A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

ENERGETICA NUCLEARĂ - PRO ŞI CONTRA
Partea a II-a

Mircea BEJAN

NUCLEAR ENERGY - PROS AND AGAINST - Part II

Undoubtedly, nuclear power will make a substantial contribution to achieving sustainable electricity total. Many voices say nuclear energy: has fewer emissions of pollutants, is effective, safe and soon it will reach the bottom of the bag on oil, coal and gas. But nuclear plants do not operate simply clean. The risks of nuclear power include: the risk of major accidents (like Chernobyl or the Fukushima Daiichi), leakage of radioactive substances that can damage both the environment and human health in the area, disposal of radioactive waste resulting from the operation, the proliferation of nuclear weapons (in reactors use natural uranium as fuel, as is the Cernavoda, it can produce plutonium used in nuclear weapons, as happened in India in 1974 and later) etc.

Keywords: Chernobyl disaster, the disaster at Fukushima Daiichi, standards, perspectives
Cuvinte cheie: dezastrul de la Cernobîl, catastrofa de la Fukushima Daiichi, standarde, perspective

5. Dezastrul de la Cernobîl

În dimineața zilei de 26 aprilie 1986, o explozie în reactorul unității 4 (construit în 1983) a Centralei electrice nucleare din Cernobîl (în apropiere de oraşul Pripiat, la 18 km N-V de oraşul Cernobîl şi la 130 km N de Kiev, Ucraina), construită în 1977, a dus la eliberarea în atmosferă a unui nor de praf (ajuns la un kilometru altitudine, alcătuit îndeosebi din particule de stronțiu, cesiu 137, iod 131 şi plutoniu) ce

conținea de mai multe ori radiația creată de bombele atomice aruncate asupra oraşelor Nagasaki şi Hiroshima în Japonia la sfârşitul celui de-al doilea război mondial. Praful radioactiv a căzut sub formă de ploaie pe întinderi mari de păduri şi teren agricol pe întreaga emisferă nordică, unde o mare parte din el a şi rămas. Efectele continue pe care le-a avut explozia de la Cernobîl asupra sănătății umane, asupra economiei şi a mediului sunt aproape incalculabile. Până recent, aceasta a reprezentat cea mai mare catastrofă tehnologică din istoria omenirii.

Explozia s-a produs în jurul orei 01:23, ridicând capacul de pe capsula de beton din jurul reactorului. Aerul a pătruns în interior şi a reacționat cu moderatorul de grafit fierbinte şi radioactiv creând CO gazos inflamabil şi incendiind reactorul. În total 8 t de substanțe radioactive au fost aruncate din reactor şi împrăştiate în jurul zonei sau fiind luate de vânt. AIEA[1] şi OMS[2] au atribuit 56 de decese directe, dar studiile ulterioare arată că aproape un milion de oameni au murit din cauza efectelor radioactive[3].

Academia de Ştiințe din New York a lansat de curând o carte care cuprinde cel mai complet studiu făcut pe impactul pe care l-a avut dezastrul de la Cernobîl, ”**Cernobîl, consecințele catastrofei asupra oamenilor şi mediului”**, scrisă de trei oameni de ştiință: **biologul rus Alexey Yablokov, doctorul Alexey Nesterenko** (un biolog şi ecolog din Belarus) şi **fizicianul Vassili Nesterenko** (care la acel timp era

---

[1] **Agenția Internațională pentru Energie Atomică – AIEA -** este o organizație internațională creată în 1957, sub egida ONU, cu sediul la Viena, care are ca principală sarcină să contribuie la dezvoltarea şi folosirea practică a energiei atomice în scopuri paşnice şi la dezvoltarea cercetărilor ştiințifice în acest domeniu. Agenția Internațională pentru Energie Atomică are 151 de țări membre, printre care se numără majoritatea membrilor ONU, precum şi Sfântul Scaun. România este membră a acestei organizații chiar din momentul înființării sale. Organele principale ale agenției sunt conferința generală, consiliul guvernatorilor şi secretariatul. În 2005, agenția, împreună cu directorul ei de atunci, Mohammed El Baradei, au primit Premiul Nobel pentru Pace.

