



# Chất thải pin mặt trời tại Việt Nam và định hướng quản lý, phát triển bền vững

DƯ VĂN TOÁN, PHÙNG ĐĂNG HIẾU, NGUYỄN THỊ THU THẢO, NGUYỄN THỊ KHANG, NGUYỄN KIM HOÀN, NGÔ MINH CÔNG

Viện Khoa học môi trường, biển và hải đảo, Bộ TN&MT

*Là một trong số 5 quốc gia dễ bị tổn thương nhất trên thế giới do BĐKH và tại Hội nghị thượng đỉnh về biến đổi khí hậu của Liên hợp quốc năm 2021 (COP26), Việt Nam đã ký cam kết net zero các-bon vào năm 2050. Theo Báo cáo của Cơ quan phát triển Đức (GIZ) năm 2022, Việt Nam có nhiều tài nguyên điện mặt trời (ĐMT), trung bình, tổng bức xạ năng lượng mặt trời ở nước ta đạt khoảng 5kWh/m<sup>2</sup>/ngày ở các tỉnh miền Trung, miền Nam và đạt khoảng 4kWh/m<sup>2</sup>/ngày ở các tỉnh miền Bắc. Việt Nam đã ban hành nhiều chính sách phát triển ĐMT và năng lượng tái tạo (NLTT), đặc biệt, trong Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 sẽ phát triển nhiều ĐMT. Việc phát triển ĐMT sẽ có nguy cơ gây ra hàng nghìn tấn chất thải pin mặt trời trong giai đoạn 2035 - 2050. Bài báo phân tích hiện trạng, kinh nghiệm quốc tế và đề xuất gợi ý định hướng chính sách phát triển ĐMT, quản lý chất thải pin mặt trời giúp phát triển bền vững.*

## 1. MỞ ĐẦU

Việt Nam nằm trong số 5 quốc gia dễ bị tổn thương nhất trên thế giới do BĐKH và ngày càng chịu nhiều ảnh hưởng trực tiếp của BĐKH, bao gồm mực nước biển dâng cao, các hiện tượng thời tiết cực đoan và lượng mưa thay đổi. Theo tính toán của Ngân hàng Thế giới năm 2022, hiện nay, nền kinh tế Việt Nam chịu thiệt hại khoảng 10 tỷ USD, tương đương 3,2% GDP hàng năm do tác động của BĐKH. Nếu không có các biện pháp thích ứng và giảm nhẹ thích hợp, ước tính tác động của BĐKH đối với Việt Nam vào khoảng 12% đến 14,5% GDP mỗi năm vào năm 2050. Tại COP26 Việt Nam đã ký cam kết net zero các-bon vào năm 2050. Lĩnh vực năng lượng có nhiều chính sách giảm thiểu các-bon như Nghị quyết số 55-NQ/TW năm 2020 của Bộ Chính trị; các Quyết định Thủ tướng Chính phủ số 896/QĐ-TTg năm 2022, Quyết định số 888/QĐ-TTg, Quyết định số 500/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch điện VIII. Thủ tướng Chính phủ cũng đã ban hành Quyết định số 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 về việc phê duyệt Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí các-bon và khí metan của ngành giao thông vận tải, với mục tiêu tổng thể là phát triển hệ thống giao thông xanh, vận hành hoàn toàn bằng điện hoặc năng lượng xanh vào năm 2050 theo hướng phù hợp với mục tiêu phát thải ròng bằng "0" của Việt Nam. Bên cạnh đó, tháng 12/2022, Việt Nam đã tham gia Thỏa thuận Đối tác chuyển đổi năng lượng công bằng (JETP).

