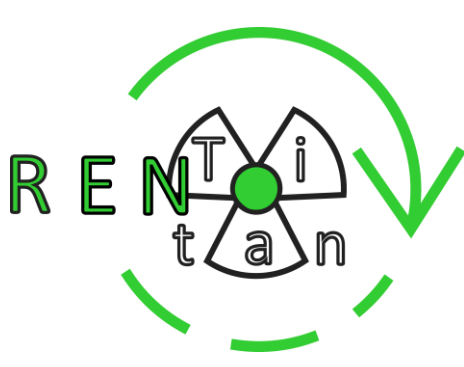


RENO-TITAN: Từ đen thành trắng

An toàn bức xạ trong khai thác và chế biến cát khoáng vật nặng tại Việt Nam



GEFÖRDERT VOM



Conrad Dorer¹, Christian Kunze², Nguyễn Bá Tiến³, Lê Hùng Anh⁴, Lars Uhlig⁵, Anna Belousova⁵, Niclas Schuster¹, Petra Schneider¹

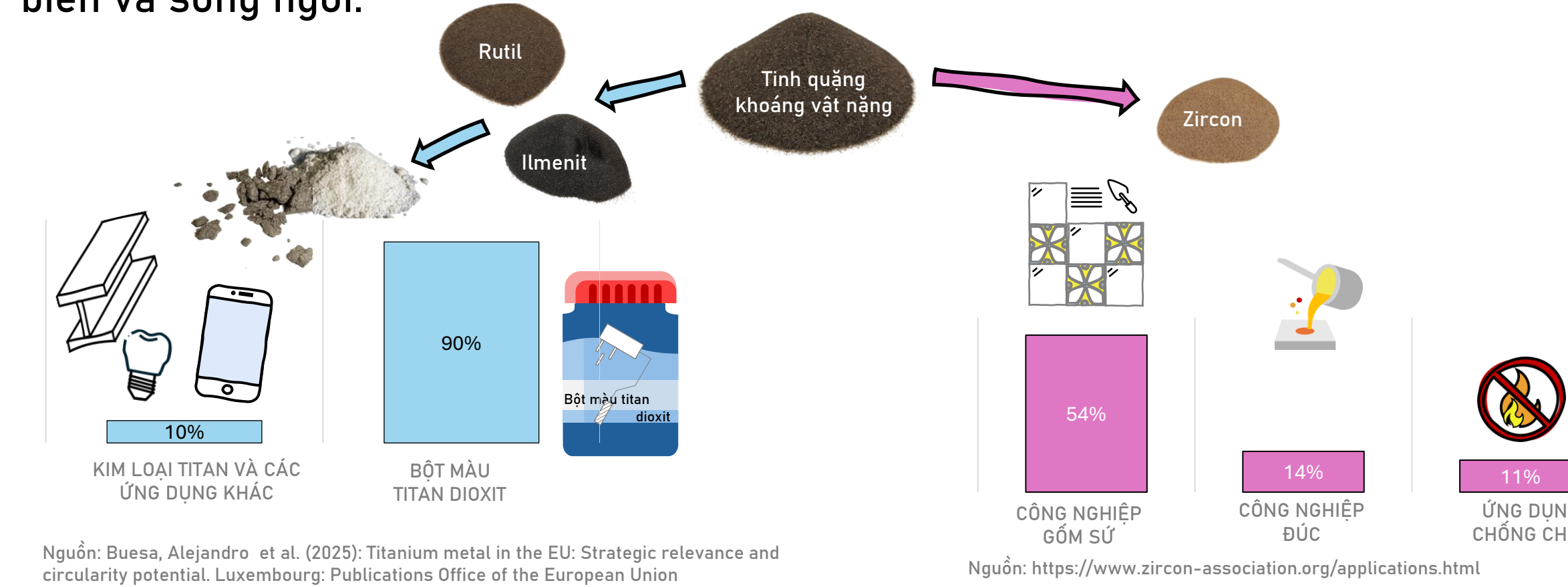
¹ Hochschule Magdeburg-Stendal, Đức ² Eurofins IAF Radioökologie GmbH, Radeberg, Đức ³ Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân, Hà Nội, Việt Nam
⁴ Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam, ⁵ G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Đức