[2] **OMS** „Organizația Mondială a Sănătății” (sau **WHO** acronimul în limba engleză a denumirii *World Health Organization*) cu sediul central la Geneva a fost înființată la 7 aprilie 1948, odată cu obținerea celei de-a 26-a semnături a constituției. Rolul Organizației Mondiale a Sănătății, stabilit prin constituția ei, este menținerea în cea mai bună stare a sănătății populațiilor pe glob. Nivelul de sănătate atins trebuie să-i asigure omului o stare fizică şi psihică pentru a putea deveni productiv şi folositor societății. Concepția despre sănătate şi despre menținerea ei prin strategia combaterii bolilor este formulată în „Charta de la Ottawa”, 1986. Strategia de combatere a bolilor a fost precizată în „Declarația de la Alma-Ata” (1978) din Kazahstan. OMS are în prezent un număr de 193 de state membre, are reprezentanțe în 147 de țări şi 6 birouri regionale.

[3] Cartea ”**Cernobîl, consecințele catastrofei asupra oamenilor şi mediului”**, bazându-se pe cele 5.000 de informații din domeniul sănătății, studii radiologice şi rapoarte ştiințifice, concluzionează că între 1986 şi 2004, aproximativ 985.000 de oameni au murit de cancer cauzat de accidentul de la Cernobîl.

directorul Institutului de energie nucleară de la Academia Naționala de Ştiințe din Belarus). Cartea oferă detalii despre răspândirea toxinelor radioactive, în acea perioadă fiind emise un milion de Curie, o cantitate de sute de ori mai mare decât efectul bombei atomice de la Hiroshima şi Nagasaki. Cartea oferă cea mai mare şi mai completă colecție de date privind consecințele negative de la Cernobîl asupra sănătății oamenilor şi mediului. Cartea analizează de asemenea şi impactul catastrofei asupra plantelor şi animalelor, efectele de la Cernobîl cauzând mutații ale speciilor în teritoriile contaminate. Şi la animale s-au resimțit aceleaşi probleme de sănătate precum la oameni - creşterea tumorilor, imunodeficiențe şi scăderea speranței de viață. În capitolul său final, cartea declară că explozia de la Cernobîl a fost cea mai mare catastrofă tehnologică din istoria omenirii şi analizează obstacolele care au stat în calea raportului adevăratelor consecințe ale exploziei, concentrându-se pe organizațiile AIEA şi OMS care, susțin autorii, protejează industria şi nu publicul.

Cartea evidențiază poziția AIEA stabilită prin Națiunile Unite în 1957 ”de a accelera şi a mări contribuția energiei atomice” şi acordul său stabilit cu OMS în 1959. ”O lecție importantă dată de experiența de la Cernobîl este aceea că experții şi organizațiile legate de industria energiei nucleare au respins şi au ignorat consecințele catastrofei”, se menționează în carte.

Cartea discreditează informațiile transmise pe site-ul Agenției Internaționale de Energie Atomică (AIEA) care arată că doar 4.000 de persoane ar fi fost ucise din cauza efectului norului radioactiv de la catastrofa de la Cernobîl. ”Informațiile tragice dezvăluite de noul studiu care demonstrează că aproape un milion de oameni au murit din cauza toxicității care a urmat accidentului de la Cernobîl ar trebui să fie un semnal de alarmă pentru toți oamenii din lume pentru a forma o petiție care să le ceară guvernelor să amâne industria actuală ce urmăreşte renaşterea energiei nucleare. Ajutată de o agenție AIEA coruptă, lumea a fost supusă unei masive înşelăciuni cu privire la daunele cauzate cu adevărat la Cernobîl”, a spus Alice Slater, reprezentanta la New York a *Fundației Pacea Erei Nucleare*. Ceea ce a agravat situația a fost şi colaborarea dintre AIEA şi Organizația Mondială de Sănătate (OMS) prin care, aceasta din urmă nu poate publica nicio cercetare privind efectul radiațiilor fără o consultare cu AIEA, continua Slater. Se pare că OMS a susținut informația dată de AIEA care spune ca doar 4.000 de oameni au murit.

