



European
Union



Finanțat de
Uniunea Europeană
NextGenerationEU



Planul Național
de Redresare și Reziliență

Anexa 1

Strategia Națională a Hidrogenului 2025-2030 cu perspectiva anului 2050 și Planul de Acțiune pentru implementarea acesteia

Listă abrevieri

(în ordine alfabetică)

Abreviere	Denumire completă
ACS	Asociația pentru Combustibili Sustenabili
AE	Electrolizor alcalin
AEHR	Asociația pentru Energia Hidrogenului din România
AFIR	Regulamentul privind instalarea infrastructurii pentru combustibili alternativi
ANDR	Agenția Nucleară și pentru Deșeuri Radioactive
ANRE	Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei
ASRO	Organismul Național de Standardizare din România
BF	Furnal
BOF	Convertizor cu insuflare de oxigen (Basic Oxygen Furnace)
CAPEX	Cheltuieli de investiții (Capital expenditure)
CCfD	Contract de carbon pentru diferență (Carbon Contracts for Difference)
CCGT	Centrale în ciclu combinat pe gaz (Combined Cycle Gas Turbine)
CCS	Captare și stocare a carbonului (Carbon Capture and Storage)
CfD	Contract pentru diferență (Contract for difference)
PHC	Parteneriatul pentru hidrogen curat (Clean Hydrogen Partnership)
CO₂	Dioxid de carbon
DRI	Reducerea directă a fierului (Direct Reduced Iron)
EAF	Cuptor Electric cu ARC (Electric Arc Furnace)
ERA	Spațiul European de Cercetare (European Research Area)
ERCST	The European Roundtable on Climate Change and Sustainable Transition
EU-ETS	Schema de comercializare a certificatelor de emisii de gaze cu efect de seră (conform HG nr. 780/2006 privind stabilirea schemei de comercializare a certificatelor de emisii de gaze cu efect de seră)
EUR	Euro
FCH JU	Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking
FCHO	Fuel Cells and Hydrogen Observatory
GES	Gaze cu efect de seră
GNL	Gaz natural lichefiat
GO	Garanții de origine a energiei regenerabile

Abreviere	Denumire completă
GW	Gigawatt
H₂	Hidrogen
ICE	Motor cu ardere internă (Internal Combustion Engine)
ICSI Rm. Vâlcea	Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice Râmnicu Vâlcea
IEA	Agenția Internațională pentru Energie (International Energy Agency)
INSEMEX	Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Securitate Minieră și Protecție Antiexplozivă
IPCEI	Proiecte importante de interes comun european
IRENA	Agenția Internațională pentru Energie Regenerabilă (International Renewable Energy Agency)
ISCIR	Inspecția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune și Instalațiilor de Ridicat
kg	kilogram
kt	kilotonă
LCOE	Costul mediu în termeni reali al energiei (Levelized Cost of Energy)
LCOH	Costul mediu în termeni reali al hidrogenului (Levelized Cost of Hydrogen)
LCOS	Costul mediu în termeni reali al oțelului (Levelized Cost of Steel)
LOHC	Purtători de hidrogen lichizi-organici (Liquid Organic Hydrogen Carrier)
mil	milioane
Mtep	Megatone echivalent petrol
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-oră
non-ETS	În afara sistemului de tranzacționare a certificatelor de emisii de gaze cu efect de seră (non-EU Emissions Trading System)
ODD	Obiectiv de dezvoltare durabilă
OPCOM	Operatorul pieței de energie electrică și gaze naturale din România
OPEX	Cheltuieli operaționale
Electrolizor PEM	Electrolizor cu membrană schimbătoare de protoni (Proton-exchange membrane electrolyzer)
PNIESC	Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice
PNRR	Planul Național de Redresare și Reziliență
PPA	Contracte bilaterale de vânzare-cumpărare energie pe termen lung (Power Purchase Agreement)
Q1, Q2, Q3, Q4	Trimestru 1, Trimestru 2, Trimestru 3, Trimestru 4

Abreviere	Denumire completă
RED II	Directiva privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile II (Renewable Energy Directive)
RFNBO	Combustibili din surse regenerabile de origine nebiologică (Renewable fuels of non-biological origin)
SEN	Sistemul energetic național
SER	Strategia energetică a României
SET PLAN	Strategic Energy Technology Plan
SMR	Reformarea metanului cu abur (Steam methane reforming)
SNASC	Strategia națională privind adaptarea la schimbările climatice
SNDDN	Strategia națională de dezvoltare a domeniului nuclear
SNDDR 2030	Strategia națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030
SNEC	Strategia națională privind economia circulară
SNH	Strategia națională a hidrogenului
SRE	Surse regenerabile de energie
SRE-E	Energie electrică produsă din surse regenerabile de energie
SRIA	Agenda strategică pentru cercetare și inovare (Strategic Research and Innovation Agenda)
t	tonă
TEN-T	Rețeaua de transport trans-europeană
TSI	Instrumentul de sprijin tehnic
TWh	Terawatt-oră
UE	Uniunea Europeană

Termeni Generali

(în ordine alfabetică)

CCS - Captarea și stocarea carbonului

Reprezintă ansamblul proceselor tehnologice prin care dioxidul de carbon rezultat din arderea combustibililor fosili și desfășurarea proceselor industriale este separat de restul emisiilor captate și transportat către o stație de injectare pentru a fi stocat.

Decarbonizare

Reprezintă reducerea emisiilor echivalente de dioxid de carbon prin utilizarea unor surse de energie cu emisii reduse, înlocuirea materiilor prime în procesele de producție cu materii prime verzi și aplicarea soluțiilor CCS pentru scăderea cantității de gaze cu efect de seră emise în atmosferă. Țintele pentru decarbonizare vizează anumite nivele de reduceri ale emisiilor prin comparație cu un an de bază (ex. anul de referință în pachetul legislativ *Fit for 55* este 2005).

Electrolizor cu tehnologie alcalină

Reprezintă tipul de electrolizor care utilizează o soluție alcalină de electrolit și apă pentru obținerea hidrogenului prin transportul ionilor de hidroxid (OH^-) de la catod la anod. Acesta generează hidrogen în stare gazoasă / un hidroxid în stare lichidă pe partea catodului și oxigen / clor în stare gazoasă la anod atunci când este alimentat cu energie electrică.

Electrolizor cu tehnologie PEM

Reprezintă tipul de electrolizor care folosește o membrană schimbătoare de protoni pentru separarea hidrogenului și a oxigenului. Acesta utilizează un electrolit de polimer solid pentru a genera hidrogen în stare gazoasă la catod și oxigen în stare gazoasă la anod când este alimentat cu energie electrică.

Hidrogen gri

Hidrogenul gri este produs prin reformarea cu abur a gazului natural, fără a capta gazele cu efect de seră produse în acest proces. În prezent, aceasta este cea mai comună formă de producere a hidrogenului.

Hidrogen albastru

Hidrogenul albastru este produs prin reformarea cu abur a gazului natural, însă, spre deosebire de hidrogenul gri, în cadrul procesului tehnologic sunt instalate și capacități de CCS.

Hidrogen turcoaz

Hidrogenul turcoaz este produs prin piroliza gazului metan, proces din cadrul căruia rezultă hidrogen și carbon solid ca produs secundar. Cu toate că acest proces tehnologic de obținere a hidrogenului nu este încă practicat la scară comercială, carbonul solid obținut, care poate fi comercializat, poate reprezenta un factor care va influența evoluția acestuia.

Hidrogen roz

Hidrogen produs prin electroliza apei folosind energia generată din surse nucleare. În procesul de generare a energiei electrice folosită pentru producerea hidrogenului, nu sunt eliberate emisii în atmosferă, existând însă deșeurile asociate generării energiei în unități nucleare.

Hidrogen regenerabil

Hidrogen produs prin electroliza apei folosind energie electrică din surse regenerabile, reformarea biogazului sau transformarea biochimică a biomasei atunci când este în conformitate cu cerințele de durabilitate. Acest tip de hidrogen nu are amprentă de carbon, în procesul de generare nefiind eliberate emisii în atmosferă.

Hidrogen cu amprentă redusă de carbon

Hidrogenul cu amprentă redusă de carbon este hidrogenul al cărui conținut energetic este derivat din diverse surse de energie și care respectă un prag de 70% în ceea ce privește reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră raportat la combustibili fosili¹. Conform regulilor de taxonomie ale UE, această categorie include hidrogenul albastru și pe cel roz, însă, pentru scopul elaborării strategiei naționale a hidrogenului, definiția va include doar hidrogenul roz.

LCOE - Cost mediu în termeni reali al energiei electrice

Este o metodă de măsurare a costului mediu net actualizat al producției de energie electrică pentru o instalație de producere pe parcursul duratei sale de viață. Este calculat ca raportul dintre toate costurile actualizate pe durata de viață a unei centrale electrice împărțit la producția de energie, fiind utilizat pentru a compara diferite tehnologii de generare a energiei electrice în mod consecvent. Acestea variază în funcție de sursa de energie utilizată și are cea mai mare pondere în LCOH.

LCOH - Cost mediu în termeni reali al hidrogenului

Este o metodă de măsurare a costului mediu net actualizat al producției de hidrogen pentru o unitate de producție pe parcursul duratei sale de viață. Aceasta ia în calcul costurile actualizate pe durata de viață a unei unități de producție a hidrogenului și este utilizată pentru a compara diferite tehnologii de producție a hidrogenului în mod consecvent. Rezultatele acestei metode variază în funcție de sursa de energie utilizată (LCOE), de tehnologia de producere a hidrogenului aleasă, precum și alți factori care au un impact mai scăzut.

LOHC – Purtători de hidrogen lichizi-organici

Sunt compuși organici stabili care pot absorbi și elibera hidrogen prin reacții chimice. Prin urmare, aceștia pot fi utilizați ca medii de stocare a hidrogenului, eliminând nevoia de comprimare a hidrogenului. Fiind mai stabili, acești compuși permit stocarea, transportul și distribuția, precum și utilizarea în condiții de siguranță crescută prin comparație cu hidrogenul în formă gazoasă.

Power-to-X

Sunt tehnologii care presupun conversia energiei electrice, ca energie primară, într-un purtător de energie, cum ar fi căldură, răcire, produse finale (de ex. combustibili, materii prime etc.). Power-to-X, prescurtat și P2X este o noțiune care acoperă o serie de modalități de utilizare a energiei, de ex. power-to-gas, power-to-liquid, power-to-fuel, power-to-chemicals, power-to-heat, power-to-power. "X" din denumire reprezintă o diversitate de produse, procese, tehnologii și aplicații. Energia electrică necesară este produsă din surse regenerabile variabile, producția de hidrogen prin electroliză fiind primul pas din proces pentru convertirea ulterioară în produsul "X".

Reformarea catalitică

¹ [Comisia Europeană](#) - 70% capacitate de captare și stocare pentru hidrogen cu amprentă redusă de carbon (Decembrie 2021)

Reprezintă procesul de bază în obținerea benzinelor cu cifră octanică ridicată. Principala reacție în acest proces este dehidrogenarea naftenelor ce formează aromatice din familia benzenului, cu cifre octanice ridicate, proces din care rezultă hidrogen ca produs secundar.

RFNBO – Combustibili din surse regenerabile de origine nebiologică

Reprezintă combustibili lichizi și gazoși al căror conținut energetic provine din surse regenerabile, altele decât biomasa. Acest grup de combustibili regenerabili este definit și în Directiva (UE) 2018/2001 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile.

SMR – Reformarea metanului cu abur

Proces în cadrul căruia gazul metan este încălzit prin reacția hidrocarburilor cu apă, pentru a produce un gaz de sinteză alcătuit din hidrogen și monoxid de carbon. Scopul principal al acestei tehnologii este producerea hidrogenului.

SRE – Surse regenerabile de energie

În cadrul SNH, sursele regenerabile principale pentru producerea hidrogenului regenerabil sunt considerate a fi cele solare și eoliene.

Vale de hidrogen

Reprezintă un sistem de organizații delimitat geografic – care include producători, transportatori, distribuitori, furnizori, utilizatori (din una sau mai multe industrii), organizații de cercetare relevante pentru industria hidrogenului, entități ce pot contribui la dezvoltarea tehnologiilor bazate pe hidrogen și organizații guvernamentale – prezente pe întregul lanț valoric al hidrogenului (producție, stocare, distribuție, utilizare) prin care se realizează economii de scară pentru dezvoltarea și operarea infrastructurii necesare și prin care se reduce gradul de risc al investițiilor prin diversificare, cooperare și concurență.

Cuprins

I.	Introducere.....	9
II.	Contextul elaborării strategiei	11
II.1	Cadrul general și necesitatea unei strategii a hidrogenului	11
II.2	Corelarea Strategiei Naționale pentru Hidrogen a României cu priorități la nivel național, strategii naționale și direcții ale mediului privat	15
II.3	Componenta de dezvoltare durabilă.....	19
II.4	Părțile implicate.....	19
III.	Viziune și direcții strategice.....	21
IV.	Cadrul legal național și european relevant pentru problematica hidrogenului și implicațiile acestuia.....	22
V.	Situația actuală a hidrogenului în România și potențialul său de dezvoltare	28
V.1	Ținte de decarbonizare	28
V.2	Lanțul valoric al hidrogenului în România	30
V.3	Estimarea consumului și producției de hidrogen	49
V.4	Costurile producției hidrogenului în România	54
V.5	Transportul, distribuția și stocarea hidrogenului în România	59
V.6	Văi de hidrogen în România (H ₂ valleys)	63
V.7	Piața hidrogenului în România și mecanismele pieței	68
V.8	Finanțarea necesară	70
VI.	Obiective generale și specifice	77
VI.1	Obiective generale	77
VI.2	Obiective specifice.....	78
VI.3	Obiective și direcții strategice pe termen mediu și lung	81
VI.4	Rezultatele așteptate	84
VI.5	Potențiale surse de finanțare a strategiei	84
VI.6	Costul implementării strategiei.....	84
VII.	Implementarea, monitorizarea și evaluarea și guvernanța strategiei.....	90

I. Introducere

Strategia Națională a Hidrogenului și Planul de acțiune 2025-2030 au fost elaborate având în vedere importanța majoră în dezvoltarea la nivel național a introducerii hidrogenului ca vector energetic, precum și relevanța sa strategică în actualul context european al decarbonizării.

Conform Comunicatului Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor (COM(2020) 301 final), *O strategie pentru hidrogen: pentru o Europă neutră climatic*, hidrogenul care are la bază energia regenerabilă va fi folosit pentru decarbonizarea unor sectoare economice în care alte metode nu sunt aplicabile sau sunt prea costisitoare. Strategiile naționale deja elaborate de alte țări europene subliniază importanța rolului hidrogenului în realizarea obiectivelor Acordului de la Paris și includ ținte ambițioase de creștere pentru o dezvoltare robustă a sectoarelor economice care produc sau utilizează hidrogen.

În acest context, folosirea hidrogenului regenerabil și a celui cu amprentă redusă de carbon este analizată din perspectiva reducerii emisiilor de CO₂, a dezvoltării tehnologice, a diversificării mixului energetic și a susținerii securității energetice, respectiv integrarea producției surselor regenerabile de energie, cu efecte benefice în dezvoltarea durabilă și crearea de noi locuri de muncă.

Planul Național Integrat pentru Energie și Schimbări Climatice 2021-2030 (PNIESC) indică hidrogenul ca sursă pentru susținerea securității energetice naționale pe termen lung, cu rol în producerea de energie curată și în decarbonizarea proceselor industriale.

Hidrogenul este menționat și în *Planul Național de Redresare și Reziliență* (PNRR), aprobat de Comisia Europeană în a doua parte a anului 2021². Elaborarea unei strategii a hidrogenului cu un plan de acțiuni aferent este susținută prin Reforma 4, Componenta 6 – Energie. Aceasta vizează dezvoltarea unui cadru de reglementare dedicat tehnologiilor viitorului, în particular pentru hidrogen și soluții de stocare, în perspectiva realizării de proiecte compatibile cu principiul „Do no significant harm”.

Conform PNRR, România trebuie să definească și să aprobe modificările legislative care să înlăture barierele în producția și utilizarea pe scară largă a hidrogenului regenerabil.

Această Strategie prezintă o analiză a sectoarelor relevante dezvoltării hidrogenului, în baza situației actuale din România, cu argumente și exemple de bune practici din alte țări europene și din afara Europei.

Strategia evidențiază viziunea de dezvoltare a economiei hidrogenului, prin definirea unor obiective susținute de acțiuni concrete. Au fost determinate posibile modalități de finanțare, precum și propuneri de mecanisme de guvernare care să susțină implementarea strategiei.

Strategia a fost dezvoltată etapizat, pe baza bunelor practici identificate în plan internațional:

- Etapa 1 – documentare extensivă, analiză PESTEL și analiză punctuală a sectoarelor relevante – situația la nivelul României (inclusiv prin corelare cu alte strategii și cu prioritățile guvernamentale, analiza cadrului legislativ și a aspectelor de mediu) și în plan internațional (explorarea unor bune practici europene, opțiunile de utilizare, potențiale bariere și oportunități);

² Planul Național de Redresare (PNRR) al României aprobat de Consiliul UE la 28 octombrie 2021, a fost modificat prin Decizia de punere în aplicare a Consiliului din 11 decembrie 2023, care revizuieste Decizia inițială de aprobare a evaluării Planului de Redresare și Reziliență al României din 3 noiembrie 2021. (<https://mfe.gov.ro/pnrr/>)

- Etapa 2 – evaluarea de scenarii și definirea obiectivelor pentru stabilirea celor mai fezabile direcții și acțiuni de dezvoltare strategică, evaluarea potențialelor modalități de finanțare;
- Etapa 3 – elaborarea strategiei cu toate aspectele aferente direcțiilor strategice și a planului de acțiuni.

Elaborarea strategiei a avut la bază sesiuni de consultări cu părțile interesate, respectiv autorități guvernamentale, companii și institute de cercetare, asociații profesionale în domeniu. Consultările au vizat înțelegerea corectă a viziunii și obiectivelor, respectiv a acțiunilor propuse, precum și corelarea mai multor puncte de vedere multidisciplinare.

II. Contextul elaborării strategiei

II.1 Cadrul general și necesitatea unei strategii a hidrogenului

Hidrogenul regenerabil este considerat un vector important în reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, cu rol critic în tranziția energetică către “emisii 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 transporturi, dar și în sectorul energetic și cel de încălzire.

În atingerea obiectivelor de decarbonizare pentru anul 2030 și obținerea de beneficii economice din utilizarea hidrogenului în sectoarele cheie ale economiei, sunt necesare măsuri imediate pe întreg lanțul valoric al hidrogenului, în strânsă legătură cu securizarea oportunităților economice pentru zonele cu potențial de consum intensiv (ex. industria oțelului, a fertilizanților, a cimentului sau ca opțiuni de stocare a energiei).

Strategia națională a hidrogenului combină acțiunile pe termen scurt cu direcțiile de acțiune pe termen lung în vederea eliminării barierelor legislative și susținerii investițiilor critice pe lanțul de producere și consum în vederea atingerii obiectivelor naționale în domeniul decarbonizării, în linie cu importanța tot mai mare pe care o are această resursă la nivelul Uniunii Europene în efortul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră.

Actele legislative europene, respectiv planurile și strategiile naționale relevante care au fost luate în considerare pentru definirea obiectivelor, sunt următoarele:

I. Europene:

1. Comunicatul Comisiei (COM(2020) 301 final, O strategie pentru hidrogen: pentru o Europă neutră climatic (Strategia europeană pentru hidrogen)
2. Pactul Ecologic European (European Green Deal)
3. Directiva nr. 1788/2024 privind normele comune pentru piețele interne în sectorul gazelor din surse regenerabile, al gazelor naturale și al hidrogenului, de modificare a Directivei (UE) 2023/1791 și de abrogare a Directivei 2009/73/CE (reformare)
4. Regulamentul (UE) 2024/1789 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iunie 2024 privind piețele interne ale gazelor din surse regenerabile, gazelor naturale și hidrogenului, de modificare a Regulamentelor (UE) nr 1227/2011, (UE) 2017/1938, (UE) 2019/942 și UE 2022/869 și a Deciziei UE 2017/684 și de abrogare a Regulamentului CE nr. 715/2009 (reformare);
5. Directiva (UE) 2023/2413 a Parlamentului European și a Consiliului din 18 octombrie 2023 de modificare a Directivei (UE) 2018/2001, a Regulamentului (UE) 2018/1999 și a Directivei 98/70/CE în ceea ce privește promovarea energiei din surse regenerabile și de abrogare a Directivei (UE) 2015/652 a Consiliului (RED III)
6. Directiva (UE) 2024/1275 a Parlamentului European și a Consiliului din 24 aprilie 2024 privind performanța energetică a clădirilor (reformare)
7. Regulamentul Delegat (UE) 2023/1184 de completare a Directivei (UE) 2018/2001 prin instruirea unei metodologii a Uniunii de stabilire a unor norme detaliate pentru producția de combustibili lichizi și gazoși de origine nebiologică obținuți din surse regenerabile și utilizați în transporturi
8. Regulamentul Delegat (UE) 2023/1185 de completare a Directivei (UE) 2018/2007 prin stabilirea unui prag minim de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră provenite de

- la combustibilii cu carbon reciclat și specificarea unei metodologii de evaluare a reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră provenite din combustibili lichizi și gazoși de origine nebiologică pentru transport și din combustibili cu carbon reciclat
9. Regulamentul (UE) 2023/2405 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 octombrie 2023 privind asigurarea unor condiții de concurență echitabile pentru un transport aerian durabil (ReFuelEU în domeniul aviației)
 10. Regulamentul (UE) 2023/1805 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 septembrie 2023 privind utilizarea combustibililor din surse regenerabile și cu emisii scăzute de carbon în transportul maritim și de modificare a Directivei 2009/16/CE
 11. Comunicarea Comisiei REPowerEU Plan COM(2022) 230 final (REPowerEU)
 12. Regulamentul (UE) 2023/1804 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 septembrie 2023 privind instalarea infrastructurii pentru combustibili alternativi și de abrogare a Directivei 2014/94/UE
 13. Regulamentul delegat (UE) 2022/1214 al Comisiei Europene de modificare a Regulamentului delegat (UE) 2021/2139 în ceea ce privește activitățile economice din anumite sectoare energetice și a Regulamentului delegat (UE) 2027/2178 în ceea ce privește publicarea de informații specifice referitoare la activitățile economice respective
 14. Regulamentul (UE) 2024/1735 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iunie 2024 de stabilire a unui cadru de măsuri pentru consolidarea ecosistemului european de producere de tehnologii „zero net” și de modificare a Regulamentului (UE) 2018/1724
 15. Regulamentul (UE) 2020/852 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 iunie 2020 privind instituirea unui cadru care să faciliteze investițiile durabile și de modificare a Regulamentului (UE) 2019/2088 (Regulamentul privind taxonomia³) – cu modificările subsecvente.

³ Regulamentul (UE) 2020/852 a fost amendat prin următoarele acte delegate:

- **Regulamentul delegat (UE) 2021/2139** de completare a Regulamentului (UE) 2020/852 – stabilirea criteriilor tehnice de examinare pentru a determina condițiile în care o activitate economică se califică drept activitate care contribuie în mod substanțial la atenuarea schimbărilor climatice sau la adaptarea la schimbările climatice și pentru a stabili dacă activitatea economică respectivă aduce prejudicii semnificative vreunui din celelalte obiective de mediu. (**Regulamentul delegate privind taxonomia UE în domeniul climei**);
- **Regulamentul delegat (UE) 2023/2485** de modificare a Regulamentului delegat (UE) 2021/2139 prin stabilirea unor criterii tehnice de examinare suplimentare pentru a determina condițiile în care anumite activități economice se califică drept activități care contribuie în mod substanțial la atenuarea schimbărilor climatice sau la adaptarea la schimbările climatice și pentru a stabili dacă activitățile respective nu aduc prejudicii semnificative vreunui din celelalte obiective de mediu;
- **Regulamentul delegat (UE) 2021/2178** de completare a Regulamentului (UE) 2020/852 – prin precizarea conținutului și a modului de prezentare a informațiilor care trebuie furnizate de întreprinderile care fac obiectul articolului 19a sau 29a din Directiva 2013/34/UE în ceea ce privește activitățile economice durabile din punctul de vedere al mediului și prin precizarea metodologiei pentru respectarea acestei obligații de furnizare de informații (**Actul delegat privind furnizarea de informații**)
- **Regulamentul delegat (UE) 2022/1214** de modificare a Regulamentului delegat (UE) 2021/2139 în ceea ce privește activitățile economice din anumite sectoare energetice și a Regulamentului delegat (UE) 2021/2178 în ceea ce privește publicarea de informații specifice referitoare la activitățile economice respective (**Regulamentul delegat complementar privind taxonomia UE în domeniul climei**)
- **Regulamentul delegat (UE) 2023/2486** de completare a Regulamentului (UE) 2020/852 prin stabilirea criteriilor tehnice de examinare pentru a determina condițiile în care o activitate economică se califică drept activitate care contribuie în mod substanțial la utilizarea durabilă și la protejarea resurselor de apă și a resurselor marine, la tranziția către o economie circulară, la prevenirea și controlul poluării sau la protejarea și refacerea biodiversității și a ecosistemelor și pentru a stabili dacă activitatea economică respectivă aduce prejudicii semnificative vreunui din celelalte obiective de mediu și de modificare a Regulamentului delegat (UE) 2021/2178 al Comisiei în ceea ce privește publicarea de informații specifice referitoare la activitățile economice respective (**Actul delegat privind mediul**)

16. Comunicarea Comisiei Europene COM(2023) 62 final, Un Plan industrial al Pactului verde pentru era cu zero emisii nete

II. Naționale:

1. Planul Național de Redresare și Reziliență al României (PNRR)
2. Planul Național Integrat pentru Energie și Schimbări Climatice 2021-2030 (PNIESC)
3. Programul de guvernare 2021-2024
4. Strategia națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030
5. Strategia națională privind economia circulară
6. Strategia națională privind adaptarea la schimbările climatice pentru perioada 2022-2030, cu perspectiva anului 2050
7. Proiectul de Strategie națională de dezvoltare a domeniului nuclear în România pentru perioada 2021-2030, cu perspectiva 2050
8. Programul nuclear național
9. Strategia Națională de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2022-2027

Suplimentar celor anterior menționate, au fost analizate și luate în considerare o serie de planuri și documente programatice europene, precum *Agenda strategică de cercetare și inovare pentru hidrogen verde* și *Strategic Energy Technology (SET) Plan*, care definesc direcțiile de aplicare a tehnologiilor de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră. Potrivit Comisiei Europene, hidrogenul reprezintă la nivelul anului 2022 sub 2% din consumul de energie al Europei, fiind folosit în principal în industria petrochimică și a fertilizatorilor. 96% din această producție provine din gaz natural și generează emisii de CO₂ semnificative.

Hidrogenul din energie din surse regenerabile, obținut prin electroliza apei, va juca un rol semnificativ pentru adresarea provocărilor aferente crizei climatice și securității energetice, poziție reflectată și în *Strategia europeană pentru hidrogen*. Hidrogenul din energie din surse regenerabile ar urma să înlocuiască, parțial, consumul de combustibili fosili în transporturi și în industriile în care reducerea emisiilor de carbon este dificil de realizat prin alte soluții, reprezentând de asemenea și o opțiune pentru stocarea surplusurilor din producția de energie din surse regenerabile. Totodată, *Strategia europeană pentru hidrogen* prezintă viziunea evoluției economiei hidrogenului la nivel european, bazată pe cercetare și inovare, pentru creșterea producției și dezvoltarea infrastructurii necesare.

Programul Horizon Europe cum de altfel și programele conexe anterioare, Fondul pentru Inovare, *Fondul pentru Modernizare* și *Planul Național de Redresare și Reziliență*, printre altele, prevăd sume importante pentru dezvoltarea economiei hidrogenului, Comisia Europeană îndemnând statele membre să includă în cadrul PNIESC politici și măsuri dedicate hidrogenului.

Pachetul legislativ *Fit-for-55*, lansat în iulie 2021, aflat în stadiu avansat de adoptare, prevede o serie de propuneri legislative ce vizează susținerea hidrogenului regenerabil și a combustibililor sintetici pe bază de hidrogen regenerabil în multiple sectoare.

Directiva (UE) 2023/2413 a Parlamentului European și a Consiliului din 18 octombrie 2023 de modificare a Directivei (UE) 2018/2001, a Regulamentului (UE) 2018/1999 și a Directivei 98/70/CE în ceea ce privește promovarea energiei din surse regenerabile și de abrogare a Directivei (UE) 2015/652 a Consiliului prevede ținte minime obligatorii de consum pentru hidrogenul regenerabil (combustibili din surse regenerabile de origine nebiologică, RFNBO) în sectorul de transport și în cel industrial.

Regulamentul (UE) 2023/2405 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 oct 2023 privind asigurarea unor condiții de concurență echitabile pentru un transport aerian durabil (ReFuelEU în domeniul aviației) prevede cote minime obligatorii, pentru adoptarea combustibililor de aviație sintetici, inclusiv prin utilizarea hidrogenului din surse regenerabile. *FuelEU Maritime* prevede obligații de reducere a emisiilor de carbon din domeniul maritim ce pot fi realizate inclusiv prin introducerea hidrogenului sau a combustibililor sintetici pe bază de hidrogen regenerabil sau cu amprentă redusă de carbon.

Odată cu publicarea planului *REPowerEU*, în luna mai 2022, Comisia Europeană a ridicat nivelul de ambiție a Europei cu privire la hidrogen, prevăzând o țintă europeană pentru consum de hidrogen regenerabil de 20 de milioane de tone/an în 2030 (10 milioane tone produse intern și 10 milioane tone din import). Pentru realizarea țăintelor, Comisia Europeană îndeamnă statele membre să valorifice hidrogenul din surse regenerabile pentru reducerea dependenței de gazul rusesc.

În cadrul *REPowerEU*, Comisia s-a angajat să finalizeze primele proiecte europene de interes comun (IPCEI) legate de hidrogen. Primele două apeluri de proiecte IPCEI (H2Tech și Hy2Use) au fost deja acceptate pentru finanțare în 2022. Acestea prevăd un ajutor de stat pentru dezvoltarea proiectelor pe hidrogen în valoare de 10,6 miliarde de Euro⁴. Acestea au fost urmate în 2024 de aprobarea a altor două apeluri de proiecte de tip IPCEI (H2 Infra și H2 Move) pentru dezvoltarea proiectelor de hidrogen în domeniul infrastructurii și mobilității în valoare de 8,3 miliarde Euro⁵.

La nivel european, au fost create foruri dedicate din care fac parte și reprezentanți din România, precum Hydrogen Energy Network – grup informal de reprezentanți ai instituțiilor relevante în domeniu, având ca scop sprijinirea autorităților naționale pentru valorificarea oportunităților oferite de hidrogen, și European Clean Hydrogen Alliance – lansată odată cu Strategia europeană pentru hidrogen, care reunește autorități, reprezentanți din industrie și societatea civilă alături de alte instituții, în scopul susținerii demersurilor de dezvoltare a tehnologiilor hidrogenului până în 2030.

La nivelul standardizării europene, din care și România face parte, prin ASRO – Organismul Național de Standardizare, au fost elaborate și publicate o serie de standarde europene referitoare la punctele de alimentare a vehiculelor cu hidrogen în stare gazoasă, la introducerea hidrogenului în infrastructura actuală de gaze și la buteliile transportabile pentru hidrogen în stare gazoasă. Acestea sunt în proces de adoptare la nivel național, ca standarde române. Suplimentar, au fost adoptate la nivel național și standarde internaționale (ISO) referitoare la stațiile de alimentare a vehiculelor cu hidrogen în stare gazoasă și la siguranța sistemelor cu hidrogen.

Pentru facilitarea dezvoltării economiei hidrogenului, au fost lansate și inițiative în domeniul cercetării și inovării, precum Parteneriatul pentru hidrogen curat (PHC), un parteneriat public - privat pentru promovarea proiectelor de cercetare și inovare dedicate hidrogenului prin programul Horizon Europe⁶. PHC succede inițiativei Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU), instituită prin regulamentul Consiliului la 30 mai 2008, ca parteneriat între Comisia Europeană, reprezentanți ai industriei din Europa și organizații de cercetare, pentru accelerarea dezvoltării și folosirii tehnologiilor hidrogenului.

⁴ [Comisia Europeană](#) - H2Tech autorizează ajutor de stat în valoare de 5,4 miliarde pentru 41 de proiecte, 35 companii în 15 state membre, în timp ce Hy2Use autorizează ajutor de stat în valoare de 5,2 miliarde de Euro pentru 35 de proiecte în 13 state membre (Septembrie 2022)

⁵ https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/ipcei/approved-ipceis_en

⁶ [Comisia Europeană](#) - Hidrogen în energie

Tot în cadrul FCH JU a fost lansată, în ianuarie 2021, platforma Mission Innovation Hydrogen Valley Platform în care sunt prezentate cele mai avansate și ambițioase Hydrogen valleys de pe glob, atât proiecte finanțate cu aport de fonduri nerambursabile, cât și cele finanțate exclusiv cu capital privat. Platforma a fost relansată în 08 mai 2023

Pe fondul acestor demersuri active la nivel european, deși România încă nu dispune de un cadru de reglementare dedicat dezvoltării economiei hidrogenului regenerabil, PNIESC și PNRR includ referiri privind „implementarea de proiecte pilot și demonstrative pentru promovarea utilizării hidrogenului în producerea energiei electrice și în sectorul industrial”, care pot fi finanțate prin Fondul pentru Inovare.

