

# INFRASTRUCTURA PENTRU EVALUAREA ACCIDENTELOR NUCLEARE IN ZONE GREU ACCESIBILE

Ing. Mircea Colosie – HCJV

Prof. univ. Gheorghe Popescu – Institutul de Sanatate Publica Timisoara

Hobby Club Jules Verne, Divizia NBC Buzias, Str. M. Eminescu nr. 9, cod 305100, Jud. Timis, tel/fax 0256/321555, mobil : 0744/219959, email : [julesvernero@yahoo.com](mailto:julesvernero@yahoo.com)

Institutul de Sanatate Publica Timisoara – Str. Sf. Apostoli Petru si Pavel, Nr. 49, Bl.A 93, Sc. B, Ap. 4, Mobil : 0742/779380, email : [xpeugeotx@yahoo.com](mailto:xpeugeotx@yahoo.com)

**Abstract** :Lucrarea face referire la implicarea societatii civile, in mod special al unui ONG specializat pe teme de cercetare, care prin realizarile sale a completat un segment foarte slab acoperit al institutiilor guvernamentale – identificarea si evaluarea rapida a siturilor contaminate NBC. Infrastructura materiala este a ONG-ului iar infrastructura umana este asigurata la nivel universitar.

HCJV – Divizia NBC asigura o zona vasta de interventie, de la zonele greu accesibile la zone urbane.

**Cuvinte cheie** : Infrastructura NBC

Daca se incearca sa se efectueze o evaluare corecta a poluarii radioactive a teritoriului Romaniei, se va constata ca:

- documentatia existenta este aproape inexistentă – se cunosc mai multe date despre tarile riverane;
- situatia exploatarilor geologice, in mod special a celor care urmau sa fie predate pentru exploatare, este sumar cunoscuta;
- sunt multe exploatare de minereuri neradioactive – fier, carbune, complexe, aur,... – care sunt considerate neradioactive, dar care contin si minereuri radioactive;
- avand in vedere ca aceste tipuri de minereuri erau din punct de vedere informational – documentar, in gestionarea Ministerului de Interne, in prezent, aceste date practice au disparut sau sunt inaccesibile, iar unele sunt considerate inca secrete;
- o parte din personalul tehnic de specialitate din cauza unei “frici inertiiale” ascund si acum adevarul;
- personalul din conducerea executiva poarta o anumita vinovatie pentru faptul ca s-a lucrat fara respectarea unor norme elementare de protectia muncii: aeraje, echipamente , timp de lucru, evaluari medicale,...

Aceste motive au fost in ceea ce priveste lucrarile miniere. Contaminarea radioactiva a fost facuta si in alte moduri. În mod obligatoriu, Uraniul pregatit pentru ardere este marcat si pastrat corespunzator – pastilele sunt depozitate în containere, din care unele sunt în teci de Zirconiu:

- Cobaltul (marcator pentru caramizile refractare, si care este folosit în medicina precum si în scopuri industriale) este marcat si depozitat corespunzator;
- Strontiul si Plutoniul care sunt minereuri folosite în tehnica militara, sunt bine protejate si marcate.

Din pacate apar si situatii unde se neglijeaza acest lucru, si anume:

- La sinteza carburului, când se obtine carbune sintetic, se foloseste Thoriu; reziduurile sunt aruncate.
- La reactia de oxidare ( $NH_3$  ?  $HNO_3$  sau  $SO_2$  ?  $SO_3$ ), Thoriul folosit este aruncat, fiind considerat deseu.
- La fabricarea butadienei sau a altor câtorva sinteze organice, manipularea Thoriului se face necorespunzator.
- Bioxidul de Thoriu este folosit la fabricarea unor tipuri de creuzete; depozite de creuzet rebutat sau materie prima mai poate fi gasit în diferite locuri, fara a se respecta nici un normativ.
- Aliaje de Thoriu cu Zinc, Magneziu si Zirconiu se mai folosesc în tehnica de aviatie sau spatia.

De asemenea, unele îngrasaminte chimice sunt suficient de periculoase:

- materia prima din care sunt facute – avem în tara peste 8 milioane de tone depozitate. Nu se cunoaste localizarea exacta a tuturor depozitelor.
- Materialele reziduale din procesul tehnological îngrasamintelor chimice, superfosfati si NPK, sunt abandonate si de multe ori sunt transportate fara nici o protectie.
- Îngrasamintele chimice propriu – zise sunt folosite fara respectarea unor normative de transport sau de utilizare.
- Nu trebuie neglijat nici transportul de bentonita, mai ales când aceasta este folosita în tehnologii alimentare.

