

## ENERGIA NUCLEARĂ

Energia nucleară a rămas și la ora actuală o problemă controversată datorită deșeurilor radioactive și accidentelor nucleare.

Fisiunea nucleară stă la baza obținerii energiei electrice pe cale nucleară. Acest proces constă în bombardarea unui nucleu atomic de dimensiuni mari cum este cel de uraniu cu un neutron.

Nucleul va deveni instabil și se va scinda în mai multe fragmente, cu degajare mare de energie termică. Fragmentele rezultate, datorită vitezei lor mari pot pătrunde, la rândul lor în alți atomi, unde provoacă alte fisiuni.

În țara noastră prima centrală nucleare-electrică este prevăzută cu 5 unități de tip **CANDU 600-PHWR (CANadian Deuterium Uranium 600 - Pressurized Heavy Water Reactor)** de 700 MW.

Trăsăturile definitorii ale acestui concept sunt date de reactorul cu tuburi sub presiune având drept combustibil uraniu natural și moderator de apă grea ( $D_2O$ ), încărcarea cu combustibil făcându-se semicontinuu, în sarcină, fără oprirea reactorului nuclear.

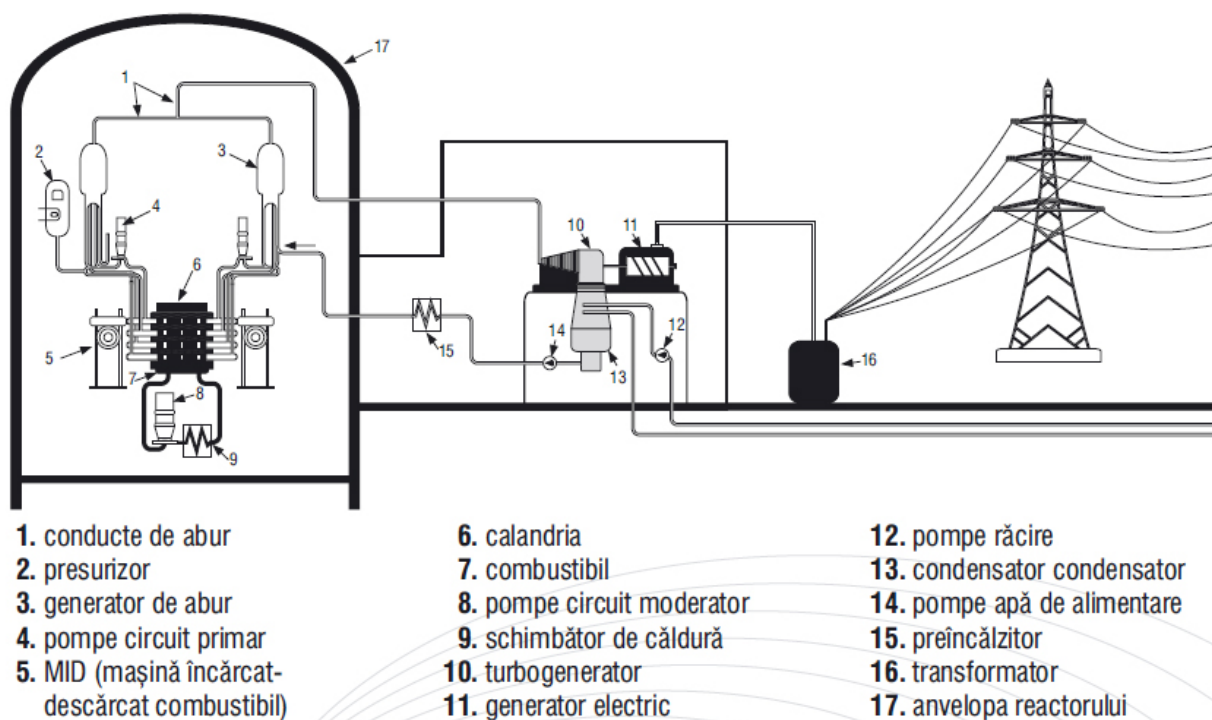


Fig. 5.1. Conceptul CANDU 600 - PHWR

Reactorul CANDU consumă uraniu natural, utilizând apa grea de puritate nucleară (conținut izotopic peste 99,75%  $D_2O$ ) ca moderator și agent de răcire, în două sisteme independente, separate, în circuit închis.

