



CÁC GIẢI PHÁP CUỐI VÒNG ĐỜI CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI VÀ ĐIỆN GIÓ Ở VIỆT NAM



HÀ NỘI 12.2021

Phát triển các giải pháp cuối vòng đời cho điện mặt trời và điện gió tại Việt Nam



*Empowered lives.
Resilient nations.*

THÁNG 12 NĂM 2021

Mục lục

Danh mục Hình	6
Danh mục Bảng	8
Các tác giả.....	9
Các từ viết tắt.....	10
Tóm tắt tổng quan dự án	11
1. Giới thiệu.....	18
2. Tổng quan sự phát triển năng lượng tái tạo và quản lý cuối vòng đời các hệ thống điện mặt trời và điện gió ở Việt Nam	21
2.1. Chính sách của Việt Nam về phát triển năng lượng tái tạo.....	21
2.2. Chính sách Khuyến khích đầu tư đối với các dự án năng lượng tái tạo.....	22
2.3. Điện mặt trời	22
2.3.1. Chính sách cho Điện mặt trời	22
2.3.2. Công suất điện mặt trời hiện có và dự kiến lắp đặt	25
2.3.3. Ước tính dòng nguyên liệu từ các hệ thống điện mặt trời cuối vòng đời hàng năm	28
2.4. Điện gió	32
2.4.1. Chính sách cho Điện gió.....	32
2.4.2. Công suất điện gió hiện có và dự kiến lắp đặt.....	33
2.4.3. Ước tính dòng nguyên liệu hàng năm từ các cơ sở sản xuất điện gió cuối vòng đời	35
3. Tổng quan tình hình quốc tế về quản lý Hệ thống điện gió và điện mặt trời cuối vòng đời	40
3.1. Tóm tắt các xu hướng trên thế giới đối với các nhà máy điện mặt trời cuối vòng đời	40
3.1.1. Phát sinh vật liệu và chất thải từ các nhà máy điện mặt trời cuối vòng đời	43
3.1.2. Tổng quan về khung pháp lý trên thế giới.....	44
3.1.3. Chi thị WEEE	51
3.1.4. Tình hình chính sách ở các nước đang phát triển ở Châu Á.....	53
3.1.5. Công nghệ tái chế tấm quang điện	54
3.1.6. Phân tách cơ học - Thích hợp để nhân rộng ở Việt Nam	58
3.1.7. Nghiên cứu điển hình: Phân tách nhiệt - Phương pháp tốt nhất để thu hồi gần 95% vật liệu.....	58
3.1.8. Phân tích kinh tế từ việc tái chế các tấm quang điện.....	59
3.2. Tóm tắt các xu hướng trên toàn thế giới đối với điện gió cuối vòng đời.....	62
3.2.1. Phát sinh các vật liệu và chất thải cuối vòng đời từ các nhà máy điện gió	63

3.2.2.	Tổng quan về hệ thống chính sách quản lý cánh quạt tuabin gió cuối vòng đời	65
3.2.3.	Phân tích kinh tế trong trường hợp ngừng vận hành và tháo dỡ tuabin gió	71
3.2.4.	Công nghệ xử lý tái chế cánh tuabin gió	73
3.2.5.	Đồng xử lý xi măng đối với chất thải cánh tuabin gió:	74
3.3.	Tóm tắt các xu hướng trên toàn thế giới về tái chế pin lưu trữ	75
3.4.	Phân tích sự phát triển của việc quản lý chất thải cuối vòng đời cho hệ thống điện mặt trời và điện gió theo xu thế quốc tế	77
3.4.1.	Động lực để quản lý chất thải từ điện mặt trời và điện gió	77
3.4.2.	Các rào cản và yếu tố thúc đẩy việc quản lý chất thải điện mặt trời và điện gió	78
4.	Khung quy định liên quan tới quản lý cuối vòng đời của điện mặt trời và điện gió ở Việt Nam	80
4.1.	Công ước Basel	80
4.2.	Hiệp định của Đông Nam Á về cơ chế quản lý thiết bị điện và điện tử	80
4.3.	Quy chuẩn quốc gia về quản lý chất thải và chất thải nguy hại	80
4.4.	Phân loại chất thải từ các mô-đun quang điện cuối vòng đời và các nhà máy điện gió	83
4.5.	Tập trung vào dòng chất thải cụ thể từ các tấm quang điện: vấn đề của xử lý Antimon trong thủy tinh	84
5.	Cơ sở hạ tầng quản lý chất thải hiện có ở Việt Nam cho dự án điện gió và điện mặt trời cuối vòng đời	87
5.1.	Thu gom và lưu trữ	87
5.2.	Vận chuyển	88
5.3.	Các phương án xử lý chất thải phát sinh cuối đời các dự án nhà máy năng lượng tái tạo	91
5.3.1.	Cơ sở hạ tầng hiện có để xử lý và tái chế tại Việt Nam	91
5.3.2.	Tái chế kim loại: kim loại đen và kim loại màu	91
5.3.3.	Tái chế rác thải điện tử	91
5.3.4.	Tái chế pin/ắc qui	92
5.3.5.	Tái chế thủy tinh	93
5.3.6.	Đồng xử lý cốt sợi polyme trong lò nung xi măng	93
5.3.7.	Tái chế đất hiếm và kim loại	94
5.3.8.	Lò đốt	94
5.3.9.	Chôn lấp	95
6.	Quản lý sau khi kết thúc vòng đời các nhà máy điện tái tạo - Khuyến nghị cho Việt Nam	95
6.1.	Phân loại và quản lý chất thải	96

6.1.1.	Phân loại chất thải và xây dựng các hướng dẫn cho quá trình tháo dỡ các tấm quang điện	96
6.1.2.	Lập sổ đăng ký các cơ sở xử lý chất thải được cấp phép, theo loại chất thải và quy trình 96	
6.1.3.	Tăng cường thu gom và xử lý chính thức chất thải cuối vòng đời cho điện mặt trời và điện gió.....	97
6.2.	Công nghệ tái chế chất thải bằng cách phân loại chất thải.....	98
6.2.1.	Chất thải đã có sẵn cơ sở tái chế tại Việt Nam.....	98
6.2.2.	Chất thải có thể cần qua quy trình xử lý sơ bộ	98
6.2.3.	Chất thải mà các công nghệ chuyên dụng còn thiếu ở Việt Nam và cần được thiết lập 99	
6.2.4.	Chất thải không thể tái chế: đốt và chôn lấp	100
6.2.5.	Chất thải có thể xuất khẩu	102
6.3.	Khía cạnh tài chính và Bổ sung Trách nhiệm của nhà sản xuất (EPR).....	102
6.3.1.	Thiết lập cơ chế tài chính đảm bảo tính bền vững, tuân thủ nguyên tắc bên gây ô nhiễm trả tiền.....	102
6.3.2.	Quy định trách nhiệm bổ sung của nhà sản xuất (EPR) tại Việt Nam	102
6.3.3.	Quy định trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR) cho module điện mặt trời áp mái.....	104
Phụ Lục	105
Phụ lục 1:	Phân tách vật liệu – các tấm quang điện	105
Phụ lục 2:	Danh sách các công ty được cấp phép xử lý chất thải nguy hại tại Việt Nam	111
Phụ lục 3:	Các nhà máy điện mặt trời hiện nay ở Việt Nam tính đến năm 2020.....	116
Phụ lục 4:	Các nhà máy điện gió hiện nay ở Việt Nam	127
Phụ lục 5:	Tổng khối lượng phát sinh cuối đời dự án điện gió và mặt trời tại Việt Nam	128
Phụ lục 6:	Các trường hợp điển hình quốc tế: nhà máy điện mặt trời	131
Phụ lục 6.1:	Đức.....	131
i.	Công suất hiện tại và dự kiến.	131
ii.	Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh từ các dự án điện mặt trời	131
iii.	Tóm lược chính sách quốc gia về quản lý kết thúc vòng đời dự án	131
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	132
v.	Cơ hội /thách thức	133
Phụ lục 6.2:	Ý.....	133
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	133
ii.	Chất thải các tấm quang điện hiện tại và dự kiến phát sinh từ cuối đời dự án	133

iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối đời dự án	133
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	134
v.	Cơ hội và thách thức.....	135
Phụ lục 6.3: Úc.....		135
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	135
ii.	Các tấm quang điện lỗi hỏng hiện nay và dự kiến phát sinh cuối đời dự án 136	
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối đời dự án	136
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	136
v.	Cơ hội và thách thức.....	137
Phụ lục 6.4 Hoa Kỳ		137
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	137
ii.	Các tấm thải quang điện hiện thời và dự kiến phát sinh cuối đời dự án.....	137
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối đời dự án	137
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp	138
v.	Cơ hội và thách thức.....	139
Phụ lục 6.5: Hàn Quốc		139
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	139
ii.	Các tấm quang điện thải hiện thời và dự kiến phát sinh cuối đời dự án.....	139
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối vòng đời dự án	140
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	140
v.	Cơ hội và thách thức.....	140
Phụ lục 6.6: Nhật Bản		140
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	140
ii.	Chất thải phát sinh hiện tại và dự kiến từ cuối đời dự án.....	140
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý	141
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	141
Phụ Lục 7: Các trường hợp điển hình quốc tế: nhà máy điện gió		141
Phụ 7.1: Hoa Kỳ.....		141
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	141
ii.	Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh cuối vòng đời dự án điện gió	141
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối vòng đời dự án	141
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	142
v.	Cơ hội và thách thức.....	143
Phụ lục 7.2 Đức.....		143
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	143

ii.	Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh cuối vòng đời dự án điện gió	143
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý	143
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	144
v.	Cơ hội và thách thức.....	144
Phụ lục 7.3 Đan Mạch.....		145
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	145
ii.	Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh cuối vòng đời dự án	145
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý	145
iv.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	145
Phụ lục 7.4 Hà Lan.....		146
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	146
ii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý chất thải cuối vòng đời	146
iii.	Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ	146
iv.	Cơ hội và thách thức.....	147
Phụ lục 7.4 Vương Quốc Anh.....		147
i.	Công suất hiện tại và dự kiến	147
ii.	Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh từ các dự án điện gió.....	147
iii.	Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý chất thải cuối vòng đời dự án.....	147
Phụ lục 8: Quan điểm của các bên liên quan chính		148

Danh mục Hình

Hình 1. Dự báo về lượng tải tấm quang điện giai đoạn 2020-2050.....	12
Hình 2. Dự báo lượng tải của cánh tuabin điện gió (tích lũy đến năm 2050).....	13
Hình 3. Sự phát triển của điện gió và điện mặt trời ở Việt Nam trong 10 năm qua.....	21
Hình 4. Công suất hữu ích điện mặt trời hiện có của các tỉnh ở Việt Nam chồng lớp trên Bản đồ tiềm năng điện mặt trời do Ngân hàng Thế giới công bố.....	25
Hình 5. Nhà máy điện mặt trời Xuân Thiện - Ea Súp.....	27
Hình 6. Tiến độ phát triển điện mặt trời giai đoạn 2020-2045 (Nguồn: Dự thảo QHĐ8)...	28
Hình 7. Dự báo về chất thải điện mặt trời trong giai đoạn 2020-2050.....	30
Hình 8. Các nhà máy điện gió hiện có ở Việt Nam.....	34
Hình 9. Công suất điện gió trên bờ và gần bờ.....	35
Hình 10. Công suất điện gió ngoài khơi.....	35
Hình 11. Sự phát triển của tuabin gió và cánh quạt gió (Nguồn: dự thảo QHĐ8).....	36
Hình 12. Dự báo cánh tuabin điện gió thải bỏ (tích lũy đến năm 2050).....	38
Hình 13. Công suất tích lũy của điện mặt trời đã lắp đặt trên toàn thế giới.....	40
Hình 14. Công suất tích lũy điện mặt trời trên toàn thế giới tính đến năm 2050 (theo REmap Case).....	41
Hình 15. Mười nước đứng đầu về công suất điện mặt trời trong các năm 2000, 2010 and 2019 (số liệu mới nhất).....	42
Hình 16. Dự báo chất thải từ tấm quang điện toàn cầu năm 2050.....	43
Hình 17. Bản đồ mô tả các quốc gia có các quy định hiện hành về quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện (Màu xanh lá cây) và các quốc gia có chính sách đang được xem xét (Màu đỏ) - Được xây dựng bằng phần mềm Mapchart.....	45
Hình 18. Phân phối sản xuất tấm quang điện trên toàn Thế giới từ 2005 đến 2019 (EC-JRC 2019).....	52
Hình 19. Công suất lắp đặt tấm quang điện tích lũy từ năm 2010 đến năm 2019 (EC -JRC 2019).....	52
Hình 20. Phân tách cơ học các tấm quang điện - Nghiên cứu điển hình của Victoria PV Pilot.....	58
Hình 21. Trích xuất vật liệu hoàn chỉnh từ các tấm quang điện.....	59
Hình 22. Các bước chiết xuất đồng, bạc và chì từ các tấm PV.....	59
Hình 23. Công suất lắp đặt tích lũy điện gió trên toàn thế giới.....	62
Hình 24. Công suất đặt điện gió tích lũy trên toàn cầu đến năm 2050 (Theo Trường hợp REmap).....	63
Hình 25. Công suất tuabin gió ngừng hoạt động từ năm 2009-2019 ở Châu Âu.....	63
Hình 26. Dự báo chất thải cánh tuabin gió – Trên toàn thế giới.....	64

Hình 27. Chất thải cánh tuabin gió hàng năm (Sản xuất, Dịch vụ và Cuối vòng đời) được dự báo trên toàn cầu	64
Hình 28. Đồng xử lý trong quá trình sản xuất xi măng sử dụng cánh tuabin thải bỏ	75
Hình 29. Tổng quan về các bước tái chế pin Lithium-Ion khác nhau.....	76
Hình 30. Phân loại rác thải điện tử ở Việt Nam.....	88
Hình 31. Công ty TNHH Sản xuất - Thương mại - Dịch vụ Việt Xanh thu gom và vận chuyển chất thải nguy hại cho UBND xã Đắk Lắk (Nguồn: EVNCPC Đắk Lắk).....	89
Hình 32. Quá trình vận chuyển một cánh tuabin dài 57 m bằng đường bộ tới địa điểm xây dựng Nhà máy điện gió Trung Nam - Ninh Thuận	90
Hình 33. Vận chuyển đường thủy của cánh tuabin dài 57 m tới địa điểm xây dựng nhà máy điện gió Trung Nam-Ninh Thuận	90
Hình 34. Thị phần sản xuất tấm quang điện trên thế giới – theo công nghệ	105
Hình 35. Phân tách vật liệu tinh thể silicon tấm quang điện (Tổng trọng lượng: 22,2 kg)	105
Hình 36. Phân tách vật liệu mô-đun CdTe PV (tổng trọng lượng: 34,5 kg).....	106
Hình 37. Thành phần kính của tấm PV (theo trọng lượng)	106
Hình 38. Biểu đồ mô tả các nguyên liệu thô được nhúng trong các tấm quang điện với ghi chú tính chất quan trọng của chúng	109
Hình 39. Kiểm soát chuỗi cung ứng của các quốc gia khác nhau được nêu rõ trong các giai đoạn sản xuất tấm quang điện.....	109

