

Analiza situației deșeurilor radioactive produse de centralele nucleare

Cătălin Mihai CIOBANU

Universitatea Tehnică de Construcții București, Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară-Horia Hulubei

Email: ciobanumihaicatalin@gmail.com

Abstract

This paper will provide an overview of radioactive waste management, starting with its definition, presentation of production centres of radioactive waste treatment and management methods and finally propose solutions to improve the negative effects of radioactive wastes.

Data from IAEA (International Atomic Energy Agency) regarding the production of radioactive waste were used, trying to mark the international trend and identify issues regarding nuclear energy and its radioactive waste. It should be noted that this trend is intensifying, meaning that the volume of internationally radioactive waste will increase in the next period.

Although the group of radioactive waste is small compared to other types of waste produced by humans, they are very dangerous and may cause more pronounced effects. Therefore, this area should be treated carefully and requires the newest and most effective technologies.

Some radioactive waste treatment solutions which can lead to the implementation of new procedures and the development of new technologies will be presented, as well as the current situation of the international level of radioactive waste.

Key words : radioactive waste, pollution, nuclear energy

Rezumat

Articolul oferă o vedere de ansamblu asupra situației deșeurilor radioactive începând cu definirea acestora, modalitățile de producere, prezentarea metodelor de tratare și condiționare a deșeurilor radioactive precum și soluțiile potrivite pentru limitarea efectelor negative ale acestora.

A fost utilizată baza de date a Agenției Internaționale pentru Energie Atomică-IAEA și anume datele legate de producția de deșeurii radioactive, identificând trendul internațional precum și soluțiile privind energia nucleară și deșeurile radioactive produse de aceasta. S-a observat că acest trend este în creștere ceea ce înseamnă că volumul de deșeurii radioactive, la nivel internațional va crește.

Deși grupa de deșeurii radioactive este destul de mică în comparație cu celelalte tipuri de deșeurii produse de oameni, aceasta este foarte periculoasă și poate cauza efecte mult mai devastatoare. De aceea această ramură trebuie tratată cu atenție și necesită aplicarea celor mai noi și performante tehnologii.

Se vor prezenta câteva metode de tratare și condiționare a deșeurilor radioactive care pot conduce la implementarea de noi proceduri și tehnologii în ceea ce privește rezolvarea situației deșeurilor radioactive.

Cuvinte cheie : deseuri radioactive, poluare, energie nucleara

1. Introducere

Deșeurile radioactive ocupă un rol important în diagrama de distribuire a pericolelor mai mult asupra oamenilor și a sănătății lor decât asupra mediului. Acest aspect se datorează faptului că intensitatea de propagare a neplăcerilor se manifestă violent pe termen scurt asupra sănătății oamenilor și treptat, dar sigur, la o intensitate mai mică, asupra calității mediului înconjurător. De altfel, poluarea mediului înconjurător se face de către om tocmai pentru a minimiza aceste efecte nedorite, prin construirea depozitelor de deșeuri radioactive, în mijlocul naturii, compromițând siguranța spațiului respectiv, bineînțeles respectând anumite limite și aplicând soluții potrivite pentru desfășurarea în bune condiții a activităților de depozitare a deșeurilor radioactive.

Situația deșeurilor radioactive la nivel mondial este foarte delicată și trebuie privită din punctul de vedere al impactului asupra mediului, populației și a personalului operator, a practicilor de depozitare definitivă a acestora precum și optimizarea acestora în vederea asigurării securității radiologice, în conformitate cu reglementările și recomandările naționale și internaționale. În momentul actual există un consens la nivel internațional cum că gestionarea deșeurilor radioactive nu poate fi considerată ca fiind total rezolvată, ea condiționând tehnic și socio-politic dezvoltarea în continuare a aplicării energiei nucleare și utilizarea la capacitate maximă a beneficiilor acesteia. Greșelile în acest domeniu din anii inițiali ai vieții reactoarelor nucleare, aparținând țărilor cu programe militare nucleare au încă un impact financiar considerabil și constituie un avertisment pentru asigurarea securității nucleare totale a generațiilor viitoare și a mediului înconjurător.

Ca în orice activitate umană, rezultatul nedorit îl reprezintă apariția deșeurilor, deșeuri care în acest caz particular conțin substanțe radioactive deosebit de periculoase pentru personalul operator, populație și mediul înconjurător, pe o durată care poate atinge ordinul milioane de ani. Caracterul cu totul special al deșeurilor radioactive constă în faptul că acestea sunt aproape imposibil de anihilat prin actualele metode chimice și fizice aplicate celorlalte tipuri de deșeuri periculoase produse de către activitățile umane. Din acest motiv, managementul sigur și eficient al deșeurilor radioactive reprezintă o necesitate obligatorie pentru progresul în domeniu.

Obiectivul principal al managementului deșeurilor radioactive este protecția populației și a mediului înconjurător, sarcinile de protejare aplicându-se în primă instanță grupurilor din populație considerate "critice" care datorită localizării în apropierea amplasamentelor pot fi expuse mai mult decât media populației. Mai mult decât atât, ele se aplică populației în viață, dar și generațiilor următoare, pentru a fi sigur că acestea din urmă nu vor fi supuse riscului radiațiilor rezultate din activitățile generațiilor actuale.

Deșeurile radioactive generate din activitățile de producere și utilizare a izotopilor radioactivi provin în primul rând din centrele nucleare de cercetare care exploatează un număr mare de instalații experimentale sau de producție dar și din numeroasele aplicații în medicină, agricultură, industrie sau învățământ.

Deșeurile radioactive apar, ca și celelalte tipuri de deșeuri, în urma activităților omului în încercarea acestuia de a întreprinde anumite acțiuni. În acest caz, acțiunile se restrâng la două

categoriilor principale: cercetare și producere de energie. Ambele activități sunt folosite în scopuri pașnice dar au fost și situații când s-au folosit în scopuri militare, de distrugere, dar și pentru întreținerea și dezvoltarea tehnicilor și aparaturii militare. Un lucru neplăcut și cunoscut de întreaga lume este că efectele bombardamentelor nucleare efectuate de armată se mai resimt și acum, chiar dacă a trecut o perioadă considerabilă de timp. Cert este că din orice asemenea activitate rezultă deșeuri radioactive, care trebuie supuse unui proces riguros de sortare, tratare și depozitare, care vom vedea mai târziu, acest proces este foarte amplu.

