

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH TIÊU CHÍ VỀ ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN VÀ MÔI TRƯỜNG THEO IAEA LÀM CƠ SỞ PHỤC VỤ LỰA CHỌN VỊ TRÍ CHôn NÔNG CHẤT THẢI PHÓNG XẠ TẠI VIỆT NAM

TRỊNH THỊ THÚY¹, NGUYỄN VĂN ĐÔNG¹, HỒ TIẾN CHUNG¹, VŨ VĂN TUYẾN¹, NGUYỄN THỊ HIỀN AN¹, NGUYỄN NGỌC TRÂM¹, LÊ CHÍ PHÚC¹, ĐOÀN THẾ HÙNG²

¹Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

²Tổng Hội Địa chất Việt Nam

Tóm tắt:

Chất thải phóng xạ là vật liệu có chứa hoặc bị ô nhiễm hạt nhân phóng xạ ở nồng độ hoặc hoạt độ lớn hơn mức cho phép, có ảnh hưởng xấu tới môi trường và sức khỏe của con người. Phương pháp chôn nông chất thải phóng xạ có hoạt độ thấp và trung bình đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới nhằm cách ly và giảm thiểu tác động tới môi trường sống. Vị trí được lựa chọn cho chôn lấp chất thải phóng xạ cần có các tiêu chí cụ thể, tùy thuộc vào đặc điểm, điều kiện, quan điểm của mỗi quốc gia và tuân theo quy định của IAEA. Có 11 tiêu chí cụ thể về điều kiện tự nhiên và môi trường được chỉ ra nhằm xác định một khu vực đủ điều kiện để chôn nông chất thải phóng xạ tại Việt Nam gồm: 1) địa chất; 2) địa chất thủy văn; 3) địa hóa; 4) địa chấn và kiến tạo; 5) địa hình; 6) khí tượng thủy văn; 7) an ninh, an toàn; 8) vận chuyển chất thải; 9) kinh tế; 10) điều kiện xã hội; 11) bảo vệ môi trường.

Từ khóa: Chất thải phóng xạ, IAEA, chôn nông chất thải phóng xạ.

Ngày nhận bài: 20/12/2022. *Ngày sửa chữa:* 20/1/2023. *Ngày duyệt đăng:* 10/2/2023.

Developing natural and environmental indicators for siting nuclear waste landfills in Vietnam, following IAEA guidelines

Abstract:

Radioactive waste is material that contains or is contaminated with radionuclides at concentrations or activity greater than allowable levels, which has adverse effects on the environment and human health. In order to isolate and minimize the impact of low and medium activity radioactive waste on the living environment, the shallow burial method has been widely applied in over the world. The location selected for radioactive waste burial needs specific criteria, depending on each country's characteristics, conditions, and opinions, and in accordance with IAEA regulations. The article has pointed out that there are 11 specific criteria on natural and environmental conditions to determine an area eligible for the near surface disposal of radioactive waste in Vietnam, including: 1) geology; 2) hydrogeology; 3) geochemistry; 4) tectonics and seismicity; 5) topography; 6) hydrometeorology; 7) security, safety; 8) transport of waste; 9) economy; 10) social conditions; 11) environmental protection.

Keywords: Radioactive waste, IAEA, near surface disposal of radioactive waste.

JEL Classifications: O44, P18, Q53.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự phát triển của nhân loại mang tính tất yếu khách quan, kéo theo đó là những nhu cầu cơ bản ngày càng gia tăng. Các cuộc cách mạng về khoa học kỹ thuật đã giúp con người cải thiện đời sống vật chất và tinh thần, đặc biệt là trong công nghiệp với việc ứng dụng công nghệ hạt nhân trong lĩnh vực y học và sản xuất năng lượng. Sử dụng các hạt nhân phóng xạ trong lĩnh vực trên một mặt giúp giải quyết nhanh các nhu cầu cấp bách của nhân loại nhưng mặt khác cũng để lại các hậu quả khôn lường nếu không có các biện pháp, quy trình khoa học chặt chẽ trong quá trình vận hành cũng như xử lý chất thải phóng xạ (CTPX).