Theo thống kê, trung bình, tổng bức xạ năng lượng mặt trời ở nước ta đạt khoảng 5 kWh/m<sup>2</sup>/ngày ở các tỉnh miền Trung và miền Nam và đạt khoảng 4

kWh/m<sup>2</sup>/ngày ở các tỉnh miền Bắc. Từ dưới vĩ tuyến 17, bức xạ mặt trời không chỉ nhiều mà còn ổn định trong suốt thời gian của năm. Số giờ nắng trong năm ở miền Bắc đạt khoảng 1.500 - 1.700 giờ, trong khi ở miền Trung và miền Nam, con số này đạt khoảng từ 2.000 - 2.600 giờ mỗi năm. Nhìn chung, lượng bức xạ mặt trời ở các tỉnh phía Bắc giảm 20% so với các tỉnh miền Trung và miền Nam và lượng bức xạ mặt trời không phân phối đều quanh năm, do vào mùa đông, mùa xuân mưa phùn kéo dài nên nguồn bức xạ mặt trời không đáng kể, chỉ khoảng 1 - 2 kWh/m<sup>2</sup>/ngày, cản trở lớn cho việc lắp đặt ĐMT. Trong khi đó, các tỉnh phía Nam có mặt trời chiếu quanh năm, ổn định kể cả vào mùa mưa [5]. Do đó, việc phát triển ĐMT là xu hướng tất yếu của không chỉ Việt Nam và các nước trên thế giới trong xu thế trung hòa các-bon đến 2050. Bài viết sẽ phân tích sơ bộ hiện trạng và đề xuất định hướng chính sách phát triển ĐMT tại Việt Nam.

## 2. CHÍNH SÁCH PHÁT TRIỂN ĐIỆN MẶT TRỜI Ở VIỆT NAM

Trong những năm qua, Đảng và Nhà nước đã quan tâm đến việc phát triển NLTT, trong đó có chính sách phát triển năng lượng mặt trời. Năm 2016, Quyết định số 428/QĐ-TTg về phê duyệt điều chỉnh Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011 - 2020, tầm nhìn đến năm 2030 đã nêu rõ chủ trương phát triển nguồn điện sử dụng năng lượng mặt trời, bao gồm cả nguồn tập trung lắp đặt trên mặt đất và nguồn phân tán lắp đặt trên mái nhà. Mục tiêu của Quyết định là đưa tổng công suất nguồn ĐMT lên khoảng 850 MW vào năm 2020 và khoảng 12.000 MW vào năm 2030.



Để phát triển NLTT như ĐMT hay một số loại năng lượng khác, Quốc hội đã thông qua Luật Điện lực năm 2024, cụ thể, Luật Điện lực năm 2024 sửa đổi, bổ sung một Chương III riêng về điện NLTT phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, góp phần bảo đảm an ninh quốc phòng và an ninh năng lượng; Đẩy mạnh việc khai thác và sử dụng các nguồn NLTT để phát triển. Điều 16, khoản 1, Luật Đầu tư năm 2014 quy định, cơ chế, chính sách ưu đãi để phát triển NLTT nói chung và ĐMT nói riêng. Theo đó, việc đầu tư sản xuất năng lượng mới, năng lượng sạch, NLTT thuộc ngành nghề ưu đãi đầu tư. Nhằm đưa chính sách vào cuộc sống, Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành các văn bản về phát triển nguồn năng lượng ĐMT, trong đó điển hình như: Quyết định số 2068/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển NLTT của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Chiến lược này khuyến khích phát triển và sử dụng năng lượng mới, có cơ chế hỗ trợ tài chính cho nghiên cứu sản xuất thử nghiệm và xây dựng mô hình thí điểm NLTT, miễn giảm thuế nhập khẩu, thuế sản xuất, lưu thông máy móc, thiết bị, phụ tùng phục vụ phát triển NLTT. Đồng thời, Chiến lược nêu quan điểm phát triển đồng bộ và hợp lý hệ thống năng lượng bao gồm điện, dầu, khí, than, năng lượng mới, tái tạo, trong đó quan tâm phát triển năng lượng sạch, năng lượng mới và tái tạo.

Bên cạnh ban hành Chiến lược phát triển NLTT, Chính phủ và các cơ quan có thẩm quyền đã ban hành chính sách khuyến khích quá trình chuyển dịch năng lượng sạch như: Chính sách vĩ mô (khuyến khích hình thành thị trường NLTT); Chính sách tài chính (ưu đãi thuế, phí); Chính sách nâng cao nhận thức thông tin, tuyên truyền. Trong đó, ngày 11/4/2017, Thủ tướng Chính phủ ký Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án ĐMT tại Việt Nam.