Ministerele implicate în procesul de tranziție lucrează la o analiză a principalilor vectori de decarbonizare pentru orizontul anului 2050. În acest context, se evaluează că, din perspectiva potențialului de energie din surse regenerabile, România ar putea opta pentru utilizarea hidrogenului în procesele industriale. Gazul natural reprezintă cca. 34% din mixul energetic utilizat în sectorul industrial, iar înlocuirea acestuia cu hidrogen din surse regenerabile sau având conținut scăzut de carbon reprezintă o modalitate eficientă pentru decarbonizare.

În ceea ce privește transportul și distribuția hidrogenului România analizează atât posibilitatea utilizării infrastructurii de gaze naturale existente, prin amestecarea hidrogenului în rețeaua publică de gaze naturale pe termen scurt (2025-2030) și mediu (2030-2040), precum și creșterea contribuției hidrogenului în rețeaua de transport și distribuție pe termen lung (>2040)⁷, avându-se în vedere și o serie de dispoziții din Legea energiei electrice și gazelor naturale nr. 123/201, cu modificările și completările ulterioare care instituie obligația pentru distribuitorii de gaze naturale să elaboreze și să transmită ANRE studii de perspectiva privind îmbunătățirea sistemului inteligent de distribuție a gazelor naturale în vederea injectiei de hidrogen în amestec cu gazele naturale și/sau pentru a fi convertite ulterior în distribuții de hidrogen pentru a asigura conformitatea cu cerințele de mediu, respectiv să preia cantitățile de hidrogen în conformitate cu reglementările /standardele tehnice legale în vigoare privind injectia hidrogenului în rețelele de distribuție a gazelor naturale, respectiv în convertirea acestora din distribuție de gaze naturale în distribuție de hidrogen cât și dezvoltarea unor rețele regionale dedicate transportului hidrogenului în linie cu dispozițiile Directivei (UE) 2024/1788. Nu în ultimul rând, România s-a alăturat inițiativei European Hydrogen Backbone⁸ în luna aprilie 2022. La 31 ianuarie 2023 aceasta reunea 31 de operatori ai infrastructurii energetice care și-au propus să accelereze decarbonizarea prin valorificarea infrastructurii existente sau în curs de dezvoltare, cu scopul utilizării acesteia pentru transportul hidrogenului. Astfel, România va beneficia de oportunitatea dezvoltării unor noi interconexiuni și deschiderea spre polii regionali și internaționali de hidrogen.

II.2 Corelarea Strategiei Naționale pentru Hidrogen a României cu priorități la nivel național, strategii naționale și direcții ale mediului privat

Elaborarea strategiei naționale a hidrogenului este un angajament al României pentru implementarea reformelor asumate prin PNRR, inclusiv pentru atingerea unor ținte de decarbonizare prin pilonul aferent tranziției verzi. Aceste reforme sunt corelate cu prevederile din PNIESC, document în care este evidențiată importanța hidrogenului pentru securitatea energetică a țării.

⁷ [Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030](#) (Aprilie 2020) – a fost revizuit în luna octombrie 2024

⁸ [European Hydrogen Backbone](#) - Detalii European Hydrogen Backbone

Prin PNRR, România a alocat 115 milioane euro pentru 60MW de capacitate de electroliză prevăzute pentru companiile interesate de dezvoltarea unor capacități de producție a hidrogenului regenerabil. O serie de sectoare economice (chimie, procese de rafinare, producție de oțel etc.) ar putea reduce emisiile de carbon prin intermediul utilizării hidrogenului regenerabil, cu până la 70-95%⁹.

În linie cu noua strategie de politică industrială revizuită a UE¹⁰, este necesară întreprinderea la nivel național a unor acțiuni specifice pentru dezvoltarea industriei hidrogenului, care să susțină promovarea unei industrii cu impact minim asupra mediului, pentru atenuarea schimbărilor climatice, prin reducerea emisiilor industriale de gaze cu efect de seră, asigurarea eficienței energetice și utilizarea resurselor prin tehnologii mai curate. Aceasta vizează, printre altele, susținerea consolidării lanțurilor valorice, implementarea celor mai performante tehnologii și dezvoltarea energiilor regenerabile.

Potrivit politicii energetice naționale, se are în vedere alinierea la imperativele determinate de noul context european. Pe lângă prioritatea asigurării securității energetice naționale, obiectivele cheie avute în vedere sunt: tranziția verde, promovarea producției de energie electrică din surse regenerabile și a noilor tehnologii, cu accent particular pe decarbonizarea furnizării de energie.

Totodată, prioritățile naționale urmăresc dezvoltarea întregului lanț valoric al hidrogenului, prin participarea României la inițiativele europene de încurajare a dezvoltării tehnologiilor pe bază de hidrogen, pentru 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.

Pentru implementarea politicilor și priorităților naționale privind hidrogenul este necesară elaborarea cadrului legislativ național în acest domeniu, în concordanță cu noile prevederi comunitare pe gaze naturale, energie verde și hidrogen, prin integrarea producției de energie electrică din surse regenerabile de energie (SRE) cu producția de hidrogen.

Prezenta Strategie este corelată cu politica energetică națională care urmărește:

- Proiecte prioritare cu rol în realizarea obiectivelor naționale strategice, precum "proiectele de digitalizare a rețelelor, stocarea, utilizarea hidrogenului și măsurile de eficiență energetică"
- Securitatea energetică – România poate deveni furnizor regional de securitate energetică nu doar prin valorificarea potențialului resurselor regenerabile, ci și prin "creșterea și modernizarea capacităților de stocare compatibile cu utilizarea noilor gaze și a hidrogenului"
- Priorități în tranziția energetică și investiții în capacitățile de stocare, luând în calcul "potențialul hidrogenului și al gazelor noi în procesul de integrare sectorială și optimizarea infrastructurii pentru preluarea unor noi purtători de energie precum hidrogenul"
- Promovarea utilizării energiei din surse regenerabile care urmărește "creșterea ponderii SRE și a combustibililor cu conținut scăzut de carbon în sectorul transporturilor – inclusiv biocombustibili avansați, hidrogen, combustibili produși din deșeuri și SRE-E", contribuind la punerea în aplicare a principiului „eficiența energetică înainte de toate”.
- Factori cu rol în crearea unei economii durabile – alături de biocombustibili, "energia din surse regenerabile și hidrogenul vor contribui substanțial la transformarea sistemului energetic"
- Asigurarea capacităților de stocare de energie și a sistemelor de rezervă

⁹ [Energy Policy Group](#) - Hidrogenul curat în România, elementele unei strategii (Decembrie 2021)

¹⁰ [Consiliul European](#) - Politica industrială a UE

- Dezvoltarea sustenabilă a producției hidrogenului regenerabil pe teritoriul României, și într-o mai mică măsură a hidrogenului cu amprentă redusă de carbon, în contextul decarbonizării și atingerii obiectivelor de neutralitate climatică.

Elaborarea Strategiei naționale a Hidrogenului este armonizată cu strategiile europene, facilitând realizarea de obiective, priorități și planuri investiționale locale:

- *Strategia națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030* (SNDDR 2030)¹¹ – aspectele relevante pentru corelarea cu această strategie au fost evidențiate în secțiunea II.3 privind Componenta de dezvoltare durabilă.
- *Strategia națională privind economia circulară* (SNEC)¹² – asigură cadrul general pentru dezvoltarea structurilor și capacităților productive, astfel încât să se valorifice durabil capitalul natural.
- *Strategia națională privind adaptarea la schimbările climatice pentru perioada 2022-2030, cu perspectiva anului 2050* (SNASC), care asigură revizuirea *Strategiei naționale privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020*, vizează îmbunătățirea capacității de adaptare și creștere a rezilienței sistemelor socio-economice la efectele schimbărilor climatice, dar și dezvoltarea sectorială în concordanță cu principiile noii strategii a UE privind adaptarea la schimbările climatice sau *Strategia UE pentru integrarea sistemului energetic*. Prezenta strategie națională a hidrogenului se aliniază la obiective specifice și acțiuni ale strategiei privind adaptarea la schimbările climatice precum "creșterea rezilienței sistemului energetic", "diversificarea tipurilor de purtători de energie în vederea creșterii rezilienței sistemului energetic", "integrarea măsurilor de adaptare/tehnologii mai eficiente, surse regenerabile, diversificarea surselor de energie la schimbările climatice în sistemul de alimentare cu energie al consumatorilor industriali" – cu indicarea specifică a măsurii privind elaborarea strategiei în domeniul hidrogenului.
- Printre obiectivele strategice din cadrul *proiectului Strategiei naționale de dezvoltare a domeniului nuclear în România pentru perioada 2021-2030, cu perspectiva 2050* (SNDDN)¹³ se evidențiază că, la nivelul anului 2050, mixul de energie electrică, care va include energia nucleară, va contribui și la dezvoltarea sectorului de producție bazat pe tehnologii cu emisii reduse de carbon și va asigura, printre altele, "extinderea utilizării tehnologiilor nucleare pentru aplicații non energetice". În cadrul obiectivului specific 5 – Consolidarea capacității de suport tehnico-științific și creșterea rolului cercetării-inovării în domeniul nuclear este prevăzută "dezvoltarea unor programe/ proiecte de cercetare-dezvoltare referitoare la producția de hidrogen care să valorifice energia electrică și termică produsă în reactoare nucleare (în corelație cu direcțiile de acțiuni, măsuri etc. din Strategia Națională a Hidrogenului)". Trimiteri similare la o strategie a hidrogenului se fac și în *Programul nuclear național*¹⁴.
- În ultimii ani, în sectorul industrial din România au apărut o serie de inițiative legate atât de producția hidrogenului regenerabil, precum și de distribuția hidrogenului în amestec cu gazele naturale. Companii precum OMV Petrom, Liberty Steel, Chimcomplex și operatori ai sistemului de distribuție gaze naturale au inclus în strategiile de dezvoltare sau în planurile de afaceri obiective și proiecte conexe precum:
 - OMV Petrom are ca obiectiv reducerea emisiilor de CO₂ cu 30% până în 2030 și generarea de energie din surse regenerabile, dar și introducerea de combustibili

¹¹ [Departamentul pentru Dezvoltare Durabilă](#) - Strategia națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030 (Noiembrie 2018)

¹² [Departamentul pentru Dezvoltare Durabilă](#) - Strategia națională privind economia circulară (Septembrie 2022)

¹³ [Agentia Nucleară și pentru Deseuri Radioactive](#) - Strategia națională de dezvoltare a domeniului nuclear în România (Octombrie 2022)

¹⁴ [Agentia Nucleară și pentru Deseuri Radioactive](#) - Programul nuclear național (Octombrie 2022)

alternativi, inclusiv hidrogen, la stațiile de alimentare cu combustibili¹⁵. Planul de investiții aferente tranziției la energia verde include și construirea unei instalații de producție de hidrogen regenerabil.

- Liberty Steel, cel mai mare producător de oțel din România, și-a propus construirea unei instalații pentru producerea de hidrogen regenerabil, care să fie utilizat într-un proces industrial nou de producție a oțelului¹⁶, în vederea atingerii obiectivului de reducere a amprente de carbon.
- 20HyGrid¹⁷, realizat de una din cele două mari companii de distribuție gaze naturale din România, este primul proiect pilot din România prin care s-a testat injectarea unui amestec de 80% gaze naturale și 20% hidrogen în rețele de distribuție și instalații/aparate de utilizare gaze naturale existente (uz casnic), fără modificări ale acestora. Acest proiect își propune pentru perioada următoare să testeze injectia amestecului de gaze naturale și hidrogen în rețelele de distribuție a gazelor naturale existente.

¹⁵ [OMV Petrom](#) - Strategia 2030 (Decembrie 2021)

¹⁶ [LIBERTY Steel Group](#) - Plan de transformare oțel verde

¹⁷ 20HyGrid – Raport

II.3 Componenta de dezvoltare durabilă

Strategia Națională a Hidrogenului și Planul de Acțiune pentru România are o componentă semnificativă de dezvoltare durabilă, aliniindu-se unor obiective incluse în SNDDR 2030.

Tranziția către o economie durabilă la nivel național vizează, din perspectiva *Strategiei Naționale a Hidrogenului*, acțiuni specifice pentru anumite sectoare economice, cu măsuri ce vor sprijini eforturile de decarbonizare, de promovare a economiei curate și valorificare a tehnologiilor inovatoare.

Acestea se circumscriu obiectivelor de dezvoltare durabilă ODD 7 – Energie curată și la prețuri accesibile, ODD 9 – Industrie, inovație și infrastructură, ODD 13 – Acțiune climatică, ce vor permite punerea în aplicare a unor soluții noi, inovatoare, contribuind, totodată, la securitatea energetică și la realizarea obiectivelor climatice asumate de România.

Strategia Națională a Hidrogenului și Planul de Acțiune pentru România vizează evoluția producției de hidrogen regenerabil, și într-o mai mică măsură a hidrogenului cu amprentă redusă de carbon, o dată cu scăderea costului energiei regenerabile și utilizarea acestuia în sectoarele ce folosesc combustibili fosili și accelerarea evoluțiilor tehnologice. De asemenea, este evidențiată de producerea hidrogenului regenerabil, în linie cu recomandările *Strategiei Europene pentru Hidrogen* și cu obiectivul neutralității climatice.

Valorificarea hidrogenului regenerabil sprijină obiectivele *Pactului Ecologic European*, precum realizarea neutralității climatice până în 2050 și reducerea emisiilor GES cu cel puțin 55% până în 2030, comparativ cu nivelul din 1990, precum și creșterea economică, crearea de locuri de muncă și redresarea post-pandemie. Comisia Europeană deja investește semnificativ în tehnologii curate și în lanțuri valorice pentru creșterea durabilă, plasând hidrogenul ca unul dintre elementele esențiale ale tranziției energetice.

În cadrul ODD 9, SNDDR 2030 recunoaște poziționarea modestă a României din punct de vedere al inovației, subliniind că „pot fi competitive doar acele țări care încurajează inovarea”. Dezvoltarea și modernizarea prin tehnologii și procese industriale curate, modernizarea capacităților tehnologice ale sectoarelor industriale și încurajarea inovării sunt doar câteva dintre demersurile propuse de acest document, pe care strategia națională a hidrogenului le susține.

II.4 Părțile implicate

Strategia Națională a Hidrogenului și Planul de acțiune pentru România susține un proces complex în care sunt implicate o serie de instituții guvernamentale:

- Ministerul Energiei – în calitate de inițiator și beneficiar al proiectului de elaborare a strategiei naționale a hidrogenului având și funcția de analiză, sinteză, decizie, coordonare, monitorizare și planificare la nivel central pentru domeniul serviciului de alimentare cu energie termică în sistem centralizat;
- Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, pentru procedura de evaluare strategică de mediu și alte aspecte de profil;
- Ministerul Economiei, Digitalizării, Antreprenoriatului și Turismului – politici industriale;
- Ministerul Transporturilor și Infrastructurii – problematica de transport;
- Ministerul Educației și Cercetării – problematica de cercetare – dezvoltare;
- Ministerul Investițiilor și Proiectelor Europene – finanțare din fonduri europene.

De asemenea, sunt implicate și o serie de autorități cu atribuții în domeniu, companii naționale, institute de cercetare cu rol în facilitarea implementării măsurilor aferente dezvoltării hidrogenului și asociații profesionale precum:

- Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei – ANRE;
- Secretariatul General al Guvernului;
- Societatea Națională de Transport Gaze Naturale – TRANSGAZ S.A.;
- Compania Națională de Transport al Energiei Electrice – Transelectrica S.A.;
- Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice – ICSI Rm. Vâlcea;
- Inspecția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune și Instalațiilor de Ridicat – ISCIR;
- Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Securitate Minieră și Protecție Antiexplozivă – INSEMEX Petroșani;
- Asociația pentru Energia Hidrogenului din România – AEHR;
- Asociația pentru Combustibili Sustenabili – ACS;
- Organismul Național de Standardizare din România – ASRO.

Implicarea entităților cu rol în dezvoltarea unei economii a hidrogenului într-o serie de consultări etapizate a avut ca scop culegerea de date necesare documentării corecte și complete, înțelegerea viziunii acestora, avansarea de recomandări și generarea sinergiei necesare includerii în strategie a unor propuneri, obiective, direcții de acțiune majoritar acceptate.

III. Viziune și direcții strategice

Viziunea *Strategiei Naționale a Hidrogenului (SNH)* și a *Planului de acțiune pentru România* au ca scop dezvoltarea unei economii a hidrogenului, cu accent pe hidrogen regenerabil însă acordând atenție și hidrogenului cu amprentă redusă de carbon, la un preț accesibil, în perspectiva reducerii emisiilor de carbon și dezvoltării economice și tehnologice durabile și competitive, prin dezvoltarea următoarelor direcții strategice pentru anul 2030:

1. **Decarbonizarea economiei**, prin folosirea hidrogenului regenerabil în sectoarele dificil de decarbonizat prin alte metode (de exemplu: imposibilitatea electrificării directe);
2. **Creșterea economică** prin dezvoltarea sustenabilă a unor tehnologii pentru industrii dificil de decarbonizat și crearea de noi locuri de muncă;
3. **Dezvoltarea tehnologică** pentru a asigura o mobilizare pe termen lung a economiei hidrogenului și pentru a susține atragerea de investiții în economie și creșterea standardului de viață;
4. **Securitatea energetică**, prin utilizarea hidrogenului și a soluțiilor Power-to-X pentru optimizarea integrării surselor de energie regenerabilă și pentru realizarea integrării sectoriale.

Pentru dezvoltarea direcțiilor strategice propuse în SNH sunt definite **4 obiective generale și 23 obiective specifice**, detaliate în textul strategiei, precum și un plan de acțiuni pentru 2030, respectiv un set de direcții de acțiune în perspectiva anilor 2035 și 2050. Aceste obiective trebuie atinse respectând principiul „do no significant harm” din Pactul Ecologic European, în special fără a contribui la stresul hidric și la pierderea biodiversității.

Obiectivele generale au ca scop facilitarea dezvoltării consumului și a producției de hidrogen regenerabil în România în anul 2030, susținerea dezvoltării tehnologice și a transferului către aplicații industriale și nu în ultimul rând dezvoltarea echilibrată și stabilă a Sistemului Energetic Național. În același timp, alături de hidrogenul regenerabil, în sectorul industrial se va promova, suplimentar și utilizarea hidrogenului cu amprentă redusă de carbon.

Hidrogenul regenerabil, va juca un rol semnificativ pentru adresarea provocărilor aferente crizei climatice și securității energetice. Acesta ar urma să înlocuiască, parțial, consumul de combustibili fosili în transporturi și în industriile în care reducerea emisiilor de carbon este dificil de realizat prin alte soluții având un rol important în menținerea competitivității României și, totodată, la realizarea țintelor climatice. Nu în ultimul rând hidrogenul regenerabil va avea un rol important și pentru transformarea sistemului energetic, suplimentar, în aplicațiile industriale care utilizează hidrogen, va putea fi utilizat și hidrogenul cu amprentă redusă de carbon.

Strategia oferă oportunitatea de a crea premisele pentru creșterea nivelului de competitivitate al tehnologiilor hidrogenului în raport cu alți vectori din diferite industrii din punct de vedere al producției, transportului, stocării și valorificării finale. În acest context, apare necesitatea creării unor „văi ale hidrogenului” cu rol catalizator pentru dezvoltarea unei economii curate.

IV. Cadrul legal național și european relevant pentru problematica hidrogenului și implicațiile acestuia

Legislația primară actuală prevede o serie de aspecte referitoare la hidrogen, făcându-se deja primii pași în reglementarea sectorului hidrogenului.

Principalele modificări aduse cadrului de reglementare au fost adoptate începând cu anul 2020, când *Ordonanța Guvernului nr. 106/2020 pentru modificarea și completarea Legii energiei electrice și gazelor naturale 123/2012* (Legea energiei) a inclus primele prevederi dedicate ce reglementează aspecte privind hidrogenul la nivel național.

În ceea ce privește legislația secundară, există reglementări care stabilesc cadrul pentru autorizarea proiectelor privind producerea de hidrogen și acordarea licențelor de exploatare comercială a noilor instalații de producere a hidrogenului. Cu toate acestea, chiar dacă legislația secundară oferă un cadru general ce vizează procesul de dezvoltare și exploatare a instalațiilor de producție a hidrogenului în România este totuși necesară completarea cadrului de reglementare secundar în vederea implementării Strategiei Naționale a Hidrogenului și a Planului de Acțiune aferent.

Cu privire la transportul hidrogenului pe drumuri și căi ferate, cadrul de reglementare actual prevede că transportul hidrogenului urmează aceleași reguli ca pentru toate celelalte mărfuri periculoase, fiind aplicabile, în principal, următoarele acte normative:

- Legea nr. 31/1994 pentru aderarea României la Acordul european referitor la transportul rutier internațional al mărfurilor periculoase (A.D.R.), adoptat și semnat la Geneva la 30 septembrie 1957;
- Ordonanța Guvernului nr. 77/1998 pentru aderarea României la Protocolul de amendare a articolelor 1a), 14(1) și 14(3)b) ale Acordului european din 30 septembrie 1957 referitor la transportul rutier internațional de mărfuri periculoase (ADR), încheiat la Geneva la 28 octombrie 1993;
- Ordonanța de urgență nr. 126/2011 privind echipamentele sub presiune transportabile care transpune Directiva nr. 2010/35/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 16 iunie 2010 privind echipamentele sub presiune transportabile și de abrogare a directivelor 76/767/CEE, 84/525/CEE, 84/526/CEE, 84/527/CEE și 1999/36/CE ale Consiliului.

Totuși, cadrul de reglementare privind transportul și distribuția hidrogenului prin rețeaua de gaze naturale prezintă anumite lacune, având în vedere că nici *Legea energiei* și nici reglementările secundare emise de ANRE nu prevăd deocamdată reguli privind distribuția hidrogenului prin rețeaua de gaze naturale a amestecului de hidrogen și gaze naturale care poate fi injectat în rețea. Având în vedere faptul că în anul 2024 a fost adoptată Directiva (UE) 2024/1788 a Parlamentului European și a Consiliului din 13 iunie 2024 privind normele comune pentru piețele interne în sectorul gazelor din surse regenerabile, al gazelor naturale și al hidrogenului, de modificare a Directivei (UE) 2023/1791 și de abrogare a Directivei 2009/73/CE – Directiva 2024/1788, este necesară transpunerea acesteia în legislația primară prin modificarea și completarea Legii Energiei, în ceea ce privește domeniul hidrogenului. În aprilie 2023, ANRE a emis Ordinul nr. 63/2023 privind aprobarea Regulilor necesare

adoptării Codului pentru hidrogen. Acest act normativ stabilește liniile directoare pentru transformarea sau conversia sistemului de distribuție a gazelor naturale în vederea pregătirii acestuia pentru injectarea unor cantități de hidrogen produs prin utilizarea surselor de energie regenerabilă care vor sta la baza elaborării Planului de transformare a sistemului de distribuție a gazelor naturale de către operatorii sistemelor de distribuție de gaze naturale.

Referitor la consumul și stocarea hidrogenului, scopurile utilizării hidrogenului sunt prevăzute expres în Legea energiei. Această lege trebuie amendată cu prevederi specifice privind publicarea normelor tehnice în domeniul hidrogenului conform art. 10 alin. (2) din Directiva 2024/1788 care dispune ca statele membre, sau în cazul în care statele membre au decis astfel, autoritățile de reglementare solicită operatorilor de rețele de hidrogen de pe teritoriul lor să publice norme tehnice, în special în ceea ce privește normele privind racordarea la rețea, care includ cerințe privind calitatea gazului, odorizarea și presiunea gazului. În ceea ce privește stocarea hidrogenului, prin asimilarea cu alte gaze ce pot fi comprimate sau lichefiate, se poate considera că există anumite norme aplicabile, respectiv prescripții tehnice privind funcționarea în condiții de siguranță a instalațiilor sub presiune, însă nu se poate considera că actualul cadru de reglementare este complet, fiind necesare inclusiv revizuirii și actualizări ale prescripțiilor tehnice incidente.

Astfel pentru distribuția și furnizarea de hidrogen, ISCIR desfășoară activitatea de elaborare a proiectului prescripției tehnice PT C 15-2025 „*Instalații de alimentare cu hidrogen*” care stabilește condițiile și cerințele tehnice pentru montarea, instalarea, punerea în funcțiune, autorizarea funcționării, utilizarea/exploatarea, deservirea, supravegherea tehnică, verificarea tehnică în utilizare, repararea, lucrările de întreținere, precum și verificarea tehnică în utilizare pentru estimarea duratei remanente de viață a instalațiilor de alimentare cu hidrogen utilizat drept combustibil pentru vehicule cu motoare care pot funcționa cu acest tip de carburant.

Pentru stocarea, respectiv transportul hidrogenului, ISCIR desfășoară activitatea de elaborare a proiectelor prescripțiilor tehnice: PT C 5-2025 – „*Butelii pentru gaze comprimate, lichefiate sau dizolvate sub presiune*”, care stabilește condițiile și cerințele tehnice pentru umplere, verificare tehnică în utilizare și repararea buteliilor, inclusiv pentru volume și presiuni utilizate în domeniul hidrogenului, respectiv PT C 12-2025 „*Recipiente cisterne, recipiente containere și recipiente butoaie metalice pentru gaze comprimate, lichefiate sau dizolvate sub presiune*”.

Pentru stocarea hidrogenului (în rezervoare industriale / butelii), se consideră că folosirea hidrogenului nu conduce la necesitatea modificării prescripției tehnice PT C4 -2010 „*Recipiente metalice stabile sub presiune*”.

Cu privire la vehiculele cu hidrogen și infrastructura de realimentare în scopuri de mobilitate, este de menționat că vehiculele cu hidrogen nu beneficiază de o reglementare specială, fiind aplicabile normele generale în materie. În acest context, menționăm în principal Regulamentul (UE) 2019/2144 al Parlamentului European și al Consiliului din 27 noiembrie 2019 privind cerințele pentru omologarea de tip a autovehiculelor și remorcilor acestora, precum și a sistemelor, componentelor și unităților tehnice separate destinate unor astfel de vehicule, în ceea ce privește siguranța generală a acestora și protecția ocupanților vehiculului și a utilizatorilor vulnerabili ai drumurilor, de modificare a Regulamentului (UE) 2018/858 al Parlamentului European și al Consiliului și de abrogare a Regulamentelor (CE) nr. 78/2009, (CE) nr. 79/2009 și (CE) nr. 661/2009 ale Parlamentului European și ale Consiliului și a Regulamentelor (CE) nr. 631/2009, (UE) nr. 406/2010, (UE) nr. 672/2010, (UE) nr. 1003/2010, (UE) nr. 1005/2010, (UE) nr. 1008/2010, (UE) nr. 1009/2010, (UE) nr. 19/2011, (UE) nr. 109/2011, (UE) nr. 458/2011, (UE) nr. 65/2012, (UE) nr. 130/2012, (UE) nr. 347/2012, (UE) nr.

351/2012, (UE) nr. 1230/2012 și (UE) 2015/166 ale Comisiei, care a fost adoptat în timpul președinției române a Consiliul UE.

Legea nr. 34/2017 privind instalarea infrastructurii pentru combustibili alternativi transpune în legislația națională Directiva 2014/94/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 22 octombrie 2014 privind instalarea infrastructurii pentru combustibili alternativi. Hidrogenul este unul dintre combustibilii alternativi utilizați în transporturi, conform art. 3 lit. a) din Legea nr. 34/2017. În aplicarea prevederilor art. 12 alin. (3) din Legea nr. 34/2017, guvernul a adoptat în anul 2018, Strategia privind Cadrul național de politică pentru dezvoltarea pieței în ceea ce privește combustibilii alternativi în sectorul transporturilor și pentru instalarea infrastructurii relevante în România. La acest moment, desi nu este abrogată Legea nr. 34/2017 privind instalarea infrastructurii pentru combustibili alternativi, este în vigoare Regulamentul UE 2023/1804 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 septembrie 2023 privind instalarea infrastructurii pentru combustibili alternativi și de abrogare a Directivei 2014/94/UE. În acest sens a fost modificată Hotărârea Guvernului nr. 87/2018 pentru aprobarea Strategiei privind Cadrul național de politică pentru dezvoltarea pieței în ceea ce privește combustibilii alternativi în sectorul transporturilor și pentru instalarea infrastructurii relevante în România și înființarea Consiliului interministerial de coordonare pentru dezvoltarea pieței pentru combustibili alternativi, care prevede faptul că scopul coordonării și consilierii instituționale și metodologice îl reprezintă atingerea obiectivelor naționale obligatorii pentru instalarea unei infrastructuri suficiente pentru combustibilii alternativi, precum și implementarea Regulamentului (UE) 2023/1804 în România.

În ceea ce privește stațiile de încărcare cu hidrogen, cadrul de reglementare actual conține reglementări minime privind specificațiile tehnice pentru punctele de alimentare cu hidrogen pentru vehicule, iar pentru atingerea obiectivelor privind numărul stațiilor de distribuție cu hidrogen și dezvoltarea infrastructurii aferente sunt necesare norme tehnice în baza cărora se poate emite autorizația de operare. Printre acestea se numără și standardele europene și internaționale referitoare la stațiile de alimentare a vehiculelor cu hidrogen în stare gazoasă și la siguranța sistemelor cu hidrogen.

În ceea ce privește cadrul de reglementare al hidrogenului la nivelul UE, pot fi identificate și distinse diferite abordări. În primul rând, menționăm *Strategia europeană pentru Hidrogen* propusă de Comisia Europeană ce definește obiectivele și proiectele centrale în domeniul hidrogenului în sensul unei declarații de intenție. În principiu, se referă la întregul lanț valoric al hidrogenului (producere, transport, stocare, furnizare și consum final). Înainte de adoptarea *Strategiei europene pentru Hidrogen* de către Comisia Europeană, au intrat deja în vigoare acte legislative europene care abordează hidrogenul în diverse contexte. Cu toate acestea, pe baza *Strategiei europene pentru Hidrogen*, sunt în prezent planificate diferite acte juridice pentru a face un prim pas către un cadru legal cuprinzător la nivelul UE. În special, în cadrul pachetului *Fit for 55*, precum și în cadrul celui de-al patrulea pachet privind piața internă a gazelor naturale, Comisia Europeană a propus o serie de proiecte de regulamente și directive ce urmăresc reglementarea pieței hidrogenului, dar și lansarea acestora cât de curând posibil. Astfel, printre cele mai recente acte legislative din pachetul *Fit for 55* votate se numără următoarele:

- Revizuirea Directivei ETS;
- Modificarea Regulamentului privind Monitorizarea, Raportarea și Verificarea în domeniul transportului maritim;
- Revizuirea Directivei ETS în sectorul aviației;
- Regulamentul de instituire a Fondului pentru atenuarea impactului social al acțiunilor climatice;
- Regulamentul privind instituirea unui mecanism de ajustare la frontieră în funcție de carbon;

Directiva (UE) 2023/2413 a Parlamentului European și a Consiliului din 18 octombrie 2023 de modificare a Directivei (UE) 2018/2001, a Regulamentului (UE) 2018/1999 și a Directivei 98/70/CE în ceea ce privește promovarea energiei din surse regenerabile și de abrogare a Directivei (UE) 2015/652 a Consiliului (RED III) prevede ținte minime, obligatorii, de consum pentru combustibili din surse regenerabile de origine nebiologică în domeniul transporturilor și în cel industrial. Specific, Directiva are în vedere următoarele:

- Statele membre se asigură că, până în 2030, contribuția combustibililor regenerabili de origine nebiologică utilizați în scopuri energetice finale și neenergetice va fi de minim 42% din hidrogenul utilizat în industrie în scopuri energetice și neenergetice finale;
- Posibilitatea de a extinde noile cerințe de evaluare și coordonare (printre altele, evaluarea potențialului de echilibrare) la operatorii de sisteme de transport și distribuție a gazelor, inclusiv ai rețelelor de hidrogen;
- Statele membre trebuie să stabilească în sarcina furnizorilor de combustibili obligația de a se asigura că cantitatea de combustibil regenerabil (notă: definiția poate acoperi cel puțin hidrogen regenerabil) furnizată sectorului transporturilor conduce la o reducere a intensității GES de cel puțin 16% până în 2030, comparativ cu linia de referință stabilită.

În data de 13 februarie 2023, în baza articolului 27 alineatul (3) din Directiva (UE) 2018/2001, Comisia Europeană a adoptat două acte delegate, respectiv Regulamentul delegat (UE) 2023/1184 al Comisiei din 10 februarie 2023 de completare a Directivei (UE) 2018/2001 a Parlamentului European și a Consiliului prin instituirea unei metodologii a Uniunii de stabilire a unor norme detaliate pentru producția de combustibili lichizi și gazoși de origine nebiologică obținuți din surse regenerabile și utilizați în transporturi și Regulamentul delegat nr. 1185/2023 de completare a Directivei (UE) 2018/2001 a Parlamentului European și a Consiliului prin stabilirea unui prag minim pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră generate de combustibilii pe bază de carbon reciclat și prin specificarea unei metodologii de evaluare a reducerilor de emisii de gaze cu efect de seră obținute de la combustibilii lichizi și gazoși de origine nebiologică produși din surse regenerabile și utilizați în transporturi și de la combustibilii pe bază de carbon reciclat.

Astfel, primul act delegat definește situațiile în care hidrogenul, combustibilii pe bază de hidrogen sau alți purtători de energie pot fi considerați combustibili din surse regenerabile de origine nebiologică. Normele trebuie să asigure că acești combustibili pot fi produși numai din energie electrică „suplimentară” din surse regenerabile produsă în același timp și în aceeași zonă cu producția acestora.

