

ACCELERAREA IMPLEMENTĂRII TEHNOLOGIEI NUCLEARE ÎN CHINA - O OPORTUNITATE PENTRU GRĂBIREA TRANZIȚIEI LA ENERGIA „VERDE” ?¹

ACCELERATING THE IMPLEMENTATION OF NUCLEAR ENERGY IN CHINA – AN OPPORTUNITY FOR BOOSTING THE TRANSITION TOWARD „GREEN” ENERGY?

Andreea - Emanuela Drăgoi*¹, Anca - Cătălina Dragomir²

¹) Institutul de Economie Mondială – Academia Română, București, România

²) SC CEPSTRA GRUP SRL, București, România

Rezumat

În actualul climat economic internațional, marcat de consecințele războiului din Ucraina și de efectele globale ale pandemiei de COVID-19, problema energiei „curate”/„verzi” reprezintă o preocupare constantă atât pentru statele cu economii avansate, cât și pentru cele cu economii emergente. China, una dintre economiile cu o creștere economică fulminantă, și-a propus să devină un lider mondial și în acest domeniu, iar, în cadrul Strategiei sale „Made in China 2025”, dezvoltarea energiilor regenerabile ocupă un loc central. În acest context, scopul prezentei cercetări vizează analiza locului și rolului energiei nucleare în mix-ul energiilor verzi din China, subliniind, totodată, și premisele avansului tehnologic înregistrat de industria nucleară chineză. Articolul nostru evidențiază atât provocările pentru dezvoltarea industriei nucleare chineze, cât și progresele remarcabile realizate în anii recenți, prezentând, printr-o analiză comparativă, poziția Chinei în clasamentul puterilor nucleare actuale, dar și dezideratele exprimate de autoritățile chineze în ceea ce privește dezvoltarea energiei nucleare și creșterea rolului acesteia în mix-ul energetic

Cuvinte cheie: energie „verde”, industrie nucleară, Strategia „Made in China 2025”, economia chineză

Clasificare JEL: O, O5, O13, O38, O39

Abstract

In the current international economic environment, shaped by the consequences of the war in Ukraine and by the global effects of the COVID-19 pandemic, the issue of "clean"/"green" energy is a constant concern for both the states with advanced economies and for those with emerging economies. China, one of the fastest growing economies, has set out to become a world leader in this field, hence within its "Made in China 2025" Strategy the development of renewable energies occupies a central place. Taking into consideration all the mentioned factors, the purpose of this research is to highlight the place and role of nuclear energy in the mix of "green" energies in China, while also emphasizing the premises of the technological advance registered by the Chinese nuclear industry. Our article underlines both the challenges for the development of Chinese nuclear industry and the remarkable progress made in recent years, presenting, through a comparative analysis, China's position in the ranking of current nuclear powers, but also the main goals of the Chinese authorities regarding the development of nuclear energy and increasing its role in the national energy mix.

Key words: "green energy", nuclear industry, Made in China 2025 Strategy, Chinese economy

JEL Classification: O, O5, O13, O38, O39

¹ Articolul are la bază o analiză mai amplă, realizată de Dr. Andreea - Emanuela Drăgoi în cadrul studiului inclus în Programul de cercetare al Academiei Române – „China și competiția pentru supremație tehnologică în contextul strategiei de re poziționare și extindere a influenței sale globale” – , coordonat de Dr. Sarmiza Pencea.

*Autor de corespondență: Dr. Andreea - Emanuela Drăgoi, e-mail: andre.emanuela@gmail.com.

1. Introducere

Considerată a fi drept una dintre economiile cu cel mai rapid ritm de creștere economică, China și-a bazat dezvoltarea fulminantă din ultimele decenii pe un consum uriaș de energie, în structura căruia o pondere însemnată a fost și continuă să fie deținută de combustibilii fosili. Cu toate acestea, orientările de dată mai recentă ale autorităților chineze denotă o preocupare sporită pentru reducerea poluării și majorarea aportului energiilor „verzi” în mix-ul energetic național.

Conform definiției unanim acceptate la nivel internațional, energia „verde” reprezintă acel tip de energie nepoluantă pentru a cărei producere sunt utilizate, în general, tehnologiile bazate pe surse regenerabile (e.g. solare, eoliene, geotermale etc.). În ultimii ani, însă, în această categorie este tot mai adesea inclusă și energia nucleară², deoarece procesul de generare nu eliberează emisii de carbon în atmosferă (energia este generată prin fisiune³, iar căldura astfel eliberată este folosită pentru a crea aburul ce învârte o turbină pentru a genera electricitate, fără a emite produse secundare dăunătoare pentru mediu, ca în cazul combustibililor fosili).

Pe lângă argumentul sustenabilității, importanța energiei nucleare în cadrul mix-ului energetic al economiilor naționale a fost subliniată, o dată în plus, de consecințele crizei energetice globale, declanșate ca urmare a izbucnirii conflictului militar din Ucraina. Escaladarea tensiunilor geopolitice dintre statele membre UE și Federația Rusă – principalul furnizor regional de materii prime energetice – a evidențiat vulnerabilitatea rezultată din dependența sporită a țărilor europene de importul de combustibili fosili. Ca urmare a embargourilor impuse prin sancțiunile aplicate, UE se află în prezent în situația de a găsi cât mai rapid surse alternative de energie (în special, regenerabile), care să îi permită asigurarea securității energetice.

Dificultățile cu care se confruntă în prezent unele dintre statele europene care, în ultimii ani, s-au grăbit să închidă o mare parte dintre centralele nucleare naționale, adâncindu-și, astfel, dependența de importul de combustibili fosili din Federația Rusă (a se vedea exemplul Germaniei⁴), ar putea servi drept o veritabilă lecție pentru China în ceea ce privește necesitatea asigurării unui mix energetic echilibrat, bazat pe surse interne.

Deși, în ultimii ani, China a dobândit un grad sporit de autosuficiență în ceea ce privește proiectarea și construcția de centrale nucleare – ca rezultat al procesului de preluare/absorbție și, ulterior, de adaptare a tehnologiilor occidentale la specificul național –, ea a păstrat încă o dependență ridicată de partenerii/furnizorii străini, care persistă la nivelul fiecăreia dintre etapele *ciclului de viață*

² În cadrul UE, de exemplu, la data de 6 iulie a.c., Comisia Europeană a decis să acorde energiei nucleare (alături de gazul natural) eticheta „verde”. În China, pe de altă parte, includerea energiei nucleare ca prioritate de dezvoltare în cadrul Strategiei „Made in China 2025”, alături de energiile regenerabile arată, de asemenea, că autoritățile chineze recunosc potențialul nepoluant al acestui tip de energie, incluzând-o în cadrul tipurilor de energie „verde” a căror dezvoltare este încurajată ca parte a eforturilor naționale de a reduce impactul negativ al combustibililor fosili asupra mediului.

³ Procesul de scindare a atomilor de uraniu pentru a produce energie.

