Cercetarea și proiectarea în programul nuclear românesc

Realizări istorice și perspective tehnologice

Nicolae Sfetcu
nicolae@sfetcu.com
ORCID 0000-0002-0162-9973

Sfetcu, Nicolae (2026). "Cercetarea și proiectarea în programul nuclear românesc - Realizări istorice și perspective tehnologice", în *Index Academic*, **II** 2026, DOI: 10.58679/IA65535, https://www.indexacademic.ro/pdf/cercetarea-si-proiectarea-in-programul-nuclear-romanesc/

1. Introducere

Programul nuclear al României oferă un exemplu relevant pentru raporturile dintre cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică, proiectarea industrială și producție. Particularitatea sa constă în faptul că a reunit, într-un interval de mai multe decenii, institute de cercetare, universități, organizații de proiectare, întreprinderi industriale și organisme de reglementare în jurul unor obiective tehnice cu grad ridicat de complexitate.

Experiența sa nu poate fi înțeleasă numai prin istoria centralei de la Cernavodă sau a producției de apă grea. Ea presupune examinarea capacității de formare a personalului, a infrastructurilor experimentale, a transferului internațional de tehnologie și a modului în care rezultatele cercetării au fost transformate în echipamente și instalații. Această perspectivă permite și o evaluare a noilor inițiative privind reactoarele modulare mici și reactoarele avansate răcite cu plumb.

Scopul prezentării este identificarea elementelor de continuitate și a schimbărilor majore dintre programul nuclear istoric și proiectele contemporane, fără idealizarea modelului economic centralizat și fără diminuarea contribuțiilor științifice și inginerești românești.



2. Formarea programului nuclear și a infrastructurii de cercetare

Primele decenii postbelice au adus dezvoltarea cercetării în fizica atomică, crearea Institutului de Fizică Atomică (IFA) la Măgurele în 1956 și consolidarea unor colective specializate la Cluj și în alte centre universitare. Ulterior, institutul de la Pitești–Mioveni a devenit o componentă importantă a cercetării aplicate și a dezvoltării tehnologiilor nucleare. În paralel, învățământul superior a pregătit fizicieni, chimiști și ingineri necesari noului domeniu.

Programul Nuclear Național a fost influențat de opțiunile energetice ale statului, de condițiile economice ale epocii și de relațiile internaționale. Alegerea filierei bazate pe uraniu natural și apă grea a creat nevoi noi: combustibil nuclear, apă grea, materiale speciale, echipamente, aparatură de control, construcții și sisteme de securitate. Complexitatea acestor cerințe explică mobilizarea unui număr mare de instituții și specialități.

În 1976 a fost finalizat studiul de fezabilitate româno-canadian pentru utilizarea sistemului CANDU, iar contractele de licență și echipamente specifice au urmat în 1978–1979. Realizarea proiectului a presupus atât transfer de tehnologie și cooperare cu parteneri străini, cât și contribuții autohtone în cercetare, construcții, proiectare și aprovizionarea cu materiale și produse. Această combinație este esențială: programul nuclear românesc nu a fost nici exclusiv o dezvoltare autonomă, nici o simplă preluare de instalații din exterior.