Obiectivul principal al lucrării este de a prezenta o analiză clară a situației producerii deșeurilor radioactive, identificarea centrelor nucleare care au probleme în acest domeniu și care conduce la o supraproducție de deșeuri radioactive, precum și prezentarea unor soluții alternative de reducere a producției de deșeuri radioactive și de asemenea prezentarea unor metode noi de tratare și condiționare a deșeurilor radioactive.

2. Descrierea deșeurilor radioactive

Definițiile deșeurilor radioactive sunt multe însă toate conduc într-un final la aceeași idee principală. Urmează trei definiții distincte pentru deșeurile radioactive.

Deșeuri radioactive - materiale radioactive în stare gazoasă, lichidă sau solidă pentru care deținătorul nu poate demonstra CNCAN (Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare) că se prevede sau se consideră o altă utilizare și care conțin radionuclizi în concentrații sau cu contaminări de suprafață superioare unor valori stabilite de CNCAN în conformitate cu reglementările specifice aplicabile emise de aceasta conform art. 5 din Legea nr. 111/1996 [1].

Deșeuri radioactive înseamnă acele materiale rezultate din activitățile nucleare, pentru care nu s-a prevăzut nici o întrebuințare ulterioară și care conțin sau sunt contaminate cu radionuclizi în concentrații superioare limitelor de exceptare reglementate de autoritatea națională de reglementare, autorizare și control a activităților nucleare [2].

Radioactive wastes are wastes that contain radioactive material. Radioactive wastes are usually by-products of nuclear power generation and other *applications of nuclear fission or nuclear technology, such as research and medicine* [3].

Deșeurile radioactive se diferențiază de celelalte tipuri de deșeuri în primul rând prin strictețea cu care situația acestora este controlată. La nivel mondial se încearcă și de cele mai multe ori se și reușește să se centralizeze situația acestor deșeuri și mai mult actualizarea acestora se face în cele mai multe state în timp real, corect și transparent. Problema deșeurilor radioactive preocupă foarte mult personalul din domeniul nuclear/radiologic și de aceea există conturat un parcurs specific al deșeurilor radioactive în procesul de utilizare a materialelor radioactive. Astfel, dacă pentru deșeurile neradioactive se realizează de cele mai multe ori doar partea de colectare și depozitare, uneori și neuniform distribuit la nivel global, se încearcă și sortarea acestora, în vederea reutilizării prin reciclare, în cazul deșeurilor radioactive pașii de urmat sunt mult mai mulți și în nici un caz nu se poate vorbi de reciclare sau reutilizare. Sortarea se

efectuează doar pentru caracterizarea deșeurilor în funcție de materialele radioactive pe care le conțin și mai apoi pentru hotărârea strategiei de depozitare.

În afară de caracteristica principală și anume radioactivitatea, deșeurile radioactive sunt tratate diferit și datorită unor aspecte caracteristice care le fac să fie unice din anumite puncte de vedere. Volumul deșeurilor radioactive este mult mai mic decât cel al deșeurilor neradioactive. Din acest motiv, partea de logistică și organizare a procesului de tratare, transport sau depozitare a acestora este ameliorată în raport cu nivelul de risc al acestora. Din acest motiv rezultă un alt aspect unic în problematica rezolvării situațiilor deșeurilor radioactive și anume rigurozitatea cu care aceste deșeuri sunt manipulate. Se respectă reguli stricte ce pot duce la pedepse importante dacă se constată încălcarea acestora și de asemenea este nevoie de personal calificat, instruit și cu cunoștințe foarte bine fixate, verificate periodic prin examene ale autorității de reglementare și control, dreptul de exercitare a acțiunilor în domeniul radioactiv fiind posibil doar prin deținerea permiselor de exercitare, pe diverse nivele, în funcție de activitatea desfășurată.

Un alt aspect unic care de data aceasta poate fi în favoarea deșeurilor radioactive, doar pentru anumite materiale radioactive însă, este perioada de înjumătățire, care reprezintă durata de timp necesară dezintegrării la jumătate a unui material radioactiv, astfel încât, există după mai multe perioade de înjumătățire, în funcție de cantitate, posibilitatea ca deșeul radioactiv să dispară. Diminuarea scade exponențial în timp și se exprimă cu următoarea formulă:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1)$$

N_t – Cantitatea de material radioactiv rămasă după perioada de înjumătățire;

N_0 – Cantitatea inițială de material radioactiv;

λ – Constantă de dezintegrare specifică fiecărui material radioactiv;

t – Timpul de înjumătățire.

El dispare însă doar ca material radioactiv, devenind de fapt un alt material, dar de data aceasta neradioactiv. De exemplu, timpul de înjumătățire la izotopul Cesiului, ^{137}Cs este de 30,2 ani iar la Poloniu ^{212}Po este de 0,3 μs . Uraniu prin izotopul său ^{238}U are timpul de înjumătățire de 4,468 miliarde ani, care dacă se repetă îndeajuns de mult încât acesta să dispară ca material radioactiv, el nu va dispărea fizic ci se poate spune că se transformă în Plumb neradioactiv, acest material fiind un descendent al Plumbului.

Mai jos sunt reprezentate principalele materiale radioactive și timpii de înjumătățire pentru fiecare izotop în parte [4].

Elementul	Izotopul	Timpul de înjumătățire
Telur	^{128}Te	7×10^{24} ani
Toriu	^{232}Th	$14,05 \times 10^9$ ani
Uraniu	^{235}U	704×10^6 ani
Plutoniu	^{239}Pu	24.110 ani
Radiu	^{226}Ra	1.602 ani

Plutoniu	^{238}Pu	87,74 ani
Tritiu	^3H	12,36 ani
Sulf	^{35}S	87,5 zile
Radon	^{222}Rn	3,8 zile
Toriu	^{223}Th	0,6 sec
Poloniu	^{212}Po	0,3 μsec
Beriliu	^8Be	9×10^{-17} sec

Tabel 1. Timpul de înjumătățire pentru principalele materiale radioactive [4].