Xác định tầm quan trọng, lợi ích của NLTT trước nhu cầu tiêu thụ điện ngày càng tăng phục vụ phát triển kinh tế, Chính phủ có các chính sách khuyến khích, hỗ trợ các nhà đầu tư trong và ngoài nước đầu tư vào các dự án NLTT thông qua công cụ hỗ trợ tài trợ giá hay trợ cấp. Trong các loại hình ưu đãi, nổi bật nhất là giá mua ưu đãi cao nhất trên 1kWh dành cho ĐMT là 2.174 đồng/kWh. Về nguyên tắc, các tổ chức, cá nhân tham gia phát triển năng lượng sạch, tái tạo được hỗ trợ ưu đãi về thuế, vốn, đất đai để xây dựng cơ sở sản xuất sử dụng NLTT, năng lượng sạch thân thiện với môi trường là các ưu đãi ngoài giá. Chẳng hạn như các thành phần kinh tế khác nhau cũng được tạo điều kiện đầu tư phát triển sử dụng NLTT không gây ô nhiễm môi trường, đặc biệt ở khu

vực nông thôn, miền núi, hải đảo và khuyến khích đầu tư xây dựng mạng lưới điện hoặc các trạm phát điện sử dụng NLTT.

Bên cạnh đó, Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ cho thấy quan điểm của Nhà nước về việc ưu đãi cho các nhà đầu tư kinh doanh cho các dự án sử dụng năng lượng ĐMT. Các nhà đầu tư được hưởng mức ưu đãi đầu tư trong các vấn đề liên quan. Triển khai thực hiện Quyết định này, Bộ Công Thương đã ban hành Thông tư số 16/2017/TT-BCT ngày 12/9/2017 hướng dẫn chi tiết các quy định về phát triển dự án và Hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án ĐMT nổi lưới, hoặc điện năng lượng mặt trời hòa lưới. Thông tư quy định rõ về quy hoạch và phát triển dự án điện năng lượng mặt trời; giá bán điện của các dự án điện năng lượng mặt trời nổi lưới và dự án ĐMT mái nhà; hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án ĐMT nổi lưới và lắp trên mái nhà; quy định trách nhiệm của các tổ chức, cá nhân có liên quan. Có thể nói, Thông tư số 16/2017/TT-BCT giúp minh bạch thủ tục đầu tư phát triển ĐMT; thúc đẩy đầu tư ĐMT, giúp bổ sung công suất điện cho hệ thống điện, giúp tăng tỷ trọng NLTT trong tương lai; đồng thời, giúp đảm bảo an ninh năng lượng, giảm phát thải khí nhà kính, BVMT và phát triển bền vững.

Ngoài ra, nhà đầu tư, nhà thầu xây lắp các dự án điện năng lượng mặt trời còn được hưởng các ưu đãi về thuế thu nhập doanh nghiệp, thuế nhập khẩu thiết bị ĐMT, miễn giảm tiền sử dụng đất, tiền thuê đất theo các quy định hiện hành về đầu tư. Để thúc đẩy phát triển ĐMT, Bộ Công Thương cũng đã ban hành Quyết định số 2023/QĐ-BCT ngày 5/7/2019 về Chương trình thúc đẩy phát triển ĐMT áp mái tại Việt Nam giai đoạn 2019 - 2025 với kỳ vọng có thêm khoảng 100.000 hộ gia đình tham gia. Theo đó, Chương trình đưa ra các giải pháp về phát triển thị trường công nghệ ĐMT trên mái nhà tại Việt Nam và khuyến khích các tổ chức, cá nhân đầu tư vào lĩnh vực này với cơ chế trợ cấp, mỗi hộ gia đình sẽ được hỗ trợ từ 3 - 10 triệu đồng khi lắp đặt hệ thống tại gia đình.