În cele 4 generatoare de abur, căldura din circuitul primar este preluată de apa ușoară din circuitul secundar, prin transformarea în abur saturat. Acesta se destinde în turbina formată dintr-un corp de medie presiune și 3 corpuri de joasă presiune, producând energia mecanică necesară acționării generatorului electric.

La ieșirea din turbină, prin extragerea căldurii reziduale cu ajutorul apei de răcire preluate din Dunăre, aburul este condensat. Circuitul este reluat prin repomparea condensului pentru alimentarea generatoarelor de abur.

S.N. Nuclearelectrica S.A. are misiunea ca, împreună cu ceilalți producători – hidro, termo, energie regenerabilă, să asigure satisfacerea cererii interne de electricitate, în condiții specifice de securitate nucleară a instalațiilor și de protecție a mediului, populației și personalului propriu.

La nivelul anului 2013, NUCLEARELECTRICA a acoperit aproximativ 20% din necesarul de energie electrică al pieței românești, furnizând energie electrică curată, cu impact minim asupra mediului și populației, la costuri competitive și contribuind la politica națională și europeană de siguranță a aprovizionării cu resurse energetice, precum și de dezvoltare durabilă.

Principalele domenii de activitate ale SNN S.A. se axează pe producerea de energie electrică, termică și de combustibil nuclear.

De asemenea, SNN S.A. coordonează lucrările de investiții-dezvoltare, precum și activitățile de formare și perfecționare a resurselor umane din domeniu.

S.N. "Nuclearelectrica" S.A. are două sucursale, fără personalitate juridică:

- Sucursala CNE Cernavoda, exploatează Unitățile 1 și 2 de la CNE Cernavoda precum și serviciile auxiliare;
- Sucursala FCN Pitești, fabrica calificată de combustibil nuclear.

Ca producător de energie pe piața de energie electrică în România, SN Nuclearelectrica SA vinde pe piața angro energia produsă de cele două unități ale CNE Cernavoda. Vânzarea de energie pe piața reglementată se face în condițiile stabilite de ANRE, atât în privința prețurilor și a cantităților de energie, cât și în privința stabilirii cumpărătorilor și a volumelor de energie vândute fiecăruia, în fiecare interval orar din anul de livrare.

Pentru primul semestru al anului 2015, în cazul livrărilor pe piața reglementată, prețul mediu al Emitentului a fost de 158,64 lei/MWh – fără tariful de injecție inclus (echivalentul a 168,96 lei/MWh cu tariful de injecție inclus). Pentru semestrul al doilea al anului 2015, în cazul livrărilor pe piața reglementată, prețul mediu al Emitentului este de 158,62 lei/MWh – fără tariful de injecție (echivalentul a 162,66 lei/MWh cu tariful de injecție inclus).

În anul 2015 cantitatea de energie electrică care urmează a fi vândută de către Societate pe contracte reglementate este semnificativ mai mică comparativ cu anul 2014, respectiv aproximativ 21,4% din producția prognozată a CNE Cernavoda.

Amplasamentul primei centrale nucleare-electrice din România, a fost ales în regiunea Dobrogea, lângă orașul Cernavodă - circa 15000 locuitori, din mai multe motive: canalul Dunăre - Marea Neagră reprezintă o sursă importantă de răcire, asigură un acces ușor pentru echipamentele grele și agabaritice, iar seismicitatea este redusă în comparație cu restul teritoriului țării.