Așadar, pentru anumite deșeuri radioactive această caracteristică poate veni în ajutor și îi poate oferi proprietatea de a fi mai puțin poluantă decât un alt tip de deșeu neradioactiv. Totul depinde bineînțeles de cantitatea de substanță radioactivă conținută și de modul în care aceasta a interacționat cu mediul sau cu omul.

O altă caracteristică importantă, așa cum a fost enunțat și mai sus este dată de rigurozitatea cu care se gestionează volumul de deșeuri radioactive. Parcursul acestora este monitorizat în permanență și începe odată cu declararea sursei radioactive ca deșeu radioactiv. Desigur că și până în acel moment, sursa radioactivă a fost supusă aceluiași tratament riguros de monitorizare. Odată cu declararea deșeurilor radioactive începe traseul lung, dar sigur, către ultima fază a managementului deșeurilor radioactive, depozitarea acestora. Trebuie menționat că toate operațiunile se efectuează de către un organism autorizat.

Managementul deșeurilor radioactive, în afara ciclului de combustibil nuclear, constă într-o succesiune de etape tehnologice după cum urmează:

- a) Producerea deșeurilor radioactive în instalațiile de iradiere primare (reactor sau accelerator), în procesele tehnologice de preparare a compușilor marcați și a surselor de radiații, în utilizarea radioizotopilor (cercetare, medicină, agricultură, industrie) și din activitatea de dezafectare a instalațiilor nucleare ce utilizează sau produc materiale radioactive;
- b) Segregarea deșeurilor după caracteristicile radionuclizilor contaminanți și a naturii fizico-chimice a materialului suport, colectarea deșeurilor și transferul la instalațiile de procesare;
- c) Tratarea, condiționarea și ambalarea deșeurilor radioactive în așa fel încât să fie evitate riscurile diseminării materialelor radioactive în spațiile tehnologice și mediul ambiant;
- d) Depozitarea finală a containerelor cu deșeuri radioactive în condiții maxime de securitate radiologică pe întreaga perioadă de timp necesară dezintegrării complete a izotopilor radioactivi.

Trebuie menționat faptul că toate aceste etape sunt strict reglementate prin prevederi legale și că la scară internațională se întreprind eforturi concentrate de rezolvare la nivel global, având în vedere pericolul migrării transfrontaliere a poluării radioactive.

Deșeul radioactiv este preluat, sortat și caracterizat. Aceste operațiuni preliminare se fac în scopul determinării celor mai bune soluții de tratare. De remarcat că aceste operațiuni se realizează uneori și în cazul deșeurilor neradioactive, fiind pe ansamblu o metodă importantă în gospodărirea volumelor de deșeuri.

Urmează așadar tratarea și condiționarea. Ținând cont că deșeurile radioactive pot fi reprezentate de o sursă radioactivă normală sau chiar de un material contaminat folosit în centralele nucleare (scule, utilaje, echipament de protecție) se pune problema micșorării volumului final de deșeurile radioactive ce urmează a fi depozitate. Există soluții de filtrare a efluenților radioactivi lichizi, care prin metode de ultra-filtrare, vaporizare/condensare sau filtrare prin osmoză inversă se poate extrage materialul radioactiv din lichidul contaminat astfel încât acesta poate fi evacuat chiar la un emisar sau în instalația de canalizare publică, bineînțeles, după eliminarea riscurilor radiologice. Pentru deșeurile radioactive solide există metoda incinerării, cu monitorizarea permanentă a gazelor arse evacuate în atmosferă și care se aplică materialelor incinerabile. O altă metodă este cea a compactării sau supercompactării coletelor de deșeurile radioactive, prin care cu prese de până la 2000 Tone presiune exercitată, pot reduce considerabil volumul final de deșeurile radioactive. Totodată la acest capitol se pregătesc coletele de transport care sunt prevăzute cu bariere radiologice care să protejeze mediul înconjurător și populația atât pe timpul transportului cât și în timpul depozitării.

După realizarea întocmai a procedurilor de mai sus, la calitatea maximă, se procedează la depozitarea intermediară, transportul și depozitarea finală. Depozitarea intermediară este dictată de cele mai multe ori de realizarea unui transport cât mai omogen și sigur, care să respecte normele de securitate radiologică. Sunt situații când unele colete trebuie să rămână depozitate intermediar pentru că nu întrunesc condițiile de transport referitoare la limitele de doză de radiații sau activitate radioactivă, așteptându-se acel timp de înjumătățire și trecerea caracteristicilor sub cele limită. Transportul și depozitarea finală reprezintă ultimele operațiuni dintr-un lung șir care uneori poate dura și până la 6 luni.

3. Clasificarea deșeurilor radioactive

Conform legislației în vigoare [5] deșeurile radioactive se împart în 6 grupe, conform unei clasificări generale care se referă strict la cerințele privind modul de asigurare a izolării de biosferă la depozitarea definitivă a deșeurilor radioactive:

1. Deșeurile exceptate;
2. Deșeurile de tranziție;
3. Deșeurile de activitate foarte joasă;
4. Deșeurile de activitate joasă și medie de viață scurtă;
5. Deșeurile de activitate joasă și medie de viață lungă;
6. Deșeurile de activitate înaltă.

Deșeurile exceptate sunt caracterizate de o activitate radioactivă redusă astfel încât depozitarea acestora se poate face direct, definitiv, fără restricții. Este de dorit ca majoritatea deșeurilor radioactive rezultate în urma practicilor din domeniul nuclear/radiologic să se încadreze în această categorie, lucru care poate fi obținut printr-un management foarte bun al deșeurilor radioactive încă din faza de alegere a surselor radioactive utilizate. Altfel spus, dacă practica respectivă permite acest lucru, se vor utiliza surse radioactive cu timp de înjumătățire cât mai

mic astfel încât caracteristicile radioactive ale deșeurilor să scadă foarte mult, într-un timp cât mai scurt prin principala calitate a acestora, perioada de înjumătățire a activității radioactive.

