitate.
- Costul de achiziție al vehiculelor care funcționează pe bază de pile de combustie constituie o barieră importantă în adoptarea acestor vehicule.
- Dezvoltarea întregului lanț logistic și de aprovizionare cu Hidrogen drept carburant alternativ implică proiecte de investiții semnificative, care nu își pot găsi o justificare economică în contextul actual. Adicional, cadrul de reglementare pentru construcția și operarea stațiilor de alimentare cu hidrogen nu este încă dezvoltat.
- Prin urmare adopția vehiculelor pe bază de hidrogen înainte de 2030 este foarte puțin probabilă și, implicit, utilizarea hidrogenului „la pompă” drept carburant alternativ este improbabil a avea loc înainte de 2030.
- În ceea ce privește ținta de RFNBO aplicabilă strict rafinăriilor trebuie să menționăm că este imperios ca această țintă să fie corelată cu capacitatea tehnică a rafinăriilor de a utiliza hidrogen în procesele de rafinare. Există o limitare tehnologică cu privire la volumele maxime de hidrogen procesate în cadrul rafinăriilor. Mai mult, o cantitate semnificativă din hidrogenul utilizat în cadrul rafinăriilor este așa-numitul „hidrogen alb”, acesta fiind un produs secundar ce rezultă în cadrul procesului de rafinare al țițeiului și nu va putea fi niciodată înlocuit cu un alt tip de hidrogen (regenerabil sau cu amprentă redusă de carbon).
- Creșterea volumului de hidrogen ce poate fi utilizat în cadrul rafinăriilor poate avea loc doar în ipoteza extinderii capacității de producție a acestora. Or, în contextul tranziției dinspre carburanții fosili către carburanții alternativi, capacitatea de producție a rafinăriilor se poate menține pe termen mediu și lung doar prin investiții majore în noi produse, precum carburanții sustenabili pentru aviație.

În aceste condiții, dorim să menționăm că ținta de 1% RFNBO a fi utilizat în cadrul rafinăriilor, atât pentru producția combustibililor tradiționali, cât și a carburanților sustenabili, se situează la limita superioară a volumelor de hidrogen utilizat în rafinării și care pot fi înlocuite cu hidrogen regenerabil.

În acest context, este important să cunoaștem viziunea autorităților relevante prin raportare la momentul în care ținta de 1,4% RFNBO din transport nu va fi atinsă (ceea ce devine inevitabil pe termen scurt / mediu). Reiterăm că aceasta nu trebuie și nu poate fi adăugată la ținta de RFNBO alocată rafinăriilor, întrucât acestea au o limitare tehnologică foarte clar stabilită cu privire la volumele de H₂ pe care le pot folosi. În acest cadru, o țintă de 2,4% nu poate fi atinsă doar din H₂ utilizat la nivelul rafinăriilor.

Subliniem că pentru companiile din industrie ce urmăresc nu doar atingerea tuturor țăintelor stabilite la nivel european, ci și menținerea poziționării stabile a companiei în contextul european prezent/viitor, prin dezvoltarea unor programe care să situeze nu doar compania, ci și Statul Român într-un cadru favorabil, este imperios ca actualul cadru de reglementare **să creeze strategiile și mediul propice promovării unei piețe sustenabile din punct de vedere climatic și economic.**

Pentru realizarea acestui deziderat, însă, se impune ca **atât Strategia, cât și Legea să fie în linie cu normele impuse de RED III**, stipulând clar că minimum 1% RFNBO necesar pentru atingerea țăintelor stabilite poate fi completat prin contabilizarea **biocombustibililor avansați** (până la 5.5%).

În plus, trebuie să se stabilească clar faptul că această țintă de 1% RFNBO aplicabilă rafinăriilor (care, ipotetic, va îndeplini condiția de a fi folosit în transporturi), poate contabiliza și hidrogenul regenerabil folosit atât în producția de SAF, HVO, cât și în producția carburanților tradiționali (benzină, motorină).

Doar astfel vom putea atinge scopurile stabilite în ceea ce privește cuantificarea hidrogenului verde, conformându-ne priorităților naționale ce urmăresc dezvoltarea întregului lanț valoric al hidrogenului, prin participarea României la inițiativele europene de încurajare a dezvoltării tehnologiilor pe bază de hidrogen. Scopul este de a atinge pragul de competitivitate economică și de utilizare la scară largă, cu o contribuție esențială la securitatea energetică și susținerea atragerii de investiții în soluțiile tehnologice moderne care au atins un grad de maturitate și care au fost suficient testate pentru a funcționa în condiții de eficiență economică.