Cei aproape 800.000 de oameni care s-au ocupat de atenuarea şi stoparea consecințelor dramatice ale dezastrului de la Cernobîl, se numesc ”lichidatorii”. Treaba cu adevărat periculoasă au făcut-o militarii şi muncitorii care au curățat la propriu centrala de rămăşițele radioactive (probabil că li s-a

spus că echipamentul de protecție pe care îl poartă este sigur 100 %). Peste 60.000 de lichidatori au decedat ulterior, iar 165.000 suferă de diverse boli.

6. Centrala nucleară de la Leningrad

Centrala nucleară de la Leningrad care se află la doar 70 km de Sankt-Petersburg (nord-vestul Rusiei), al doilea oraş din Rusia, cu o populație de peste 5 milioane de locuitori, are acelaşi model de reactoare ca şi cel folosit la cea de la Cernobîl, din Ucraina, care în 1986 a produs cel mai mare dezastru din zonă. În 1975, în centrala de la Leningrad a avut loc un mare accident, iar în 1992 s-a înregistrat o emanație de gaz radioactiv. Despre pericolele reprezentate de centralele nucleare din Federația Rusă s-a atras atenția la nivel mondial, multe dintre ele urmând a fi oprite. Totuşi există temerea că bătrânele centrale nucleare ale Federației Ruse (o sursă de îngrijorare la nivel global) vor funcționa până vor fi construite altele.

7. Centrala nucleară Metsamor, Armenia

Datorită poziției sale şi vechimii de peste 30 de ani, centrala nucleară de la Metsamor este considerată de mulți ca fiind cel mai periculos reactor nuclear din fosta Uniune Sovietică. Centrala nucleară de la Metsamor construită la începutul anilor '70, a fost dată în folosință în 1980, însă opt ani mai târziu la 75 de km de centrală a avut loc un cutremur cu o magnitudine de 6,9 grade pe scara Richter, eveniment care i-a determinat pe armeni să închidă centrala. Din nevoi de aprovizionare energetică, în 1995 autoritățile de la Erevan au fost nevoite să o repornească după ce au pierdut accesul la o parte dintre sursele de energie electrică ca urmare a conflictului din Nagorno-

Karabah dintre Turcia şi Azerbaidjan. Până acum, centrala a avut un singur reactor în funcțiune proiectat pentru a dura 30 de ani, el furnizând Armeniei ceva mai puțin de 40 % din energia produsă anual în țară (cea mai mare parte provine din gazele naturale importate din Rusia). Autoritățile armene intenționează să scoată din folosință centrala începând cu 2017, cu gândul să construiască o altă centrală în acelaşi loc. Pentru construirea unei noi instalații nucleare (în cooperare cu Rusia, SUA şi Agenția Internațională pentru Energia Atomică (AIEA)), s-a semnat un acord între Erevan şi Moscova pentru construirea unei noi centrale la Metsamor. Lucrările, care ”vor respecta cele mai înalte standarde de siguranță”, vor începe în 2012 iar centrala va intra în funcțiune în 2016 pe o durata de 60 de ani.

8. Centrala Enirco Fermi din Michigan, SUA

Situată pe malul lacului Erie, între două oraşe intens populate – Detroit, Michigan şi Toledo, Ohio – centrala nucleară Enrico Fermi are două reactoare, dintre care doar unul, Fermi 2, este în prezent operațional, deoarece celalalt a suferit o topire parțială în 1966, fără a exista scurgeri radioactive. Reactorul Fermi 1 a mai funcționat 9 ani înainte de a fi dezactivat. Cel de-al doilea reactor, Fermi 2, continuă să funcționeze şi este construit la fel şi are acelaşi model cu reactoarele centralei Fukushima. Zona în care este poziționată centrala nucleară Enrico Fermi nu este activă din punctul de vedere seismic, însă zona suferă frecvent ca urmare a tornadelor şi a inundațiilor[4].