Deșeurile de tranziție sunt acelea care pot fi depozitate intermediar, tocmai în așteptarea momentului în care acestea vor trece la categoria de deșeuri exceptate. Trecerea nu se face doar după așteptarea timpului necesar de înjumătățire ci și în cazurile când, de exemplu, pentru anumite surse radioactive se dezvoltă tehnologii noi de tratare/condiționare. Conform definiției [5] deșeurile de tranziție sunt “deșeurile radioactive având concentrația activității superioară nivelurilor de eliberare de sub cerințele de autorizare, dar care se dezintegrează la niveluri inferioare nivelurilor de eliberare de sub cerințele de autorizare într-o perioadă nu mai mult de 5 ani de depozitare intermediară”. Așadar, dacă planul de depozitare intermediară prevede scăderea activității radioactive a deșeurilor sub limitele acceptate pentru depozitarea nerestrictivă, într-un timp mai mic de 5 ani, acele deșeuri primesc titlul de deșeuri de tranziție iar așteptarea momentului trecerii la categoria de exceptare se face în interiorul depozitelor intermediare, de suprafață, urmând ca mai apoi acestea să poată fi depozitate nerestrictiv, definitiv.

Următoarele 4 categorii de deșeuri radioactive se pot depozita cu anumite restricții, în funcție de activitatea radioactivă a acestora. Aceste tipuri de deșeuri radioactive pot necesita depozite speciale, de mare adâncime care trebuie să respecte condiții stricte de asigurare a barierelor radiologice între substanțele radioactive și mediul înconjurător. Depozitele de adâncime sunt depozite realizate la câteva sute de metri adâncime, în formațiuni geologice stabile utilizate de regulă la deșeurile de activitate joasă, medie și înaltă. Pentru deșeurile de activitate foarte joasă se pot utiliza și deșeuri de suprafață folosindu-se sau nu bariere ingineresti sau naturale și la care grosimea stratului de separare este de câteva zeci de metri.

Deșeurile de activitate foarte joasă sunt la limita între eliberarea necondiționată și caracteristicile deșeurilor radioactive de activitate joasă. Astfel, pentru depozitarea acestora se folosesc depozite nu foarte pretențioase, de suprafață deoarece prin natura lor, deșeurile pot fi menținute sub control prin realizarea unor condiții minime de siguranță radiologică.

Deșeurile de activitate joasă sau medie de viață scurtă sau lungă se află sub limita deșeurilor de activitate înaltă și au condiții speciale de depozitare sau chiar de manipulare. Astfel, deșeurile de activitate joasă pot fi manevrate fără ecrane de protecție pe când cele de activitate medie se manevrează doar cu ajutorul ecranelor. De asemenea, deșeurile de viață scurtă pot fi depozitate și în depozite de suprafață, pe când cele de viață lungă pot fi depozitate numai în depozite geologice de adâncime.

Deșeurile de activitate înaltă necesită condiții speciale de manipulare și depozitare, principala deosebire între ele și celelalte tipuri de deșeuri radioactive fiind dată de puterea termică foarte mare din cauza căreia trebuie luate măsuri specifice pentru manipularea și depozitarea în siguranță a acestora. De regulă deșeurile radioactive de activitate înaltă sunt reprezentate de combustibilul nuclear uzat sau orice alt deșeu cu activitate comparabilă cu a acestuia. Depozitarea acestora se va face numai în depozite geologice de adâncime.

4. Generarea deșeurilor radioactive

Toate unitățile care utilizează surse radioactive pot fi considerate generatoare de deșeurii radioactive. Domeniile în care se utilizează asemenea materiale radioactive sunt vaste și cuprind: producerea de energie, medicina, cercetarea, industria, producția, etc.

La nivel internațional există IAEA – International Atomic Energy Agency (www.iaea.org), cu sediul la Viena, Austria for internațional la care au aderat aproape toate statele lumii care au activități în domeniu, pentru raportarea situației deșeurilor radioactive, menținerea acestora sub control și dezvoltarea de noi tehnologii în ceea ce privește situația deșeurilor radioactive. În anul 1957 un număr de 56 de state, printre care și România, au pus bazele agenției, urmând ca mai apoi, de-a lungul timpului, alte 106 state să adere la IAEA, rezultând un număr de 162 de state membre până în Februarie 2014.

Conform datelor centralizate de către Agenția Internațională pentru Energie Atomică, privind reactoarele nucleare de cercetare [6], există state cu un singur reactor nuclear de cercetare, așa cum este cazul a 26 de state. Statele dezvoltate economic sunt de regulă tot cele care folosesc cele mai multe reactoare nucleare de cercetare, ajungând ca în cazul celor mai dezvoltate state din acest punct de vedere, să vorbim de 65 reactoare nucleare în cazul Rusiei, 42 reactoare nucleare în cazul SUA sau 16 reactoare nucleare în cazul Chinei. Producerea deșeurilor radioactive poate să rezulte fie din activitățile normale ale unui reactor nuclear de putere (combustibil nuclear uzat) fie din activitățile specifice stațiilor radiologice sau a reactoarelor nucleare de cercetare, acolo unde o estimare a cantităților de materiale radioactive este aproape imposibilă, scenariul experimentelor desfășurate fiind greu de prevăzut. Desigur că înainte ca un material să devină deșeu radioactiv acest lucru este știut și se acționează în cunoștință de cauză, astfel că se pot evita agravarea problemelor generate de tratarea anumitor deșeurii radioactive.

Cum reactoarele nucleare de cercetare sunt cele care produc mai puține deșeurii radioactive se va prezenta în continuare situația acestora la nivel mondial. S-au reprezentat în graficul următor numărul total de reactoare nucleare de cercetare în utilizare pentru fiecare stat în parte.

