

Broșura RE4Industry



RE4iNDUSTRY

Renewable energies for industries

**Pentru o De-
carbonizare 100%
a Industriilor
Energointensive
prin Integrarea
Energiei
Regenerabile**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N.952936.



RE4iNDUSTRY
Renewable energies for industries



Autori: Olgu Birgi, Rainer Janssen

Editori: Alessandro Carmona, Patrick Reumerman, Manolis Karampinis, Andreas Ziogos

Colaboratori: Asier Rueda, Aimilia Lympeti, Manolis Karampinis, Alessandro Carmona, Alejandro Fresneda, Irene Bolea, Clara Jarauta Córdoba, Georgios Zisopoulos, Myrto Zeneli, Panagiotis Grammelis, Olgu Birgi, Rainer Janssen, Asier Zubero, Martijn Vis, Bas Davidis, Patrick Reumerman, Maria Proenca, Suzanne Verhoef, Katia Paglé, Ioannis Karnachoritis, Marina Papageorgiou, Cosette Khawaja, Martijn Vis, Emmanouil Karampinis, Ana Sofia Praxedes

ISBN: 3-936338-87-6

Publicat: © 2023 de către WIP Renewable Energies, Munchen, Germania

Contact: WIP Renewable Energies
Sylvensteinstr. 2, 81369 Munchen, Germania
olgu.birgi@wip-munich.de, Tel: +49 89 72012765
www.wip-munich.de



Pagină de internet: <https://re4industry.eu>

Drept de autor: Toate drepturile rezervate. Nici o parte a acestei broșuri nu poate fi reprodusă în nici o formă sau prin nici un mijloc, pentru a fi utilizată în scopuri comerciale, fără permisiunea scrisă a editorului. Autorii nu garantează corectitudinea și/sau caracterul complet al informațiilor și datelor incluse sau descrise în această broșură.

Limitare a răspunderi: Acest proiect a primit finanțare din partea Programului de Cercetare și Inovare Orizont 2020 al Uniunii Europene în baza acordului de grant nr. 952936. Informațiile și opiniile prezentate în cadrul acestui material aparțin autorilor și nu reflectă neapărat poziția oficială a Uniunii Europene. Instituțiile și organismele Uniunii Europene ca de altfel și persoanele care acționează în numele acestora nu pot fi considerate responsabile pentru modul de utilizarea a următoarelor informații.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N.952936.



Despre RE4Industry

UE a demarat o decarbonizare progresivă, cu obiectivul ambițios de a atinge neutralitatea emisiilor de dioxid de carbon până în 2050. În plus, invazia rusă în Ucraina și criza COVID-19 au subliniat și mai mult necesitatea imediată de a fi independent de combustibilii fosili și importanța securității energetice. Soluțiile de energie regenerabilă vor juca un rol semnificativ în reducerea emisiilor de GES și în asigurarea securității energetice prin producția de energie curată și neepuizabilă la nivel local.

Se preconizează că Industriile EnergoIntensive (IEI) vor juca un rol important în această tranziție, deoarece acestea reprezintă 24% din consumul final de energie, dar este necesară o viziune și o strategie clară pe termen lung pentru a rămâne competitive, contribuind în același timp la obiectivele de decarbonizare ale UE.

În acest sens, proiectul urmărește să faciliteze o tranziție lină și mai sigură către adoptarea energiilor regenerabile (ER) în procesele și instalațiile lor de producție pentru sectorul industriei energointensive (IEI) din Europa. Proiectul va ghida IEI și organizațiile acestora pe calea către o decarbonizare totală până în 2050, oferind viziune și îndrumare în vederea stabilirii strategiei lor pe termen lung pentru modernizarea și integrarea coerentă și mai sigură a soluțiilor actuale și viitoare de energie regenerabilă în instalațiile și procesele lor.

Scopul Broșurii

Această broșură își propune să prezinte o sinteză a activității desfășurate în cadrul proiectului RE4Industry și să ghideze actorii din industrie în vederea decarbonizării cu succes a sectoarelor lor.

Broșura prezintă mai întâi o imagine de ansamblu a industriilor energointensive (IEI) și statutul lor sectorial în cadrul UE. În al doilea capitol, sunt prezentate cazuri de organizații emblematice care au adoptat cu succes soluții de energie regenerabilă. În capitolul trei sunt prezentate lecțiile învățate din cele trei studii de caz industriale: Corbion, Sidenor și Mytilineos. În final, capitolul patru evidențiază diverse tehnologii de energie regenerabilă care pot fi utilizate pentru producerea de căldură și electricitate pentru IEI.

În cele din urmă, la sfârșitul manualului sunt prezentați pe scurt partenerii proiectului RE4Industry.

Cuprins

Despre RE4Industry	3
Scopul Broșurii	3
1- Statutul Sectorului IEI în UE	6
Metale ne-feroase	8
Ciment	10
Var	12
Chimicale	14
Oțel	16
Sticlă	18
2- Soluții de energie regenerabilă	20
Energie electrică din surse regenerabile	21
Combustibili din surse regenerabile	22
Energie termică solară	23
Pompe de căldură	24
Geotermal	25
Biomasă	26
Bio-combustibili	27
Hidrogen verde	28
3- Povești de succes ale integrării surselor regenerabile în IEI	30
Fabrica siderurgică ArcelorMittal Ghent	31
Producerea de energie electrică in situ prin intermediul energiei fotovoltaice în industria siderurgică - Ebroacero	32
Co-procesarea biomasei în industria cimentului / Fabrica de ciment Milaki din cadrul HERACLES-Holcim	33
Implementarea co-generării cu biocombustibil în cuptoarele din industria sticlei Verallia Spania S.A (Zaragoza)	34
Utilizarea Energiei Solare Fotovoltaice (PPA) în cadrul Parcului Solar Witnic	35
4- Studii de caz privind soluțiile de energie regenerabilă în IEI-uri	36
Mytilineos	37
Corbion	38
Sidenor	39
Să cunoaștem Partenerii	40
Experți Tehnici și Sociali	40
Asociații Orientate spre Energia Regenerabilă	41
Industrii EnergoIntensive	41

Figuri

Figura 1:	Emisii CO ₂ EU ETS provenite din industriile energointensive, UE-27, 2008-2018.....	6
Figura 2:	Planul de dezvoltare CEMBUREAU de reducere a emisiilor CO ₂ în cadrul lanțului valoric al cimentului (cele 5 elemente: clincher, ciment, beton, construcții, re-carbonizare).....	11
Figura 3:	Emisiile de GES în sectorul chimic din UE, milioane de tone (echivalent CO ₂).....	15
Figura 4:	Costul mediu ponderat al energiei la nivel mondial (verde) și prețurile de licitație ale contractelor de achiziție de energie (roșu) pentru energia solară fotovoltaică, energia eoliană terestră/marină și energia solară concentrată, în perioada 2010-2023. Sursa: IRENA	21
Figura 5:	Ciclul de compresie a vaporilor care asigură simultan încălzirea și răcirea	24
Figura 6:	Potențialul economic pe termen lung pentru diferite aplicații geotermale în Europa în trei intervale diferite	25
Figura 7:	Principalele tehnologii de conversie termochimică a biomasei. Proiectare proprie, pe baza informațiilor.....	26
Figura 8:	Nuanțe selectate ale sursei de hidrogen	28
Figura 9:	Căile de obținere a hidrogenului din surse regenerabile și nivelurile actuale de maturitate	29
Figura 10:	Turbine eoliene și panouri solare la uzina ArcelorMittal din Ghent.....	31
Figura 11:	Aplicații fotovoltaice pe amplasament sursa: Ebroacero	32
Figura 12:	Depozit de biomasă (stânga) și prim-plan al particulelor de biomasă (dreapta)	33
Figura 13:	Autocamion care funcționează cu biocombustibil din rapiță în regiunea Champagne sursa: Verallia	34
Figura 14:	Imagine aeriană a Parcului Solar Witnica sursa: ceenergynews	35
Figura 15:	Elemente principale ale centralei AoG și ale centralei de co-generare pe bază de gaz natural	37
Figura 16:	Amplasarea sediului central al Corbinion, a punctelor de producție și a birourilor de vânzări, și centrelor de inovare	38
Figura 17:	Centrele de producție ale SIDENOR	39

Tabele

Tabelul 1:	Privire de ansamblu asupra exemplurilor de tehnologii disponibile pentru tehnologiile energointensive	7
Tabelul 2:	Consumul de energie al metalelor neferoase, emisiile de GES și inovațiile în materie de decarbonizare.....	9
Tabelul 3:	Emisiile medii de CO ₂ din producția de var (EuLA, 2012)	13
Tabelul 4:	Consumul final de energie în producția de fier și oțel în 2015.....	16
Tabelul 5:	Principalele produse din sectorul sticlei	18
Tabelul 6:	Tehnologii inovatoare de decarbonizare în industria sticlei	19
Tabelul 7:	Soluții regenerabile de energie electrică și termică	20
Tabelul 8:	Tipuri comune de colectori și intervalul de temperatură pe care îl pot furniza	22
Tabelul 9:	Comparație între gazul natural, biogazul și biometanul.....	27
Tabelul 10:	Informații Cheie ale Poveștilor de Succes	30
Tabelul 11:	Comparație între soluțiile de energie regenerabilă pentru o selecție ulterioară sub forma unui studiu de caz pentru SIDENOR	39

1-

Statutul Sectorului IEI în UE

Acest capitol își propune să ofere o imagine de ansamblu a situației actuale a sectoarelor industriale energointensive din Europa, și anume:

- Metale ne-feroase
- Cement
- Var
- Chimicale
- Oțel
- Sticlă

În cadrul acestui capitol se vor regăsi informații generale privind domeniul european de aplicare și profilul energetic și de emisie a gazelor cu efect de seră (GES) al IEI, în relație cu sectoarele IEI selectate. În plus, sunt prezentate căile de decarbonizare și diferite alternative pentru decarbonizarea sectoarelor.

Industriile energointensive reprezintă sectoare economice importante în Europa. Se estimează că noua UE27 are 3,2 milioane de angajați în industriile fierului și oțelului, mineralelor, rafinăriilor și produselor chimice. Această cifră reprezintă aproximativ 11% din totalul locurilor de muncă din industrie. În cadrul Eu27, aceste patru industrii reprezintă 15% din valoarea adăugată totală în industria de prelucrare.¹

Industriile energointensive funcționează într-un peisaj politic dinamic, data fiind evoluția rapidă a politicilor climatice. În baza Acordului de Paris, Comisia Europeană, Parlamentul European și Statele Membre au implementat politici ambițioase pentru a alinia emisiile de gaze de efect de seră (GES) la obiectivele politice. În prezent, emisiile GES din cadrul acestor industrii sunt reglementate în principal prin intermediul Schemei Europene de Comercializare a Certificatelor de Emisii (EU ETS), un instrument politic pan-european care supervizează emisiile din peste 12.000 de fabrici. Participanții la EU ETS trebuie să-ți monitorizeze și raporteze emisiile de dioxid de carbon (CO₂) și de alte GES și să obțină permise pentru acestea. În conformitate cu obiectivele UE de reducere a emisiilor, Figura 1 arată că emisiile provenite de la industriile energointensive care participă la EU ETS au scăzut între 2008 și 2012, dar s-au stabilizat începând cu 2013.

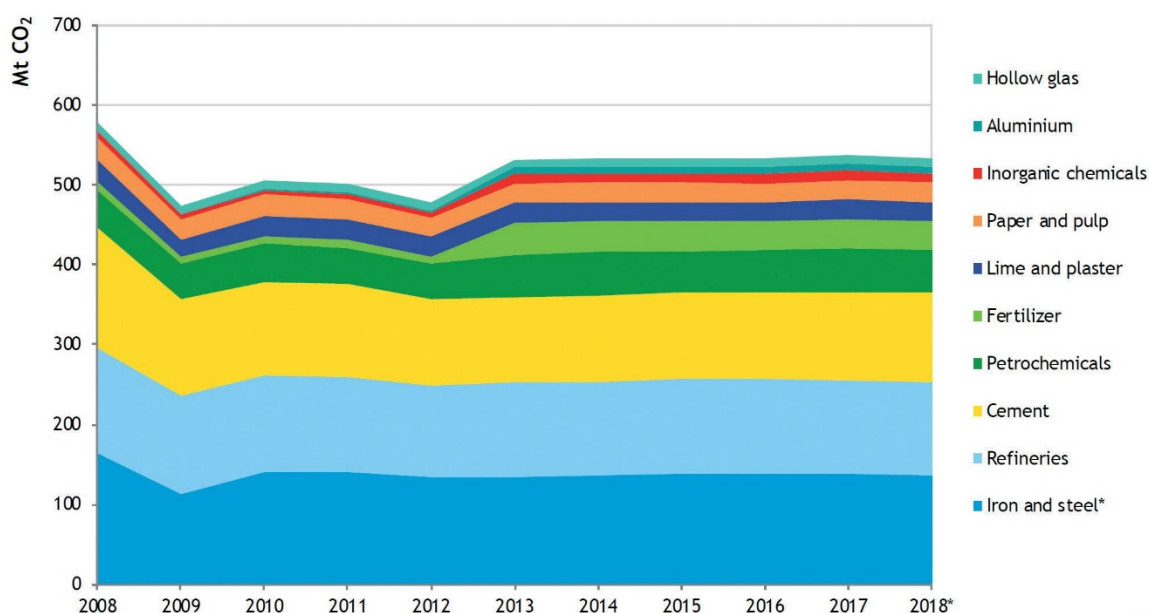


Figura 1: Emisiile de CO₂ din EU ETS din partea industriilor energointensive, EU27, 2008-2018 Sursa: date EUTL, calcule CE Deft. *Date preliminare BTA

Raportul Parlamentului European privind industriile energointensive prezintă următoarele exemple pentru fiecare filieră tehnologică din cadrul IEI. Este important să luăm în considerare faptul că mai multe tehnologii, în special în domeniile electrificării, CUC (captarea și utilizarea carbonului) și hidrogenului, se bazează pe disponibilitatea unor surse regenerabile de energie electrică abundente. Prin urmare, aceste tehnologii sunt strâns legate de progresul sectorului energiei electrice. În schimb, măsurile legate de eficiența energetică, economia circulară, inovarea proceselor și CSC (captarea și stocarea carbonului) pot reduce în mod direct emisiile de CO₂. Cu toate acestea, până când sectorul energiei electrice nu va atinge neutralitatea în materie de carbon, o creștere a cererii de energie electrică poate întârzia închiderea producției de energie electrică pe bază de combustibili fosili și poate împiedica progresul general către neutralitatea climatică a economiei.