Unitatea Cernavodă 1, de tip CANDU 6 de 655 MWe, a atins prima criticitate la 16 aprilie 1996, la 11 iulie 1996 a fost conectată la Sistemul Electroenergetic Național, iar la 2 decembrie 1996 a intrat în exploatare comercială. La 7 august 2007 s-a realizat primul paralel al Unității 2 cu Sistemul Energetic Național, la 25% din puterea nominală de 700 MWe.

Energia electrică produsă anual de Unitățile 1 și 2 CNE Cernavoda reprezintă circa 18 % din producția de electricitate totală a României.



**Fig. 5.2. CNE Cernavodă - Unitățile 1 și 2**

În anul 2013, CNE Cernavoda - Unitățile 1 și 2 au produs 11.618.951 MWh din care a livrat 10.695.758 MWh în Sistemul Energetic Național, la un factor de capacitate ridicat de 99,4% pentru Unitatea 1 și 89,15% pentru Unitatea 2.

Pentru anul 2013, în cadrul statisticilor internaționale care iau în calcul numărul total de unități nucleare aflate în operare la nivel internațional, potrivit revistei de specialitate "Nuclear Engineering International", în ceea ce privește coeficientul de utilizare a puterii instalate de la punerea în funcțiune, unitățile CNE Cernavoda ocupă următoarele poziții în clasament: Unitatea 2 se situează pe locul 5, cu un coeficient de utilizare a puterii instalate de la punerea în funcțiune de 92,5%, Unitatea 1 situându-se pe locul 16, cu un coeficient de utilizare a puterii instalate de 89,1%, dintr-un total de 400 unități nucleare aflate în funcțiune.

Același indicator plasează România pe primul loc în lume, cu un coeficient de utilizare a puterii instalate de la punerea în funcțiune de 90,8%.