Danh mục Bảng

Bảng 1. Công suất lắp đặt năng lượng tái tạo ước tính theo dự thảo QHĐ8	11
Bảng 2. Công suất lắp đặt năng lượng tái tạo ước tính theo dự thảo QHĐ8	19
Bảng 3. Cơ chế biểu giá hỗ trợ cho các dự án điện mặt trời ở Việt Nam.....	24
Bảng 4. Phát triển điện mặt trời trong dự thảo QHĐ8 theo các kịch bản khác nhau (GW) 28	
Bảng 5. Yếu tố hình dạng đường cong Weibull trong mô hình dự báo (Nguồn: IRENA)..	29
Bảng 6. Dự báo dòng nguyên liệu cho các nhà máy cuối vòng đời ở Việt Nam.....	30
Bảng 7. Lượng pin lưu trữ thải ra theo ước tính số lượng lắp đặt cho các dự án điện mặt trời ở Việt Nam đến năm 2050	32
Bảng 8. Phát triển điện gió trong dự thảo QHĐ8 theo các kịch bản khác nhau (GW).....	36
Bảng 9. Giả định về lỗi, hỏng của cánh quạt gió theo Liu et al.....	37
Bảng 10. Dự báo dòng nguyên liệu của tuabin gió cuối vòng đời tính đến năm 2050.....	39
Bảng 11. Lượng chất thải điện mặt trời tích lũy (IRENA) so với lượng chất thải điện mặt trời dự báo cho Việt Nam, tính bằng triệu tấn	43
Bảng 12. Khối lượng rác thải từ điện mặt trời được báo cáo ở Châu Âu (tấn).....	44
Bảng 13. Tổng quan về các chính sách trong bối cảnh quốc tế về quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện	46
Bảng 14. Đóng góp của vật liệu được thu hồi vào nhu cầu nguyên liệu thô ở Châu Âu: (EOL - RIR) và Giá trị kinh tế của vật liệu thu hồi € / tấn	53
Bảng 15. Tổng quan về chi phí - lợi ích liên quan đến tái chế tấm quang điện từ dự án FREL P (ví dụ).....	60
Bảng 16. Danh mục chính sách để quản lý cuối vòng đời của tuabin gió	66
Bảng 17. Phân tích chi phí của việc ngừng vận hành tuabin gió	72
Bảng 18. Các công nghệ tái chế cánh tuabin gió	73
Bảng 19. Phân tích kinh tế đối với việc xử lý pin Lithium (Theo tài liệu của Australia)	77
Bảng 20. Phân loại chất thải nguy hại dựa trên hàm lượng hóa chất nguy hại theo quy định của EU và VN	85
Bảng 21. Phân loại các tấm quang điện cuối vòng đời dựa trên các quy định của EU và Việt Nam.....	86
Bảng 22. Hàm lượng kim loại độc trong mô-đun tấm quang điện PV	107
Bảng 23. Bóc tách vật liệu cho hệ thống PV 1 MW (Multi-Si, CdTe, CIGS).....	107
Bảng 24. Đóng góp của vật liệu được thu hồi vào nhu cầu nguyên liệu thô ở Châu Âu: (EOL - RIR) và Giá trị kinh tế của vật liệu thu hồi € / tấn	110

Các tác giả

Tổ chức UNDP tại Việt Nam: Vũ Thị Thu Hằng

Viện Năng lượng: Nguyễn Thị Thu Huyền
Lê Hoàng Anh
Đinh Lê Phương Anh
Nguyễn Ngọc Oánh
Nguyễn Văn Trường

Tư vấn quốc tế: Deepali Sinha Khatriwal
Kishore Ganesa
Carlo Lupi

Các số liệu về Hệ thống điện Việt Nam và dự báo công suất điện mặt trời và điện gió được trích từ bản Dự thảo Quy hoạch điện VIII cho giai đoạn 2021 – 2030, tầm nhìn 2045, ấn bản thứ 3, tháng 2 năm 2021.

Quan điểm được trình bày trong báo cáo này là quan điểm của (các) tác giả và không nhất thiết đại diện cho quan điểm của Liên Hợp Quốc, bao gồm UNDP hoặc các Quốc gia thành viên Liên Hợp Quốc và Viện Năng lượng.

Các ký hiệu được sử dụng và việc trình bày thông tin trên các bản đồ trong báo cáo không ngụ ý thể hiện bất kỳ ý kiến nào của Ban Thư ký Liên hợp quốc hoặc UNDP và Viện Năng lượng liên quan đến tình trạng pháp lý của bất kỳ quốc gia, vùng lãnh thổ, thành phố hoặc khu vực nào hoặc các cơ quan chức năng của thành phố hoặc khu vực, hoặc liên quan đến việc phân định biên giới hoặc ranh giới của quốc gia, lãnh thổ, khu vực.

Các từ viết tắt

BAU	Kịch bản cơ sở
BOT	Hình thức đầu tư Xây dựng – Vận hành – Chuyển giao
CIT	Thuế thu nhập doanh nghiệp
DPPA	Hợp đồng mua bán điện trực tiếp
EOL	Kết thúc vòng đời
EREA	Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo
FiT	Biểu giá điện hỗ trợ
GHG	Khí nhà kính
GW	Giga Watt (= 1×10^9 Watt)
IPP	Các cơ sở phát điện độc lập
MOIT	Bộ Công Thương
NDC	Đóng góp quốc gia tự quyết định
PDP 8	Quy hoạch Điện VIII
PV	Quang điện
PPA	Hợp đồng mua bán điện
PPP	Hình thức đối tác công tư
WP	Điện gió
VAT	Thuế giá trị gia tăng

Tóm tắt tổng quan dự án

Việt Nam là một trong những nền kinh tế phát triển nhanh nhất trên thế giới, thể hiện qua cường độ sử dụng năng lượng và phát thải carbon cao, với lượng phát thải dự kiến sẽ tăng gấp ba lần vào năm 2030. Do đó, Chính phủ Việt Nam rất coi trọng vấn đề giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu song song với tăng trưởng kinh tế. Chiến lược giảm thiểu biến đổi khí hậu đặt trọng tâm vào việc phát triển các nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là sản xuất điện từ các nguồn điện mặt trời (PV) và điện gió (WP).

Công suất điện mặt trời và điện gió tại Việt Nam đã phát triển mạnh mẽ thông qua các biện pháp hỗ trợ chính sách khác nhau và cơ chế giá bán điện hấp dẫn. Năm 2020, sản lượng điện sản xuất từ các nguồn năng lượng mặt trời và gió lên tới 12.084 GWh, chiếm gần 5% sản lượng điện năng cả nước.

Các chính sách như Dự thảo Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 và Dự thảo Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045 (QHĐ8) dự kiến tăng công suất lắp đặt nguồn năng lượng tái tạo trong tương lai như trong bảng bên dưới.

Bên cạnh đó, Dự thảo QHĐ8 còn ưu tiên phát triển hợp lý các nguồn năng lượng tái tạo.