Al doilea act delegat stabilește metodologia de calcul a economiilor de emisii de GES obținute prin utilizarea RFNBO și prin combustibilii pe bază de carbon reciclat. Metodologia ține seama de ciclul de viață integral al combustibililor la calcularea emisiilor și a economiilor asociate. Actul stabilește totodată că economiile de emisii de gaze cu efect de seră rezultate din utilizarea combustibililor pe bază de carbon reciclat trebuie să fie de minimum 70 %, față de combustibilii pe care îi înlocuiesc.

Regulamentul (UE) 2023/2405 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 oct 2023 privind asigurarea unor condiții de concurență echitabile pentru un transport aerian durabil (ReFuelEU în domeniul aviației) prevede cote minime obligatorii, pentru adoptarea combustibililor de aviație sintetici, inclusiv prin utilizarea hidrogenului din surse regenerabile iar *FuelEU Maritime* prevede obligații de reducere de emisii de carbon din domeniul maritim ce pot fi realizate, inclusiv, prin introducerea hidrogenului sau a combustibililor sintetici pe bază de hidrogen regenerabil sau cu intensitate de carbon redusă. De asemenea, propunerea pentru revizuirea *Directivei privind impozitarea produselor energetice și electricității* prevede taxarea hidrogenului când este folosit drept combustibil, exceptând, în anumite condiții, taxarea hidrogenului regenerabil.

În ceea ce privește următorii pași necesari, având în vedere evoluțiile la nivel legislativ din partea UE, accentul se pune în primul rând pe aspectele rezultate atât din cel de-al patrulea pachet privind piața internă a gazelor, cât și din pachetul *Fit-for-55*. Astfel este necesară crearea condițiilor pentru dezvoltarea unei piețe pentru hidrogenul regenerabil, a unei infrastructuri de hidrogen și promovarea accelerată a acestuia în întregul lanț valoric.

În ceea ce privește dezvoltarea infrastructurii, pot fi considerați pași inițiali de implementare:

- a) stabilirea unui cadru juridic pentru separarea operatorilor de rețele de hidrogen prin alegerea uneia dintre cele trei opțiuni posibile (fie separare totală, fie desemnarea unui operator independent de rețea de hidrogen sau un operator de rețea integrată de hidrogen);
- b) stabilirea unui cadru legal pentru separarea operatorilor de sisteme de hidrogen în ceea ce privește separarea juridică și contabilă;
- c) pregătirea cadrului legal pentru accesul la și utilizarea rețelelor dedicate de hidrogen.

Acești pași trebuie înțeleși doar ca linii directoare generale pentru etapele inițiale de implementare a viitoarelor reglementări europene cum ar fi Directiva (UE) 2024/1788. Motivul principal pentru această condiție este că procedurile legislative pentru cele două pachete de măsuri menționate anterior ale Comisiei Europene sunt încă în curs de pregătire și aprobare, finalizarea procedurilor legislative individuale ca parte a pachetelor de măsuri fiind așteptată în cursul acestui an.

Principalele propuneri identificate în cadrul sesiunilor de lucru desfășurate cu actorii din industrie și cu părțile interesate relevante, sunt rezumate la aspecte precum:

- d) modificarea și dezvoltarea cadrului legislativ în vederea: (i) simplificării procesului lung și complex de autorizare pentru proiectele de generare a hidrogenului, proces coordonat între diferitele autorități implicate, (ii) dezvoltarea cadrului de reglementare pentru autorizarea construcției și operării stațiilor de distribuție de către autoritățile competente;
- e) un cadru de reglementare special pentru văile de hidrogen (hub-uri de hidrogen) și încurajarea producției și utilizării hidrogenului în astfel de văi;
- f) modificarea mecanismului actual al pieței de energie pentru a genera stimulente pentru serviciile de echilibrare a rețelei și pentru partea de stocare, aspecte pe care hidrogenul regenerabil le poate oferi;
- g) aprobarea legii eoliene offshore și a legislației secundare aferente;
- h) adoptarea unei legislații și a reglementărilor relevante, precum și desemnarea autorităților competente pentru certificarea hidrogenului, implementarea unui sistem de garanții de origine pentru hidrogen și a unui mecanism de certificare a operatorilor de hidrogen, conform prevederilor cuprinse în Directiva RED III.

Cu privire la necesitatea identificată de a se modifica cadrul legislativ pentru proiectele de energie în vederea simplificării acestuia, un important pas îl reprezintă acordul din 30 martie 2023 dintre Consiliul European și Parlamentul European cu privire la modificarea Directivei (UE) 2018/2001. Acesta are în vedere implementarea unor proceduri de autorizare mai simple și mai rapide a proiectelor de producere de energie din surse regenerabile. Printre altele, modificările prevăd că în zonele cu potențial mare pentru energie din surse regenerabile și cu riscuri de mediu reduse, statele membre vor institui zone dedicate de accelerare a utilizării energiei din surse regenerabile, cu procese de autorizare deosebit de scurte și simple. Totodată, acordul stabilește obiective orientative (precum 1,6% creștere anuală a utilizării energiei din surse regenerabile), precum și un obiectiv obligatoriu, anume de a atinge un procent de 42% de utilizare a hidrogenului regenerabil în consumul total de hidrogen în industrie la nivelul anului 2030. Nu în ultimul rând, acordul introduce posibilitatea ca statele membre să reducă

contribuția de combustibili din surse regenerabile de origine nebiologică în utilizarea industrială cu 20%, cu două condiții:

- contribuția națională a statelor membre la obiectivul general obligatoriu al UE să fie egală cu contribuția preconizată;
- ponderea hidrogenului din combustibili fosili consumată în statul membru să nu depășească 23% în 2030 și 20% în 2035.

V. Situația actuală a hidrogenului în România și potențialul său de dezvoltare

V.1 Ținte de decarbonizare

PNIESC (2021)

Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030 stabilește țintele naționale ce contribuie la realizarea obiectivelor UE, derivate pe baza Acordului de la Paris (decembrie 2015), privind schimbările climatice. Contribuția României la decarbonizare este evidențiată prin aplicarea schemei EU-ETS de comercializare a certificatelor de emisii de gaze cu efect de seră (conform HG nr. 780/2006 privind stabilirea schemei de comercializare a certificatelor de emisii de gaze cu efect de seră) și respectarea obiectivelor anuale de emisii pentru sectoarele non-ETS, remarcându-se următoarele ținte:

- Totalul emisiilor de gaze cu efect de seră în sectoarele economiei naționale vor fi reduse cu aproximativ 50% în 2030 față de 1990;
- Reducerea nivelului emisiilor gazelor cu efect de seră (GES) din sistemul de tranzacționare a certificatelor de emisii de gaze cu efect de seră în UE/Emissions Trading System (ETS) cu 43,9% în 2030 (față de 2005);
- Reducerea nivelului emisiilor GES din sectoarele non-ETS cu 2% (față de 2005);
- Ponderea globală a energiei din surse regenerabile (SRE) va reprezenta 30.7% din consumul final brut de energie la nivelul anului 2030;
Reducerea consumului primar de energie cu 45,1% (până la 32,3 Mtep) în 2030, respectiv reducerea consumului final de energie cu 40,4% (până la 25,7% Mtep) în 2030 față de scenariul de referință PRIMES 2007.

Directiva (UE) 2023/2413 a Parlamentului European și a Consiliului din 18 octombrie 2023 de modificare a Directivei (UE) 2018/2001, a Regulamentului (UE) 2018/1999 și a Directivei 98/70/CE în ceea ce privește promovarea energiei din surse regenerabile și de abrogare a Directivei (UE) 2015/652 a Consiliului (RED III)¹⁸

Fit-for-55

Pachet legislativ aflat în proces de negociere la nivelul UE ce include un set de propuneri de revizuire și actualizare a legislației UE, pentru a reduce emisiile nete de gaze cu efect de seră cu cel puțin 55% până în 2030 raportat la 1990. În cadrul acestuia sunt adresate o serie de ținte și obiective de decarbonizare, având impact major asupra economiei/domeniului hidrogenului:

- Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 12,7% în cazul României în 2030 față de nivelul din 2005;¹⁹

¹⁸ Detaliile sunt prezentate în Capitolul IV. Cadrul legal național și european relevant pentru problematica hidrogenului și implicațiile acestuia

¹⁹ [Parlamentul European](#) - Reducerea gazelor cu efect de seră în UE: obiective naționale pentru 2030 (Iunie 2022)

- Reducerea cu până la 100% a emisiilor de CO₂ pentru noile autoturisme și camionete în orizontul anului 2035 - acord tripartit între Parlamentul European, Consiliul Uniunii Europene și Comisia Europeană;
- Creșterea țintei actuale pentru 2030 la nivelul UE, privind ponderea globală a energiei din SRE în consumul final brut de energie de la 32%, la cel puțin 42,5%;
- Creșterea de la 32,5% la 39% a țăintelor privind reducerea consumului primar de energie și respectiv, de la 32,5% la 36% în cazul consumului final de energie la nivelul UE în perspectiva anului 2030 față de scenariul de referință PRIMES 2007;
- O pondere minimă, obligatorie, a combustibililor din surse regenerabile de origine nebiologică utilizați în domeniul transporturilor de cel puțin 5,5% în 2030 din energia furnizată în transporturi²⁰;
- O pondere minimă, obligatorie, a combustibililor din surse regenerabile de origine nebiologică de 42% din consumul total de hidrogen în domeniul industrial și 60% în 2035²¹;
- Creșterea ponderii minime de combustibili durabili în domeniul aviației la 2% în 2025, 6% în 2030, 20% în 2035 și 70% în 2050 (cu o sub-obligație de cel puțin 1,2% în 2030 și 5% în 2035, pentru combustibili sintetici) conform *ReFuelEU Aviation*²²;
- Reducerea medie anuală a intensității emisiilor de gaze cu efect de seră comparativ cu media înregistrată în 2020 cu 2% în 2025, 6% în 2030 și 14,5% în 2040 pentru navele de peste 5.000 de tone brute care intră în porturile europene conform *FuelEU* în domeniul maritim;
- Stații de realimentare cu hidrogen, în ceea ce privește infrastructura pentru combustibili alternativi, la cel mult fiecare 200 km pe rețeaua TEN-T principală și cel puțin o stație de alimentare cu H₂ pentru fiecare nod urban până la finele lui 2030. Totodată, Statele Membre trebuie să pregătească un plan de implementare a rețelei de stații de alimentare cu H₂ până în 2027.

REPowerEU (2022)

Planul Comisiei Europene menit să asigure independența Europei față de combustibilii fosili din Rusia înainte de 2030, bazându-se pe diversificarea rutelor de aprovizionare cu energie, economisirea energiei, dar și pe tranziția către energie verde, ce conturează următoarele ținte de decarbonizare, ce influențează direct România și industria hidrogenului cuprinde următoarele măsuri:

- Achiziții comune de gaze naturale, gaze naturale lichefiate (GNL) și hidrogen prin intermediul Platformei energetice a UE pentru toate statele membre care doresc să participe, precum și pentru Ucraina, Moldova, Georgia și Balcanii de Vest;
- Creșterea țintei actuale pentru 2030, la nivelul UE, privind ponderea globală a energiei din SRE în consumul final de energie de la 40% (valoare prevăzută în varianta inițială a pachetului *Fit for 55*) la 45%;
- Creșterea nivelului de ambiție în ceea ce privește economiile de energie prin stabilirea unei valori mai ridicate, de la 9 % la 13 %, pentru obiectivul UE în materie de eficiență energetică pentru 2030;
- Creșterea producției de biometan pentru a reduce importurile de gaz cu 17 miliarde de metri cubi;

²⁰ [Consiliul European](#) - Acord provizoriu între Consiliul și Parlamentul European privind directiva energiei regenerabile (Martie 2023)

²¹ [Consiliul European](#) - Acord provizoriu între Consiliul și Parlamentul European privind directiva energiei regenerabile (Martie 2023)

²² [Regulament - UE - 2023/2405 - RO - EUR-Lex](#) - *Regulamentul (UE) 2023/2405 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 oct 2023 privind asigurarea unor condiții de concurență echitabile pentru un transport aerian durabil (ReFuelEU în domeniul aviației)* prin care s-a aprobat Propunerea de Regulament al Parlamentului European și al Consiliului privind asigurarea unor condiții de concurență echitabile pentru un transport aerian durabil (Iulie 2021).

- Dublarea ratei actuale de instalare a pompelor de căldură individuale, ceea ce ar însemna un total de 10 milioane de unități instalate în următorii 5 ani;
- Pentru atingerea țintei din REPowerEU, anume de a utiliza 20 milioane tone hidrogen regenerabil până în 2030, Comisia a definit acceleratorul de hidrogen. Acesta pune accent pe înlocuirea consumului de hidrogen produs din gaz natural cu hidrogen regenerabil, în industria îngrășămintelor și în rafinare, precum și pe utilizarea hidrogenului regenerabil în industria oțelului.

În sectorul transporturilor, au fost determinate ca prioritare, în vederea înlocuirii combustibililor fosili importați din Rusia, transportul cu camioane grele, combustibili sustenabili pentru aviație și pentru transportul pe apă. De asemenea, se recomandă formarea unor văi de hidrogen în care acesta să aibă multiple utilizări, așteptarea fiind ca numărul acestora să se dubleze la nivelul Uniunii până în anul 2025²³.

V.2 Lanțul valoric al hidrogenului în România

În România, hidrogenul este în prezent o materie primă folosită în special în rafinare, în producția de îngrășămintă și în industria chimică, fiind utilizat în majoritatea cazurilor la locul producției acestuia.

În contextul așteptat, pe baza țăintelor de consum și decarbonizare menționate anterior, luând în considerare că rolul hidrogenului nu va fi doar de materie primă ci și de combustibil, viitorul lanț valoric va încorpora următoarele segmente:

- Producția de hidrogen regenerabil, considerat prioritar, hidrogenul cu amprentă redusă de carbon și, într-o etapă viitoare, prin piroliza gazului metan, ulterior anului 2030;
- Stocarea de hidrogen, în formă gazoasă, lichidă, ca purtător de hidrogen lichid-organic (LOHC), sau amoniac;
- Transportul și distribuția hidrogenului în formă gazoasă:
 - prin conducte,
 - în vase presurizate, pe cale rutieră, feroviară, fluvială sau maritimă;
- Aplicațiile și utilizarea hidrogenului în domenii mai diverse față de cele actuale, în funcție de condițiile locale: combustibil în domeniul transporturilor, reducerea emisiilor în industriile dificil de decarbonizat, cum ar fi rafinarea și petrochimia, chimia, metalurgia, industriile cimentului, ceramicii și hârtiei, în procesele industriale de temperatură înaltă, dar și ca mediu de stocare a energiei și materie primă pentru combustibili sintetici precum și în sectorul de încălzire pentru actualii utilizatori de gaze naturale, atât casnici cât și noncasnici.

Sunt necesare investiții semnificative în fiecare dintre aceste segmente ale lanțului valoric pentru a dezvolta în România o economie competitivă a hidrogenului.

²³ [Comisia Europeană](#) - Commission Staff Working Document Implementing The Repower EU Action Plan: Investment Needs, Hydrogen Accelerator and Achieving The Bio-Methane Targets (Mai 2022)

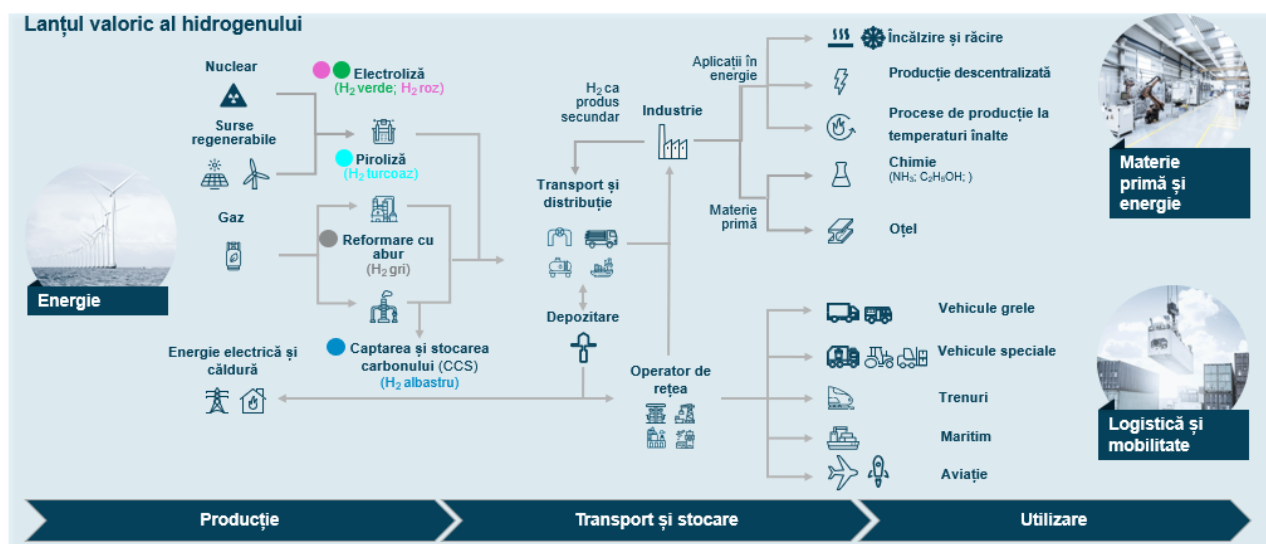


Figura nr.V.2.1 – Lanțul valoric potențial al hidrogenului în România,
Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

V.2.1 Producție

Pe baza datelor furnizate de marii producători/consumatori din industriile locale, care utilizează hidrogenul în procesele industriale (rafinare, siderurgie, industria chimică, îngrășăminte), printre care se numără AirLiquide, Azomureș, Chimcomplex, Erdemir, Hoeganaes, Liberty Galați, Linde Gaz, OMV Petrom, Oțel Inox, Petrotel-Lukoil, Rompetrol, companiile din industrie au însumat o producție totală de hidrogen de 194 mii de tone în 2021.

Valorile mai jos prezentate în figura nr.V.2.1.1, pentru intervalul 2017-2021, sunt validate la nivelul anului 2020 cu raportările FCHO²⁴, unde producția și consumul de hidrogen al României au fost estimate la aproximativ 223 mii de tone.

În România, majoritatea hidrogenului este produs prin reformarea metanului cu abur, reformare catalitică și, într-o mult mai mică măsură, prin electroliza apei și consumat în cadrul proceselor industriale necesare producției.

²⁴ [Fuel Cells and Hydrogen Observatory](#) - Cerere Hidrogen

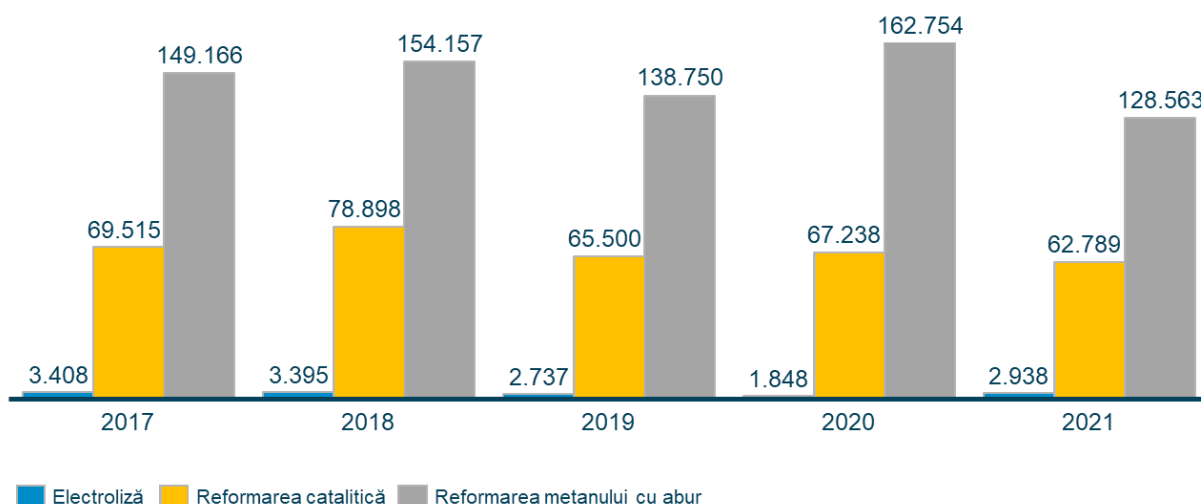


Figura nr.V.2.1.1 – Producția de hidrogen pe tipuri de tehnologii, exprimată în tone, pentru perioada 2017-2021, Sursă: Analiză Horváth pe baza informațiilor primite de la principalii producători/consumatori de hidrogen din industrie (Februarie 2022)

Procesele de obținere a hidrogenului prin reformare catalitică și reformarea metanului cu abur produc emisii de CO₂²⁵, în România neexistând instalații la scara industrială de captare a acestor emisii²⁶.

Emisiile rezultate în cadrul procesului de obținere a hidrogenului prin electroliza apei depind de mixul energetic utilizat în proces, respectiv de amprenta de carbon a sistemului energetic național. Având în vedere că hidrogenul obținut prin electroliza apei în România nu utilizează exclusiv energie din surse regenerabile, se poate considera că emisiile de CO₂ respective sunt similare cu emisiile de CO₂ rezultate din producția energiei electrice utilizate în procesul de electroliză.

În vederea decarbonizării, producția de hidrogen gri ar trebui înlocuită cu hidrogen regenerabil și, într-o mai mică măsură, cu hidrogen cu amprentă redusă de carbon.

Hidrogenul regenerabil este produs prin electroliza apei, utilizând energie electrică din surse regenerabile, astfel că, la nivel teoretic, orice sursă de energie din surse regenerabile ar putea fi utilizată: eolian, solar, hidro, biomasă și biogaz.

Centralele pe biomasă, indiferent de tehnologie (combustie directă, transformare în biogaz, sau altă tehnologie, de exemplu piroliză) reprezintă o sursă de energie nevariabilă (producție bandă, spre deosebire de eolian și solar) dar în volume semnificativ mai mici²⁷ și cu un cost mediu în termeni reali (LCOE) mult mai mare decât al centralelor eoliene și solare²⁸. Astfel, hidrogenul produs prin electroliza apei din energie electrică rezultată din biomasă ar conține o componentă de cost necompetitivă, iar volumele rezultate ar fi foarte reduse, făcând transportul și distribuția hidrogenului ineficiente.

²⁵ IEA - Carbon capture, utilisation and storage (Octombrie 2022)

9 t CO₂ / t H₂ produs din gaz natural, respectiv 20 t CO₂ / t H₂ produs din cărbune

²⁶ Chimcomplex explorează alternative tehnologice și de investiții pentru captarea CO₂ pentru a-l utiliza în propriile procese chimice, însă nu la o scară industrială

²⁷ Transelectrica - Producție: 124 MW capacitate instalată în SEN (Iulie 2022)

²⁸ IRENA - Trenduri Globale: LCOE pentru energie din surse biologice depinde foarte mult de disponibilitatea și costurile colectării materiei prime biologice, a volumelor, stării acestora etc. iar aceste caracteristici influențează direct tipul de tehnologie utilizată. Cu toate aceste diferențe care determină intervale de LCOE, IRENA a estimat pentru anul 2020 LCOE mediu pentru energia din surse biologice la 0,076 USD / kWh, a energiei din surse geotermale la 0,071, în timp ce pentru energia solară avem un LCOE mondial mediu la 0,057 USD / kWh, iar pentru energia eoliană onshore 0,039 USD / kWh. Singura sursă mai scumpă la nivel mediu mondial, în anul 2020, a fost energia eoliană offshore, cu un LCOE mediu de 0,084 USD / kWh (Iunie 2021)

Producerea de hidrogen regenerabil folosind energie electrică din biomasă are un impact negativ asupra mediului, în special asupra „rezervoarelor de carbon” și asupra biodiversității.

Biogazul rezultat din diferite materii prime (nămol rezidual, deșeuri alimentare sau biologice etc.) este un gaz ”verde”, curat, care poate fi îmbunătățit prin purificare de CO₂ și alte reziduuri, devenind biometan. Astfel, biogazul și, mai ales biometanul, pot fi considerate surse de energie complementare hidrogenului cu amprentă redusă de carbon, cu rolul lor propriu în decarbonizarea mixului energetic național. Mai mult decât atât, caracteristicile tehnice ale biometanului nu se deosebesc de cele ale metanului ”natural”, astfel încât poate fi utilizat direct în consumul casnic sau industrial, respectiv poate fi amestecat cu metanul, contribuind la reducerea amprente de carbon.

Transformarea biogazului sau biometanului în energie electrică, doar cu scopul alimentării unor electroizoare cu energie verde, înseamnă un proces suplimentar de transformare și, implicit, o reducere semnificativă a eficienței întregului proces de producție a hidrogenului cu amprentă redusă de carbon (biogaz în energie electrică, energie electrică în hidrogen). Prin urmare, această metodă nu reprezintă o opțiune eficientă, chiar dacă există proiecte în derulare inclusiv cu susținere financiară în UE.

Analiza SWOT – Producție de H ₂	
Puncte forte (S)	Puncte slabe (W)
• Potențial ridicat din punct de vedere meteorologic și climatic pentru producția de energie din surse solare și eoliene, ceea ce oferă premisele producției de hidrogen regenerabil la prețuri care pot deveni competitive	• Costul încă necompetitiv al tehnologiilor de producție a hidrogenului regenerabil • Balanța energetică a României este negativă, din anul 2019 România fiind importator net de energie (la nivel de an)²⁹; o serie de instalații vechi nu funcționează la capacitatea lor nominală, astfel că nu există în prezent potențial de generare ce ar putea fi dedicat producerii hidrogenului • Necesarul relativ mare de producție de energie din surse regenerabile suplimentar față de producția prevăzută în PNIESC (capacitate instalată) • Capacitatea limitată de transport a energiei electrice necesare pentru electroliză • Ritmul de penetrare a capacităților solare și eoliene pe piața din România este lent, comparativ cu media UE³⁰, producția de hidrogen regenerabil fiind dependentă de capacități adiționale instalate • Nu există capacități locale ale marilor producători de electroizoare (Thyssen

²⁹ [Transelectrica](#) – Raport Anual 2021 (Martie 2022)

³⁰ [SolarPower Europe](#) - Perspectivele pieții UE 2021-2025 (Energie Solară) - Conform țințelor actuale din PNIESC, în 2030 România va avea 279 W instalați pe locuitor, față de media UE de 758 W instalați pe locuitor, în pofida unui potențial meteorologic bun (Decembrie 2021)

	Krupp, Haldor Topsøe, Siemens Energy, Cummins, SunFire, Iberlyzer, ITM Power, NEL etc.) • Resursa umană pentru operarea tehnologiilor bazate pe hidrogen este insuficientă • În interesul reducerii costurilor de producție a hidrogenului regenerabil, economiile de scară impun instalarea unor capacități de electroliză cât mai mari, fapt care generează o nevoie de capital importantă pentru proiecte viabile din punct de vedere comercial
Oportunități (O)	Riscuri (T)
• Planurile de dezvoltare a producției de energie nucleară creează premisele producției de hidrogen cu amprentă redusă de carbon • Există o istorie și o tradiție a producției de hidrogen atât prin reformare catalitică pentru obținerea benzinelor, reformarea cu abur a metanului, cât și prin electroliza apei. Prin prezența unor procese industriale funcționale de producție și consum a hidrogenului (Azomureș, rafinăriile: Petrobrazî, Vega, Petromidia, Petrotel, fabricile: Chimcomplex Rm. Vâlcea și Borzești etc.), România dispune de capital uman instruit în utilizarea hidrogenului, pe baza căruia se poate dezvolta capitalul uman adițional necesar • Conform Țintelor de decarbonizare la nivel European și național, necesarul de hidrogen regenerabil va avea o creștere accelerată • Dezvoltarea unor noi piețe (interne și în Uniunea Europeană) care vor utiliza hidrogen sau LOHC în sectoarele economice dificil de decarbonizat • Dezvoltarea reactoarelor mici modulare cu utilizări conexe multiple, inclusiv producerea hidrogenului • Utilizarea instrumentelor de finanțare existente pentru dezvoltarea tehnologiilor hidrogenului, cu accent pe hidrogenul regenerabil	• Respectarea principiului adiționalității, și anume, dezvoltarea unor capacități de producție de energie din surse regenerabile dedicate pentru producția de hidrogen • Pentru producția de hidrogen prin electroliza apei utilizând tehnologiile mature este nevoie de cca. 9-20 litri de apă pentru 1 kg de hidrogen³¹, astfel încât disponibilitatea unui volum suficient de mare de apă în proximitatea echipamentelor de producție va fi un factor determinant de succes pentru producția de hidrogen prin electroliză • Risc de explozie, deoarece scurgerile de hidrogen nu pot fi identificate decât prin intermediul instalării de senzori dedicați, deoarece orice substanță odorizantă face hidrogenul inutilizabil în aplicațiile bazate pe pile de combustie • Lipsa în prezent atât a unei cereri de hidrogen stabile și clare, în alte utilizări decât cele deja consacrate, cât și a unor mecanisme de piață • Dezvoltarea lanțului valoric, creșterea cererii în special pentru capacități mari de electroliză • Tehnologia de producție a hidrogenului prin electroliza apei folosind energie din surse regenerabile este încă necompetitivă din punct de vedere economic comparativ cu costul de producere a hidrogenului gri, fiind astfel nevoie de finanțarea substanțială a producției de hidrogen regenerabil pentru ca acesta să atingă paritatea cu hidrogenul produs pe bază de surse fosile

³¹ IRENA – Green Hydrogen Cost Reduction (Decembrie 2020)

V.2.2 Stocare, transport și distribuție

Stocarea și transportul hidrogenului produs vor interveni pe lanțul valoric ca elemente semnificative de cost atunci când aplicațiile se vor diversifica, respectiv când sursele de producție nu se vor mai afla la locul utilizării. De asemenea, pentru volumele semnificative de hidrogen, trebuie luat în considerare atât procesul de conversie a hidrogenului în produse ce pot fi stocate și transportate eficient, cât și cel de reconversie a acestora în hidrogen.

Utilizarea hidrogenului produs din energie din surse regenerabile variabile (solară sau eoliană) la scară industrială va crea nevoia dezvoltării unei capacități substanțiale de stocare de hidrogen. Acest lucru, deși implică costuri investiționale considerabile, are avantajul de a oferi o modalitate eficientă de stocare a energiei regenerabile și evitarea congestionării rețelei de transport de energie electrică, care reprezintă la nivelul actual unul dintre factorii ce încetinesc rata de dezvoltare a capacității de producție de energie din surse regenerabile în România. Dezvoltarea unei capacități de stocare de hidrogen în România ar putea conduce la accelerarea considerabilă a dezvoltării de capacități de producție de energie din surse regenerabile, mult peste rata care ar putea fi atinsă prin utilizarea exclusiv a sistemului actual de electricitate.

Hidrogenul poate fi transportat și stocat ca atare, în formă gazoasă sau lichidă, sau sub formă de Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC), care este un compus chimic ce poate fi hidrogenat și dehidrogenat.

În vederea transportării hidrogenului prin rețeaua de distribuție și/sau transport a/al gazelor naturale, conductele de transport trebuie să reziste la permeabilitatea hidrogenului, exemplul conductelor din polietilenă.

Conform ANRE, în rețelele/sistemele de distribuție a gazelor naturale din România, ponderea conductelor din polietilenă reprezintă 68,15% din totalul lungimii conductelor sistemelor de distribuție a gazelor naturale³². Cu toate acestea, anumite elemente de îmbinare, stațiile de comprimare și alte elemente de rețea vor trebui adaptate pentru a permite transportul și distribuția hidrogenului.

În ceea ce privește transportul hidrogenului pe cale rutieră, camioanele sunt adecvate pentru hidrogenul comprimat, pe distanțe scurte, pe raze de cca. 200 km, distanță după care acest mijloc de transport devine inefficient din prisma costurilor, dar și a amprente de carbon a transportului.

Transportul hidrogenului pe cale feroviară este considerat eficient pentru transportul hidrogenului, pe distanțe între 100-800 km, luând în considerare existența unei rețele feroviare și a infrastructurii de încărcare-descărcare aferente. Forma de transport este sub formă de LOHC sau amoniac, din cauza densității volumetrice scăzute pe unitatea de energie a hidrogenului gazos. Pentru stocare, transport și distribuție există posibilitatea asigurării unor stații de alimentare multi-funcționale (stații unde se produce, stochează și distribuie H₂). O stație de alimentare multi-funcțională ar putea avea în componența sa mai multe puncte de alimentare pentru diferite tipuri de transport, inclusiv pentru vehicule (autovehicule, vehicule de transport marfă, vehicule feroviare, etc.) Într-o astfel de situație costurile de exploatare ar fi mai reduse, deoarece se va evita transportul de la stațiile unde se produce hidrogenul până la stațiile de alimentare. Beneficiul unei stații de alimentare multi-funcțională ar fi

³² ANRE - Raport privind realizarea indicatorilor de performanță pentru serviciul de transport și de sistem și serviciul de distribuție și de sistem al gazelor naturale, în anul gazier 01.10.2021 - 30.09.2022 și starea tehnică a sistemelor de transport și de distribuție a gazelor naturale 2022

diversificarea parcului de vehicule ce pot beneficia de alimentarea cu hidrogen din stațiile respective, având în vedere localizarea favorabilă din punct de vedere logistic și al cererii.

Transportul pe nave este anticipat a fi utilizat pentru transportul intercontinental, sub formă de amoniac sau LOHC.

Toate aceste metode de transport, stocare și distribuție trebuie să ia în considerare, însă, pierderile de energie rezultate prin transformare și caracteristicile diferite de siguranță. De exemplu, hidrogenul lichid are o densitate de energie mai mare decât hidrogenul gazos comprimat, dar procesul de lichefiere consumă mai multă energie decât cel de comprimare. În cazul unei scurgeri, hidrogenul sub formă gazoasă se ridică și are potențial de disipare, pe când cel lichid îngheață aerul din jur și devine un gaz greu.