Ngày 15/5/2023, Chính phủ đã ban hành Quyết định số 500/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quy hoạch điện VIII). Theo đó, đến năm 2030 tổng công suất là 150.489 MW thì ĐMT là 12.836 MW chiếm 8,5%; đến năm 2050 tổng công suất là 490.529-573.129 MW thì ĐMT đạt từ 168.594-189.294 MW (chiếm 33,0-34,4%) gấp khoảng 15 lần công suất ĐMT năm 2030. Quy định cơ chế, chính sách khuyến khích phát triển ĐMT nói



chung và ĐMT mái nhà tự sản xuất, tự tiêu trong Quy hoạch điện VIII là chính sách quan trọng để huy động nguồn lực xã hội thúc đẩy phát triển NLTT, đáp ứng mong mỏi của người dân, doanh nghiệp, góp phần giảm áp lực đầu tư phát triển nguồn điện cho nhà nước, nhất là việc phát triển điện NLTT có hệ thống lưu trữ là cơ sở quan trọng để sớm điều chỉnh cơ cấu các nguồn điện, giảm nguồn điện sử dụng năng lượng hóa thạch, giảm phát thải khí nhà kính theo các cam kết tại COP26.

### 3. NGUY CƠ VỀ CHẤT THẢI PIN MẶT TRỜI

#### 3.1. Chất thải pin mặt trời trên thế giới

Năm 2017, khoảng 430.500 tấn chất thải ĐMT phát sinh trên toàn thế giới [5]. Trên thực tế, Cơ quan

Năng lượng Quốc tế (IEA) và Cơ quan NLTT Quốc tế (IRENA) ước tính rằng, đến năm 2050, các bãi chôn lấp sẽ giữ lại 60 - 78 triệu tấn chất thải từ các tấm pin. Vì tất cả các ô ĐMT đều chứa một lượng chất độc hại nhất định, nên đây thực sự sẽ trở thành một phương pháp không bền vững để thu được năng lượng. Ở cấp độ Liên minh châu Âu (EU), các tấm pin ĐMT là ngoại lệ duy nhất vì chúng được phân loại là rác thải điện tử. Do đó, ngoài các khuôn khổ pháp lý hiện có, quy định này còn điều chỉnh việc xử lý các tấm pin ĐMT đã qua sử dụng.

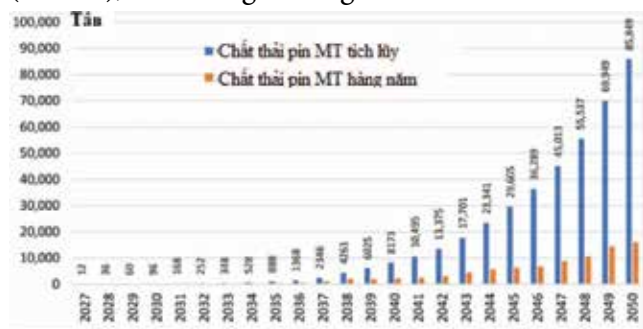
Sự gia tăng mạnh chất thải pin mặt trời từ 2016 đến 2050 cho các quốc gia tới vài nghìn lần, tại Nhật bản chất thải tăng 1.000 lần, Trung Quốc tăng tới gần 3.000 lần (Bảng 1).

**Bảng 1. Tiềm năng chất thải tấm pin mặt trời (tấn) trên thế giới**

QUỐC GIA	2016	2020	2030	2040	2050
Nhật Bản	7.000	15.000	200.000	1.800.000	6.500.000
Trung Quốc	5.000	8.000	200.000	2.800.000	13.500.000
Ấn Độ	1.000	2.000	50.000	620.000	4.400.000
Đức	3.500	20.000	400.000	2.200.000	4.300.000
Ý	850	5.000	140.000	1.000.000	2.100.000
Pháp	650	1.500	45.000	400.000	1.500.000
Vương quốc Anh	250	650	30.000	350.000	1.000.000
Hoa Kỳ	6.500	13.000	170.000	1.700.000	7.500.000
Canada	350	700	13.000	150.000	650.000
Châu Úc	900	2.000	30.000	300.000	900.000
Nam Phi	350	450	8.500	150.000	750.000

Nguồn: GIZ, 2022 (5)

Theo tính toán trong Báo cáo [5] của Cơ quan phát triển Đức cho thấy, 96.000 tấn chất thải từ các mô-đun ĐMT sẽ được tạo ra trên toàn thế giới vào năm 2030 và khoảng 86 triệu tấn vào năm 2050 (Hình 1), tức là tăng khoảng 90 lần.