Reactoarele nucleare utilizate pentru producerea energiei electrice denumite NPP (Nuclear Power Plant) produc cele mai multe deșeurii radioactive, prin combustibilul nuclear uzat dar foarte multe și variate deșeurii radioactive se produc în urma dezafectării acestor instalații, lucru ce se poate petrece chiar și după perioade scurte de timp, de 47 de ani (1957 – 1998) cum este în cazul reactorului nuclear de la Măgurele, România. Folosind aceeași sursă de date menționată în cazul reactoarelor nucleare de cercetare, similitudinile între state se păstrează, astfel că SUA beneficiază de serviciul a 100 NPP, cu o putere electrică totală instalată de 99081 MW. Urmează Franța cu un număr de 58 de reactoare nucleare de producere a energiei, și cu o putere electrică produsă cu ajutorul energiei nucleare de 63130 MW. La polul opus se află state precum Slovenia, Olanda, Iran, Armenia cu câte un reactor de producere a energiei electrice. Armenia produce cu 1 NPP 375 MW fiind cea mai scăzută valoare a energiei electrice produsă cu ajutorul energiei nucleare. România produce cu cele 2 reactoare nucleare de la Cernavodă un total de 1300 MW energie electrică.

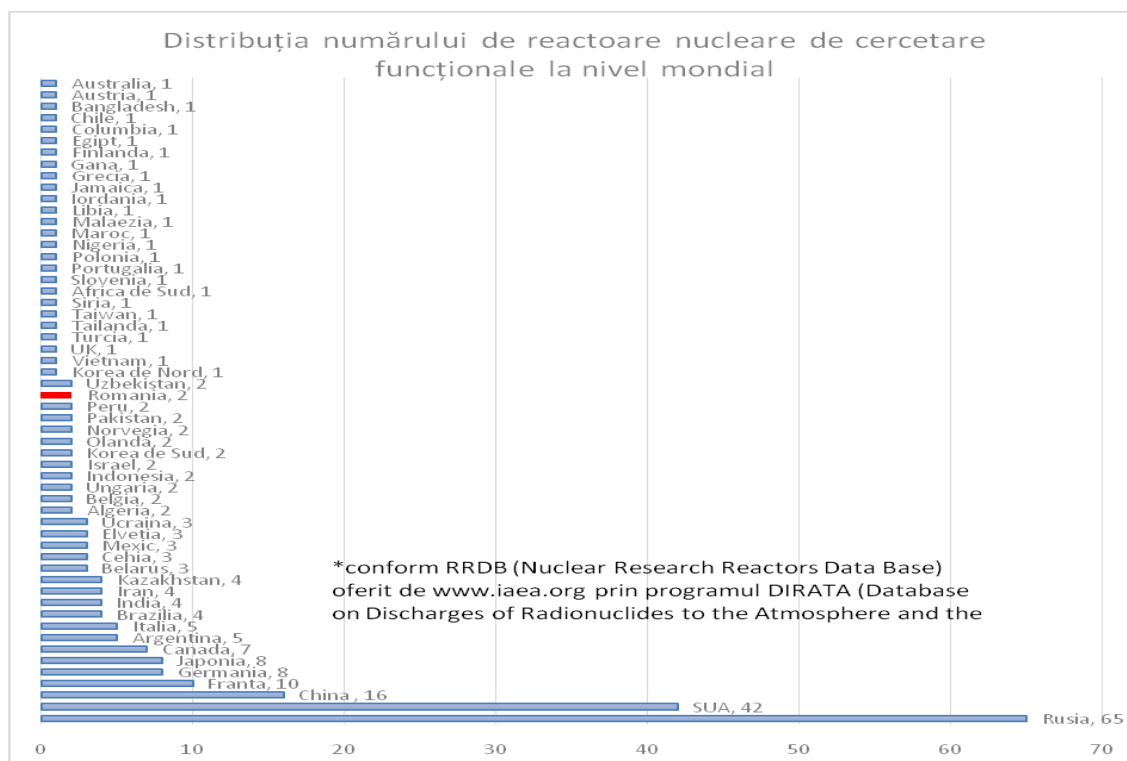


Figura 1. Distribuția numărului de reactoare nucleare de cercetare funcționale la nivel mondial