Amoniacul sau LOHC au o densitate de energie mai mare decât hidrogenul lichid și pot fi transportate și depozitate în rezervoare la aprox. -33°C și 1 bar. Dezavantajul este constituit de pierderile/consumul de energie pentru sinteza amoniacului și apoi dehidrogenare. Alți LOHC pot consuma mai puțină energie în procesele de transformare, dar pot avea o densitate de energie mai mică pe volum decât amoniacul.

Toate aceste lucruri arată faptul că modalitățile de transport și stocare trebuie să fie adaptate utilizării finale.

De asemenea, va trebui să se țină seama de procedurile legislative europene în privința unbundling-ului la nivelul lanțului valoric al hidrogenului, în acest sens, vor trebui separate activitățile de transport și de distribuție a hidrogenului, similar cu cele legate de transportul și distribuția gazelor naturale. Având în vedere că România și-a fundamentat poziția de a utiliza gazul natural ca și combustibil de tranziție, dezvoltarea unor infrastructuri de transport și distribuție a hidrogenului, paralel cu cele ale gazului natural ar fi extrem de costisitor și ar dura prea mult timp. Din acest motiv, și având în vedere experiența de lucru specifică a operatorului de transport și a celor de distribuție se impune separarea celor două roluri pentru lanțul valoric al hidrogenului. În ceea ce privește unbundling-ul pe orizontală, având în vedere intenția și capacitatea operatorilor de distribuție gaze naturale de a dezvolta rețele proprii pe standardul dual „Smart grid” „Hydrogen ready”, separarea contabilă a activității de distribuție gaze naturale de cea de distribuție hidrogen trebuie să fie în linie cu prevederile Directivei UE 2024/1788. Transportul hidrogenului în amestec cu metanul prin sistemele de transport și distribuție a gazelor naturale este una dintre modalitățile de reducere a emisiilor cu efect de seră pe întregul lanț valoric al gazelor naturale. Dezavantajul amestecului hidrogenului regenerabil în sistemul de transport și distribuție a gazelor naturale, este faptul că volumele de hidrogen regenerabil sunt limitate, astfel încât ar exista o concurență între utilizarea directă la locul de consum, față de utilizarea în amestec cu metanul.

La nivelul sistemelor de distribuție, la ora actuală, nivelul de amestec ar fi limitat doar de prezența stațiilor de reîncărcare cu gaz natural comprimat (GNC), din cauza necesității limitării amestecului de hidrogen la 2% în vehiculele propulsate cu gaz. În general cerințele pentru ajustarea infrastructurii la nivelul sistemelor de distribuție sunt relativ puține.

Pe de altă parte, în sistemele de transport, amestecul cu hidrogen introduce problema alimentării consumatorilor industriali direct racordați la SNT, centralelor electrice și depozitelor subterane în roci poroase. În SNT pot apărea cerințe de eliminare a hidrogenului din amestec la noduri de rețea și consumatori racordați direct. Pentru consumatorii industriali racordați direct la SNT, amestecul hidrogenului în gazele naturale la fața locului ar elimina necesitatea separării lor în rețea.

Studii internaționale³³ în acest domeniu³⁴ arată că un amestec volumetric de până la 20% este fezabil din punct de vedere tehnic, dar există încă incertitudini cu privire la sensibilitatea pe termen lung a unor materiale componente (țevi, aparatură etc.).

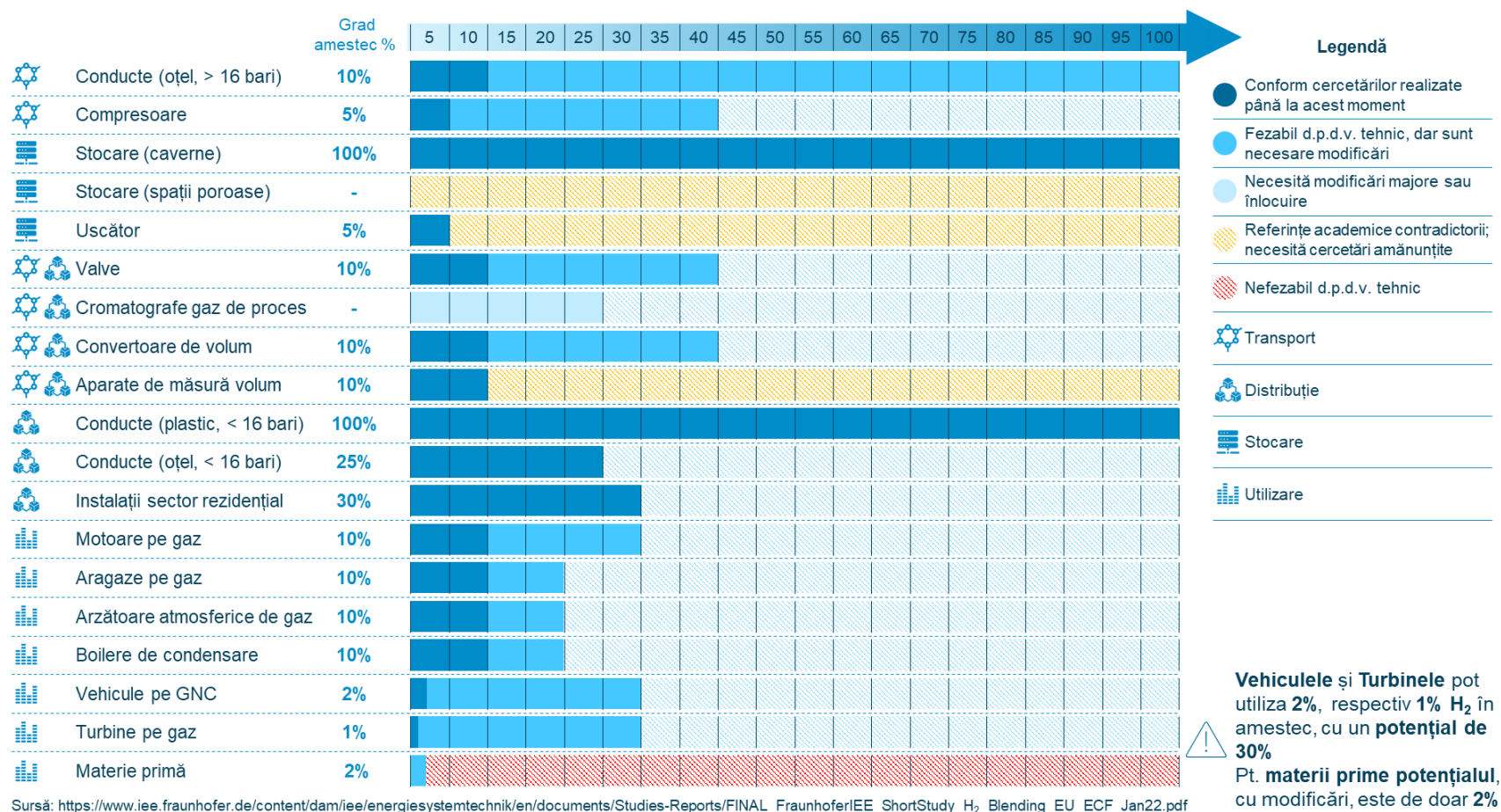
Tabelul de mai jos arată exemple pentru diferite niveluri de amestec volumetric de hidrogen, pentru sistemul de transmisie, depozitare, distribuție și pentru utilizatori, care ar fi fezabile din punct de vedere tehnic, care ar necesita modificări, unde este necesară cercetare în viitor, unde este nevoie de modificări sau înlocuiri semnificative, respectiv exemple care nu sunt fezabile din punct de vedere tehnic.

³³ Sistemul de transport al gazelor naturale din România nu a fost inclus în aceste studii

³⁴ [Fraunhofer IEE](#) – THE LIMITATIONS OF HYDROGEN BLENDING IN THE EUROPEAN GAS GRID (Ianuarie 2022)

[National Renewable Energy Laboratory](#) - Blending Hydrogen Into Natural Gas Pipeline Networks: A Review of Key Issues (Martie 2013)

[Compendium of Hydrogen Energy](#) - Underground and pipeline hydrogen storage - M. Panfilov (2016)



Sursă: https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/en/documents/Studies-Reports/FINAL_FraunhoferIEE_ShortStudy_H2_Blending_EU_ECF_Jan22.pdf

Figura nr.V.2.2.1 – Gradul de pregătire a componentelor din rețelele de transport și distribuție de gaze naturale pentru amestecul cu hidrogen,
Sursă: Fraunhofer IEE²⁹, Analiză Horváth (Februarie 2023)

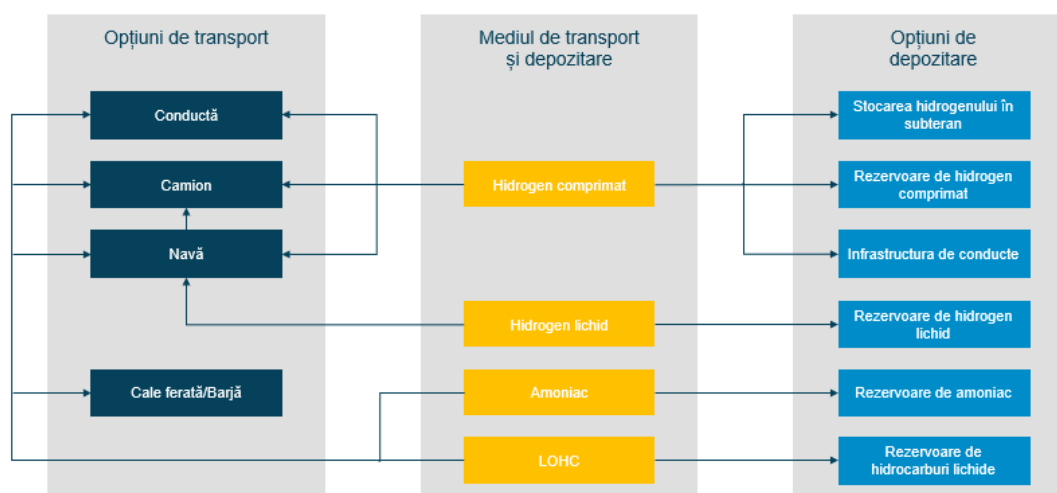


Figura nr.V.2.2.2 – Modalitățile de transport și stocare a hidrogenului,
Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Analiza SWOT – Stocare, transport și distribuție de H ₂	
Puncte forte (S)	Puncte slabe (W)
- Existența unor rețele de transport și/sau distribuție a gazelor naturale - Pondere ridicată a conductelor din polietilenă din totalul lungimii conductelor sistemelor de distribuție a gazelor naturale - România are potențial pentru amenajarea de rezervoare naturale de stocare (caverne de sare sau câmpuri epuizate de gaze naturale) așa cum a fost analizat și în cadrul proiectului HyUnder35 - Există instalații de sinteză a amoniacului, în funcțiune și în conservare - Infrastructura feroviară a platformelor industriale este adecvată - Există potențial pentru transportul hidrogenului pe cale fluvială și navală	- Densitatea volumetrică a hidrogenului este de 3 ori mai mică decât a gazelor naturale, ceea ce conduce la scăderea conținutului energetic al capacității de transport prin conducte - Stocarea și transportul hidrogenului sunt mai complexe decât pentru combustibilii fosili, fapt care implică costuri suplimentare de operare - Adaptarea rețelelor existente de transport și/sau distribuție al/a gazelor naturale la cerințele tehnice pentru transportul hidrogenului - Infrastructura pentru transportul rutier este deja suprasolicitată - Experiența și puterea economică a transportatorilor români, în special pe sectoarele fluvial și maritim, este relativ scăzută
Oportunități (O)	Riscuri (T)

³⁵ HyUnder - Assessment of the Potential, the Actors and Relevant Business Cases for Large Scale and Long Term Storage of Renewable Electricity by Hydrogen Underground Storage in Europe (Iunie 2014)

• Dezvoltarea unor capacități de stocare de hidrogen în România ar putea conduce la accelerarea considerabilă a dezvoltării de capacități de producție de energie din surse regenerabile mult peste rata care ar putea fi atinsă prin utilizarea doar a sistemului de electricitate ce vizează exclusiv transportul energiei electrice • O mai mare diversitate a modurilor de transport al hidrogenului la costuri competitive (ex. transport maritim, fluvial, rețea feroviară extinsă) • Utilizarea cavernelor de sare pentru depozitarea subterană a hidrogenului, în baza unor studii geologice adecvate • ANRE a publicat, la finalul anului 2021, Programul de reglementări al ANRE pentru 2022-2023, cu termen de realizare trim. IV 2023. Acest program a fost aprobat și cuprinde ca act de reglementare "Cerințe tehnice minime de proiectare, execuție și exploatare sisteme de alimentare gaze naturale în amestec cu hidrogen", cu termen de finalizare trim. IV 2024, cu mențiunea că termenul de aprobare depinde de desfășurarea procesului la nivel European, conform prevederilor regulamentelor europene³⁶, și prevede: - Elaborarea de norme tehnice (condiții tehnice) pentru distribuția de hidrogen, în amestec cu gaze naturale - Elaborarea de norme tehnice (condiții tehnice) pentru distribuția de hidrogen pur (100%)	• Poziția favorabilă a țărilor din regiune (Grecia, Ucraina) sau din UE (Portugalia și Spania) în ceea ce privește costul de producție și disponibilitatea SRE • Risc de explozie deoarece scurgerile de hidrogen nu pot fi identificate decât prin intermediul instalării de senzori dedicați, deoarece orice substanță odorizantă face hidrogenul inutilizabil în aplicații bazate pe pile de combustie • Depozitarea subterană a hidrogenului în caverne de sare, deși fezabilă din punct de vedere tehnic, poate fi neadecvată din punct de vedere geologic și neacceptată de către public
---	--

³⁶ ANRE - Program de reglementări ANRE 2022-2023 (Noiembrie 2021)

V.2.3 Aplicații și utilizare

Precum a fost menționat în subcapitolul V.2.1, în prezent, consumul de hidrogen din România este destinat exclusiv mediului privat din sectorul industrial, preponderent în rafinare, chimie, siderurgie și producția de îngrășăminte chimice.

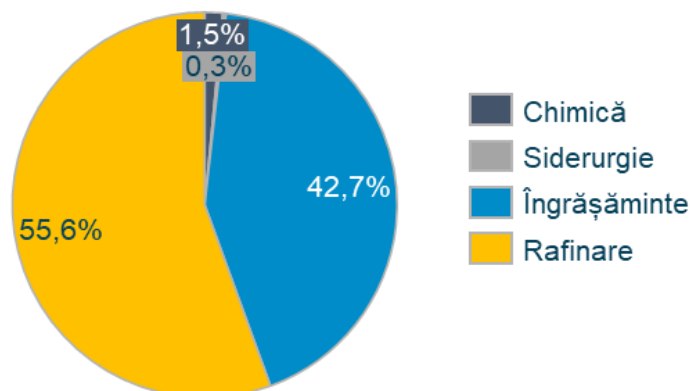


Figura nr.V.2.3.1 – Consumul de hidrogen pe ramuri industriale, exprimat în procente medii, pe perioada 2017 - 2021, Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Sectorul industrial

În prezent, majoritatea hidrogenului consumat în industrie este produs ca rezultat al reacțiilor chimice din cadrul proceselor industriale respective.

În vederea atingerii Țintelor de decarbonizare la nivel național, hidrogenul ar putea fi, de asemenea, utilizat în alte procese și ramuri industriale (ex. oțel, ciment, ceramică). Conform opiniilor din industrie, implementarea hidrogenului în procese industriale adiționale și/sau în alte ramuri industriale este dependentă de adaptarea tehnologiilor de producție și educarea forței de muncă.

Din cauza lipsei de maturitate a utilizării hidrogenului în ramuri industriale noi și a dificultății de adaptare a tehnologiei existente, se estimează că există o singură nouă utilizare a hidrogenului vizată în industrie până în 2030, și anume în procesele de obținere a oțelului.

Industria cimentului are în vedere utilizarea hidrogenului pentru a înlocui combustibilii fosili, dar se așteaptă ca tehnologia să atingă maturitatea necesară după orizontul anului 2030, la nivel european existând o serie de proiecte prin care se testează la scară industrială fezabilitatea tehnică și comercială.

Analiza SWOT – Aplicații și utilizare de H ₂	
Puncte forte (S)	Puncte slabe (W)
Utilizarea hidrogenului regenerabil în sectorul industrial poate avea un impact semnificativ asupra reducerii costurilor cu emisiile de CO₂, reprezentând, de asemenea, un avantaj competitiv	Costul de producție a hidrogenului regenerabil, și astfel costul înlocuirii combustibililor fosili este, în prezent, ridicat și dificil de adresat în lipsa unor măsuri de sprijin

	Procesele industriale necesită un flux continuu de hidrogen, astfel că sunt necesare capacități de stocare a hidrogenului pentru a acoperi perioadele în care electrolizorul nu funcționează din lipsă de energie din surse regenerabile
Oportunități (O)	Riscuri (T)
- Adoptarea și utilizarea tot mai accentuată a hidrogenului va permite extinderea utilizării spre noi industrii, procese tehnologice și aplicații - Utilizarea hidrogenului regenerabil și a hidrogenului cu amprentă redusă de carbon reprezintă o oportunitate ridicată de a menține competitivitatea României în domeniul industrial - România are numeroase platforme industriale actualmente în stare de conservare (Arpechim, Nitramonia Făgăraș etc.) care ar putea deveni active în economia hidrogenului și ar contribui la relansarea economică a unor foste zone industriale aflate în dificultate	Risc de explozie, deoarece domeniul de inflamabilitate al hidrogenului este de aproximativ șapte ori mai mare decât cel al metanului, iar energia de aprindere este de aproximativ 15 ori mai mică, astfel că este necesară adaptarea proceselor industriale la diferite riscuri de gestionare și manipulare a hidrogenului

Proiecte noi în industria siderurgică

Industria siderurgică a confirmat existența unei strategii de reducere a emisiilor de CO₂ care include folosirea hidrogenului regenerabil în cadrul proceselor industriale. În vederea atingerii acestui obiectiv, este necesară modernizarea procesului de producție prin trecerea de la fluxul curent (Sinter Plant & Blast Furnace – Basic Oxygen Furnace) la tehnologia Direct Reduced Iron (DRI) și Electric Arc Furnace (EAF).

Analiza SWOT – Aplicații și utilizare de H ₂	
Puncte forte (S)	Puncte slabe (W)
Utilizarea hidrogenului în industria siderurgică poate reduce semnificativ emisiile de CO₂, reprezentând de asemenea un avantaj din punct de vedere economic, ajutând la menținerea competitivității în piața europeană	- Costul de producție a hidrogenului regenerabil, și astfel costul înlocuirii combustibililor fosili este, în prezent, ridicat și dificil de adresat în lipsa unor măsuri de sprijin - Procesele din industria siderurgică necesită un flux continuu de hidrogen, astfel că sunt necesare capacități de stocare a hidrogenului pentru a acoperi perioadele în care electrolizorul nu funcționează din lipsă de energie din surse regenerabile

Oportunități (O)	Riscuri (T)
• Adoptarea la scară mare a utilizării hidrogenului în industria siderurgică va permite menținerea și reinstruirea personalului existent, precum și a personalului nou, creând forță de muncă cu experiență în gestionarea instalațiilor de hidrogen	• Risc de explozie deoarece domeniul de inflamabilitate al hidrogenului este de aproximativ șapte ori mai mare decât cel al metanului, iar energia de aprindere este de aproximativ 15 ori mai mică, fiind astfel necesară adaptarea proceselor industriale la diferite riscuri de gestionare și manipulare a hidrogenului

Sectorul de transport/mobilitate

Deși nu este utilizat în prezent în România cu acest scop, având în vedere țintele de decarbonizare din sectorul transporturilor, hidrogenul va avea rol de combustibil direct în transportul public, rutier feroviar și transportul de mărfuri, ca materie primă a unor combustibili sintetici pentru sectorul maritim și al aviației, precum și pentru rafinarea combustibililor tradiționali.

Utilizarea hidrogenului în transportul feroviar este deja promovată în România, Autoritatea pentru Reformă Feroviară având în derulare procesul de licitație pentru achiziția a 12 trenuri cu hidrogen finanțate prin PNRR.

Analiza SWOT – Aplicații și utilizare de H₂	
Puncte forte (S)	Puncte slabe (W)
• Timpul de încărcare pentru unitățile de alimentare ale vehiculelor echipate cu pile de combustie cu hidrogen este extrem de rapid, similar cu cel al vehiculelor convenționale cu motor cu ardere internă (ICE) și semnificativ mai rapid în comparație cu vehiculele electrice echipate cu baterii pentru stocarea energiei. În timp ce vehiculele electrice necesită în prezent între 30 de minute și câteva ore pentru a se încărca, vehiculele cu pile de combustie cu	• Adoptarea pe scară largă a hidrogenului în sectorul transporturilor va genera costuri ridicate, aceasta necesitând o nouă infrastructură dedicată • Costul de producție a hidrogenului regenerabil, și astfel costul înlocuirii combustibililor fosili este, în prezent, ridicat și dificil de adresat în lipsa unor măsuri de sprijin

hidrogen pot fi reîncărcate în mai puțin de cinci minute, similar mașinilor convenționale • Necesarul de materii prime rare folosit în realizarea pilelor de combustie reprezintă un avantaj comparativ cu domeniul bateriilor	
Oportunități (O)	Riscuri (T)
• Sectorul de transporturi are cel mai mare potențial de creștere a ratei de adopție de la an la an prin înlocuirea vehiculelor pe bază de combustibili fosili cu vehicule cu pile de combustie cu hidrogen	• Risc de explozie deoarece domeniul de inflamabilitate al hidrogenului este de aproximativ șapte ori mai mare decât cel al metanului, iar energia de aprindere este de aproximativ 15 ori mai mică, astfel că este necesară adaptarea proceselor industriale conexe rafinării la diferite riscuri de gestionare și manipulare a hidrogenului, nu în ultimul rând aceste aspecte trebuie cu atenție gestionate și la transferul hidrogenului între diferitele rezervoare (ex: alimentarea la pompă) • Ca și în cazul metanului, scurgerile de hidrogen nu pot fi identificate decât prin intermediul instalării de senzori dedicați, deoarece orice substanță odorizantă face hidrogenul inutilizabil în aplicații bazate pe pile de combustie.

Încălzire rezidențială

România este al doilea producător de gaze naturale din Europa și se așteaptă exploatarea resurselor suplimentare de gaz natural din Marea Neagră. În mixul energetic național, gazul natural are o pondere mult mai mare decât energia electrică, rețeaua de gaze naturale transportând anual un volum de energie dublu față de infrastructura de energie electrică.

În ceea ce privește consumul de gaze naturale, operatorii de distribuție a gazului natural estimează că aproximativ 30-40% din acesta este utilizat pentru încălzire, prepararea hranei și a apei calde menajere, atât în consumul casnic, cât și non-casnic.

La nivelul consumului casnic, consumul de gaze naturale a fost de 36,3 TWh, fiind de aproape 3 ori mai mare comparativ cu cel de energie electrică de 13,4 TWh³⁷.

Având în vedere rezervele de gaze naturale existente în perimetrul Mării Negre și proiectele în proces de implementare a extracției acestora, România va utiliza în continuare în perioada imediat următoare gaze naturale, luând în considerare atât convertirea și utilizarea rețelelor existente, având o infrastructura extinsă în acest sens, precum și dezvoltarea de rețele zonale noi dedicate consumatorilor industriali, ținând cont de cele mai bune practici folosite la nivel european.

³⁷ ANRE – Raport Anual privind activitatea Autorității Naționale de Reglementare în domeniul Energiei 2022

În cazul consumatorilor casnici din zonele de aglomerări urbane, utilitățile existente deja ocupă spațiul disponibil în subteran. Prin urmare, dezvoltarea unor trasee noi este complexă. Pentru ca România să acumuleze experiență în economia hidrogenului, gazul natural fiind un combustibil de tranziție, o soluție ar putea fi amestecul unui procent volumetric de până la 20% hidrogen regenerabil în gazul natural.

Analiza Institutului Fraunhofer a arătat faptul că efortul tehnic pentru a substitui un volum de 20% din gazele naturale cu hidrogen regenerabil este deosebit de mare și corespunde unei reduceri de emisii de gaze cu efect de seră de doar 6-7%, din cauza puterii calorifice scăzute a hidrogenului față de cea a metanului³⁸.

Concluzia studiului este că amestecul de hidrogen în gazele naturale, în condițiile actuale ale costului de producție al hidrogenului verde, respectiv al hidrogenului cu amprentă redusă de carbon, chiar și la procente scăzute volumetric, nu este o utilizare optimă din punct de vedere economic a hidrogenului, în comparație cu alte utilizări. Astfel, utilizarea hidrogenului în încălzire ar trebui evitată în favoarea unor politici care să asigure livrarea de hidrogen regenerabil către industrie și transporturi. Astfel, în cadrul acestor sectoare, pot fi reduse cantități mai mari de emisii de gaze cu efect de seră și se evita și costurile suplimentare care ar trebui suportate de consumatorii de gaze naturale

Analiza SWOT – Aplicații și utilizare de H ₂	
Puncte forte (S)	Puncte slabe (W)
• Rețeaua de gaze naturale este în proces de extindere, astfel că există posibilitatea construcției unor rețele deja adaptate folosirii amestecului de gaze naturale cu hidrogen regenerabil • Transgaz a devenit parte a European Hydrogen Backbone, o rețea care ar putea fi utilizată pentru transportul hidrogenului în amestec cu gaz natural	• Pentru încălzirea rezidențială, prețul hidrogenului ca și combustibil se poate dovedi foarte ridicat, în special în comparație cu cel al gazelor naturale, mai ales pe termen scurt și mediu, respectiv în comparație cu pompele de căldură pe termen lung • Reducerea emisiilor de CO₂ este semnificativ mai redusă comparativ cu alte utilizări ale hidrogenului, precum cele din sectorul industrial sau sectorul transporturilor • Din cauza conținutului energetic redus al hidrogenului, debitul amestecului de gaz trebuie ajustat, pentru a compensa puterea calorifică scăzută
Oportunități (O)	Riscuri (T)
• Rețelele nou construite, precum și cele existente care, din punct de vedere tehnic și fezabil din punct de vedere economic, se pot converti, pot avea potențial de distribuire a 100% hidrogen pe termen lung	• Risc de explozie, fiind cunoscut gradul de inflamabilitate ridicat al hidrogenului, atunci când concentrația de hidrogen depășește 20% în amestec volumetric, cu precizarea că limita de inflamabilitate inferioară a hidrogenului este de 4%

³⁸ Fraunhofer IEE – THE LIMITATIONS OF HYDROGEN BLENDING IN THE EUROPEAN GAS GRID (Ianuarie 2022)

Sectorul energetic

Conform PNIESC³⁹ și PNRR⁴⁰, este prevăzută instalarea unor capacități de 1.600 MW de CCGT și 1.300 MW de CHP în perioada 2022-2030, care vor utiliza hidrogen în amestec cu gazele naturale după finalizarea transpunerii Directivei 2024/1788 și a proiectelor care vor conduce la posibilitatea amestecului gaze naturale și hidrogen pentru industrie, pentru a se conforma la nivelul emisiilor de CO₂ maxim admise conform taxonomiei de finanțare sustenabilă a Uniunii Europene.

La nivelul anului 2030, în vederea conformării instalațiilor CCGT cu Taxonomia UE, acestea vor avea posibilitatea să aleagă între utilizarea hidrogenului din surse regenerabile, în amestec cu gazul natural, respectiv alte metode de reducere a emisiilor, cum ar fi amestecul cu alte gaze curate, respectiv captarea de CO₂.

În cazul CHP, producția acestora este estimată a îndeplini condiția de a fi sub limita de emisii de gaze cu efect de seră impuse în Regulamentul privind Taxonomia⁴¹.

Având în vedere că nu au fost definite proiecte concrete de CCGT sau CHP care să utilizeze hidrogen regenerabil în amestec cu gazul natural, până în anul 2030, în prezenta strategie nu sunt estimate volume necesare acestui tip de utilizare, în vederea decarbonizării sectorului energetic.

Menționăm însă obligația capacităților CCGT și CHP planificate a fi puse în funcțiune cu finanțare din fonduri europene, de a respecta regulile Taxonomiei UE, și anume a utiliza combustibili exclusiv din surse regenerabile și/sau cu emisii scăzute de CO₂ la nivelul anului 2035.

Analiza SWOT – Aplicații și utilizare de H ₂	
Puncte forte (S)	Puncte slabe (W)
• Potențialul de a produce energie electrică la costuri competitive prin utilizarea hidrogenului regenerabil • Echilibrarea rețelei de energie electrică prin utilizarea surselor regenerabile, înlocuindu-le pe cele fosile, în perioade de consum ridicat și producție limitată (ex. perioada de iarnă)	• Costul de producție a hidrogenului regenerabil, și astfel costul înlocuirii combustibililor fosili este, în prezent, ridicat și dificil de adresat în lipsa unor măsuri de sprijin • Eficiența scăzută pe întregul lanț al procesului de obținere a energiei electrice utilizând hidrogen obținut prin electroliza apei
Oportunități (O)	Riscuri (T)
• Având rezerve de gaze naturale încă neexploatate, România va utiliza acest combustibil de tranziție pentru reducerea treptată a emisiilor de gaze cu efect de seră	• Risc de explozie deoarece domeniul de inflamabilitate al hidrogenului este de aproximativ șapte ori mai mare decât cel al metanului, iar energia de aprindere este de

³⁹ [Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030](#) (Aprilie 2020), acesta fiind actualizat ca PNIESC 2025-2030 – a doua versiune septembrie 2024

⁴⁰ [Planul Național de Redresare și Reziliență](#) (Octombrie 2021)

Planul Național de Redresare (PNRR) al României aprobat de Consiliul UE la 28 octombrie 2021, a fost modificat prin Decizia de punere în aplicare a Consiliului din 11 decembrie 2023, care revizuieste Decizia inițială de aprobare a evaluării Planului de Redresare și Reziliență al României din 3 noiembrie 2021. (<https://mfe.gov.ro/pnrr/>)

⁴¹ [Taxonomy Complementary Climate Delegated Act](#) (Februarie 2022)

din sectorul energetic, astfel că amestecul gazelor naturale cu hidrogenul reprezintă o modalitate de a reduce emisiile în procesul de producere a energiei electrice • Utilizarea pe termen lung a capacităților de producere a energiei electrice pe bază de gaze naturale prin amestec cu hidrogen și ulterior convertirea integrală a acestora la hidrogen	aproximativ 15 ori mai mică, astfel că este necesară adaptarea proceselor tehnologice de obținerea a energiei electrice diferite riscuri de gestionare și manipulare a hidrogenului
---	--

Pentru adoptarea pe scară largă a hidrogenului sunt necesare inițiative de cercetare și dezvoltare la nivelul fiecărui segment al lanțului valoric, o abordare transversală, precum și o alocare eficientă a competențelor și resurselor financiare în sensul maximizării efectelor economice ale inovării.

Strategia europeană pentru hidrogen, așa cum a fost definită de Clean Hydrogen Joint Undertaking prin intermediul *Agendei strategice pentru cercetare și inovare 2021 – 2027*⁴², descrie un parcurs cu trei faze de cercetare și dezvoltare:

Faza 1 – 2020-2024 (activare)

- Instalarea a cel puțin 6 GW de electrolizoare de hidrogen din surse regenerabile pentru a decarboniza producția de hidrogen existentă, producând 1 Mt de hidrogen din surse regenerabile în UE;
- Intensificarea producției de electrolizoare;
- Planificarea infrastructurii de transport și de captare a carbonului;
- Crearea cadrului de reglementare favorabil pentru o piață a hidrogenului.

Faza de activare va corespunde etapei de elaborare a Strategiei Naționale a Hidrogenului și Planului de acțiune pentru implementarea sa. În această fază au fost lansate primele apeluri pentru proiecte de producție a hidrogenului regenerabil și a fost adoptată Legea nr. 237/2023 privind integrarea hidrogenului din surse regenerabile și cu emisii reduse de carbon în sectoarele industriei și transporturilor care necesita o revizuire în linie cu obiectivele stabilite de Directiva UE 2023/2431 a Parlamentului European și a Consiliului din 18 octombrie 2023 de modificare a Directivei (UE) 2018/2001, a Regulamentului (UE) 2018/1999 și a Directivei 98/70/CE în ceea ce privește promovarea energiei din surse regenerabile și de abrogare a Directivei (UE) 2015/652 a Consiliului, deoarece a fost adoptată înaintea publicării acesteia⁴³.

Faza 2 – 2025-2030 (extindere)

- Instalarea a 40 GW de electrolizoare de hidrogen din surse regenerabile, care să producă 10 Mt de hidrogen din surse regenerabile în UE;
- Creșterea competitivității costurilor hidrogenului din surse regenerabile;
- Noi utilizări ale hidrogenului, inclusiv în producția de oțel, combustibil pentru camioane, transport feroviar și maritim;

⁴² [CLEAN HYDROGEN JOINT UNDERTAKING](#) - Strategic Research and Innovation Agenda 2021 – 2027 (Februarie 2022)

⁴³ Directiva UE 2023/2431 a fost adoptată pe data de 18 octombrie 2023 și a intrat în vigoare în a douăzecea zi de la publicarea în Jurnalul Uniunii Europene.

- Modernizarea producției existente de combustibili fosili cu captarea emisiilor de carbon;
- Dezvoltarea unei infrastructuri logistice și de transport a hidrogenului (nivelul UE);
- Dezvoltarea văilor de hidrogen;
- Sprijin financiar;
- Realizarea unei piețe a hidrogenului în UE.