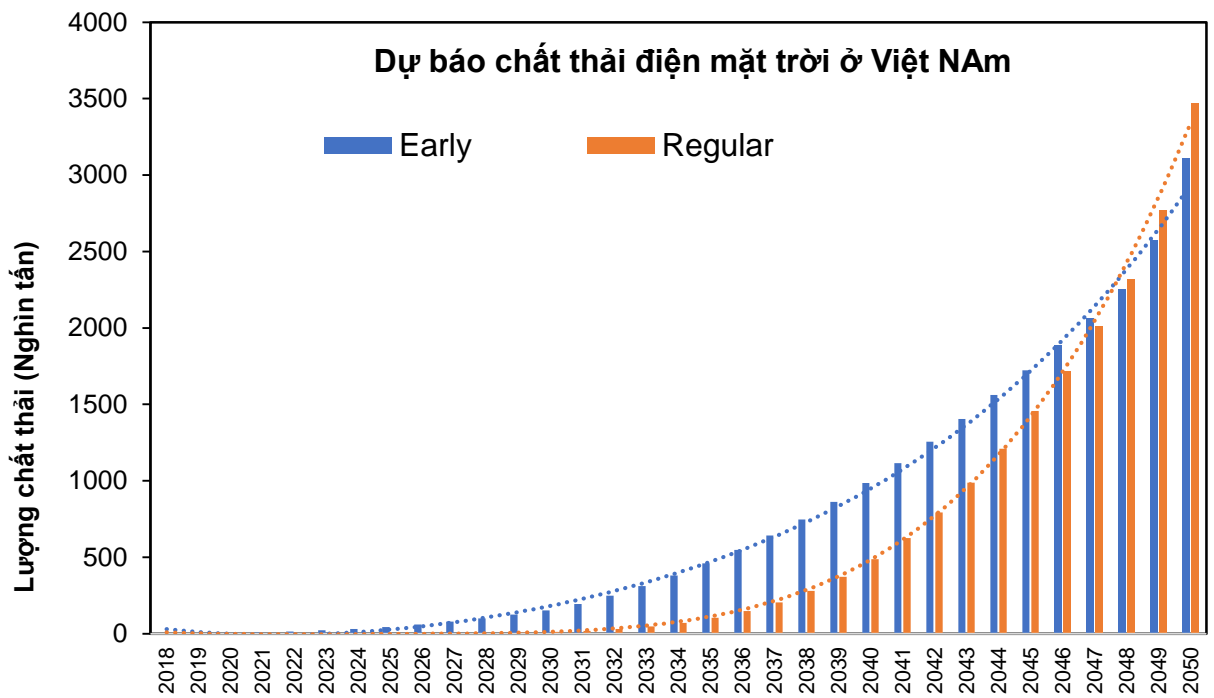
Bảng 1. Công suất lắp đặt năng lượng tái tạo ước tính theo dự thảo QHĐ8

Nguồn điện	2025	2030	2045
Mặt trời	17,25 GW	18,64 GW	55 GW
Gió	11,320 GW	16 GW	39,61 GW

Sự bùng nổ về công suất lắp đặt các nguồn điện từ năng lượng tái tạo này sẽ phản ánh dòng chất thải phát sinh lớn trong những năm tới. Trong vài thập kỷ tới, các mô-đun năng lượng mặt trời, cánh tuabin gió và các thành phần phụ trợ sẽ cần được cải tạo, tái sử dụng, tái chế hoặc thải bỏ một cách an toàn.

Theo các kịch bản trong dự thảo QHĐ8, công suất lắp đặt điện mặt trời sẽ tăng từ 16,6 GW lên tối đa 20,1 GW trong giai đoạn 2021 - 2030, tăng lên 71,9 GW vào năm 2045 theo kịch bản cao. Với công suất tấm quang điện từ 330 - 440W và có tính đến những cải tiến công nghệ về công suất, cùng một công suất điện sẽ cần số lượng tấm quang điện ít hơn, ước tính khoảng 50,9 - 62,1 triệu tấm quang điện sẽ được lắp đặt vào năm 2030 và lên đến 150 - 220 triệu tấm vào năm 2045.

Hơn 95% nhà máy điện mặt trời ở Việt Nam sử dụng tấm quang điện silicon tinh thể (trong đó 70% là loại đơn tinh thể, khoảng 25% là loại đa tinh thể), gần 5% sử dụng tấm quang điện loại màng mỏng. Theo phương pháp luận được đề xuất bởi IRENA, ước tính lượng chất thải phát sinh từ các tấm quang điện mặt trời khi hết tuổi thọ được tính toán dựa trên phương trình phân bố Weibull và số liệu tính lấy theo kịch bản chọn của QHĐ8 (phiên bản tháng 3/2021). Hình 1 đưa ra dự báo về lượng phát sinh chất thải từ tấm quang điện từ năm 2020 - 2050 theo các kịch bản tổn thất sớm (2% sẽ trở thành rác thải sau 10 năm) và tổn thất bình thường (4% sẽ trở thành rác thải sau 15 năm).



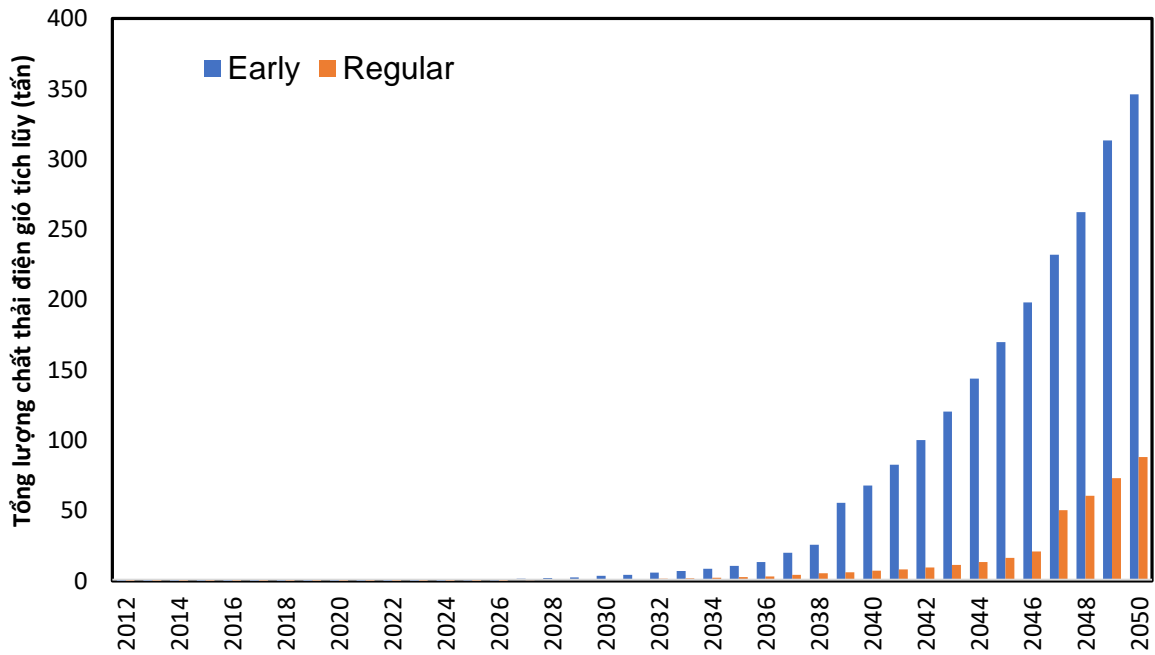
Hình 1. Dự báo về lượng chất thải quang điện giai đoạn 2020-2050

Điện gió

Chính sách thuận lợi đã thúc đẩy việc phát triển mạnh các dự án điện gió, từ 30 MW công suất năm 2012 lên 630 MW vào năm 2020. Theo dự thảo QHĐ8, dự kiến đến năm 2030, chỉ phát triển các dự án điện gió trên bờ và gần bờ, sau đó đến cuối kỳ quy hoạch điện gió ngoài khơi mới bắt đầu đi vào hoạt động. Đến năm 2045, tổng công suất lắp đặt điện gió trên bờ, gần bờ và ngoài khơi dự kiến sẽ tăng lên khoảng 55 - 76 GW theo các kịch bản an toàn nhất và tham vọng nhất.