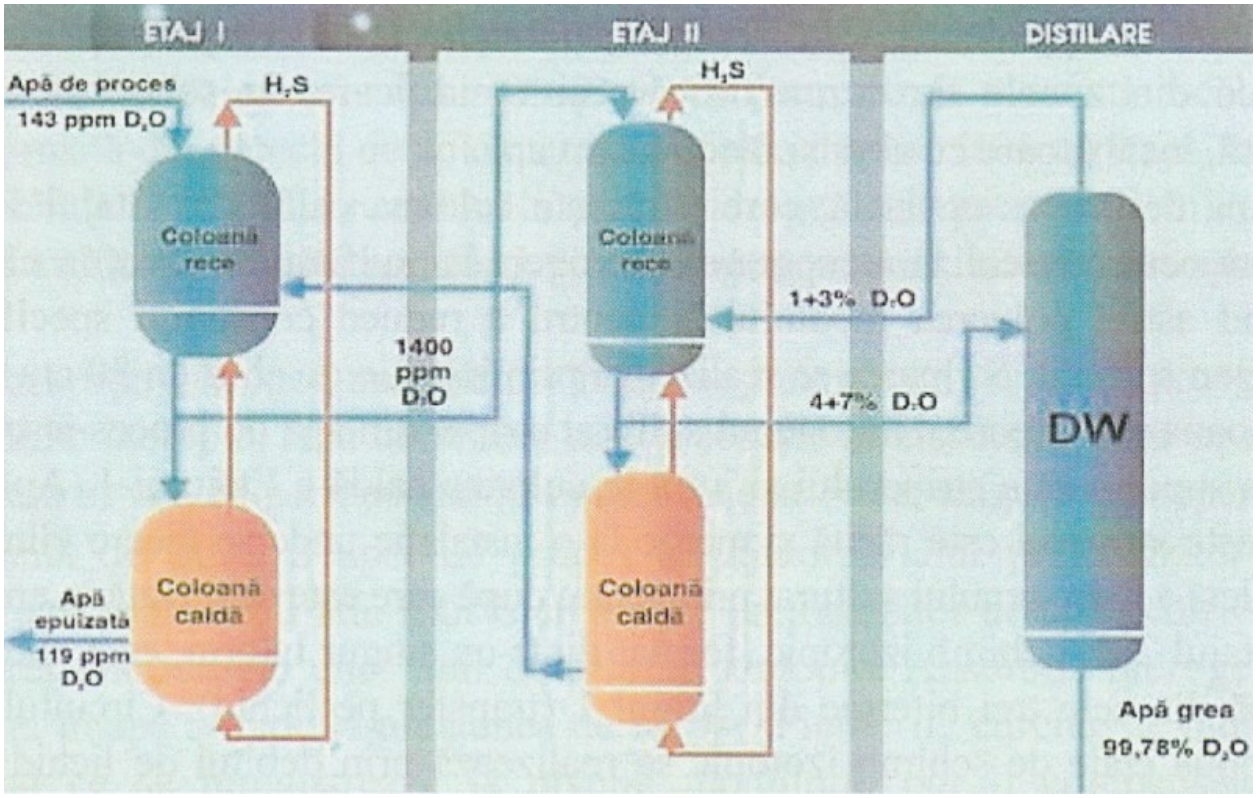
Institutul de Fizică Atomică Măgurele

3. De la cercetare la proiectare și realizare industrială

O caracteristică importantă a programului a fost succesiunea cercetare – dezvoltare tehnologică – proiectare – execuție – exploatare, cu numeroase reveniri între etape. Cercetarea urmărea înțelegerea fenomenelor și identificarea soluțiilor. Instalațiile experimentale permiteau verificarea comportării lor în condiții apropiate de cele reale. Proiectarea integra aceste rezultate într-un sistem funcțional, ținând seama de siguranță, materiale, costuri, întreținere și performanțele așteptate.

În acest model, proiectarea industrială trebuie înțeleasă ca activitate de creație tehnică. Proiectanții nu se limitau la desenarea unor echipamente, ci rezolvau incompatibilități între procese, adaptau soluții la resursele disponibile și propuneau modificări care reveneau către cercetători pentru evaluare. În plus, colectivele de producție și de exploatare identificau probleme care nu puteau fi anticipate pe deplin în laborator.

Organizarea centralizată a permis, în anumite situații, coordonarea unui ansamblu instituțional extins și menținerea unor obiective pe termen lung. Ea a generat totuși și constrângeri semnificative: decizii economice dictate politic, condiții de secretizare, limitarea circulației informației și uneori obligația utilizării unor echipamente indigene indiferent de competitivitatea lor. Evaluarea realizărilor tehnice trebuie separată de evaluarea eficienței întregului sistem.



Instalația de schimb izotopic cu instalația de distilare. Sursa: Revista Apă grea, nr. 7/2008

4. Studiu de caz: apa grea

Cercetările pentru separarea deuteriului au debutat la IFA Cluj în 1958 și au condus la elaborarea unor metode de măsurare și a unor soluții experimentale de separare izotopică. Trecerea la scară tehnologică a fost realizată în principal prin instalațiile pilot de la Uzina G Râmnicu Vâlcea, unde au fost dezvoltate și verificate procedee, materiale și echipamente capabile să funcționeze în condiții industriale. În august 1976 a fost obținută acolo apă grea de calitate nucleară.