Acestea au fost câteva exemple de substante care pot fi transportate din greseala si care pot deveni o sursa de contaminare. De aceea, în caz de accident de

transport, este bine sa se faca o evaluare a transportului cu identificarea:

- ambalajelor goale care au continut substante posibil sau chiar radioactive,
- produse fabricate care provin din Uraniu natural (sau racit) sau din Thorium natural.
- cantități mici de materiale radioactive – surse de marcare, butelii cu gaze radioactive de marcare, surse de etalonare.
- aparate si articole care pentru procesul de fabricatie necesita folosirea materialelor radioactive.
- materiale care au o activitate specifica redusa – emananta de radiatii gama reduse, viteze ale radionuclizilor mica.
- daca sunt materiale fisionabile, ridica probleme deosebite pe tot parcursul procesului de transport.

În mod special, la orice transport de material radioactiv, trebuie verificat ca ambalajul sa corespunda normativelor, dar si modului practic de asigurare a transportatului. Ambalajele trebuie:

- sa aiba capacitatea maxima de a retine substanta (o atentie deosebita trebuie acordata derogarilor)
- sa fie un ecran puternic, rezistent si eficace care sa asigure integritatea transportului si ecranare la radiatie.
- Sa permita disiparea caldurii în timpul transportului dar sa evite disiparea de gaze sau particule solide.

Având în vedere „tradiția” de a nu respecta normativele, acum suntem obligati sa cunoastem si sa aplicam cât mai bine modul de asigurare a transportului. Acest lucru va duce la o aplicare corecta si eficienta a interventiei în caz de accident, evitându-se contaminarea mediului si a populatiei.

În final, mai exista problemele de ordin politic sau chiar mafiot (depozitarea unor deseuri clandestine).

De obicei toate cazurile sunt in zone greu accesibile (sosele montane distruse, drumuri forestiere impracticabile). Pentru a rezolva aceste inconveniente am considerat necesar sa creem o logistica specializata in acest domeniu.

Am inceput construirea unui laborator mobil care sa poata fi tractat de camion sau sa fie imbarcat pe o platforma de cale ferata cu ecartament normal sau redus. Aceasta infrastructura era necesara pentru a rezolva problemele minime de cazare si lucru in zonele contaminate. Laboratorul este construit pe structura unei remorci auto de 8 tone. In incinta laboratorului (care se poate etansa si asigura filtru-ventilatie) s-a montat:

- Dozimetru AD 23 – termoluminiscent
- 50 dozimetre cu citire indirecta
- 2000 pastile termoluminiscente
- Statii radio R 123 modificate (pentru lucru in camp puternic radioactiv):
- receptoare radio pentru benzile: comerciale, radioamatori, satelit, GSM
- statie radio YAESU FT 840
- Statie radio Motorola MCX 1200
- Sistem GPS Garmin
- Grup electrogen GE 1000
- Suporti speciali pentru probe contaminate
- Teste kit pentru diferite substante chimice (nitrati, fosfati, acizi, baze,...)
- 6 locuri de dormit
- 1 centrala telefonica automata 25 abonati
- 1 centrala telefonica manuala – 10 abonati
- Statie meteo
- Set bucatarie – vase, tacamuri, dispozitive de incalzire electrice si cu gaz,...



Dar autolaboratorul are limitat accesul datorita gabariturii. De aceea a fost nevoie de echiparea unui autoturism de teren 4x4, care sa fie suficient de usor si suficient de fiabil. Pe structura unui ARO 10.1, 4x4 am construit primul autolaborator care contine :

- Radiometru MIP 21 cu traductor Na I
- Baker Testrips pentru NO 2 si NO 3



- Teste Merck pentru pH (duritatea apei)
- Radiocomunicatii VHF si UHF mobile si portative
- Motorola MC 2100 si AM 1200, Pulsar II, MX 1000



- Set antene pentru lucru in mobil si fix
- Set supravietuire (cort, sac de dormit, alimente)
  - Suport pentru 2 biciclete
  - Sistem GPS Garmin

S-a dovedit ca acest autolaborator este insuficient pentru ca s-a marit baza tehnicii de cercetare, s-a marit raza de actiune si s-au marit numarul de solicitari. S-a trecut la achizitionarea celui de al doilea 4x4, identic cu primul. Numai ca acesta a fost echipat cu:



- Radiometru AD 111 cu traductor Geiger
- Baker Testrips pentru NO 2 si NO 3
  - Receptor satelit Emme Esse.
- Set antene pentru lucru in mobil si fix
  - Grup electrogen 1 Kw BEG 6501
- Set supravietuire – cort, sac de dormit, alimente,....