Khoảng 19,3 nghìn tấn vật liệu tuabin gió thải bỏ cuối vòng đời dự án theo kịch bản tổn thất sớm và khoảng 66,9 nghìn tấn vật liệu tuabin gió thải bỏ ở kịch bản tổn thất bình thường sẽ phát sinh tại Việt Nam vào năm 2030. Đến năm 2040, lượng chất thải phát sinh tích lũy sẽ tăng lên lần lượt là 112,9-1.171 nghìn tấn và đến năm 2050 là khoảng 1.484 – 5.057 nghìn tấn trong các kịch bản tổn thất sớm và tổn thất bình thường.

Dự báo về dòng nguyên liệu từ tuabin gió cuối vòng đời dựa trên thành phần vật liệu và khối lượng cuối vòng đời được tính toán với giả định rằng toàn bộ tuabin gió sẽ bị tháo dỡ khi hỏng hóc. Hình 2 dự báo lượng vật liệu thải từ cánh tua bin điện gió tích lũy theo kịch bản tổn thất sớm và kịch bản tổn thất bình thường.



Hình 2. Dự báo lượng thải của cánh tuabin điện gió (tích lũy đến năm 2050)

Quy định quốc tế - Chất thải từ tấm quang điện mặt trời

Các tấm quang điện mặt trời cuối vòng đời đã được xem như là chất thải điện tử những nơi nó được quy định. Kể từ năm 2012, chi thị WEEE ở Châu Âu đã thiết lập các điều khoản quy định về quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện mặt trời vào Khung quy định về Bổ sung thêm trách nhiệm của nhà sản xuất (EPR), quy định cụ thể đối với các nhà sản xuất và nhập khẩu tấm quang điện. Chi thị WEEE được chuyển thành quy định quốc gia của mỗi quốc gia thành viên để thực hiện quy định việc quản lý các tấm quang điện cuối vòng đời. Các quốc gia như Úc, Trung Quốc và Hoa Kỳ hiện có công suất lắp đặt điện mặt trời lớn nhưng vẫn chưa có bất kỳ quy định cụ thể nào về quản lý chất thải điện mặt trời cuối vòng đời. Chúng được quản lý theo các chỉ thị và chương trình cụ thể như kế hoạch 5 năm lần thứ 13 của Trung Quốc và Chương trình Quốc gia về Tái chế Tấm quang năng (National PV Recycling Program) của Hiệp hội các ngành công nghiệp năng lượng mặt trời (Solar Energy Industries Association SEIA) của Hoa Kỳ.

Quy định quốc tế - Chất thải từ dự án điện gió

Do kích thước lớn của các tuabin gió đòi hỏi phải có các quy định cụ thể về tháo dỡ và khôi phục địa điểm. Mặt khác, so với các tấm quang điện, thành phần tháo dỡ từ tuabin gió đã thiết lập dây chuyền tái chế và không yêu cầu thêm về các kỹ thuật tách lớp. Không có chính sách cụ thể nào trong việc quản lý chất thải của các tuabin gió. Tuy nhiên, đã có các tiêu chuẩn và hướng dẫn cụ thể về ngừng vận hành, tháo dỡ và khôi phục địa điểm của các dự án điện gió ở các quốc gia khác nhau. Hầu hết các quy định ngừng vận hành đối với tuabin gió được đề cập thông qua các chính sách quản lý chất thải khác nhau như chính sách quản lý chất thải phá dỡ và xây dựng, quản lý chất thải kim loại và quản lý chất thải điện tử tương ứng với nhiều loại chất thải khác nhau được phát sinh từ các tuabin gió được cấu thành từ nhiều loại vật liệu khác nhau như bê tông, kim loại, cáp điện.

Một số ví dụ về các chính sách pháp luật cụ thể ở các quốc gia khác nhau áp dụng cho giai đoạn ngừng vận hành của tuabin gió bao gồm Đạo luật của Đức về Các nguồn Năng lượng Tái tạo năm 2017, Hướng dẫn cấp phép cho các nhà máy điện từ nguồn năng lượng tái tạo ở

Ý, Nghị định Xây dựng năm 2012 ở Hà Lan và Điều kiện ngừng hoạt động được đề cập trong giấy phép xây dựng và hoạt động ở Đan Mạch. Ngoài ra, còn có lệnh cấm chôn lấp các cánh quạt tuabin gió ở Đức và Hà Lan. An ninh tài chính, tháo dỡ/ ngừng hoạt động và quản lý tất cả các vật liệu được phát sinh từ quá trình tháo dỡ là một số khía cạnh được xem xét khi xây dựng các hướng dẫn và tiêu chuẩn liên quan đến quản lý cuối vòng đời của các tuabin điện gió.

Khung pháp lý hiện hành của Việt Nam liên quan đến quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện và tuabin gió.

Việt Nam là thành viên của Công ước Basel về kiểm soát vận chuyển xuyên biên giới các chất thải nguy hại, Thông tư số 36/2015/TT-BTNMT là Quy định của Việt Nam về quản lý chất thải nguy hại tuân theo Công ước Basel. Các Quy định về quản lý chất thải và Bảo vệ môi trường ở Việt Nam đều tuân theo Luật Bảo vệ Môi trường (thúc đẩy giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế chất thải), do đó Nghị định về Quản lý chất thải và phế liệu (Nghị định số 38/2015/NĐ-CP ngày 24/4/2015) và Thông tư quy định về phát triển dự án và hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án điện mặt trời (Thông tư số 18/2020/TT-BCT ngày 17/07/2020) cùng một số quy định khác đều tuân theo Luật này. Các chính sách khác như Thông tư về quản lý chất thải nguy hại quy định giới hạn ngưỡng nguy hại đối với vật liệu thải bỏ và đưa ra các hướng dẫn quản lý phù hợp.

Quy định về việc bổ sung thêm trách nhiệm của nhà sản xuất (EPR) tại Việt Nam đang trong quá trình thảo luận. Tuy nhiên, thành phần thải bỏ từ các nhà máy điện gió cuối vòng đời dự án không được đưa vào quy định của EPR này. Theo Dự thảo Nghị định hướng dẫn thực hiện Luật Bảo vệ môi trường (2020), căn cứ theo quy định Bổ sung thêm trách nhiệm của nhà sản xuất EPR đã đề xuất trách nhiệm tài chính đối với các nhà chế tạo/nhập khẩu/sản xuất để đảm bảo chi trả cho toàn bộ chi phí thu hồi và tái chế từ việc thu gom, tập kết, vận chuyển và xử lý. Theo quy định của Luật Bảo vệ môi trường, các nhà sản xuất hoặc nhập khẩu có thể lựa chọn một trong các hình thức tái chế sau: a) tự tái chế; b) thuê đơn vị tái chế; c) ủy quyền cho bên thứ 3 để tổ chức tái chế (PRO). Các nhà sản xuất và các nhà nhập khẩu cũng có thể chọn cơ chế đóng góp tài chính cho Quỹ Bảo vệ Môi trường Việt Nam. Bảo lãnh tài chính được xác định theo khối lượng hoặc đơn vị sản phẩm sản xuất và nhập khẩu được bán ra thị trường. Bảo lãnh tài chính được nộp và hoàn trả tại Quỹ Bảo vệ môi trường Việt Nam, Quỹ Bảo vệ môi trường cấp tỉnh hoặc tổ chức tài chính, tín dụng theo quy định của pháp luật. Trường hợp số tiền bảo lãnh còn lại, tổ chức tín dụng có trách nhiệm hoàn trả số tiền còn lại cho tổ chức, cá nhân đã đóng góp tài chính cho việc bảo vệ môi trường.

