



Project funded by  
EUROPEAN UNION

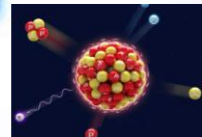
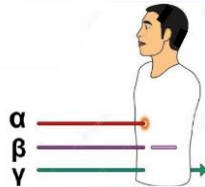


**Common borders. Common solutions.**



***Nuclear Radiations in Environment -  
Toxicological Assessments***

***Radiații nucleare în mediu -  
Evaluări toxicologice***



Black Sea Basin interdisciplinary cooperation network for sustainable joint monitoring of environmental toxicants migration, improved evaluation of ecological state and human health impact of harmful substances, and public exposure prevention

**BSB 27 - MONITOX**

## BSB27-MONITOX

### Programul Operațional Comun BAZINUL MĂRII NEGRE 2014-2020

Perioada de implementare: 20.09.2018-19.09.2021 (36 luni).  
Bugetul total al proiectului este de 952.583,55 EURO, din care contribuția Uniunii Europene (92%) este de 876.576,85 EURO.

### Joint Operational Programme BLACK SEA BASIN 2014-2020

Implementation period: 20.09.2018-19.09.2021 (36 months).  
The total budget of the project is 952,583.55 EURO, of which the contribution of European Union (92%) is 876,576.85 EURO.

## OBIECTIVUL GENERAL AL PROIECTULUI

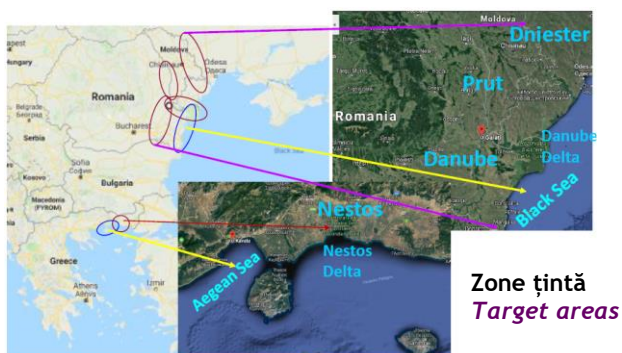
Întărirea cooperării regionale transfrontaliere pentru:

- ❖ îmbunătățirea monitorizării în comun a poluării mediului înconjurător cu substanțe toxice și
- ❖ o mai bună partajare a metodologiei de analiză, a datelor și a informațiilor privind starea ecologică și impactul substanțelor nocive asupra sănătății umane.

## PROJECT OVERALL OBJECTIVE

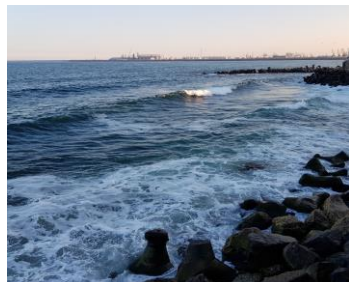
Enhancing regional cross-border cooperation in order to:

- ❖ improve joint monitoring of environmental toxic pollution and
- ❖ better share and exchange of new analysis methodology, data and information on ecological state and human health impact of harmful substances.



## OBIECTIVE SPECIFICE

- ✓ Integrarea expertizei multidisciplinare la nivel înalt și a capacităților de cercetare ale instituțiilor partenere pentru evaluarea holistică a impactului transfrontalier al substanțelor chimice periculoase asupra ecosistemelor din bazinul Mării Negre prin metode armonizate;
- ✓ Îmbunătățirea cunoștințelor tehnice și diversificarea competențelor și competențelor profesioniștilor și tinerilor cercetători pentru monitorizarea comună a mediului înconjurător a substanțelor chimice toxice din bazinul Mării Negre prin practici inovatoare și instrumente moderne;
- ✓ Stimularea conștientizării publicului în zonele bazinului Mării Negre cu privire la problemele de mediu legate de răspândirea toxicilor prin educație și schimbul de informații științifice inovatoare și cunoștințe cu privire la efectele asupra sănătății ale poluanților anorganici, organici și **radioactivi**.