Tabelul 1: Prezentare generală a exemplor de tehnologii disponibile pentru industriile energointensive

Sector	Fier și oțel	Ciment și Var	Chimicale, polimeri și fertilizatori	Rafinării
Economie circulară	Reciclare crescută a deșeurilor, înlocuirea lemnului în construcții	Reciclarea betonului	Calitate mai ridicată a reciclării materialelor plastice, nafta din deșeuri plastice, reducerea utilizării de fertilizatori	Combustibili de Carbon Reciclați, reducerea cererii cu ajutorul vehiculelor electrice
Electrificare	Cuptor cu Arc Electric, Electroliza Minereului de Fier		Cracker-ul Viitorului, Boiler Electric	Pompe de Căldură, boiler electric
Capturarea, utilizarea și stocarea carbonului (CUSC)	Gata de captură: ULCOS, HIsarna, Steel2chemicals, Steelanol.	CUSC pe cuptor cu clincher, LEILAC, mineralizare	CUSC pe SMR, oxicomustibil +CUSC	Combustibili sintetici, captură/ CUSC pe SMR
Hidrogen (H₂)	H ₂ - Fier Redus Direct: HYBRIT, SALCOS, H ₂ Future, etc.	Termoficare HT	H ₂ din electrolizator, termoficare HT	Termoficare HT
Biomasă	Furnal pe bază de biococs	Materiale de umplutură bio, cuptor de ardere alimentat cu biogaz	Alimentare bio: MEOH, EtOH, bioBTX, H ₂ din biogaz	Biocombustibili, pe bază de țiței brut bio
Alte inovații de proces	HIsarna	Ciment cu emisii reduse de carbon, tratare CO ₂	Cracare catalitică a etilenei, tehnologii noi de separare	Tehnologii noi de separare

Metale ne-feroase

Metalele neferoase sunt metalele - inclusiv aliajele - care nu conțin fier (ferită) în cantități semnificative. Aliajele neferoase au, în general, compoziții de fier mai mici de 1%, măsurate în greutate.

Metalele neferoase sunt, în general, clasificate în patru grupe principale, inclusiv **metale de bază, metale prețioase, metale speciale și metale rare**.²

Prezentare generală a sectorului european de metale neferoase

- Valorează **120 miliarde Euro**,
- Angajează în mod direct aproximativ **500.000 oameni**
- Angajează peste **2 milioane de oameni** indirect ³

Europa se confruntă cu o lipsă de rezerve; ca atare, se apelează în mare măsură la importurile de minereuri metalice și concentrate de pe alte continente.

Consumul de energie și emisiile GES

Industria metalelor neferoase este cea mai electrificată dintre toate industriile energointensive, consumul de electricitate reprezentând **58%** din consumul său total de energie. Prin urmare, industria metalelor neferoase este **foarte sensibilă la creșterea prețurilor la electricitate** comparativ cu alte industrii de prelucrare.⁴

Pe de altă parte, industria metalelor neferoase din UE a reușit deja să își reducă emisiile absolute (directe și indirecte) cu **61% din 1990**, cea mai mare reducere realizată la nivel mondial, păstrând potențialul de a reduce emisiile de GES cu **peste 90% până în 2050**, dată care marchează obiectivul UE de neutralitate climatică.⁵

Inovații privind eficiență energetică & decarbonizarea

Tabelul 2 prezintă metalele neferoase utilizate în mod obișnuit, consumul de energie și emisiile de GES provenite din aceste metale, precum și inovațiile în materie de eficiență energetică și decarbonizare care ar contribui la decarbonizarea acestor sectoare.

Eficiența (în special în procesele de electroliză), utilizarea combustibililor alternativi, electrificarea, recuperarea căldurii și CUSC sunt principalele căi de decarbonizare a sectorului metalelor neferoase.

² RE4Industry Project Deliverable (2022): D3.1: Non-ferrous metals sector status in Europe

³ T. Wyns and G. Khandekar, "Metals for a Climate Neutral Europe - A 2050 Blueprint," 2020. [Online]. Available: <https://www.eurometaux.eu/metals-blue-print-2050/>

⁴ Energy balance sheets 2016 DATA 2018 edition. 2018.

⁵ T. Wyns and G. Khandekar, "Metals for a Climate Neutral Europe - A 2050 Blueprint," 2020. [Online]. Available: <https://www.eurometaux.eu/metals-blue-print-2050/>

Tabelul 2: Consumul de energie al metalelor neferoase, emisiile de GES și inovațiile în materie de decarbonizare⁵

	Consum de energie	GES	Inovații în materie de eficiență energetică & decarbonizare
Al	14-16 MWh/t de energie electrică Al (producție primară)	Total echivalentul a 17.4 Mt CO ₂ (în 2015)	Eficiența în cadrul procesului de electroliză, CSC
Cu	Aproximativ 1,5MWh electricitate, total energie 3,3MWh/t de cupru	Total 4.439 Mt echivalentul CO ₂ (în 2015)	Eficiența în procesul electrolizei, combustibili alternativi (hidrogen, combustibili sintetici), recuperare termoficare reziduală
Ni	Rafinare: 5-5,5 MWh/t, furnal: 2,6-2,8 MWh/t nichel	echivalentul a 348.46 kt CO ₂ (în 2015)	Electrificarea diverselor procese de ex termoficare electrică și producție de gaz Eficiență în recuperarea termoficării, CSC
Zn	Consum electricitate per t de zinc: 3.8 MWh/t	3.394 Mt echivalent CO ₂ (în 2015)	CSC de ex. Proiectul alge (Finnfjord AS, Universitatea Arctică din Norvegia), CSC
Aliaje de siliciu & feroase	Alimentare electricitate: siliciu 12,4, ferosiliciu 8,9, feromangan 3MWh/tonă	Siliciu 8,4, Ferosiliciu 6,3, Feromangan 1,5 Mt echivalent CO ₂	CSC de ex. Proiectul alge (Finnfjord AS, Universitatea Arctică din Norvegia), CSC

Eurometaux (www.eurometaux.eu) este o asociație care reprezintă interesele industriei metalelor neferoase în Europa. Printre membrii săi se numără producători, transformatori și reciclatori de metale neferoase, precum și asociații europene și naționale de metale. În octombrie 2019, Eurometaux a publicat un raport intitulat „Metals for a Climate-Neutral Europe: A 2050 Blueprint*”, care analizează potențialul și provocările cu care se confruntă industria europeană a metalelor neferoase în vederea atingerii obiectivului de neutralitate climatică până în 2050. Pentru a atinge aceste obiective, planul de dezvoltare Eurometaux propune mai multe măsuri, inclusiv creșterea eficienței energetice în procesele de producție, utilizarea surselor de energie regenerabilă, promovarea economiei circulare prin reciclarea și reutilizarea materialelor și dezvoltarea de noi tehnologii de producție cu emisii reduse de dioxid de carbon.

Ciment

Cimentul este ingredientul principal în fabricarea betonului, iar betonul este substanța prelucrată cea mai utilizată în termeni de volum. Betonul este accesibil, robust, durabil și rezistent la foc, inundații și dăunători. Este suficient de flexibil pentru a fi folosit în structuri complexe și masive. Se preconizează o creștere între 12-23% până în 2050 a cererii de beton, așadar de ciment, în contextul creșterii populației și economiei.⁶

Prezentare generală a sectorului european al cimentului

Conform datelor Eurostat, industria producătoare de ciment din UE

- **a avut o cifră de afaceri de 15,2 miliarde de Euro și 4,8 miliarde Euro** în valoare adăugată
- Cu aproximativ **47.000 de angajați** în Europa în 2019⁷
- Distribuți în aproximativ **350 de companii**

Consumul de energie și emisiile GES

Producția de ciment este responsabilă pentru **8% din totalul emisiilor de CO₂ la nivel global**. Producția de ciment este extrem de mare consumatoare de energie, 50-60% din costurile de producție fiind în relație cu costurile de energie. Consumul obișnuit de energie electrică al unei fabrici moderne de ciment este de aproximativ **110-120 kWh pe tonă de ciment** și **necesită între 60 și 130 kg de păcură sau echivalentul acesteia**, în funcție de tipul de ciment.⁸

Producția de ciment este una dintre cele mai mari surse de emisii de dioxid de carbon din lume. Aceste emisii provin din două surse principale: emisii legate de energie și emisii legate de proces.

Emisiile legate de energie în producția de ciment provin din arderea combustibililor fosili pentru a asigura temperaturile ridicate necesare producerii clincherului, care este principalul element al cimentului. Combustibili fosili precum cărbunele, petrolul și gazele naturale sunt utilizați în mod obișnuit în acest scop. Emisiile rezultate din arderea acestor combustibili includ dioxidul de carbon (CO₂), precum și alte gaze cu efect de seră, cum ar fi metanul (CH₄) și oxidul de azot (N₂O).

Pe lângă emisiile legate de energie, se știe că industria cimentului emite cantități mari de gaze cu efect de seră, în principal dioxid de carbon (CO₂), în timpul proceselor de producție. Aceste emisii sunt cunoscute sub denumirea de „emisii de proces”, care sunt eliberate în timpul reacției chimice care are loc atunci când calcarul este încălzit pentru a produce clincherul, un ingredient cheie al cimentului. Acest tip de emisii reprezintă o mare parte din emisiile provenite din industrie și este greu de evitat, deoarece are loc în timpul procesului de producție.

⁶ RE4Industry Project Deliverable (2022): D3.1 Cement & Lime sector status in Europe

⁷ Cembureau, “Activity report 2020.” [Online]. Available: www.cembureau.eu

⁸ N. A. Madloul, R. Saidur, M. S. Hossain, and N. A. Rahim, “A critical review on energy use and savings in the cement industries,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 15, no. 4. pp. 2042–2060, May 2011. doi: 10.1016/j.rser.2011.01.005.

Inovații privind eficiența energetică & decarbonizarea

În timp ce eforturile de reducere a emisiilor de CO₂ s-au concentrat în primul rând asupra producției de ciment, se pot obține reduceri suplimentare dacă se ia în considerare întregul lanț valoric, de la producția de ciment până la utilizarea acestuia în materiale de construcții precum mortarele și betonul. CEMBUREAU, Asociația Europeană a Cimentului, este o organizație care reprezintă interesele producătorilor de ciment și promovează o industrie a cimentului durabilă și competitivă în Europa. Aceasta a dezvoltat un plan de dezvoltare privind decarbonizarea care evidențiază strategia industriei pentru reducerea emisiilor de carbon și atingerea neutralității climatice. Planul de dezvoltare prioritizează inovația, investițiile și cooperarea și furnizează o viziune pentru tranziția industriei cimentului către un viitor cu emisii reduse de carbon. Planul de dezvoltare privind decarbonizarea al CEMBUREAU include o „**abordare a celor 5 elemente**” care promovează o abordare în colaborare în cadrul lanțului de valoare al **clincherului, cimentului, betonului, construcțiilor și carbonizării** care implică toți actorii pentru a ajuta la transformarea viziunii cu emisii reduse de carbon în realitate. Graficul de mai jos (Figura 2) al CEMBUREAU sintetizează căile tehnice pentru a obține emisii nete zero în comparație cu emisiile de CO₂ din 1990 ale sectorului. În timp ce îmbunătățirile și decarbonizarea lanțului valoric al cimentului (5C) par în continuare cruciale pentru calea de decarbonizare, ar trebui eliminate în total 783 kg CO₂/t de ciment pentru a ajunge la emisii nete 0 în acest sector.

Figura 2:
CEMBUREAU
Planul de dezvoltare a
reducerii emisiilor de
CO₂ în cadrul lanțului
valoric al cimentului (5
elemente: clincher,
ciment, beton,
construcții, re-
carbonizare)



Chiar dacă întregul lanț valoric trebuie să fie îmbunătățit pentru a atinge obiectivul net zero, unele etape sunt mai mari consumatoare de carbon decât altele. Cea mai energointensivă fază a lanțului valoric e cea de la fabrica de ciment, unde se produc două materiale esențiale: **clincherul și cimentul**.

Unele dintre măsurile potențiale de reducere a emisiilor legate de **producția de clincher** sunt utilizarea de **materii prime alternative decarbonizate** (deșeuri și subproduse din alte industrii) până la înlocuirea unei părți din calcar,

înlocuirea combustibililor (combustibil alternativ, biomasă, hidrogen), creșterea **eficienței termice** (în furnale), utilizarea unor **noi tipuri de clincher de ciment**, care sunt diferite din punct de vedere chimic și emit mai puțin CO₂ și **CUSC**.

Pentru a reduce emisiile legate de producția de ciment, energia electrică utilizată pentru amestecare, măcinare și transport ar trebui să provină din surse regenerabile.

Folosirea clincherului de ciment cu raport redus sau a unor alternative la clincher este o altă modalitate de a reduce emisiile legate de producția de ciment.

Var

Varul, cunoscut și sub numele de var nestins sau var ars, este un compus chimic alcalin alb sau alb-cenușiu. Varul este utilizat în diverse aplicații în diferite sectoare, cum ar fi cel de mediu, metalurgic, construcții, chimic/utilizare industrială și multe altele. În plus, varul este foarte reactiv și poate fi periculos dacă nu este manipulat corespunzător.⁶

Prezentare generală a sectorului european al varului

Produsele din var sunt utilizate într-o mare varietate de aplicații în Europa, dar și în întreaga lume, fiind de neînlocuit pentru multe sectoare industriale, de la fabricarea oțelului la materiale de construcții, industrii chimice și celuloză de hârtie.

- Cifra de afaceri de **4,2 miliarde de Euro** și valoare adăugată de **1,4 miliarde Euro**
- **15.000** de angajați direcți și
- **30.000** de angajați indirect

Sursa: sublime-etn.eu

Importanța sa deosebită și diversitatea substanței se datorează alcalinității sale, capacității de purificare și de neutralizare. Un cetățean european obișnuit folosește indirect aproximativ 150g/zi de produse din var.

Consumul de energie și emisiile GES

Varul se formează printr-un proces de calcinare. Are loc un proces de descompunere termică în care calcarul (CaCO_3) sau dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ eliberează CO_2 și se transformă în var (CaO) și dolomită (CaMgO_2) în condiții de temperaturi ridicate. Producția de var generează emisii de gaze cu efect de seră, datorită procesului în sine, la fel ca și cimentul (emisii de proces), dar și datorită necesarului de energie.

Procesul de calcinare este responsabil pentru cea mai mare parte a consumului de energie și a emisiilor de CO_2 , deoarece producția de var necesită temperaturi de aproximativ 1200°C , iar menținerea acestor temperaturi necesită o cantitate semnificativă de căldură. În același timp, **68% din totalul emisiilor reprezintă un produs secundar inevitabil al procesului de calcinare.**

Tabelul 3 arată că majoritatea emisiilor provin din procesul în sine, cu o remarcabilă creștere a emisiilor de CO_2 rezultată din utilizarea dolomitei ca materie primă.