Etapa următoare a presupus proiectarea fabricii de la Drobeta-Turnu Severin. Institutul de Inginerie Tehnologică și Proiectare pentru Industria Chimică (IITPIC) București a îndeplinit rolul de proiectant general, în colaborare cu alte institute de profil și întreprinderi furnizoare. Dificultățile legate de coroziune, hidrodinamica separării izotopice, controlul proceselor și securitatea instalațiilor au cerut soluții și adaptări continue.



Figura 1. Fabrica de apă grea - Vedere de ansamblu. Sursa: Site-ul ROMAG

Producția industrială de apă grea a început în 1988. Întregul parcurs ilustrează o relație de complementaritate între descoperirea și verificarea științifică, experimentarea la scară pilot și integrarea inginerească. Lecția sa principală nu este autosuficiența, ci valoarea unei infrastructuri stabile de cercetare și proiectare, capabile să formeze specialiști și să acumuleze competențe tehnologice. Producția de la Drobeta-Turnu Severin a fost oprită în 2015, dar activitatea de cercetare în domeniul izotopilor a continuat în alte instituții.

Cercetarea științifică	Cercetarea tehnologică	Proiectare	Execuție și funcționare
Studiul procesului	Studiul instalației	Proiectul instalației industriale	Instalare și funcționare
Pilot de laborator	Pilot industrial	Asistență pe timpul execuției	Cooperare cu fabricanți și constructori
IFA – Cluj	Uzina G Râmnicu Vâlcea	IITPIC București	ROMAG Drobeta

5. Centrala de la Cernavodă și continuitatea industriei nucleare

Centrala nuclearoelectrică de la Cernavodă reprezintă obiectivul industrial central al programului. Ea utilizează reactoare CANDU 6, cu uraniu natural și apă grea, rezultat al cooperării tehnologice internaționale și al unor contribuții românești importante la construcție și operare. Unitatea 1 a intrat în exploatare comercială în decembrie 1996, iar Unitatea 2 în 2007. Cele două unități au constituit, pentru România, o sursă majoră de electricitate cu emisii scăzute în exploatare.



Centrala nucleară de la Cernavodă. Credit: Petr Štefek/Wikimedia Commons, licența CC BY-SA 3.0