## SPECIFIC OBJECTIVES

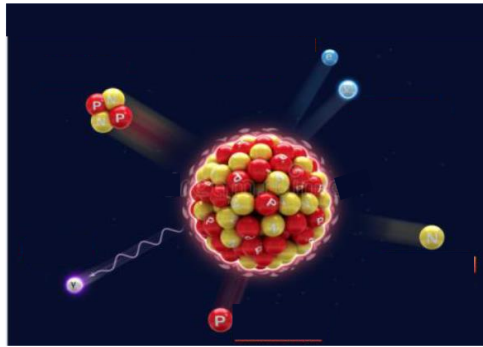
- Integration of the high-level multidisciplinary expertise and research capacities of the partner institutions for the holistic assessment of the cross-border impact of hazardous chemicals on the ecosystems in the Black Sea Basin through harmonized methods;
- Improving the technical knowledge and diversification of skills and competences of professionals and young researchers for joint environmental monitoring of toxic chemicals in Black Sea Basin through innovative practices and modern tools;
- Boosting public awareness in Black Sea Basin areas on the environmental issues related to spread of toxicants by education and sharing innovative scientific information and knowledge on health effects of inorganic, organic and **radioactive** pollutants.

## RADIAȚII NUCLEARE NUCLEAR RADIATIONS



Radiația este emisia, propagarea și transferul de energie în orice mediu sub formă de unde electromagnetice sau particule.

*Radiation is the emission, propagation and transfer of energy in any environment in the form of electromagnetic waves or particles.*



Există mai multe tipuri de radiații ionizante:

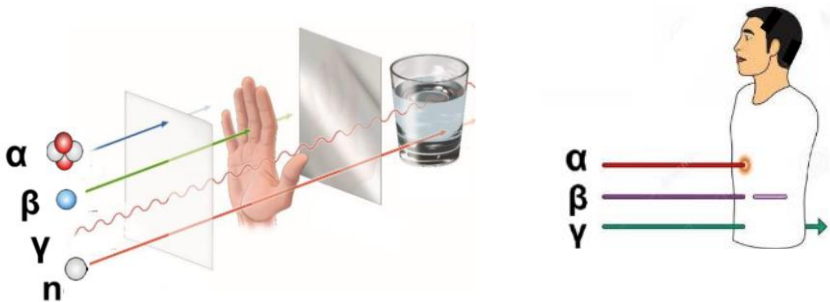
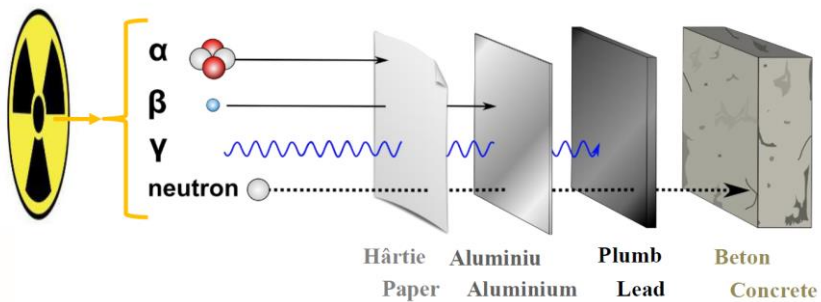
- **Radiația alfa** ( $\alpha$ ) este nucleul de heliu 4, alcătuit din doi neutroni (n) și doi protoni (p). Nu sunt foarte pătrunzătoare: o foaie de hârtie sau pielea umană în sine este suficientă pentru a ne proteja de efectele sale.
- **Radiațiile beta** sunt fluxuri de electroni (beta negativi -  $\beta^-$ ) sau pozitroni (beta pozitivi-  $\beta^+$ ) eliberați în anumite dezintegrări nucleare. Sunt ceva mai pătrunzătoare decât particulele alfa: pot pătrunde pe o foaie de hârtie și între unu și doi centimetri de țesut viu, dar nu pot pătrunde printr-o foiță de aluminiu.

There are several types of **ionizing** radiations:

- **Alpha radiation** ( $\alpha$ ) is the nucleus of helium 4, made up of two neutrons (n) and two protons (p). They are not very penetrating: a sheet of paper or human skin itself is enough to protect us from its effects.
- **Beta radiations** are fluxes of electrons (beta negative -  $\beta^-$ ) or positrons (beta positive-  $\beta^+$ ) released in certain nuclear decays. They are slightly more penetrating than alpha particles: they can penetrate a sheet of paper and between one and two centimeters of living tissue, but they cannot penetrate through an aluminum foil.