⁴ După dezastrul nuclear de la Fukushima, din 2011, Germania a implementat un plan care viza închiderea tuturor centralelor nucleare până în 2022.

al combustibilului nuclear⁵ (îndeosebi în faza de aprovizionare cu uraniu). Locul dezvoltării energiei nucleare în cadrul Strategiei „Made in China 2025”

China a fost adesea criticată pentru că nu a susținut într-o mai mare măsură dezvoltarea sectorului energiei regenerabile, fapt reflectat de ponderea ridicată a combustibililor poluanți (în special, cărbune) în mix-ul energetic național. (Wu, 2007; Zhu, 2017). Totuși, dacă urmărim evoluția structurii consumului de energie primară din economia chineză în perioada post-2000, nu se poate nega faptul că această țară a realizat progrese notabile pe drumul spre o energie „curată” (Fan, 2007). În vederea alinierii la obiectivul internațional de limitare a emisiilor de gaze cu efect de seră (GES), în ultimul deceniu și jumătate⁶, autoritățile chineze au întreprins numeroase măsuri menite să conducă la modernizarea, flexibilizarea și creșterea rezilienței sistemului energetic național, astfel încât să poată genera mai multă energie din surse „curate” (Zhou & Zhang, 2010), favorizând, totodată, accelerarea procesului de tranziție. În acest sens, în cadrul celui de-Al 14-lea Plan Cincinal pentru Dezvoltarea Sectorului Energetic – lansat la data de 29 ianuarie 2022 –, factorii de decizie chinezi au pus un accent sporit pe necesitatea perfecționării și eficientizării tehnologiilor de producere a energiei nucleare (până în 2025), văzută drept element-cheie atât pentru asigurarea securității energetice în noul context global⁷, cât și pentru îndeplinirea țintei duale asumate de către China: a) de a reduce cu 65% intensitatea emisiilor de CO₂, până în 2030; b) de a atinge neutralitatea climatică, până la orizontul anilor 2060. De asemenea, noile măsuri de politică industrială prevăzute și foile de parcurs tehnologic incluse în Planul recent elaborat se subscriu obiectivelor prioritare stabilite în 2015, pe baza strategiei „Made in China 2025” (MIC 2025).

Lansată în anul 2015 cu scopul declarat de a impulsiona dezvoltarea industrială a Chinei, în special în domenii înalt tehnologice, MIC 2025 reprezintă o strategie deosebit de ambițioasă, cu un calendar de implementare care se desfășoară de-a lungul a zece ani, care își propune realizarea unor progrese extrem de rapide și ample în zece domenii tehnologice de vârf aflate în apropierea frontierei cunoașterii, asigurând pe această cale ascensiunea Chinei spre poziția de putere globală dominantă în domenii cum ar fi robotica, inteligența artificială (AI), internetul lucrurilor (IoT), computerele cuantice, vehiculele nepoluante de orice tip, propulsate neconvențional, producția de energie regenerabilă și nepoluantă etc.

Prin MIC 2025, China urmărește să pună capăt dependenței sale de tehnologiile internaționale (în special cele vestice) și să își îmbunătățească inovarea și avansul tehnologic în câteva industrii prioritare, pe baza a patru avantaje-cheie, iar energia „verde”, inclusiv cea nucleară se află în topul priorităților sale de dezvoltare (vezi Casetă 1).

⁵ Ciclul/lanțul combustibilului nuclear reprezintă ansamblul de procese industriale asociate cu producerea de energie pe bază de uraniu, toriu sau plutoniu, de la faza de extragere și procesare (îmbogățire) a minereurilor și până la etapa de reprocesare sau depozitare a deșeurilor obținute prin ardere.

⁶ Începând cu anul 2006, când a fost lansat primul Plan Cincinal pentru Dezvoltarea Sectorului Energetic.

⁷ Deși, după cum am precizat, Comisia Națională pentru Dezvoltare și Reformă (NDRC) a lansat noul proiect strategic înaintea declanșării agresiunii militare ruse în Ucraina, deficiențele de aprovizionare cu care s-a confruntat China în perioada pandemiei de Covid-19 au readus aspectele legate de securitatea energetică în centrul preocupărilor autorităților guvernamentale chineze.

Caseta 1: MIC 2025 – domeniile vizate pentru dezvoltare prioritară

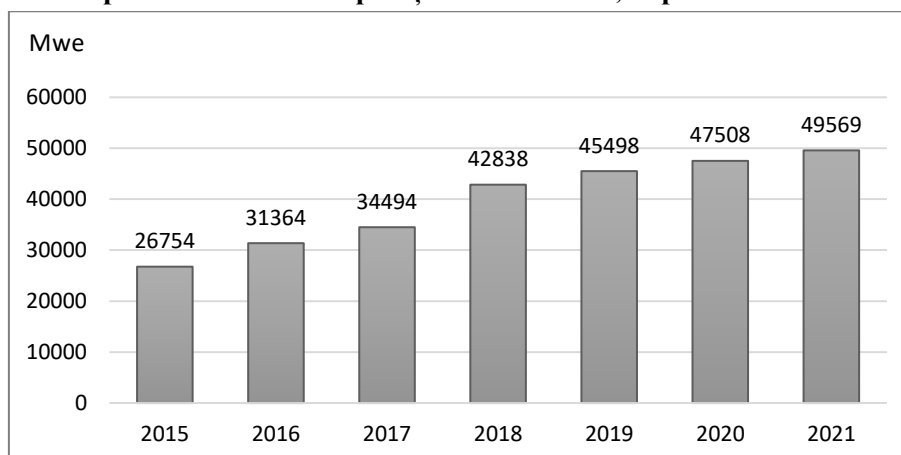
ATUURI ALE ECONOMIEI CHINEZE			
Mărimea considerabilă a pieței interne	Numărul de întreprinderi controlate de stat implicate în domeniul înalt tehnologic	Existența unor strategii guvernamentale coerente	„Talentele” naționale, resursa umană înalt calificată
10 DOMENII STRATEGICE			
1) Tehnologia informației AI, electrocasnice inteligente 2) Robotică, inteligență artificială (AI), învățare automată 3) Energie verde (inclusiv nucleară) și eficiență energetică a vehiculelor ecologice, vehicule electrice și autonome 4) Echipamente aerospațiale 5) Inginerie oceanică și nave de înaltă tehnologie 6) Echipamente feroviare 7) Echipamente electrice 8) Materiale noi și fabricația aditivă (3D printing) 9) Biotehnologii, medicină și dispozitive medicale bazate pe tehnologii de vârf („high tech”, engl.) 10) Utilaje agricole bazate pe tehnologii de vârf („high tech”, engl.)			

Sursa: Autorii, pe baza literaturii de specialitate studiate.

Ambițiile Chinei în domeniul energiei nucleare sunt mari, dar și progresele sunt pe măsură. Astfel, datele Asociației Globale pentru Energie Nucleară arată că, începând cu anul 2015 (anul adoptării MIC 2025), China a fost țara cu cea mai rapidă creștere a numărului de instalații de producere a energiei nucleare date în funcțiune, în prezent, acestea însumând aproximativ un sfert din capacitatea globală de producție (World Nuclear Association, 2021).

De altfel, în 2016, la un an după adoptarea MIC 2025, China a devenit al patrulea furnizor global de energie nucleară (Kenderdine, 2018), iar capacitatea sa operațională în domeniul energiei nucleare a crescut într-un ritm relativ constant în ultimii ani (vezi Graficul 1).

Graficul 1: Capacitatea nucleară operațională în China, în perioada 2015-2021 (MWe)



Sursa: Reprezentare grafică a autorilor, pe baza datelor publicate de Asociația Globală pentru Energie Nucleară (2021).

2. Tendințe pe piața internă privind producția de energie nucleară

Primele eforturi întreprinse de China în scopul dezvoltării sectorului de producere a energiei nucleare datează din anii 1970 dar au cunoscut un avans important mai ales după anul 2005, când industria nucleară chineză a intrat într-o etapă de expansiune rapidă ca urmare a trecerii la îndeplinirea obiectivelor stabilite în cadrul celui de-al 11-lea Plan Cincinal.

În ultimele decenii, autoritățile chineze au urmat consecvent un plan coerent de creștere a ponderii energiei nucleare în totalul energiei produse și au adoptat, succesiv, o serie de reglementări în acest sens.

Sectorul energiei nucleare din China este reglementat de *Administrația Națională pentru Siguranță Nucleară* și de către *Autoritatea pentru Energie Atomică*, ambele organisme fiind responsabile cu acordarea de licențe tehnologice, dar și cu menținerea normelor de siguranță impuse de către autoritățile internaționale. De asemenea, *Ministerul Protecției Mediului* (MPE), este responsabil cu monitorizarea radiologică a mediului și gestionarea deșeurilor radioactive.