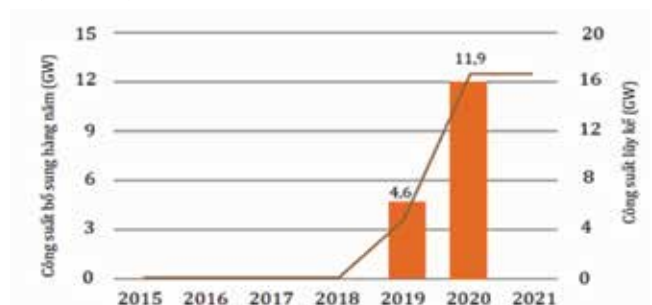


▲ Hình 1. Nguy cơ chất thải pin mặt trời thế giới giai đoạn 2027-2050  
 Nguồn: (5) GIZ, 2022

#### 3.2. Chất thải pin mặt trời tại Việt Nam

Tỷ trọng công suất lắp đặt ĐMT Việt Nam trong tổng công suất lắp đặt của hệ thống điện Việt Nam trong giai đoạn 2019 - 2020 chiếm tỷ lệ lớn (Hình 2). Tổng công suất lắp đặt ĐMT của cả nước trong năm 2021 là 16,6 GW [5].

Theo Quy hoạch điện VIII, mục tiêu phát triển mạnh các nguồn NLTT phục vụ sản xuất điện đạt tỷ lệ khoảng 30,9-39,2% vào năm 2030, định hướng đến năm 2050, tỷ lệ NLTT lên đến 67,5-71,5%. Trong đó, quy mô ĐMT đến năm 2030 là 20.591 MW và đến năm 2050 là 189.000 MW, sản xuất từ 252 - 291 tỷ kWh điện mỗi năm. Như vậy, mục tiêu định hướng đến năm 2050, ĐMT sẽ là loại hình điện lớn nhất, chiếm hơn 38,5% trong tổng công suất các nguồn điện ở Việt Nam.



▲ Hình 2: Công suất ĐMT lũy kế và hàng năm của Việt Nam giai đoạn 2015-2021

Nguồn: (5) GIZ. Phân tích khung chính sách và đề xuất kế hoạch hành động tái chế chất thải tấm quang năng tại Việt Nam, 2022



Hiện nay, hầu hết các nhà máy ĐMT được lắp đặt từ Thanh Hóa trở vào miền Nam với công suất mỗi nhà máy từ dưới 50 MW lên tới hơn 100 MW. Đến nay, pin năng lượng mặt trời đã phát triển theo 3 công nghệ: i) công nghệ silic đơn tinh thể (c-Si); ii) công nghệ silic vô định hình (a-Si), đa tinh thể (poly-Si), cadimi telurua (CdTe); iii) tinh thể nano; tế bào quang điện hóa, tế bào hữu cơ. Đại đa số các dự án ĐMT tại Việt Nam sử dụng pin (c-Si) và (poly-Si). Theo Báo cáo của Ban Chỉ đạo Quốc gia về phát

triển điện lực (Bộ Công Thương), đến cuối năm 2019, tổng công suất các dự án ĐMT được bổ sung quy hoạch đã lên tới 10.300 MW. Theo tính toán sơ bộ của Viện Năng lượng, các dự án về ĐMT dự kiến công suất có thể đạt khoảng 10.000 MW năm 2020, đến năm 2025 đạt trên 14.000 MW và dự kiến sẽ đạt 20.000 MW vào năm 2030. Tuổi thọ của mỗi tấm quang điện (PV) từ 20- 30 năm. Như vậy, ước tính đến năm 2050, ở Việt Nam lượng tấm PV thải bỏ sẽ lên tới gần 3 triệu tấn.