- **Radiațiile X și gama** sunt radiații electromagnetice fără sarcină electrică sau masa, destul de penetrante; trec prin foaia de hârtie și folia de aluminiu și, pentru a le opri, este necesar un strat de plumb cu o grosime suficientă.
  - **Neutronii (n)** eliberați în reacțiile nucleare sunt un tip de radiație foarte penetrant. Neavând sarcină electrică, neutronii pătrund cu ușurință în structura anumitor atomi și provoacă divizarea acestora. Ei pot fi absorbiți de anumite elemente chimice, cum ar fi cadmiul sau borul. Un strat de apă sau de beton stopează fasciculele de neutroni.
- **X- and gamma-rays** are electromagnetic radiations without electric charge or mass, quite penetrating; they pass through the sheet of paper and the aluminum foil and, in order to stop them, a layer of lead with a sufficient thickness is necessary.
- **Neutrons (n)** released in nuclear reactions are a very penetrating type of radiation. Having no electrical charge, neutrons easily penetrate the structure of certain atoms and cause them to split. They can be absorbed by certain chemical elements, such as cadmium or boron. A layer of water or concrete stops the neutron beams.

**Puterea de penetrare a diferitelor tipuri de radiații**  
**Penetrating power of different types of radiations**



Radiațiile interacționează diferit cu substanța pe care o traversează, în funcție de natura și energia lor și tipul de material străbătut.

Radiation interacts differently with the substance it passes through, depending on their nature and energy and the type of material they pass through.

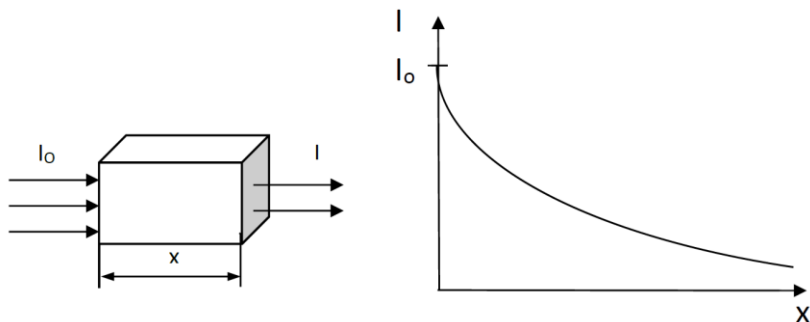
Dacă un fascicul paralel (colimat) de radiații nucleare monocromatice de intensitate inițială  $I_0$  străbate un strat de substanță de grosime  $x$ , intensitatea  $I$  a fasciculului scade după o **lege de atenuare exponențială**:

If a parallel (collimated) beam of monochromatic nuclear radiation of initial intensity  $I_0$  passes through a layer of substance of thickness  $x$ , the intensity  $I$  of the beam decreases according to an **exponential attenuation law**:

$$I(x) = I_0 e^{-\mu x}$$

unde  $\mu$  poartă numele de *coeficient de atenuare* care depinde de natura substanței traversate de fascicul și de energia radiațiilor incidente.

where  $\mu$  is called the *attenuation coefficient* which depends on the nature of the substance traversed by the beam and the energy of the incident radiation.

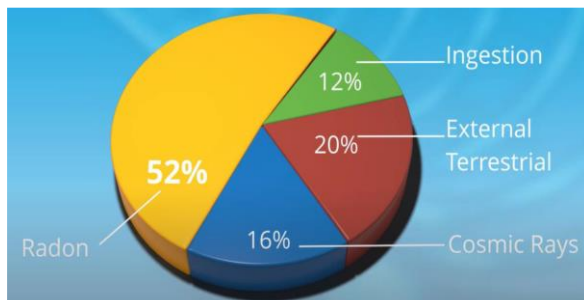


Viața pe Pământ a evoluat în prezența radiațiilor cosmice sau a celor generate de litosferă. Radiațiile ionizante de origine naturală sunt prezente în natura înconjurătoare. În plus față de radiațiile cosmice, radiațiile ionizante sunt produse ca o consecință a prezenței materialelor radioactive existente în scoarța terestră. Trei sferturi din radioactivitatea din mediu provine din elemente naturale. Se consideră că iradierea naturală este responsabilă pentru cel puțin o treime din totalul infirmităților genetice.

Life on Earth has evolved in the presence of cosmic radiation or those generated by the lithosphere. Ionizing radiation of natural origin is present in the surrounding nature. In addition to cosmic radiation, ionizing radiation is produced as a consequence of the presence of radioactive materials in the earth's crust. Three-quarters of the radioactivity in the environment comes from natural elements. Natural irradiation is considered to be responsible for at least one third of all genetic deficiencies.