Practic, o companie care dorește să desfășoare activități pe piața chineză a energiei nucleare înaintează către aceste instituții studii de fezabilitate și studii de mediu, iar licența pentru funcționarea respectivei centrale este acordată după aprobarea amplasamentului și eliberarea tuturor autorizațiilor aferente (legate de construcție, încărcarea combustibilului și funcționare).

Potrivit reglementărilor oficiale în vigoare (*Legea Securității Nucleare*⁸, din 2017), China urmărește permanent să implementeze cele mai bune standarde în materie de siguranță nucleară. În acest scop, fiecare centrală este supusă anual unei analize de siguranță. În decembrie 2013, experții chinezi împreună cu omologii lor japonezi și sud-coreeni au convenit să formeze și o rețea în cadrul căreia să coopereze în materie de siguranță nucleară și să facă schimb rapid de informații în caz de urgență nucleară.

În urma accidentului de la Fukushima, din martie 2011, guvernul chinez a suspendat procesul de aprobare a unor noi centrale nucleare, în așteptarea concluziilor experților chinezi și internaționali privind acest accident major și lecțiile care ar putea fi învățate din dezastrul nuclear japonez, în special în ceea ce privește amplasarea reactoarelor și controlul eliberării radiațiilor. Reluarea activității de aprobare a construcției unor noi centrale nucleare a fost suspendată până când un nou plan de siguranță nucleară a fost aprobat de către Consiliul de Stat, în octombrie 2012. Mai mult, după accidentul de la Fukushima au crescut preocupările autorităților chineze pentru limitarea poluării râurilor, precum și cele privind limitarea epuizării bazinelor hidrografice (din cauza turnurilor de răcire prin evaporare).

În anii recenți, politica autorităților chineze privind dezvoltarea exploatarei energiei nucleare a evoluat de la un ritm moderat, la unul foarte susținut, dar cu accent pe respectarea standardelor de siguranță. Astfel, al 13-lea Plan Cincinal (2016-2020), adoptat în martie 2016 stabilea o serie de obiective ambițioase în domeniul energiei nucleare:

- Finalizarea a patru noi reactoare de tip AP1000 la Sanmen și Haiyang;
- Construirea de reactoare de tip Hualong One la Fuqing și Fangchenggang;

⁸ The Nuclear Safety Law of the People's Republic of China.

- Începerea construirii reactorului demonstrativ CAP1400 la Rongcheng (Shidaowan);
- Accelerarea lucrărilor la centrala Tianwan, Faza III (unitățile 5 și 6);
- Demararea construirii unei noi centrale nuclear-electrice de coastă;
- Noi lucrări pregătitoare pentru centralele nucleare interioare;
- Atingerea obiectivului de a cumula la nivel național capacități operaționale pentru producția de energie nucleară însumând 58 GWe⁹, precum și de a demara noi proiecte privind construcția de instalații/centrale, care să cumuleze o capacitate totală de până la 30 GWe, până la sfârșitul anului 2020.

Practic, China își propunea, prin al 13-lea Plan Cincinal ca până în 2030 aproximativ 20% din consumul său de energie să provină din combustibili nefosili, iar în septembrie 2020 autoritățile chineze anunțau obiectivul Chinei de a deveni neutră din punctul de vedere al emisiilor de carbon, până în anul 2060. De asemenea, în cel de al 13-lea Plan Cincinal se mai propuneau și următoarele obiective: capacitatea producției de cărbune să fie limitată la 1.100 GWe până în 2020, prin anularea și amânarea unei serii de proiecte care ar fi generat o capacitate de aproximativ 150 GWe; pentru termocentralele pe gaz, se planifica o limitare a capacității până la 110 GWe în 2020, iar pentru energia nucleară obiectivul era creșterea capacității instalate la 58 GWe până în anul 2020.

În cadrul celui de-al 14-lea Plan Cincinal (2021-2025), lansat în martie 2021, guvernul chinez a stabilit ținta de 70 GWe capacitate nucleară brută totală la nivel național, până la sfârșitul anului 2025.

În prezent, China deține două mari companii de energie nucleară, China National Nuclear Corporation, care operează în principal în nord-estul țării și China General Nuclear Power Group (cunoscută anterior drept China Guangdong Nuclear Power Group), care deservește piața locală din regiunea de sud-est. Cu toate că, așa după cum reiese din toate planurile strategice adoptate, autoritățile chineze continuă să încurajeze cooperarea internațională și să promoveze transferul de tehnologie, un obiectiv primordial de atins pe termen mediu îl reprezintă creșterea gradului de autonomie națională în sfera inovării, pentru a permite proiectarea și fabricarea de reactoare nucleare.

Începând cu anul 2020, China deține 50 de centrale nucleare operaționale, cu o capacitate de producție totală de 47,5 GWe, la care se adaugă încă 16 centrale în construcție, cu un total de 15,7 GW (vezi Tabelul 1), ceea ce înseamnă că în pofida unei dezvoltări foarte alerte a domeniului, China nu și-a atins totuși ținta de 58 GWe capacitate operațională, prevăzută în Planul Cincinal 2016-2020.

Tabelul 1: Centralele nucleare în China

Centrala nucleară	Reactoare operaționale		Reactoare în construcție		Reactoare planificate		Total	
	Unități	Capacitate netă (MW)	Unități	Capacitate netă (MW)	Unități	Capacitate netă (MW)	Unități	Capacitate netă (MW)
Bailong	—	—	—	—	6	6 600	6	6 600
CEFR	1	20	—	—	—	—	1	20
Changjiang	2	1 202	1	1000	1	1000	4	3 202
Daya Bay (Dayawan)	2	1 888	—	—	—	—	2	1 888

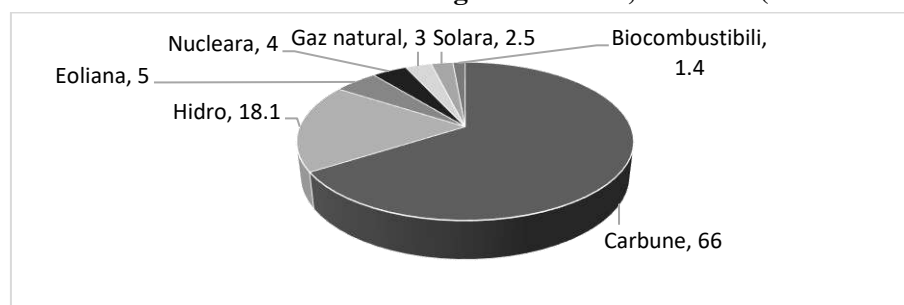
⁹ Gigawatt (GW) este egal cu un miliard wați, iar 1 gigawatt = 1.000 megawați. În industria energiei electrice, gigawați electrici (GWe) se referă la puterea electrică produsă de un generator.