Tabelul 3: Emisii medii de CO₂ pentru produsele de var (EuLA, 2012)

Emisii	Proces (tCO ₂ /t produs de var)	Combustie (tCO ₂ /t de produs de var)	Electricitate (tCO ₂ /t produs de var)	Total (tCO ₂ /t produs de var)
Var	0,751	0,322	0,475	1,092
Dolomită	0,807	0,475		1,301

Măsuri pentru reducerea emisiilor de CO₂

EuLA este o organizație non-profit localizată în Bruxelles, Belgia, care apără interesele industriei varului în Europa. Are membri din diferite țări din cadrul Uniunii Europene. În 2020, EuLA a publicat un plan de dezvoltare privind decarbonizarea industriei varului. Planul de dezvoltare prezintă planul industriei pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, în concordanță cu obiectivele Acordului de la Paris privind schimbările climatice.

Potențialele măsuri pentru reducerea emisiilor de CO₂ prezentate în planul de dezvoltare privind decarbonizarea al EuLA sunt cuaduple:

- **Eficiența energetică prin economii de combustibil:** Îmbunătățirea eficienței energetice în principal în timpul etapei de calcinare este o opțiune importantă pentru reducerea emisiilor legate de energie.
- **Surse cu emisii reduse de carbon prin schimbarea combustibilului:** Combustibilii care sunt utilizați pentru producerea substanțelor necesare pentru căldură sunt, de obicei, gazele naturale și păcura. Tranziția la surse cu emisii reduse de carbon este esențială pentru reducerea emisiilor de CO₂.
- **CUSC:** Aproape 70% din totalul emisiilor de CO₂ din industria varului sunt emisii de proces, prin urmare, singura soluție pentru a atinge neutralitatea în materie de carbon este CCS & CCU, care sunt considerate ca fiind o soluție la capătul liniei.
- **Carbonatarea:** Carbonatarea este un efect natural asociat cu utilizarea varului și poate fi descrisă ca fiind reacția inversă a producției de var. Pe durata viață a produselor care conțin var, CO₂ din atmosferă este captat din atmosferă, formând calcar și, în acest fel, ciclul varului se închide.

Chimicale

Sectorul chimic este o industrie diversificată care produce o mare varietate de produse chimice, inclusiv materiale plastice, produse farmaceutice, fertilizatoare și alte produse chimice folosite în diverse industrii. Produsele sectorului chimic european pot fi clasificate în trei mari categorii⁹:

- **Produsele chimice de bază** cunoscute și drept chimicale de larg consum au reprezentat 60,4% din total vânzărilor de produse chimice la nivel european în 2018 și includ produse petrochimice și derivatele lor (polimeri) alături de produse anorganice de bază.
- **Chimicalele speciale** au reprezentat 27,2% din totalul vânzărilor de chimicale la nivel european în 2018, includ zone ca vopseluri și cerneluri, protecția recoltelor, vopsele și pigmenți și produse auxiliare industriei (alte produse chimice cum ar fi adevizi, uleiuri esențiale și gelatină).
- **Produsele chimice de uz comun** sunt vândute consumatorilor finali, cum ar fi săpunuri și detergenți ca de altfel și parfumuri și cosmetice. Acestea au reprezentat 12,4% din totalul vânzărilor de produse chimice la nivel european în 2018.¹⁰

Privire de ansamblu asupra sectorului european al produselor chimice

Sectorul european al produselor chimice are un rol semnificativ în economia europeană și este una dintre cele mai mari industrii chimice la nivel global. Cuprinde diverse industrii, cum ar fi produse petrochimice, plastice, farmaceutice, agrochimice și produse chimice speciale. În 2018, UE a generat un venit de 565 miliarde de Euro din sectorul chimic, Germania și Franța fiind cei mai mari producători de produse chimice din Europa, urmate de Italia și Olanda.

- Producția chimică este a patra cea mai mare industrie din UE.
- Sectorul e responsabil pentru 7,6% din cifra de afaceri a producției UE
- Constă din **30.000 companii**
- Are aproximativ **1,2 milioane de angajați direcți și 3,6 milioane de angajați indirecti**¹⁰

Consumul de energie și emisiile GES

Sectorul produselor chimice acoperă o gamă variată de procese diverse, de la procese continue complexe la procese la scară mai mică.

Arderea combustibililor fosili, emisiile indirecte rezultate din consumul de electricitate și emisiile de proces (rezultate din procesele care creează CO₂ ca produs secundar al reacțiilor chimice) compun amprenta de carbon a sectorului.

În 2017, consumul de combustibil și de energie al industriei chimice din UE, inclusiv al industriei farmaceutice, s-a ridicat la echivalentul a 52,7 milioane de tone de petrol și gaze, energia electrică reprezentând aproape două treimi din consumul total de energie.¹⁰

Conform Agenției Europene a Mediului (AEM), industria chimică europeană, inclusiv produsele farmaceutice, a emis echivalentul a 135,2 milioane de tone de CO₂ în 2017.

Cel mai important poluant, CO₂, a fost parțial restricționat; cu toate acestea, o mare parte din scădere este legată de reducerea oxidului de azot (N₂O), care este al doilea poluant ca importanță. Scăderea constantă a clorofluorocarburiilor poate fi observată în Figura 3.

⁹ RE4Industry Project Deliverable (2022): D3.1 –Chemical & Fertilizers Sector

¹⁰ Cefic, "2020 FACTS & FIGURES of the European chemical industry".

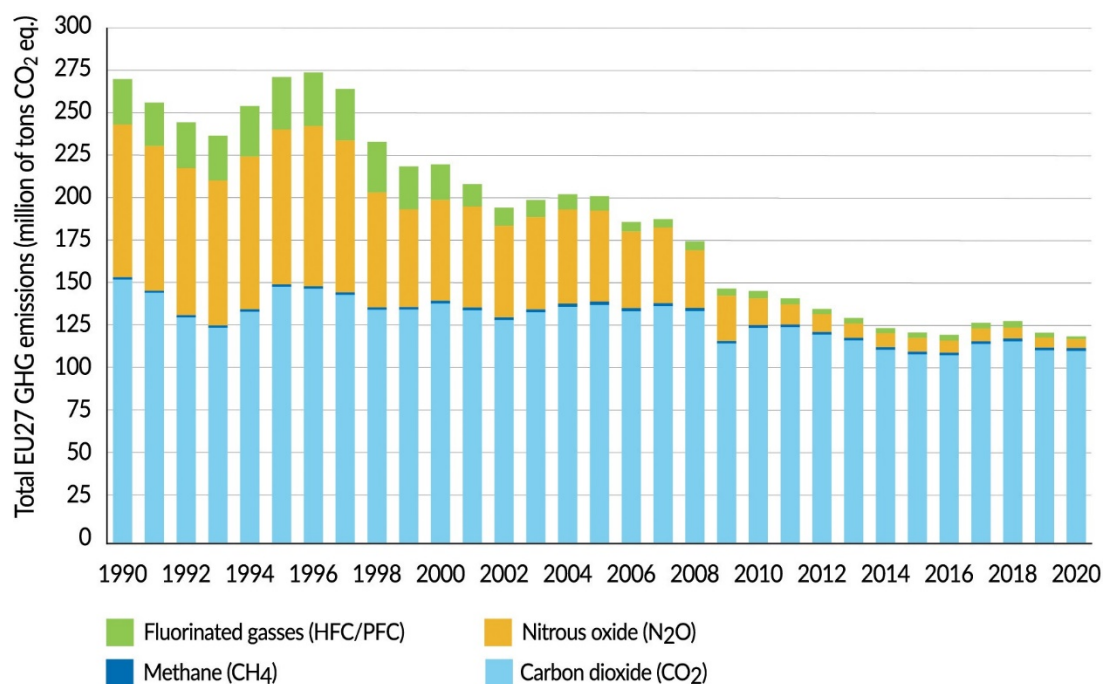


Figura 3: emisii GES în sectorul chimic european, echivalentul a milioane de tone (CO₂)

Metanolul, etilena, clorul și amoniacul sunt cele mai importante substanțe chimice, în funcție de volumele mari de producție, dar și de intensitatea lor energetică și de carbon. Aceste substanțe chimice sunt responsabile pentru majoritatea emisiilor de CO₂ din cadrul sectorului.

Inovații privind eficiența energetică & decarbonizare

CEFIC, acronimul de la Consiliul European al Industriei Chimice, este o asociație comercială cu sediul la Bruxelles care apără interesele industriei chimice din Europa. Peste 29.000 de companii fac parte din această asociație, de la mari corporații multinaționale la întreprinderi mici și mijlocii. CEFIC s-a angajat să reducă emisiile de gaze cu efect de seră ale industriei și să ajungă la emisii nete zero până în 2050.

O serie de tehnologii actuale și viitoare pot susține palmaresul Europei în materie de energie și pot îmbunătăți

eficiența energetică. Câteva sunt prezentate mai jos:

- **Cererea finală de energie** poate fi menținută la un nivel constant,
- Emisiile ar putea fi practic eliminate cu ajutorul **eficienței energetice** (33% din totalul emisiilor reduce),
- **Captură, utilizare și stocare CO₂** (CUSC) (25%),
- **Energie electrică din surse regenerabile** (20%)
- **Înlocuirea combustibililor și măsuri pentru reducerea emisiilor de oxid de azot** (22%)¹¹

Pe lângă tehnologiile menționate, **îmbunătățirea sectorului de materii prime**, care se bazează de obicei pe combustibili fosili, reprezintă o altă modalitate de reducere a emisiilor de GES. Aceasta se poate realiza prin utilizarea eficientă a materiilor prime existente, prin creșterea cantității de materii prime regenerabile, cum ar fi biomasa, materii prime alternative și reciclare.

¹¹ M. ; de B. J. ; L. N. ; den O. B. Stork, "Roadmap for the Dutch Chemical Industry towards 2050," 2018

Oțel

Sectorul producției convenționale de oțel în european este una dintre cele mai mari surse de emisii de CO₂. Acest sector are o contribuție de **aproximativ 4% la totalul emisiilor de CO₂ la nivel european**. La nivel de sector industrial, procesul de producție al oțelului în Europa are o contribuție de 22% din emisiile de carbon.^{12,13}

Cu o producție de aproximativ 1,9 miliarde de tone pe an la nivel mondial și **139 de milioane de tone în UE**, oțelul este al treilea cel mai abundent material în vrac produs de om, după ciment și lemn.¹⁴

Privire de ansamblu asupra sectorului european al oțelului

- Industria UE produce o valoare adăugată de aproximativ **132 miliarde de Euro**.
- În 2020, sectorul european al oțelului a raportat că industria susține peste echivalentul a **2,6 milioane** din totalul de locuri de muncă¹⁴

Consumul de energie și emisiile GES

Tabelul 4 ilustrează consumul final de energie în producția de fier și oțel. Consumul negativ de energie reprezintă energia recuperată în procesele de producție a fierului și oțelului.

Sursa principală de emisii de CO₂ a proceselor de producție a fierului și oțelului o reprezintă **materiile prime și arderea combustibilului**.

Pornind de la procesele de sinterizare până la fabricarea produsului siderurgic final, CO₂ este emis prin intermediul cuptoarelor, cazanelor, sobelor, furnalelor și al altor echipamente diverse.

Dintre cele 1,8 t de emisii de CO₂ pe tona de bobine laminate într-o oțelărie integrată tipică, 1,7 t de CO₂ sunt asociate cu utilizarea cărbunelui, iar restul de 0,1 t de CO₂ este responsabil pentru utilizarea varului.

Majoritatea amprentelor de carbon din industria fierului și oțelului sunt emisii legate de energie.

Tabelul 4: Consum final de energie în producția de fier și oțel în 2015¹⁵

Proces	Consum de energie (EJ an)	Pondere (%)
Cărbune cocsificabil și calamină	24,1	70,0
Alte tipuri de cărbune	6,1	17,6
Gaz de furnal și gaz de cocserie	-3,3	-9,6
Gaz natural	2,3	6,7
Ulei	0,4	1,2
Biomasă	0,1	0,4
Electricitate	4,0	11,8
Pompe	0,6	1,9
Total	34,4	100,0

¹² R. Berger, "The future of steelmaking—How the European steel industry can achieve carbon neutrality," Rol. Berger GMBH, 2020.

¹³ RE4Industry Project Deliverable (2022): D3.1 Steel sector status in Europe

¹⁴ EUROFER, "European Steel in Figures," 2021.

¹⁵ J. Kim et al., "Decarbonizing the iron and steel industry: A systematic review of sociotechnical systems, technological innovations, and policy options," Energy Res. Soc. Sci., vol. 89, p. 102565, 2022. [Online] <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102565>.

Inovații privind eficiența energetică & decarbonizare

EUROFER, care este Asociația Europeană a Oțelului, este o asociație comercială cu sediul la Bruxelles care apără interesele industriei siderurgice europene. Aproximativ 500 de companii se numără printre membrii săi, inclusiv mari corporații multinaționale și întreprinderi mici și mijlocii. Europa este cunoscută la nivel mondial pentru industria sa siderurgică foarte dezvoltată, care în prezent este lider mondial în termeni de performanțe de mediu și climatice. Pentru a direcționa industria către un viitor cu emisii reduse de carbon, EUROFER a publicat în 2019 un plan de dezvoltare privind decarbonizarea, intitulat „Low Carbon Roadmap- Pathways to Achieving a Carbon-Neutral European Steel Industry”. Tranziția spre un viitor neutru din punct de vedere al emisiilor de carbon necesită investiții semnificative în noi dezvoltări tehnologice, infrastructură energetică și modificări ale consumului și surselor de energie, iar accesul la materiale de înaltă calitate cum ar fi minereul de fier și fierul vechi este un factor critic în acest sens.

Pentru a se asigura că Europa își îndeplinește obligațiile asumate în cadrul Acordurilor de la Paris privind clima și, de asemenea, pentru a face oțelul european compatibil cu un viitor curat, cu emisii reduse de dioxid de carbon, EUROFER a stabilit un set clar de traiectorii posibile care vor impulsiunea această transformare necesară în acest sector.

Pe lângă măsurile prezentate de EUROFER, o economie circulară aduce beneficii industriei siderurgice în diverse moduri, cum ar fi conservarea materiilor prime, inovarea, produsele durabile, locurile de muncă, eficiența și emisiile de CO₂. Rata de reciclare a oțelului este foarte mare în industrie, aproape 95%, oțelul fiind astfel cel mai reciclat material. Deși rata ridicată de reciclare are în principal motive economice, aceasta oferă și alte beneficii de mediu, inclusiv o utilizare mai redusă a energiei și emisii mai mici de carbon.

Pe lângă opțiunile menționate, mai jos sunt prezentate și alte modalități de reducere a emisiilor din sector:

- **Utilizarea biomasei în producția de oțel** (deșeuri de lemn torefiat, cărbune, cărbune bio etc.)
- **Utilizarea carbonului ca agent de reducere** (CUSC) poate fi eventual aplicată tuturor punctelor-sursă majore din sectorul siderurgic)
- **Utilizarea energiei electrice prin intermediul unui proces bazat pe electroliză**
- **Producerea directă a oțelului prin plasmă**
- **Producerea fierului prin suspensie**
- **Înlocuirea carbonului cu H₂ ca agent de reducere** (hidrogenul ar putea fi, de asemenea, utilizat direct ca agent de reducere în procesul de producție al oțelului având astfel un potențial ridicat de reducere a CO₂.)