Các nghiên cứu với mục đích cách ly CTPX với môi trường sống đã được đề xuất từ những năm 50 của thế kỷ

20 gồm: để ngoài không gian, để vào các lỗ khoan sâu, để ở khu vực đới hút chìm, để dưới biển, để ở đáy đại dương, để trong các lớp băng vĩnh cửu hay chôn vùi địa chất [5]. Tuy nhiên, các đề xuất trên ít nhiều có tính khả thi chưa cao nên chưa được áp dụng vào thực tế. Đối với CTPX có hoạt độ thấp và trung bình, phương pháp xử lý chôn nông đã được nhiều quốc gia áp dụng và được cơ quan năng lượng nguyên tử quốc tế (IEAE) khuyến khích sử dụng [4,8]. Việc lựa chọn vị trí chôn lấp CTPX tùy vào các đặc điểm tự nhiên (địa chất, địa hình, địa mạo, thủy văn, khí hậu...), điều kiện kinh tế - xã hội, bảo vệ môi trường, an ninh an toàn... và quan điểm của mỗi quốc gia song hầu hết đều tuân theo các nguyên tắc khoa học chung, được tập hợp lại thành các khuyến nghị và công bố bởi IAEA [8].



Việt Nam đã quy hoạch xây dựng hai nhà máy điện hạt nhân đầu tiên tại tỉnh Ninh Thuận với tổng công suất 4.000 MWe nhưng đã bị tạm dừng với lý do về hiệu quả kinh tế đem lại và sau hàng loạt sự cố về rò rỉ CTPX tại một số nhà máy điện hạt nhân trên thế giới. Tuy nhiên, Việt Nam là một trong 197 nước tham gia hiệp ước giảm phát thải nhà kính [6] với cam kết đạt đến trung hòa carbon (net zero) vào năm 2050 thì vấn đề phát triển năng lượng điện hạt nhân là cần thiết để đảm bảo nhu cầu năng lượng cho phát triển kinh tế [1]. Vì vậy, chiến lược và quy hoạch quản lý, lưu giữ, xử lý, chôn cất các CTPX hoạt độ thấp và trung bình cần sớm được đặt ra. Tại Quyết định số 2376/QĐ-TTg ngày 28/12/2010 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã đưa ra bộ Tiêu chí lựa chọn địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ gồm 5 nhóm tiêu chí về: (1) điều kiện tự nhiên; (2) bảo vệ môi trường; (3) điều kiện xã hội; (4) an ninh an toàn; (5) kinh tế [15]. Tuy nhiên các quy định này vẫn mang tính chất khái quát, định hướng mà chưa cụ thể, chuẩn hóa được nội hàm các tiêu chí cụ thể.

Trong bài báo này, trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm của thế giới, các bài học của các nước lân cận, đặc biệt các khuyến cáo và tiêu chí của IAEA và quy định pháp luật của Việt Nam, chúng tôi sẽ đưa ra các tiêu chuẩn cụ thể cho từng tiêu chí về điều kiện tự nhiên và môi trường phục vụ việc lựa chọn vị trí chôn nòng CTPX tại Việt Nam.

2. TIÊU CHÍ LỰA CHỌN VỊ TRÍ CHÔN NÔNG CHẤT THẢI PHÓNG XẠ CỦA CÁC NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

2.1. Tổng quan về tình hình chôn lấp CTPX trên thế giới

Theo định nghĩa của của đại học Oxford, Anh thì “CTPX là vật liệu có chứa hoặc bị ô nhiễm hạt nhân phóng xạ ở nồng độ hoặc hoạt độ lớn hơn mức cho phép do cơ quan quản lý

của từng quốc gia thiết lập và không được sử dụng” [12]. Theo Luật Năng lượng nguyên tử năm 2008, tại điều 3, khoản 11, chất thải phóng xạ là: “chất thải chứa chất phóng xạ hoặc vật thể bị nhiễm bản phóng xạ phải thải bỏ” [11].

Bản chất của chất thải phóng xạ thường chứa một lượng hạt nhân phóng xạ: các nguyên tố ở trạng thái không bền phân rã, phát ra bức xạ ion hóa, có thể gây nguy hiểm cho con người và môi trường. Bức xạ của những đồng vị phóng xạ tồn tại ở các dạng và mức độ khác nhau trong những thời gian khác nhau. Do vậy việc quản lý, xử lý chất thải phóng xạ cần có các quy trình và công nghệ khác nhau để không ảnh hưởng xấu tới môi trường sống.