Centrala nucleară	Reactoare operaționale		Reactoare în construcție		Reactoare planificate		Total	
	Unități	Capacitate netă (MW)	Unități	Capacitate netă (MW)	Unități	Capacitate netă (MW)	Unități	Capacitate netă (MW)
Fangchenggang	2	2 000	2	2 000	2	2 000	6	6 000
Fangjiashan	2	2 024	—	—	—	—	2	2 024
Fuqing	5	5 000	1	1 000	—	—	6	6 000
Haiyang	2	2 340	—	—	6	6 600	8	8 940
Hongyanhe	5	5 305	1	1 061	—	—	6	6 366
Huizhou/Taipingling	—	—	2	2 232	—	—	2	2 232
Ling Ao	4	3 914	—	—	—	—	4	3 914
Lufeng (Shanwei)	—	—	—	—	2	2 200	2	2 200
Ningde	4	4 072	—	—	2	2 100	6	6 172
Pengze	—	—	—	—	2	2 200	2	2 200
Qinshan	7	4 110	—	—	—	—	7	4 110
San'ao	—	—	1	1 000	5	5 000	6	6 000
Sanmen	2	2 314	—	—	2	2 314	4	4 628
Shidao Bay	—	—	3	3 000	—	—	3	3 000
Taishan	2	3 320	—	—	—	—	2	3 320
Taohuajiang	—	—	—	—	4	4 400	4	4 400
Tianwan	6	6 080	1	1 100	1	1 100	8	8 280
Xianning	—	—	—	—	2	2 200	2	2 200
Xiapu	—	—	2	1 000	—	—	2	1 000
Xudabao	—	—	1	1 100	3	3 300	4	4 400
Yangjiang	6	6 120	—	—	—	—	6	6 120
Zhangzhou	—	—	2	2 200	4	4 400	6	6 600
Total	50	47 518	16	15 727	45	48 061	111	111 306

Sursa: Autorii, pe baza datelor World Nuclear Association (2022).

În 2020, cea mai mare parte a energiei electrice din China continentală era încă produsă din combustibili fosili, preponderent cărbune (66%), pe când capacitatea eoliană și solară furniza sub 8% din totalul de energie electrică. Creșterea rapidă a cererii de electricitate, ca urmare a dezvoltării economice impetuoase a Chinei, a dat naștere unei dependențe ridicate față de combustibilii fosili și a condus la o poluare fără precedent a aerului (în special în estul țării, care se confruntă cu prezența smogului cronic). Ca urmare, în ceea ce privește locul energiei nucleare în mix-ul local de producere a energiei electrice, trebuie spus că aceasta ocupă, încă, o pondere scăzută, de numai 4%, raportat la alte tipuri de energie (vezi Graficul 2).

Graficul 2: Structura mix-ului energetic în China, în 2020¹⁰ (% din total)



Sursa: Reprezentare grafică a autorilor, pe baza datelor publicate de Asociația Globală pentru Energie Nucleară.

¹⁰ Anul pentru care deținem cele mai recente date.

În prezent, Comisia Națională pentru Dezvoltare și Reformă (NDRC¹¹) a stabilit un preț angro al energiei electrice de 0,43 RMB pe kWh (7 cenți USD/kWh) pentru toate proiectele noi de energie nucleară, pentru a promova astfel dezvoltarea energiei nucleare și a orienta investițiile către acest domeniu. În viziunea autorităților chineze, prețul energiei nucleare trebuie menținut relativ stabil, ajustabil în funcție de costurile implicate de progresul tehnologic și de evoluția cererii de pe piețele externe.

În martie 2015, a fost lansată o nouă rundă de reformă a pieței energiei electrice, pentru a acorda prioritate producției de energie „curată”, ceea ce a permis companiilor din industria energiei nucleare să renegocieze în mod favorabil prețurile. Ca rezultat al acestor negocieri, se estimează că ponderea energiei nucleare în mix-ul energetic al țării ar putea crește de la 4%, cât este în prezent, la 28% la orizontul anului 2030 (IEA, 2021).

3. Aspecte privind avansul tehnologic în domeniul energiei nucleare din China

În ceea ce privește dezvoltarea tehnologiei nucleare în China, în anii recentți, acesta a evoluat pe baza a patru obiective-cheie:

- ❖ Reactoarele nucleare cu apă sub presiune („pressurized water reactor”/PWR)¹² vor fi principalul, dar nu unicul tip de reactor nuclear.

- ❖ Toate componentele tehnologiei de producție a combustibilului nuclear vor fi fabricate și furnizate prin producție internă.

- ❖ Este necesară maximizarea fabricării interne a instalațiilor și echipamentelor pentru energia nucleară.

- ❖ Autoritățile chineze vor urmări stimularea cooperării internaționale în domeniul nuclear, aceasta fiind considerată importantă pentru accelerarea avansului tehnologic național.

În prezent, baza tehnologică pentru reactoarele nucleare chineze este construită în jurul a diverse tehnologii străine care au fost, însă, adoptate și perfecționate de către cercetătorii chinezi (vezi Tabelul 2).

¹¹ Comisia Națională pentru Dezvoltare și Reformă (National Development and Reform Commission, engl. - NDRC) are rolul de a formula și implementa strategii privind dezvoltarea economică și socială națională, planurile de dezvoltare pe termen mediu și lung, precum și de a coordona planurile speciale la nivel național, regional și local.

¹² Un reactor cu apă sub presiune („pressurized water reactor”, lb. engl. - PWR) este un tip de reactor nuclear cu apă “ușoară” (apă cu conținut redus de deuterium). PWR constituie reactoarele utilizate pentru marea majoritate a centralelor nucleare din lume (cu câteva excepții notabile: Marea Britanie, Japonia și Canada). Într-un PWR, lichidul de răcire primar (apa) este pompat sub presiune ridicată către miezul reactorului unde este încălzit de energia eliberată de fisiunea atomilor. Apa încălzită și aflată la o înaltă presiune, curge apoi către un generator de abur, unde își transferă energia termică către apa cu presiune mai mică a unui sistem secundar. Aburul acționează apoi turbine, care rotesc un generator electric. Spre deosebire de un reactor cu apă clocotită („boiled water reactor”, lb. engl.- BWR), presiunea din bucla primară de lichid de răcire împiedică fierberea apei în interiorul reactorului. Toate reactoarele cu apă “ușoară” folosesc acest tip de apă atât ca lichid de răcire, cât și ca moderator de neutroni. Majoritatea folosesc de la două, până la patru generatoare de abur, montate vertical.

Tabelul 2: Principalele tipuri de reactoare nucleare chineze și proveniența tehnologiei