9. Alertă nucleară în Japonia

Centrala Fukushima Daiichi

La 11 martie 2011 Japonia a suferit un cutremur de 9 grade magnitudine de moment, fiind urmat de numeroase replici de peste 6 grade. Seismul a declanşat un tsunami de peste 10 m şi a fost cel mai puternic cutremur din Japonia din ultimii 140 de ani.

[4] În luna iunie 2010, o tornadă a trecut exact pe deasupra unuia dintre cele două turnuri de răcire ale centralei.

Cutremurul urmat de tsunami a lăsat centrala nucleară de la Fukushima fără energia electrică necesară răcirii barelor de combustibil nuclear. Încercările de a repune în funcțiune centrala nucleară de la Fukushima, grav avariată de cutremur, au fost încetinite de incendiile şi scurgerile de materiale toxice.

Echipa de muncitori de la centrala nucleară Fukushima Daichii realizează operațiunile de răcire a trei reactoare, respectiv 1, 2 şi 4[5]. La reactorul 3 aceste operațiuni au fost oprite după ce doi angajați au fost internați cu arsuri cauzate de radiații, după ce au intrat în contact cu apa[6]. Care erau evenimentele din acele zile? Cuva reactorului 3 al centralei nucleare japoneze Fukushima, afectată în urma cutremurului şi tsunamiului din 11 martie, ar putea fi avariată, motiv pentru care sunt posibile scurgeri de radiații[7]. Planul companiei Tokyo Electric Power este de a scoate apa radioactivă din turbina reactorului 3, dar încă nu se ştie cum sau când va avea loc o astfel de încercare. Reactorul 3 este singurul care foloseşte plutoniu în combustibil, mai toxic decât uraniul folosit în celelalte reactoare. Aproape 4.000 t de apă au fost aruncate peste reactorul cu numărul 3, de cinci ori mai mult decât apa aruncată pe oricare dintre celelalte cinci unități.

Reprezentanții TEPCO, au declarat că au fost găsite opt materiale radioactive diferite în apa din turbina aflată la subsolul clădirii, acolo unde angajații au încercat să conecteze un cablu electric. Nivelul de iod radioactiv în apa mării este de de 3.355 de ori mai mare decât normalul, potrivit mostrelor prelevate la 300 m de centrala Fukushima, a anunțat operatorul unității, Tokyo Electric Power (TEPCO[8]), patru dintre cele şase reactoare ale centralei urmând să fie scoase din uz.

---

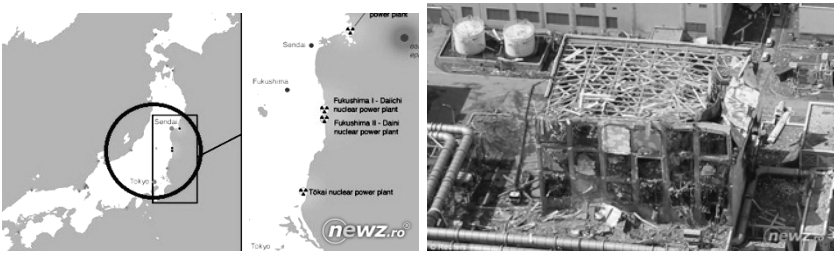
[5] Un reactor este considerat stabilizat când temperatura ajunge la 100 ^{0}C. În interiorul reactoarelor nucleare ale centralei nucleare japoneze Fukushima s-au înregistrat şi 400 ^{0}C.

[6] Doi angajați ai centralei au fost internați cu arsuri cauzate de radiații, după ce au intrat în contact cu apa de la Fukushima, care s-a dovedit a avea o radioactivitate de 10.000 de ori mai mari decât apa folosită de obicei la răcirea reactorului. Cei doi bărbați au fost internați la Institutul Național de Ştiințe Radiologice al Japoniei, după ce au stat în apă până la glezne timp de 40-50 de minute. Unul dintre ei, trecut de 30 de ani, a fost expus la 180,7 milisiverți, iar celălalt, trecut de 20 de ani, la 179,37 milisiverți, în contextul în care o persoană dintr-o țară industrializată este expusă în general la 3 milisiverți de radiații pe an.