Tóm tắt

Dự án hợp tác Đức-Việt thuộc chương trình CLIENT-II RENO-TITAN (04/2023-03/2026), do Trường Đại học Khoa học Ứng dụng Magdeburg-Stendal điều phối phía Đức, tập trung vào việc cải thiện quản lý các chất thải/tồn dư khai khoáng của ngành công nghiệp titan Việt Nam, trong đó các nhân phóng xạ có nguồn gốc tự nhiên có thể bị tích tụ, đồng thời xem xét các vấn đề liên quan đến khai khoáng có trách nhiệm. Các tỉnh Lâm Đồng và Quảng Trị được chọn làm khu vực tham chiếu. Một mặt, các dòng vật chất được ghi nhận và đặc trưng hóa một cách có hệ thống nhằm tạo cơ sở vững chắc cho công tác an toàn bức xạ và bảo vệ môi trường. Mặt khác, các phương án tái sử dụng và thải bỏ an toàn được đánh giá; trên cơ sở đó, dự án xem xét các điều kiện kỹ thuật và pháp lý cần thiết để có thể triển khai việc tái sử dụng một cách có trách nhiệm, ví dụ trong vật liệu xây dựng..

Cát khoáng vật nặng được khai thác để làm gì?

Cát khoáng vật nặng được khai thác chủ yếu nhằm thu hồi các khoáng vật titan như ilmenit ($FeTiO_3$) và rutil (TiO_2). Từ đó, người ta sản xuất chủ yếu titan dioxit có độ tinh khiết cao (TiO_2), là sắc tố trắng quan trọng nhất, ví dụ dùng trong sơn và vecni, giấy, nhựa, cũng như kim loại titan, được ứng dụng trong hàng không, công nghiệp hóa chất và y học. Zircon, thường cũng được thu hồi trong quá trình này, được sử dụng trong gốm sứ và các ứng dụng chịu lửa ở nhiệt độ cao. Các nguyên liệu này thường có nguồn gốc từ các mỏ sa khoáng trong trầm tích ven biển và sông ngòi.



Nguồn: Buesa, Alejandro et al. (2025). Titanium metal in the EU: Strategic relevance and circularity potential. Luxembourg: Publications Office of the European Union
 Nguồn: <https://www.zircon-association.org/applications.html>

Trong ba câu ...

Cát khoáng vật nặng cung cấp ilmenit và rutil cho sản xuất bột màu titan dioxit (TiO_2) và kim loại titan.

Trong quá trình sản xuất, các nhân phóng xạ tự nhiên bị làm giàu/tập trung lại (NORM).

Dự án CLIENT-II RENO-TITAN đã nghiên cứu việc quản lý và khả năng tái sử dụng các chất tồn dư NORM từ khai thác cát khoáng vật nặng và quá trình chế biến tiếp theo..

Khai thác cát khoáng vật nặng ở Việt Nam

Ở Việt Nam, hoạt động khai thác cát khoáng vật nặng tập trung tại một số đoạn bờ biển được lựa chọn ở miền Trung và miền Nam Việt Nam, trong đó có các tỉnh Quảng Trị và Lâm Đồng – khu vực ven biển thuộc tỉnh Bình Thuận trước đây.



Quy hoạch tổng thể của Việt Nam về thăm dò, khai thác và chế biến khoáng sản giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, đặt mục tiêu nâng cao giá trị gia tăng, từ sản xuất tinh quặng, chế biến sâu đến sản xuất bột màu titan dioxit (TiO_2).

Kết quả

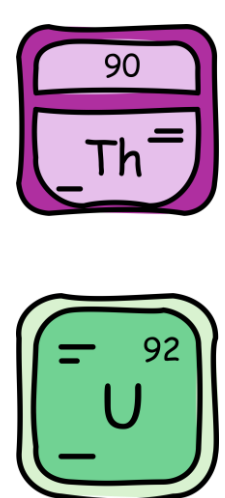
Sơ đồ quy trình: Các phép đo phóng xạ và cơ học đất từ khâu khai thác lộ thiên đến các sản phẩm khoáng sản sau tuyển khoáng và chế biến ở Việt Nam, minh họa qua trường hợp của hai doanh nghiệp tại các tỉnh Quảng Trị và Lâm Đồng của Việt Nam.