Hàng năm, thế giới thải trung bình khoảng 0,4 triệu tấn CTPX [13]. Tuy nhiên không phải tất cả là CTPX có hoạt độ phóng xạ cao. Theo tiêu chuẩn an toàn CTPX (RADWASS) do IAEA ban hành năm 1994, dưới góc độ nguồn gốc có thể phân loại CTPX chi tiết thành 06 cấp độ khác nhau [9], cụ thể: (1) Chất thải miễn trừ (EW); (2) Chất thải có tuổi thọ rất ngắn (VSLW); (3) Chất thải ở mức độ rất thấp (VLLW); (4) Chất thải ở mức độ thấp (LLW); (5) Chất thải mức trung gian (ILW); (6) Chất thải ở mức độ cao (HLW) có hoạt độ lớn hơn 104 TBq/m³. Việc chôn nòng CTPX chỉ áp dụng với các cấp độ (2), (3), (4) tức có hoạt độ phóng xạ nhỏ hơn 104 TBq/m³.

Nghĩa địa chôn cất các CTPX đầu tiên trên thế giới được xây dựng năm 1944 tại Oak Ridge, bang Tennessee, Hoa Kỳ [2]. Tiếp đó nhiều nghĩa địa khác đã được xây dựng để đáp ứng nhu cầu chôn cất các CTPX ngày càng phát sinh ra nhiều hơn. Tuy nhiên trong giai đoạn đầu của sự phát triển việc chọn địa điểm chôn cất các CTPX chưa được đầu tư thích đáng dẫn tới những sai phạm nghiêm trọng về mặt an toàn và bị công luận phản đối kịch liệt nên các nghĩa địa này đã lần lượt bị đóng cửa. Các địa điểm được lựa chọn chôn lấp CTPX được thống kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Thống kê một số địa điểm chôn nòng CTPX hoạt độ thấp và trung bình trên toàn thế giới [10]

Địa danh	Địa điểm chôn	Kiểu chôn	Địa danh	Địa điểm chôn	Kiểu chôn
<i>Đang trong quá trình lựa chọn địa điểm</i>			<i>Địa điểm đã được lựa chọn</i>		
Australia		ENSF	Trung Hoa	Guangdong Daya Bay	ENSF
Belgium		ENSF	Cyprus	Ari Farm	ENSF
Brazil		ENSF	Âi Cập	Inshas	ENSF
Bulgaria		ENSF	Mexico	Laguna Verde	ENSF
Cuba		MC	Peru	RASCO	ENSF
Ecuador		ENSF	Romania	Cernavoda	ENSF
Indonesia		ENSF	Thụy Sĩ	Wellenberg	MC
Turkey		ENSF	<i>Đang xin cấp phép</i>		
Anh quốc		GR	Canada	Chalk River	ENSF
Mỹ (Illinois)		ENSF	Đức	Konrad	GR
Mỹ (Ohio)		ENSF	Nauy	Himdalen	CM
Mỹ (Michigan)		ENSF	<i>Đang xây dựng</i>		
Mỹ (New York)		ENSF	Trung Hoa	Gobi, Gansa	ENSF
Mỹ (Pennsylvania)		ENSF	Phân Lan	Lovisa	MC
<i>Đang vận hành</i>			<i>Đã dừng hoạt động</i>		
Azerbaijan	Baku (1960s-)	ENSF	Armenia	Erevan	ENSF
Australia	Mt. Waltot East (1992-)	ENSF	Bulgaria	Novi Han (1964-1994)	ENSF
Belarus1	Ekores, Minsk reg. (1964-)	ENSF	Estonia	Tammicu (f.Saku)(1964-1996)	ENSF
Czech	Richard II (1964-)	MC	Đức	Murmansk	GR
	Dukovany (1994-)	ENSF	Ukraine	Kiev center (1992)	ENSF
Phân Lan	Olkiluoto (1992-)	MC	Czech	Hostim (1953-1965)	MC
Pháp	Certre de l' Aube (1992-)	ENSF	Hungary	RHFT Puspokszilagy(1976)	ENSF
Đức	Morsleben (1981-)	GR	India	Trombay (1954-)	S/ENSF
Grusia	Tabilisi (1960s)	ENSF	Iran	Kakrapar (1993)	ENSF
Uzbekistan	Tashkent(1960s)	ENSF	Israsel	Kavir ghom - desert (1984-)	SNSF
Viet Nam	Dalat (1986-)	ENSF	Japan	Negev Desert	SNSF