**Surse naturale de radiații**  
*Natural sources of radiations*



**Contribuția surselor naturale de radiații la doza totală**  
*Contribution of natural sources of radiations to the total dose*

Radioactivitatea naturală de origine terestră se bazează în principal pe radioactivitatea radionuclizilor K-40 și a celor din trei serii radioactive naturale, numite seriile uraniului (U-238), actiniului (U-235) și toriului (Th-232). Radioizotopii care fac parte din cele trei familii radioactive naturale (notate cu A,B,C) sunt legați între ei de transformări succesive  $\alpha$  și  $\beta$ , generatorul fiind radionuclidul cu un timp de înjumătățire ridicat.

Natural radioactivity of terrestrial origin is mainly based on the radioactivity of K-40 radionuclides and those of three natural radioactive series, called the uranium (U-238), actinium (U-235) and thorium (Th-232) series. The radioisotopes that are part of the three natural radioactive families (marked with A, B, C) are linked to each other by successive  $\alpha$  and  $\beta$  transformations, the generator being the radionuclide with a high half-life.

### Serii radionuclidice naturale în mediu

#### *Natural radionuclidic series in environment*

**A** U-238

•  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{234\text{m}}\text{Pa}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{214}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{206}\text{Pb}^*$

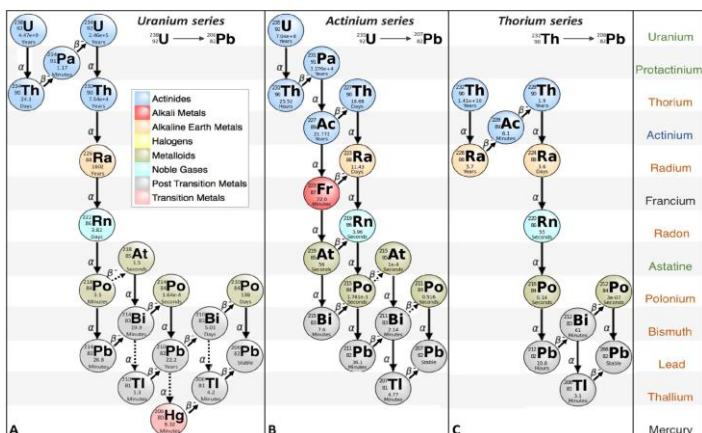
**B** U-235

•  $^{231}\text{Th}$ ,  $^{231}\text{Pa}$ ,  $^{227}\text{Ac}$ ,  $^{223}\text{Ac}$ ,  $^{223}\text{Fr}$ ,  $^{219}\text{At}$ ,  $^{227}\text{Th}$ ,  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{219}\text{Rn}$ ,  $^{215}\text{Bi}$ ,  $^{215}\text{Po}$ ,  $^{211}\text{Pb}$ ,  $^{211}\text{Bi}$ ,  $^{207}\text{Tl}$ ,  $^{207}\text{Pb}^*$

**C** Th-232

•  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ ,  $^{216}\text{Po}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{212}\text{Bi}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{212}\text{Po}$ ,  $^{208}\text{Pb}^*$