Cát khoáng vật nặng (sa khoáng trầm tích)	Khối lượng riêng hạt [g/cm ³]	Suất liều tại chỗ [nSv/h]	Sự làm giàu	
			U-238 (so với cát ban đầu)	Th-232 (so với cát ban đầu)
Khai thác ướt (bằng tàu hút)	2,64-2,66	100-190	1	1
	2,64-2,65	100-110	1	1
Tuyển trọng lực ướt / băng sàng xoắn	2,64	130-160	0,3	0,3
	2,64	75	0,4	0,6
Tinh quặng khoáng vật nặng	3,04	240-250	6	8
	---	---	4	11
Tuyển ướt và tuyển khô / tuyển từ và tuyển điện	3,68-3,78	700-1.900	50-80	70-120
	4,49-4,52	700-1.700	90; Bụi 270	100; Bụi 560
Cát thải sau lần tách cơ học thứ nhất tại mỏ lộ thiên	4,30	KDL	10	12
	4,55; Bụi 4,24	1.500	30	50
Cát zircon (tối thiểu 65%)	4,60	2.000	350	70
	4,64	2.300	450	90
Rutil	3,95	1.900 (90%)	40	35
	KAD	KAD	KAD	KAD
Pseudo-Rutil	KAD	KAD	KAD	KAD
	KDL	1.300	KDL	KDL
Monazit	4,8-5,3*	16.000 (57%)	2.400	17.000
	---	10.000 (80%)	KDL	KDL
Cát thải tại địa điểm chế biến	3,11-3,51	300-1.100	7-70	10-130
	KDL	KDL	KDL	KDL

* Số liệu từ tài liệu tham khảo KAD = không áp dụng KDL = Không có dữ liệu

Vì sao NORM có vai trò quan trọng?

Trong quá trình khai thác và chế biến – đặc biệt là tuyển khoáng – cát khoáng vật nặng, do đặc thù của quy trình công nghệ, có thể phát sinh các dòng vật chất trong đó các nhân phóng xạ có nguồn gốc tự nhiên được làm giàu; vì vậy, vật liệu phóng xạ có nguồn gốc tự nhiên – NORM (naturally occurring radioactive material) – có thể xuất hiện cả trong sản phẩm lẫn trong cát thải.