SNSF = Simple Near Surface Facility - Chôn cất gián đơn gần bề mặt; MC = Mined Cavity - Chôn cất trong hang động nhỏ; ENSF = Engineered Near Surface Facility - Chôn cất gần mặt đất; GR = Geological Repository - Chôn sâu; S/ENSF = SNSF và ENSF

2.2. Các tiêu chí lựa chọn địa điểm chôn nông CTPX theo hướng dẫn của IAEA

Theo hướng dẫn của IAEA [7], và dựa vào kinh nghiệm của các nước trên thế giới chúng tôi đã tổng hợp được các tiêu chí để chọn địa điểm xây dựng nghĩa địa nông CTPX gồm các nhóm tiêu chí sau đây:

Nhóm 1. Các tiêu chí về điều kiện tự nhiên

1. Địa chất:

- Cấu trúc địa chất và địa tầng;
- Độ thấm nước của đất đá;
- Khoáng vật và thạch học;
- Các tính chất địa-kỹ thuật của đất và đá.

2. Kiến tạo và địa chấn:

- Bảng chứng lịch sử hoặc gần đây về các quá trình đứt gãy, kiến tạo hoặc các hoạt động núi lửa đang hoạt động;
- Cường độ và độ lớn của các trận động đất lịch sử;
- Sự hóa lỏng của đất trong tải trọng địa chấn.

3. Địa chất thủy văn:

- Hệ thống nước ngầm;
- Các dòng chảy;
- Khối lượng và tốc độ của các dòng chảy.
- Tính chất hoá học của nước ngầm, nồng độ muối khoáng;

- Những khả năng thay đổi về địa chất thủy văn.

4. Địa hóa:

- Độ Eh và Ph của nước ngầm;
- Các quá trình hoặc điều kiện ảnh hưởng đến độ hòa tan và sự hấp thụ của các hạt nhân phóng xạ.

5. Khí tượng:

- Lượng mưa;

- Các điều kiện phân tán để giải phóng CTPX ra ngoài không khí;

- Khả năng xảy ra các hiện tượng thời tiết cực đoan.

Nhóm 2. Các tiêu chí về an ninh, an toàn

- Vị trí của các nguồn năng lượng và tài nguyên khoáng sản;
- +) Vị trí của cảng hàng không, hành lang không lưu quan trọng và tần suất bay;
- +) Vị trí của các tuyến đường vận chuyển có sự di chuyển thường xuyên của vật liệu nguy hiểm.

Nhóm 3. Các tiêu chí về điều kiện xã hội

- Giá trị đất và quyền sử dụng đất;
- Phân bố dân cư và mật độ dân số;
- Tâm lý và sự chấp nhận của dân chúng.

Nhóm 4. Các tiêu chí về kinh tế

- Giá thành và khoảng cách vận tải chất thải đến nghĩa địa;
- Cấp phép vận tải và phương tiện vận tải...

Nhóm 5. Các tiêu chí về bảo vệ môi trường

- Vị trí của các vườn quốc gia và các khu vực có di tích lịch sử và các phát hiện khảo cổ học;
- Tài nguyên nước mặt, nước ngầm hiện có và chất lượng của chúng;
- Các thảm thực vật và động vật hoang dã trên cạn và dưới nước hiện có, các loài đặc biệt có nguy cơ tuyệt chủng.

2.3. Tiêu chí lựa chọn vị trí chôn lấp CTPX của một số quốc gia

Mỹ: là nước có số lượng địa điểm chôn nông CTPX lớn nhất thế giới. Với nền khoa học phát triển hàng đầu thế giới thì các tiêu chí được lựa chọn cho vị trí chôn nông CTPX là tiêu chuẩn cho các nước áp dụng. Bảng 2 đưa ra các so sánh về tiêu chí lựa chọn giữa IAEA và Ủy ban Năng lượng Mỹ (US-DOE) [14].