Decarbonizarea industriei siderurgice prin intermediul hidrogenului trebuie susținută de hidrogenul produs pe o cale cu emisii reduse de carbon.

Sticlă

Sticla reprezintă în continuare unul dintre cele mai utilizate materiale în procesele de producție, construcție și consum, permițând în mod semnificativ realizarea unor produse ușoare și a unor geamuri de calitate superioară¹⁶

Principalele produse ale sectorului sticlei sunt **sticla pentru recipiente, sticla plană, fibra de sticlă, produsele de uz casnic și produsele speciale din sticlă** (Consultați Tabelul 5).

Tabelul 5: Produse principale ale sectorului sticlei

Principalele produse din sticlă	Ponderea în industria europeană a sticlei	Utilizare
Sticlă pentru recipiente	Cel mai mare sector al sticlei din Europa cu 62% din producția UE.	Ambalaje cum ar fi sticle și borcane
Sticlă plană	Este al doilea cel mai mare sector al sticlei și reprezintă aproape 29% din producția totală a UE.	Construcții rezidențiale, auto și comerciale, precum și aplicații inovatoare.
Fibră de sticlă	Producția de fibră de sticlă cu filament continuu (CFCG) contribuie cu cea mai mică pondere de 2% în ceea ce privește numărul de tone din sector.	Folosit în principal ca material auxiliar în diverse sectoare.
Intern	Acest sector reprezintă aproximativ 4% din producția europeană totală.	Fabricarea de veselă din sticlă, articole de bucătărie și materiale ornamentale etc.
Produse speciale din sticlă	Acestea reprezintă o mică proporție din totalul producției mondiale de sticlă pentru produse cu valoare adăugată mare	Sticlă pentru iluminat, sticlărie de laborator, sticlă optică sau extra subțire pentru industria electronică etc.

Privire de ansamblu asupra sectorului european al sticlei

Conform datelor Alianței Europene a Sticlei,

Chiar dacă operațiunile normale ale majorității sectoarelor de sticlă au fost întrerupte din 2020 din cauza crizei COVID-19, anul 2021 a înregistrat o redresare lentă.

În 2021, s-au produs **39,1 milioane de tone** de sticlă în UE.

- UE este unul dintre cei mai mari producători de sticlă din lume, alături de China și America de Nord.
- În 2021, industria sticlei din UE-27 a angajat aproximativ **181.000 de persoane**.

¹⁶ RE4Industry Project Deliverable (2022): D3.1 Glass sector status in Europe

Consumul de energie și emisiile GES

Sticla este un sector energointensiv, fiind necesare temperaturi extrem de ridicate pentru fabricarea acesteia; prin urmare, energia reprezintă unul dintre cele mai mari costuri operaționale în fabricarea sticlei. Arderea gazului natural cu aer a fost metoda tradițională de producere a sticlei, care este un proces energo-intensiv și poluant. În consecință, producția de sticlă emite 22 de milioane de tone de CO₂ în fiecare an în Europa.¹⁷

Inovații privind eficiența energetică & decarbonizare

În prezent, majoritatea emisiilor din sectorul sticlei rezultă din utilizarea combustibililor fosili pentru topirea materiilor prime. O tranziție către o sursă de energie neutră din punct de vedere al emisiilor de dioxid de carbon reprezintă un potențial important de reducere.

Glass Alliance Europe (GAE) este o asociație europeană care apără interesele industriei producătoare de sticlă. Scopul său este de a promova politici și reglementări care să favorizeze creșterea și competitivitatea industriei la nivel european. Glass Alliance Europe recunoaște semnificația Pactului Verde European, care are ca obiectiv atingerea neutralității climatice pentru economia și societatea europeană până în 2050. În acest context, a avea o bază industrială competitivă în cadrul UE care să fie lider în ceea ce privește soluțiile cu emisii reduse de carbon devine crucială pentru tranziția tuturor sectoarelor economice din Europa.

Sticla are un rol esențial ca material de bază în sectoarele cu un potențial semnificativ de reducere a emisiilor, și anume energia, construcțiile și transporturile. În consecință, acesta devine un produs esențial pentru o Europă neutră din punct de vedere al emisiilor de dioxid de carbon. În plus, sticla contribuie în mod substanțial la instituirea unei economii circulare veritabile, fiind reciclabilă la infinit și reutilizabilă în aplicațiile pentru recipiente. Această caracteristică ajută la conservarea resurselor și la reducerea emisiilor de carbon.

În plus, recomandările din interiorul sectorului sticlei care vizează reducerea emisiilor și abordează tehnologiile de decarbonizare sunt comune în literatura de specialitate disponibilă (Tabelul 6). Viabilitatea lor financiară și fezabilitatea tehnică necesită însă cercetări suplimentare.

Tabelul 6: Tehnologii inovatoare privind decarbonizarea industriei sticlei

Tehnologii Noi
Îmbunătățiri ale eficienței energetice privind consumul de combustibil din cuptoare
Recuperarea căldurii reziduale pentru preîncălzirea aerului de ardere și a materiilor prime sau a energiei electrice
Inovații în materie de combustie
Combustii combustibili oxidanți
Introducerea biocombustibililor lichizi (biodiesel și ulei vegetal hidro-tratat)
Inovații pentru Reducerea Combustiei
Cuptoare cu arc electric (CAE) în locul cuptoarelor cu gaz
Cuptoare hibride care funcționează cu mai mulți combustibili și electricitate
Studiul de fezabilitate a utilizării hidrogenului pentru funcționarea cuptoarelor de sticlă
Circularitate
Creșterea gradului de utilizare a deșeurilor pentru a produce sticlă nouă (transformarea deșeurilor în material)
Materii prime calcinate sub formă de CaO pentru a înlocui carbonații, reducând emisiile de CO ₂
CUSC identificată drept tehnologia cu cel mai mare potențial spre neutralitate din punct de vedere al emisiilor de dioxid de carbon pe termen scurt

¹⁷How LIFE is reducing emissions from glass production (europa.eu)

Acest capitol oferă o imagine de ansamblu a tehnologiilor relevante în domeniul energiei regenerabile (ER) disponibile în prezent (în ceea ce privește domeniul de aplicare 2030) și care vor fi disponibile în tranziția către 2050 pentru decarbonizarea industriilor energointensive (IEI).

Soluțiile RE au fost clasificate în tehnologii bazate pe utilizarea energiei electrice regenerabile și în tehnologii care urmează să fie utilizate pentru a produce căldură pentru mai multe procese industriale. Electrificarea va fi esențială datorită scăderii treptate a prețurilor energiei regenerabile și a conversiei proceselor dependente de gazele naturale. Procesele industriale care nu sunt ușor eligibile pentru electrificare vor avea totuși nevoie de o formă de căldură regenerabilă.

Tehnologiile de energie regenerabilă care intră în domeniul de aplicare pentru 2030 sunt prezentate în tabelul de mai jos.¹⁸

Tabelul 7: Soluții de energie electrică și termică din surse regenerabile

Surse Regenerabile de Energie Electrică					
Fotovoltaice	Eoliene	Hidraulice	CBD Regenerabile Contracte Bilaterale Directe		
					
Surse Regenerabile de Termoficare					
Solare Termale	Pompe de Căldură	Geotermal	Biomasă	Bio-combustibili	Hidrogen Verde
					

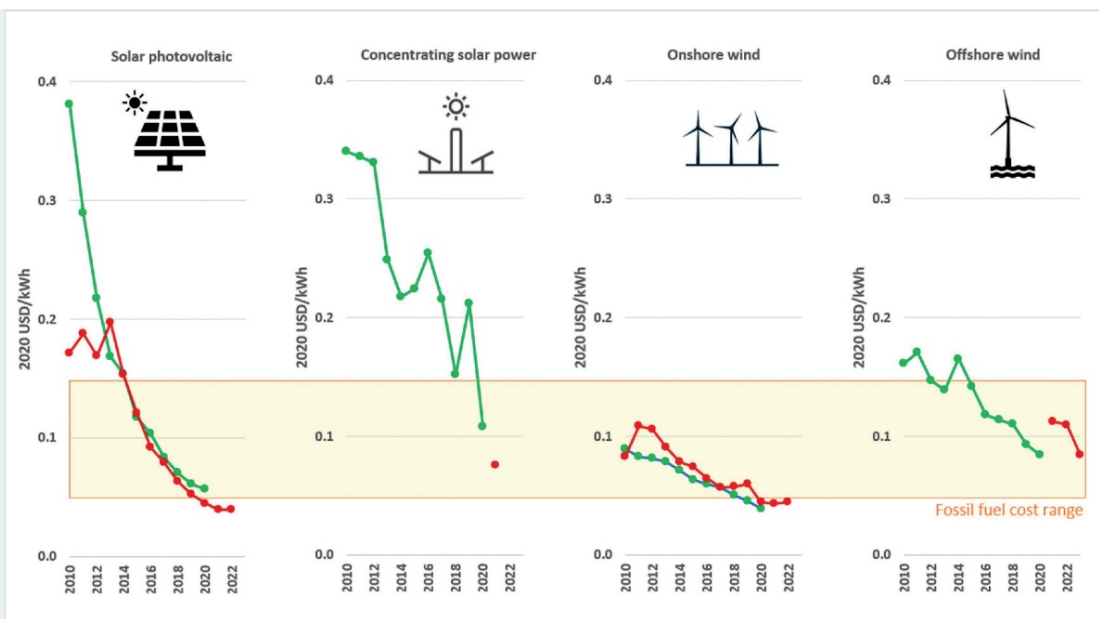
¹⁸ Carmona-Martínez AA, Fresneda-Cruz A, Rueda A, Birgi O, Khawaja C, Janssen R, Davidis B, Reurman P, Vis M, Karampinis E, Grammelis P, Jarauta-Córdoba C. Renewable Power and Heat for the Decarbonisation of Energy-Intensive Industries. Processes. 2023; 11(1):18. <https://doi.org/10.3390/pr11010018>

Surse Regenerabile de Electricitate

Energia regenerabilă poate fi obținută din diferite surse: **energie solară fotovoltaică, energie solară concentrată și vânturi de țarm/din larg**. Aceste tehnologii au înregistrat o îmbunătățire a producției de energie în ultimul deceniu. Prin comparație, sursele de energie pe bază de combustibili fosili, cum ar fi centralele electrice pe bază de cărbune, au avut costuri de exploatare mai mari decât cele ale omologilor lor din surse regenerabile.

Figura 4 arată, de asemenea, că prețurile prezentate ale tehnologiilor regenerabile au înregistrat o scădere considerabilă începând cu 2010. Acest lucru arată că atât competitivitatea generării de energie din surse regenerabile cât și tehnologiile similare bazate pe resurse regenerabile necesare pentru decarbonizarea industriilor energo-intensive ar putea avea o tendință similară de scădere a costurilor.

Figura 4: Costul mediu ponderat al energiei la nivel mondial (verde) și prețurile de licitație ale contractelor de achiziție de energie (roșu) pentru energia solară fotovoltaică, energia eoliană terestră/marină și energia solară concentrată în perioada 2010-2023. Sursa: IRENA



În plus, se preconizează că actuala capacitate de energie fotovoltaică la nivel mondial va crește de la 200 GW (ponderea UE de 25%) la 3000 GW (ponderea UE de 5%) până în 2050, conform planului de dezvoltare al AIE.

Principalul avantaj al energiei din surse regenerabile este flexibilitatea implementării sale. Instalațiile conectate la rețea captează energia electrică pentru autoconsum, iar surplusul poate fi dat în rețea. Pe de altă parte, instalațiile din afara rețelei funcționează în mod izolat. Acestea sunt amplasate în locații îndepărtate pentru a satisface cererea de energie electrică. Unitățile din afara rețelei necesită instalarea de baterii pentru a stoca surplusul de energie electrică.

Există două căi principale de implementare a energiei electrice regenerabile produse fie din energie solară fotovoltaică, fie din energie solară concentrată, fie din energie eoliană terestră/maritimă. Cea mai simplă cale este **înlocuirea directă a energiei electrice de origine fosilă în procesele industriale actuale**. Cea de-a doua implică **electrificarea proceselor actuale bazate pe o sursă de energie termică obținută din utilizarea combustibililor neregenerabili, cum ar fi gazele naturale, cărbunele, printre altele**.¹⁹ În plus, tehnologiile alimentate electric acoperă spectrul larg de temperaturi necesare industriei²⁰ iar aplicațiile care necesită temperaturi joase și medii, cum ar fi cazanele electrice și pompele de căldură pentru furnizarea de încălzire și răcire, nu sunt specifice sectorului și pot fi astfel implementate transversal.¹⁸

¹⁹ Lechtenböhmer S, Nilsson LJ, Åhman M, Schneider C. Decarbonising the energy intensive basic materials industry through electrification – Implications for future EU electricity demand. Energy. 2016;115:1623-1631. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.07.110>

²⁰ Madeddu S, Ueckerdt F, Pehl M, et al. The CO₂ reduction potential for the European industry via direct electrification of heat supply (power-to-heat). Environ Res Lett. 2020;15(12):124004. doi:10.1088/1748-9326/abbd02

Căldură din surse regenerabile

Căldura din surse regenerabile poate fi produsă din diverse surse de energie regenerabilă, cum ar fi energia termică solară, pompele de căldură, energia geotermală, biomasa, biocombustibilii și hidrogenul verde.

Energie termică solară

Colectoarele solare termice sunt dispozitive utilizate pentru producerea de energie prin valorificarea energiei solare în căldură utilizabilă. Aceștia absorb radiația solară de intrare, o transformă în căldură și transferă această căldură către un mediu (de obicei, aer, apă sau ulei) care circulă prin colector. Energia solară astfel colectată este transportată din fluidul care circulă fie pentru a fi utilizată direct, fie pentru a fi stocată într-un rezervor de stocare a energiei termice.²¹

Tabelul 8: Tipuri comune de colectoare și intervalul de temperatură pe care îl pot furniza

Mișcare	Tip colector	Tip de absorbție	Temperatura °C
Neconcentrat	Colector cu placă plată (FPC)	Plat	30-80 ²²
	Colector cu tuburi vidate (ETC)	Plat	50-200 ²²
Concentrat (ghidare pe un singur ax)	Colector cu jgheab parabolic (PTC)	Tubular	60-375 ²³
	Colector Fresnel liniar (LFC)	Tubular	60-400 ²⁴
Concentrat (ghidaj cu ax dublu)	Vas colector parabolic (PDC)	Vârf	750-1000 ²⁵
	Colector de înaltă tensiune	Vârf	500-1500 ²⁶

²¹ Anastasovski A, Raskovic P, Guzovi'c Z, Sedić A. A Systematisation of Methods for Heat Integration of Solar Thermal Energy in Production Processes: A Review. 2020;8:410-437. doi:10.13044/j.sdewes.d7.0310

²² Wang R, Ge T. Advances in Solar Heating and Cooling. Woodhead Publishing; 2016.