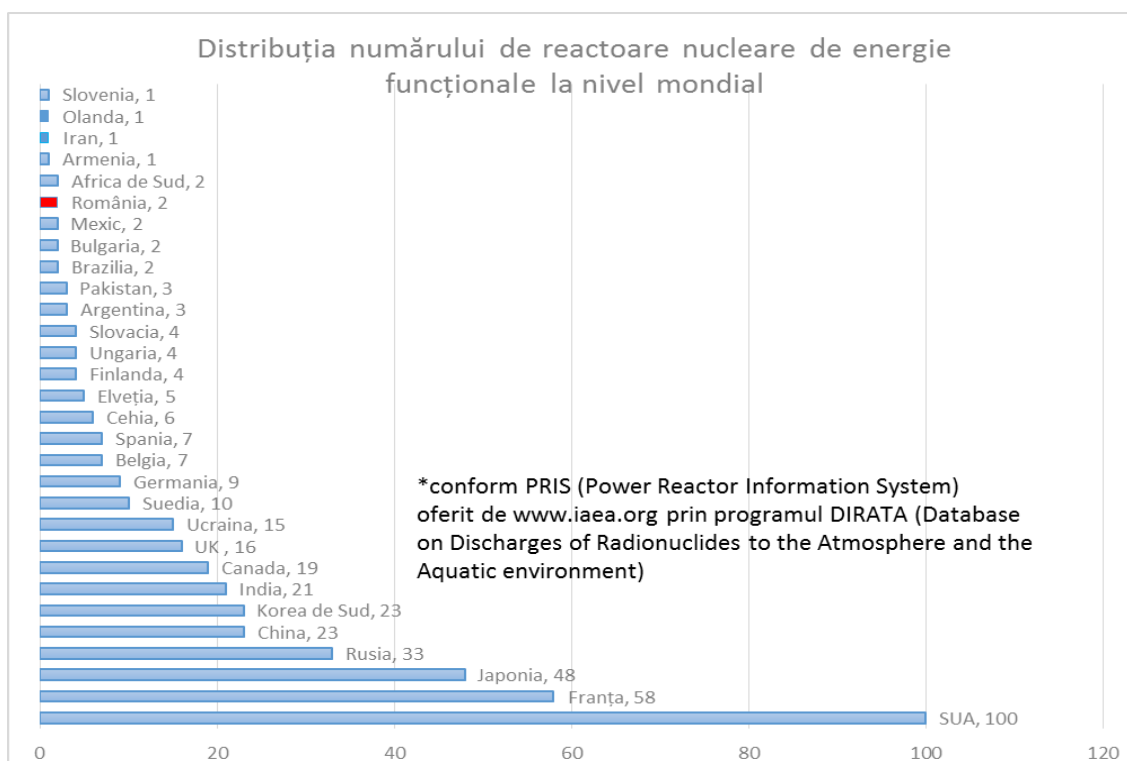


Figura 2. Distribuția numărului de reactoare nucleare de energie funcționale la nivel mondial

Centralizând datele cu privire la reactoarele nucleare [6] de cercetare putem afla că în lume există un total de 773 de reactoare. Dintre acestea, 339 sunt dezafectate și 142 sunt oprite, acestea așteptând demararea proceselor de dezafectare. 19 reactoare nucleare de cercetare sunt temporar oprite și la 8 au fost întrerupte lucrările. De asemenea, 6 reactoare sunt în construcție și 12 sunt planificate a fi construite în viitorul apropiat. Rezultă ca au mai rămas un număr de 247 de reactoare nucleare de cercetare în utilizare, care funcționează la ora actuală. De cealaltă parte, situația reactoarelor nucleare de energie este puțin diferită. Reactoarele nucleare de energie în funcțiune sunt mult mai multe la nivel mondial decât cele de cercetare. Datorită faptului că ele sunt utilizate cu un singur scop, bine definit, producerea de energie electrică, situația lor nu este atât de nuanțată ca a celor de cercetare. Reactoarele nucleare de energie sunt folosite de regulă o perioadă mai mare de timp. La nivel mondial există declarate doar 2 reactoare de tip NPP oprite, dar care încă nu sunt dezafectate. De asemenea situația reactoarelor NPP în construcție este extrem de mare față de cele de cercetare, lucru ce confirmă o tendință de creștere a volumelor de deșeuri radioactive în următorii ani.

5. Situația deșeurilor radioactive

Situația la nivel mondial a reactoarelor nucleare este centralizată în tabelul următor:

Status	Reactoare de cercetare	Reactoare de energie
Dezafectate	339	-
Operaționale	247	438
Oprite	142	2
Oprite temporar	19	-
În plan	12	-
Anulate	8	-
În construcție	6	71
Total	773	511

Tabel 2. Centralizatorul reactoarelor nucleare la nivel mondial

Deși nu pare relevantă menționarea reactoarelor nucleare oprite sau chiar și a celor dezafectate, acest lucru este foarte important deoarece și acestea produc deșeuri radioactive, dezafectarea unui reactor nuclear reprezentând un capitol foarte important în viața unei instalații nucleare. Se poate întâmpla ca în urma unei dezafectări, un reactor nuclear care nu a funcționat foarte mult timp să producă mai multe deșeuri în urma dezafectării decât a produs pe toată perioada de funcționare.

Dacă urmărim beneficiile generate de reactoarele nucleare și aici observăm o creștere în produsul finit. Se poate considera că reactoarele de energie NPP reprezintă produsul finit al reactoarelor de cercetare, obiectivul cercetărilor fiind și studiarea reactoarelor de producere de energie electrică și îmbunătățirea acestora astfel încât producția de energie electrică cu ajutorul energiei nucleare să reprezinte o alternativă la metodele actuale de producere a acesteia. Se observă acest lucru și din faptul că numărul reactoarelor NPP în construcție este de aproximativ 12 ori mai mare decât al celor de cercetare. Produsul finit al reactoarelor NPP, așa cum am menționat, îl reprezintă energia electrică.

Analizând rezultatele reactoarelor de energie în ceea ce privește producția de energie electrică, în ultimii ani s-a observat o creștere a cantităților produse de NPP [6]. Există state care se bazează foarte mult pe producția de energie electrică din energia nucleară. În cazul României, din totalul energiei electrice produse, 19.82% este produsă cu ajutorul energiei nucleare. Statele cu activitate semnificativă în domeniu se învârt în jurul valorilor de 15-25%. De exemplu, în SUA 19.44% din totalul energiei electrice este de producție nucleară. În Rusia procentul este de 17.52%, în Spania este de 19.73% iar în Germania procentul este de 15,45%. La polul opus se află aproape toate țările nordice, cum ar fi Finlanda cu un procent de 33.31%, Suedia cu 42.72%, Belgia cu 52.08% și Elveția cu un procent de 36.41%. Un maxim al energiei electrice de origine nucleară îl deține Franța, unde 73.28% din totalul energiei electrice este produs cu ajutorul energiei nucleare.

Pentru a înțelege mai bine cantitățile de energie electrică produse la nivel mondial de cele 438 de reactoare de tip NPP, IAEA valorifică puterea electrică total instalată la valoarea de 375504 MWe, urmând ca după terminarea celor 71 de reactoare nucleare aflate momentan în construcție, puterea electrică să crească cu 68136 MWe. Se prezintă figura următoare cu puterile electrice exprimate pentru fiecare stat cu reactor NPP în utilizare.