Bảng 2. Tiêu chí chọn địa điểm xây dựng bãi chôn nông CTPX của IAEA và US-DOE

Tiêu chí	US-DOE	IAEA
Địa chấn, kiến tạo ổn định (Sismics and Stable Tectonics)	Khu vực chôn lấp CTPX (nghĩa địa) phải được xây dựng tại những nơi mà những rủi ro về địa chất sẽ không xảy ra.	Khu chôn lấp CTPX phải được xây dựng tại những khu vực có hoạt động kiến tạo và địa chấn thấp, cách xa các vùng có hoạt động kiến tạo và địa chấn mạnh, đảm bảo sẽ không bị đe dọa trong suốt thời gian tồn tại.
Địa kỹ thuật (Stable Geotechnics)	Nghĩa địa phải được xây dựng tại những nơi mà những rủi ro về địa chất sẽ không xảy ra	- Sự hiện diện của môi trường địa thái, các điều kiện khí hậu khắc nghiệt và các quá trình khác ảnh hưởng đến mặt đất, phải đảm bảo sẽ không tác động đáng kể đến hoạt động của nghĩa địa. - Địa điểm nghĩa địa phải tính đến sự hiện diện của các đặc điểm tự nhiên và nhân tạo có thể gây nên sự bất ổn về cấu trúc.
Xói mòn đất (erosion)	Nghĩa địa phải được xây dựng tại những nơi mà hiện tượng rửa trôi đất cát, gió và nước sẽ không cản trở hoạt động của nghĩa địa	Sự hiện diện của môi trường địa thái, các điều kiện khí hậu khắc nghiệt và các quá trình khác ảnh hưởng đến mặt đất phải đảm bảo sẽ không tác động đáng kể đến hoạt động của nghĩa địa
Địa chất thủy văn (Simple and Modelable Hydrology)	Nghĩa địa phải được xây dựng tại những vùng mà các điều kiện địa chất thủy văn ở đó có thể cho phép ta dự đoán chính xác sự hoạt động bình thường của nó.	Nghĩa địa phải được xây dựng tại những vùng mà ta có thể khái quát được các đặc tính đặc trưng của đá nền trong các vùng lân cận đến mức có thể dự kiến chính xác các hoạt động của nghĩa địa.
Khả năng thoát nước (Capacity of Dilution of exu toire)	Các đặc tính đặc trưng của môi trường địa chất phải có xu hướng cản trở dòng chảy của các mạch nước ngầm trong phạm vi chôn lấp	Các đặc tính đặc trưng của môi trường địa chất phải có xu hướng cản trở dòng chảy của các mạch nước ngầm trong phạm vi nghĩa địa
Mức nước (Water Height)	- Tại nghĩa địa ta có thể chôn các chất thải hoàn toàn bên trên hoặc dưới hệ chuyển dịch giữa các vùng bão hòa và chưa bão hòa. - Nghĩa địa phải được xây dựng tại những nơi không xảy ra ứng lút.	- Đất bề mặt phải được cách ly với nước bề mặt và phải ổn định trước các thể địa thái. Nghĩa địa phải là nơi không bị tưới nước, chẳng hạn như khi được xây dựng trên cánh đồng hoặc vùng có địa hình quá ẩm ướt. - Mặt nước tự nhiên khi ở mức cao nhất cũng phải thấp hơn nền của nghĩa địa ít nhất là vài mét và khi xây dựng hệ thống thoát nước không làm thay đổi mặt nước.
Khả năng che chắn (Pouvoir de Retention)	Khi chọn địa điểm để xây dựng nghĩa địa phải xét đến các đặc tính của vật chất có trong đất và nước hoá học, đặc biệt lưu ý đến thời gian tồn tại lâu dài của các công trình xây dựng và/hoặc sự nóng đỏ của các hạt nhân phóng xạ	Các đặc tính hoá - lý và địa - hoá của môi trường địa chất phải có xu hướng hạn chế sự chuyển dịch của các hạt nhân phóng xạ
Tài nguyên thiên nhiên (Natural Resources)	Khi chọn địa điểm phải xem xét khả năng sử dụng đất đai trong hiện tại và trong dự kiến và khả năng khai thác nguồn tài nguyên đó.	- Cần phải xem xét đến sự hiện diện của nguồn tài nguyên đất đai, các nguồn tài nguyên tiềm năng khác. - Những yêu cầu của nghĩa địa về vị trí riêng và thời gian sử dụng cần được cân nhắc theo nhu cầu và giá trị về đất đai trong hiện tại và trong tương lai.



Australia: Theo các tiêu chí đã được xác nhận thì nghĩa địa chôn các CTPX quốc gia của Australia cũng có các tiêu chí sau:

- Lượng mưa hàng năm dưới 500 mm
- Lượng nước bốc hơi hàng năm lớn hơn 2.500 mm
- Mặt nước ngầm có độ sâu trên 50 m, sẽ thấp hơn đáy của các hào chôn thải phóng xạ
- Nghĩa địa sẽ được xây dựng tại vùng có nước ngầm mặn (trên 5.000 mg/l) và lượng nước vào các giếng khoan thấp (nhỏ hơn 0,5 l/s)
- Có nền đá bị phong hóa sâu.