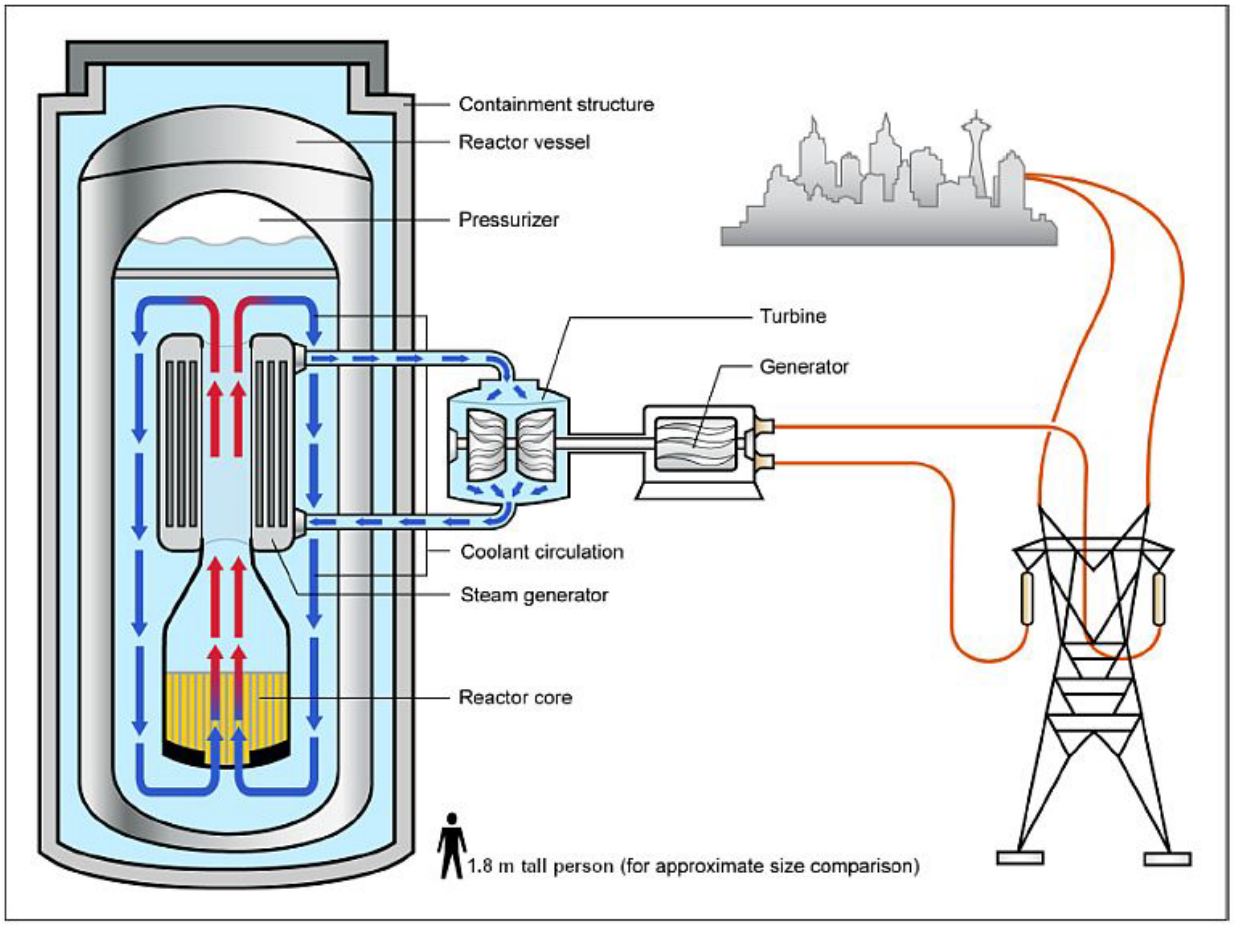
După 1990, programul a trecut prin reorganizări și prin schimbarea raportului dintre întreprinderile de stat, cercetare, proiectare și partenerii internaționali. Continuarea exploatării, pregătirea retehnologizării Unității 1 și inițiativele pentru Unitățile 3 și 4 presupun menținerea și regenerarea competențelor profesionale. Asemenea investiții implică nu doar construcții și achiziții, ci și analize de securitate, calificarea echipamentelor, pregătirea operatorilor și managementul cunoștințelor nucleare.

În acest context, capacitatea de cercetare și proiectare nu se măsoară exclusiv prin proiecte tehnologice originale. Ea include abilitatea de a evalua independent soluțiile furnizorilor, de a adapta proiecte la condițiile locale și de a asigura exploatarea în siguranță pe perioade lungi.

6. Reactoarele modulare mici: proiectul Doicești

Reactoarele modulare mici (SMR) urmăresc realizarea unor unități nucleare cu putere mai redusă decât reactoarele de mare capacitate, cu accent pe standardizarea proiectării și fabricarea modulară. Argumentele invocate pentru această direcție includ flexibilitatea amplasării, etapizarea investițiilor și posibilitatea integrării în sisteme energetice variate. Viabilitatea economică depinde însă de costurile efective, de reglementare, de finanțare, de seriile industriale și de maturitatea tehnologiei.

România a promovat proiectul SMR de la Doicești împreună cu parteneri americani, pe baza tehnologiei NuScale. În februarie 2026, acționarii Nuclearelectrica au aprobat o decizie de investiție însoțită de condiții pentru continuarea dezvoltării proiectului. În octombrie 2026, evaluările făcute publice au semnalat că o parte importantă a condițiilor nu era îndeplinită, iar societatea analiza limitarea cheltuielilor și revizuirea strategiei.