În faza de extindere se va implementa Strategia Națională a Hidrogenului și astfel România se va alinia obiectivelor acestui parcurs.

Faza 3 – 2031-2050 (preluarea pe piață)

- Maturizarea tehnologiilor pe bază de hidrogen cu amprentă redusă de carbon, ce va duce la o implementare la scară largă, extinsă în toate sectoarele dificil de decarbonizat.

În faza de preluare pe piață România va introduce utilizarea hidrogenului în toate domeniile și sectoarele care acum sunt dificil de decarbonizat.

Dintre toate subiectele de cercetare aferente acestor faze, *Agenda strategică pentru cercetare și inovare*⁴⁴ definește un set de priorități, așa cum sunt redată în figura de mai jos.

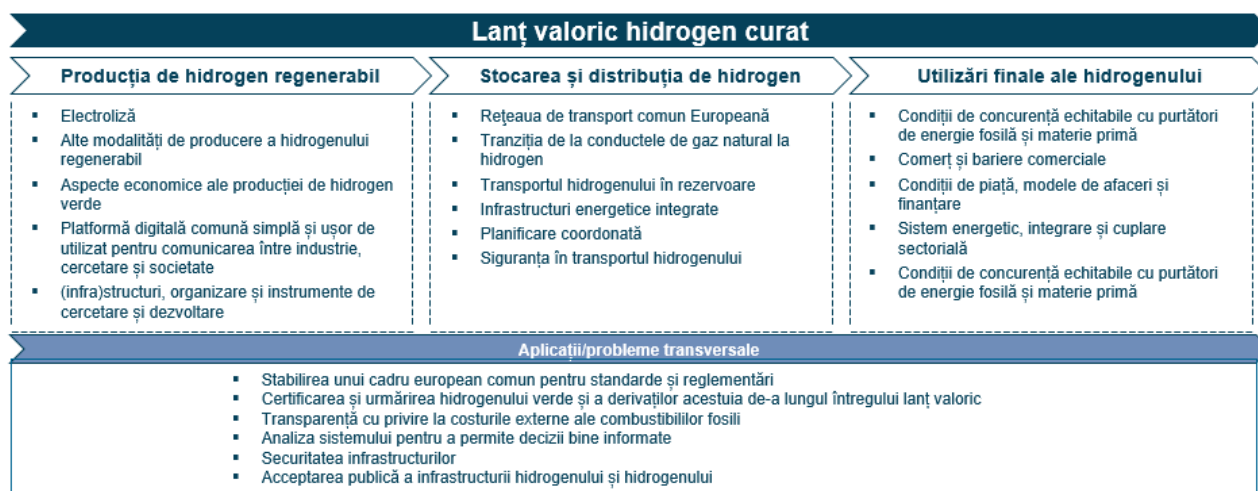


Figura nr.V.2.3.2 – Ariile de inovare propuse pentru a fi analizate și prioritizate prin SRIA.

Sursă: CLEAN HYDROGEN JOINT UNDERTAKING – Strategic Research and Innovation Agenda 2021 – 2027 (Februarie 2022)

Aceste direcții de dezvoltare și cercetare sunt susținute și prin SET PLAN⁴⁵, care, pentru a elimina posibilitatea dublării sau suprapunerii activităților de cercetare și inovare desfășurate prin inițiativele existente în statele membre ale UE, va crea un grup de lucru pentru implementare ce se va concentra pe alinierea și coordonarea strategiilor naționale de cercetare și inovare în aplicații ale hidrogenului și

⁴⁴ [European Research Area \(ERA\)](#) - Agenda strategică de cercetare și inovare (Martie 2022)

⁴⁵ [Comisia Europeană](#), Strategic Energy Technology (SET) Plan (Septembrie 2019)

mobilizarea programelor naționale de finanțare a cercetării și inovației în țările membre SET PLAN, dar și pe dezvoltarea inițiativelor de cercetare și inovare a hidrogenului pentru tehnologiile de cercetare.

V.3 Estimarea consumului și producției de hidrogen

În vederea estimării potențialului de consum și a producției de hidrogen regenerabil și de hidrogen cu amprentă redusă de carbon în România la orizontul anului 2030, au fost analizate o serie de scenarii pentru estimarea consumului de hidrogen (cererea) și contribuția la atingerea Țintelor de reducere a emisiilor de CO₂ pentru anul 2030.

	Total	Industria existentă	Industria siderurgică	Transport
 Cererea totală de H ₂ (mii tone / an)	152,9	56,9	23,7	72,4
 Emisii reduse de CO ₂ (mii tone / an)	2.034	506,1	728,8	799,1

Figura nr. V.3.1 – Rezumatul estimării de consum și impactul asupra reducerilor de emisii de CO₂ în anul 2030, Sursă: Analiză Horváth (Aprilie 2023)

Estimările de consum au fost efectuate pe baza Țintelor europene și naționale, ipotezelor tehnice, analizei situației curente, precum și cu ajutorul grupului de lucru constituit și coordonat la nivelul Ministerului Energiei, fiind structurate pe 3 sectoare:

1. **Consumul industrial**, în care hidrogenul regenerabil este folosit pentru înlocuirea hidrogenului gri folosit în prezent în procesele industriale;
2. **Consumul din industria siderurgică**, în care hidrogenul regenerabil este folosit în noi aplicații industriale pentru producerea oțelului;
3. **Consumul din domeniul transporturilor**, în care hidrogenul regenerabil este folosit atât în procesele de rafinare a combustibililor fosili, precum și drept combustibil pentru următoarele modalități de transport: transportul rutier de marfă de mare tonaj și tonaj mediu, autoturisme, transportul feroviar, transportul public de persoane și transportul în sectorul maritim, precum și în domeniul aviației, atât pentru rafinarea combustibililor sustenabili pentru aviație, cât și pentru alimentarea vehiculelor utilizate în cadrul activității aeroporturilor.

Consumul estimat pentru aceste sectoare variază în funcție de ipotezele folosite referitoare la angajamentele / Țintele asumate de România pe sectoare, eficiența economică și fezabilitatea tehnico-economică a aplicațiilor.

Conform capitolului V.2.3, în condițiile actuale ale costului de producție al hidrogenului regenerabil, amestecul de hidrogen în gazele naturale, chiar și la procente scăzute volumetric, nu este o utilizare optimă a hidrogenului, care ar trebui evitată în favoarea unor politici care să asigure livrarea de hidrogen regenerabil către sectoare specifice.

Astfel, utilizarea hidrogenului regenerabil în amestec cu gazele naturale pentru încălzire nu este cuantificat în estimarea totală a consumului de hidrogen regenerabil în anul 2030. Cu toate acestea, în contextul modernizării rețelei de distribuție a gazului natural, utilizarea unui amestec volumetric de 2% hidrogen regenerabil cu gaz natural pentru a acoperi consumul total de gaze naturale al României în 2022⁴⁶ ar necesita un volum de 18,2 mii tone de hidrogen regenerabil, în timp ce un amestec volumetric de 10% hidrogen regenerabil ar necesita 90,8 mii tone de hidrogen regenerabil.

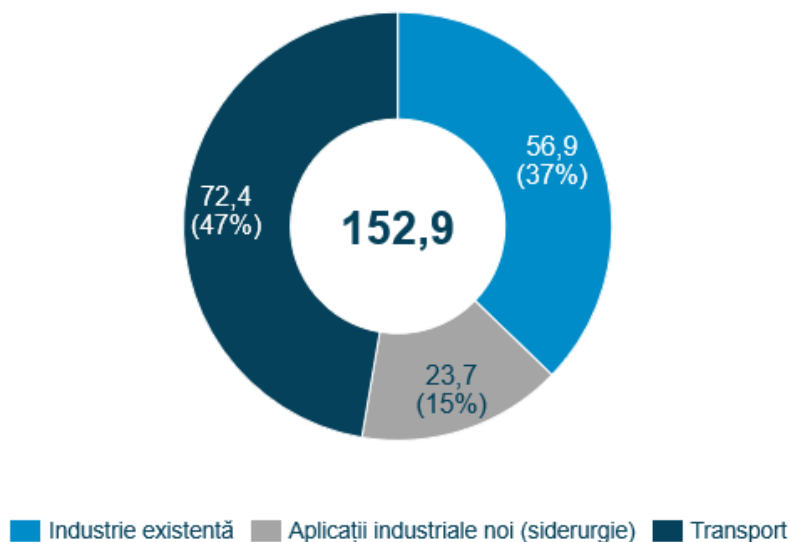


Figura nr.V.3.2 – Rezumatul consumului estimat de hidrogen regenerabil împărțit pe sectoare exprimat în procente pentru anul 2030, Sursă: Analiză Horváth (Aprilie 2023)

Rezultatele analizei indică necesarul instalării unei capacități de **2.130 MW electroliză**, pentru operarea cărora vor fi necesare capacități adiționale instalate de generare a energiei electrice din **surse regenerabile de 4.261 MW** (în sistemul energetic național fiind instalați 4.400 MW în capacitați de energie eoliană onshore și solară în ianuarie 2023). Necesarul de apă pentru producerea hidrogenului regenerabil nu este considerat a fi semnificativ la nivelul anului 2030, reprezentând echivalentul debitul unui râu mediu din România pentru mai puțin de o zi.

	Capacitatea de electroliză necesară (MW)	2.130,4
	Capacitate de generare a energiei electrice din SRE (MW)	4.260,9
	Consum anual de apă pentru electroliză (mil. m³)	2,3

Figura nr.V.3.3 – Rezumatul principalelor resurse necesare aferente estimării de consum, Sursă: Analiză Horváth (Aprilie 2023)

⁴⁶ ANRE – Rapoarte piața gaze naturale (2022)

Estimarea costurilor de implementare a strategiei a fost realizată pornind de la consumul de hidrogen din fiecare sector, folosind ipoteze specifice referitoare la costurile de producție a hidrogenului regenerabil sau cu amprentă redusă de carbon, costurile de investiție și operaționale, costurile cu infrastructura și tehnologia necesară pentru utilizarea hidrogenului (de exemplu, în transporturi – infrastructura de alimentare), acestea fiind analizate în relație cu costurile cu combustibilii fosili și costurile cu emisiile de CO₂. O serie de alte beneficii de ordin calitativ, cum ar fi impactul asupra calității vieții, precum și elemente care țin de competitivitatea sectoarelor economice ale țării nu pot fi cuantificate în aceste modele economice. Estimările plasează costul de implementare a strategiei la o valoare de **4,75 mld. Euro**, cost care va fi suportat printr-o serie de modalități de finanțare specifice fiecărui sector.

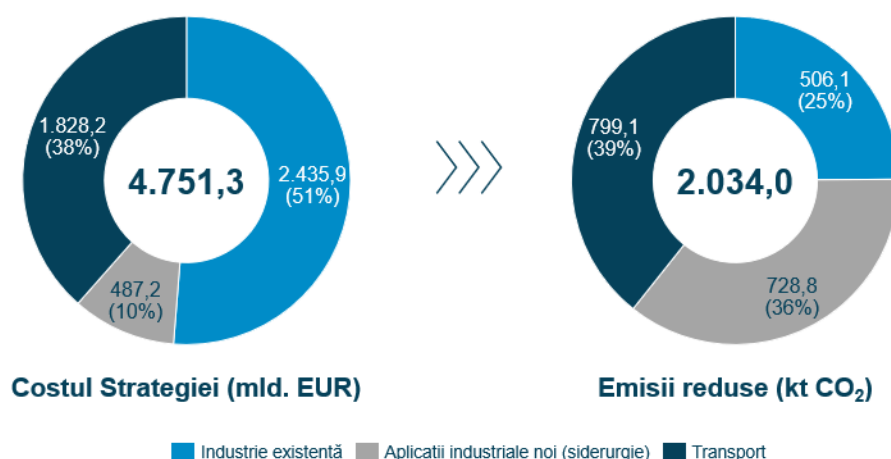


Figura nr. V.3.4 – Rezumatul costului nominal al implementării strategiei raportat la totalul emisiilor de CO₂ reduse per sector/utilizare, Sursă: Analiză Horváth (Aprilie 2023)

Mecanismele de finanțare au fost definite pe întregul lanț valoric (producție, consum și infrastructură) și detaliate astfel încât să se asigure evitarea unei duble finanțări a unui segment, respectiv a sub-finanțării altui segment.

Varianta actuală a ținutelor de decarbonizare europene este exclusiv bazată pe RFNBO considerând astfel utilizarea hidrogenului din surse regenerabile, însă negocierile nu sunt finalizate, existând posibilitatea unei flexibilizări, iar RED III (octombrie 2023) permite și cuantificarea hidrogenului cu amprentă redusă de carbon.

Un factor important care poate influența semnificativ rentabilitatea proiectelor este amplasarea geografică și distanța instalației de electroliză față de punctul de consum, precum și față de capacitățile de stocare a hidrogenului.

Rezultatele estimării consumului de hidrogen

Cantitatea totală de hidrogen necesară la nivelul anului 2030 a fost estimată la 152,9 mii tone, consum care este exclusiv hidrogen regenerabil.

Rezultatele estimării consumului de hidrogen

Consumul de hidrogen regenerabil va genera, la nivelul anului 2030, o reducere a emisiilor de CO₂ în cuantum de 2.034 mii tone CO₂.

Pentru a acoperi nevoile de hidrogen regenerabil se estimează că va fi necesară instalarea unor capacități de electroliză de 2.130 MW.

Pentru operarea capacităților de electroliză instalate până în 2030 va fi necesară o putere instalată de generare a energiei electrice provenite din surse regenerabile de 4.261 MW.

Consumul total de apă generat este de 2,3⁴⁷ milioane m³.

Utilizarea hidrogenului în industriile existente și producția necesară

Estimarea urmărește țintele RED III de folosire a RFNBO în procent de minim 42%⁴⁸ din totalul consumului de hidrogen folosit în industrie, țintă care trebuie atinsă la nivelul anului 2030.

Acest procent a fost aplicat pe o estimare a evoluției până în anul 2030 a consumului de hidrogen existent în România pornind de la nivelul înregistrat în anul 2021.

Conform RED III, industria de rafinare este exceptată de la această țintă.

Considerând informațiile primite din partea operatorilor economici din sectorul industrial în cadrul procesului de elaborare a Strategiei și a estimării evoluției producției industriilor consumatoare de hidrogen în perioada 2021-2030 conform Comisiei Naționale de Strategie și Prognoză⁴⁹, a fost estimat un consum total de 135,4⁵⁰ mii tone de hidrogen în 2030, o creștere de 67,7% față de anul 2021, datorată în mare parte de creșterea utilizării hidrogenului regenerabil în procesele de obținere a îngrășămintelor. Astfel, folosind procentul din RED III, a fost estimat un consum de 56,9 mii tone de hidrogen regenerabil.

Modelarea urmărește o creștere liniară a consumului, astfel că se estimează ca la sfârșitul anului 2027 să fie atins 50% din consumul anului 2030, respectiv 28,4 mii tone hidrogen regenerabil.

La nivelul anului 2030, consumul de hidrogen regenerabil și cu amprentă redusă de carbon, estimat pentru industriile existente va reduce emisiile naționale de CO₂ cu 506,1⁵¹ mii tone de CO₂.

Pentru a asigura producția de hidrogen provenit din electroliză pentru industria curentă, este prevăzută instalarea unei capacități de electroliză de 792 MW, precum și capacități instalate de generare a energiei electrice din surse regenerabile în cuantum de 1.585 MW.

Utilizarea hidrogenului în industria siderurgică și producția necesară estimată

Conform informațiilor analizate în cadrul procesului de elaborare a strategiei primite din partea mediului privat, estimarea ia în considerare inițiative de dezvoltare a unor instalații de electroliză pentru utilizarea hidrogenului în procesul siderurgic, cu o capacitate de 33 MW în anul 2027, respectiv 330 MW în 2029-2030. Utilizând tehnologia DRI-EAF, capacitatea de 330 MW ar produce 0,5 milioane tone oțel verde în 2030. Astfel, conform documentelor analizate, a fost estimat un consum de 2,4 mii tone de hidrogen regenerabil în 2027, respectiv 23,7 mii tone în anul 2030.

La nivelul anului 2030, consumul de hidrogen provenit din surse regenerabile, estimat pentru industria siderurgică va reduce emisiile naționale de CO₂ cu 729⁵² mii tone de CO₂.

⁴⁷ IRENA - Reducerea costurilor hidrogenului verde (Decembrie 2020)

⁴⁸ Consiliul European - Directiva (UE) 2023/2413 a Parlamentului European și a Consiliului (Octombrie 2023)

⁴⁹ Comisia Națională de Strategie și Prognoză - Prognoză 2023 – 2040 a Produsului intern brut împărțit pe sectoare (Octombrie 2022)

⁵⁰ Excluză consumul de hidrogen din industria de rafinare

⁵¹ IEA - Calculat multiplicând consumul de hidrogen de 34,4 mii tone cu 8,9 kg de emisii CO₂/kg hidrogen produs. Procesul SMR emite 8,9 kg CO₂/kg hidrogen produs

⁵² Calculat multiplicând producția de 1,1 milioane tone oțel verde utilizând 330 MW electroliză cu diferența de emisii de CO₂ între procesul BF BOF (1,9 kg CO₂/kg oțel) și procesul DRI EAF (0,3 kg CO₂/kg oțel).

Ampretele de CO₂ a tehnologiilor BO BOF și DRI EAF provin din Strategia de reducere a emisiilor CO₂ a unui jucător din industria siderurgică

Rezultatele estimării consumului de hidrogen

Pentru a asigura producția de hidrogen provenit din electroliză pentru industria siderurgică vor fi necesare capacități instalate de generare a energiei electrice din surse regenerabile în cuantum de 660 MW.

Utilizarea hidrogenului în transport și producția necesară estimată

Cererea de hidrogen regenerabil a fost estimată pornind de la evoluția flotelor autobuzelor, vehiculelor de transport de mărfuri și vehiculelor de pasageri, a nevoii de transport public, precum și de la aproximarea ratei de adoptare a tehnologiilor noi pe bază de hidrogen în sectorul transporturilor. În cadrul modelării este prevăzută o creștere limitată a cererii de hidrogen în perioada 2024-2027, urmând însă a crește exponențial⁵³ în perioada 2028-2030, datorită accelerării ratei de adoptare a tehnologiei⁵⁴.

Pentru această utilizare, consumul de hidrogen regenerabil este estimat la 7,7 mii tone în anul 2027, respectiv 41,6 mii tone în anul 2030, fiind luate în considerare următoarele ipoteze pentru utilizarea hidrogenului ca alternativă de combustibil:

- Ponderea vehiculelor alimentate cu hidrogen în totalul vehiculelor grele pentru transportul de mărfuri este estimată la 0,4% la sfârșitul anului 2027, respectiv 2% în 2030, în timp ce ponderea vehiculelor alimentate cu hidrogen în totalul vehiculelor ușoare pentru transportul de mărfuri este estimată la 0,5% în 2027, respectiv 3% în anul 2030. Acestea au fost construite pe baza ratelor de înlocuire anuală a vehiculelor mai vechi de 20 de ani, precum și ca procent de tranziție către vehicule alimentate cu hidrogen în totalul vehiculelor noi achiziționate în vederea suplimentării flotei existente.
- În sectorul transportului feroviar estimările sunt fundamentate pe ipoteza luării în considerare a 12 rame pentru transportul de pasageri alimentate cu hidrogen, treptat, începând cu anii 2025-2027.
- Predicțiile legate de utilizarea hidrogenului în transportul public local sunt bazate pe elemente precum: vârsta medie foarte înaintată a flotei existente, capacitatea administrativă de absorbție a fondurilor pentru investiții, ținta de 33% pentru achiziția de vehicule nepoluante⁵⁵ în administrația centrală și locală. Astfel, se estimează un grad de înlocuire a flotei de autobuze vechi de 0,5% pe an, o treime dintre acestea fiind vehicule nepoluante, cu o distribuție egală între cele electrice, alimentate de baterii și cele alimentate cu hidrogen.
- Rata de intrare în piața locală a autoturismelor personale alimentate cu hidrogen este modelată ca o funcție exponențială⁵⁶, ținându-se cont de proiecțiile declarate în spațiul public de către reprezentanți ai Comisiei Europene⁵⁷, precum și de comportamentul consumatorilor din România. Astfel, ponderea autoturismelor alimentate cu hidrogen în totalul autoturismelor noi achiziționate în perioada 2023 – 2030 este de până la 0,8% spre finalul orizontului de timp analizat.
- Aportul sectorului maritim este estimat a se realiza prin utilizarea combustibililor bazați pe hidrogen pentru asigurarea unei ponderi de 0,4% din totalul consumului de energie în sectorul transporturilor.
- În ceea ce privește domeniul aviației, hidrogenul va putea fi utilizat atât în rafinarea combustibililor sustenabili pentru aviație, cât și pentru alimentarea vehiculelor utilizate în cadrul activității aeroporturilor.

Adițional, Concordia, cu acordul Ministerului Transporturilor și Infrastructurii, estimează utilizarea hidrogenului în procesele de rafinare a combustibililor tradiționali în proporție de 1%

⁵³ [Our World in Data](#) - De ce sursele regenerabile au devenit atât de ieftine atât de repede? (Decembrie 2020)

⁵⁴ [Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking](#) - Studiu despre camioanele cu pile de combustie de hidrogen (Decembrie 2020)

⁵⁵ [Comisia Europeană](#) - Comunicarea Comisiei privind aplicarea articolelor 2, 3, 4 și 5 din Directiva 2009/33/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind promovarea vehiculelor de transport rutier nepoluante în sprijinul unei mobilități cu emisii scăzute (Octombrie 2020)

⁵⁶ Idem

⁵⁷ [Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking](#) - Hydrogen roadmap Europe : a sustainable pathway for the European energy transition (Februarie 2019)

Rezultatele estimării consumului de hidrogen

din totalul de consum de energie în transporturi la nivelul anului 2030. Echivalentul acestui consum este estimat la 10,2 mii tone în anul 2027, respectiv 30,7 mii tone în anul 2030.

Astfel, consumul de hidrogen regenerabil în sectorul de transport la nivelul anului 2030 este estimat la 72,4 mii tone, contribuind în proporție de 2,4% la realizarea țintei minime de 1% RFNBO⁵⁸ ca procent din total consum de energie în transporturi în anul 2030.

În vederea atingerii țintei integrale de RFNBO ca procent din total consum de energie în transporturi în anul 2030, este estimat ca restul consumului necesar acoperirii țintei de 5,5% din totalul de consum de energie în transporturi să fie acoperit de utilizarea combustibililor avansați.

În anul 2030, pentru a acoperi cererea de hidrogen provenit din surse regenerabile în domeniul transporturilor, va fi necesară o capacitate instalată de electroliză în cuantum de 1.008 MW.

Pentru a asigura producția de hidrogen provenit din electroliză în 2030 pentru sectorul transporturilor vor fi necesare capacități instalate de generare a energiei electrice din surse regenerabile în cuantum de 2.016 MW.

La nivelul anului 2030, consumul de hidrogen provenit din surse regenerabile, estimat pentru sectorul transporturi va genera o reducere a emisiilor naționale de CO₂ de 799,1 mii tone de CO₂.

V.4 Costurile producției hidrogenului în România

Costurile de producție a hidrogenului regenerabil, respectiv cu amprentă redusă de carbon vor fi un factor determinant în evoluția gradului de adoptare a tehnologiilor care folosesc hidrogenul, a resurselor pe care statul va trebui să le dedice pentru obiectivele definite, precum și asupra modului în care va fi poziționat hidrogenul regenerabil, respectiv cu amprentă redusă de carbon pe piețele din România.

Costul mediu în termeni reali al hidrogenului (Levelized Cost Of Hydrogen – LCOH) indică costul producerii a 1 kg de hidrogen, în termeni reali, ținând cont de costurile estimate ale investiției necesare și de costul de exploatare a activelor implicate în producerea acestuia, pe durata de viață a instalației de producție. Analiza efectuată în cadrul procesului de elaborare a strategiei evaluează LCOH unitar (EUR/kg), pentru diferite tehnologii de producție și grade de utilizare⁵⁹.

Figura V.5.1 prezintă comparativ costul mediu în termeni reali al hidrogenului, pe tipul tehnologie de producție în perioada 2022 - 2030.

⁵⁸ [Consiliul European](#) - Acord provizoriu între Consiliul și Parlamentul European privind directiva energiei regenerabile (Martie 2023)

⁵⁹ Grad de utilizare definit ca numărul de ore pe parcursul unui an în care capacitatea de producție este utilizată raportat la numărul total de ore per an

	Tip hidrogen	Electrolizor utilizat	LCOH EUR/kg hidrogen		
			2022	2026	2030
Cost mediu în termeni reali al Hidrogenului (LCOH)	Regenerabil	Alcalin	4,56	4,04	3,59
		PEM	5,40	4,47	3,59
	Gri		2,90	2,55	2,58

Figura nr.V.5.1 – LCOH pe tipuri de hidrogen produs,

Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

(Notă: valorile folosite în reprezentarea grafică sunt atinse prin rotunjire la a doua zecimală)

Valorile LCOH au fost derivate pe baza unui model care a luat în considerare toate variabilele relevante aferente producției de hidrogen, cele mai semnificative dintre acestea fiind:

- 1. Costul investiției (CAPEX)** – reprezintă costul total asociat punerii în funcțiune de noi echipamente sau modernizarea activelor existente. În aceste costuri este inclus și costul operațiunilor de construcții montaj sau de instalare. Această componentă a costului este puternic influențată de gradul de utilizare al instalației, de tehnologia selectată (SMR, Alcalin – AE, sau cu membrană schimbătoare de protoni – PEM) și de caracteristicile serviciilor auxiliare implicate. Pentru toate tehnologiile de producție, este estimată o scădere semnificativă a costurilor de investiție⁶⁰.
- 2. Costul de operare (OPEX)** – reprezintă costurile de operare și întreținere a unității de producție, estimate ca procent anual din costul investiției⁶¹.
- 3. Costul energiei** – utilizate în producția de hidrogen. Acestea variază în funcție de sursa de energie utilizată și reprezintă cea mai mare pondere în LCOH. În cadrul analizei estimării producției este folosit costul mediu în termeni reali al energiei electrice (LCOE) specific pentru sursa respectivă și pentru gradul de utilizare al acesteia în România.

Pe baza variabilelor de mai sus, LCOH a fost analizat și determinat din perspectiva sursei de energie utilizate în producție (regenerabilă, gaz fără captare și stocare de CO₂) și tipul de electrolizor utilizat pentru producerea hidrogenului regenerabil, respectiv cu amprentă redusă de carbon (AE și PEM).

Conform analizei realizate, LCOH este mai mic pentru tehnologia AE comparativ cu PEM. Totuși, limitarea electrolizoarelor AE este dată de flexibilitatea redusă⁶² în operare, ceea ce le limitează utilizarea în funcție de sursa de energie electrică (de exemplu, în cazul energiei regenerabile).

Din punct de vedere al energiei electrice folosite pentru electroliză, analiza producției a fost realizată din perspectiva utilizării în producție a energiei regenerabile din surse proprii cu conectare directă, a utilizării suplimentare a energiei regenerabile din rețea în intervalele orare de consum redus, cât și din perspectiva utilizării energiei regenerabile din surse proprii fără conectare directă (energia tranzitând rețeaua de transport).

LCOH hidrogen gri

⁶⁰ [CLEAN HYDROGEN JOINT UNDERTAKING](#) - Strategic Research and Innovation Agenda 2021 – 2027 (Februarie 2022)

⁶¹ [IEA](#) - Raport hidrogen G20

⁶² Idem

⁶² [Lazard](#) - Analiză a costul mediu în termeni reali al hidrogenului (Iunie 2021)

În cazul producției de hidrogen prin reformarea metanului cu abur fără captare și stocare CO₂ a fost eliminat costul de investiție, luând ipoteza că instalațiile SMR deja existente în România nu mai necesită investiții suplimentare. Ipoteza folosită cu privire la capacitatea de funcționare a instalației este de 8.000 ore/an⁶³.

Cost mediu în termeni reali (LCOH) al hidrogenului gri (EUR/KG)

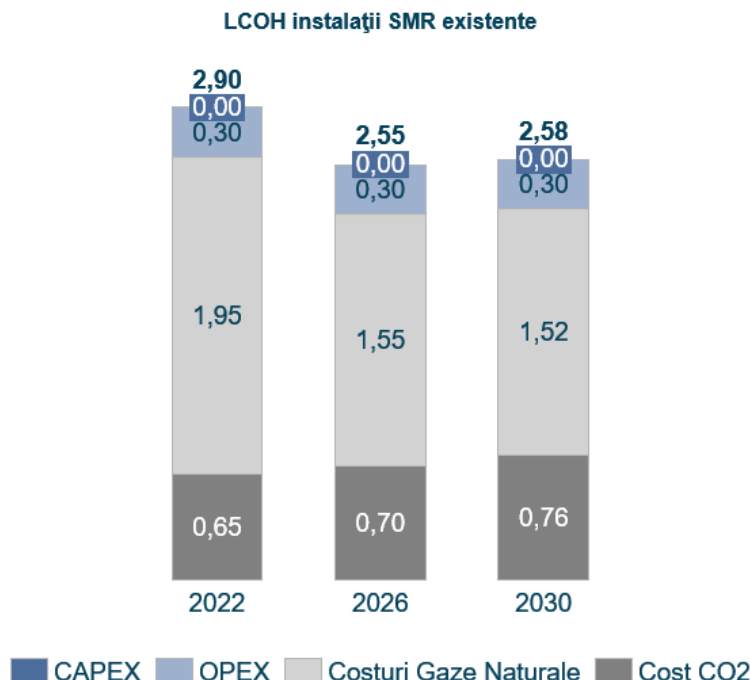


Figura nr.V.5.2 – Cost mediu în termeni reali (LCOH) al hidrogenului gri (EUR/KG),
Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

(Notă: valorile folosite în reprezentarea grafică sunt atinse prin rotunjire la a doua zecimală)

LCOH hidrogen regenerabil

În cazul producerii de hidrogen prin electroliză folosind energie electrică regenerabilă, au fost luate în considerare electrolizoare cu tehnologie AE și PEM și au fost analizate o serie de scenarii de producție pe baza cărora a fost definit scenariul de producție, prezentat mai jos:

- Conectare la surse proprii de energie din surse regenerabile (solar și eolian onshore) sau în baza PPA sau/și Certificatelor de Garanție de Origine (GO) prin rețeaua de transport energie electrică ;
- Electrolizor cu tehnologie AE și PEM, cu grad de utilizare de 39%, echivalentul a 3.445 de ore per an de utilizare a electrolizorului, dintre care 1.465 de ore per an utilizând energie provenită din capacități solare, 1.980 de ore per an utilizând energie provenită din capacități eoliene onshore. Întrucât exploatarea energiei offshore este anticipat a depăși orizontul anului 2030, această resursă nu este la momentul de față cuantificată în Strategie;
- Costul energiei este reprezentat de suma dintre LCOE din sursele regenerabile proprii plus costuri aferente tarifului de transport și distribuție.

⁶³ [Umweltbundesamt](#) - Dezvoltarea unei strategii generale și introducerea de combustibili alternativi, în special a hidrogenului (Martie 2006), coroborat cu surse din industrie

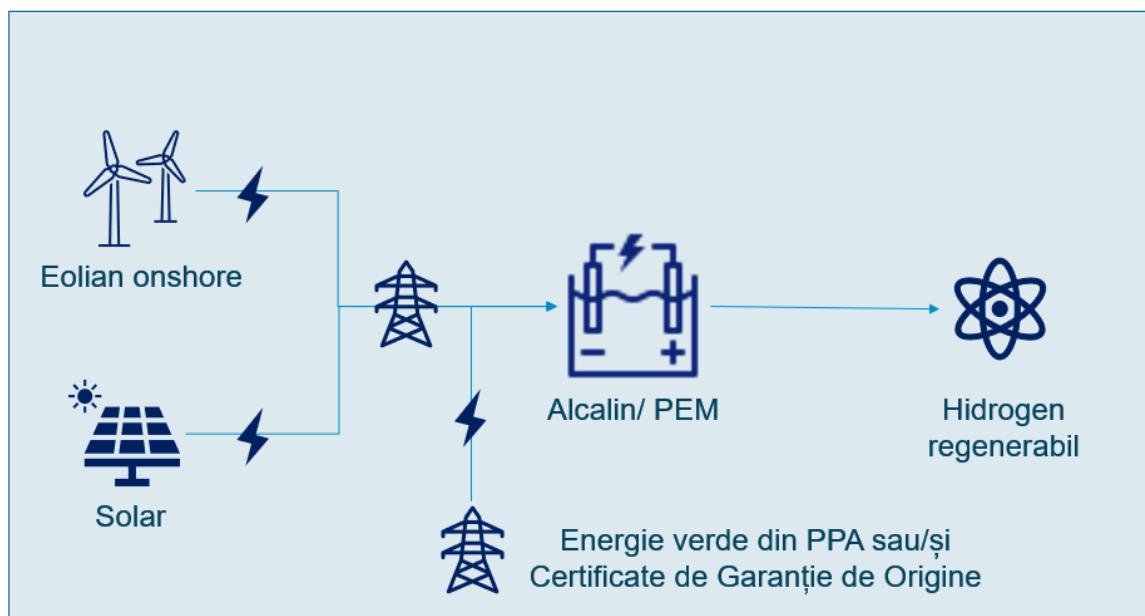


Figura nr.V.5.9 – Elemente ale LCOH hidrogen regenerabil bazate pe tehnologiile folosite în estimarea producției, Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Conform analizelor din cadrul estimării producției, LCOH minim variază de la 4,56 EUR/kg în anul 2022 la 3,59 EUR/kg în anul 2030, iar LCOH maxim poate varia de la 5,40 EUR/kg în anul 2022 la 3,59 EUR/kg în anul 2030. Scăderile LCOH din perioada 2022-2030 sunt influențate semnificativ de scăderea costurilor de investiție ale electrolizorului precum și a reducerii LCOE în perioada analizată.