Trung Quốc: Trung Quốc hiện đang xây dựng 04 nghĩa địa chôn các CTPX gồm: Nam Trung Quốc, Đông-Bắc Trung Quốc, Đông Trung Quốc và Đông-Nam Trung Quốc [16]. Các tiêu chí để lựa chọn các bãi chôn lấp là không giống nhau nhưng tựu chung lại có các tiêu chí sau:

- Địa hình là một vùng đồi núi cao, gần biển.
- Địa chất: nền đá là thạch anh silt-stone hoặc nền có cấu tạo địa chất bền vững, không bị nứt gãy, chủ yếu là lớp trầm tích có thành phần chủ yếu là cát, sỏi, đất sét.
- Khí hậu: lượng mưa hàng năm khoảng 1.900 mm, dòng chảy khoảng 0,03-0,58 m/ngày. Nước ngầm nằm sâu hơn dưới đáy nghĩa địa 2 - 20m. Các chỉ số phân tán theo chiều thẳng đứng là 2,20 m và theo chiều nằm ngang là 0,46 m.
- Khu vực xây dựng nằm cách khu dân cư gần nhất 2km với mật độ dân số 10 người/km².

3. CÁC TIÊU CHÍ LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM CHÔN NÔNG CHẤT THẢI PHÓNG XẠ ÁP DỤNG Ở VIỆT NAM

3.1. Nguyên tắc lựa chọn

Việc lựa chọn các vị trí tiềm năng cho việc chôn lấp CTPX ngoài việc tuân theo khuyến nghị của IAEA thì còn phụ thuộc vào đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội, an ninh môi trường và quan điểm của mỗi quốc gia. Đối với Việt Nam, dựa vào kinh nghiệm của các nước chúng tôi đánh giá từng tiêu chí và loại trừ các tiêu chí không phù hợp, trước hết là về điều kiện tự nhiên.

3.2. Bộ tiêu chí lựa chọn địa điểm chôn nông CTPX áp dụng cho Việt Nam

Các tiêu chí lựa chọn địa điểm xây dựng nghĩa địa chôn nông CTPX phù hợp với đặc điểm của Việt Nam bao gồm 11 các tiêu chí sau đây:

1. Về địa chất:

Địa điểm chôn cất nông CTPX cần phải có đặc điểm địa chất cho phép sự cô lập chất thải phóng xạ và hạn chế phát thải chất phóng xạ ra môi trường cũng như duy trì tính ổn định lâu dài của cơ sở chôn cất.

- Lựa chọn các khu vực có địa tầng đồng nhất, cấu trúc địa chất đơn giản.
- Ưu tiên các nhóm đá trầm tích lục nguyên, lục nguyên - phun trào, biến chất giàu sét (alumosilicat).

- Bề dày của đá chủ đủ lớn để có thể xây dựng khu vực chôn cất chỉ trong cùng một thể địa chất đồng nhất, tối thiểu 50m.
- Đá ít bị đập vỡ, nứt nẻ.
- Đá có cường độ chịu nén cao, tối thiểu 1000kg/cm² và có độ thấm thấp.

2. Về địa chất thủy văn:

- Các đặc điểm địa chất thủy văn của địa điểm chôn lấp nên bao gồm các đường dẫn dòng chảy của nước ngầm thấp và các đường dẫn dòng chảy dài để hạn chế sự di chuyển của các hạt nhân phóng xạ.
- Địa điểm được lựa chọn phải có tốc độ dòng chảy ngầm thấp để hạn chế sự phát tán của CTPX.
- Các mạch nước ngầm sâu trên 50m.
- Lựa chọn các khu vực nước ngầm có độ pH trung tính (ưu tiên nước ngầm có độ Ph từ 6-8), hoặc chứa ít khoáng chất, hàm lượng muối khoáng trong nước không vượt quá 1g/l.
- Đơn vị địa chất thủy văn của địa điểm phải có tính chất thủy lực như độ dẫn thủy lực nhỏ hơn 1x10⁻¹⁰m/giây và độ xốp hiệu dụng có giá trị cỡ 0,01.