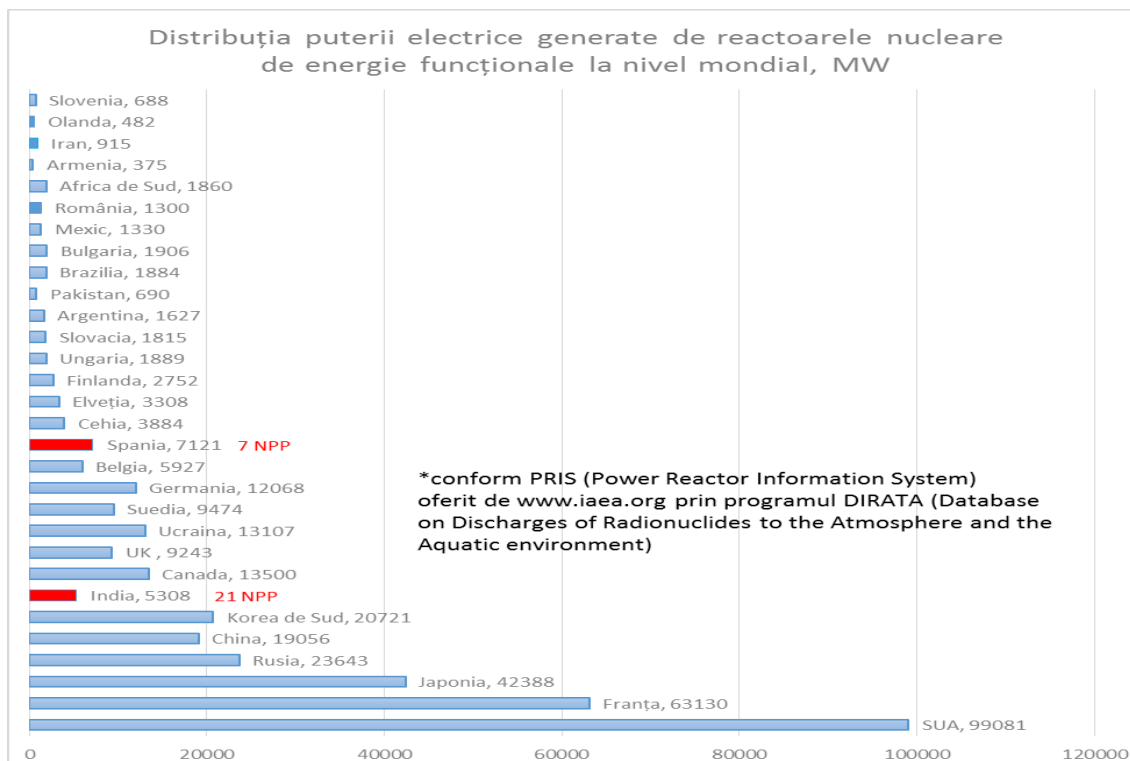


Figura 3. Distribuția puterii electrice generate de reactoarele nucleare de energie funcționale la nivel mondial

Se observă că unele state, deși utilizează mai puține reactoare nucleare de putere, au o putere electrică rezultată în urma utilizării energiei nucleare, mai mare decât alte state cu mai multe reactoare nucleare. Cel mai evident caz este cel între India și Spania, care pentru o putere electrică asemănătoare, 5308 MWe în cazul Indiei și 7121 MWe în cazul Spaniei, diferența între

numărul reactoarelor utilizate este de 21 NPP în cazul Indiei și numai 7 reactoare în cazul Spaniei.

Acest aspect ne demonstrează că și în acest domeniu există varietate iar aspectul cu adevărat important este că producția de deșeuri radioactive diferă în funcție de rezultate, dar de cele mai multe ori ea diferă și pentru aceleași rezultate obținute. Situația poate fi ușor explicată prin faptul că puterile instalate ale reactoarelor diferă, aspect dictat de conducerea fiecărui stat în parte, la vremea respectivă. Acest lucru este inacceptabil dacă se dorește eficientizarea tratării deșeurilor radioactive deoarece, ca în orice domeniu, este de preferat ca din start, cantitatea de deșeuri să fie micșorată. Așadar, statele cu randament mic de producerea a energiei electrice trebuie să gândească foarte bine strategia dezvoltării acestui domeniu deoarece și volumul de deșeuri radioactive este important. Privind datele prezentate se poate trage ușor concluzia că anumite instalații produc mai multe deșeuri, altele mai puține. Rolul inginerilor de exploatare a instalațiilor nucleare este de a găsi metodele oportune în vederea micșorării volumelor de deșeuri radioactive, împrumutând idei și tehnologii de la statele care sunt mai dezvoltate în acest domeniu. Iar acest lucru este posibil, și trebuie realizat deoarece în final nu ne rezumăm la siguranța fiecărui stat și nu ne îngrădim privirea cu ajutorul granițelor statului. Este o problemă mondială ce trebuie tratată la nivel mondial. Orice progres trebuie imediat adoptat și implementat în toate celelalte state, astfel încât să asigurăm siguranța radiologică a propriilor granițe și acum și peste sute de ani.

Pentru întărirea celor enunțate mai sus s-a consultat aceeași bază de date a IAEA [6] de această dată s-a analizat secțiunea NEWMDB – Radioactive Waste Management Database. Situația analizată face referire doar la anumite state, cele care au raportat datele, din păcate existând anumite state care nu au furnizat până la ora actuală nici o informație cu privire la starea deșeurilor radioactive. S-au ales toate aceste state care au activitate în domeniul nuclear/radiologic pentru analizarea evoluției volumelor de deșeuri radioactive produse în anul 2012, așa cum acestea au raportat la IAEA. Aceste date sunt reprezentate mai jos.

Se observă trendul de creștere al volumelor de deșeuri radioactive depozitate, asta datorită în principal faptului că acest domeniu este în ascensiune, la ora actuală existând un număr impresionant de reactoare nucleare și de cercetare dar și de energie, în construcție. De asemenea există date cum că unele state au planificat să construiască reactoare nucleare. Volumul de deșeuri generat de fiecare stat în parte este strâns legat de numărul reactoarelor nucleare construite și crește proporțional cu acesta. De aceea subiectul depozitării deșeurilor radioactive este unul extrem de sensibil deoarece trebuie urmarită dezvoltarea de tehnologii noi și folosirea tehnicilor cele mai avansate în domeniul gestionării deșeurilor radioactive complementar cu asigurarea securității radiologice și minimizarea impactului activităților de depozitare a deșeurilor radioactive asupra mediului și a populației atât în prezent cât mai ales pe termen lung, asupra generațiilor viitoare.