[7] "Este posibil să fi existat o scurgere de radiații la reactorul 3", a declarat Hidehiko Nishiyama, un purtător de cuvânt al agenției japoneze pentru securitate nucleară şi industrială.

[8] Preşedintele TEPCO, Masataka Shimizu în vârstă de 66 de ani, suferă de hipertensiune arterială. El s-a îmbolnăvit pe 16 martie 2011, la cinci zile de la catastrofă. În lipsa acestuia, vicepreşedintele companiei electrice, Sakae Muto a coordonat comitetul de criză creat de guvern şi compania electrică.

Este cel mai mare nivel de iod radioactiv înregistrat de la catastrofa care a lovit Japonia pe 11 martie. Potrivit reprezentanților Agenției nipone pentru securitate nucleară nu există un pericol pentru viața marină.



Localizarea şi o vedere parțială (după stingerea incendiilor) a centralei nucleare de la Fukushima Daiichi

Între timp se caută soluții. Japonia ia în calcul toate opțiunile pentru a reduce emisiile radioactive şi a evacua tone de apă contaminată la centrala nucleară de la Fukushima, inclusiv acoperirea reactoarelor cu o prelată specială sau folosirea rezervoarelor unui tanc petrolier. TEPCO, a acceptat ajutorul unor experți ai grupului nuclear francez Areva, specializat în decontaminarea deşeurilor radioactive. Departamentul american al Energiei a pus de asemenea la dispoziția Tepco roboți rezistenți la radiații, capabili să colecteze informații despre reactoare din locurile unde radioactivitatea este foarte ridicată.

Agenția japoneză de securitate nucleară a schimbat încadrarea accidentului nuclear de la Fukushima de la 5, cât este în prezent, la 6, pe o scară de la 0 la 7 a gradului de expunere.

Poporul japonez este unul dintre cei mai mari consumatori de energie din lume. Cu toate astea, amenințarea radioactivă îi face pe japonezi să ceară renunțarea la producerea energiei nucleare.

10. Contribuția standardelor la securitatea şi eficiența energiei nucleare

Indubitabil, energia nucleară va aduce un aport substanțial la realizarea totalului de energie electrică durabilă. Din punct de vedere politic, este logic să preferi sursele tradiționale de energie celor regenerabile. În acest demers, ISO are rolul de a contribui şi de a susține ca această perspectivă să devină realizabilă.

Contribuția standardelor ISO la securitatea şi eficiența energiei nucleare se relevă prin două aspecte: *protecția la radiații a lucrătorilor şi a mediului* şi *tehnologia ciclului combustibilului.* Activitatea de standardizare se desfăşoară în cadrul comitetului ISO/TC 85, *Energie nucleară,* care cuprinde 3 subcomitete. Subcomitetul ISO/TC 85/SC 2, *Protecția la radiații* a elaborat un număr mare de standarde privind măsurarea radiațiilor, care reprezintă o problemă importantă pentru lucrătorii din centralele nucleare, iar subcomitetul *ISO/TC 85/SC 5, Tehnologia combustibililor nucleari,* a elaborat standarde referitoare la tehnologia ciclului combustibilului. Standardele elaborate în cadrul SC 5 sunt necesare, în special, pentru a stabili referințe clare pentru piața industrială de uraniu şi de combustibil nuclear.

În standardizarea română, domeniul energiei nucleare este reprezentat de comitetele tehnice CT 16, *Aparatură nucleară* (CT 16[9] este corespondentul român al comitetului tehnic internațional de standardizare CEI/TC 45, *Nuclear instrumentation* şi al subcomitetelor sale SC 45 A, *Instrumentation and control of nuclear facilities şi* SC 45 B, *Radiation protection instrumentation*) şi CT 331, *Tehnologia combustibililor nucleari* (CT 331[10] este corespondentul român al comitetului tehnic internațional de standardizare ISO/TC 85, *Nuclear energy* şi al subcomitetelor sale SC2, *Radiation protection,* SC 5, *Nuclear fuel technology* şi SC6, *Reactor technology*).