Schema unui reactor modular mic

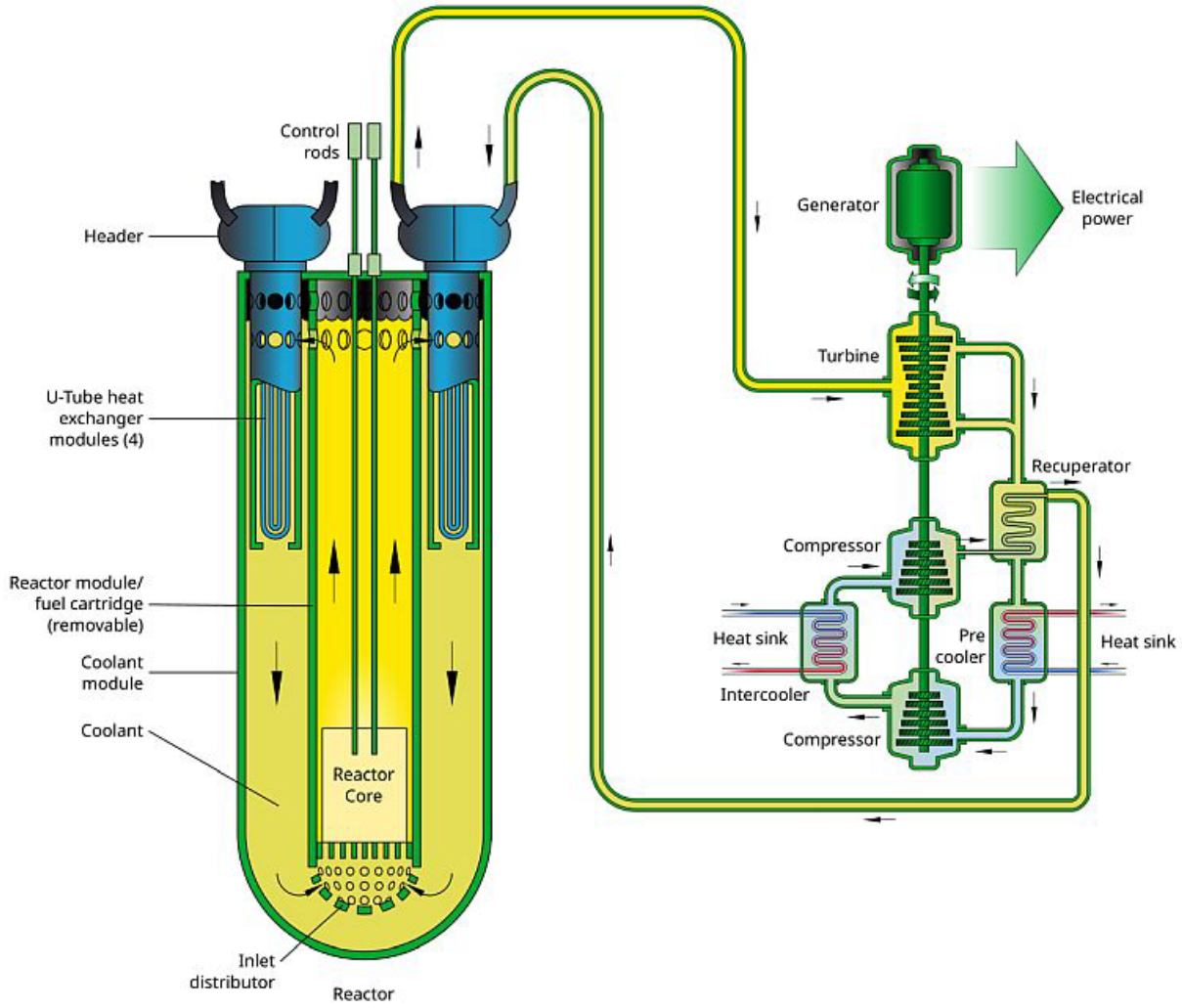
Din perspectiva cercetării și proiectării românești, interesul proiectului depinde de gradul în care instituțiile naționale participă efectiv la evaluarea de securitate, ingineria de amplasament, autorizare,

integrare industrială, dezvoltarea lanțului de furnizori și pregătirea personalului. Este necesară distincția dintre transferul și adaptarea unei tehnologii externe și dezvoltarea unei tehnologii originale în România.

7. Reactorul rapid răcit cu plumb: ALFRED la Mioveni

Un alt tip de inițiativă, cu o componentă de cercetare mai pronunțată, este ALFRED (Advanced Lead-cooled Fast Reactor European Demonstrator), demonstrator european de reactor rapid răcit cu plumb, planificat în zona Mioveni, pe platforma Institutului de Cercetări Nucleare. Spre deosebire de reactoarele CANDU și de proiectul SMR cu apă ușoară de la Doicești, ALFRED vizează testarea unei tehnologii avansate din familia reactoarelor de generația IV.