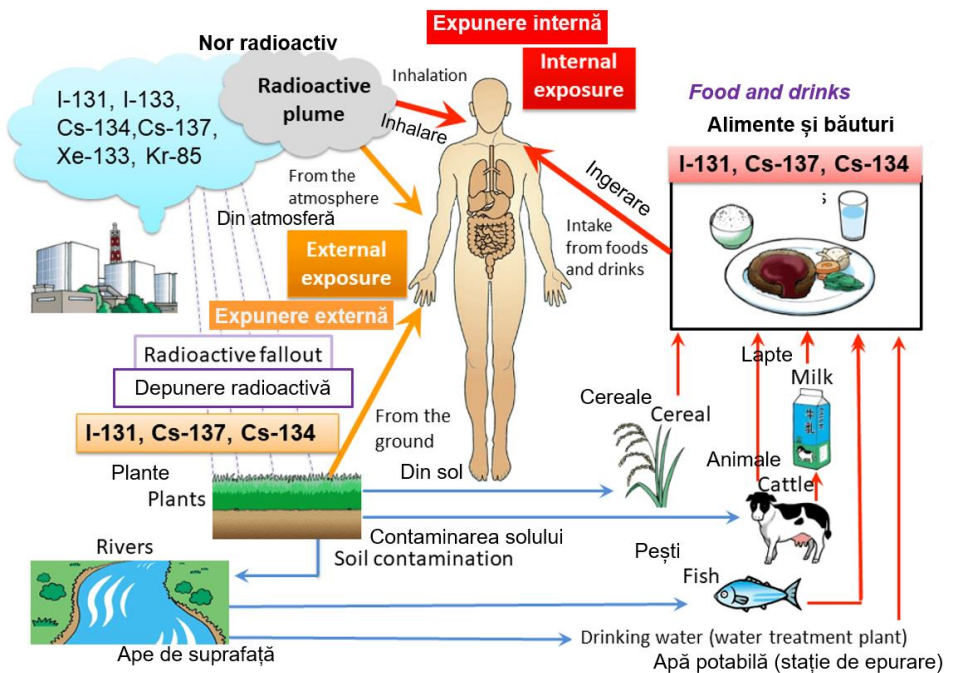
\* Izotop stabil / *Stable isotope*





La sursele de iradiere naturală se adaugă radioactivitatea artificială. Activitățile umane conduc la o creștere treptată și continuă a cantității de radiații primite de organisme. Pe lângă sursele de radiații controlate din medicină, industrie și cercetare, există și anumite surse necontrolate de poluare radioactivă: căderile radioactive ca produse ale exploziilor nucleare și testelor armelor și reziduurile radioactive produse de activitățile economice și de cercetare.

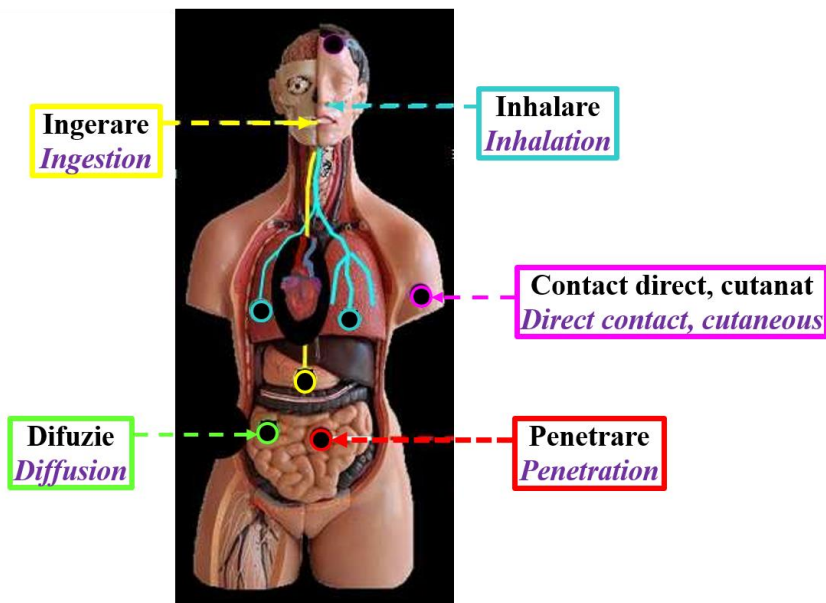
Artificial radioactivity is added to natural irradiation sources. Human activities lead to a gradual and continuous increase in the amount of radiation received by organisms. In addition to controlled radiation sources in medicine, industry and research, there are also some uncontrolled sources of radioactive pollution: radioactive falls as products of nuclear explosions and weapons testing and radioactive waste produced by economic and research activities.