<p style="text-align: center;">CAP1000/ AP1000</p> <p>Ambele tipuri de reactoare se bazează pe un transfer de tehnologie din partea firmei <i>Westinghouse</i> și sunt reactoare PWR cu două bucle de lichid de răcire.</p>	<p style="text-align: center;">ACPR1000</p> <p>Reactorul ACPR-1000 (acronimul provine de la denumirea în engleză - Advanced Chinese PWR) este tot un reactor care utilizează apă presurizată, dar beneficiază de o tehnologie avansată, fiind proiectat de <i>China Guangdong Nuclear Power Corp.</i>, care, în 2013, și-a schimbat denumirea în CGN. Potrivit Agenției Internaționale pentru Energie Atomică, „designul” reactorului se concentrează pe standarde crescute de siguranță, îmbunătățind în același timp eficiența economică. Această versiune îmbunătățită a CPR-1000 cu 3 bucle are standarde seismice mai ridicate, o dublă izolare și un receptor de miez al reactorului în scopul atenuării accelerării spectrale. Reactorul este proiectat cu SAMS [evaluări ale marjei seismice], deținând inclusiv sisteme de siguranță pentru îndepărtarea căldurii excedentare.</p>
<p style="text-align: center;">VVER-1000/V-428</p> <p>VVER-1000/V-428 se bazează pe tehnologia rusă a reactorului care utilizează apă sub presiune</p>	<p style="text-align: center;">CPR-1000</p> <p>CPR-1000 este un reactor cu apă sub presiune de generația II+, bazat pe designul francez cu trei bucle de răcire (M310) importat în anii 1980, îmbunătățit pentru a avea o putere netă de 1 000 MWe (1.080 MWe brut) și o durată de viață de 60 de ani.</p>
<p style="text-align: center;">EPR¹³</p> <p>EPR (<i>European Pressurised Reactor</i>) - cunoscute inițial sub numele de reactoare europene de apă sub presiune - sunt un tip de reactor de apă sub presiune (PWR) de generația III.</p> <p>Acest tip de reactor a fost proiectat și dezvoltat de compania <i>Framatome</i> (parte a <i>Areva</i> între 2001 și 2017) și <i>Électricité de France</i> (EDF) în Franța și de <i>Siemens</i> în Germania. În Europa, acest design al reactorului a fost numit Reactor European Presurizat, iar denumirea internaționalizată a fost Reactorul de Putere Evolutivă.</p>	<p style="text-align: center;">CNP-600</p> <p>CNP-600 este un reactor nuclear cu apă sub presiune dezvoltat de <i>China National Nuclear Corporation</i> (CNNC). Reactorul are o capacitate electrică brută de 650 MW și încorporează două bucle de răcire primare. Este un reactor de generația II bazat pe primul proiect de reactor nuclear comercial din China, CNP-300, și pe proiectul reactorului M310 utilizat în centrala nucleară Daya Bay.</p> <p>Prima unitate CNP-600 a început să funcționeze la Centrala Nucleară Qinshan, în 2002, alte trei unități fiind puse în funcțiune între 2004 și 2011. Au fost construite alte două reactoare CNP-600 la Centrala Nucleară Changjiang, iar acestea au intrat în funcțiune în 2015 și 2016. O versiune îmbunătățită a acestui tip de reactor, CNP-1000 cu trei bucle de răcire, a fost dezvoltată de CNNC, iar noul design va avea sisteme de siguranță îmbunătățite și o durată de viață extinsă de 60 de ani.</p>
<p style="text-align: center;">Candu 6 PHWR</p> <p>Candu 6 PHWR este bazat pe tehnologia canadiană a reactorului Candu care utilizează apă „grea” sub presiune. Acronimul Candu se referă la prezența oxidului de deuteriu (care generează apa „grea”) și la faptul ca utilizează uraniu. Reactoarele CANDU au fost dezvoltate pentru prima dată la sfârșitul anilor 1950 și 1960 printr-un parteneriat între <i>Atomic Energy of Canada Limited</i> (AECL), Comisia pentru energie hidroelectrică din Ontario, <i>Canadian General Electric</i> și alte companii.</p>	<p style="text-align: center;">Hualong One (în traducere „dragonul Chinei)</p> <p>Hualong One se bazează pe tehnologia reactoarelor nucleare „cu trei bucle” de tip ACPR1000 care la rândul lor derivă din tipul de reactor francez M310. Puterea acestui tip de reactor este de 1170 MWe brut și 1090 MWe net, cu o durată de viață de proiectare de 60 de ani fiind utilizată o combinație de sisteme de siguranță pasivă și activă cu o dublă izolare (Xing et al., 2016).</p>

Sursa: Prezentare sintetică a autorilor, pe baza literaturii de specialitate consultate.

¹³ În 2021, centrala nucleară de la Taishan s-a confruntat cu unele deteriorări minore ale tijelor de combustibil ceea ce a dus la închiderea temporară a acestui tip de reactor. Tipul de reactor - cunoscut sub numele de EPR - urmează să fie construit și în alte țări, inclusiv Finlanda, Franța și la Hinkley Point C din Marea Britanie.

Referitor la drepturile de proprietate intelectuală asupra tehnologiei de fabricație a reactorului Hualong One, presa chineză¹⁴ arăta că toate componentele de bază sunt fabricate în China și că 17 universități și instituții de cercetare, 58 de întreprinderi de stat și peste 140 de firme private din China au lucrat la dezvoltarea Hualong One, pentru a se asigura că toate componentele de bază au putut fi produse pe plan intern.

Începând cu anul 2021, primele unități de producție pentru Hualong One vor fi Fuqing 5 și 6 (provincia Fujian), urmate de Fangchenggang 3 și 4 (provincia Guangxi), Zhangzhou 1 și 2 (în Fujian), Taipingleing 1 și 2 (în Guangdong) și San'Ao 1 și 2 (Zhejiang). De precizat că Fuqing 5 a început deja operațiunile comerciale la 30 ianuarie 2021.

În ceea ce privește exportul de tehnologie al acestui tip de reactor, există cinci reactoare Hualong One planificate pentru Pakistan, dintre care patru sunt destinate Complexului de Energie Nucleară Karachi și unul Centralei Nucleare din Chashma. De asemenea, în 2022 a debutat proiectul de construcție a unui reactor Hualong One în Argentina¹⁵ având ca dată de finalizare anul 2028. De asemenea, potrivit datelor oficiale, până în 2030 China intenționează să construiască aproximativ 30 de reactoare nucleare în țările implicate în inițiativa „O centură, un Drum” (redenumită Belt and Road Initiative/BRI, în 2017).

Pe baza participării la proiectul internațional ITER¹⁶, China s-a angajat să construiască un reactor experimental de fisiune nucleară (EAST) în provincia Hefei și, de asemenea, să desfășoare cercetări destinate dezvoltării ciclului combustibilului pe bază de toriu¹⁷, ca alternativă a uraniului pentru fisiunea nucleară.

În ceea ce privește viitoarele dezvoltări tehnologice, cercetătorii chinezi pun la punct în prezent tehnologia pentru reactorul LandStar-I. Compania de stat *State Power Investment Corporation* (SPIC) realizează prototipul acestuia, un reactor integral sub presiune, de 200MWt, cu circulație prin convecție la 9 MPa. Studiile de fezabilitate au sugerat o posibilă primă punere în funcțiune în 2022. La proiectul demonstrativ denumit Jiamusi al companiei SPIC din provincia Heilongjiang, cele două reactoare LS-I de 200 MW vor furniza, pe timpul verii, energie pentru o centrală de biomasă. *Administrația Națională pentru Siguranța Nucleară* (NNSA) a aprobat o evaluare preliminară a amplasamentului de mediu în august 2020 și se așteaptă ca acestea să intre în funcțiune în 2024. LandStar-V este un reactor compact de 600 MWt, cu două generatoare de abur externe, iar versiunile OceanStar sunt destinate pentru centrale nucleare plutitoare.

Analizând distribuția tipurilor de reactoare în cadrul centralelor nucleare chineze se observă că reactorul de tip CPR-1000 este încă predominant (vezi Tabelul 3), dar trebuie menționat faptul că

¹⁴ A se vedea [First nuclear unit with Hualong One reactor starts commercial operation](#), *Xinhuanet*, 30 January 2021.

¹⁵ A se vedea: <https://neutronbytes.com/2022/02/12/argentina-signs-8b-deal-for-chinas-hualong-one-pwr/>.

¹⁶ ITER („calea” în limba latină) este unul dintre cele mai ambițioase proiecte energetice globale din domeniul energiei nucleare. Situat în sudul Franței, ITER implică 35 de țări care colaborează pentru a construi un tokamak (un aparat toroidal pentru producerea reacțiilor controlate de fisiune în plasmă fierbinte). Cercetările experimentale desfășurate în cadrul proiectului ITER sunt considerate cruciale pentru succesul centralelor nucleare de fisiune ale viitorului.

¹⁷ Toriul este considerat a fi combustibilul nuclear al viitorului. În prezent Canada, China, Germania, India, Olanda, Regatul Unit și SUA au făcut numeroase experimente utilizând toriul drept combustibil nuclear substituent. Mai puțin radioactiv decât uraniul, toriul poate fi exploatat în cariere de suprafață, iar acest lucru are un impact minim asupra mediului și costuri relativ reduse de valorificare. Cantitatea estimată de toriu din scoarța terestră este de trei până la patru ori mai mare decât cea de uraniu. Principalul minereu din care se extrage toriul este monazitul.

planurile pentru construirea mai multor unități CPR-1000 au fost reduse ca urmare a dezastrului de la Fukushima.