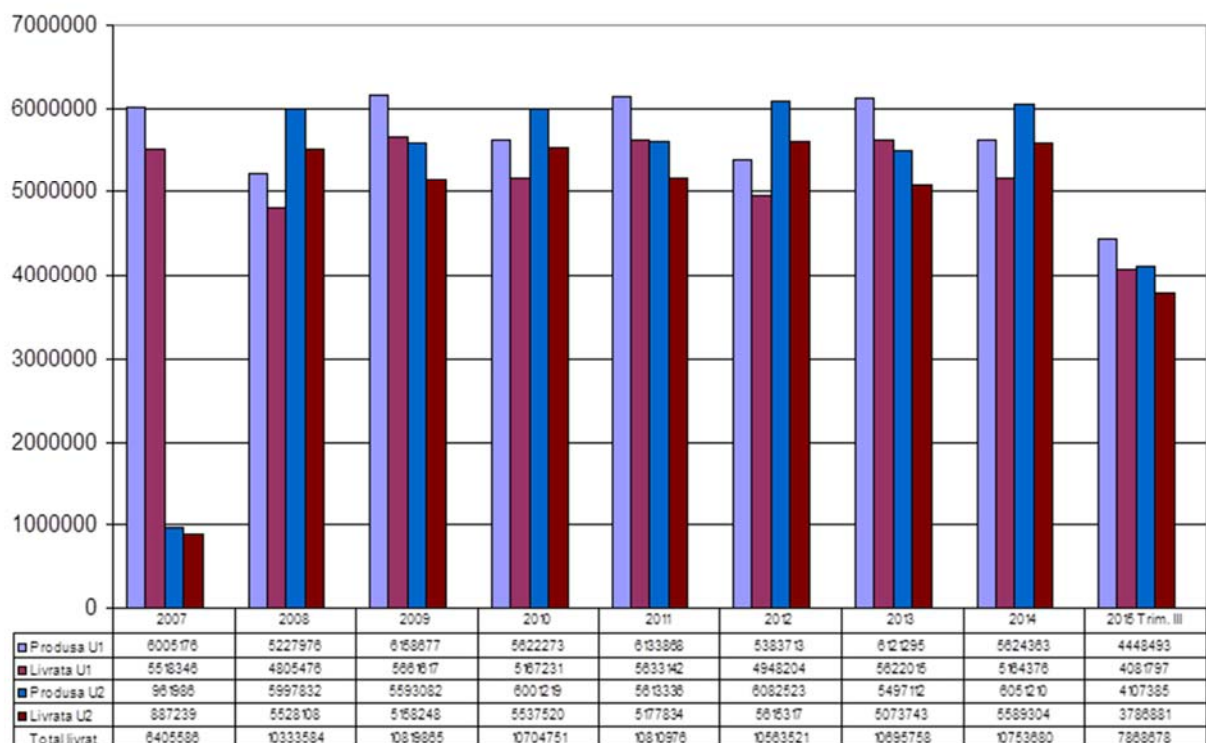
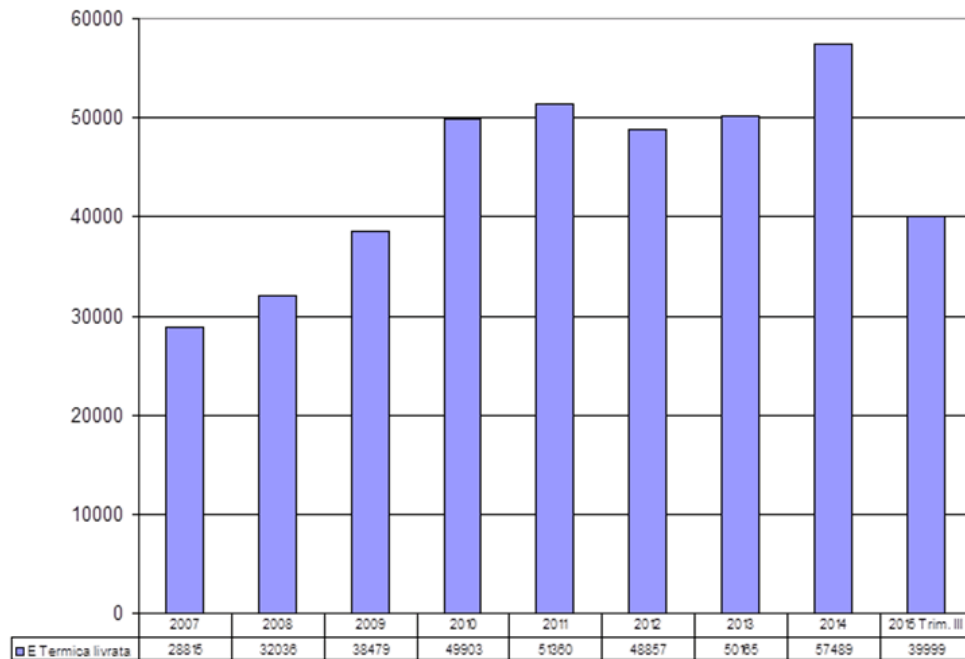


Fig. 5.3. Energia produsă/livrată de Unitățile 1 și 2

Tabel 5.1. Energia produsă/livrată de Unitățile 1 și 2 până la sfârșitul anului 2014

Unitățile	Energia produsă	Energia livrată
Unitatea 1	5624363	5164376
Unitatea 2	6051210	5589304
<b>Total</b>	<b>11675573</b>	<b>10753680</b>

În plus, în fiecare an Unitatea 1 a furnizat între 60 și 80 mii Gcal pentru încălzirea consumatorilor de pe platforma industrială a centralei și a orașului Cernavodă (circa 50% din necesar), la prețul specific cel mai scăzut la nivel național și fără ca puterea electrică nominală a turboagregatului să fie afectată.