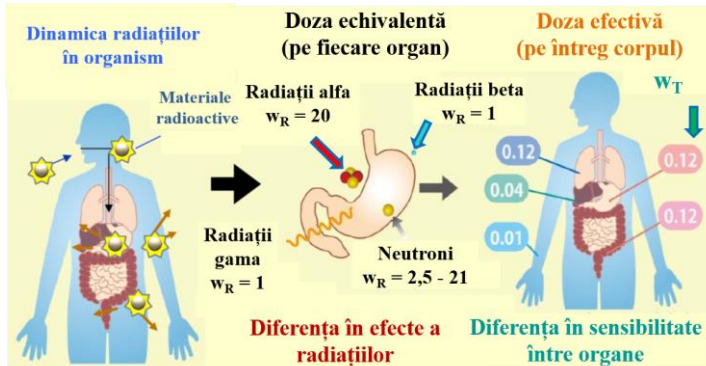


**Surse artificiale de radiații - accident nuclear**  
*Artificial sources of radiations - nuclear accident*

*Contaminarea radioactivă* reprezintă transferul de material radioactiv din mediu la diferite structuri, obiecte sau organisme, fiind *externă* (prin depunere pe suprafața receptorului) sau *internă* (prin pătrundere în interiorul receptorului).Principalele căi de expunere a organismului uman la radiațiile ionizante sunt prin inhalare, ingerare, difuzie și penetrare a materialelor radioactive (contaminare internă), sau prin contact direct, cutanat, cu materiale radioactive depuse pe piele, păr, unghii (contaminare externă).

*Radioactive contamination* is the transfer of radioactive material from the environment to various structures, objects or organisms, being external (by deposition on the surface of the receiver) or internal (by penetration inside the receiver). The main routes of exposure of the human body to ionizing radiation are by inhalation, ingestion, diffusion and penetration of radioactive materials (internal contamination), or by direct, cutaneous, contact with radioactive materials deposited on the skin, hair, nails (external contamination).





Există două tipuri de efecte biologice ale radiațiilor ionizante:

- efecte somatice,
- efecte genetice.

**Efectele somatice** apar la individul iradiat sub formă de leziuni ale pielii, modificări ale compoziției sângelui, degradări ale oaselor, degradarea sistemului nervos, neoplasme etc.

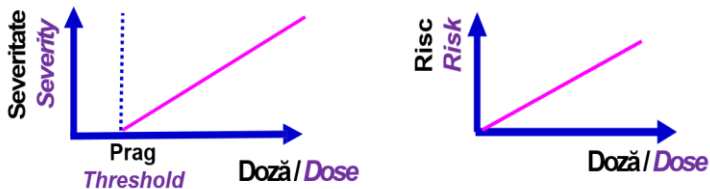
**Efectele genetice** apar la generațiile următoare individului iradiat prin modificări ale codului genetic precum: malformații, aberații cromozomiale, deficiență mintală etc.

There are two types of biological effects of ionizing radiation:

- somatic effects,
- genetic effects.

**Somatic effects** occur in the irradiated individual in the form of skin lesions, changes in blood composition, bone degradation, nervous system degradation, neoplasms, etc.

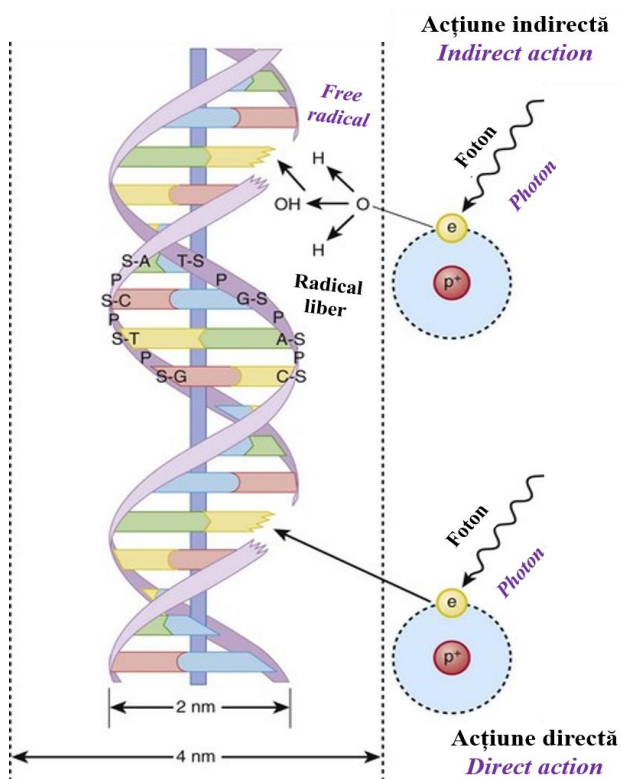
**Genetic effects** occur in the next generations of the individual irradiated by changes in the genetic code such as: malformations, chromosomal aberrations, mental deficiency, etc.