- Suport pentru biciclete,
- Seturi chimice portabile pentru decontaminare
- Ministatie meteo

Prin taierea padurilor, eroziunea versantilor a facut ca drumurile industriale si forestiere sa devina impracticabile. Era dificil de carat echipamentul si in mod deosebit exista problema transportului probelor contaminate de sol sau apa. Pentru rezolvarea acestor probleme am pregatit o echipa care sa poata avea un acces facil in orice zona, indiferent de conditii. Aceasta echipa a fost dotata cu doua biciclete, de tip mountain-bike greu, dotate cu urmatoarea infrastructura:



- 2 biciclete
- Set supravietuire – cort, alimente,
- Statii radio portative
- Radiometru ANRI

Pentru a nu expune inutil personalul de cercetare la factori de mediu agresivi, am considerat ca este util sa dezvoltam cateva structuri compatibile, cu un inalt grad de fiabilitate. Prima structura a fost cea a radiocomunicatiilor. In orice moment, oricare membru al echipei poate sa comunice din orice zona, in orice punct al Globului Terestru prin retea proprie de statii individuale si retea proprie de tranzitare radio. Prin acest sistem am eliminat inconvenientul retelelor GSM (costuri, propagare radio, fiabilitate telefoane, independenta energetica).

Urmatoarea prioritate a fost achizitionarea de aparaturi specifice pentru evaluari radiometrice. Initial am lucrat cu aparaturi de tip militar:



- roentgenometrul de bord DP-3 este un aparat robust, numai ca nu este suficient de sensibil pentru aplicatii civile. Are patru subgame de masura (0,1-1; 1,0-10; 10-100; 50-500;) R/h. Timpul de stabilire a indicatiilor este de aproximativ 5 secunde.
- completul dezimetric AD 23 dotat cu 1000 stilodozimetre cu citire indirecta, 40 de stilodozimetre cu citire directa si 2000 de dozimetre termoluminiscente. Stilodozimetrele asigura masurarea dozelor de radiatie gama intre 2-50 R intr-o doza debit de 0,5-200 R/h pentru energii gama de 200-2MeV, cu eroare de 10% din valoarea scalei gradate. Pastilele termoluminiscente asigura masurarea dozelor in trei domenii: 1-10; 10-100; 100-1000. Si acest sistem are un timp de citire relativ scurt si anume 20 secunde.
- indicatorul de radioactivitate AD-111 M este un aparat robust si are mai multi factori de multiplicare: 0,1-1-10-100-1000.

Stilodozimetrele sunt foarte utile la efectuarea unor monitorizari ale zonelor contaminate. Am mai lucrat si cu AD-32 Gammarad dar toate sunt destul de grele, timpul de raspuns la interventii rapide este nesatisfacator. Pentru a rezolva aceste probleme am achizitionat inca un poliradiometru cu detector de NaI. Primul a fost de tip Sirena cu cristalul incorporat chiar in carcasa aparatului de masura ceea ce facea citirea dificila si producea o expunere inutila a aparatului.



In final ne-am axat pe poliradiometrul

MIP 21 echipat cu sonda NaI tip SG2 cu fotomultiplicator pentru citirea scintilatiilor. Suprafata sensibila a cristalului este de 8 cm<sup>2</sup> si are o eficienta de:

- =15% (2 p) pentru Co 60
- =30% (2 p) pentru Cs 137

Zgomotul de fond este mai mic de 2 Cps si are limita energetica de jos de 30 KeV. Cu MIP 21 se lucreaza foarte usor, permite schimbarea rapida a tipului de sonda, citirea este simpla, afiseaza atat varfurile cat si media nivelelor, si timpul de esantionare este foarte scurt. Desi permite lucrul cu mai multe unitati de masura lucram doar in Cps (Bq) pentru faptul ca in teren este relevanta doar activitatea surselor- minereuri, roca, ... Valorile se pot transforma destul de usor daca se cunosc cativa parametri. Exemplul 1: calculul dozei de radiatii la expunerea din exterior:

$$D = \frac{1}{100} \times \frac{S \times \Delta \times W}{4 \times \pi \times X^2} \times \mu \times t$$

- pentru radiatii  $\gamma$ : - unde

D = doza absorbita [rad = erg/g]

S = factor de dezintegrare ( S1 daca fiecare act de dezintegrare emite radiatii a, B sau ?