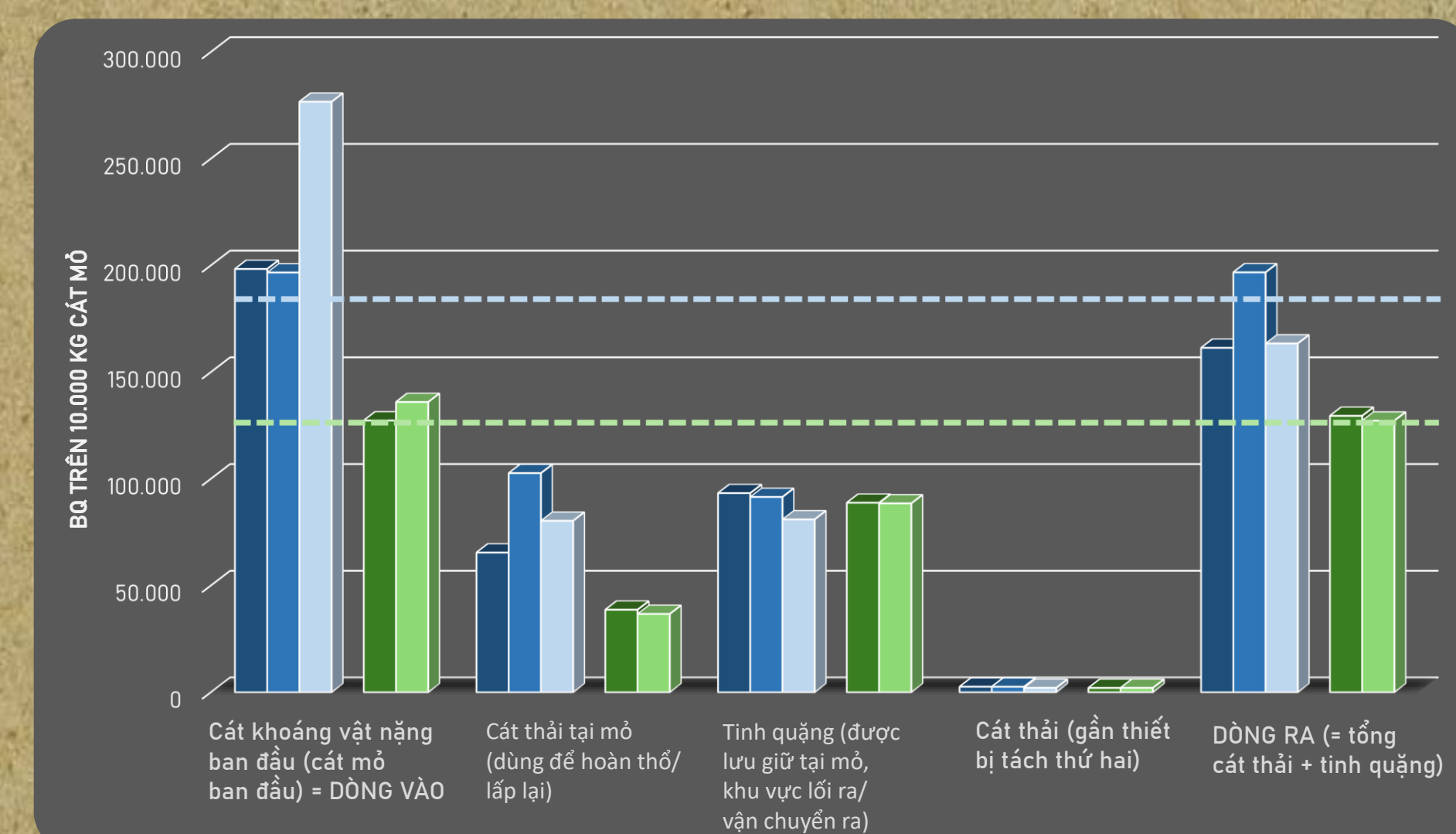


Điều này đặc biệt liên quan đến một số khoáng vật đi kèm trong khai thác cát khoáng vật nặng, chẳng hạn như monazit và zircon, vốn chứa các nhân phóng xạ thuộc chuỗi phân rã của urani và thori. Tùy theo thành phần khoáng vật ban đầu và phương thức vận hành quy trình, các nhân phóng xạ có thể tập trung trong một số phân đoạn nhất định.

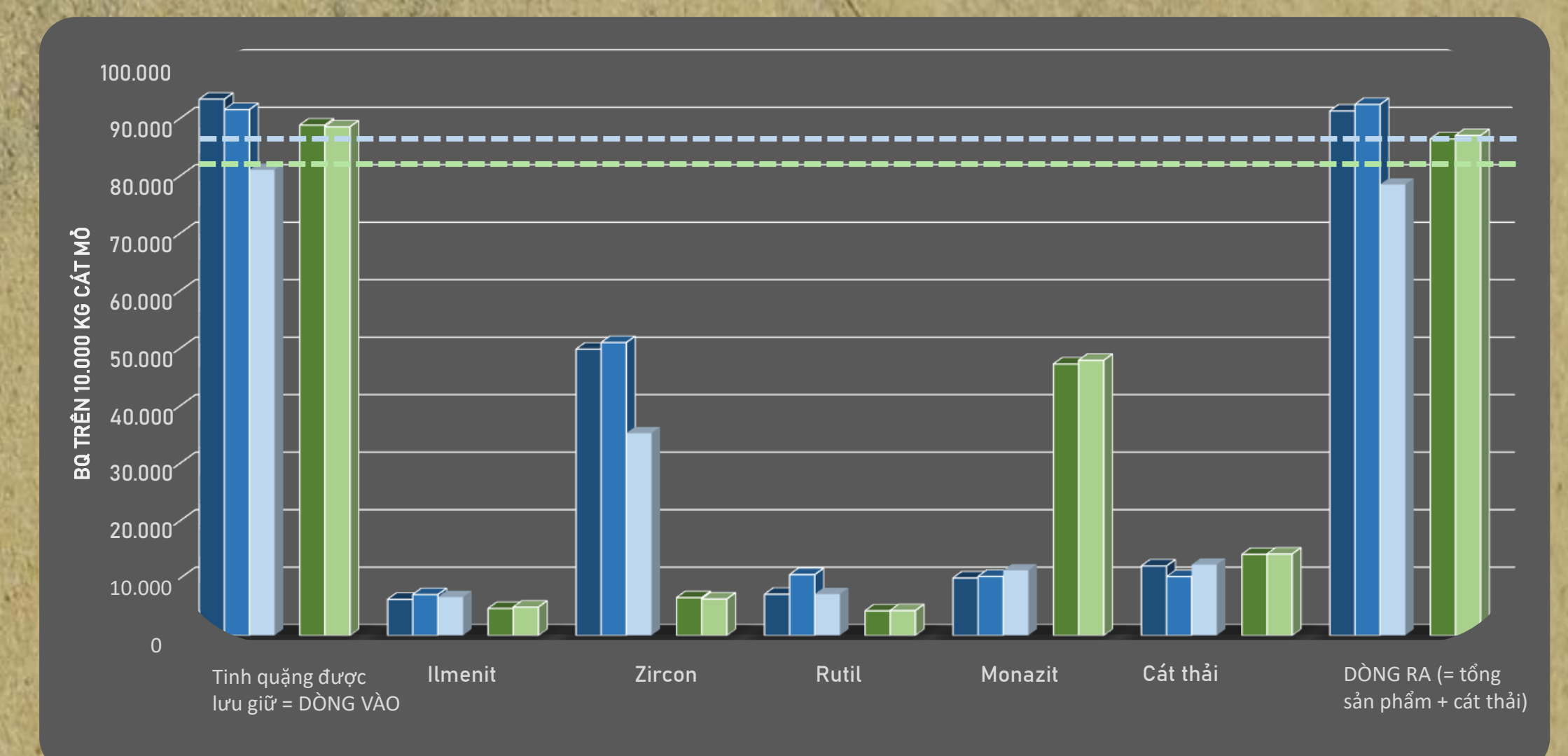
Cân bằng nhân phóng xạ là gì?