Unitatea 2 de la Cernavodă are următoarele caracteristici:

CARACTERISTICI TEHNICE	
Puterea termica a reactorului	MW 2180
Puterea electrica bruta	MW 706,5
Consumul serviciilor interne	< 8%
Numarul canalelor de combustibil	380
Numarul de bucle	2
Numarul de generatoare de abur	4
Presiunea in circuitul primar (D2O)	MPa 9,9
Temperatura la iesirea din circuitul primar	grade C 310
Presiunea aburului saturat (H2O)	MPa 4,8
Temperatura apei de alimentare	grade C 187,2

Fig. 5.4. Caracteristici Unitatea 2 de la Cernavodă

Rezultatele studiului de fezabilitate, relevă că realizarea simultană a unităților 3 și 4 ale centralei de la Cernavodă reprezintă cea mai bună opțiune din punct de vedere tehnic și economic.

Proiectul strategiei energetice a României pentru următorii 25 de ani, energia nucleară va juca un rol extrem de important. Autoritățile au în plan construirea reactoarelor 3 și 4 de la Cernavodă până în 2020, care vor dubla producția de energie nucleară generată acum de unitățile 1 și 2.

Mai mult, în decada 2020-2030, România și-a propus să construiască o a doua centrală nucleară, cu două reactoare a câte 1100 de MW fiecare. Astfel că, peste 20 de ani, capacitatea nucleară totală a României va fi de 5053 de MW, de peste trei ori mai mult față de doar 1400 de MW, cât este în prezent.

Pentru realizarea Unităților 3 și 4 de la Cernavodă a fost ales modelul unei Companii de Proiect realizată prin parteneriat între statul roman prin intermediul Nuclearelectrica și investitori privați.

Unitatile 3 si 4 se afla în conservare încă din 1992. Rata totală de finalizare: circa 15% la Unitatea 3 și 14% la Unitatea 4, constând în lucrări civile la clădirea reactorului, clădirea turbine și clădirea de servicii.

Proiectul nuclear de la Cernavodă se încadrează în categoria investițiilor în tehnologii cu emisii reduse de carbon, absolut necesare pentru România, în contextul obiectivelor foarte ambițioase de decarbonizare la nivel european, reducere cu 40% a emisiilor de gaze cu efect de seră până în anul 2030. În același timp, este necesar să avem în vedere faptul că asemenea proiecte de anvergură sunt caracterizate de infuzii de capital majore în perioada de construcție, dar cu venituri sigure și stabile în perioada de exploatare (capacitățile nucleare funcționează în baza curbei de sarcină, pe o perioadă de 50 de ani, având o contribuție majoră la asigurarea securității Sistemului Electroenergetic Național).

În urma depunerii ofertelor, 6 companii au fost selectate pentru realizarea proiectului. fiecare investitor obținând un procent din numărul total de acțiuni, proporțional cu capitalul investit: Nuclearelectrica (51%), ArcelorMittal Romania (6.2%), CEZ Republica Ceha (9.15%), GDF SUEZ Belgia (9.15%), ENEL Italy (9.15%), Iberdrola Spain (6.2%) și RWE Power Germany (9.15%).

La 29 martie 2009 a fost înregistrată compania de proiect sub denumirea SC EnergoNuclear SA la Registrul Roman de Comerț și a fost desemnată echipa managerială. EnergoNuclear este o companie cu capital public-privat.

Producția de combustibil nuclear de tip CANDU a început din anul 1980, prin punerea în funcțiune a stației pilot ca secție de combustibil în cadrul Institutului de Cercetări Nucleare (ICN) Pitești. Separarea Fabricii de Combustibil Nuclear ca entitate distinctă s-a făcut în anul 1992.

În 2008, Fabrica de Combustibil de la Pitești a produs un număr de 9360 fascicule de combustibil destinate celor două unități nucleare de la Cernavodă. De asemenea în anul 2008 a avut loc transportul de combustibil cu numărul 100 către Cernavoda. Cele 100 de transporturi efectuate au avut un conținut total de peste 1300 tone de uraniu (echivalentul a 32 milioane tone de cărbune de bună calitate).

Necesarul anual de combustibil nuclear CANDU este de aproximativ 5300 de fascicule combustibile pe unitate nucleară.