Hiện trạng công nghệ tái chế – Tấm quang năng

Quá trình tái chế PV bắt đầu bằng việc loại bỏ hộp nối và khung nhôm, sau đó là tách bằng điều khiển để tách các tấm quang điện mặt trời, kính phía trước và lớp nhựa. Kỹ thuật tách lớp có thể được phân thành các loại cơ bản như: tách cơ học, kỹ thuật nhiệt và phương pháp hóa học, trong đó phương pháp cơ học được sử dụng phổ biến nhất do tiêu thụ năng lượng thấp và phù hợp với cơ sở hạ tầng hiện có. Một nghiên cứu thử nghiệm do Tổ chức bền vững Victoria thực hiện đã chỉ ra rằng kỹ thuật tái chế dựa vào kỹ thuật phân tách cơ học là hấp dẫn nhất với mức đầu tư tối thiểu và tỷ lệ thu hồi 85% lượng vật liệu (kính, khung nhôm, hộp phân phối và dây cáp). Viện Đánh giá Công nghệ Công nghiệp Hàn Quốc (KEIT) đã thử nghiệm một kỹ thuật tái chế tấm quang điện có giá trị thu hồi đạt được cao hơn do Bộ Thương mại, Công nghiệp & Năng lượng (MOTIE) Hàn Quốc tài trợ. Phương pháp nhiệt phân cho phép phân tách tinh khiết hơn và được chỉ ra là có thể thu hồi đến 95% vật liệu từ các tấm quang điện. Phương pháp phân tách hóa học bằng cách hòa tan EVA trong dung môi

hữu cơ hoặc vô cơ. Tuy nhiên, những kỹ thuật này vẫn đang trong quá trình phát triển và chưa sẵn sàng để khai thác thương mại.

Hiện trạng công nghệ tái chế – Cánh tuabin gió

Các công nghệ tái chế cho cánh tuabin gió vẫn đang trong giai đoạn phát triển, ở nhiều cấp độ công nghệ khác nhau. Đồng xử lý chất thải trong nhà máy xi măng (sợi thủy tinh được tái chế như một thành phần trong hỗn hợp xi măng), nghiền cơ học (thường được sử dụng do hiệu quả, chi phí thấp và yêu cầu năng lượng thấp) và nhiệt phân (cho phép thu hồi sợi ở dạng tro và ma trận polyme ở dạng các sản phẩm hydrocacbon) có mức độ trưởng thành cao hơn và gần mức độ thương mại hóa hơn so với các quy trình công nghệ phân mảnh bằng xung điện cao áp và công nghệ tầng sôi.

Đồng xử lý các cánh quạt tuabin gió tại các nhà máy xi măng là một lựa chọn thương mại nhất hiện nay và khả thi trong việc quản lý chất thải cuối vòng đời cánh tuabin gió ở Việt Nam. Ưu điểm của nó là không yêu cầu chi phí đầu tư cơ sở hạ tầng riêng biệt, hiệu quả cao, tốc độ và có khả năng mở rộng so với các công nghệ sẵn có khác. Sợi thủy tinh có trong cánh tuabin gió thải bỏ được tái chế như một thành phần của hỗn hợp xi măng (clinker), trong khi hỗn hợp polyme được đốt cháy như nhiên liệu cho quá trình sản xuất (còn gọi là nhiên liệu có nguồn gốc từ rác thải), giảm lượng khí thải carbon trong quá trình sản xuất xi măng.

Cơ sở hạ tầng quản lý chất thải cuối vòng đời của các dự án điện mặt trời và điện gió hiện có ở Việt Nam.

Hiện nay, việc thu gom rác thải điện mặt trời và điện gió chưa được tổ chức và thực hiện một cách chính thức. Tương tự như với rác điện tử, chủ yếu do các cá nhân làm nghề thu gom sắt vụn, trung tâm sửa chữa thiết bị và công ty môi trường đô thị (URENCO) thực hiện. Rác thải điện, điện tử sau khi thu gom được tháo dỡ tại các trung tâm lớn như Tràng Minh (Hải Phòng), Bùi Đậu, Phan Bôi (Hưng Yên), Tề Lỗ (Vĩnh Phúc) hoặc các đại lý thu gom của tư nhân. Loại có thể tái chế được như kim loại, nhựa và giấy được bán cho những người thu gom phế liệu, chất thải này sau đó được gửi đến các làng nghề hoặc cơ sở tái chế. Công nghệ tái chế chất thải tại các làng nghề hầu hết đã cũ kỹ, lạc hậu, được thực hiện trong điều kiện cơ sở hạ tầng không đạt chuẩn, quy mô sản xuất nhỏ lẻ, dẫn đến ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Hầu hết rác thải điện tử được tái chế thủ công tại khoảng 90 làng nghề nằm rải rác trên cả nước, sử dụng các kỹ thuật thủ công để phân loại, sơ chế, nấu chảy và đúc kim loại từ rác thải điện tử. Hiện tại, các nhà tái chế rác thải điện tử chính thức không cạnh tranh được vì họ phải tuân thủ các quy định nghiêm ngặt về môi trường mà trong khi các quy định này bị các nhà tái chế không chính thức bỏ qua hoặc coi thường. Các làng nghề này hỗ trợ khoảng 10 triệu lao động và đã trở thành nguồn thu nhập đáng kể cho các hộ nông nghiệp (MONRE 2020). Tính đến ngày 30 tháng 3 năm 2020, 114 cơ sở xử lý chất thải nguy hại được cấp phép, đã đi vào hoạt động tại Việt Nam với tổng công suất 1,5 triệu tấn/năm. Trong số đó, chỉ có 15 doanh nghiệp xử lý chất thải điện tử chính thức được cấp phép, với công suất từ 0,5 - 3 tấn/ngày. Công nghệ tái chế nhôm, đồng, thép, nhựa và thủy tinh đã có sẵn ở Việt Nam và nếu được tổ chức hợp lý có thể đảm bảo xử lý một lượng đáng kể chất thải cuối vòng đời cho các dự án điện mặt trời và điện gió.

Cánh tuabin có thể được xử lý trước tiên tại các cơ sở tái chế hiện có và cắt nhỏ nhựa trước khi đưa chúng đến xử lý tại các nhà máy xi măng. Tuy nhiên, công nghệ tái chế nhựa trong các lò xi măng vẫn chưa được phát triển rộng rãi ở Việt Nam, và công nghệ tiên xử lý cốt sợi polymer - FRP cũng hoàn toàn chưa có.

Rào cản về quản lý chất thải từ điện mặt trời và điện gió

Các rào cản hoặc thách thức được xem như là những rào cản trong việc quản lý chất thải cuối vòng đời của điện gió và điện mặt trời khá giống với tình trạng quản lý chất thải điện tử.