²³ Belessiotis V, Kalogirou S, Delyannis E. Thermal Solar Desalination: Methods and Systems. Elsevier; 2016.

²⁴ GmbH IS. Fresnel Collector LF-11 Datasheet.; 2021.

²⁵ Berrada A, El Mrabet R. Hybrid Energy System Models. Academic Press; 2020.

²⁶ Qazi S. Standalone Photovoltaic (PV) Systems for Disaster Relief and Remote Areas. Elsevier; 2016.

²⁷ Sornek K, Filipowicz M, Jasek J. The Use of Fresnel Lenses to Improve the Efficiency of Photovoltaic Modules for Building-integrated Concentrating Photovoltaic Systems. J Sustain Dev Energy, Water Environ Syst. 2018;6:415-426. doi:10.13044/j.sdewes.d6.0204

Există două tipuri de colectoare solare: colectoare neconcentrate/ staționare și colectoare cu concentrare. Colectoarele cu concentrare ating un nivel de temperatură mai ridicat în comparație cu cele neconcentrate. Colectoarele neconcentrate sunt potrivite pentru aplicațiile care necesită temperaturi scăzute ($<150^{\circ}\text{C}$) spre medii ($150^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$). În timp ce colectoarele concentrate sunt necesare pentru temperaturi mai ridicate ($>400^{\circ}\text{C}$). Tabelul 8 prezintă tipurile obișnuite de colectoare și intervalul lor de temperatură.

Aproape toate procesele industriale cu cerere de căldură necesită temperaturi care pot fi furnizate de un sistem solar termic. Dintre IEI, sectorul chimic are o pondere ridicată a cererii de căldură la temperaturi joase și medii în procesele sale de producție ($>50\%$) și este cel mai potrivit sector industrial (dintre IEI) pentru care căldura solară termică ar putea fi utilizată în mod profitabil.

Selectarea unui colector solar adecvat depinde de mai mulți factori: temperaturile de funcționare, eficiența termică, scutul de energie, cost, spațiul necesar, printre altele.

Pompă de Căldură

O pompă de căldură este un dispozitiv care transformă căldura din aer, sol și apă în căldură utilă. Aceasta are o utilizare largă și poate fi aplicată în scopuri rezidențiale, comerciale și industriale. Încălzirea, răcirea și apa caldă pot fi furnizate de o pompă de căldură. Această transformare se realizează printr-un ciclu de refrigerare.

Agentul de refrigerare este un fluid special care circulă într-un circuit închis în cele patru dispozitive principale ale unei pompe de căldură, care sunt evaporatorul, compresorul, condensatorul și supapa de expansiune. Pompele de căldură sunt dispozitive care utilizează lucrul mecanic pentru a transforma energia în căldură. Principiul termodinamic care stă la baza pompelor de căldură se bazează pe faptul că comprimarea fluidelor într-un volum mai mic are ca rezultat o creștere a temperaturii acestora. Vezi Figura 5.

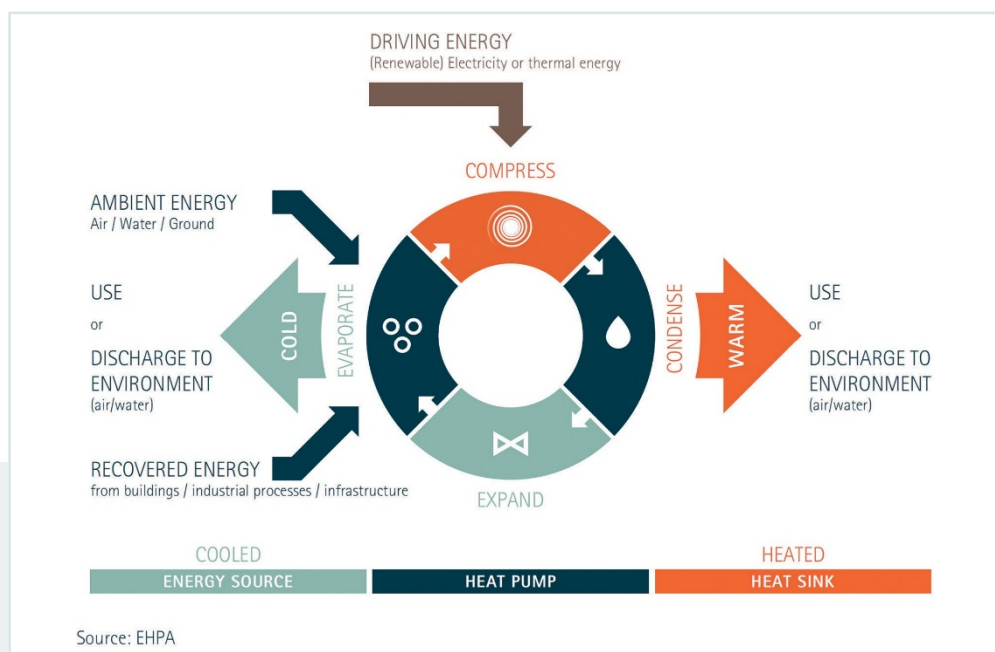


Figura 5: Ciclul de compresie a vaporilor care asigură simultan încălzirea și răcirea

Sunt disponibile diferite tipuri de pompe de căldură pentru diferite nevoi și condiții de mediu. **Pompele de căldură subacvatice** utilizează o sursă de apă ca mediu de schimb de căldură și sunt considerate a fi foarte eficiente datorită caracteristicilor excelente de temperatură ale apei ca purtător de energie. Această caracteristică face ca acest tip de pompă de căldură să fie deosebit de interesant pentru locațiile cu condiții meteorologice extreme. În timp ce **pompele cu sursă de aer** sunt instalate deasupra solului și utilizează căldura din aerul ambiental ca sursă principală de energie. **Pompa de căldură cu evacuare** este un alt tip de pompă cu aer cald care utilizează căldura de evacuare din procesele de fabricație. Deoarece căldura de evacuare este mai caldă decât aerul înconjurător, procesul de evaporare spre condensare este mai eficient cu acest tip de pompă de căldură. Prin urmare, aceste tipuri de pompe de căldură sunt extrem de ușor de implementat în sectorul industrial.

Implementarea pompelor de căldură în IIE este limitată din mai multe motive. Nu există un număr suficient de producători de echipamente bazate pe conceptul pompelor de căldură. Echipamentele disponibile nu sunt capabile să asigure o gamă largă de temperaturi de proces solicitate de obicei de industrie. Chiar dacă IEI-urile au o cerere mare de căldură de până la 200°C, majoritatea producătorilor comerciali oferă echipamente capabile să furnizeze căldură până la 90°C. Doar câțiva furnizori oferă echipamente care pot furniza căldură în intervalul 120-165°C. În plus, o serie de proiecte în curs de desfășurare au demonstrat că pot furniza căldură la temperaturi cuprinse între 160-200°C²⁸.

²⁸ Zühlsdorf B, Bühler F, Bantle M, Elmegaard B. Analysis of technologies and potentials for heat pump-based process heat supply above 150 °C. Energy Convers Manag X. 2019;2:100011. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2019.100011>

Geothermal

Energia geotermală este considerată ca fiind o sursă de energie care va contribui la decarbonizarea industriei. Estimările arată că, până în 2050, vor fi disponibile între 100 și 210 TWh/an din resursele de energie geotermală.³² Chiar dacă principalele aplicații ale energiei geotermale au fost în sectorul rezidențial și comercial, sub formă de încălzire urbană, sunt prevăzute și aplicații în sectoarele agricol și industrial.^{29, 30, 31}

Toate regiunile din Europa prezintă un potențial economic pentru aplicațiile energiei geotermale în funcție de adâncime, cu excepția Islandei și a altor câteva regiuni europene cu o activitate vulcanică evidentă. În aceste regiuni, potențialul de producere a energiei electrice din energie geotermală este limitat la rezervoarele aflate la adâncimi mai mici de 2 km (a se vedea figura 6). Cu toate acestea, aplicațiile geotermale directe în serele agricole sau în industrie pot fi încă dezvoltate cu astfel de adâncimi.³⁰

Finanțarea și dezvoltarea unei noi infrastructuri de rețele de energie termică este considerată o mare provocare pentru energia geotermală. Prin urmare, modernizarea ar putea fi o alternativă pentru punerea în aplicare a energiei geotermale în sectorul încălzirii urbane și, de

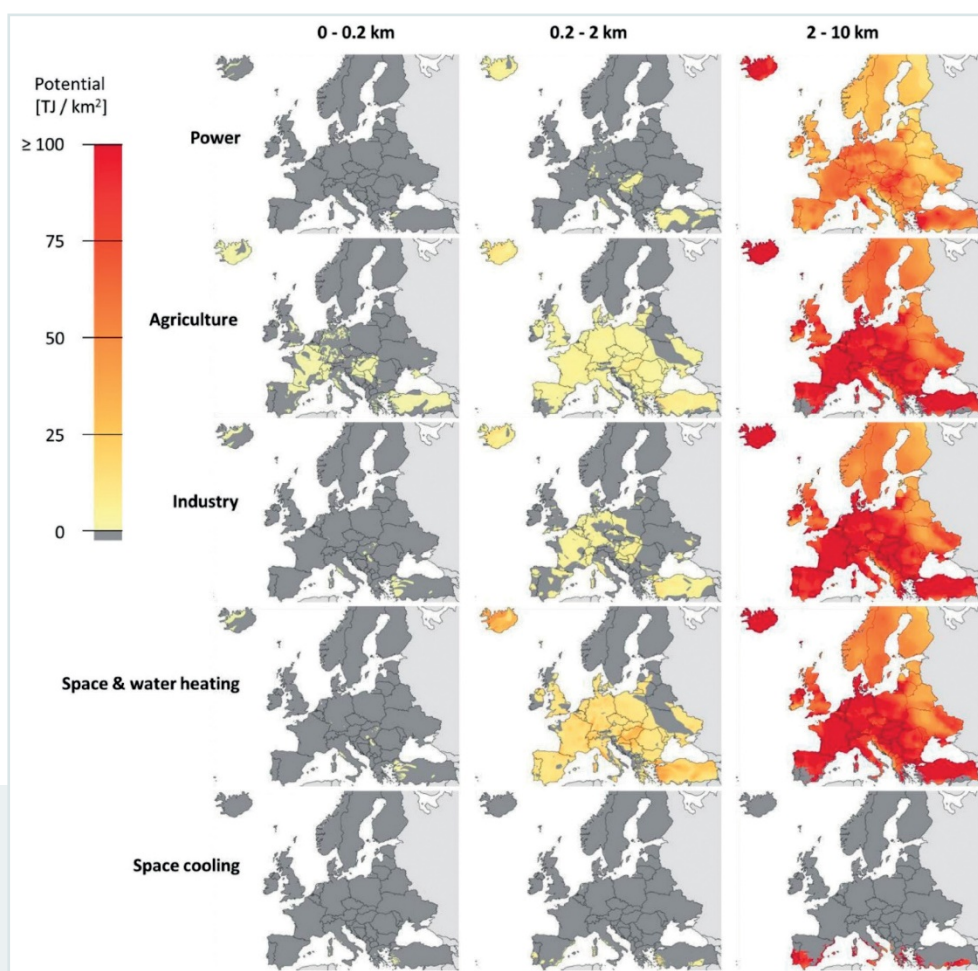


Figura 6: Potențialul economic pe termen lung pentru diverse aplicații geotermale în Europa la trei intervale diferite³²

²⁹ Urbančič D, Trop P, Goričanec D. Geothermal heat potential-the source for heating greenhouses in Southeastern Europe. Therm Sci. 2016;20(4):1061-1071.

³⁰ Østergaard PA, Lund H. A renewable energy system in Frederikshavn using low-temperature geothermal energy for district heating. Appl Energy. 2011;88(2):479-487. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.03.018>

³¹ Barkaoui A-E, Boldyrev S, Duic N, Krajacic G, Guzović Z. Appropriate integration of geothermal energy sources by Pinch approach: Case study of Croatia. Appl Energy. 2016;184:1343-1349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.04.112>

³² Dalla Longa F, Nogueira LP, Limberger J, Wees J-D van, van der Zwaan B. Scenarios for geothermal energy deployment in Europe. Energy. 2020;206:118060. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118060>

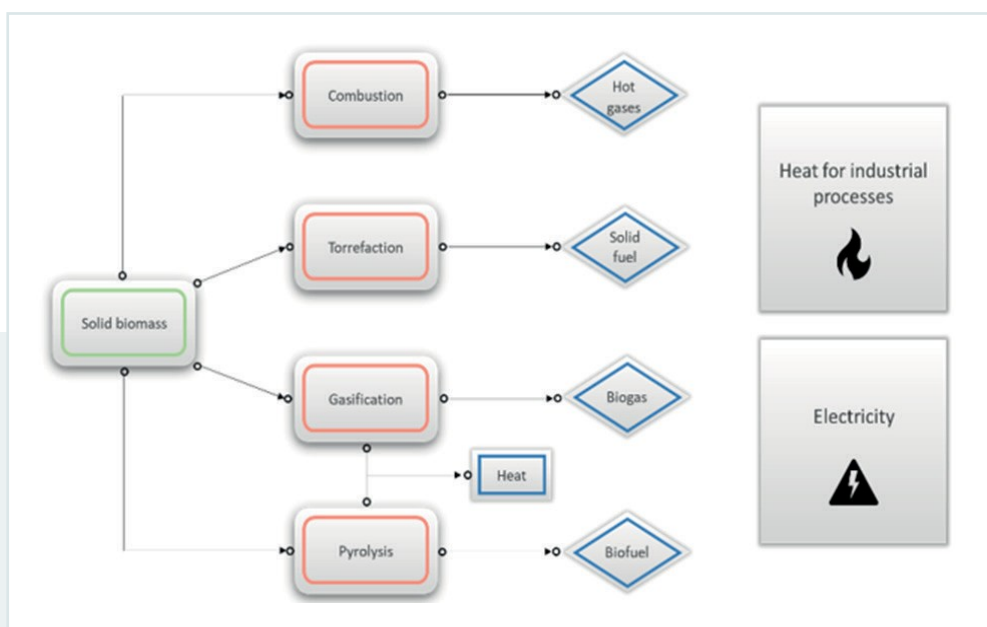
Biomasă

Biomasa solidă, care este de departe principala materie primă (91%) pentru generarea de căldură bio, a fost identificată ca fiind un combustibil cheie pentru tranziția către energia regenerabilă. Conversia biomasei în forme utile de energie ar putea fi realizată prin trei căi principale de conversie, și anume **procesele de conversie termochimică, fizico-chimică și biochimică**.