**Bảng 2. Dự đoán tổng lượng thải tấm PV từ năm 2035- 2050**

Năm	Tổng lượng thải (tấn)	Thành phần vật liệu (tấn)						
		Thủy tinh	Al	Cu	Hộp nối	Tấm nền	EVA	Tế bào PV
2035	0,864	0,55	0,10	0,62	0,13	0,29	0,67	0,34
2040	1080	685,00	128,00	78,00	16,00	36,00	84,00	43,00
2045	1512	959,00	179,20	109,20	22,40	50,40	117,60	60,20
2050	2160	1370,00	256,00	156,00	32,00	72,00	168,00	86,00

Nguồn: Viện Khoa học và Công nghệ môi trường - Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2022, Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý, xử lý pin năng lượng mặt trời thải

**Bảng 3. Lượng phát thải tấm pin năng lượng mặt trời tại các cơ sở sản xuất ở Việt Nam**

TT	Tên nhà máy	Công suất	Ptb(W)	Số tấm pin sản xuất (*) (tấm/năm)	Số tấm pin phát thải = (*) × 0,75% (tấm/năm)
1	First Solar	1,2 GW/năm	400	3.000.000	22.500
2	Vina Solar	4,5 GW/năm	400	11.250.000	84.375
3	JA Solar	1,5 GW/năm	400	3.750.000	28.125
4	HT Solar	1 GW/năm	400	2.500.000	18.750
5	IREX Solar	0,3 GW/năm	400	750.000	5.625
6	Trina Solar	1 GW/năm	400	2.500.000	18.750
7	IC Energy	30 MW/năm	400	75.000	563
8	Canadian Solar	5,2 GW/năm	400	13.000.000	97.500

Ghi chú: Ptb: Công suất trung bình của tấm pin ĐMT (400W)

Nguồn: Viện Khoa học và Công nghệ môi trường - Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2022, Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý, xử lý pin năng lượng mặt trời thải

#### 4. ĐỊNH HƯỚNG CHÍNH SÁCH PHÁT TRIỂN VÀ QUẢN LÝ CHẤT THẢI PIN MẶT TRỜI Ở VIỆT NAM

Với xu thế trung hòa net zero đến 2050 thì điện mặt trời phát triển nhanh trên thế giới nói chung và tại Việt Nam nói riêng, vì thế, BVMT từ các nguồn chất thải pin mặt trời cần có giải pháp như:

*Thứ nhất*, hoàn thiện, bổ sung các quy định pháp lý liên quan đến chất thải pin mặt trời, phân loại chất thải pin mặt trời, phân định vai trò, trách nhiệm của

từng Bộ, ngành, liên ngành, phân cấp giữa Trung ương với các tỉnh, thành phố, đối với việc quản lý, thu gom, vận chuyển, lưu trữ, tái chế, tái sử dụng chất thải pin mặt trời, cùng chính sách khuyến khích trong quản lý pin mặt trời.

*Thứ hai*, đưa công tác quản lý chất thải pin mặt trời vào trong các Chiến lược, Chương trình BVMT, kinh tế xanh, kinh tế tuần hoàn, các ngành Công Thương, TN&MT... tới năm 2030 và tầm nhìn đến 2050; thiết

(Xem tiếp trang 63)



giải quyết các vấn đề nêu trên, một số khuyến nghị được đề xuất:

- Xây dựng chiến lược và kế hoạch hoạt động cho toàn bộ Mạng lưới các KDTSTQ của Việt Nam phù hợp với định hướng của UNESCO và các chính sách của quốc gia về phát triển bền vững, BVMT và đa dạng sinh học;

- Ban hành các văn bản hướng dẫn kỹ thuật để quản lý các KDTSTQ theo quy định của Luật BVMT năm 2020 và Nghị định số 08/2022/NĐ-CP;

- Tăng cường năng lực, huy động nguồn lực cho các BQL KDTSTQ; đẩy mạnh hoạt động truyền thông, quảng bá các KDTSTQ, tăng cường mạng lưới KDTSTQ Việt Nam;

- Tăng cường vai trò của UBQG MAB trong việc tham mưu cho Bộ TN&MT trong việc hướng dẫn đề cử, quản lý các KDTSTQ; củng cố, phát triển mạng lưới các KDTSTQ trong nước và kết nối với các mạng lưới khu vực và quốc tế;