Tabelul 3: Distribuția geografică a tipurilor de reactoare nucleare operaționale, în China

Unitate	Provincia	Capacitate netă	Tip	Operator	Conectarea la rețeaua electrică	Debutul operațiunilor comerciale
Fuqing 1&2	Fujian	1000 MWe	M310+	CNNC & Huadian	August 2014, August 2015	Noiembrie 2014, Octombrie 2015
Fuqing 3&4	Fujian	1000 MWe	M310+	CNNC & Huadian	Septembrie 2016, Iulie 2017	Octombrie 2016, Septembrie 2017
Fuqing 5	Fujian	1000 MWe	Hualong One	CNNC & Huadian	Noiembrie 2020	Ianuarie 2021
Ningde 1&2	Fujian	1018 MWe	CPR-1000	CGN & Datang	Decembrie 2012, Ianuarie 2014	Aprilie 2013, Mai 2014
Ningde 3&4	Fujian	1018 MWe	CPR-1000	CGN & Datang	Martie 2015, Martie 2016	Iunie 2015, Iulie 2016
Daya Bay 1&2	Guangdong	944 MWe	M310 (tehnologie franceză)	CGN	August 1993, Februarie 1994	Februarie 1994, Mai 1994
Ling Ao Phase I, 1&2	Guangdong	950 MWe	M310 (tehnologie franceză)	CGN	Februarie 2002, Septembrie 2002	Mai 2002, Ianuarie 2003
Ling Dong/Ling Ao Phase II, 1&2	Guangdong	1007 MWe	CPR-1000 (M310)	CGN	Iulie 2010, Mai 2011	Septembrie 2010, August 2011
Taishan 1&2	Guangdong	1660 MWe	EPR	CGN	Iunie 2018, Iunie 2019	Decembrie 2018, Septembrie 2019
Yangjiang 1&2	Guangdong	1000 MWe	CPR-1000	CGN	Decembrie 2013, Martie 2015	Martie 2014, Iunie 2015
Yangjiang 3&4	Guangdong	1000 MWe	CPR-1000+	CGN	Octombrie 2015, Ianuarie 2017	Ianuarie 2016, Martie 2017
Yangjiang 5&6	Guangdong	1000 MWe	ACPR1000	CGN	Mai 2018, Iunie 2019	Iulie 2018, Iulie 2019
Fangchenggang 1&2	Guanxi	1000 MWe	CPR-1000	CGN	Octombrie 2015, Iulie 2016	Ianuarie 2016, Octombrie 2016
Changjiang 1&2	Hainan	601 MWe	CNP-600	CNNC & Huaneng	Noiembrie 2015, Iunie 2016	Decembrie 2015, August 2016
Tianwan 1&2	Jiangsu	990 MWe	VVER-1000/V-428	CNNC	Mai 2006, Mai 2007	Mai 2007, August 2007
Tianwan 3&4	Jiangsu	1045 MWe	VVER-1000/V-428M	CNNC	Decembrie 2017, Octombrie 2018	Februarie 2018, Decembrie 2018
Tianwan 5&6	Jiangsu	1000 MWe	M310+	CNNC	August 2020, Mai 2021	Septembrie 2020, Iunie 2021
Hongyanhe 1&2	Liaoning	1061 MWe	CPR-1000	CGN & SPI	Februarie 2013, Noiembrie 2013	Iunie 2013, Mai 2014
Hongyanhe 3&4	Liaoning	1061 MWe	CPR-1000	CGN & SPI	Martie 2015, Aprilie 2016	August 2015, Septembrie 2016
Hongyanhe 5	Liaoning	1061 MWe	ACPR-1000	CGN & SPI	Iunie 2021	August 2021
Haiyang 1&2	Shandong	1170 MWe	AP1000	SPIC	August 2018, Octombrie 2018	Octombrie 2018, Ianuarie 2019
Fangjiashan 1&2	Zhejiang	1012 MWe	M310+	CNNC	Noiembrie 2014, Ianuarie 2015	Decembrie 2014, Februarie 2015
Qinshan Phase I	Zhejiang	308 MWe	CNP-300	CNNC	Decembrie 1991	Aprilie 1994
Qinshan Phase II, 1&2	Zhejiang	610 MWe	CNP-600	CNNC	Februarie 2002, Martie 2004	Aprilie 2002, Mai 2004
Qinshan Phase II, 3&4	Zhejiang	619 MWe	CNP-600	CNNC	August 2010, Noiembrie 2011	Octombrie 2010, Decembrie 2011
Qinshan Phase III, 1&2	Zhejiang	677 MWe	Candu 6 PHWR	CNNC	Noiembrie 2002, Iunie 2003	Decembrie 2002, Iulie 2003
Sanmen 1&2	Zhejiang	1157 MWe	AP1000	CNNC	Iunie 2018, August 2018	Septembrie 2018, Noiembrie 2018

Unitate	Provincia	Capacitate netă	Tip	Operator	Conectarea la rețeaua electrică	Debutul operațiunilor comerciale
Total		49 569 MWe				

Sursa: Autorii, pe baza datelor China National Nuclear Corporation (2021).

4. Noi aplicații tehnologice – reactoarele nucleare cu neutroni rapizi și centralele nucleare plutitoare

Reactoarele cu neutroni rapizi (denumite FNR, acesta fiind acronimul pentru „fuziune cu neutroni rapizi”) sunt văzute ca principala tehnologie a viitorului. CNNC se așteaptă ca tehnologia FNR să devină predominantă până la mijlocul secolului XXI. Un astfel de reactor cu neutroni rapizi a fost dezvoltat lângă Beijing, fiind cunoscut sub numele de CDFR-1, abrevierea provenind de la denumirea sa în limba engleză (Chinese Demonstration Fast Reactor-1). Construcția primei unități de tipul CFR600 (Chinese Fast Reactor eng.) a fost demarată în decembrie 2017, în localitatea Xiapu din provincia Fujian, iar punerea sa în funcțiune este preconizată pentru anul 2023.

Într-o etapă ulterioară, în octombrie 2009, a fost demarat proiectul CDFR 2, pe baza unui acord semnat de China cu Federația Rusă care viza tehnologia BN-800¹⁸. Construcția primelor două reactoare de tip CDFR 2 era planificată pentru anul 2013 în localitatea Sanming din provincia Fujian, dar până la urmă acest proiect nu a mai fost demarat. În mai 2014, *Autoritatea Chineză pentru Energie Atomică* a semnat un nou acord cu *Rosatom* pentru a coopera la construcția centralelor plutitoare de cogenerare nucleară (Floating Nuclear Power Plant, engl. – FNPP) în insulele din largul Chinei. Acestea ar urma să fie construite în uzinele din China, dar ar fi bazate pe tehnologia rusă și, eventual, ar folosi reactoare rusești KLT-40S¹⁹. În iulie 2014, *Rusatom Overseas* a semnat un nou acord, de data aceasta cu *CNNC New Energy*, pentru dezvoltarea în comun a unei FNPP autopropulsate, în 2019.

De atunci, însă, atât CNNC, cât și CGN au avansat propuneri pentru centrale FNPP de concepție chineză pe baza proiectelor lor de reactoare mici. Ulterior, în februarie 2017, centralele nucleare plutitoare FNPP au fost incluse în cel de al 13-lea Plan Cincinal (2016-2020), urmând a fi finanțate cercetări tehnologice avansate pentru dezvoltarea acestora.

CNNC a mai anunțat, de asemenea, că filiala sa, *Institutul de Energie Nucleară din China* (NPIC²⁰), a semnat un acord cu *Lloyd's Register* din Marea Britanie pentru a sprijini dezvoltarea unei centrale nucleare plutitoare care utilizează reactorul ACP100S, o versiune marină a ACP100.

¹⁸ Reactorul BN-800 este un reactor de ameliorare rapidă care folosește sodiu pentru răcire, construit la Centrala Nucleară Beloyarsk, în Zarechny, Regiunea Sverdlovsk din Federația Rusă. Reactorul este proiectat pentru a genera 880 MW de energie electrică.