11. Concluzii. Perspective tehnologice

■ Energiile pe bază de combustibili fosili vor fi utilizate încă pe perioada mai multor zeci de ani, favorizând energiile cu conținut redus de carbon cum ar fi gazul. Dependența față de țările Orientului Mijlociu, care dețin 65 % din rezervele actuale de petrol va creşte.

■ Energia nucleară este *curată* în timpul folosirii şi *nu poluează atmosfera*. Din păcate există şi dezavantaje: centralele nucleare sunt

---

[9] În cadrul acestui comitet se elaborează standarde referitoare la echipamentele şi sistemele electrice şi electronice pentru aparatura specifică aplicațiilor nucleare, în special aparatura pentru securitatea centralelor nucleare şi aparatura pentru radioprotecție; au fost elaborate 12 standarde naționale originale, au fost adoptate prin metoda traducerii 25 de standarde internaționale CEI şi s-au adoptat 20 de standarde europene EN şi documente de armonizare HD prin metoda traducerii, a filei de confirmare şi a anunțului.

[10] Domeniul de activitate al CT 331 se referă la caracteristicile fizice şi chimice ale materialelor fisionabile şi ale combustibililor nucleari. În cadrul acestui comitet tehnic au fost elaborate în jur de 60 de standarde naționale originale şi au fost adoptate prin metoda traducerii 43 de standarde internaționale ISO.

foarte scumpe şi produc deşeuri radioactive care trebuie să fie depozitate sute de ani înainte de a deveni inofensive. Un accident nuclear, ca cel produs în 1986 la centrala nucleară de la Cernobîl, în Ucraina, sau recenta catastrofă din Japonia, pot polua zone întinse şi pot produce îmbolnăvirea sau chiar moartea a sute şi mii de persoane.

■ *Dezvoltarea durabilă a energiei nucleare* se bazează pe îndeplinirea a patru condiții:

- securitatea funcționării centralelor nucleare;
- securitatea industriei nucleare;
- siguranța alimentării cu combustibil nuclear;
- siguranța evacuării deşeurilor nucleare.

■ O creştere a părții de energii regenerabile este previzibilă, dar importanța sa va depinde de reducerea costurilor şi de progresele realizate în stocarea masivă de electricitate, care va permite integrarea în rețelele electrice a unor cantități mari de energie produsă discontinuu şi distribuită.

■ Pe termen lung, este puțin probabil ca fiecare din sursele de energie regenerabile să depăşească 10 % din necesarul mondial de energie, dar după previziunile cele mai optimiste combinația lor le-ar putea permite atingerea ponderii de 30 până la 50 % din piață, către jumătatea secolului.

■ Energia nucleară nu generează CO_2, cu excepția CO_2-ului emis în timpul construcției centralelor şi în procesul îmbogățirii uraniului consumat în aceste centrale. Acest tip de energie va continua să fie dezvoltat într-un anumit număr de țări, printre care şi Franța, prin intermediul unui tratament satisfăcător al deşeurilor, dezvoltării unor noi generații de reactoare mai sigure[11], apoi pe termen lung prin dezvoltarea fusiunii nucleare, ale cărei perspective se conturează tocmai spre anul 2050. Şi Germania, prin vocea preşedinților marilor companii producătoare de energie nucleară, înclină puternic pentru