Prin „arderea” în reactorul unității 1 de la CNE Cernavodă a unui fascicul de combustibil, produs de Fabrica de combustibil nuclear de la Pitești, care conține în medie 21,5 kg dioxid de uraniu natural, se produce o cantitate de energie electrică de 1115 MWh.

Prin arderea altor tipuri de resurse se obțin următoarele cantități de energie electrică:

- 1 kg de lemn de foc=aprox. 1 kWh;
- 1 kg de cărbune=aprox. 3 kWh;
- 1 kg de păcură=aprox. 4 kWh;
- 1 kg de uraniu natural=aprox. 50 000 kWh;
- 1 kg de plutoniu=aprox. 6 000 000 kWh.



Fig. 3.5. „Arderea” unui fascicul de combustibil

Știți cât de curată este fiecare sursă de energie electrică?

- 1 kWh de energie electrică produsă într-o central nucleară=4g CO<sub>2</sub>;

- 1 kWh de energie electrică produsă într-o centrală electrică pe gaze=446g CO<sub>2</sub>;
- 1 kWh de energie electrică produsă într-o centrală electrică pe păcură=818g CO<sub>2</sub>;
- 1 kWh de energie electrică produsă într-o centrală electrică pe cărbune=955g CO<sub>2</sub>.

Pentru a face parte din Uniunea Europeană, țările candidate trebuie să îndeplinească condiții strategice, economice și politice, cunoscute sub denumirea de „*Criteriile de la Copenhaga*” (iunie 1993).

În urma analizei efectuate în cadrul Comisiei Europene, în privința energiei nucleare a rezultat că domeniul prioritar este securitatea nucleară.

*"Siguranța pe prim plan".*

**Securitatea nucleară** reprezintă totalitatea măsurilor și acțiunilor adoptate într-o centrală nucleare-electrică pentru protecția omului și mediului ambiant împotriva eliberărilor de substanțe radioactive. Pentru populație și mediul înconjurător riscul produs de combustibilul nuclear din reactor este minim, întrucât în permanență:

- ⊕ puterea reactorului este sub control;
- ⊕ combustibilul este răcit;
- ⊕ radioactivitatea este reținută.

Acestea sunt redate pe scurt de „**regula de aur**”: **control, răcire și reținere.**

Pentru a se evita depășirea limitelor pentru eliberările de radioactivitate, cerințele de proiectare pentru sistemele de securitate sunt:

- ↪ oprirea rapidă a reactorului;
- ↪ îndepărtarea căldurii reziduale a combustibilului;
- ↪ furnizarea de informații necesare operatorului pentru evacuarea centralei;
- ↪ controlul reținerii substanțelor radioactive și încadrarea eliberărilor în limitele impuse.

În acest sens, marea majoritate a țărilor sunt angrenate într-o activă cooperare cuprinzând numeroase forme ca: schimb de informații, participări la cursuri și manifestări internaționale, elaborare de studii, proiecte, teste.

După o perioadă de răcire de cel puțin șase ani, în bazinul de stocare din clădirea reactorului, combustibilul nuclear ars este transferat la depozitul intermediar de combustibil ars (DICA), pentru stocarea intermediară, pentru o perioadă de peste 50 de ani.

În final, combustibilul nuclear ars se transferă la depozitul geologic de mare adâncime, după punerea în funcțiune a acestuia de către Agenția Națională pentru Deșeurile Radioactive (ANDR).

Energia nucleară prezintă numeroase avantaje:

- este economică : o tonă de U<sub>235</sub> produce mai multă energie decât 12 milioane de barili de petrol (1 baril = 159 litri);
- este curată în timpul utilizării și nu poluează atmosfera.

Din păcate există și câteva dezavantaje:

- centralele nucleare sunt foarte scumpe;
- produc deșeurile radioactive care trebuie depozitate sute de ani înainte de a devenii inofensive.