¹⁹ Reactoarele nucleare ruse din familia KLT-40 sunt reactoare de fisiune nucleară provenite din reactoarele navale OK-150 și OK-900. Ele sunt reactoare cu apă sub presiune (PWR) alimentate cu uraniu îmbogățit (U235). În prezent, varianta KLT-40S este utilizată în centrala nucleară plutitoare rusă Akademik Lomonosov.

²⁰ Nuclear Power Institute of China.

4.1 Construcția de centrale nucleare de generația a III a – importanța parteneriatelor externe

În septembrie 2004, Consiliul de Stat a aprobat planurile pentru construcția a două centrale nucleare de generația a III-a la Sanmen, și alte șase unități la Yangjiang, toate acestea constituind pentru China acte de pionierat în tehnologia nucleară din generația a III a , bazate, însă, pe un aport tehnologic extern.

Reactoarele Sanmen (în provincia Zhejiang) și Yangjiang (în provincia Guangdong) au fost supuse unui proces de licitație deschisă pentru proiectele de reactoare de a treia generație, contractele urmând să fie atribuite la jumătatea anului 2006, iar la jumătatea anului 2007 fiind preconizată demararea construirii lor.

Acest proces de licitație deschisă a subliniat măsura în care China dorea să încurajeze aportul de tehnologie externă în construcția reactoarelor sale de a treia generație. Inițial au fost primite trei oferte pentru cele patru reactoare Sanmen și Yangjiang: de la *Westinghouse* (reactoare AP1000), de la *Areva* (EPR) și de la *Atomstroyexport* (reactoare de tip VVER-1000). *Corporația de Stat pentru Tehnologia Energiei Nucleare* (SNPTC), aflată sub conducerea directă a Consiliului de Stat al Chinei, a fost responsabilă de selecția ofertelor de tehnologie pentru noile centrale .

Aproximativ 200 de experți chinezi au petrecut peste un an evaluând modelele de reactoare de generația a III-a, iar în septembrie 2006, majoritatea experților s-a pronunțat pentru tehnologia AP1000. Factorii-cheie în alegerea acestui tip de reactor au fost design-ul, sistemul de siguranță simplificat, construcția modulară care oferă o construcție mai rapidă și un control mai bun al costurilor, dar și componente mai mici care permit accelerarea procesului de fabricație (Wang et al., 2011).

Centralele nucleare de la Sanmen 1&2 și Haiyang 1&2

În februarie 2007, a fost semnat un acord-cadru între compania americană *Westinghouse* și SNPTC al cărui obiect viza construirea de centrale nucleare la Sanmen 1&2 și Haiyang 1&2 utilizând tehnologia AP1000. În iulie 2007, *Westinghouse* a semnat o serie de contracte cu SNPTC, pe baza cărora au fost înființate companiile mixte *Sanmen Nuclear Power Company* (deținută de CNNC în proporție de 51%), *Shandong Nuclear Power Company* (deținută de CPI, pentru Haiyang în proporție de 65%) și compania *China National Technical Import & Export Corporation* (CNTIC), în vederea construirii a patru reactoare de tip AP1000. Ulterior, în decembrie 2007, guvernele chinez și american au ratificat acordul interguvernamental pentru construirea reactoarelor respective și pentru transferul de tehnologie.

➔ Lucrările la șantierul Sanmen au început în februarie 2008, iar construcția completă a Sanmen 1 - prima unitate AP1000 din lume - a debutat la data de 19 aprilie 2009. Reactorul inițial a început să funcționeze la sfârșitul anului 2015, iar al doilea în 2016.

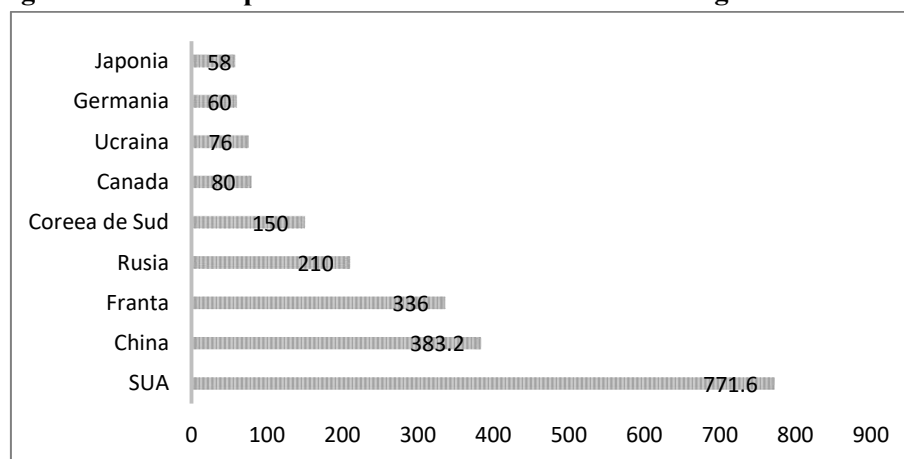
➔ Construcția centralei de la Haiyang 1 a demarat în septembrie 2009 și a fost conectată la rețeaua electrică în octombrie 2018, intrând în funcțiune comercială în ianuarie 2019. *China Nuclear Engineering & Construction Group* (CNEC/CNECC) a construit atât uzinele din Sanmen, cât și cele din Haiyang. În decembrie 2019, uzina cu două unități din Haiyang a început să furnizeze căldură pentru circa 700.000 m² de locuințe, ca parte a primei faze a proiectului Shandong-Haiyang de încălzire bazată pe energie nucleară. În mai 2020, proiectul a primit aprobarea pentru a funcționa ca

prim program național-pilot de mari dimensiuni pentru încălzirea bazată pe energie nucleară, având capacitatea de furniza agent termic pentru aproximativ 30.000.000 m² de locuințe.

4.2 Competitivitatea la nivel global

În ceea ce privește poziționarea mondială în clasamentul statelor care produc electricitate din energie nucleară, potrivit datelor *Asociației Nucleare Internaționale (World Nuclear Association, 2021)*, în 2020 China s-a plasat pe locul doi în ierarhia globală, depășind state cu tradiție în domeniu, cum ar fi Franța și Federația Rusă (vezi Graficul 3.)

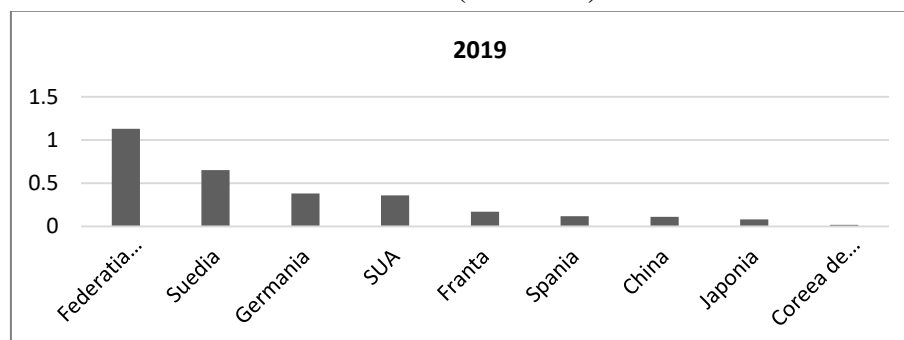
Graficul 3: Ieraria globală a statelor producătoare de electricitate din energie nucleară în 2022 (TWh)



Sursa: Reprezentare grafică a autorilor, pe baza datelor World Nuclear Association (2022).

În prezent, China are ambiții globale în ceea ce privește exporturile de tehnologie nucleară, în conformitate cu nou-asumatul său rol geopolitic de putere mondială. Cu toate acestea, capacitățile sale de export privind energia nucleară sunt oarecum limitate de dominația prestabilită a SUA și a Rusiei în acest domeniu, ocupând, în anul 2019, doar locul șapte (vezi Graficul 4) în ierarhia globală a exportatorilor de reactoare nucleare (IEA, 2020).