- UBND các tỉnh, thành phố nơi có các KDTSTQ, BQL các KDTSTQ nghiên cứu, thực hiện các yêu cầu về quản lý KDTSTQ theo yêu cầu của UNESCO và pháp luật của Việt Nam, bao gồm việc kiện toàn tổ chức, xây dựng, phê duyệt và triển khai thực hiện Kế hoạch, quy chế quản lý và BVMT KDTSTQ. ■

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo Khung hướng dẫn quản lý KDTSTQ thế giới tại Việt Nam thuộc Đề tài Nghiên cứu cơ sở lý luận, thực tiễn và Đề xuất khung hướng dẫn quản lý KDTSTQ thế giới được UNESCO công nhận tại Việt Nam. Mã số: ĐTĐL.XH-06/21.
2. Luật BVMT, Luật số: 72/2020/QH14.
3. Nghị định số 08/2022/NĐ-CP quy định chi tiết một số điều của Luật BVMT.
4. Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 của Bộ trưởng Bộ TN&MT hướng dẫn Luật BVMT.
5. UNESCO, 2021. Hướng dẫn kỹ thuật cho KDTSTQ của UNESCO.
6. UBQG Chương trình Con người và Sinh quyển Việt Nam, 2023. Tuyển tập Hội thảo “Tổng kết Mạng lưới các KDTSTQ thế giới của Việt Nam 2023 - Phát huy giá trị các KDTSTQ thế giới tại Việt Nam phục vụ phát triển bền vững”.
7. Khung pháp lý của mạng lưới các KDTSTQ (1995).

# Chất thải pin mặt trời tại Việt Nam...

(Tiếp theo trang 58)

lập cơ chế, quỹ tài chính xanh cho BVMT với chất thải pin mặt trời; thiết lập các chương trình, các trung tâm khoa học công nghệ về quản lý, tái chế, tái sử dụng pin mặt trời; hợp tác quốc tế về phương thức quản lý, tái chế pin mặt trời với các nước cường quốc trong tái chế pin mặt trời.

*Thứ ba*, đào tạo nhân lực trong lĩnh vực quản lý, tái chế pin mặt trời; tích cực tham gia thành viên các tổ chức quốc tế về NLTT, ĐMT; Tổ chức thực hiện đăng ký đầy đủ cộng đồng tham gia chuỗi cung ứng, dịch vụ pin ĐMT; Quy hoạch định hướng 3 trung tâm tái chế pin mặt trời tại 3 miền để đáp ứng nhu cầu phát triển ĐTM; thúc đẩy nội địa hóa sản xuất, tái chế pin mặt trời.

*Thứ tư*, áp dụng mô hình trách nhiệm mở rộng EPR với chất thải pin mặt trời trong các quy định thực hiện Luật BVMT.

*Thứ năm*, nghiên cứu, cập nhật kinh nghiệm quốc tế về chính sách quản lý, công nghệ thu gom, tái chế chất thải pin mặt trời phục vụ phát triển bền vững.

*Thứ sáu*, có cơ chế khuyến khích cho việc thu gom, tái chế, xây dựng nhà máy xử lý chất thải pin mặt trời; Cần có nguồn tài chính, quỹ phục vụ chi phí quản lý chất thải pin mặt trời; Hợp tác quốc tế trong quản lý, tái chế chất thải pin mặt trời. ■

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/2/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
2. Quyết định số 500/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
3. Tạp chí Năng lượng Việt Nam (2019), Tổng quan tiềm năng và triển vọng phát triển NLTT Việt Nam.
4. UNDP, Viện năng lượng. Phát triển các giải pháp cuối vòng đời cho ĐMT và điện gió tại Việt Nam, 2021.
5. GIZ. Phân tích khung chính sách và đề xuất kế hoạch hành động tái chế chất thải tấm quang năng tại Việt Nam, 2022.
6. Viện Khoa học và Công nghệ môi trường - Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2022, Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý, xử lý pin năng lượng mặt trời thải.