Energia nucleară dezvoltată în România pe baze tehnologiei CANDU satisface în întregime cerințele și standardele europene de securitate nucleară, astfel că din acest punct de vedere procesul de integrare al țării în structurile europene nu este periclitat.

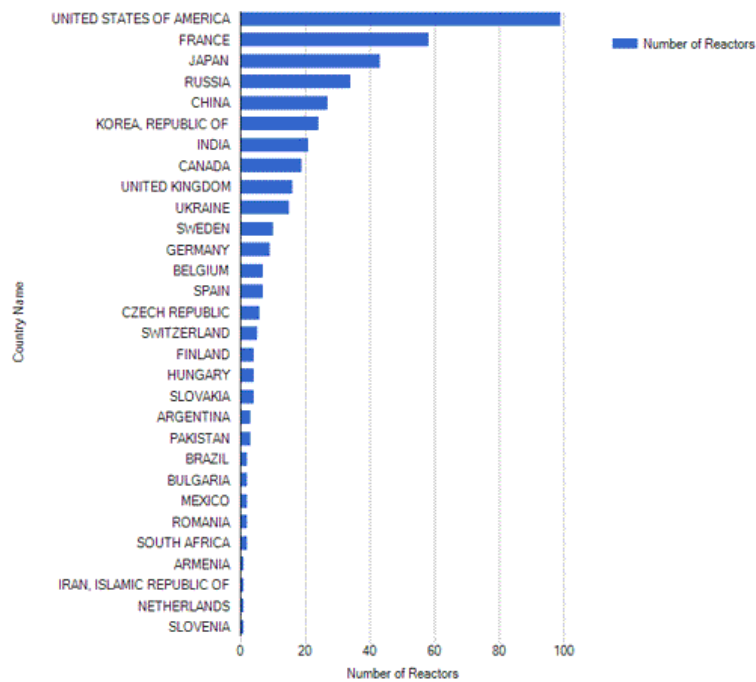
Pe 28 august 2014 funcționau (în 31 de țări) 437 de centrale nucleare cu o putere instalată de aproximativ 375 GW, și sunt în construcție 70 de centrale nucleare cu o putere instalată de 68 GW (în 16 țări).

Tabel 5.2.

Țara	În funcțiune		În curs de construcție		
	Număr de reactoare	Puterea instalată MW	Număr de reactoare	Puterea instalată MW	
Argentina	3	1,627	1	25	
Armenia	1	375	-	-	
Belarus	-	-	2	2.218	
Belgium	7	5,921	-	-	
Brazil	2	1,884	1	1,245	
Bulgaria	2	1,926	-	-	
Canada	19	13,500	-	-	
China	27	23,025	24	23,738	
Czech Republic	6	3,904	-	-	
Finland	4	2,752	1	1,600	
France	58	63,130	1	1,630	
Germany	9	12,074	-	-	
Hungary	4	1,889	-	-	
India	21	5,308	6	3,907	
Iran	1	915	-	-	
Japan	43	40,290	2	2.650	
Korea, Republic	24	21,667	4	5,420	
Mexico	2	1,330	-	-	
Netherlands	1	482	-	-	
Pakistan	3	690	2	630	
Romania	2	1,300	-	-	
Russian Federation	34	24,654	9	7,371	
Slovakian Republic	4	1,814	2	880	
Slovenia	1	688	-	-	
South Africa	2	1,860	-	-	
Spain	7	7,121	-	-	

Sweden	10	9,651	-	-	
Switzerland	5	3,333	-	-	
Taiwan, China	6	5,032	2	2,600	
Ukraine	15	13,107	2	1,900	
United Arab Emirates	-	-	3	4,035	
United Kingdom	16	9,373	-	-	
USA	99	98,639	5	5,633	
<b>Total</b>	<b>438</b>	<b>379,261</b>	<b>67</b>	<b>65,482</b>	

Total Number of Reactors: 438



Total Number of Reactors: 67