Căldura din surse regenerabile poate fi produsă prin intermediul proceselor de conversie termochimică. Figura 7 prezintă principalele tehnologii de conversie termochimică capabile să producă căldură și energie din surse regenerabile din biomasa solidă. Toate tehnologiile de conversie termochimică sunt disponibile la scară comercială, în funcție de materia primă utilizată, deși trebuie remarcat faptul că arderea este aplicată pe scară mai largă decât toate celelalte tehnologii. Utilizarea biomasei neselective este unul dintre principalele avantaje ale acestor tehnologii. Un alt avantaj este faptul că biomasa poate fi generată în mod continuu, ceea ce face posibilă generarea cantităților de energie necesare atunci când este nevoie.

În 2018, sectorul celulozei și al hârtiei, împreună cu industria lemnului și a produselor din lemn, au reprezentat împreună 81% din biomasa utilizată în consumul de energie în rândul industriilor din UE. Urmează îndeaproape industriile de minerale nemetalice, cum ar fi sticla, ceramica și cimentul, care se situează pe locul al treilea în topul celor mai mari utilizatori de biomasa în funcție de volum. Pe de altă parte, sectoarele chimic și petrochimic, siderurgic și siderurgic și al metalelor neferoase au utilizat doar 0,64%, 0,04% și, respectiv, 0,03% din biomasa pentru nevoile lor de consum de energie.³³

Figura 7:
Principalele
tehnologii de
conversie
termochimică a
biomasei. Concept
propriu, bazat pe
informații^{34, 35, 36}



³³ Calderón C, Avagianos I, Jossart J-M. Bioheat Statistical Report; 2020.

³⁴ McKendry P. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. Bioresour Technol. 2002;83(1):47-54. doi:[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00119-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00119-5)

³⁵ Islas J, Manzini F, Masera O, Vargas V. Chapter Four - Solid Biomass to Heat and Power. In: Lago C, Caldés N, Lechón YBT-TR of B in the B, eds. Academic Press; 2019:145-177. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00004-2>

³⁶ Malico I, Nepomuceno Pereira R, Gonçalves AC, Sousa AMO. Current status and future perspectives for energy production from solid biomass in the European industry. Renew Sustain Energy Rev. 2019;112:960-977. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.022>

Bio-combustibili

Biocombustibilii sunt combustibili obținuți prin transformarea biomasei fie într-o formă lichidă (cea mai frecventă), fie într-o formă solidă sau gazoasă de combustibil.³⁷ Materiile prime utilizate pentru producerea biocombustibililor joacă un rol important în clasificarea acestora în biocombustibili convenționali (biocombustibili de primă generație) și biocombustibili avansați (biocombustibili de a doua generație).³⁸ În timp ce biocombustibilii convenționali sunt cunoscuți ca fiind produși din materii prime comestibile și care consumă pământ, biocombustibilii avansați utilizează materii prime organice nealimentare și nealimentare.³⁹

Deși majoritatea biocombustibililor comercializați, cum ar fi biodieselul și bio-etanolul, sunt utilizați în sectorul transporturilor⁴⁰, utilizarea lor în industriile energointensive din sectoarele cimentului, fierului, ceramicii și chimiei, pentru a numi doar câteva, nu este cuprinzătoare. Aceste sectoare se bazează în continuare pe utilizarea combustibililor convenționali pe bază de combustibili fosili, care ar putea fi înlocuiți cu energie electrică din surse regenerabile și biometan, pentru procesele lor, cum ar fi energia electrică bazată pe combustie de carbon și gazele naturale pentru producerea de căldură. Asemănările dintre compoziția gazului natural și a biometanului sunt foarte mari; prin urmare, arderea gazului natural ar putea fi înlocuită în mod ideal cu acest gaz regenerabil.⁴¹ Biometanul nu numai că se obține prin descompunerea anaerobă a mai multor materii prime organice regenerabile, dar, de asemenea, utilizarea sa în industrie nu necesită nicio modificare a proceselor industriale actuale. Vezi Tabelul 9.

Tabelul 9: Comparatie între gazul natural, biomasă și bio-metan

Compus	Gaz natural (%) ⁴²	Biogaz (%) ⁴³	Metan bio (%) ⁴⁴
Metan	87,0-98,0	50-75	>90
Etan	1,5-9,0	N.A.	N.A.
Butan	0,1-1,5	N.A.	N.A.
Pentan	<0,4	N.A.	N.A.
N2	5,5	0-10	N.A.
CO	0,05-1,0	25-50	N.A.
O2	<0,1	0-2	N.A.
H2	N.A.	0-1	<5

³⁷ Suurs RAA, Hekkert MP. Competition between first and second generation technologies: Lessons from the formation of a biofuels innovation system in the Netherlands. Energy. 2009;34(5):669-679.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.09.002>

³⁸ Heyne S, Harvey S. Assessment of the energy and economic performance of second generation biofuel production processes using energy market scenarios. Appl Energy. 2013;101:203-212.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.03.034>

³⁹ IRENA. Advanced Biofuels, What Holds Them Back?; 2019. <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Advanced-biofuels-What-holds-them-back>

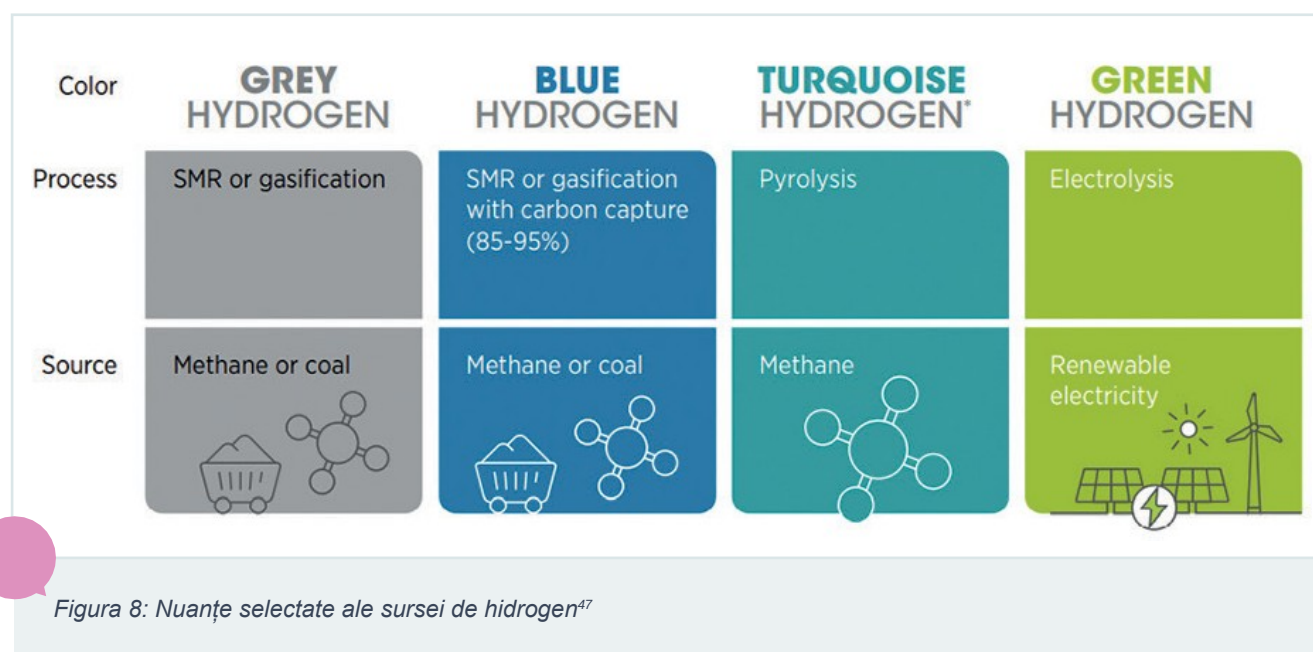
⁴⁰ Ajanovic A, Haas R. On the future prospects and limits of biofuels in Brazil, the US and EU. Appl Energy. 2014;135:730- 737. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.07.001>

În ciuda fezabilității tehnice a biometanului, una dintre provocările legate de punerea sa în aplicare este strâns legată de disponibilitatea acestuia.⁴⁵ Se preconizează că biometanul va înlocui doar aproximativ 8% din consumul total de gaze naturale din UE până în 2030.⁴⁶

Hidrogen Verde

Hidrogenul este un vector energetic și poate fi produs din combustibili fosili și biomasă, din apă sau dintr-o combinație a celor două. Piața sa este bine stabilită, cea mai mare parte fiind consumată în sectorul chimic. În prezent, aproximativ 95% din producția mondială de hidrogen provine din combustibili fosili.

Hidrogenul poate fi produs printr-o varietate de procese, iar pentru a facilita discuțiile se utilizează în mod obișnuit o nomenclatură cu coduri de culoare. Vedeți figura f. 8 Hidrogenul este considerat regenerabil sau ecologic atunci când emisiile de gaze cu efect de seră generate de procesul de producție pe tot parcursul ciclului de viață sunt aproape de zero. Cel mai frecvent mod de producere a hidrogenului ecologic este prin electroliza apei (într-un electrolizator, alimentat cu energie electrică), iar energia electrică provine din surse regenerabile, dar poate fi produs și prin alte metode. Figura 9 prezintă aceste căi diferite pe baza celor trei materii prime care pot fi utilizate pentru a genera hidrogen: **electricitate din surse regenerabile, biomasă și biogaz și iradiere solară.**



⁴¹ Corbellini V, Kougias PG, Treu L, Bassani I, Malpei F, Angelidaki I. Hybrid biogas upgrading in a two-stage thermophilic reactor. *Energy Convers Manag.* 2018;168:1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.04.074>

⁴² Arinelli L de O, Teixeira AM, de Medeiros JL, Araújo O de QF. Supersonic separator for cleaner offshore processing of natural gas with high carbon dioxide content: Environmental and economic assessments. *J Clean Prod.* 2019;233:510-521. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.115>

⁴³ Matuszewska A, Owczuk M, Zamojska-Jaroszewicz A, Jakubiak-Lasocka J, Lasocki J, Orliński P. Evaluation of the biological methane potential of various feedstock for the production of biogas to supply agricultural tractors. *Energy Convers Manag.* 2016;125:309-319. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.02.072>

⁴⁴ Cavaignac RS, Ferreira NL, Guardani R. Techno-economic and environmental process evaluation of biogas upgrading via amine scrubbing. *Renew Energy.* 2021;171:868-880. doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.097>

⁴⁵ Association EB. EBA Statistical Report 2020.; 2020.

⁴⁶ Eurogas. The Sustainable Credentials of Gas.; 2019.

⁴⁷ E. Bianco and H. Blanco, "Green hydrogen: a guide to policy making," 2020.

Reformarea cu abur a biometanului/biogazului cu sau fără captarea și utilizarea/stocarea carbonului este o tehnologie matură și bine stabilită, pe lângă electroliza cu electrolizoare ALK. Cele mai puțin avansate căi sunt gazeificarea și piroliza biomasei, divizarea termochimică a apei, fotocataliza, gazeificarea cu apă supercritică a biomasei, fermentația întunecată combinată și descompunerea anaerobă.

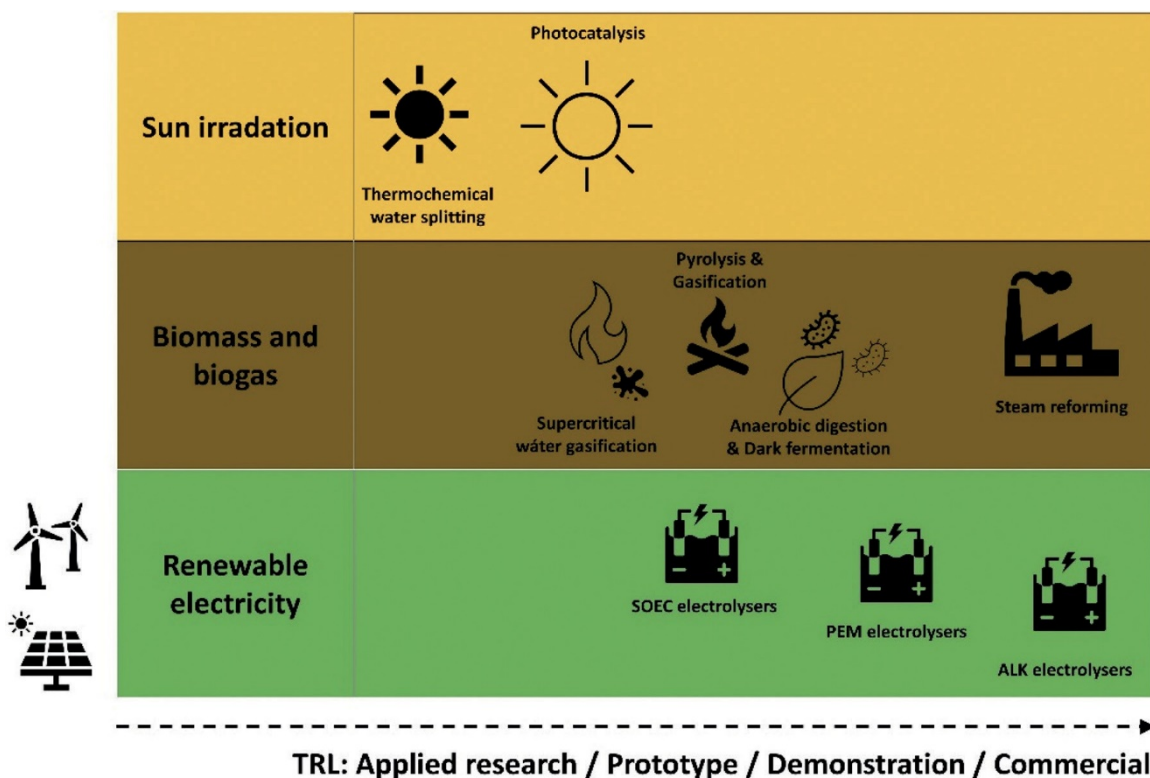


Figura 9: Căile de obținere a hidrogenului din surse regenerabile și nivelurile actuale de maturitate⁴⁸

În prezent, nu există o producție semnificativă de hidrogen din surse regenerabile, hidrogenul verde a fost limitat la proiecte demonstrative⁴⁹, dar se preconizează o dezvoltare a acestuia în anii următori.