Graficul 4: Poziția Chinei în ierarhia globală a exporturilor de reactoare nucleare, în 2019²¹ (mld. USD)



Sursa: Reprezentare grafică a autorilor, pe baza datelor OEC²² (2019).

²¹ Anul pentru care deținem cele mai recente date.

²² Observatory of Economic Complexity (<https://oec.world/en>).

Potrivit datelor OEC, în privința valorii exporturilor sale de reactoare nucleare, cu un procent de 3,6% din totalul exporturilor globale de reactoare nucleare în 2019, China se situează încă la mare distanță de principalii săi competitori, Federația Rusă (35,5%) și, respectiv, SUA (11%), însă având în vedere faptul că avântul său tehnologic în domeniu este de dată mai recentă, poziționarea în top zece competitori internaționali este o performanță.

Politica Chinei privind exportul tehnologiei nucleare este bazată în principal pe dezvoltarea reactorului Hualong One, cu drepturi de proprietate intelectuală chineză. Dacă analizăm perspectivele exporturilor chineze de tehnologie pentru centrale nucleare (Tabelul 5) se observă că multe destinații de export vizează țări incluse în inițiativa „O centură, Un Drum” (BRI).

Tabelul 5: Aportul chinez la proiecte de construcție a unor centrale nucleare în străinătate în perioada 2014-2020

Țara de destinație	Centrala nucleară	Tipul de reactor	Costul estimat (mld. USD)	Compania	Status actual
Pakistan	Chasma 3&4	CNP-300	2,4	CNNC	Unitățile 3&4 sunt operaționale
	Karachi Coastal 1&2	Hualong One	9,6	CNNC	Unitățile 1&2 sunt în construcție
România	Cernavodă 3&4	Candu 6	7,7		Contract reziliat
Argentina	Atucha 3	Candu 6	5,8	CNNC	Construcție planificată, cu finanțare chineză de 85%
	5th Argentine reactor	Hualong One	7,0	CNNC	
Marea Britanie	Bradwell	Hualong One	-	CGN	Negocieri
Iran	Makran coast	2 x 100 MWe	-	CNNC	Acord în 2015
Turcia	Igneada	AP1000 and CAP1400	-	SNPTC	Negocieri împreună cu compania <i>Westinghouse</i> , Acord în 2014
Africa de Sud	Thyspunt	CAP1400	-	SNPTC	Licitație depusă
Kenya		Hualong One	-	CGN	Acord 2015
Egipt		Hualong One	-	CNNC	Acord 2015
Sudan		ACP600	-	CNNC	Acord în 2016
Armenia	Metsamor	1 reactor	-	CNNC	Negocieri în desfășurare
		HTR600	-	CNEC	
Kazahstan		Centrala JV	-	CGN	Acord în 2015

Sursa: Autorii, pe baza datelor China National Nuclear Corporation (2021).

5. Concluzii

Dezvoltarea energiei nucleare are un viitor promițător în China. Principalii factori care impulsionează acest proces vizează cererea rapidă pentru consumul de energie electrică, presiunea creată de impactul tipurilor poluante de energie asupra mediului și nevoia crescândă de asigurare a securității aprovizionării cu energie. Există însă unii factori de risc privind dezvoltarea durabilă a

energiei nucleare în China: problemele legate de siguranța reactoarelor²³, cele privind tratarea deșeurilor nucleare și lipsa resurselor interne de uraniu.

Strategia „Made in China 2025” reprezintă fără îndoială motorul expansiunii internaționale a tehnologiei nucleare chineze. „Înarmată” cu tehnologia proprie pentru producția energiei nucleare în reactoare de generația a treia (dezvoltată însă - așa cum am arătat anterior în analiza noastră - pe baza transferurilor tehnologice care au însoțit parteneriatele externe stabilite de firmele chineze cu companii străine puternice), China a semnat deja contracte, sau negociază formule de cooperare în domeniul energiei nucleare cu peste 20 de țări. Cu toate acestea, expansiunea globală a Chinei în domeniul energiei nucleare poate fi afectată în viitor de faptul că întreprinderile chineze de profil vor întâmpina o concurență sporită pe piața globală din partea altor puteri nucleare deja prezente acolo cu mult înaintea Chinei: SUA, Franța, Rusia, Japonia și Coreea de Sud. Strategiile Chinei pentru a-și exporta tehnologia nucleară destinată producției de electricitate vor avea succesul scontat în funcție de modul în care companiile chineze vor reuși să promoveze alături de exporturile de echipamente energetice propriu-zise și protocoale și standarde de siguranță eficiente, astfel încât să nu exporte odată cu tehnologia și riscuri pentru mediu și pentru viața și sănătatea comunităților beneficiare din Orientul Mijlociu, Africa, America de Sud, Europa sau Asia.

Acknowledgement:

Lucrarea a beneficiat de suport financiar prin proiectul cu titlul: “Centru Suport pentru IEM proiecte de cercetare – inovare competitive în Orizont 2020”, ID 107540. Proiectul este cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Competitivitate 2014 – 2020.

Referințe bibliografice:

- Fan, Y., Liu, L. C., Wu, G., Tsai, H. T., & Wei, Y. M. (2007). Changes in carbon intensity in China: empirical findings from 1980–2003. *Ecological Economics*, 62(3-4), 683-691.
- IEA (2021). *China on course to lead in nuclear by 2030*. <https://world-nuclear-news.org/Articles/China-on-course-to-lead-in-nuclear-by-2030-says-IEA>.
- Kenderdine, T. (2018). China’s Inland Civil Nuclear Strategy. *Global Asia*. Vol. 13, No. 4, December
- Wang, S., Wahab, M. I. M., & Fang, L. (2011). Managing construction risks of AP1000 nuclear power plants in China. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 20(1), 43-69.
- World Nuclear Association (2021). *Nuclear Power in China*. <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx>.
- Wu, Z., Chen, W., He, J., Gao, P., & Xu, S. (2007). Carbon emission control strategies for China: A comparative study with partial and general equilibrium versions of the China MARKAL model. *Energy*, 32(1), 59-72.
- Xing, J., Song, D, Wu, Y. (2016). [HPR1000: Advanced Pressurized Water Reactor with Active and Passive Safety](https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.01.017). *Engineering*, 2 (1): 79–87. doi:10.1016/J.ENG.2016.01.017.
- Zhou, Mengge (2017). Strengthen construction standards to promote nuclear power ‘Going out’ *China Economic News*. www.cet.com.cn/nypd/dl/1893804.shtm.
- Zhou, S., & Zhang, X. (2010). Nuclear energy development in China: a study of opportunities and challenges. *Energy*, 35(11), 4282-4288.
- World Nuclear Association (2022). *Nuclear Power in China*. <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx>.
- *** China General Nuclear Power Group website (<http://en.cgnpc.com.cn/>)
- *** China National Nuclear Corporation website (<http://en.cnncc.com.cn/>).
- ***The Nuclear Safety Law of the People's Republic of China, https://www.oecd-nea.org/law/legislation/2017_china_nuclear_safety_law.pdf.

²³ Această îngrijorare, venită mai ales din partea altor puteri nucleare vestice, este legată de incidentul de siguranță de la centrala Taishan, pe care autoritățile chineze au încercat, într-o primă etapă, să îl ascundă.

***[First nuclear unit with Hualong One reactor starts commercial operation](http://www.xinhuanet.com/english/2021-01/30/c_139709030.htm). Xinhuanet.
http://www.xinhuanet.com/english/2021-01/30/c_139709030.htm.

Vă rugăm să citați acest articol astfel:

Drăgoi, A.-E., Dragomir, A.-C. (2022). Accelerarea implementării tehnologiei nucleare în China – O oportunitate pentru grăbirea tranziției la energia „verde”?, *Revista de Economie Mondială Vol. 14, Nr. 1/2022*, pp. 60-76.