3. Về địa hóa:

- Lựa chọn địa điểm có tính chất địa hóa của nước ngầm và môi trường địa chất phải góp phần hạn chế việc giải phóng hạt nhân phóng xạ từ cơ sở xử lý và không làm giảm tuổi thọ của các biện pháp che chắn kỹ thuật.
- Ưu tiên cho các vị trí mà các điều kiện địa hóa thúc đẩy quá trình hấp thụ và kết tủa, đồng kết tủa của các hạt nhân phóng xạ có thể được giải phóng từ hệ thống thải bỏ, và ức chế sự hình thành các hợp chất hóa học của các hạt nhân phóng xạ dễ dàng di chuyển.

4. Về địa chấn và kiến tạo:

- Ưu tiên các khu vực hoặc địa điểm có khả năng xảy ra các hiện tượng kiến tạo, núi lửa hoặc địa chấn bất lợi đủ thấp để không ảnh hưởng đến khả năng đáp ứng các yêu cầu an toàn của hệ thống xử lý.
- Khu vực được lựa chọn phải cách đứt gãy hoạt động tối thiểu 5km và nằm trong vùng động đất nhỏ hơn 7 độ Richter;
- Cách các khu vực hoạt động núi lửa tối thiểu 1km.

5. Về địa hình:

- Địa điểm được chôn cất phải được thoát nước tốt và không có các khu vực ngập úng hoặc thường xuyên bị bồi lấp.
- Ưu tiên các khu vực gò đồi cao để tránh khả năng ngập úng, tối thiểu 20m so với mực nước biển.
- Lựa chọn các khu vực không xảy ra hoặc xảy ra các hiện tượng xói mòn, sạt lở, trượt lở ở mức thấp để không gây ảnh hưởng đến an toàn của hệ thống xử lý.

6. Về khí tượng thủy văn:

- Các khu vực ít mưa, lượng mưa trung bình dưới 3600mm/năm.
- Ít xảy ra các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lốc xoáy, mưa tuyết, sóng thần, hạn hán,...
- Cách xa các khu vực cách sông suối, ao hồ, tối thiểu 500m.

7. Về an ninh, an toàn:

- Cách đường biên giới quốc gia tối thiểu 10km.
- Tránh xa các khu vực sân bay, cầu cảng, nhà máy không thể di dời.
- Tránh các khu vực đường cao tốc, quốc lộ, đường sắt tối thiểu 1km.

8. Về vận chuyển chất thải:

- Địa điểm chôn cất phải gần nhất có thể với nguồn phát sinh chất thải phóng xạ để giảm thiểu chi phí vận chuyển và hạn chế tối đa sự phát tán phóng xạ ra bên ngoài không khí.

9. Về kinh tế:

- Tránh các khu vực đã được đưa vào quy hoạch sử dụng đất trong tương lai như làm đất ở, các hoạt động công nghiệp, nông nghiệp, khai thác khoáng sản, giải trí có thể ảnh hưởng xấu đến cơ sở chôn lấp.

10. Về điều kiện xã hội:

- Ưu tiên các khu vực được sự đồng thuận của cộng đồng địa phương.
- Lựa chọn các khu vực có mật độ dân số và khả năng gia tăng dân số thấp hoặc không có dân cư sinh sống, cách xa khu vực đông dân cư tối thiểu 2km.

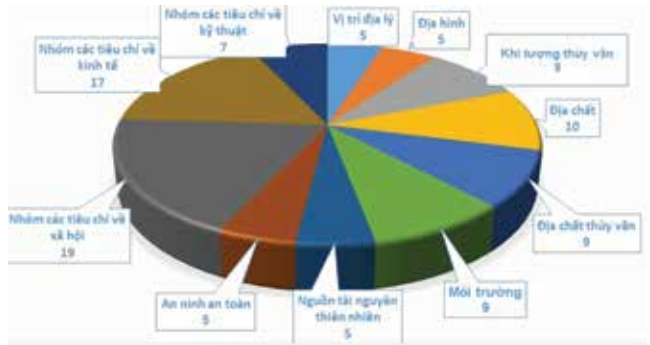
- Mật độ dân cư trong vòng bán kính đến 1 km không vượt quá 30 người/km², trong vòng bán kính đến 5 km không vượt quá 50 người/km².

11. Về bảo vệ môi trường:

- Tránh xa các khu vực vườn quốc gia, khu bảo tồn, CVĐC, các khu vực di tích lịch sử.
- Tránh xa các khu vực đang khai thác nước ngầm có trữ lượng lớn.