În ceea ce privește segmentele industriale de energie termică de calitate scăzută și medie, utilizarea energiei electrice din surse regenerabile este principala modalitate de decarbonizare a proceselor industriale, conform FCH JU.⁵⁰ Pentru procesele industriale din segmentul de energie termică de calitate ridicată, hidrogenul poate oferi avantaje în ceea ce privește capacitatea sa de a genera temperaturi ridicate utilizând configurații de proces similare celor actuale. În afară de utilizarea sa pentru procesele de căldură de înaltă calitate, IEI pot utiliza hidrogenul verde pentru producerea de substanțe chimice și combustibili sintetici și ca agent de reducere (industrii siderurgice).¹⁸

⁴⁸ IRENA. Hydrogen from Renewable Power, Technology Outlook for the Energy Transition.; 2018.
https://www.irena.org/-/media/files/irena/agency/publication/2018/sep/irena_hydrogen_from_renewable_power_2018.pdf

⁴⁹ IRENA. Hydrogen: A Renewable Energy Perspective.; 2019.
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Hydrogen_2019.pdf

⁵⁰ FCHJU FC and HJU. Hydrogen Roadmap Europe – A Sustainable Pathway for the European Energy Transition.; 2019.
https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen_Roadmap_Europe_Report.pdf

Povești de Succes ale Integrării Surselor Regenerabile în cadrul IEI-urilor

Există povești de succes în ceea ce privește integrarea energiei regenerabile în diverse IEI-uri. Acest capitol prezintă cinci povești de succes ale unor IEI-uri care au adoptat diverse măsuri de decarbonizare din Spania, Grecia, Belgia și Germania. Companiile care reprezintă poveștile de succes activează în sectoarele oțelului (ArcelorMittal, Ebroacero), cimentului (Heracles, Heidelberg Materials) și sticlei (Verallia) și servesc drept exemplu pentru alți actori din industrie.

Tabelul 10: Informații Cheie ale Poveștilor de Succes

Poveste de succes	Informații cheie ale poveștilor de succes	Eforturi privind decarbonizarea
ArcelorMittal	Țintă: Reducerea emisiilor de CO ₂ cu 3,9Mt/an până în 2030.	Energie eoliană: 12 turbine eoliene, diametrul rotorului de 162m, înălțime 230m & capacitate de 6MW/turbină. Producție energetică: 45 GWh/an. Emisii de CO ₂ evitate: 11.225 tone/an.
Ebroacero	Țintă: Reducerea emisiilor de CO ₂ cu 46,81 tone/an Emisii curente la Ebroacero: echivalentul a 936,18 t CO ₂	Energie solară: peste 27.000 de panouri solare, începând cu 2019. Al 3-lea cel mai mare parc din Belgia cu o suprafață de 100.000 metri pătrați. Producție energetică: 10 GWh/an. Acțiunea principală în 2021: Acordul cu Solarfarm pentru instalarea de celule solare fotovoltaice. Prima țintă a proiectului: stabilirea a 186,84Wp pentru consumul propriu de energie electrică din surse regenerabile. Producție de energie: aproximativ 207,254 kWh/an, 4-5% din consumul total de energie Emisii de CO₂ evitate: echivalentul a 46.81 t CO ₂
HERACLES	Obiectivele strategice ale companiei: Reducerea emisiilor totale brute de CO ₂ la 1.522kt CO ₂ (2030) de la 2.103 kt de CO ₂ (2019) Creșterea gradului de înlocuire a combustibililor fosili cu combustibili alternativi la 50% până în 2023	Tehnologia ER aplicată la Fabrica de ciment Milaki (MCP) are la bază conceptul de co-procesare a co-procesare a reciclării simultane a materialelor minerale și a recuperării de energie în cadrul fabricării cimentului; MCP co-procesează biomasa, combustibilul solid recuperat și nămolul de epurare uscat;

Verallia

Țintă: Reducerea emisiilor de CO₂ cu 46% până în 2030 (Domeniile de aplicare 1 & 2).

Verallia investește în transformarea tehnologiilor, resurselor și echipamentelor industriale utilizate în locațiile sale, cu scopul de a reduce emisiile de CO₂ cu 46% până în 2030 (Domeniile de aplicare 1 și 2). În 2021, Verallia a decis, de asemenea, să se angajeze la un obiectiv de reducere a emisiilor de CO₂ din Domeniul de aplicare 3, care urmează să fie realizat în colaborare cu furnizorii săi.

Witnica Solar Parkt

Emisii de CO₂ în cadrul Górażdze:
2.73 Mton (2018)

Górażdze Cement SA, Țintă: Beton neutru din punct de vedere al emisiilor de dioxid de carbon până în 2050 și realizarea unei reduceri a emisiilor specifice nete de CO₂ la mai puțin de 525 kg pe tonă de material pe bază de ciment.

Instalarea a 159.856 de panouri fotovoltaice duce la reducerea emisiilor de CO₂ cu 63.000 t și la producerea a 68 GWh de energie electrică din surse regenerabile anual, ceea ce înseamnă că aproximativ 2.500 de locuințe ar putea fi alimentate cu energie electrică verde din parcul solar.

Uzina Siderurgică ArcelorMittal Ghent

ArcelorMittal Belgia a fost selectată ca unul dintre cazurile de succes în cadrul proiectului RE4Industry, datorită eforturilor uriașe depuse de această industrie pentru a reduce emisiile de CO₂ prin utilizarea surselor de energie regenerabilă (SER) în linia de producție de bază și a tehnologiilor de captare și utilizare a carbonului (CUC).



Figura 10: Turbine eoliene și panouri solare în cadrul fabricii ArcelorMittal Ghent

Pentru a-și atinge obiectivele pentru 2030, la sediul său din Ghent vor funcționa o uzină de fier cu reducere directă (DRI) de 2,5 milioane de tone și un cuptor cu arc electric (EAF) împreună cu un furnal de ultimă generație alimentat cu deșeuri de lemn și plastic (proiectul Horizon2020 Torero).⁵¹

În plus, proiectul Carbalyst⁵²/Steelanol⁵³ promovează CUC prin transformarea gazelor reziduale biologice captate din furnale înalte în bioetanol, care poate fi reutilizat ca materie primă chimică sau amestecat pentru a fi utilizat ca combustibil lichid. Cele două proiecte menționate mai sus sunt preconizate a fi puse în funcțiune în 2022.

Trei turbine eoliene vor fi puse în funcțiune până la sfârșitul anului 2022, promovând utilizarea energiei eoliene. În plus, a fost finalizată instalarea a peste 27.000 de panouri solare pe acoperișul ArcelorMittal din Ghent, acesta fiind cel mai mare acoperiș solar din Belgia. ArcelorMittal deține în prezent al patrulea cel mai mare parc solar din Belgia și cel mai mare acoperiș solar din Belgia.

În cele din urmă, ArcelorMittal Belgia și Dow Benelux au efectuat teste cu o nouă fabrică pilot în incinta ArcelorMittal din Ghent, care separă (CO₂) și monoxidul de carbon (CO) de gazele de ardere fierbinți produse în timpul producției de oțel. În total, acest lucru va duce la o reducere a emisiilor de CO₂ de 3 milioane de tone pe an, comparativ cu 2018, și permite crearea de sinergii în planul de dezvoltare al ArcelorMittal Belgia pentru a ajunge la emisii nete de carbon zero până în 2050. Reducerile de emisii preconizate vor avea, de asemenea, o contribuție importantă la obiectivul ambițios al companiei de a reduce emisiile de carbon cu 3,9 milioane de tone pe an până în 2030.⁵⁴

⁵¹ Torero - fueling a sustainable future

⁵² Carbalyst®: Capturing and re-using our carbon-rich waste gases to make valuable chemical products | ArcelorMittal

⁵³ Home | Steelanol

⁵⁴ RE4Industry Project: D3.3 Success cases of RE integration Case study: ArcelorMittal Ghent steel plan

Producerea de energie electrică în situ prin intermediul energiei fotovoltaice în industria siderurgică - Ebroacero (Zaragoza, Spania)



Sectorul siderurgic european se află sub presiune din cauza emisiilor de CO₂ generate de procesele sale cu consum mare de energie și de resurse. În 2018, Comisia Europeană a făcut publică strategia sa pe termen lung privind protecția climei pentru a face din aceasta o regiune fără emisii de gaze cu efect de seră până în 2050. Sectorul producției convenționale de oțel din Europa este una dintre cele mai mari surse de emisii de CO₂.

În acest sens, Ebroacero a semnat un acord cu Solarfarm pentru instalarea tehnologiei de celule solare fotovoltaice în uzina sa situată în Zaragoza, în 2021.

Această acțiune a garantat Ebroacero o producție globală de energie electrică pe site de aproximativ 4 până la 5%. Această cantitate este prevăzută a fi consumată în întregime în instalațiile proprii și niciun surplus nu va fi vândut în rețea.



Figura 11: Aplicații fotovoltaice la sursă: Ebroacero

Investiția totală se ridică la aproximativ 150.000 de euro și are ca scop înlocuirea achiziționării energiei electrice produse extern.

În plus, rezultatele au arătat o economie totală de 29,4 tone de gaze naturale, ceea ce se traduce prin evitarea echivalentului a 86,33 tone de CO₂.

Instalarea de panouri fotovoltaice va contribui la reducerea emisiilor din domeniul de aplicare II. Emisiile actuale de la Ebroacero sunt echivalentul a aproximativ 936,18 tone de CO₂. După cum s-a menționat mai sus, noua instalație fotovoltaică poate garanta aproximativ 207 254 kWh/an produși din surse regenerabile, ceea ce reprezintă 4-5% din consumul total de energie electrică. Această cantitate va contribui la evitarea echivalentului a aproximativ 46,81 tone de CO₂ ⁵⁵

⁵⁵ RE4Industry Project: D3.3 Success cases of RE integration Case study: Electrical generation in-situ by means of photovoltaics in the steel industry – Ebroacero (Zaragoza, Spain)

Co-procesarea biomasei în industria cimentului/ Fabrica de ciment Milaki a HERACLES-Holcim



Fabricarea cimentului este un proces cu consum mare de energie din cauza necesității de a încălzi materiile prime la o temperatură ridicată (aproximativ 1450°C). În Europa, unde industria cimentului este modernizată și implementează deja tehnologii de ultimă generație, sunt necesari aproximativ 3 300 MJ de energie termică pentru a produce o tonă de clincher [h]. Prin urmare, costul combustibilului pentru producerea acestei energii termice este un factor de cost semnificativ în producția de ciment.

În 2020, HERACLES - membru al Grupului Holcim și unul dintre principalii producători de ciment din Grecia - a conceput și implementat un proiect inovator de co-procesare a biomasei pentru producția de ciment în instalațiile sale din cadrul fabricii de ciment Milaki, pe insula Evia.

O componentă majoră a strategiei HERACLES privind schimbările climatice este înlocuirea combustibililor fosili cu combustibili alternativi, care diminuează amprenta ecologică a companiei, sporind în același timp competitivitatea produselor Fabricii de Ciment Milaki. Obiectivele strategice ale companiei în ceea ce privește energia și clima includ, în special:

- Reducerea emisiilor brute totale de CO₂ (Domeniul de aplicare 1) la 1.522 kt CO₂ până în 2030. Prin comparație, în 2019 s-au emis 2.103 kt de CO₂.
- Creșterea gradului de înlocuire a combustibililor fosili cu combustibili alternativi la 50 % până în 2023. Introducerea combustibililor alternativi în fabricile de producere a cimentului de la HERACLES a fost un proces treptat. Procedurile de acordare a licențelor pentru utilizarea combustibililor alternativi au început în 2009, în timp ce introducerea lor treptată în procesul de producție a început în 2013. În 2020, HERACLES a utilizat 130.000 de tone de combustibili alternativi pentru producția de energie termică, ceea ce corespunde la 27,7% din totalul aportului de energie din combustibil, economisind aproximativ 85.000 de tone de emisii de CO₂ și reducând emisiile totale de CO₂ ale companiei cu 7%.

Pentru a atinge obiectivele menționate, compania a făcut o investiție totală de 2 milioane de euro, cu scopul de a înlocui combustibilii fosili solizi (de exemplu, cocs de petrol) utilizați în producția de ciment cu combustibili alternativi din biomasă. Se preconizează că această înlocuire va duce la reducere a emisiilor de CO₂ cu 70.000 de tone pe an.

Aproximativ 75.000 de tone pe an de biomasă - în principal resturi de tăiere și alte reziduuri agricole - pot fi valorificate prin această investiție, contribuind la promovarea principiilor economiei circulare și la reducerea volumului de deșeuri care sunt depozitate la groapa de gunoi.



Figura 12: Depozit de biomasă (stânga) & prim-plan al particulelor de biomasă (dreapta)

Implementarea biocombustibililor în cuptoarele din industria sticlei Verallia Spain S.A (Zaragoza)



Industria de fabricare a sticlei este o industrie energointensivă din cauza necesității de a încălzi materiile prime la temperaturi ridicate pentru a topi, forma, acoperi și recoace recipientele din sticlă, fibrele sau lamelele din sticlă plană (aproximativ 1600°C).

În 2020, Verallia Spain S.A., filiala spaniolă a celei mai importante companii producătoare de sticlă, a decis să implementeze inovații în procesele sale pentru a îmbunătăți strategiile corporative de decarbonizare în unitățile sale de producție situate în Zaragoza.

Verallia a descoperit că utilizarea biocombustibililor drept combustibili de cogenerare pentru cuptoarele sale ca fiind esențială pentru înlocuirea combustibililor lichizi neregenerabili utilizați în cuptoarele sale. În acest context, la fabrica

din Zaragoza (Spania) unul dintre cuptoarele sale funcționează cu amestec de biocombustibil cu gaz natural (10 % din greutatea biocombustibilului). Înlocuirea gazului natural cu biocombustibili, cum ar fi biometanul, ar face probabil ca această ardere să fie neutră din punct de vedere al emisiilor de CO₂.

Grupul intenționează să aplice o politică favorabilă soluțiilor de energie regenerabilă (în special biocombustibilii), precum și implementarea unor soluții alternative la transportul rutier, cum ar fi transportul feroviar.

În conformitate cu intențiile lor, Verallia funcționează pe bază de biocombustibil din rapiță în regiunea Champagne, reducând emisiile de CO₂ generate de transportul său în regiunea Champagne cu 60%, reducând astfel particulele fine cu 80% comparativ cu utilizarea motorinei.



Figura 13: Autocamion care funcționează cu biocombustibil din rapiță în regiunea Champagne sursa: Verallia



Având în vedere un consum mediu de 2000 t/lună și un procent de înlocuire cu biocombustibil de aproximativ 10%, acest lucru ar duce la o reducere a emisiilor de CO₂ de 395,6 t CO₂/lună.⁵⁷

⁵⁷ RE4Industry Project: D3.3 Success cases of RE integration Case study: Biofuel co-firing implementation in furnaces of glass industry Verallia Spain S.A (Zaragoza)

Utilizare Energie Fotovoltaică Solară (PPA) în Parcul Solar Witnica (Polonia)



BayWa r.e. - un dezvoltator de renume mondial în energia regenerabilă, furnizor de servicii, distribuitor și furnizor de soluții energetice de top - și filiala poloneză a Heidelberg Materials, Górażdże Cement, au semnat un contract de achiziție de energie virtuală (VPPA) corporativă pe 10 ani pentru parcul solar Witnica din Polonia, care a fost finalizat în 2021. Semnarea contractului pentru proiectul din Witnica reprezintă un pas important pentru Górażdże spre neutralitatea emisiilor de carbon pentru emisiile din cadrul Domeniului de aplicare 2. Capacitatea contractată va deservi aproximativ 10% din consumul anual al Heidelberg Materials.