Cost mediu în termeni reali (LCOH) al hidrogenului regenerabil (EUR/KG)

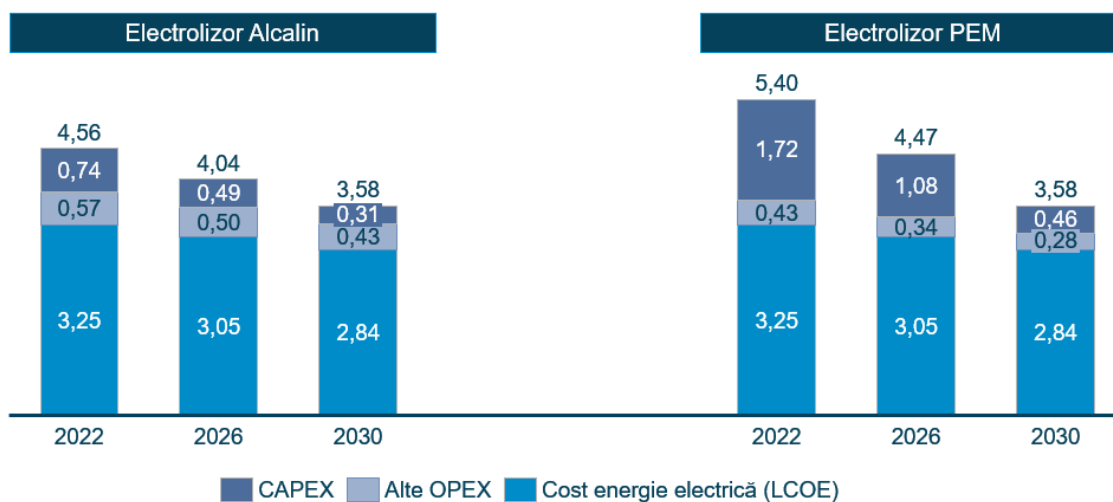


Figura nr.V.5.10 – Cost mediu în termeni reali (LCOH) al hidrogenului regenerabil (EUR/KG), Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)
(Notă: valorile folosite în reprezentarea grafică sunt atinse prin rotunjire la a doua zecimală)

Această producție de hidrogen asigură un grad de utilizare al electrolizorului suficient pentru a permite operarea în condiții de rentabilitate economică.

Hidrogenul regenerabil este în prezent un combustibil mai scump în comparație cu alternativele convenționale. Cu toate acestea, dezvoltarea accelerată a energiei regenerabile în mixul energetic și economiile de scară aferente, îmbunătățirile tehnologice care au ca rezultat reducerea costurilor electrolizoarelor, precum și evoluțiile prețului carbonului au potențialul de a modifica substanțial această dinamică.

V.5 Transportul, distribuția și stocarea hidrogenului în România

Atât transportul, distribuția, cât și stocarea hidrogenului sunt părți ale lanțului valoric care diferă ca cerințe pentru fiecare proiect individual în funcție de factori multipli printre care se numără:

- accesul la surse regenerabile de energie
- distanța dintre locul de producție și cel de consum
- accesul la rețeaua de transport sau distribuție a gazului
- volumul și distribuția de hidrogenului pentru a acoperi curbele de consum.

Racordarea Transgaz la European Hydrogen Backbone va reprezenta o potențială soluție pentru transportul și utilizarea hidrogenului în zone fără producție localizată.

Transgaz a identificat 11 culoare care ar putea fi incluse în „coloana vertebrală” a viitorului sistem european de transport al hidrogenului:

1. Culoarul conductelor de tranzit (prin utilizarea unei conducte);
2. Culoarul Marea Neagră - Podișor;
3. Culoarul Giurgiu – Podișor – Jupa – Nădlac (culoarul BRUA)
4. Culoarul Onești- Gherăești- Lețcani- Ungheni (Republica Moldova)
5. Culoarul Petrovaselo – Comloșu Mare (Serbia)
6. Culoarul Jupa – Prunișor
7. Culoarul Isaccea – Onești
8. Culoarul Silistea – București
9. Culoarul Onesti – Coroi - Hateg
10. Culoarul Coroi – Medieșul Aurit
11. Culoarul Podișor - Coroi

În Planul de Dezvoltare a Sistemului Național de transport gaze naturale (PDSNT 2024-2033), Transgaz a prevăzut o serie de proiecte care au fost incluse atât în TYNDP 2024⁶⁴ după cum urmează:

A. Proiecte de reconversie a infrastructurii de transport gaze naturale pentru transportul hidrogenului:

1. Modernizarea conductei Isaccea-Jupa pentru transportul hidrogenului
2. Modernizarea conductei Giurgiu – Nădlac pentru transportul hidrogenului.
3. Modernizarea conductei Marea Neagră – Podișor pentru transportul hidrogenului

⁶⁴ <https://www.entsog.eu/tyndp>

4. Modernizarea conductei Onești-Ungheni pentru transportul hidrogenului
 5. Modernizarea interconectării România – Serbia pentru transportul hidrogenului
 6. Modernizarea conductei Coroi- Medieșul Aurit pentru transportul hidrogenului
 7. Modernizarea conductei Negru Voda – Isaccea pentru transportul hidrogenului
 8. Modernizarea conductei Vadu-T1 pentru transportul hidrogenului
- B. *Proiecte de dezvoltare culoare dedicate pentru transportul hidrogenului*
1. Culoar pentru transport hidrogen pe direcția Giurgiu-Podișor- Bibești-Jupa-Horia-Nădlac
 2. Culoar pentru transport hidrogen pe direcția Marea Neagră - Podișor

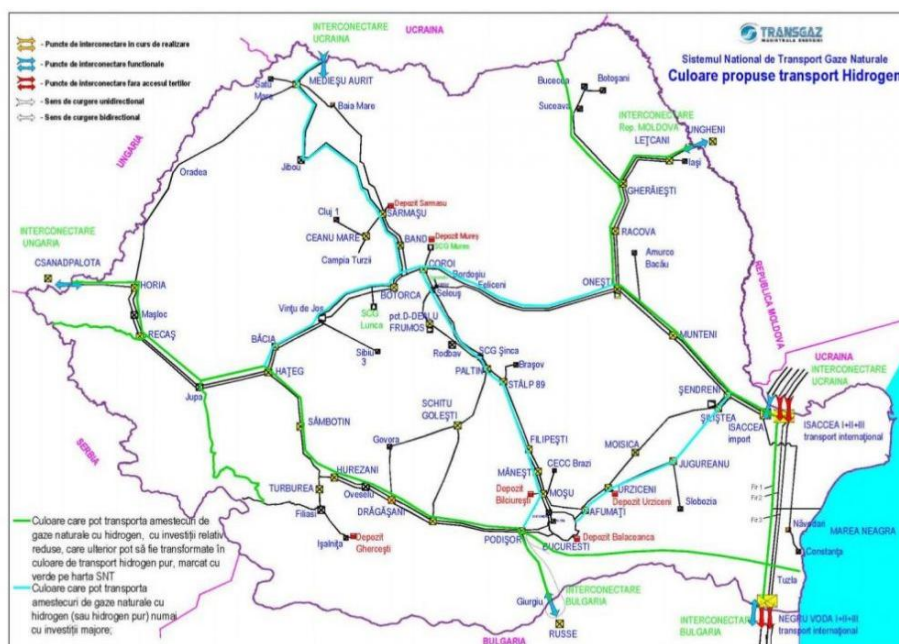


Figura nr.V.5.1 – Propunere a "coloanei vertebrale" a SNT pentru transportul hidrogenului,
Sursă: Transgaz (2021)

Culoarele menționate mai sus vor îndeplini condițiile tehnice specifice amestecului de gaze pe care îl vor transporta și distribui, respectiv condițiile pentru transportul și distribuția de hidrogen 100%, atunci când se va finaliza trecerea la gaze regenerabile.

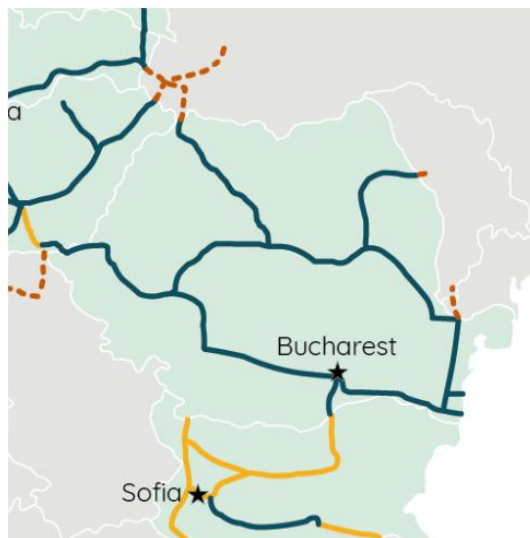


Figura nr.V.5.2 – Dezvoltarea infrastructurii cu hidrogen pe teritoriul României în anul 2040, Sursă: European Hydrogen Bank (2022)

Planurile Transgaz de racordare la European Hydrogen Backbone prevăd ca România să fie interconectată în anul 2030 cu Ungaria, Bulgaria.

Până în 2035, în sud-estul României, conducta Transbalkanică se va întinde de la granița cu Ucraina până la granița cu Bulgaria, în timp ce în nord, o conductă de hidrogen se va întinde de la IP existent UA/RO până în centrul României, asigurând astfel un potențial import și/sau export de hidrogen.

În vestul României, interconectarea cu Serbia este prevăzută pentru utilizarea 100 % a hidrogenului, restul conductelor necesitând modernizări pentru amestecul hidrogenului cu gaz natural.

Rețeaua de transport gaze naturale va permite injectarea unui volum de până la 2% de hidrogen, așa cum a fost stabilit prin Directiva (UE) 2024/1788 privind normele comune pentru piețele interne în sectorul gazelor din surse regenerabile, al gazelor naturale și al hidrogenului, de modificare a Directivei (UE) 2023/1791 și de abrogare a Directivei 2009/73/CE, reformare, și Regulamentului 2024/1789 privind piețele interne ale gazelor din surse regenerabile, gazelor naturale și hidrogenului, de modificare a Regulamentelor (UE) nr. 1227/2011, (UE) 2017/1938, (UE) 2019/942 și (UE) 2017/684 și de abrogare a Regulamentului (CE) nr 715/2009 (reformare), cunoscute ca și Pachetul IV energetic pentru promovarea hidrogenului și reducerea emisiilor de metan.

Alături de Bulgaria și Grecia, România este parte a coridorului prioritar HI East pentru hidrogen și electroliză. Poziția apropiată geografic de nordul Africii și de Orientul Mijlociu facilitează viitoarele importuri de hidrogen regenerabil pe cale maritimă, sau chiar prin conducte submarine de transport. Cererea de hidrogen estimată pentru acest coridor este de 53 TWh pe an până în 2030, 179 TWh anual până în 2040 și 260 TWh anual până în 2050. Producția estimată este de 22.1 TWh anual până în 2030, 151 TWh anual până în 2040 și 183 TWh anual până în 2050⁶⁵.

Prin operatorul național de transport al gazului natural, Transgaz, se vor realiza conexiunile planificate cu rețelele de transport din Bulgaria, astfel încât țara noastră să fie racordată la fluxurile de hidrogen planificate pentru importurile din nordul Africii și Orientul Mijlociu către țările europene.

⁶⁵ https://www.entsog.eu/sites/default/files/2023-04/web_entsog_230311_CHA_Learnbook_230418.pdf

Din perspectiva infrastructurii de distribuție gaze naturale, aceasta poate juca un rol central în vehicularea hidrogenului către consumatori (industrie, transporturi, încălzire rezidențială etc.), fiind în majoritatea cazurilor, veriga cea mai apropiată de consumator, din lanțul valoric al hidrogenului. Conform datelor ANRE, aproape 70% din rețelele de distribuție (peste 60.000 km) sunt din polietilenă, iar lungimea totală a acestora este în continuă creștere. Astfel, pentru atingerea dezideratului de a utiliza infrastructura de gaze naturale pentru transportul și distribuția hidrogenului în amestec cu gaze naturale sau hidrogen 100%, se impune pregătirea anticipativă a dezvoltării de rețele la standardul hydrogen-ready și smart grid.

Mai mult, aceste rețele pot deservi pe termen mediu (2030-2035) și lung (2035-2050) nevoia de amestec de hidrogen cu gaze naturale / alte gaze verzi, inclusiv hidrogen 100%, pentru: sectorul de încălzire, inclusiv sistemul de alimentare centralizată cu energie termică (SACET), centrale pe gaze naturale cu ciclu combinat (CCGT), centrale de cogenerare (CHP), respectiv consumatorii industriali.

Sectorul industrial

Pentru industriile care consumă hidrogen în prezent, precum și pentru cele care planifică investiții în integrarea hidrogenului verde, este necesară asigurarea unui flux continuu de hidrogen pentru procesele lor.

Producția hidrogenului regenerabil va fi asigurată de funcționarea electrolizoarelor utilizând energie din surse regenerabile timp de minimum 3.445 de ore anual, rezultând o medie de 9,4 ore / zi. Astfel, fluxul continuu al hidrogenului trebuie asigurat și în orele în care electrolizorul este oprit, din lipsa sursei de energie din surse regenerabile sau în cazul perioadelor de mentenanță sau reparații.

Pentru procesele industriale descrise la capitolul V.3, nu este necesară stocarea unor volume mari de hidrogen până în anul 2030 pentru a asigura fluxul continuu în procesele industriale, de tipul depozitelor în caverne de sare sau zăcăminte epuizate de gaz natural, astfel că atât producția, cât și stocarea hidrogenului se vor face la locul de consum.

Sectorul de transport

Producția de hidrogen pentru transportul public comun va fi localizată în proximitatea cererii, fiind cea mai fezabilă soluție.

În cazul transportului greu, stațiile de alimentare vor fi localizate de-a lungul rețelei TEN-T, necesitând alimentare zilnică în vederea utilizării hidrogenului regenerabil la pompă. Acestea vor fi alimentate transportând hidrogenul de la producători, cu camioane sau după caz trenuri. Alimentarea stațiilor de reîncărcare cu hidrogen pe cale rutieră, de la producție la locul de consum nu este o soluție potrivită pe termen lung, având în vedere emisiile totale de gaze cu efect de seră pe întregul proces și capacitatea de hidrogen care poate fi transportată de mijloacele mobile. Electrolizoarele localizate la producător vor funcționa relativ constant atunci când există energie din surse regenerabile, urmând ca producția de hidrogen să fie stocată local până la transportul către stațiile de alimentare.

Transportul prin rețeaua de gaz natural, în amestec, nu ar fi fezabil economic pentru utilizarea în sectorul transporturilor, datorită necesității extracției și purificării hidrogenului amestecat în rețea.

Similar cu sectorul industrial, în procesele industriei de rafinare este necesară asigurarea unui flux continuu de hidrogen.

Costul de stocare al hidrogenului regenerabil poate varia semnificativ în funcție de fezabilitatea tehnică și economică a modului de stocare, precum și a perioadei de stocare pentru fiecare utilizare.

La nivelul anului 2024, CAPEX pentru o capacitate de stocare de 1 kg hidrogen regenerabil este de ~10 EUR/kg pentru stocarea în zăcăminte epuizate de gaz natural, în timp ce CAPEX pentru stocarea în caverne de sare este de ~32 EUR/kg. Aceste costuri urmează să scadă semnificativ pentru stocarea în zăcămintele de gaz natural la nivelul anului 2030, estimat la ~5 EUR/kg, în timp ce pentru cavernele de sare scăderea este marginală la ~30 EUR/kg⁶⁶.

V.6 Văi de hidrogen în România (H₂ valleys)

Văile de hidrogen (H₂ valleys) se dezvoltă eficient în zone geografice ce acoperă întregul lanț valoric al hidrogenului (producție, stocare, distribuție, consum final). În cadrul acestor văi, sunt localizați atât mulți consumatori de hidrogen - existenți și potențiali - din una sau mai multe industrii, cât și potențial de producere de hidrogen care să acopere cererea. Prin localizarea într-o regiune comună și acoperirea întregului lanț valoric, dezvoltarea hub-urilor poate oferi avantaje multiple precum:

- scăderea gradului de risc al investiției (de-risking) prin împărțirea investițiilor capitale între mai mulți parteneri, și astfel atragerea unor finanțări mai atrăgătoare
- reducerea costurilor de dezvoltare a infrastructurii necesare (conduce, stocare, stații de reîncărcare), ca urmare a sinergiilor și a economiilor de scară rezultate
- dezvoltarea economică a zonei prin apariția unor industrii noi sau stimularea unora deja existente
- stimularea cooperării economice în vederea progresului tehnologic și a inovației.

Creșterea cererii de hidrogen în cadrul văilor poate determina, în timp, nevoia de a achiziționa hidrogenul necesar consumatorilor din regiune din alte puncte geografice. În cazul în care acesta va fi disponibil la un preț atractiv și a produs o cantitate redusă de emisii, necesitatea culoarelor/coridoarelor de hidrogen va crește, fapt ce va determina redefinirea infrastructurii existente de transport. Această evoluție poate însemna și re-dedicarea infrastructurii gazelor naturale și nevoia, totodată, de construire a unor noi elemente de rețea.

În mai 2022, inițiativa European Hydrogen Backbone a trasat planurile pentru dezvoltarea a 5 coridoare de transport de hidrogen, ce au rolul de a ajuta la atingerea obiectivelor Europene în domeniul hidrogenului în anul 2030⁶⁷. Într-o primă fază, aceste coridoare au ca scop conectarea cererii și ofertei de hidrogen la nivel European, oferind oportunitatea României de a importa și exporta hidrogen. De asemenea, România ar putea să fie conectată cu ajutorul Dunării de Austria, Bulgaria, Cehia, Germania, Ungaria, Slovacia, Muntenegru, Serbia, Moldova, Ucraina. Din luna aprilie 2022 Transgaz a devenit membru al European Hydrogen Backbone.

În scopul identificării potențialului pentru văile de hidrogen în România, au fost elaborate și analizate mai multe criterii cu diferite ponderi, pentru determinarea zonelor cele mai propice care ar putea deveni văi sau hub-uri de hidrogen.

Principalele criterii care au fost analizate sunt: industrii și companii relevante, existența surselor de apă, sistemul energetic din zonă, respectiv infrastructura energetică, aglomerările urbane prezente, infrastructura de transport marfă și persoane, posibilitățile pentru capacități de stocare a hidrogenului sau derivatelor acestuia.

⁶⁶ [CLEAN HYDROGEN JOINT UNDERTAKING](#) - Strategic Research and Innovation Agenda 2021 – 2027 (Februarie 2022)

⁶⁷ [European Hydrogen Backbone](#) - Trasare planuri pentru dezvoltarea a 5 potențiale coridoare pentru transport de hidrogen (Mai 2022)

Industrii și companii relevante

- Industrii analizate la nivel de companie, unități de producție, locație fabrici, mărime cerere prognozată:
 - Siderurgică & Metalurgică
 - Producție amoniac
 - Fabricare ciment & var
 - Fabricare cărămizi
 - Fabricare hârtie & carton
 - Fabricare sticlă
 - Rafinării petrol

Sistem energetic

- Potențialul local de resurse energetice pentru producție hidrogen curat
- Infrastructură gaze la nivel național pentru utilizare în producție hidrogen curat (consum)
- Capacitatea energetică de transport și distribuție

Infrastructură transport

- Rețea autostrăzi, feroviară, principale porturi și aeroporturi
- Rețele cu potențial de transport hidrogen (exemplu: European Hydrogen Backbone)

Surse apă

- Potențialul hidrografic disponibil

Aglomerări urbane

- Pentru zonele de interes, stabilirea orașelor principale
- Populație, suprafață, necesar transport, în special pe distanță medie și mare, număr vehicule

Capacități stocare

- Zone și capacități dezafectate, saline, depozite petrol, cu potențial de reintegrare în cadrul vâilor

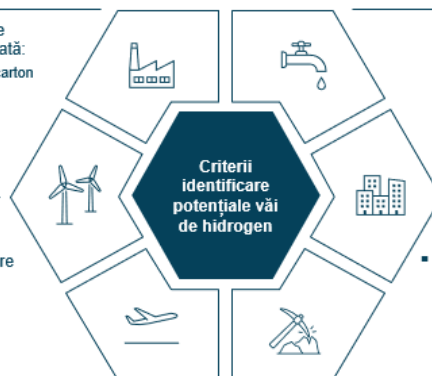


Figura nr.V.6.1 – Detalierea criteriilor de identificare a potențialelor vâi de hidrogen, Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Industrii și companii relevante

Au fost analizate la nivel național industriile și companiile relevante, conturându-se o serie de centre industriale, unde hidrogenul este sau poate fi folosit ca materie primă în producție sau ca sursă de energie, cele mai mari cantități necesare fiind identificate în industriile: siderurgice, metalurgice, producției de amoniac și rafinăriilor.

Surse de apă și sistem energetic

Sursele de apă necesare producției de hidrogen au fost analizate atât din punct de vedere al disponibilității, cât și corelate cu sistemul energetic la nivel regional. Au fost urmărite zonele geografice unde există râuri cu debit suficient de mare, încât să fie asigurat necesarul de apă pentru producția de hidrogen prin electroliza apei.

De asemenea, a fost evidențiat numărul mare de hidrocentrale existente la nivel național, dar și potențialul energiei regenerabile – în special în Dobrogea, ca și combinație de eolian și solar, dar și în Oltenia și alte zone din țară. Capacitatea rețelelor de transport și distribuție în SEN a fost luată în considerare, precum și planurile de dezvoltare a rețelelor electrice și/sau de gaze naturale.

Infrastructură transport mărfuri și persoane și aglomerări urbane

Distanțele reduse dintre centrele industriale identificate și anumite orașe principale ale țării constituie un avantaj în conturarea unei vâi. Printre aceste avantaje enumerăm accesul la resurse umane specializate, consumarea hidrogenului rezultat la nivel urban atât în zona de transporturi, cât și în zona de încălzire. Aceste avantaje pot fi susținute de accesul la infrastructura de transport națională (feroviară și/sau rutieră) și de către accesul portuar la Dunăre sau Marea Neagră.

Capacități geologice de stocare

Capacitățile geologice de stocare a hidrogenului în aceste văi sunt tratate ca un avantaj pentru zona respectivă, dar nu un criteriu de eliminare.

Pe baza acestor criterii au rezultat propunerile preliminare de localizare a văilor de hidrogen din România, așa cum sunt evidențiate în figura de mai jos.

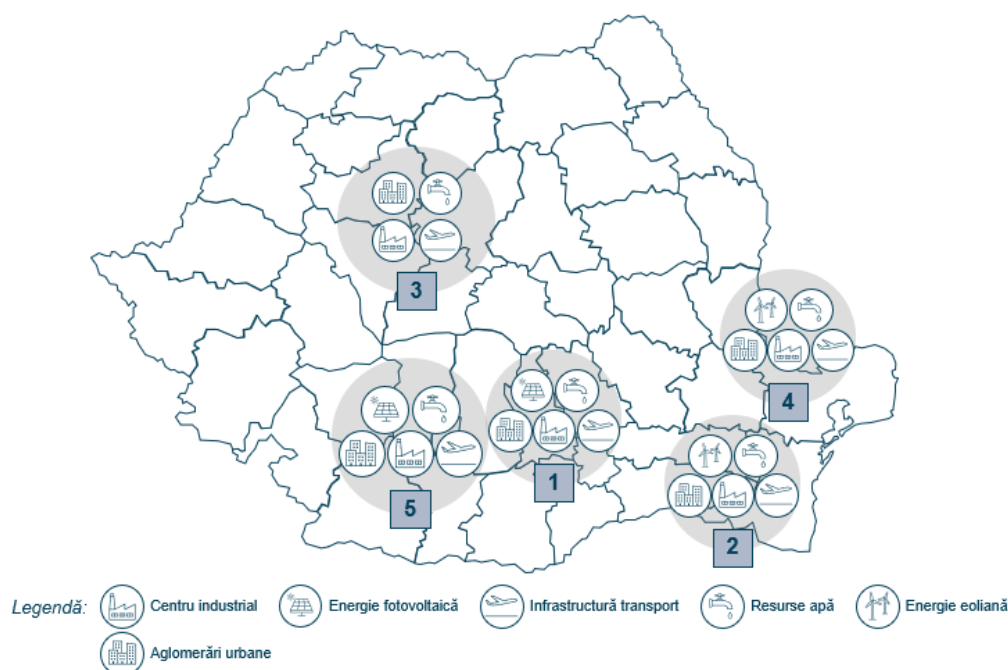


Figura nr.V.6.2 – Localizarea geografică a potențialelor văi de hidrogen în România, Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Dezvoltarea văilor de hidrogen poate oferi pe teritoriul României oportunitatea de a construi o economie a hidrogenului, ce include inclusiv beneficii aduse comunității, din perspectiva reducerii poluării și creării de locuri de muncă.

Cele cinci potențiale văi de hidrogen identificate sunt:

1. București – Ploiești – Târgoviște – Pitești

Regiunea este un centru industrial major, alături de rafinării, în cadrul cărora există și în prezent cerere pentru hidrogen. De asemenea, cele două fabrici de ciment din cadrul acestei văi prezintă potențialul utilizării hidrogenului regenerabil după orizontul anului 2030. Tot în acest orizont, datorită aglomerărilor urbane situate în această regiune și al consumului rezidențial ridicat de gaze naturale, se remarcă potențialul pentru amestecul hidrogenului cu gazele naturale pentru uz casnic și non-casnic. Capacitatea de racordare la sistemul energetic este ridicată, alături de potențialul pentru energia fotovoltaică. Întrucât aglomerările urbane sunt puternic concentrate pe această rază și susținute de o infrastructură dezvoltată de transport, cererea pentru transportul public și pentru amestecul cu gaze naturale poate prezenta valori ridicate în viitor.

2. Constanța – Medgidia – Călărași – Slobozia

În cadrul acestei arii, se regăsește o rafinărie care produce și consumă hidrogen în prezent, dar există și industrii de interes (e.g. industria cimentului) ce pot folosi hidrogenul în viitor. În această zonă este cel mai mare port național. De asemenea, potențialul SRE este printre cele mai ridicate din țară, cu toate că rețeaua de transport al energiei electrice necesită investiții suplimentare din partea Transelectrica. Portul Constanța planifică investiții într-un terminal de bunkeraj pentru combustibili alternativi (hidrogen și/sau derivați), iar porturile maritime de pe Dunăre cuprinse în TEN-T vor fi modernizate și vor realiza investiții pentru transportul de combustibili alternativi. La Slobozia există un combinat chimic în conservare, în cadrul căruia există o fabrică de amoniac cu capacitate de 1.100 t/zi. De asemenea, există posibilitatea dezvoltării unei văi de hidrogen integrată, împreună cu Ucraina sau Republica Moldova.

3. Cluj – Târgu Mureș – Sighișoara – Sibiu – Sebeș

Această regiune dispune în prezent de cea mai mare cerere de hidrogen, generată de industria amoniacului. La Târgu Mureș există un combinat de îngrășăminte cu două fabrici de amoniac cu o capacitate de 1.100 t/zi. De asemenea, fabrica de ciment din cadrul acestei văi prezintă potențialul utilizării hidrogenului regenerabil după orizontul anului 2030. Datorită aglomerărilor urbane situate în această regiune și al consumului rezidențial ridicat de gaze naturale, se remarcă potențialul pentru amestecul hidrogenului cu gazele naturale pentru uz casnic și non-casnic. Producția de energie din surse regenerabile prezintă valori moderate comparativ cu restul regiunilor analizate. În zona Făgăraș-Victoria există foste platforme industriale din industria chimică și de îngrășăminte, precum și o fabrică de ciment la o distanță de cca. 50 km de Sighișoara, care într-o etapă ulterioară ar putea intra în această vale (de ex. Nitroporos, cu o fabrică de amoniac cu o capacitate de 900 t/zi).

4. Galați – Brăila – Tulcea

În această arie nu există în prezent cerere pentru hidrogen la nivel industrial, însă prin intermediul noilor proiecte planuite din industria siderurgică, consumul potențial poate deveni cel mai ridicat la nivel național. Totodată, se remarcă existența porturilor fluviale maritime, dar și a unui potențial ridicat pentru producția de energie eoliană. Proximitatea acestei zone cu valea numărul 2 reprezintă un alt avantaj, având în vedere că o conectare a acestor zone (de exemplu prin conducte de transport de hidrogen) ar oferi sinergii considerabile ambelor văi.

De asemenea, există posibilitatea dezvoltării unei văi de hidrogen integrată, împreună cu Ucraina sau Republica Moldova.

5. Craiova – Slatina – Târgu Jiu – Rm. Vâlcea

În prezent, această zonă geografică prezintă un nivel relativ scăzut de cerere pentru hidrogen la nivel industrial, dar cuprinde multiple puncte de producție industriale ce pot folosi hidrogenul în viitor, înainte și după orizontul anului 2030 (Complexul Energetic Oltenia, Chimcomplex Râmnicu Vâlcea). Un alt avantaj al acestei văi îl constituie potențialul solar al zonei și capacitatea ridicată de racordare la rețeaua electrică. Există în această zonă și facilități de cercetare/inovare, astfel ICSI Rm. Vâlcea coordonează proiectul strategic Hub Român de Hidrogen și Noi Tehnologii Energetice, contract G 2024-81692/390006 din 13.11.2024, proiect aflat în implementare în cadrul Programului Operațional Creșterea Inteligență, Digitalizare și Instrumente Financiare.

Ierarhizare și prioritizare văi

Criteriile de identificare a potențialelor văi de hidrogen prezentate anterior au fost utilizate pentru construirea unui model de evaluare, ce a ajutat la ierarhizarea acestora. Ponderile criteriilor folosite și aspectele analizate sunt prezentate în figura următoare:

Industrii consum actual hidrogen	Industrii consum potențial hidrogen	Capacitate racordare sistem energetic	Potențial energie regenerabilă (fotovoltaică)
Conform analizei realizate pe baza chestionarelor primite de la consumatorii de hidrogen din prezent, cele mai ridicate scoruri au fost obținute de: • Cluj – Târgu Mureș – Sighișoara – Sibiu – Sebeș: 10,00 • București – Ploiești – Târgoviște – Pitești: 6,87	Prin analizarea cifrelor de afaceri corespunzătoare codurilor CAEN pentru industriile de interes și maparea unităților de producție la nivel regional au rezultat: • Galați – Brăila – Tulcea: 10,00 (această vale include și noi proiecte planificate din industria siderurgică) • Craiova – Slatina – Târgu Jiu: 4,81	Planurile de dezvoltare a rețelei Transelectrica pentru anul 2025 au relevat valori crescute în următoarele văi: • București – Ploiești – Târgoviște – Pitești: 10,00 • Craiova – Slatina – Târgu Jiu: 9,80	Analiza factorului de capacitate pentru energia fotovoltaică, în funcție de zonele geografice definite, nu a prezentat diferențe majore în ceea ce privește scorul obținut de văi – toate cele 5 înregistrând valori de peste 9,50
Potențial energie regenerabilă (eoliană)	Aglomerări urbane – Amestec hidrogen cu gaze naturale	Aglomerări urbane – Transport public	Infrastructură transport
Analiza factorului de capacitate pentru energia eoliană, în funcție de zonele geografice definite, a evidențiat două zone (în celelalte valoarea fiind 0): • Constanța – Medgidia – Călărași – Slobozia: 10,00 • Galați – Brăila – Tulcea: 10,00	În funcție de numărul de gospodării din orașe și consumul mediu per gospodărie (asumând capacitatea rețelei și conducte polietilene), principale văi sunt: • București – Ploiești – Târgoviște – Pitești: 10,00 • Cluj – Târgu Mureș – Sighișoara – Sibiu – Sebeș: 2,71	Analizând numărul de autobuze din cadrul orașelor și corelându-l cu o potențială cerere mai ridicată de hidrogen (pentru autobuze cu hidrogen), au reieșit: • București – Ploiești – Târgoviște – Pitești: 10,00 • Cluj – Târgu Mureș – Sighișoara – Sibiu – Sebeș: 2,82	Bazat pe traficul anual de pasageri din aeroporturi, cantitatea de marfă recepționată în porturi și km de drum în rețeaua TEN-T (corelați cu numărul stațiilor de încărcare): • București – Ploiești – Târgoviște – Pitești: 6,67 • Constanța – Medgidia – Călărași – Slobozia: 4,93

Figura nr.V.6.3 – Evaluarea văilor identificate,
Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Scorurile au fost calculate acordând văii cu cea mai mare cerere/capacitate/potențial punctajul 10,00 (în funcție de fiecare categorie), iar pentru următoarele în ordinea valorii, a fost calculată pro-rata raportată la numerele înregistrate în dreptul văii cu punctajul cel mai ridicat.

Toate văile identificate au acces la rețeaua europeană de hidrogen prin conducte, Hydrogen Backbone, capacitate de racordare la rețeaua de gaze naturale și au surse de apă disponibile, motiv pentru care aceste caracteristici nu au fost punctate separat.

Ponderea alocată fiecărui element este atribuită în funcție de importanța specifică a criteriului în stabilirea unei văi de hidrogen, urmărind următoarele valori: *Industrii consum actual hidrogen* – 20%, *Industrii consum potențial hidrogen* – 10%, *Capacitate racordare sistem energetic* – 10%, *Potențial energie din surse regenerabile (fotovoltaică)* – 10%, *Potențial energie din surse regenerabile (eoliană)* – 20%, *Aglomerări urbane – Amestec hidrogen cu gaze naturale* – 5%, *Aglomerări urbane – Transport public* – 10%, *Infrastructură transport* – 15%. Importanța ponderilor este bazată atât pe existența unei cereri pentru hidrogen, dar și pe condițiile tehnice pentru susținerea unei astfel de cereri. În urma analizei, a rezultat următoarea ierarhizare, bazată pe aplicarea mediei ponderate asupra criteriilor definite anterior.