Un alt subiect important de menționat este faptul că Strategia României pentru Hidrogen exclude în mod explicit hidrogenul din gaze naturale, fie prin reformarea metanului cu captare, utilizare sau stocare de carbon (hidrogen albastru), fie prin piroliza metanului (hidrogen turcoaz) din categoria hidrogenului cu amprentă redusă de carbon, păstrând doar hidrogenul roz în această clasă. Această abordare contravine principiului neutralității tehnologice și limitează interesul pentru investiții în toate tehnologiile care pot contribui semnificativ la reducerea emisiilor de carbon în contextul Țintelor de sustenabilitate asumate la nivel european și național. Totodată, aceasta nu valorifică profilul României ca țară europeană producătoare de gaze naturale, cu un rol esențial în securitatea energetică a regiunii.

De asemenea, hidrogenul roz, produs prin electroliza apei folosind energie nucleară, are o amprentă de carbon zero. Cu toate acestea, asimilarea definiției hidrogenului cu amprentă redusă de carbon exclusiv cu acest tip de hidrogen devine problematică. Este recomandabil ca definiția să includă, într-o terminologie extinsă, toate tipurile de hidrogen cu amprentă scăzută sau zero de carbon - inclusiv hidrogenul albastru și turcoaz. Această abordare ar respecta principiul neutralității tehnologice și ar stimula investițiile în toate tehnologiile capabile să sprijine decarbonizarea.

Adoptarea tehnologiilor de producție a hidrogenului din gaze naturale, cu amprentă redusă de carbon, ar permite nu doar prelungirea duratei de viață a gazelor naturale prin decarbonizarea acestora, ci și reducerea emisiilor în sectoare industriale greu de decarbonizat (hard-to-abate).

În concluzie, ignorarea diversității tehnologice va conduce la subutilizarea resurselor pe care România le deține, împiedicând astfel maximizarea beneficiilor economice și de mediu ale tranziției energetice.

4.2.3. Planul Național Integrat în Domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021 - 2030

Versiunea actualizată a Planului Național Integrat în Domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice (PNIESC) 2021 – 2030 menționează introducerea hidrogenului verde în sistemul energetic printre măsurile necesare pentru decarbonizare.

PNIESC face referire și la Legea nr. 237 din 19 iulie 2023, menționând că prioritatea acestui act normativ este „creșterea capacității de producere a energiei la nivel național și consolidarea securității energetice a României”.

Planul aduce în atenție **o serie de ținte și obligații-cheie pentru Statele Membre**, printre care:

- Instalarea pe teritoriul național, până la 31 decembrie 2030, a unui număr minim de stații de realimentare cu hidrogen accesibile publicului. Operatorii punctelor de realimentare cu hidrogen trebuie să ofere utilizatorilor finali posibilitatea de a realimenta ad-hoc vehiculele la aceste puncte de realimentare.
- Evaluarea posibilității de a dezvolta tehnologii și sisteme de propulsie bazate pe combustibili alternativi, cum ar fi trenurile alimentate cu hidrogen sau cu baterii și, după caz, eventuale nevoi în ceea ce privește infrastructura de reîncărcare și de realimentare, pentru tronsoanele feroviare care nu pot fi complet electrificate din motive tehnice sau de rentabilitate.
- Până la 31 decembrie 2024, fiecare stat membru trebuie să pregătească și să transmită Comisiei un proiect de cadru național de politică pentru dezvoltarea pieței în ceea ce privește combustibilii alternativi în sectorul transporturilor și pentru instalarea infrastructurii relevante. Până la 31 decembrie 2025, Statele Membre trebuie să își elaboreze propriul cadru național de politici și să notifice Comisia Europeană cu privire la măsurile luate.
- Până la 31 decembrie 2027 și, ulterior, o dată la doi ani, fiecare stat membru prezintă Comisiei **un raport național individual privind progresele înregistrate** referitor la punerea în aplicare a cadrului său național de politică. Până la data de 31 martie 2025 și, ulterior, în fiecare an până la 31 martie, Statele Membre raportează Comisiei puterea de ieșire totală cumulată de reîncărcare, numărul de puncte de reîncărcare instalate accesibile publicului și numărul de vehicule electrice cu baterie și de vehicule electrice hibride reîncărcabile înregistrate pe teritoriul lor la data de 31 decembrie a anului precedent.
- Statele Membre trebuie să desemneze o organizație de înregistrare a identificării care emite și gestionează coduri de identificare unică pentru a găsi cel puțin operatorii de puncte de reîncărcare și furnizorii de servicii de mobilitate, până la 14 aprilie 2025.

4.2.4. Elemente lipsă și recomandări vizavi de actualizarea legislației existente

Referitor la costurile implicate de producția de hidrogen, în prezent tehnologiile de obținere a hidrogenului sunt mai scumpe decât energia electrică, atât în ceea ce privește costurile de transport cât și cele de energie. Cu toate acestea, costurile suplimentare de achiziție variază foarte mult în funcție de modul de transport și de evoluția pieței vehiculelor. Totodată, costurile suplimentare cu energia depind în mare măsură de metoda de producție a hidrogenului, producția prin electroliză fiind în prezent de două ori mai scumpă decât reformarea cu abur a gazelor fosile²³. Costurile de transport și distribuție sunt, de asemenea, semnificative, în special dacă există distanțe mari între locurile de producție și cele de consum.