- Thiếu các quy định có thể thiết lập các cơ chế tài chính cho việc thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải. Trong trường hợp không có các quy định pháp lý, các nhà sản xuất/phát triển/lắp đặt/nhập khẩu điện mặt trời sẽ không quan tâm đến trách nhiệm phải trả phí cho việc quản lý cuối vòng đời đối với các dự án của họ.
- Khối lượng chất thải cuối vòng đời không lớn do phần lớn các nhà máy được lắp đặt thời gian gần đây, chất thải từ các tấm quang năng và tuabin gió thấp. Một báo cáo của Bộ TNMT (2020) chỉ ra vấn đề lớn nhất hiện nay là Việt Nam không có ngành công nghiệp tái chế chất thải điện tử do thiếu nguồn cung cấp chất thải điện tử đầu vào đủ lớn và ổn định. Điều này làm cho việc đầu tư vào bất kỳ hoạt động thu gom và xử lý nào đều không khả thi từ góc độ kinh doanh khi mà triển vọng về quy mô kinh doanh dưới một ngưỡng cụ thể nên không mang lại nguồn lợi kinh tế.
- Các định nghĩa và phân loại không rõ ràng: Điểm mà tại đó mô-đun năng lượng mặt trời hoặc tuabin gió (hoặc các cấu kiện/bộ phận của chúng) trở thành chất thải là không rõ ràng, đặc biệt nếu vẫn có giá trị kinh tế đi kèm với nó, tạo ra sự thiếu minh bạch liệu nó là chất thải (không có bất kỳ giá trị kinh tế nào) hay một sản phẩm (được mua và có giá). Ngoài ra, các tấm PV và cánh tuabin gió có được phân loại là chất thải nguy hại hay không vẫn chưa rõ ràng.
- Sự thiếu sẵn sàng của công nghệ xử lý: Các công nghệ tái chế và xử lý tấm quang năng và tuabin gió thải bỏ vẫn đang ở giai đoạn sơ khai trên toàn thế giới, và rất nhiều vẫn đang ở các giai đoạn đầu của công nghệ để về sẵn sàng chuyên đổi từ quy mô phòng thí nghiệm hoặc thí điểm sang quy mô thương mại.

Kiến nghị

Tuổi thọ của các dự án tái tạo dao động từ 20 đến 30 năm, việc phát sinh chất thải trong vài năm tới sẽ rất ít và chủ yếu chỉ là hư hỏng và lỗi của thiết bị. Điều này cung cấp một cơ hội để thiết lập một hệ thống quản lý thích hợp để có thể giải quyết chất thải phát sinh từ các cơ sở năng lượng tái tạo sau khi kết thúc vòng đời dự án trong thời gian tới. Để làm được điều đó, những thách thức và năng lực công nghệ hiện tại đã được xác định trong nghiên cứu này như sau:

- Xây dựng hướng dẫn quản lý và phân loại chất thải: Tài liệu hướng dẫn phân loại chất thải điện mặt trời và điện gió và các thành phần của chúng cần được xây dựng với sự phối hợp của các nhà sản xuất hoặc các nhà nhập khẩu. Điều này sẽ có tác động đáng kể đến phương thức được áp dụng cho việc thu gom, vận chuyển và kể cả việc vận chuyển xuyên biên giới của những thành phần trong các sản phẩm của họ.
- Lập sổ đăng ký các cơ sở xử lý chất thải được cấp phép: Một sổ đăng ký quốc gia, có cả trực tuyến, về tất cả các cơ sở xử lý chất thải được cấp phép bao gồm vị trí và danh mục chất thải được xử lý cho phép các chủ nguồn thải xác định và lựa chọn phương án xử lý phù hợp.

- Tăng cường thu gom và xử lý chính thức chất thải cuối vòng đời cho điện mặt trời và điện gió: Việc thu gom, tháo dỡ và phân loại hợp lý, an toàn và thân thiện với môi trường đòi hỏi phải có hỗ trợ tài chính để đảm bảo khả năng tồn tại của hệ thống thu gom và mạng lưới các trung tâm xử lý. Các trung tâm xử lý chất thải này có thể làm sạch, xử lý sơ bộ và phân tách nguyên vật liệu thành các phần nhỏ để xử lý tiếp tại các cơ sở được cấp phép hoặc lò luyện thứ cấp theo đúng yêu cầu.
- Phân tách dòng vật chất đưa đến các cơ sở thu gom và xử lý chất thải hiện có tại Việt Nam và tăng cường khả năng tái chế và thu hồi thông qua các thông số kỹ thuật. Điều này sẽ thúc đẩy cơ sở hạ tầng công nghiệp hiện có đối với các vật liệu thô thứ cấp đặc biệt là thép, đồng, nhôm và một số loại nhựa nhất định. Việc hợp tác với các nhà sản xuất kính được khuyến nghị để xác định năng lực, mức độ phù hợp về kỹ thuật cần thiết để có thể áp dụng để tái chế kính thải từ tấm quang năng. Tương tự, với các bộ phận như cánh quạt điện gió, yêu cầu kỹ thuật và tiêu chuẩn xử lý tại các nhà máy xi măng cần được thiết lập thông qua một dự án thí điểm để xác định các biện pháp an toàn cần thiết.
- Giảm thiểu việc chôn lấp và đốt rác: Kinh nghiệm từ Châu Âu chỉ ra rằng các lệnh cấm chôn lấp có hiệu quả chuyển hướng chất thải khỏi bãi chôn lấp và hướng tới thu hồi năng lượng. Trong điều kiện của Việt Nam, sự kết hợp giữa gia tăng phí và quy định cấm chôn lấp (cùng với một số chính sách và quy định quản lý chất thải khác) sẽ giúp đảm bảo việc xử lý chất thải tồn đọng đáng kể, sẽ giúp chuyển đổi từ việc chôn lấp sang các phương pháp xử lý thích hợp hơn. Việc đốt rác cũng không nên được khuyến khích do các lò đốt có hiệu suất kém và có các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (U-POPS) vượt tiêu chuẩn quốc gia cho phép.
- Thiết lập cơ chế tài chính thông qua việc Bổ sung thêm trách nhiệm của nhà sản xuất (EPR): Kết hợp các hạn chế chôn lấp với một cơ chế EPR có thể là một biện pháp can thiệp hiệu quả để thúc đẩy các hoạt động thu gom và tái chế vật liệu thải của các hệ thống PV và tuabin gió. Kinh nghiệm của các nước khác trong việc thu gom và xử lý các tấm quang điện trong những năm qua, cũng như kinh nghiệm sâu rộng hơn từ các dòng chất thải như thiết bị điện và điện tử (WEEE) chỉ ra rằng, giá trị vật chất thực của chất thải vượt quá tổng chi phí thu gom, tập kết, vận chuyển và xử lý. Do đó, cần phân tích chi tiết về chi phí để thiết lập kế hoạch hoạt động và tài chính cho việc thu gom, vận chuyển và tái chế chất thải đó, với việc xác định rõ ràng các nguồn tài chính phù hợp với nguyên tắc “Bên gây ô nhiễm phải chi trả”.
- Xây dựng và thực thi pháp luật: Hiện nay, theo dự thảo Nghị định hướng dẫn thi hành Luật Bảo vệ Môi trường (2020), căn cứ theo Quy định EPR đã đề xuất trách nhiệm tài chính đối với các nhà chế tạo/nhập khẩu/sản xuất để đảm bảo chi trả cho toàn bộ chi phí thu hồi và tái chế từ việc thu gom, tập kết, vận chuyển và xử lý. Việc áp dụng quy định pháp luật đối với EPR sẽ gắn trách nhiệm cho các nhà sản xuất hoặc nhập khẩu tấm quang điện và tuabin điện gió để đảm bảo rằng họ có các hệ thống và quy trình để thu hồi và gửi các sản phẩm cuối vòng đời đi tái chế. Quy định EPR có thể được xây dựng phù hợp với pháp luật hiện hành, tốt hơn là nên xây dựng và áp dụng dưới dạng Thông tư. Phạm vi sản phẩm theo qui định EPR phải bao gồm tất cả các loại sản phẩm điện gió và mặt trời, bao gồm cả các sản phẩm hướng đến người tiêu dùng như hệ thống năng lượng mặt trời trên mái nhà của hộ gia đình, cũng như các công trình phát điện quy mô lớn của Doanh nghiệp với doanh nghiệp (Business-to-Business B2B). Quy trình các bên liên quan sẽ cần tìm hiểu lựa chọn chi tiết để vận hành hệ thống EPR, và xác định cơ cấu phù hợp nhất cho Việt Nam. Vì quy trình của các bên liên quan có thể mất vài năm,

nên cần phải bắt đầu thực hiện sớm nhất có thể để có một hệ thống sẵn sàng cho Việt Nam khi khối lượng chất thải tăng lên.