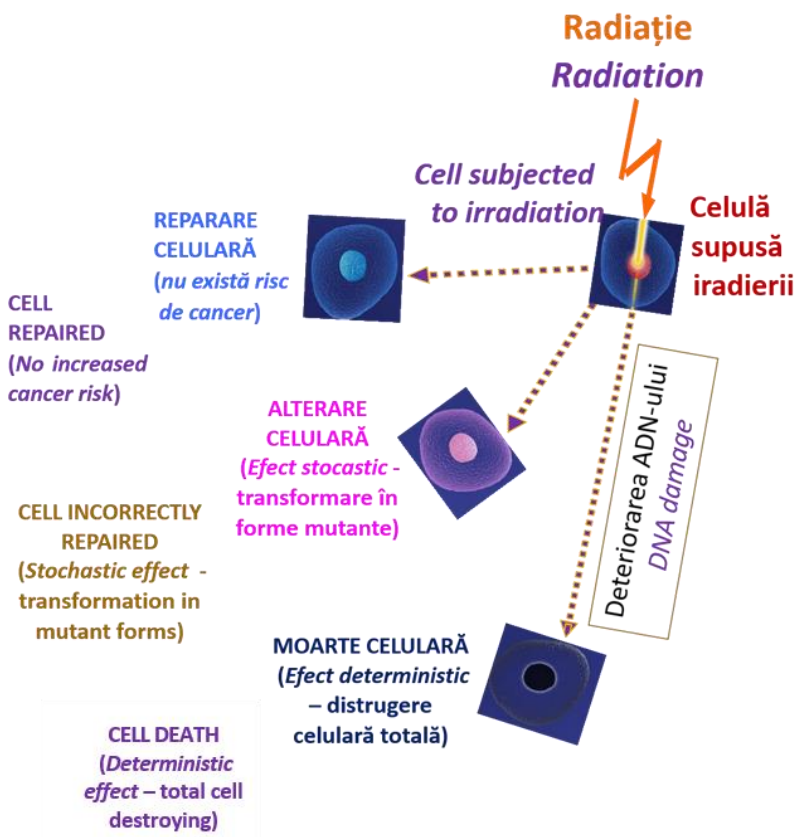


Relația doză-efect în cazul efectelor: a) deterministice; b) stocastice  
 Dose-effect relationship in case of effects: a) deterministic; b) stochastic

În cazul în care materia cu care interacționează radiația este un țesut biologic cu un conținut ridicat de apă, ionizarea moleculelor de apă poate da naștere la așa-numiții *radicali liberi* care prezintă o mare reactivitate chimică, suficientă pentru a modifica moleculele importante care fac parte din țesuturile ființelor vii. Aceste modificări pot include modificări chimice în ADN, molecula organică de bază care face parte din celulele care alcătuiesc corpul nostru.

If the matter which the radiation interacts with is a biological tissue with a high water content, the ionization of water molecules can give rise to so-called free radicals that have a high chemical reactivity, sufficient to modify important molecules that are part of the tissues of living beings. These changes may include chemical changes in DNA, the basic organic molecule that is part of the cells that make up our body.





## Tipurile de modificări celulare provocate de radiațiile ionizante. Types of cellular changes caused by ionizing radiation.

Creșterea și diversificarea utilizării izotopilor radioactivi și a energiei nucleare determină și o amplificare a riscului de radiocontaminare a mediului și a organismelor vii.

The increase and diversification of the use of radioactive isotopes and nuclear energy also increases the risk of radio contamination of the environment and living organisms.

Radionuclizii care ajung în aer, apă și sol afectează biosfera prin lanțurile trofice și sunt transferați și în organismul uman.

Comitetul științific al Națiunilor Unite privind efectele radiațiilor atomice (UNSCEAR, 2000) a estimat, la nivel global, că sursele naturale au o contribuție la doza efectivă anuală de 2,4 mSv an<sup>-1</sup>; din aceasta, 1,2 mSv se datorează radonului, 0,5 mSv radiațiilor gamma terestre, 0,4 mSv radiațiilor cosmice și 0,3 mSv ingestiei de alimente și apă. La această doză se mai adaugă contribuția fondului artificial de radiații, de 0,6 mSv an<sup>-1</sup>.

Radionuclides that reach the air, water and soil affect the biosphere through food chains and are also transferred to the human body.

The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR, 2000) has estimated, globally, that natural sources have a contribution to the effective annual dose of 2.4 mSv year<sup>-1</sup>; of this, 1.2 mSv is due to radon, 0.5 mSv to terrestrial gamma radiation, 0.4 mSv to cosmic radiation and 0.3 mSv to food and water intake. To this dose, is added the contribution of 0.6 mSv year<sup>-1</sup> of the artificial radiation background.