? = activitatea sursei (dezintegrari pe secunda)

W = energia radiatiei (erg) 1MeV =  $1,6 \times 10^{-6}$  erg

X = distanta dintre sursa si punctul unde se calculeaza doza (cm)

$\mu$  = coeficientul liniar de absorbtie

? = densitatea volumului elementar

$$\frac{\mu}{\rho} = \text{absorbtiile} \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \right)$$

t = timpul (sec).

Pentru o sursa punctiforma cu ? = 200 B q (cps) care emite radiatii  $\gamma$ , W = 1,5 MeV

$$D = \frac{1}{100} \times \frac{1 \times 200 \times 1,5 \times 1,6 \times 10^{-6}}{4 \times 1,14 \times 1} \times 0,02 \times 3600 = 3,4 \times 10^{-4} \text{ rad} = 3,4 \times 10^{-4} \text{ Gy}$$

D =  **$3,4 \times 10^{-4}$  mGy/h**

Doza biologica B = D Fc, unde Fc = factor de calitate = 1 (pentru radiatii?)

B = D =  **$3,4 \times 10^{-4}$  mSv/h**

Intr-un an cu 365 zile, 8760 ore:  $3,4 \times 10^{-4} \times 8760 = \mathbf{3 \text{ mSv/an}}$

Pentru o persoana care lucreaza 50 saptamani, cate 6 ore/zi (adica 1500 ore/an):

$3,4 \times 10^{-4} \times 1500 = \mathbf{0,5 \text{ mSv/an}}$

Exemplul 2 : Calculul ratei dozei pentru sursa de radiatii gamma

$$D = \frac{M \times E}{E \times r^2}$$

Unde D = doza echivalenta ( $\mu$  Sv/h)

M = activitatea sursei (M B q)

E = energia gamma / dezintegrari (MeV)

r = distanta de sursa (m)

Pentru o sursa cu activitate de = 200 B q =  $0,2 \times 10^{-3}$  M B q ; E ~ 1,5 MeV

• pentru **r = 1 m:**

$$D = \frac{M \times E}{E \times r^2} = \frac{0,2 \times 10^{-3} \times 1,5}{1 \times 1} = 0,3 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h} = 0,3 \times 10^{-4} \text{ mSv/h}$$

Intr-un an (365 zile):  $5 \times 10^{-8} \times 790 \text{h} = 4,38 \times 10^{-4} \text{ mSv/an} = \mathbf{0,004 \text{ mSv/an}}$

Pentru o persoana care lucreaza 50 saptamani, cate 6 ore/zi (adica 1500 ore /an):

$5 \times 10^{-8} \times 1500 \text{ ore} = \mathbf{0,75 \times 10^{-4} \text{ mSv/an}}$

• Pentru **r = 1 cm :**

$$D = \frac{M \times E}{E \times r^2} = \frac{0,2 \times 10^{-3} \times 1,5}{1 \times 10^{-4}} = 0,3 \mu\text{Sv/h} = 0,3 \times 10^{-4} \text{ mSv/h}$$

Intr-un an (365 zile):  $5 \times 10^{-4} \times 8760 \text{ ore} = \mathbf{4,38 \text{ mSv/an}}$

Pentru o persoana care lucreaza 50 saptamani, cate 6 ore/zi (adica 1500 ore /an):

$5 \times 10^{-4} \times 1500 \text{ ore} = \mathbf{0,75 \text{ mSv/an}}$

• pentru  $r = 0,5 \text{ m}$  at  $100 \text{ cps}$ :

$$D = \frac{M \times E}{r^2} = \frac{0,1 \times 10^{-3} \times 1,5}{6 \times 0,25} = 0,1 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h} = 0,1 \times 10^{-6} \text{ mSv/h}$$

Intr-un an (365 zile):  $0,1 \times 10^{-6} \times 8760 \text{ ore} = \mathbf{0,0008 \text{ mSv/an}}$

Pentru a nu supraincarca echipa de pe biciclete, aceasta este dotata cu un dozimetru de tip ANRI (germane) si SIGNAL (rusesti) care au si sistem de alarmare daca se depasesc anumite praguri prestabilite. Unele din aparatele de masura pot fi folosite in regim de telemasura asigurat prin propriile echipamente de telecomunicatii. Prin cuplarea la laptop a radiometrului, a GPS-ului si a aparatului de fotografiat, se poate face o revizie radiometrica in timp record fara a expune personalul inutil in campul radioactiv.