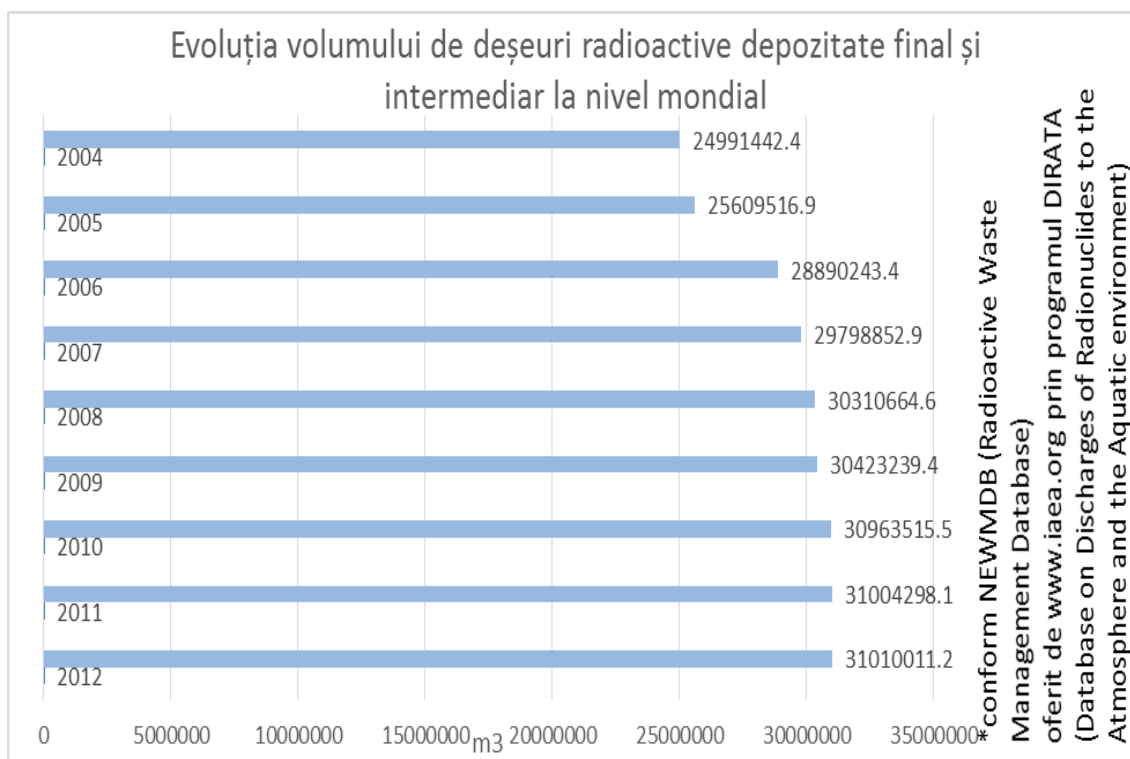


Figura 4. Evoluția volumului de deșuri radioactive depozitate final și intermediar la nivel mondial

În funcție de scopul reactorului nuclear, producerea de deșuri radioactive poate fi micșorată, cum este în cazul reactoarelor de cercetare, pe când în cazul reactoarelor de producere de energie electrică, volumul de deșuri radioactive poate fi micșorat foarte puțin, sau chiar deloc. Așadar atenția se îndreaptă către acele domenii unde se pot face modificări cu privire la producerea de deșuri radioactive. De multe ori aceste activități se referă la acelea de întreținere sau de gestionare a resurselor unităților nucleare, astfel că, de cele mai multe ori schimbarea procedurilor dar mai ales a mentalității lucrătorilor poate conduce la micșorarea semnificativă a cantității de materiale contaminate. Acest lucru se realizează prin implementarea de proceduri noi, funcționale și performante, dar mai ales prin asigurarea faptului că aceste proceduri sunt respectate. De asemenea un bun aspect ar fi modernizarea continuă a unităților astfel încât gradul de siguranță să crească constant deoarece lucrătorul va putea avea încrederea necesară desfășurării fără rețineri a activităților cu materiale nucleare. Riscul la care este supus lucrătorul, dacă este perceput corespunzător poate conduce la o eficientizare maximă a procedurilor de lucru cu materiale radioactive.

6. Concluzii

Prezenta lucrare și-a propus scopul de a atrage atenția la potențialul risc produs de deșeurile radioactive. S-au făcut câteva precizări cu privire la proprietățile deșeurilor radioactive și particularitățile acestora. Au fost prezentate date reale, concrete despre situația centrelor nucleare din lume. S-a prezentat pentru fiecare stat în parte atât numărul de reactoare nucleare

(împărțit în două mari categorii: de putere și de cercetare) cât și caracteristicile acestora (puterea instalată).

În capitolele lucrării au fost atinse idei noi de management al deșeurilor radioactive, cum ar fi micșorarea volumului de deșeuri radioactive prin compactare sau utilizarea unei instalații de filtrare umedă a aerului poluat radioactiv, în combinație cu o instalație de tratare a deșeurilor radioactive lichide, care poate face tratarea noroiului radioactiv rezultat instantaneu sau prin acumulare în rezervoare speciale.

Toate aspectele prezentate pot fi dezbătute pe larg ele putând face obiectul unor studii interesante care vor duce cu siguranță la dezvoltarea domeniului gestionării deșeurilor radioactive.

7. References

- [1] Ordinul CNCAN nr. 56/2004 privind aprobarea Normelor fundamentale pentru gospodărirea în siguranță a deșeurilor radioactive și a combustibilului nuclear uzat (NDR-03).
- [2] Agenția Nucleară și pentru Deșeuri Radioactive http://www.agentianucleara.ro/?page_id=249
- [3] Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive_waste
- [4] Wikipedia: http://ro.wikipedia.org/wiki/Perioad%C4%83_de_semidezintegrare
- [5] Ordinul CNCAN nr. 156/14.05.2005 privind aprobarea Normelor privind clasificarea deșeurilor radioactive (NDR-03).
- [6] www.iaea.org programul DIRATA - Database on Discharges of Radionuclides to the Atmosphere and the Aquatic environment.