Vale 1: București – Ploiești – Târgoviște – Pitești

Vale 2: Constanța – Medgidia – Călărași – Slobozia

Vale 3: Cluj – Târgu Mureș – Sighișoara – Sibiu – Sebeș

Vale 4: Galați – Brăila – Tulcea

Vale 5: Craiova – Slatina – Târgu Jiu - Rm.Vâlcea

Criterii	Văi de hidrogen				
	Vale 1	Vale 2	Vale 3	Vale 4	Vale 5
Industrii consum actual hidrogen	6.87	6.21	10.00	0.01	1.85
Industrii consum potențial hidrogen	2.66	2.21	4.09	10.00	4.81
Capacitate racordare sistem energetic	10.00	6.20	8.98	6.20	9.80
Potențial energie regenerabilă (fotovoltaică)	10.00	10.00	9.23	9.92	9.62
Potențial energie regenerabilă (eoliană)	-	10.00	-	9.57	-
Aglomerări urbane - Amestec hidrogen cu gaze naturale	10.00	1.68	2.71	2.11	1.61
Aglomerări urbane - Transport public	10.00	1.36	2.82	1.52	1.44
Infrastructură transport	6.67	4.93	2.84	1.48	1.98
Scor Total	6.14	6.04	5.07	5.01	3.31

Figura nr.V.6.4 – Ierarhizarea văilor identificate,

Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Factorii de succes pentru implementarea văilor de hidrogen în România	
1.	Alegerea unui concept bine fundamentat, care să acopere întregul lanț valoric și toate opțiunile tehnologice, și care să se adreseze unei nevoi locale și să se folosească de potențialul zonei
2	Definirea unei structuri comerciale fezabile, care să aducă partenerilor beneficii reale
3	Obținerea unei combinații de finanțare din multiple surse publice și private, astfel încât sursele publice să fie suficiente și să asigure fezabilitate comercială
4	O colaborare strânsă între parteneri și părțile implicate pe tot parcursul proiectului și o implicare constructivă și continuă
5	Sprijin din partea autorităților centrale și locale, angajamentul publicului și acceptanță pe parcursul derulării proiectului de realizare a văii

V.7 Piața hidrogenului în România și mecanismele pieței

Strategia UE privind hidrogenul prevede crearea „unei piețe lichide și funcționale a hidrogenului”, în care „comerțul cu hidrogen pe bază de mărfuri ar facilita intrarea de noi producători”. Strategia a stabilit prioritatea dezvoltării hidrogenului regenerabil, produs folosind în principal energia eoliană și solară.

Performanța diferitelor tehnologii de producere a hidrogenului în raport cu obiectivul de decarbonizare poate fi reflectată în procesul lor de producție, care necesită cantități diferite de certificate de emisii ale UE (EU-ETS) pentru a-și acoperi emisiile de gaze cu efect de seră (GES). Producția de hidrogen regenerabil nu prezintă emisii de CO₂, iar hidrogenul cu amprentă redusă de carbon, conform definiției folosite în cadrul acestui document, generează deșeuri de natura celor rezultate în generarea energiei electrice nucleare.

În prezent, nu există o piață funcțională la nivelul UE pentru certificarea valorii regenerabile a hidrogenului regenerabil. Acest lucru ar putea fi asigurat de un sistem de garanții de origine regenerabilă (GO).

Viitorul cadru de piață care să asigure dezvoltarea economiei hidrogenului ar putea cuprinde două elemente:

- Piața hidrogenului (commodity market) - nivel local/European;
- Un sistem și o piață de GO, pentru recunoașterea și comercializarea certificatelor care atestă valoarea regenerabilă a hidrogenului regenerabil - nivel local/European.

Crearea unor mecanisme de piață solide pentru hidrogenul cu amprentă redusă de carbon și cel regenerabil și a produselor sale din exploatare, cum ar fi amoniacul, va asigura transparența prețurilor și a volumelor de tranzacționare și o dezvoltare sustenabilă a industriei.

Hidrogenul poate fi cumpărat și vândut într-o varietate de moduri, în funcție de piața specifică și de nevoile cumpărătorilor și vânzătorilor. Unele mecanisme comune pentru comercializarea hidrogenului includ:

- Livrare fizică: hidrogenul poate fi transportat pe cale rutieră, prin conductă sau pe navă și poate fi vândut printr-o varietate de canale, inclusiv către utilizatori industriali și stații de realimentare pentru vehicule cu celule de combustibil (FCEV).
- Piețe spot: pe o piață spot, hidrogenul este cumpărat și vândut pentru livrare imediată. Prețurile sunt de obicei determinate de cerere și ofertă pe termen scurt.
- Contracte forward: într-un contract forward, hidrogenul este cumpărat și vândut pentru livrare la un anumit moment în viitor. Prețul este convenit în momentul încheierii contractului și se bazează de obicei pe prețul așteptat al hidrogenului în momentul livrării.
- Piețe de instrumente derivate: hidrogenul poate fi tranzacționat și prin piețele de instrumente derivate, cum ar fi piețele futures și de opțiuni. Pe aceste piețe, participanții pot specula cu privire la prețul viitor al hidrogenului sau se pot proteja împotriva schimbărilor de preț.
- Piețele carbonului: hidrogenul poate fi comercializat și prin piețele carbonului, unde este utilizat ca mijloc de compensare a emisiilor de carbon. În acest caz, hidrogenul este de obicei evaluat pe baza capacității sale de a reduce emisiile de gaze cu efect de seră.

Există mai multe mecanisme de piață care pot fi utilizate pentru a facilita producția, distribuția și consumul de hidrogen:

- Subvenții și stimulente guvernamentale: guvernele pot oferi stimulente financiare și subvenții pentru a încuraja dezvoltarea și adoptarea tehnologiei hidrogenului. Acestea pot include finanțare pentru întărirea și dezvoltarea rețelei de distribuție a energiei electrice și gazelor, cercetare și dezvoltare, credite fiscale pentru întreprinderi și persoane fizice care utilizează hidrogen și granturi pentru construcția infrastructurii de hidrogen.
- Tarifarea carbonului: mecanismele de stabilire a prețului carbonului, cum ar fi o taxă pe carbon sau un sistem de limitare și comercializare, pot crea un stimulent economic pentru ca întreprinderile să își reducă emisiile de carbon. Acest lucru poate încuraja utilizarea tehnologiilor cu emisii scăzute de carbon, cum ar fi hidrogenul cu amprentă redusă de carbon, care poate fi folosit ca înlocuitor pentru combustibilii fosili.
- Investiții în sectorul privat: sectorul privat poate juca, de asemenea, un rol în sprijinirea dezvoltării și adoptării tehnologiei hidrogenului. Companiile pot investi în cercetare și dezvoltare, pot construi

instalații și infrastructură de producție a hidrogenului și pot dezvolta noi produse și servicii care utilizează hidrogen.

- Book and Claim: Sistemul propus separă modalitatea de obținere a hidrogenului din fluxul fizic al produsului și oferă posibilitatea de utilizare a hidrogenului regenerabil în orice loc de consum, independent de locurile sale de producție, prin intermediul unor operații de tip swap, care iau în considerare Garanția de Origine regenerabilă (GO) a produsului

V.8 Finanțarea necesară

Având în vedere faptul că este vorba de o tehnologie relativ nouă, gradul ridicat de incertitudine aferent oricărei tehnologii în faze incipiente de adoptare va genera o abordare prudentă în ceea ce privește acordarea creditelor bancare.

Pentru a încuraja atingerea Țintelor de producție și consum, respectiv adoptarea pe scară largă a tehnologiilor bazate pe hidrogen, Strategia Națională a Hidrogenului identifică mecanismele de finanțare optime și care vor menține, în același timp, echilibrul pieței din perspectivă concurențială.

Astfel, pentru a facilita accesul la instrumente de finanțare, se impune implementarea unor măsuri care să permită reducerea riscurilor și securizarea beneficiilor economice estimate ale proiectelor.

- Siguranța cererii poate fi realizată prin acordurile între producători și consumatori, fie sub forma unor acorduri de cumpărare a volumelor de hidrogen, de o anumită calitate (de ex. cu certificate de origine sau de emisii) sau investiții comune în clustere industriale pentru hidrogen. Angajamentele de reducere a emisiilor din partea marilor companii din industrie vor contribui la crearea siguranței cererii.
- Prin strategia de finanțare sustenabilă, Comisia Europeană, urmărește (i) reorientarea fluxurilor de capital către o economie mai sustenabilă, (ii) includerea elementelor de sustenabilitate în sistemele de administrare a riscurilor și (iii) încurajarea transparenței și a viziunii pe termen lung. În acest sens, certificarea hidrogenului în funcție de gradul de emisii ar putea juca un rol major în facilitarea accesului la finanțare.
- În ceea ce privește utilizarea hidrogenului regenerabil în transportul public, Guvernul, prin ministerul de resort și unitățile administrativ-teritoriale, poate promova achiziționarea și operarea mijloacelor de transport alimentate cu hidrogen prin includerea acestora în contractele de servicii publice, pe ambele sectoare de transport public de pasageri, feroviar și rutier, atât în transportul public local, cât și în transportul interjudețean de persoane.

Totodată, Comisia Europeană a anunțat crearea unei Bănci Europene pentru Hidrogen (European Hydrogen Bank), o măsură de sprijin public a UE pentru a stimula și dezvolta o economie a hidrogenului în Europa. Această inițiativă are ca scop accelerarea investițiilor și diminuarea lipsei de finanțare disponibilă în vederea îndeplinirii Țintelor setate în cadrul RePowerEU de producție și import a hidrogenului regenerabil⁶⁸. În primul rând, Banca Europeană pentru Hidrogen va ajuta să facă față provocărilor financiare inițiale pentru a crea o piață emergentă de hidrogen regenerabil, însă aceasta va avea și o dimensiune internațională pentru a facilita importurile de hidrogen regenerabil în UE. Comunicatul Comisiei Europene prezintă cei patru piloni ai inițiativei: două mecanisme de finanțare

⁶⁸ [Comisia Europeană](#) – Prezentarea Comisiei a Băncii Europene pentru Hidrogen pentru a stimula economia hidrogenului regenerabil (Martie 2023)

pentru finanțarea pieței interne și pentru importurile internaționale de hidrogen regenerabil în UE, asigurarea transparenței și a coordonării în UE și în final, simplificarea instrumentelor financiare existente, împreună cu coordonarea și combinarea acestora cu noi finanțări publice și private⁶⁹.

⁶⁹ [Comisia Europeană](#) – Comunicare a Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor privind Banca Europeană pentru Hidrogen (Martie 2023)

Mecanismele de finanțare pentru adoptarea unei economii a hidrogenului vor lua în considerare întregul lanț valoric.

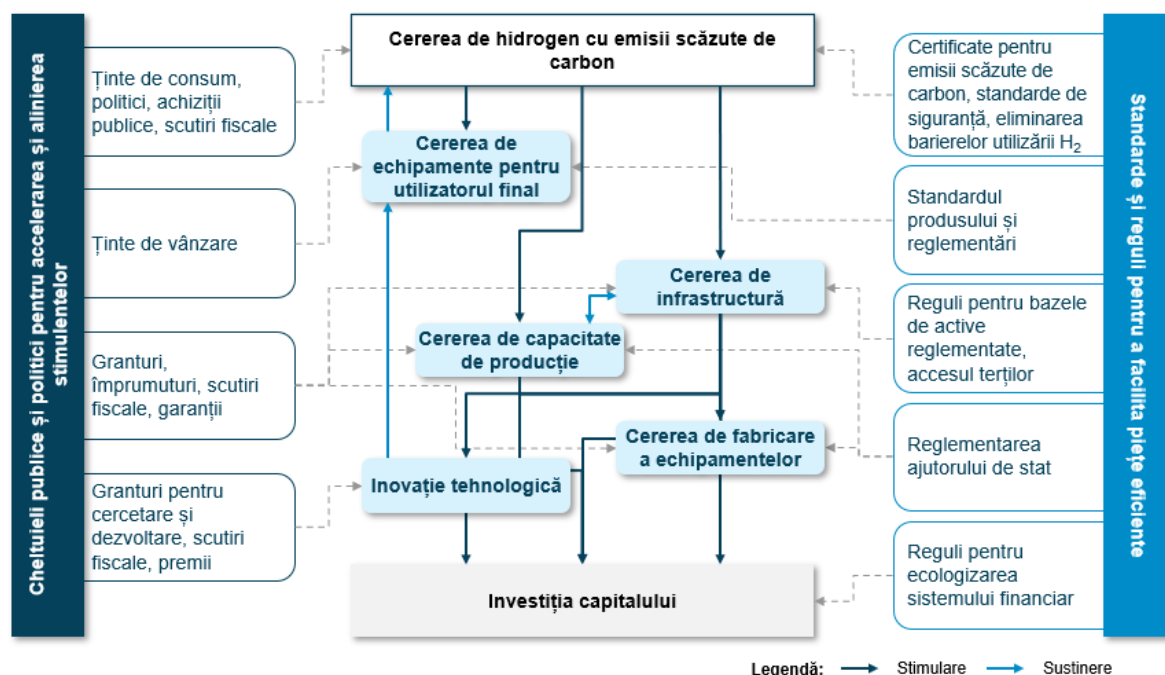


Figura nr.V.8.1 – Modul de interacțiune între politicile de finanțare și subvenționare și intervențiile necesare în reglementare pentru implementarea unei strategii a hidrogenului, Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)

Politicile de promovare a tehnologiei sunt necesare pentru a avansa tehnologiile de-a lungul ciclului antreprenorial, de la cercetare - dezvoltare la proiecte pilot și mergând până la extindere. Programele de finanțare cu granturi de investiții/împrumuturi pentru cheltuieli de capital (CAPEX) vor fi forma dominantă de sprijin în stadiu incipient. Programele se vor concentra pe promovarea producției de hidrogen din surse regenerabile. De asemenea, finanțarea trebuie să aibă în vedere și costurile de tip operațional (OPEX), care pot suferi creșteri cauzate de tehnologia necesară producției de hidrogen regenerabil.

Politicile de stimulare a cererii sunt necesare pentru a încuraja consumul de hidrogen regenerabil și cu amprentă redusă de carbon atât în aplicații noi, precum și în industriile curente care utilizează hidrogen cu emisii ridicate de CO₂ și care trebuie decarbonizate. Programele de finanțare guvernamentale vor lua în considerare consumatorii de hidrogen pentru a acoperi investițiile legate de conversia tehnologiei, de proces și de modernizare a echipamentelor (ex. utilizarea hidrogenului pentru încălzire în producție, clădiri și transport greu).

Politicile de stimulare a infrastructurii sunt necesare pentru conectarea cererii cu producția, acolo unde acestea nu se află în aceeași locație. Politicile de stimulare a cererii și producției trebuie corelate

cu politicile de stimulare a dezvoltării infrastructurii, asigurând astfel implementarea sustenabilă a măsurilor privind hidrogenul. Având în vedere că în România se preconizează utilizarea gazelor naturale ca și combustibil de tranziție pe fondul rezervelor semnificative din Marea Neagră, rețeaua de gaze naturale este încă în curs de extindere și renovare, vor trebui asigurate măsuri de stimulare financiară, stimulare fiscală și programe de finanțare dedicate dezvoltării de rețele noi/reconversia rețelelor existente compatibile pentru transportul hidrogenului, asigurând astfel tranziția către gazele curate.

Instrumentele financiare prin care se pot acoperi costurile investițiilor în hidrogen trebuie definite cu scopul de a reduce riscurile și a crea certitudine (de ex. acordurile de cumpărare de hidrogen sau contractele pentru diferență) sau să subvenționeze și să stimuleze pentru a dezvolta proiecte și tehnologii până la o etapă în care devin mai puțin costisitoare.

Prezentăm mai jos instrumentele financiare recomandate pentru lansarea unei economii a hidrogenului în România. Pentru o eficiență ridicată a finanțării, trebuie utilizată o combinație adecvată de instrumente pe întreg lanțul valoric, care să stimuleze în mod echilibrat diferitele elemente, dar cu respectarea principiului de evitare a dublei finanțări. În plus, este necesară o flexibilitate în ceea ce privește accesul mediului privat dispus să promoveze și să contribuie în dezvoltarea pieței de hidrogen la aceste instrumente de finanțare, precum și alte finanțări nerambursabile. Totodată, acordarea acestor măsuri de sprijin financiar se va realiza cu respectarea legislației europene și naționale în domeniul ajutorului de stat.

Denumire instrument	Arie de aplicare		
	Producție	Consum	Infrastructură
Granturi	✓	✓	✓
Garanții de stat	✓	✓	✓
Sprijin fiscal	✓	✓	✓
Contracte pentru diferență	✓		
Schemă de prime fixe	✓	✓	
Contracte pentru diferență carbon		✓	
Model Parteneriat Public Privat (PPP)		✓	✓
Plată pentru disponibilitate			✓

*Figura nr.V.8.2 – Instrumente de finanțare potențiale per arii de aplicare,
Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)*

Granturile sunt sume de bani oferite în baza unor criterii de selecție în special actorilor care necesită efectuarea unor investiții/cheltuieli de capital (CAPEX) de valoare ridicată și care nu au randament

economic imediat. De asemenea, se oferă și pentru acoperirea unei părți a cheltuielilor operaționale (OPEX) rezultate din adoptarea timpurie a tehnologiei.

Garanții și împrumuturi acordate de stat

Garanția de stat oferă posibilitatea împrumutatului să obțină finanțare în condiții financiare mai bune pentru un împrumut, decât cele care sunt în mod normal disponibile pe piețele financiare. De obicei, beneficiind de o garanție de stat, un investitor în tehnologiile hidrogenului poate obține niveluri mai scăzute ale dobânzii și/sau să ofere mai puține garanții. În unele cazuri acest investitor, fără o garanție de stat, nu ar putea găsi o instituție financiară dispusă să îl împrumute în respectivele condiții economico-financiare. Garanțiile de stat pot astfel să faciliteze crearea unor noi modele de afaceri cu hidrogen și să dea posibilitatea unor întreprinderi să obțină resurse financiare în scopul de a desfășura activități în acest domeniu, sau, pur și simplu, să rămână în activitate, în loc să fie eliminate sau restructurate, având în vedere presiunea internațională în domeniul reducerii emisiilor poluante.

Scheme de sprijin fiscal

Politicile industriale oferă de obicei sprijin printr-un regim fiscal dedicat. Pentru hidrogenul regenerabil, politicile care reduc povara financiară legată de investiția în instalația de electroliză vor reduce acel element de cost și vor consolida decizia de investiție. Efectul acestor măsuri asupra bugetelor fiscale ale guvernului este mic la început, având în vedere capacitatea limitată de producție a electrolizoarelor. Scăderea stimulentele fiscale (în scădere pe măsură ce capacitatea este implementată) ar putea ține pasul cu lansarea economiei hidrogenului și scăderea costurilor cu investiția, pe măsura ieftinirii tehnologiei.

Mai mult decât încurajarea producerii de hidrogen regenerabil, stimulentele fiscale au rolul de a încuraja, de asemenea, utilizarea hidrogenului regenerabil, cât și taxarea suplimentară a consumatorilor care utilizează surse alternative poluante în locul hidrogenului regenerabil. Astfel, pârghiile fiscale pot accelera adoptarea măsurilor pentru îndeplinirea obiectivelor setate.

Contracte pentru diferență

Un mecanism de preț fix cu primă variabilă, cunoscut și sub denumirea de „contract pentru diferență (CfD)” se bazează pe un sistem prin care valoarea ajutorului variază în funcție de două (sau trei) variabile: (i) prețul de exercitare, (ii) un preț de referință și în unele cazuri, (iii) un preț minim.

Mărimea ajutorului va fi calculată ca diferență dintre prețul de exercitare și prețul de referință, fără a depăși niciodată diferența dintre prețul de exercitare și pragul de preț.

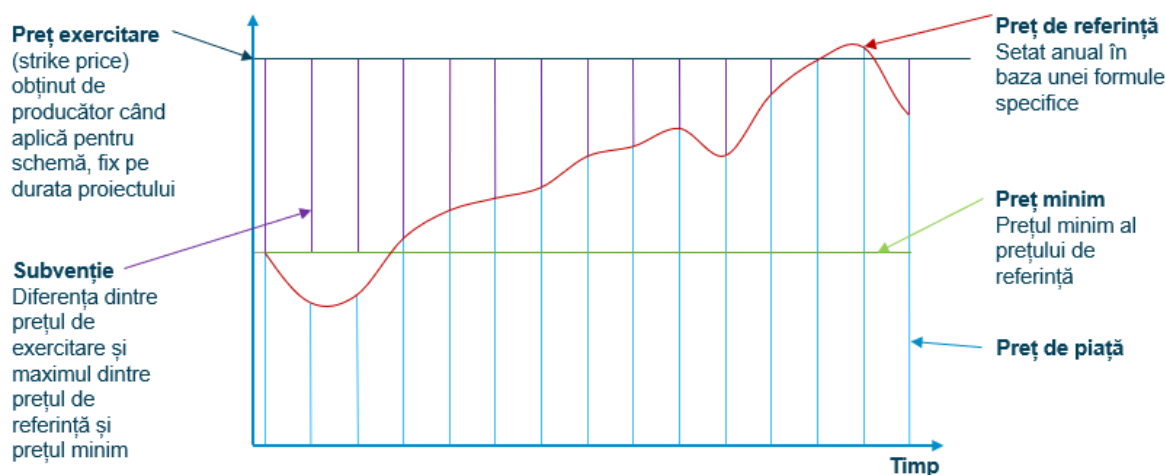


Figura nr.V.8.3 – Ilustrație grafică a instrumentului de contracte pentru diferență,
Sursă: ERCST⁷⁰(Octombrie 2021)

Contractele pentru diferență pot încuraja investițiile private în hidrogen, cu un efort de la bugetul public relativ redus, față de subvenționarea CAPEX, și mai echilibrat în timp.

Prime fixe pentru H₂ regenerabil

Într-un mecanism de primă fixă, fiecare kilogram de hidrogen produs primește un ajutor fix, indiferent de veniturile rezultate din vânzarea hidrogenului.

Mărimea primei poate fi calculată: (i) pe baza costurilor de producție, (ii) pe baza costului combustibililor contrafactual sau (iii) stabilită printr-o licitație.

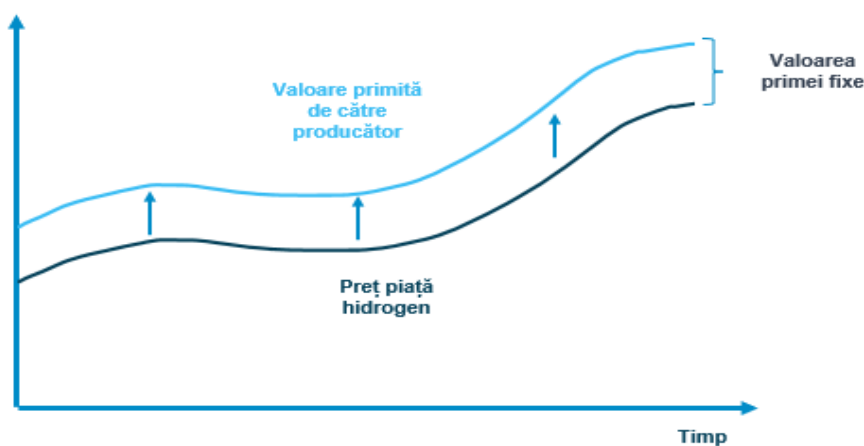


Figura nr.V.8.4 – Ilustrație grafică a instrumentului de prime fixe,
Sursă: Hy24⁷¹(Decembrie 2022)

Contracte pentru diferență de carbon

⁷⁰ ERCST – Carbon Contract for Difference (Octombrie 2021)

⁷¹ Hy24 – Incentivising Investment in European Renewable Hydrogen Production (Decembrie 2022)

Un contract de carbon este un contract prin care un guvern sau o instituție convine cu un agent asupra unui preț fix al carbonului pe o anumită perioadă de timp. În timpul perioadei convenite contractual, acest agent poate vinde orice reducere a emisiilor de carbon (sau cota de carbon) la acel preț dat. Dacă sunt formulate ca un preț de exercitare față de prețul pieței carbonului (o opțiune cu două părți), atunci acestea devin contracte de carbon pentru diferențe (CCfD)

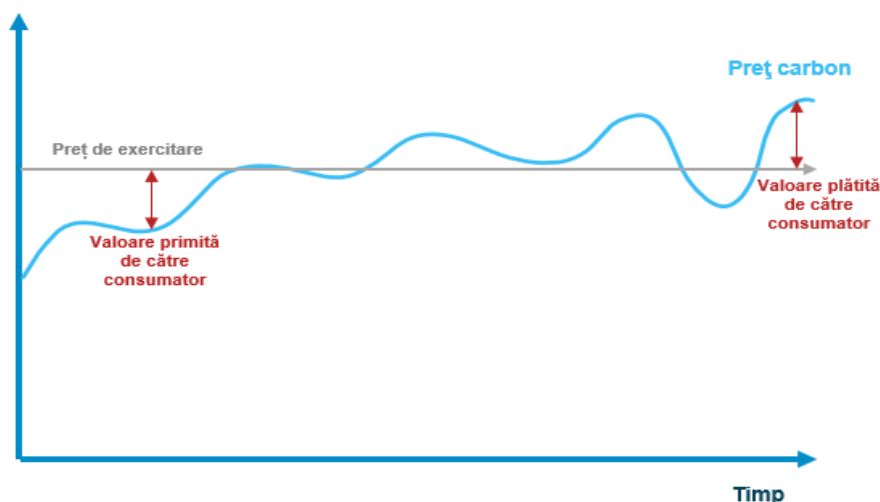


Figura nr.V.8.5 – Ilustrație grafică a instrumentului de contracte pentru diferență carbon,
Sursă: *Climate Strategies*⁷²(Septembrie 2020)

Parteneriat Public Privat exprimă o modalitate de cooperare între autoritatea publică și sectorul privat, respectiv organizații neguvernamentale, asociații ale oamenilor de afaceri, ori companii, sub forma unui contract pe termen lung pentru furnizarea unui bun sau serviciu public, în care partea privată poartă un risc semnificativ și o responsabilitate de management, iar remunerația este legată de performanță.

Obiectivele principale sunt furnizarea unor servicii publice de calitate, a unor bunuri de largă utilitate, sau înlesnirea și asigurarea atingerii unor obiective socio-economice

În ceea ce privește economia hidrogenului, parteneriatul public privat poate lua forme multiple, în funcție de elementele lanțului valoric pe care la acoperă și amploarea proiectelor.

Astfel, parteneriatul public privat se poate concretiza sub forma asocierii în participațiune, a companiilor cu acționariat mixt, sau a concesiunilor. Totodată, parteneriatul public privat poate lua forma contractelor de asigurarea a disponibilității, sau a contractelor de cantitate minimă.

Plata pentru disponibilitate este un instrument utilizat în mod special pentru ariile în care tehnologia scumpă nu are o masă critică de utilizatori. Scopul acestui instrument este de a face disponibilă tehnologia, pentru a nu oferi prilejul unor bariere de adoptare a tehnologiei. Mecanismul presupune plata unei sume de bani actorilor privați care pun la dispoziție tehnologia consumatorilor.

Măsurile prezentate mai sus sunt susceptibile de a constitui ajutor de stat, ca urmare acordarea lor se va realiza cu respectarea legislației europene și naționale în domeniul ajutorului de stat.

⁷² *Climate Strategies* – Carbon Contracts for Differences: their role in European industrial decarbonization (Septembrie 2020)

VI. Obiective generale și specifice

Obiectivele generale ale strategiei hidrogenului până în anul 2030 sunt dezvoltate pe baza viziunii și direcțiilor strategice, așa cum acestea au fost definite în capitolul III.

European Research Area (ERA) a finalizat în martie 2022 *Agenda strategică de cercetare și inovare*⁷³ prin care au fost definite prioritățile pentru colaborare internațională și măsuri coordonate. Domeniile tematice ale Agendei au fost definite pe „Producție”, „Transport și Infrastructură” și „Stimularea pieței”. În acest sens, la nivel național a fost adoptată Strategia Națională de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă a Ministerului Cercetării, Inovării și Digitalizării⁷⁴ care prevede promovarea hidrogenului și tranziția către neutralitate climatică.

Obiectivele generale și specifice, precum și *Planul de acțiune pentru Strategia Națională a Hidrogenului*, iau în considerare prioritățile definite prin această Agendă, nu doar în sensul orientării cercetării și inovării către acoperirea acestor teme, dar și urmărind direcțiile de dezvoltare pe care și le-au propus cele 25 țări membre interesate și cele 5 țări terțe.

În ceea ce privește definirea Țintelor cantitative, ele sunt derivate din analizele și estimările de consum și producție, așa cum au fost detaliate în capitolul V.3.

VI.1 Obiective generale

1. Evitarea cu cel puțin 2 mil. t CO₂ a emisiilor de carbon la nivelul anului 2030 prin utilizarea hidrogenului regenerabil în sectorul industrial și de transport.
2. Crearea condițiilor necesare pentru producția a cel puțin 48,7 kt/an hidrogen regenerabil la nivelul anului 2027, respectiv 152,9 kt/an hidrogen regenerabil la nivelul anului 2030, în scopul dezvoltării industriilor dificil de decarbonizat și dezvoltării unui sector curat al transporturilor.
3. Dezvoltarea tehnologiilor hidrogenului și implementarea acestora în economie prin pregătirea resurselor umane și sprijinirea activităților și infrastructurii de cercetare, inovare și transfer tehnologic.
4. Utilizarea hidrogenului și a soluțiilor Power-to-X pentru integrarea surselor de energie din surse regenerabile și pentru a realiza integrarea sectorială.

⁷³ [European Research Area \(ERA\)](#) - Agenda strategică de cercetare și inovare (Martie 2022)

⁷⁴ [MINISTERUL CERCETĂRII, INOVĂRII ȘI DIGITALIZĂRII](#) - Strategia Națională de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2022-2027 (Iulie 2022). Ministerul Cercetării Inovării și Digitalizării a devenit Ministerul Educației și Cercetării conform OUG nr. 153/2024 privind stabilirea unor măsuri la nivelul administrației publice centrale, partea de cercetare fiind preluată de Autoritatea Națională pentru Cercetare.

VI.2 Obiective specifice

Obiectivele specifice au fost definite și derivate în funcție de obiectivele generale, astfel încât acestea din urmă să contribuie la atingerea obiectivelor generale.

Obiectiv general 1

Evitarea cu cel puțin 2 mil. t CO₂ a emisiilor de carbon la nivelul anului 2030 prin utilizarea hidrogenului regenerabil în sectorul industrial și de transport.

Luând în considerare costurile de producție a hidrogenului (cap. V.5), mixul energetic național și țintele de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, decarbonizarea industriei va fi prioritară. Procesul se va realiza treptat, prin înlocuirea hidrogenului din surse fosile cu hidrogen regenerabil. Industriile care la ora actuală nu utilizează hidrogen, își vor adapta treptat tehnologiile pentru combustibilul H₂, astfel că până la jumătatea perioadei strategice (2027) nu vor utiliza cantități semnificative.

OS 1.1. Înlocuirea treptată a hidrogenului din surse fosile cu hidrogen regenerabil, astfel încât în anul 2030 să se evite emisiile de carbon cu 506 kt CO₂ prin utilizarea a 57 kt hidrogen regenerabil în industriile care consumă la ora actuală hidrogen ca materie primă sau produs secundar în procesele lor tehnologice.

OS 1.2. Utilizarea a 23,7 kt hidrogen regenerabil în anul 2030 în procese industriale noi, de tipul producției de oțel prin tehnologia DRI EAF.

OS 1.3. Încurajarea proiectelor de re tehnologizare a proceselor de producție proprii operatorilor economici, în cadrul cărora folosirea de hidrogen regenerabil va avea un impact pozitiv semnificativ asupra reducerii gazelor cu efect de seră.

Sectorul transporturilor va fi o altă prioritate, pentru ca România să își poată îndeplini țintele europene de decarbonizare. Deoarece în acest sector electrificarea are un avans semnificativ, hidrogenul ca și combustibil va fi introdus treptat, cu un volum relativ redus de cerere până în 2027, până când se stabilizează condițiile de producție, utilizare și infrastructura necesară, urmând o accelerare pe orizontul 2030.

OS 1.4. Utilizarea a 72,4 kt hidrogen regenerabil în anul 2030 pentru a reduce amprenta de carbon în sectorul transporturilor.

OS 1.5. Dezvoltarea unei infrastructuri care să sprijine și să stimuleze consumul de hidrogen regenerabil în sectorul transporturilor (de ex. stații de încărcare/alimentare).

Se va facilita consumul de hidrogen în transportul în comun urban (transportul public local de persoane sau de mărfuri în regim de taxi, sau transportul alternativ de persoane), transportul rutier de mare tonaj, transportul realizat de firmele de curierat în plan local sau național, precum și transportul feroviar pe segmentele de cale ferată pentru care există constrângeri tehnice sau economice privind electrificarea. Totodată, în prioritizarea modurilor de transport se va ține cont atât de impactul și beneficiile sociale cât și de efectele pozitive asupra populației (de ex. eliminarea cu precădere a poluării în zone aglomerate, decongestionarea arterelor de circulație, asigurarea unui grad corespunzător de mobilitate pentru populație etc.)

Sistemul energetic național bazat parțial pe gaze naturale va trebui decarbonizat, iar pe termen scurt soluția ar fi amestecul de hidrogen în gazele naturale.