Utilizarea plumbului lichid ca agent de răcire oferă caracteristici fizice atractive, precum punctul de fierbere foarte ridicat și funcționarea la presiuni relativ reduse. Totodată, ridică dificultăți majore privind compatibilitatea materialelor, coroziunea, controlul oxigenului dizolvat, regimurile termohidraulice, instrumentația și calificarea componentelor. Tocmai aceste probleme justifică existența unui program de cercetare și a unor infrastructuri experimentale dedicate.



Schema unui reactor rapid răcit cu plumb

RATEN, prin Institutul de Cercetări Nucleare Pitești–Mioveni, participă la dezvoltarea infrastructurilor ATHENA, destinată experimentelor termohidraulice cu plumb lichid, și ChemLab, orientat spre chimia plumbului și comportarea materialelor. Programul 4ALFRED, lansat public în iulie 2025, extinde această infrastructură și susține cercetări în parteneriat cu firme și instituții din România și din alte țări europene. În paralel, consorțiul EAGLES dezvoltă conceptul EAGLES-300, un reactor modular rapid răcit cu plumb, cu participarea RATEN.

ALFRED este un demonstrator planificat, susținut în prezent de infrastructuri de cercetare, activități de calificare tehnologică și inițiative de pre-licențiere. Semnificația sa pentru România constă în oportunitatea participării directe la producerea de cunoaștere și la proiectarea unei tehnologii avansate, împreună cu parteneri europeni.

8. Concluzii: continuități și diferențe

Privit în ansamblu, programul nuclear românesc arată că marile realizări tehnologice depind de o combinație de pregătire științifică, infrastructură experimentală, proiectare specializată, industrie și continuitate instituțională. Exemplul istoric al apei grele evidențiază trecerea de la cercetări de laborator la o instalație industrială; Cernavodă demonstrează importanța cooperării și a exploatării responsabile a unei tehnologii transferate și adaptate.

Proiectele contemporane reprezintă două direcții diferite. Doicești pune în prim-plan provocările implementării unei tehnologii externe în condiții comerciale, financiare și de reglementare încă în evoluție. ALFRED pune în prim-plan cercetarea și proiectarea colaborativă pentru o tehnologie avansată care necesită demonstrarea maturității sale. Ambele cer resurse, competențe și evaluare critică, dar implică roluri distincte pentru cercetarea românească.

Lecția de fond nu este revenirea la modelul centralizat al trecutului, ci construirea unor legături stabile între cercetare, universități, proiectare, industrie și instituții de reglementare. Pentru România, miza nu este doar să dispună de tehnologii nucleare moderne, ci să participe substanțial la dezvoltarea, evaluarea, adaptarea și exploatarea lor, păstrând și transmitând competențele între generații.

Surse și repere bibliografice

Sfetcu, Nicolae (2022). Apa grea: O școală a cercetării științifice și tehnologice românești, o paradigmă în sensul lui Kuhn. MultiMedia Publishing. DOI: 10.58679/MM86316.

Peculea, Marius (2010). Interfață între știință și tehnologie. Editura AGIR (citat în eseul original).

Turtureanu, Mircea (2016). Istoria proiectului „Apa grea – România”. Editura AGIR (citat în eseul original).

Nuclearelectrica. Istoric CNE Cernavodă: https://nuclearelectrica.ro/snn/despre-noi/istoric/

Nuclearelectrica (12 februarie 2026). Comunicat privind decizia de investiție pentru SMR Doicești: https://nuclearelectrica.ro/snn/2026/02/12/proiectul-reactoarelor-modulare-mici-smr-doicesti-obtine-decizia-finala-de-investitie-si-intra-in-cea-de-a-treia-etapa-de-dezvoltare/

AGERPRES (10 octombrie 2026). Situația condițiilor de investiție pentru SMR Doicești: https://agerpres.ro/economic/2026/10/10/x--1601778

RATEN (2025–2026). Proiectele ALFRED, ATHENA, ChemLab și 4ALFRED: https://www.raten.ro/?page_id=192

RATEN. ALFRED – Etapa 1, context și obiective: https://www.raten.ro/?page_id=2959

ENEA (8 ianuarie 2026). EAGLES-300 în Alianța industrială europeană pentru SMR: https://www.media.enea.it/en/press-releases-and-news/years-archive/year-2026/nuclear-energy-eagles-300-confirmed-among-the-eight-projects-of-the-european-industrial-alliance-on-smrs.html