3.3. Bảng đánh giá các tiêu chí lựa chọn

Trên cơ sở các tiêu chí lựa chọn ở trên, tập thể tác giả đã cho điểm (gán trọng số) các tiêu chí này (Hình 2). Đây



▲ Hình 2. Trọng số đánh giá các tiêu chí phục vụ lựa chọn địa điểm chôn lấp CTPX

là cơ sở khoa học phục vụ lựa chọn các vùng, các vị trí tiềm năng cho việc chôn lấp chất thải phóng xạ tại Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Xây dựng bộ tiêu chí phục vụ lựa chọn vị trí chôn lấp chất thải phóng xạ tại Việt Nam được xây dựng trên cơ sở tham chiếu các quy định của IAEA và tham khảo kinh nghiệm của các nước trên thế giới.

Bộ tiêu chí lựa chọn địa điểm chôn nòng CTPX được xây dựng bao gồm 05 nhóm chính gồm 11 tiêu chí thành phần như: 1) địa chất; 2) địa chất thủy văn; 3) địa hóa; 4) địa chấn và kiến tạo; 5) địa hình; 6) khí tượng thủy văn; 7) an ninh, an toàn; 8) vận chuyển chất thải; 9) kinh tế; 10) điều kiện xã hội; 11) bảo vệ môi trường.

Có 11 tiêu chí được đánh giá trọng số trong đó các tiêu chí 3,4,5,6 là quan trọng nhất. Đây là cơ sở khoa học, phương pháp để lựa chọn vùng/vị trí chôn lấp CTPX có hoạt độ thấp và trung bình riêng cho Việt Nam

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả cảm ơn để tài mã số TNMT.2022.02.19 đã tạo điều kiện để chúng tôi thực hiện bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công văn số 4329/BCT-ĐL ngày 25/7/2022 về việc báo cáo về các nội dung của Quy hoạch điện VIII của bộ Công thương.
2. F. L. Parker., 1996. Low Level Radioactive Waste- High Tech Solution? Planning and Operation of Low Level Waste Disposal Facilities. IAEA, Proceedings of a Symposium 17 - 21 June 1996, Vienna, Austria.
3. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NTS_-_Low_level_radioactive_waste_storage_pit.jpg.
4. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2018/looking-trash-can-nuclear-waste-management-united-states/>.
5. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-waste/storage-and-disposal-of-radioactive-waste.aspx>.
6. https://www.un.org/climatechange?gclid=Cj0KCQiAkMGcBhCSARIsAIW6d0DSwbeMRXyp2Lvq3NTQl7Jw0I212CGw4-89l6Cz0rMxTmqA6risQo8aApC3EALw_wcB.
7. IAEA, Specific Safety Guide No. SSG-29. Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste. IAEA, Vienna, 2014.
8. IAEA, Series No. GSG-1, Classification of Radioactive Waste. IAEA Safety Standards for Protecting People and the environment, Vienna (2009).
9. IAEA, Series No. 111-G-1.1, Classification of Radioactive Waste. Vienna (1994).
10. Kyong Won, Han Jorma, et al., 1997. Radioactive waste disposal: Global experience and challenges Special Report. IAEA Bulletin 1/1997.
11. Luật Năng lượng nguyên tử số: 18/2008/QH12 ngày 3/6/2008 của Quốc hội nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam.
12. M.I. Ojovan, W.E. Lee, Kidlington., 2014. An Introduction to Nuclear Waste Immobilisation. Oxford, U.K. ; Waltham, Mass. : Elsevier, 2014.
13. Nguyễn Nữ Hoài Vi, 2014. Nghiên cứu xây dựng chính sách và chiến lược về quản lý chất thải phóng xạ và nhiên liệu đã qua sử dụng. đề tài bộ Khoa học công nghệ.
14. P. Escalier der orres., 1986. Safety Criteria for the Selection of a Site for the Surface Storage of Radioactive Wastes. Siting, Design and Construction of Underground Repositories for Radioactive Wastes. Proceedings of a Symposium, Hannover, 3 - 7 March, 1986.
15. Quyết định số: 2376/QĐ-TTg ngày 28/12/2010 về việc phê duyệt định hướng quy hoạch địa điểm lưu giữ, chôn cất chất thải phóng xạ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
16. Zede Guo, Zhiwen Fan, Yawen Huang., 1996. Siting Activities for L/ILW Disposal Facilities in China Planning and operation of Low Level Waste Disposal Facilities. Proceedings of a Symposium 17 - 21 June, 1996, Vienna, Austria.