## REFERINȚE / REFERENCES

- IAEA (2014), International Atomic Energy Agency, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards.
- ICRP (2007), The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of ICRP, Publication 103.
- UNSCEAR (2000), United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, *Report to the General Assembly, with scientific annexes*, Vol. 1: Sources and Effects of Ionising Radiation, 2000
- Tan Change Laura, *Answers Research Journal* 9 (2016):149-162.
- Zubcov E., Ene A.(Ed.) (2021), Ghid metodologic ecotoxicologic de monitorizare a mediului: problematică, tehnici de laborator și investigarea riscului asupra sănătății, Chișinău.
- <https://www.env.go.jp/en/chemi/rhm/basic-info/>
- <https://www.freepik.com/free-photos-vectors/radioactive>
- <https://www.shutterstock.com/search/radiation+human+body>
- <https://www.enec.gov.ae/discover/fueling-the-barakah-plant/what-is-radiation/>
- <http://www.anpm.ro/ro/efectele-radiatiilor-asupra-sanatatii-oamenilor>
- <https://www.nuklearesicherheit.de/en/science/physics/ionising-radiation/types-of-ionising-radiation/>
- <https://radiologykey.com/radiation-bioeffects-risks-and-radiation-protection-in-medical-imaging-in-children/>
- <https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation>

## PARTNERS



### Leader Partner 1 (LP1) - UDJG

*“Dunarea de Jos” University of Galați*

47 Domneasca St., 800008, Galati, Romania

Tel.: (+40) 336 130109; fax: (+40) 236 461353

E-mail: rectorat@ugal.ro

Website: www.ugal.ro

Project Manager: Antoaneta ENE, prof. dr. habil. eng. phys.



### Partner 2 (PP2) - IZ

*Institute of Zoology*

1 Academiei St., MD2028, Chisinau, Republic of Moldova

Tel. /fax: (+373) 22 739809

E-mail: izoolasm@yahoo.com

Website: www.zoology.asm.md

Project Coordinator: Elena ZUBCOV, mem.cor., prof. dr. hab.



### Partner 3 (PP3) - IHU

*International Hellenic University*

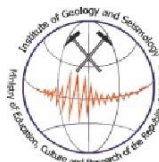
Ag. Loukas St., GR-65404, Kavala, Greece

Tel. /fax: (+30) 2510462148

Email: tspanos@chem.ihu.gr

Website: <https://www.ihu.gr>

Project Coordinator: Thomas SPANOS, prof. dr.



### Partner 4 (PP4) - IGS

*Institute of Geology and Seismology*

60/3 Gheorghe Asachi St., MD2028, Chisinau, Republic of Moldova

Tel.: (+373) 22 739027; fax: (+373) 22 739663

E-mail: cancelarie.igs@asm.md, cancelarie.igs.asm@gmail.com

Website: igs.asm.md

Project Coordinator: Oleg BOGDEVICH, dr., conf.



### Partner 5 (PP5) - DDNI

*Danube Delta National Institute for Research and Development*

165 Babadag St., 820112, Tulcea, Romania

Tel. /fax: (+40) 240 531 520/(+40) 240 533 547

E-mail: office@ddni.ro

Website: www.ddni.ro

Project Coordinator: Liliana TEODOROF, dr.

Facebook address: [fb.me/Monitox.project.BSB27](https://fb.me/Monitox.project.BSB27)

Project website: [www.monitox.ugal.ro](http://www.monitox.ugal.ro)

Author of the thematic brochure:

Prof.dr.habil. Antoaneta Ene



The editor of the material: Dunarea de Jos University of Galati

Address: Domneasca 47 St., 800008 Galati, Romania

Phone: +40336130251

E-mail: [monitoxbsb@gmail.com](mailto:monitoxbsb@gmail.com)

Website: [www.ugal.ro](http://www.ugal.ro)

Joint Operational Programme Black Sea Basin 2014-2020  
Dunarea de Jos University of Galati  
August 2021

Joint Operational Programme Black Sea Basin 2014-2020 is co-financed by the European Union through the European Neighbourhood Instrument and by the participating countries: Armenia, Bulgaria, Georgia, Greece, Republic of Moldova, Romania, Turkey and Ukraine.  
This publication was produced with the financial assistance of the European Union. Its contents are the sole responsibility of *Dunarea de Jos University of Galati* and do not necessarily reflect the views of the European Union.