[11] Şi reactoarele centralei nucleare de la Cernavodă, singura centrală nucleară a României, construită începând cu 1980 şi dată în folosință în 1996 (cel de-al doilea reactor a început să producă energie din anul 2007) au întâmpinat în mai multe rânduri probleme de-a lungul timpului. Centrala foloseşte tehnologie de tip CANDU (Canada), în lume existând în jur de 30 de astfel de reactoare. Tehnologia presupune folosirea uraniului natural şi apei grele ca moderator al reacției de fisiune pentru răcirea reactorului. În februarie 2011, unul dintre reactoare a fost oprit pentru verificări, iar acum un an, al doilea reactor a fost oprit pentru o scurtă perioadă de timp după ce au fost descoperite unele probleme de natură electrică. România nu este la fel de activă din punct de vedere seismic precum Japonia, dar în zonă au avut loc cutremure în ultima perioadă. Cel mai puternic din ultima perioadă a fost cel cu o magnitudine de 7,2 grade pe scara Richter din 1977 produs în zona Vrancea, care a provocat moartea a mai mult de 1.000 de persoane din România şi Bulgaria.

menținerea şi dezvoltarea spectaculoasă a energiei nucleare; politicul a învins: Germania renunță în totalitate până în 2020 la energia nucleară, procesul urmând să fie realizat gradual.

■ Dezvoltarea reactoarelor cu combustie ar putea permite dezvoltarea unei "economii de hidrogen". Producerea de hidrogen nu generează CO_2, dacă hidrogenul este produs plecând de la energii regenerabile, nucleare sau fosile cu reținerea CO_2. Astfel, controlarea emisiilor de gaz cu efect de seră nu se poate concretiza fără programe importante de eficientizare energetică în sectoarele de construcții, industrie şi transporturi. Scopul este de a utiliza mai puțină energie pentru satisfacerea aceloraşi necesități.

■ Dezastrul de la centrala nucleară de la Fukushima a readus în lumină dezbaterile privind siguranța centralelor nucleare. O mare parte dintre problemele care au loc acum în Japonia se datorează arhitecturii învechite a centralei şi lipsei de viziune a operatorilor acesteia cu privire la planurile de acțiune în cazul unui cutremur şi al unui tsunami. Întrebarea este ce va urma după Three Mile Island (1979, grad de expunere 5) Cernobîl (grad de expunere 7) şi Fukushima, ce se va întâmpla cu vechile centrale nucleare, cu pericolele permanente cauzate de acestea[12].

■ Viitorul sistem energetic, având slabe emisii de gaz cu efect de seră, va avea la bază probabil o combinație de energii, de vectori de convertoare de energie, care se vor regăsi sub forme diferite în diverse regiuni ale lumii. Este dificilă identificarea tehnologiilor care vor juca un rol determinant în viitor în lupta împotriva efectului de seră.

Prof.Dr.Ing. Mircea BEJAN
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
membru al Consiliului Director al Asociației Generale a
Inginerilor din România – AGIR, preşedintele Filialei Cluj a AGIR
e-mail: Mircea.Bejan@rezi.utcluj.ro

---

[12] ▪ În 1994 se defectează sistemul de răcire de la centrala nucleară Kola (Rusia). În 1992 incendiu la centrala nucleară Kola ▪ 1992, apar defecțiuni tehnice la centrala nucleară Novovoronezh (Rusia) ▪ În 1977 centrala nucleară Kozlodui (Bulgaria) a fost afectată de un cutremur ▪ Sistemul de răcire de urgență s-a defectat la centrala nucleară Grohnde, Germania, 1985 ▪ În 1984 se defectează sistemul de răcire de urgență de la centrala nucleară San Onofere, SUA ▪ 1975, incendiu în reactorul centralei nucleare Browns Ferry, SUA ▪ Datorită unui incident soldat cu scurgeri radioactive, în 1992 s-a oprit reactorul centralei nucleare de la Leningrad, Rusia ▪ 1991, accident în timpul realimentării cu combustibil nuclear la centrala nucleară Wuergassen, Germania ▪ Topire parțială a miezului reactorului la centrala nucleară Three Mile Island, SUA – 1979 ▪ Defectarea sistemului de oprire a centralei de la Ignalina, Lituania, 1992 ▪ În acelaşi an, centrala nucleară Kalinin, Rusia, s-a oprit automat din cauza unei defecțiuni de la sistemul de pompe etc. etc.