Cân bằng nhân phóng xạ là việc đối chiếu một cách hệ thống các dòng hoạt độ gắn với vật chất đi vào và đi ra – ở dạng rắn, lỏng và khí – tại một điểm nút riêng lẻ trong một quá trình công nghệ hoặc công nghiệp, hoặc trong một hệ thống được giới hạn về không gian và thời gian. Việc đối chiếu này được thực hiện trên cơ sở lưu lượng khối lượng của từng dòng thành phần và hoạt độ riêng tương ứng, tức nồng độ hoạt độ, đối với các nhân phóng xạ liên quan. Cân bằng nhân phóng xạ nhằm kiểm tra xem tất cả các dòng vật chất có liên quan đã được ghi nhận đầy đủ về mặt hoạt độ được đưa vào hoặc thải ra khỏi quá trình hay chưa, đồng thời làm rõ sự tái phân bố và sự làm giàu của từng nhân phóng xạ riêng lẻ.

Cân bằng nhân phóng xạ: [U-238, Ra-226, Pb-210 / Ra-228, Th-228]



Cân bằng nhân phóng xạ ở công đoạn "thượng nguồn" trong khai thác lộ thiên và tuyển khoáng cát khoáng vật nặng (từ cát ban đầu đến tinh quặng)



Cân bằng nhân phóng xạ ở công đoạn "hạ nguồn" trong nhà máy chế biến (từ tinh quặng đến sản phẩm)

Khuyến nghị

- Áp dụng một cách tiếp cận thống nhất, dựa trên rủi ro đối với công tác bảo vệ bức xạ trong khai thác và chế biến cát khoáng vật nặng ở Việt Nam, nhằm bảo đảm các đánh giá chính xác về chuyên môn, tương xứng và có cơ sở pháp lý, đồng thời tránh tình trạng quản lý quá mức hoặc chưa đầy đủ ở cấp tỉnh.
- Thực hiện quan trắc thông qua các phép đo định kỳ về suất liều gamma, radon và các nhân phóng xạ liên quan đến bụi, cũng như quan trắc nước ngầm với trọng tâm là radium-226 và radium-228, để các ước tính liều có thể được suy luận một cách minh bạch và các biện pháp bảo vệ được xác định có mục tiêu.
- Đối với cát thải: bảo vệ môi trường và nguồn nước thông qua các khu vực lưu giữ được chống thấm, có kiểm soát nước rò rỉ.
- Đối với cát thải: có thể xem xét tái sử dụng làm vật liệu xây dựng, nếu đáp ứng yêu cầu kỹ thuật xây dựng, trên cơ sở áp dụng tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 397:2007 "Hoạt độ phóng xạ tự nhiên của vật liệu xây dựng – Mức an toàn trong sử dụng và phương pháp thử", theo nhiều phương án khác nhau, đồng thời cũng xét đến tình trạng thiếu hụt cát xây dựng hiện nay trong nước.