OS 1.6. Stimularea dezvoltării unei infrastructuri de transport și distribuție a hidrogenului regenerabil, astfel încât zonele industriale care nu au acces facil la surse de energie regenerabilă să își poată atinge obiectivele industriale de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră.

Obiectiv general 2

Crearea condițiilor necesare pentru producția a cel puțin 49 kt/an hidrogen regenerabil la nivelul anului 2027, respectiv 153 kt/an hidrogen regenerabil la nivelul anului 2030, în scopul dezvoltării industriilor dificil de decarbonizat și dezvoltării unui sector curat al transporturilor.

Pe principiul experienței și a cunoștințelor acumulate la nivel internațional și european, având în vedere potențialul atrăgător pentru dezvoltarea în România a unor văi de hidrogen, acestea vor fi considerate o prioritate între obiectivele specifice, deoarece treptat, pe măsura implementării acestora, economia hidrogenului poate lua amploare într-un mod sustenabil economic.

OS 2.1. Dezvoltarea unor văi ale hidrogenului care să acopere cât mai mult din lanțul valoric la nivel local, astfel încât să se mențină o competitivitate economică a produselor și serviciilor și prin realizarea unor investiții comune să fie evitate riscurile.

Văile de hidrogen vor urmări potențialul de producție și consum în industrie și transporturi, prezența surselor de apă, o infrastructură energetică adecvată și după caz, capacități de stocare a hidrogenului. Vor fi prioritizate în funcție de îndeplinirea acestor criterii, pentru a asigura orientarea resurselor financiare în zonele cu impact maxim în reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu costuri minime.

OS 2.2. Producția a cel puțin 152,9 kt hidrogen din surse regenerabile în anul 2030.

OS 2.3. Asigurarea unui cadru investițional care să încurajeze instalarea de capacități de producție de energie din surse regenerabile dedicate producerii hidrogenului, în baza contractelor bilaterale de achiziție energie electrică pe termen lung (PPA).

OS 2.4. Stimularea cooperării internaționale în vederea identificării unor lanțuri valorice eficiente din punct de vedere economic pentru producția și consumul hidrogenului regenerabil, dar și al derivaților din hidrogen (combustibili sintetici, mase plastice „verzi”, materiale de construcții „verzi” etc.).

OS 2.5. Stimularea investițiilor în producția de electrolizoare pentru a susține lanțul valoric al hidrogenului și a asigura disponibilitatea pe termen mai scurt a echipamentelor, având costuri scăzute și cu emisii reduse în transport.

Transportul hidrogenului în amestec cu gazele naturale pe anumite sub-rețele de gaze naturale devine o prioritate, în vederea pregătirii utilizării ulterioare la scară largă.

OS 2.6. Elaborarea strategiei Operatorului tehnic al Sistemului Național de Transport Gaze Naturale Transgaz (*Planul de Dezvoltare al Sistemului Național de Transport gaze naturale pentru perioada*

2024-2033) pentru cuplarea văilor de hidrogen și a centrelor industriale cu sistemul integrat de transport pe conducte al hidrogenului la nivelul UE (Hydrogen Backbone).

OS 2.7. Dezvoltarea și reconversia rețelelor de transport și/sau distribuție al/a gazelor naturale astfel încât acestea să fie compatibile cu amestecul treptat de hidrogen în gazele naturale, conform Țintelor europene, pe baza unor analize detaliate care să includă aspectele tehnice și economice relevante.

OS 2.8. Prioritizarea investițiilor din fonduri nerambursabile în tehnologii de decarbonizare bazate pe hidrogen, pentru întreg lanțul valoric.

OS 2.9. Analizarea oportunității susținerii finanțării bancare a proiectelor de decarbonizare prin ajustarea cerințelor de capital în funcție de criteriile din Taxonomia UE.

OS 2.10. Susținerea parteneriatelor public-private în proiecte ce au un rol important în adoptarea tehnologiilor bazate pe hidrogen regenerabil.

Obiectiv general 3

Dezvoltarea tehnologiilor hidrogenului și implementarea acestora în economie prin pregătirea resurselor umane și sprijinirea activităților și infrastructurii de cercetare, inovare și transfer tehnologic.

Pentru a stimula creșterea economică în România, trebuie asigurat faptul ca măcar o parte din produsele și serviciile necesare acestor noi tehnologii ale hidrogenului să fie localizate în țară. De asemenea, trebuie folosită experiența deja acumulată în cercetare-dezvoltare-inovare și luând în considerare obiectivele strategice, să fie focalizate cu prioritate resursele în domeniile în care există un avantaj competitiv.

OS 3.1. Pregătirea resurselor umane prin introducerea de discipline de studiu privind tehnologiile hidrogenului la nivel universitar și a unor programe de pregătire și instruire a personalului tehnic și susținerea unor programe educaționale pentru pregătirea de personal de medie și înaltă calificare, cu prioritate în zonele/regiunile definite ca văi de hidrogen.

OS 3.2. Stimularea activităților de cercetare dezvoltare și inovare în domeniul tehnologiilor hidrogenului.

OS 3.3. Dezvoltarea infrastructurii de inovare și transfer tehnologic la nivel național și regional stimulând colaborarea dintre organizațiile de cercetare și operatorii economici, în vederea accelerării transferului tehnologic și promovării utilizării tehnologiilor de hidrogen în economia națională.

OS 3.4. Participarea la elaborarea standardelor europene și internaționale în domeniu și sprijinirea adoptării standardelor europene și internaționale ca standarde române.

Obiectiv general 4

Utilizarea hidrogenului și a soluțiilor Power-to-X pentru integrarea surselor de energie regenerabilă și pentru a realiza integrarea sectorială.

Întărirea rezilienței energetice a diferitelor sectoare ale economiei este o prioritate, și în acest sens se va demara integrarea sectorială prin captarea sinergiilor și dezvoltarea unei infrastructuri energetice care să faciliteze tranziția spre neutralitate din punct de vedere al emisiilor.

OS 4.1. Stimularea tehnologiilor și aplicațiilor de producere a hidrogenului regenerabil în vederea integrării în mod eficient a producției de energie din surse regenerabile (evitarea reducerii producției pentru a echilibra balanța producție-consum prin stocarea pe termen mediu și lung a energiei).

OS 4.2. Introducerea unor aplicații pe bază de hidrogen care să contribuie la flexibilizarea SEN, pe baza unor analize de eficiență adecvate.

VI.3 Obiective și direcții strategice pe termen mediu și lung

Având în vedere faptul că decarbonizarea economiei prin tehnologiile hidrogenului este încă în fază incipientă, iar estimările de volume și prețuri vor suporta multă volatilitate mai ales pe termen lung, **obiectivele pe termen mediu și lung**, dincolo de orizontul anului 2030, urmăresc tendințele politice și sociale la nivel internațional și European, precum și așteptările cu privire la nivelul de dezvoltare tehnologică.

Obiective și direcții strategice pe termen mediu (2030-2035)

1. Adaptarea și dezvoltarea infrastructurii de transport a energiei electrice pentru a permite evacuarea producției de energie în zonele cu potențial mare de energie din surse regenerabile către zone cu potențial de producție și consum de hidrogen.
2. Utilizarea hidrogenului regenerabil în industria cimentului, odată cu maturizarea tehnologiei la nivel internațional.
3. Dezvoltarea unor proiecte inclusiv cele pilot cu susținere a unor prevederi specifice de *sandboxing* în legislația primară specifică, iar ulterior, pe baza rezultatelor economice confirmate, trecerea la scară industrială pentru aplicații ale hidrogenului amestecat cu gaze naturale (cel puțin 50% amestec volumetric) sau 100% hidrogen, în centrale pe gaze naturale cu ciclu combinat (CCGT), respectiv în centrale de cogenerare (CHP).
4. Introducerea treptată a amestecului de hidrogen în rețelele de gaz natural, pe baza rezultatelor proiectelor pilot de testare, pentru încălzire rezidențială. Acest obiectiv trebuie realizat în mod corelat cu strategiile energetice ale localităților, în colaborare cu ADP și APL, unde aceștia din urmă vor avea un rol esențial în conștientizarea valorii adăugate pe care hidrogenul o comportă în aplicații locale, în instruirea populației cu privire la achiziția de echipamente și aparate compatibile cu hidrogenul, precum și în sprijinul financiar acordat cetățenilor pentru achiziția acestor aparate și echipamente.
5. Dezvoltarea unor proiecte/capacități de stocare a energiei (în special stocare sezonieră) sub formă de hidrogen.
6. Producția de hidrogen turcoaz prin piroliza gazelor naturale, odată cu maturizarea tehnologiei și scăderea costurilor de producție, cu precădere în zonele unde nu există potențial pentru stocarea CO₂ captat.

7. Combinarea proceselor tehnologice de producție a hidrogenului la nivel local, de exemplu electroliză și biomasă într-o vale (din deșeuri sau ape uzate municipale), pentru a crește eficiența și profitabilitatea proiectelor.
8. Explorarea potențialului utilizării hidrogenului în termie pentru sectorul rezidențial și adaptarea infrastructurii de gaze naturale pentru transportul și distribuția hidrogenului, în amestec cu gazele naturale (peste 20% amestec volumetric) sau în formă pură, gazoasă.
9. Dezvoltarea relațiilor internaționale de colaborare bilaterală și multilaterală în vederea realizării unor parteneriate cu participarea entităților din România în comerțul internațional de hidrogen.
10. Conectarea văilor de hidrogen din România la European Hydrogen Backbone, acolo unde beneficiile realizării conexiunilor directe sunt net superioare costurilor. Cercetarea potențialului de îmbunătățire a tehnologiilor de separare și purificare a hidrogenului transportat în amestecul cu gazele naturale, în vederea flexibilizării opțiunilor de transport a amestecului în rețeaua de gaze naturale.
11. Îmbunătățirea continuă a performanței mecanismelor de finanțare utilizate prin analiza celor mai bune practici din prima perioadă strategică (2025 - 2030) și revizuirea acestora, respectiv introducerea altor mecanisme cu succes dovedit la nivel internațional.
12. Îmbunătățirea continuă a proiectelor pe baza celor mai bune tehnologii utilizate în perioada 2025 - 2030, a modelelor de afaceri aplicate și a performanței văilor în vederea îmbunătățirii acestora și tranziției la o scară mai largă.

Obiective și direcții strategice pe termen lung (2035-2050)

1. Înlocuirea totală a hidrogenului din surse fosile cu hidrogen din surse regenerabile și hidrogen cu amprentă redusă de carbon (din nuclear).
2. Utilizarea hidrogenului și a soluțiilor Power-to-X pe scară largă pentru integrarea sectoarelor economice și integrarea capacităților de producție a energiei regenerabile din surse intermitente (solar și eolian, onshore și offshore):
 - a. Sinteza metanolului regenerabil și tehnologiile „metanol-to-olefine” cu utilizarea CO₂ captat din procesele industriale (rafinare, producție îngrășămintă, producție ciment, etc.);
 - b. Sinteza hidrogenului regenerabil în combustibili sintetici (kerosen, diesel regenerabil) cu utilizarea CO₂ captat din procese industriale;
 - c. Sinteza amoniacului regenerabil la scară largă și utilizarea în producția de îngrășămintă pentru piața internă și export;
 - d. Producția de materii prime și “materiale verzi” cu valoare adăugată pentru industriile din România, și anume industria chimică, industria materialelor de construcții, industria metalurgică.
3. Proiect(e) pilot de utilizare a amoniacului regenerabil ca și combustibil pentru transportul pe apă.
4. Utilizarea hidrogenului, odată cu scăderea costurilor de producție, în alte procese industriale, de exemplu ceramică, sticlă, hârtie, cărămizi etc. după realizarea unor proiecte pilot, care să testeze fezabilitatea tehnico-economică.

5. Tranziția graduală până în anul 2045 a rețelelor de transport și distribuție gaze naturale către transportul gazelor din surse regenerabile de energie sau a gazelor cu emisii scăzute de carbon (hidrogen regenerabil, metan sintetic, biometan etc.)
6. Cercetarea unor opțiuni în domeniul stocării și transportului hidrogenului (LOHC, stocare subterană etc.), aplicarea acestor inițiative în proiecte specifice și transferul tehnologic spre industrie.
7. Dezvoltarea unor sisteme de modelare inteligentă (smart system modelling) pentru a facilita și optimiza din punct de vedere economic, trecerea văilor de hidrogen către „coridoare de hidrogen”, așa cum sunt ele definite în literatura europeană.
8. Realizarea unor modele integrate de infrastructură pentru a analiza localizarea optimă a electrolizatoarelor și opțiunilor de stocare (aproape de facilitățile de producție SRE-E sau după caz, aproape de locul de consum industrial sau infrastructura de stocare pe scară largă, de ex. rezerve geologice).

VI.4 Rezultatele așteptate

Strategia Națională a Hidrogenului vizează atingerea a 3 rezultate principale:

1. Adoptarea *Strategiei și a unui Plan de acțiuni* care să arate evoluția economiei hidrogenului și intensificarea acesteia în următoarele decenii în vederea asigurării obiectivelor de decarbonizare pentru 2030 și atingerea obiectivelor de neutralitate climatică în orizontul anului 2050 (Strategia include în anexă și Planul de Acțiune pentru Implementarea Strategiei Naționale a Hidrogenului format din lista de acțiuni specifice propuse pentru realizarea obiectivelor generale stabilite);
2. Adoptarea de amendamente legislative pentru adaptarea și intrarea în vigoare a cadrului de reglementare adecvat problematicii hidrogenului regenerabil;
3. Implementarea măsurilor prevăzute prin strategie și prin planul de acțiuni aferent ar trebui să contribuie la creșterea pe termen lung a producției și utilizării hidrogenului în toate sectoarele economiei în care decarbonizarea este dificil de implementat și la creșterea intensității producției hidrogenului din surse regenerabile.

VI.5 Potențiale surse de finanțare a strategiei

Pentru a realiza marile investiții necesare pentru dezvoltarea infrastructurii de producere, transportare și stocare a hidrogenului, ca și pentru utilizarea acestuia în industrie și transport, am identificat următoarele surse UE și naționale de finanțare, disponibile pentru entitățile legale înregistrate în România:

- Planul Național de Redresare și Reziliență (PNRR)
- Fondul pentru Modernizare (FM)
- Administrația Fondului pentru Mediu (AFM)
- Programul Tranziție Justă (PTJ)
- Program de Transport (POT)
- Programele Regionale (PR)
- Fondul pentru Inovare (FI)
- Mecanismul pentru Conectarea Europei / Connecting Europe Facility (CEF)
- Parteneriatul pentru Hidrogen Curat / Clean Hydrogen Partnership
- Horizon Europe
- Planul Național de Cercetare, Dezvoltare și Inovare (PNCDI IV 2022-2027)
- Programul Național de Investiții "Anghel Saligny"
- Programul Operațional Creșterea Inteligență, Digitalizare și Instrumente Financiare
- Banca Europeană pentru Hidrogen (European Hydrogen Bank)

VI.6 Costul implementării strategiei

Costul implementării strategiei a fost estimat pornind de la rezultatele analizei de consum și de producție a hidrogenului, conform cărora au reieșit valori specifice, bazate pe particularitățile observate în funcție de sectoare și utilizările respective (industrie, siderurgie, transport și amestec gaze naturale).

Metodologia folosită a avut în vedere distribuirea costului implementării strategiei pe două perioade de timp: 2024 – 2027, respectiv 2028 – 2030, în funcție de tipul de hidrogen plănuir a fi utilizat precum și pentru a facilita implementarea strategiei în două etape.

Modul de calcul al costului implementării strategiei pentru fiecare categorie de utilizare

Industrie

Pentru obținerea costului implementării strategiei în sectorul industrial, în conformitate cu rezultatele estimării de consum prezentat în capitolele anterioare, s-a luat în considerare utilizarea exclusivă a hidrogenului regenerabil. Conform scenariului de consum, implementarea hidrogenului regenerabil se face treptat, acoperind la nivelul anului 2027 50% din ținta anului 2030.

Astfel, costul implementării strategiei reprezintă diferența dintre LCOH hidrogenului regenerabil și LCOH hidrogenului gri, aplicat la consumul total estimat pentru sectorul industrial.

Siderurgie

Costul implementării strategiei în industria siderurgică reprezintă diferența dintre costul mediu în termeni reali al oțelului verde⁷⁵ și costul mediu în termeni reali al oțelului produs prin metode tradiționale⁷⁶ aplicată la volumele de producție de oțel estimate pentru anul 2030.

Transport

În cadrul estimării cererii de hidrogen este prevăzută utilizarea exclusivă a hidrogenului regenerabil, în vederea reducerii cât mai accelerate a emisiilor de CO₂ în sectorul de transporturi.

Costul implementării strategiei de hidrogen pentru sectorul de transporturi este compus din trei elemente:

- diferența dintre costul de achiziție al vehiculelor alimentate cu hidrogen și costul vehiculelor similare alimentate cu combustibili convenționali, aplicate la volumul rezultat aferent estimării consumului⁷⁷;
- diferența dintre costul hidrogenului regenerabil și costul combustibililor fosili înlocuiți (diesel)⁷⁸ aplicate la volumul rezultat aferent estimării consumului, pentru toată durata de viață a vehiculelor;

⁷⁵ 695 EUR/tonă oțel – Horvath LCOS Model bazat pe Hydrogen Europe, studiul Steel from Solar energy, oțel produs prin procesul DRI-EAF, folosind 100% hidrogen regenerabil. Costul oțelului verde este modelat folosind ca date de intrare estimările de LCOH și LCOE din modelele și analizele Horváth, specifice pentru România

⁷⁶ 614 EUR/tonă oțel – Horvath LCOS Model bazat pe Hydrogen Europe, studiul Steel from Solar energy, oțel produs prin procesul BF-BOF. Costul oțelului verde modelat folosind ca date de intrare estimările de LCOE, preț de piață al energiei electrice cu gazului natural din modelele și analizele Horváth, specifice pentru România

⁷⁷ [Technology, Sustainability, and Marketing of Battery Electric and Hydrogen Fuel Cell Medium-Duty and Heavy-Duty Trucks and Buses in 2020-2040](#) - Andre Burke, Anish Kumar Sinha (Martie 2020)

[Fuel-cell Hydrogen Long-haul Trucks in Europe: A Total Cost of Ownership Analysis](#) - Hussein Basma, Yuanrong Zhou, Felipe Rodríguez (Septembrie 2022)

[Alstom](#) - Alstom primește o comandă pentru 10 trenuri regionale Coradia Lint în Germania (Mai 2017)

[Alstom](#) - Alstom va furniza 30 de trenuri regionale Coradia Lint către Hessische Landesbahn din Germania (Martie 2020)

[Railway Pro](#) - CFR Călători anunță planuri pentru achiziția de DMU (Noiembrie 2019)

[Comisia Europeană](#) - Regulamentul Parlamentului European și al Consiliului privind implementarea infrastructurii pentru combustibili alternativi și de abrogare a Directivei 2014/94/UE a Parlamentului European și a Consiliului (Iulie 2021)

[Hydrogen refueling station cost model applied to five real case studies for fuel cell buses](#) - Roberta Caponi, Andrea Monforti Ferrario, Luca Del Zotto, Enrico Bocci (Octombrie 2021)

[Keolis](#) - Autobuze cu hidrogen în Veluwe (Aprilie 2020)

⁷⁸ [Fuel-cell Hydrogen Long-haul Trucks in Europe: A Total Cost of Ownership Analysis](#) - Hussein Basma, Yuanrong Zhou, Felipe Rodríguez (Septembrie 2022)

[Alstom](#) - Alstom primește o comandă pentru 10 trenuri regionale Coradia Lint în Germania (Mai 2017)

[Technology, Sustainability, and Marketing of Battery Electric and Hydrogen Fuel Cell Medium-Duty and Heavy-Duty Trucks and Buses in 2020-2040](#) - Andre Burke, Anish Kumar Sinha (Martie 2020)

- acoperirea în întregime a costurilor de investiție (CAPEX) pentru realizarea infrastructurii necesare rețelei de alimentare cu hidrogen în sectorul transportului rutier⁷⁹;
- diferența dintre LCOH hidrogenului regenerabil și LCOH hidrogenului gri, aplicat la consumul total estimat pentru industria de rafinare.

Până în anul 2030, atât în transportul rutier, cât și în cel feroviar, înlocuirea vehiculelor cu combustibili fosili cu cele alimentate cu hidrogen nu generează costuri suplimentare, avansul tehnologic și economiile de scară direcționând costurile totale de achiziție și utilizare pe toată durata de viață a activelor într-o zonă de paritate. Avantajul financiar va fi transferat în economie, efectele de scădere nefiind incluse în costul total al strategiei (costurile nete negative se consideră a fi egale cu 0 în calculul costului de implementare a strategiei).

Analiza de sensibilitate

Având în vedere complexitatea modelărilor realizate și a numărului ridicat de variabile din componența acestora, a fost identificat un set de variabile de a căror evoluție este strâns legat rezultatul determinat al costului strategiei.

Astfel, pentru a identifica potențialul impact pe care variațiile acestor indicatori îl au, a fost realizată o analiză de sensibilitate pe elementele cele mai importante de cost incluse în modelul de estimare, ce urmărește raportul dintre schimbările procentuale rezultate ale costului strategiei determinate de schimbările procentuale ale fiecăreia dintre variabilele identificate. Acest multiplicator rezultat privește impactul izolat pe care îl poate avea oricare dintre indicatorii identificați, fără cumularea acestora.

Prezentăm mai jos matricea variabilelor de sensibilitate și multiplicatorii rezultați la nivelul costului total de implementare al strategiei:

#	Variabile de sensibilitate	Multiplicatorul variației în costul total al strategiei			
		Industrie	Siderurgie	Transport	Total
1	LCOE	1,2601	0,4949	0,3312	2,0862
2	Costurile aferente investiției (CAPEX) pentru instalarea capacității de electroliză	0,4666	0,1251	0,1208	0,7125
3	Costul total de achiziție și operare a vehiculelor	0,0000	0,0000	0,3926	0,3926
5	Costurile aferente investiției (CAPEX) pentru convertirea procesului de producție oțel verde	0,0000	0,0895	0,0000	0,0895
6	Costurile aferente investiției (CAPEX) pentru instalarea stațiilor de alimentare	0,0000	0,0000	0,0374	0,0374
7	Prețul gazului natural	-0,7256	-0,0628	-0,1545	-0,9428
8	Prețul CO ₂	-0,3373	-0,3773	-0,0746	-0,7893

LCOE (solar, eolian on-shore)

Costul mediu în termeni reali al energiei electrice este variabila cu cel mai mare impact asupra costului total de implementare a strategiei. Impactul semnificativ al creșterii LCOE, în special în industrie se datorează faptului că o componentă semnificativă a costului este reprezentată de diferența dintre prețul hidrogenului și prețul combustibililor tradiționali (gaz natural). Creșterea costurilor cu energia electrică

⁷⁹ [Comisia Europeană](#) - Regulamentul Parlamentului European și al Consiliului privind implementarea infrastructurii pentru combustibili alternativi și de abrogare a Directivei 2014/94/UE a Parlamentului European și a Consiliului (Iulie 2021)

[Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking](#) - Studiu despre camioanele cu pile de combustie de hidrogen (Decembrie 2020)

generează o creștere semnificativă a prețului hidrogenului, respectiv o mărire substanțială a diferențialului.

Costurile aferente investiției (CAPEX) pentru instalarea unui/unei electrolizor/instalații de electroliză

Variația costului de instalare a capacității de electroliză influențează direct proporțional toate sectoarele, efect rezultat din faptul că modelul de estimare are drept ipoteză de pornire utilizarea preponderentă a hidrogenului regenerabil în toate sectoarele.

Costul total de achiziție și operare a vehiculelor

Costul implementării strategiei hidrogenului în domeniul transporturilor are o dependență semnificativă față de costul de achiziție și operare a vehiculelor, efectul de multiplicare fiind sporit de limitarea la 0 (zero) a costurilor nete negative, atunci când cele două tehnologii ating un nivel de paritate a costurilor, astfel, efectul nefiind liniar. Indicele de senzitivitate a fost obținut prin aplicarea unui efect de +50% asupra prețurilor de achiziție a vehiculelor alimentate cu hidrogen.

Costurile aferente investiției (CAPEX) pentru convertirea procesului de producție oțel verde

Costul aferent investiției DRI reprezintă o componentă semnificativă în costul mediu în termeni reali al oțelului verde. Astfel, acest cost va avea de asemenea un impact semnificativ asupra costului total de implementare al strategiei deoarece costul de implementare în industria siderurgică reprezintă 24% din costul total.

Costurile aferente investiției (CAPEX) pentru instalarea stațiilor de alimentare

Deși costul infrastructurii în sectorul de transport este semnificativ, creșterea costului stațiilor de alimentare nu are un impact major asupra costului total de implementare al strategiei ponderea costului de implementare aferent stațiilor de alimentare din sectorul de transport fiind de doar 3,3% din costul total al strategiei.

Prețul gazului natural

Costul de implementare al strategiei este direct influențat de suma diferenței dintre LCOH hidrogenului regenerabil și LCOH hidrogenului gri, precum și suma diferenței dintre LCOH hidrogenului cu amprentă redusă de carbon și LCOH hidrogenului gri. Astfel, orice creștere a prețului gazului natural va duce la scăderea diferenței dintre LCOH hidrogenului gri față de LCOH hidrogenului regenerabil și LCOH hidrogenului cu amprentă redusă de carbon, rezultând în scăderea costului total de implementare al strategiei.

Prețul CO₂

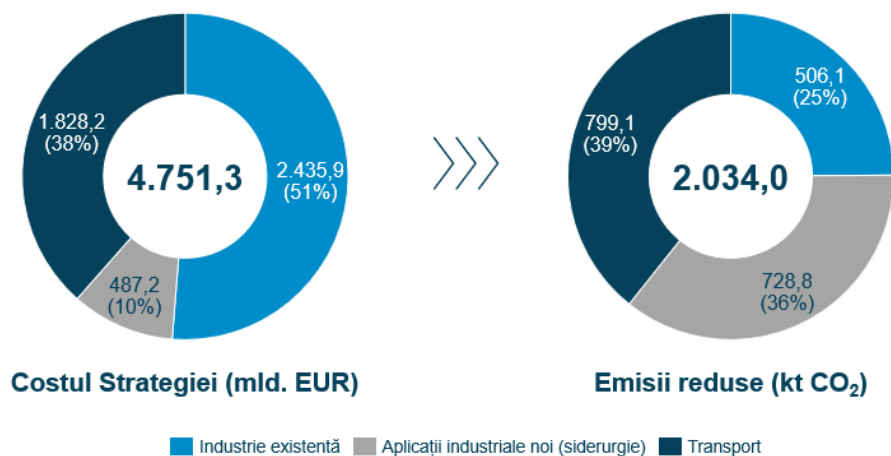
Creșterea prețului CO₂ va conduce la scăderea costului de implementare al strategiei pentru industriile curente, avantajând utilizarea hidrogenului regenerabil, care va avea un cost mediu în termeni reali mai apropiat de cel al hidrogenului gri.

Similar, în industria siderurgică, creșterea prețului CO₂ va duce la scăderea diferenței între costul mediu în termeni reali al oțelului verde față de oțelul tradițional.

În sectorul de transport, creșterea prețului CO₂ influențează marginal costul de implementare al strategiei datorită componentei industriei de rafinare, care face parte din schema ETS.

Concluzii

Costul implementării strategiei pentru fiecare categorie de utilizare și impactul acestuia din punct de vedere al reducerii emisiilor de CO₂ este prezentat în figura VI.5.1.



*Figura nr.VI.5.1 – Reprezentare grafică a costului implementării strategiei nominal raportat la totalul emisiilor de CO₂ reduse per sector/utilizare,
Sursă: Analiză Horváth (Februarie 2023)*

În baza raportului dintre costul implementării strategiei și emisiile de CO₂ reduse au fost stabilite obiectivele și țintele *Strategiei Naționale a Hidrogenului* în această etapă a elaborării documentului.

Cu toate acestea, implementarea *Strategiei Naționale a Hidrogenului* va lua în considerare fiecare studiu de caz individual, selectarea direcțiilor optime urmând a fi făcută după evaluarea fezabilității tehnice și a eficienței economice, precum și luând în calcul politicile economice și sociale ale României și cadrul european de reglementare.

VII. Implementarea, monitorizarea și evaluarea și guvernanta strategiei

Elaborarea și implementarea Strategiei Naționale a Hidrogenului și Planul de Acțiune pentru România este un obiectiv important, asumat la nivel guvernamental în cadrul *Planului Național de Redresare și Reziliență*. Strategia prevede obiective generale și specifice, cu direcțiile de acțiune aferente ce urmează a fi realizate etapizat pentru orizontul anului 2030, în baza Planului de acțiuni cu măsuri concrete. Implementarea se va realiza în baza unui mecanism clar definit privind guvernanta propusă pentru această strategie, ce este constituită cu roluri punctuale circumscrise realizării obiectivelor acestui document strategic.

În afara decidenților la nivel central din cadrul viitorului mecanism de guvernanta, care va fi creat pentru implementarea acestei strategii, autoritățile publice locale și companiile-beneficiare care vor fi interesate sau direct implicate în inițierea și derularea de proiecte de hidrogen în diferite zone ale României, cu impact direct pentru realizarea obiectivelor și indicatorilor strategiei, vor juca un rol important în implementarea Strategiei și a Planului de acțiuni aferent.

Monitorizarea implementării va fi un proces continuu care se va realiza etapizat, pe termen scurt, mediu și lung, în baza actualizărilor necesare, evoluțiilor și priorităților de etapă până în 2030 și ulterior, în orizontul anului 2050. Monitorizarea va fi esențială pentru confirmarea sau infirmarea eficienței implementării strategiei. Pentru asigurarea eficienței, părțile implicate din cadrul mecanismului de guvernanta vor trebui să se coordoneze în baza unei planificări riguroase, urmărind obiective clare, direcții concrete de acțiune și indicatori de măsurare a performanței (indicatorii din Planul de acțiuni), precum și impactul măsurilor sau proiectelor ce vor contribui la realizarea direcțiilor strategice. Se vor urmări progresele realizate în raport cu rezultatele prevăzute, calibrarea eforturilor în funcție de obiectivele stabilite, evaluarea modului de respectare a calendarului vizat pentru acțiunile necesare a fi realizate.

Monitorizarea se va realiza în baza unui mecanism de evaluare a implementării strategiei și a planului de acțiuni și va fi reflectată într-un raport anual care va evidenția nivelul de progres, factorii de succes sau nereușită, impactul și riscurile ce vor necesita măsuri de prevenire sau remediere.

Evaluarea și actualizarea Strategiei și a Planului de acțiuni se vor realiza în conformitate cu Metodologia de elaborare, implementare, monitorizare, evaluare și actualizare a strategiilor guvernamentale – *Hotărârea de Guvern nr. 379/2022* și cu *Regulamentului privind procedurile de elaborare, monitorizare și evaluare a politicilor publice la nivel central – Hotărârea de Guvern nr. 775/2005*.

Calendarul de evaluare va cuprinde o analiza anuală a modului de implementare a strategiei și a planului de acțiuni, care va reflecta nu doar descrierea activităților, ci și semnalarea riscurilor, progresul realizat și recomandări de optimizare, cu actualizarea documentelor până la nivelul lunii decembrie.

Mecanismul de evaluare ex-post al implementării va necesita o evaluare/analiză mai detaliată și cuprinzătoare a) la jumătatea perioadei de implementare/valabilitate a prezentei strategii și a planului

de acțiuni – de ex. în anul 2027 – pentru modificarea aspectelor necesare și crearea premiselor favorabile obținerii rezultatelor dorite la finalul perioadei, apoi b) la finalul perioadei de implementare, cu formularea de recomandări pentru următorul exercițiu post-2030.

Mecanismul de guvernanță pentru implementarea Strategiei Naționale privind Hidrogenul și a Planului de acțiuni se bazează pe implicarea activă a mai multor ministere și autorități publice centrale.

Ministerul Energiei, în calitatea sa de minister de resort, îndeplinește rolul de coordonare a implementării Strategiei și Planului de acțiuni subsecvent, precum și de actualizare a acestor documente.

În vederea îndeplinirii acestui rol, Ministerul Energiei colaborează cu autoritățile administrației publice centrale și cu operatorii economici cu responsabilități în domeniu, în conformitate cu Planul de acțiuni. Astfel, Ministerul Energiei - împreună cu alte părți interesate relevante - au obligația de a implementa acțiunile specifice definite în conformitate cu domeniului lor de activitate, la termenele indicate, după cum acestea sunt prevăzute în Strategie și în Planul de acțiuni. Părțile interesate relevante includ:

- Ministerul Economiei, Digitalizării, Antreprenoriatului și Turismului
- Structurile asociative ale autorităților administrației publice locale pentru problematica termoficării și a altor servicii de interes comunitar.
- Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor
- Ministerul Transporturilor și Infrastructurii
- Ministerul Educației și Cercetării / Autoritatea Națională pentru Cercetare
- Ministerul Muncii, Familiei, Tineretului și Solidarității Sociale

Comitetului Interministerial privind Schimbările Climatice este, de asemenea parte a acestui mecanism de guvernanță și îndeplinește rolul de organism de coordonare a implementării politicilor privind schimbările climatice în România.

Astfel, Ministerul Energiei și alte autorități publice centrale se pot adresa Comitetului Interministerial privind Schimbările Climatice atunci când se confruntă cu situații ce necesită consultare și eliminare a unor eventuale bariere în implementarea Strategiei și a Planului de acțiune – spre exemplu, se pot adresa Comitetului în vederea identificării de soluții la nivel național privind alinierea politicilor referitoare la economia hidrogenului cu politicile din celelalte sectoare care au impact asupra schimbărilor climatice.