În acest context, estimările raportate la diferitele tehnologii sunt supuse unei incertitudini considerabile. Prin urmare, competitivitatea hidrogenului poate varia foarte mult în funcție de evoluția constrângerilor tehnice, de resursele disponibile sau de gradul de implementare a diferitelor energii. În cele din urmă, aceasta va depinde de posibilele niveluri de sprijin sau de impozitare ale energiilor sau tehnologiilor de către autoritățile publice.

Provocările tehnice variază în funcție de modul de transport sau de vehicul, ceea ce determină, de asemenea, calendarul de difuzie a hidrogenului. De exemplu, pentru transportul aerian, densitatea redusă a volumului poate necesita o revizuire a formei aeronavei sau cel puțin a formei, greutateii și dimensiunii rezervoarelor, care este una dintre provocările tehnice majore în dezvoltarea aeronavelor alimentate cu hidrogen.

În ceea ce privește cadrul de reglementare, avem cinci idei principale pe care le evidențiem drept concluzii:

- Este esențială alinierea strategiilor naționale cu directivele europene, în special prin stabilirea unor ținte realiste și prin elaborarea unei metodologii clare de cuantificare a acestora (ex.: utilizarea multiplicatorului x2).
- Avem nevoie de dezvoltarea normelor de implementare necesare adoptării hidrogenului regenerabil și a celui cu amprentă redusă de carbon, atât referitor la norme tehnice, cât și metodologia nediscriminatorie de certificare a hidrogenului. Aceasta trebuie să includă și hidrogenul din gaze naturale (hidrogen albastru și turcoaz), respectând principiul neutralității tehnologice.
- Trebuie reglementată colaborarea la nivel internațional, în special la nivel european - tranzacționarea certificatelor de hidrogen regenerabil / cu amprentă redusă la nivel internațional.
- Strategiile naționale trebuie să vizeze diversificarea opțiunilor pe întregul lanț de valoare al hidrogenului - de la furnizorii de echipamente și materiale până la companiile care vor tranzacționa hidrogenul în piață și la potențialii consumatori de hidrogen din sectorul industrial. În acest sens, este esențială eliminarea blocajelor care ar putea duce la creșterea costurilor, în special în fazele inițiale de dezvoltare a proiectelor și a pieței.
- Susținerea financiară din partea Statului român este crucială pentru a reduce costul Hidrogenului regenerabil / cu amprentă redusă de carbon și a încuraja dezvoltarea întregului lanț valoric, de la producție la consum - PNRR reprezintă un foarte bun punct de plecare pentru dezvoltarea economiei hidrogenului regenerabil în România, însă este departe de a fi suficient. Promovând o idee adiacentă, accentuăm necesitatea simplificării proceselor de aplicare pentru obținerea de fonduri, cât și a celor aferente implementării proiectelor, aici impunându-se revizuirea HG 907 / 29.10.2016 sau utilizarea altor reguli / procese pentru companiile private.

Considerând toate aspectele expuse anterior, reiterăm ideile principale:

- România are potențialul de a produce și exporta Hidrogen regenerabil și cu emisii reduse de carbon în regiune.
- Țintele României pentru producția Hidrogenului regenerabil și cu amprentă redusă de carbon trebuie să fie alinate cu cele de la nivel European, păstrând în același timp neutralitatea tehnologică.
- Modalitatea de implementare a acestor ambiții din cadrul Strategiei Naționale, respectiv din Legea Hidrogenului va trebui să fie clarificată cât mai rapid, pentru a putea asigura o implementare eficientă a proiectelor ce vizează producția de Hidrogen regenerabil și / sau cu amprentă redusă de carbon.

Concluzii

Dezvoltarea infrastructurii de hidrogen în România trebuie să aibă în vedere următoarele direcții principale:

1. Noul Model al Sistemului Energetic Național cu introducerea hidrogenului ca vector energetic în sectorul power-to-gas și Cuplarea Sectorială.
2. Eliminarea plasării hidrogenului, exclusiv drept combustibil, și dezvoltarea rolului de vector al energiei regenerabile.
3. Pregătirea Resurselor Umane pentru schimbările din sectorul energetic.
4. Acceptabilitatea socială pentru viitoarele tehnologii.
5. Regândirea fiscalității din domeniul energetic.
6. Dezvoltarea și implementarea de politici Publice în vederea stimulării noilor tehnologii.
7. Dezvoltarea unei piețe a hidrogenului.
8. Infrastructura critică a hidrogenului.
9. Legiferare, Reglementare, Standardizare.
10. Mini proiecte-pilot la scară reală.