Figura 14:
Imagine
Aeriană a
Parcului Solar
Witnica sursa:
ceenergynews

Parcul solar este conectat la rețeaua electrică poloneză și va furniza companiei energie electrică ecologică până în 2031.

Witnica este în prezent cel mai mare parc solar din Polonia, cu o capacitate de 64,6 MWp. În același timp, este primul parc solar fără subvenții a cărui energie electrică este comercializată prin intermediul unui VPPA pe termen lung. Prin urmare, BayWa r.e. speră că această cooperare va deschide calea pentru alte VPPA-uri în regiune și subliniază că acest proiect va furniza cea mai rentabilă energie verde din întreaga țară. În acest sens, s-a obținut o reducere a emisiilor de CO₂ de peste 63.000 de tone de către achizitorul Heidelberg Materials, iar 68

GWh de electricitate sunt produse anual din surse de energie regenerabilă.

În plus, parcul solar, care va produce suficientă energie electrică verde pentru a alimenta echivalentul a aproximativ 22.500 de locuințe, este de departe cel mai mare proiect solar din Polonia.

În august 2021, parcul solar a fost vândut către Alternus Energy Group, în calitate de producător independent de energie pan-european, BayWa r.e. va continua să furnizeze servicii de operare și întreținere la situl Witnica pentru Alternus Energy.⁵⁸

⁵⁸ RE4Industry Project: D3.3 Success cases of RE integration Case study: Solar PV Usage (PPA) in the Witnica Solar Park/ Poland

4-

Studii de caz privind soluțiile de energie regenerabilă în IEI-uri

Acest capitol prezintă studiile de caz elaborate pentru cele trei industrii energointensive care fac parte din consorțiul proiectului. Scopul este de a prezenta soluții specifice și beneficii de piață în cadrul unei strategii pe termen lung de integrare a energiei regenerabile și de decarbonizare.

Încă de la început a fost stabilit un dialog între partenerii tehnici responsabili de fiecare dintre studiile de caz (CIRCE, BTG și CERTH) și gazdele studiilor de caz (SIDENOR, CORBION și MYTILINEOS) pentru a afla mai întâi nevoile și așteptările acestora. După evaluarea tehnologiilor de energie regenerabilă potrivite pentru fiecare caz în parte, decizia finală privind tehnologia care urmează să fie integrată este discutată în comun. O privire preliminară asupra etapei inițiale este prezentată mai jos.

Mytilineos

Corbion

Sidenor

Sursa: date EUTL, calcule CE Delft. * Date preliminare BTA

Cifre: Emisiile de CO₂ în EU ETS din industriile energointensive, UE27, 2008-2018

Mytilineos

MYTILINEOS este o companie grecească care activează în sectorul industrial și energetic, atât în Grecia, cât și la nivel mondial. Înființată original în 1908 ca o mică industrie metalurgică de familie în Pireu, în 1990 este fondat grupul MYTILINEOS, iar în 2017 compania se consolidează ca o nouă entitate comercială unică, cu o cifră de afaceri de 2,26 miliarde de euro și aproximativ 3.850 de angajați (directi și indirecti).



Figura 15:
Elemente
principale ale
fabricii AoG și ale
fabricii de co-
generare pe bază
de gaz natural

Studiul de caz RE4Industry se axează pe fabrica Aluminium of Greece (AoG), care face parte din Unitatea de Producție Metalurgică a MYTILINEOS. AoG este cel mai mare producător de alumină și aluminiu integrat pe verticală din Uniunea Europeană, cu o capacitate anuală de producție de 900 kt de alumină și 222 kt de produse din aluminiu (192 kt de aluminiu primar + 30 kt de fracțiuni reciclate).

CERTH a identificat patru soluții potențiale, considerate suficient de mature pentru a fi implementate până în 2030 și, prin urmare, au fost luate în considerare pentru o analiză suplimentară.

- Electrificarea cuptoarelor de păstrare a aluminiului are potențialul de a produce o reducere a emisiilor de până la 26 500 t CO₂.
- Biometanul din descompunere anaerobă poate oferi un substitut „virtual” pentru consumul actual de gaz natural (GN).
- Gazul de sinteză din gazeificarea biomasei este considerat un potențial substitut pentru GN utilizat calcinarea aluminei.
- Hidrogenul verde oferă cea mai promițătoare opțiune pe termen lung, însă e departe de atingerea parității economice.⁵⁹

⁵⁹ RE4Industry Project: D4.2 – Initial vision document of current and future energy needs and solutions

Corbion

Corbion este liderul mondial al pieței de acid lactic și a derivaților săi și un furnizor de top de emulgatori, amestecuri de enzime funcționale, minerale, vitamine și ingrediente din alge. Corbion își comercializează produsele prin intermediul unei rețele mondiale de birouri de vânzări și distribuitori și dispune de un lanț de aprovizionare global cu unități de producție în SUA, Thailanda, Brazilia, Olanda și Spania. În cadrul studiului de caz RE4Industry, este analizată integrarea energiei regenerabile la sediul Corbion din Gorinchem, Olanda.

Figura 16:
Amplasarea
sediului central al
Corbion, a
punctelor de
producție,
birourilor de
vânzări și
centrelor de
inovare



Având în vedere viziunea pe termen lung privind decarbonizarea a companiei și activitățile în curs ale Corbion pentru a-și reduce amprenta de carbon, precum și necesitatea implementării unor măsuri substanțiale pentru a reduce în continuare emisiile de GES din cadrul domeniilor de aplicare I, II și III cu 33% în 2030, s-a decis ca studiul de caz să se axeze pe înlocuirea cazanului central de abur de 15 MW alimentat cu gaze naturale.

BTG și Corbion au efectuat și discutat o evaluare inițială a posibilităților tehnice și a fezabilității financiare. Cele trei opțiuni relevante propuse au inclus: **înlocuirea gazului natural cu energie electrică regenerabilă pentru producerea de abur** (transformare a energiei electrice în energie termică), **utilizarea hidrogenului din energie electrică regenerabilă și biomasă pentru producerea de abur**. Evaluările au avut ca rezultat următoarele observații:

- **Cazanul electric a fost selectat pentru o analiză suplimentară.** Dezavantajele sale sunt dependența de prețurile scăzute ale energiei electrice și costurile ridicate de conectare la rețea și taxele de rețea.
- **Arderea hidrogenului este un proces simplu.** Prin urmare, a fost selectat pentru o analiză ulterioară.

- Principalele puncte slabe sunt reprezentate de disponibilitatea actuală scăzută/inexistentă a hidrogenului regenerabil la prețuri accesibile și de absența infrastructurii de furnizare a hidrogenului.
- Deși fezabile din punct de vedere tehnic și financiar, opțiunile bioenergetice sunt percepute de Corbion ca fiind tehnologii cu risc ridicat în ceea ce privește sustenabilitatea și acceptarea socială.
- Datorită faptului că densitatea sa energetică are un volum ridicat, **uleiul de piroliză este, din punct de vedere logistic, cea mai atractivă soluție bioenergetică**, și va fi luat în considerare pentru o analiză ulterioară.⁵⁹

Sidenor

SIDENOR este o companie siderurgică, lider în industria europeană a oțelului pentru producția de produse lungi din oțel special. Este, de asemenea, un furnizor important de produse finisate la rece pe piața europeană. Compania are centre de producție în Țara Bascilor, Cantabria și Catalonia. Compania dispune de instalații foarte specializate care oferă soluții pentru toate sectoarele industriale care necesită servicii siderurgice de înaltă calitate.

Studiul s-a axat pe uzina SIDENOR situată la Basauri, în regiunea bască, în nordul Spaniei. Această fabrică a fost selectată deoarece este o bună reprezentare a consumului de energie al SIDENOR nu numai din punct de vedere al cantității, ci și din punct de vedere al tipurilor de energie consumate. Soluțiile de energie regenerabilă propuse includ **utilizarea de energie electrică și termică.**



Figura 17: Centrele de producție SIDENOR

Tabelul 11: Comparație între soluțiile de energie regenerabilă pentru o selecție ulterioară sub forma unui studiu de caz pentru SIDENOR

Opțiuni	Fezabilitate tehnică	Fezabilitate financiară	Implementabilă din punct de vedere logistic în cadrul sitului din Basauri	Înlocuire completă a opțiunilor de combustibili fosili	Durabilitate	Acceptare socială	Selectat drept studiu de caz
CBD-uri*	+++	+++	---	+	+++	+++	Nu
Fotovoltaice	+++	+++	+++	+	+++	+++	Nu
H ₂ Verde	++	+/-	---	++	+++	++	Da
Biometan	+	+++	---	++	+++	+	Da
Piroliză**	++	++	+/-	+/-	++	+/-	Da
Pompe de Căldură	++	+	+++	++	+++	++	Nu

*Contracte Bilaterale Directe/ ** din biomasă produsă din cărbune bio

- Mai întâi s-au discutat contractele bilaterale directe și instalarea panourilor fotovoltaice în cadrul fabricilor SIDENOR.
- Referitor la soluțiile de energie regenerabilă pentru căldură, s-au analizat hidrogenul verde, biometanul, cărbunele bio din biomasă pirolizată și pompele de căldură.
- În urma unei analize multi-factoriale, printre care fezabilitatea tehnică și economică a soluțiilor, implementarea logistică a acestora, cota de înlocuire a energiilor fosile actuale, durabilitatea și acceptarea socială, **s-a decis selectarea energiilor hidrogenul, bio-metanu și cărbunele bio pentru o analiză ulterioară.**⁵⁹

Să cunoaștem Partenerii

Experți Tehnici și Sociali

Fundación CIRCE - Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos (coordonator proiect)



Pe lângă rolul său de coordonator, CIRCE este principalul responsabil pentru evaluarea tehnologiilor existente și viitoare în domeniul decarbonizării industriale, precum și pentru analiza nevoilor industriei, pe baza experienței sale vaste în proiecte de modernizare industrială și în activități de promovare a energiei regenerabile

BTG - Biomass Technology Group (Grupul pentru Tehnologia Biomasei)



BTG este responsabil de dezvoltarea metodologiei de bază a RE4Industry pentru dezvoltarea planurilor de acțiune în cadrul IEI. Echipa sa interdisciplinară are o îndelungată expertiză în analiza inovațiilor și serviciilor industriale și a lucrat deja la adoptarea de către industria UE a tehnologiilor și acceleratoarelor de biotehnologii în cadrul unor proiecte UE precum BIOFIT sau MUSIC.

CERTH HELLAS - Centre for Research and Technology (Centrul pentru Cercetare și Tehnologie)



Fiind unul dintre cele mai importante centre de cercetare din Grecia, CERTH are o experiență îndelungată atât în dezvoltarea de tehnologii, cât și în transferul de cunoștințe legate de sectorul energetic. În cadrul RE4Industry, CERTH este principalul responsabil pentru analiza situației actuale a sectorului IEI și pentru identificarea cazurilor de succes în ceea ce privește integrarea energiei regenerabile.

WIP Renewable Energies



În calitate de companie privată activă în domeniul tehnologiilor RE, WIP conduce strategia de replicare a RE4Industry. Expertiza lor se bazează pe organizarea de evenimente internaționale în domeniul energiei regenerabile, care să acopere decalajul dintre cercetare și implementarea sistemelor de energie regenerabilă. În plus, WIP colaborează îndeaproape cu industria pentru supravegherea și realizarea proiectelor, ceea ce este esențial pentru a maximiza impactul cazurilor de utilizare a replicării.



În calitate de IMM pe zona de cercetare socială specializată în analiza pieței, strategia de afaceri, managementul inovației și aspecte legate de politici și utilizatori, WR este responsabilă de conceperea strategiei de implicare RE4Industry și a rețelei de colaborare în cadrul WP2 și oferă cazurilor de utilizare sprijinul necesar pentru a depăși provocările juridice, sociale și financiare care ar putea împiedica adoptarea energiilor regenerabile verzi în industriile vizate.

Asociații Orientate spre Energia Regenerabilă

Bioenergy Europe



În calitate de reprezentant a bioenergiei europene pentru dezvoltarea unei piețe echitabile pentru bioeconomie, BIOEU este responsabilă de organizarea principalelor activități de împuternicire, lobby și susținere ale proiectului. Acestea sunt susținute de peste 40 de asociații și de 90 de companii și centre de cercetare și dezvoltare, ceea ce oferă RE4Industry o masă critică de părți interesate în domeniul bioenergiei pentru a-și atinge și reproduce obiectivele.

EEPI- Eficiență Energetică în Procesele Industriale



În calitate de platformă de afaceri și politică pentru tranziția energetică, care analizează noi soluții tehnice și modele de afaceri solide care să accelereze creșterea pieței, EEPI este responsabil de conducerea activităților de diseminare și comunicare ale proiectului, profitând de utilizatorii rețelei EEPI care acoperă întregul lanț valoric (partea de cerere și ofertă a tehnologiilor RE explorate în cadrul RE4Industry).

AEIEE- Alianța europeană pentru inovare în domeniul energiei durabile



AEIEE este alianța europeană pentru inovare în domeniul energiei durabile și are susținerea a 27 de organizații de cercetare și inovare de top în domeniul sistemelor energetice durabile din 13 țări europene. Răspund de diseminarea rezultatelor RE4Industry în cadrul rețelei pentru a putea deveni punctul de origine pe piață al proiectului.

Industrii Energointensive

SIDENOR



SIDENOR este cel mai mare producător spaniol de oțeluri speciale, piese forjate și turnate, precum și unul dintre principalii producători de piese forjate în matrițe și este principalul studiu de caz pentru validarea metodologiei RE4Industry în Spania. În plus, aceștia au mai multe unități de producție în Germania, Franța, Italia și Regatul Unit, ceea ce permite transferul intern al rezultatelor în întreaga UE.

MYTILINEOS



MYTILINEOS este cel mai mare producător integrat vertical de aluminiu primar din Europa, deținând mine de bauxită, rafinării de alumina și uzine de topire a aluminiului. Acestea reprezintă principalul studiu de caz pentru Grecia și își continuă activitățile legate de optimizarea eficienței energetice și de reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. De asemenea, instalațiile lor de producție în și din afara Europei permit replicarea rezultatelor într-un număr mare de țări.

PURAC (CORBION)



Corbion este liderul mondial pe piața de acid lactic și a derivaților săi și un furnizor de top de emulgatori, amestecuri de enzime funcționale, minerale, vitamine și ingrediente din alge. Astfel, Corbion este o companie puternică de soluții durabile pentru ingrediente în domeniul biochimic și alimentar și reprezintă principalul studiu de caz în Olanda.



RE4iINDUSTRY

Renewable energies for industries



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N.952936.



RE4iINDUSTRY
Renewable energies for industries