- Phát triển năng lực và nhận thức: Một chiến dịch giáo dục và nâng cao nhận thức một cách rõ ràng, nhất quán và thông tin có thể tiếp cận được với các nhiều cộng đồng khác nhau sẽ là phần chính của bất kỳ phương pháp tiếp cận Bổ sung thêm trách nhiệm của người sản xuất (EPR) nào. Tuy nhiên, cần phải có các biện pháp khuyến khích và đầu tư vào nhà máy tái chế để phát triển khả năng và năng lực trong nước. Những điều này cần được hỗ trợ thông qua các biện pháp khuyến khích tài chính và các biện pháp khuyến khích khác để phát triển năng lực tái chế và xử lý. Các cơ quan quản lý, nhà tái chế, nhà sản xuất và các bên liên quan khác trong chuỗi giá trị cũng sẽ cần được đào tạo và hỗ trợ kỹ năng để hiểu rõ các đặc điểm cụ thể đối với quản lý chất thải cuối vòng đời cho điện mặt trời và điện gió.

Kết luận

Việc sản xuất điện từ năng lượng tái tạo ở Việt Nam chỉ bắt đầu bùng nổ từ năm 2018. Tuổi thọ của các dự án năng lượng tái tạo dao động từ 20 đến 30 năm, lượng chất thải phát sinh trong vài năm tới sẽ rất ít. Điều này thể hiện một cơ hội không thể bỏ qua để thiết lập một hệ thống thích hợp nhằm quản lý tốt chất thải phát sinh từ các cơ sở năng lượng tái tạo sau khi kết thúc vòng đời dự án.

Nghiên cứu này cung cấp khả năng đánh giá đường cơ sở và dự đoán lượng chất thải phát sinh từ các nhà máy điện mặt trời và điện gió trong những năm tới. Tính chất nguy hiểm tiềm tàng cũng như nguồn tài nguyên dồi dào của những dòng chất thải này đòi hỏi phải có sự quản lý thích hợp, cả từ góc độ chiến lược về tài nguyên và môi trường.

Với khuôn khổ pháp luật hiện có, năng lực phát triển các ngành công nghiệp ở Việt Nam và sự phát triển của ngành năng lượng tái tạo, cho thấy triển vọng tích cực cho việc xây dựng các chính sách hợp lý, cơ sở hạ tầng kỹ thuật và cơ chế tài chính mạnh mẽ để xử lý thích hợp chất thải cuối vòng đời cho điện mặt trời và điện gió trong tương lai gần.

1. Giới thiệu

Việt Nam là một trong những nền kinh tế phát triển nhanh nhất trên thế giới, với tốc độ tăng trưởng kinh tế được đặc trưng bởi cường độ năng lượng và carbon cao, với lượng phát thải dự kiến tăng gấp ba lần vào năm 2030 so với năm 2010. Do đó, Chính phủ Việt Nam rất coi trọng vấn đề giảm thiểu biến đổi khí hậu song song với tăng trưởng kinh tế. Hướng tới mục tiêu này, Chính phủ Việt Nam đã thông qua Hiệp định Paris cũng như Kế Hoạch Thực Hiện Hiệp định Paris, Bản cập nhật “Đóng góp do quốc gia tự quyết định” (NDC) đã được Chính phủ Việt Nam phê duyệt vào tháng 7 năm 2020 với mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính (GHG) bằng nguồn lực trong nước là 9% và lên đến 27% với sự hỗ trợ quốc tế sẽ đạt được vào năm 2030 so với kịch bản BAU.

Chiến lược giảm thiểu biến đổi khí hậu đặt trọng tâm vào việc phát triển các nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là sản xuất điện từ điện mặt trời (PV) và điện từ gió (WP). Nghị quyết 55 của Ban Chấp hành Trung ương Đảng về “Định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 (“Nghị quyết 55” của Bộ Chính trị) dự kiến năng lượng tái tạo sẽ chiếm tỷ trọng từ 15 đến 20% tổng năng lượng sơ cấp vào năm 2030, tăng lên 25 đến 30% vào năm 2045. Dự thảo Quy hoạch tổng thể phát triển năng lượng quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 và dự thảo Quy hoạch tổng thể phát triển điện lực thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045 (QHĐ8 phiên bản tháng 3/2021) cũng dự báo về sự đóng góp mạnh mẽ từ các nguồn năng lượng tái tạo. Theo

dự thảo QHĐ8, tiềm năng điện mặt trời là gần 386 GW, điện gió trên bờ ước tính khoảng 217 GW và điện gió ngoài khơi là 162 GW.

Việt Nam có tiềm năng lớn về cả điện mặt trời và điện gió, cộng thêm các chính sách nêu trên và kết quả của chương trình Biểu giá điện hỗ trợ (FiT) hấp dẫn, các dự án điện mặt trời và điện gió tại Việt Nam đã phát triển mạnh mẽ trong những những năm qua. Như đã được trình bày trong báo cáo, năm 2020, năng lượng tái tạo (mặt trời và gió) chiếm 25% tổng công suất điện lắp đặt. Sản lượng điện sản xuất từ các nguồn năng lượng này vào năm 2020 lên tới 12.084 GWh, bình quân chiếm gần 5% sản lượng điện năng cả nước. Dựa trên dự thảo QHĐ8, công suất lắp đặt của điện mặt trời và điện gió dự kiến sẽ tăng lên.

Bảng 2. Công suất lắp đặt năng lượng tái tạo ước tính theo dự thảo QHĐ8

Nguồn điện	2025	2030	2045
Mặt trời	17.25 GW	18.64 GW	55 GW
Gió	11.320 GW	16 GW	39.61 GW

Sự bùng nổ công suất lắp đặt này phản ánh một lượng lớn dòng chất thải sẽ phát sinh từ các cơ sở năng lượng tái tạo này trong những năm tới. Trong vài thập kỷ tới, các mô-đun năng lượng mặt trời, cánh tuabin gió và các thành phần phụ trợ sẽ cần được cải tạo, tái sử dụng, tái chế hoặc thải bỏ một cách an toàn.

Bên cạnh đó, Chính phủ Việt Nam cũng đã Phê duyệt điều chỉnh Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050 vào ngày 7 tháng 5 năm 2018 (Quyết định số 491/QĐ-TTg). Chiến lược nhấn mạnh cách tiếp cận tổng hợp để quản lý chất thải rắn phù hợp với cách tiếp cận 3R (Tái chế, Tái sử dụng, Giảm thiểu) đi đôi với hạn chế tối đa việc chôn lấp.

Chính phủ đang trong quá trình đánh giá các mô hình phù hợp cho nền kinh tế tuần hoàn cho Chiến lược Phát triển Kinh tế - Xã hội 10 năm tiếp theo (SEDS) 2021 - 2030 và Kế hoạch Phát triển Kinh tế - Xã hội 5 năm (SEDP) 2021-2025. Một điều khoản cụ thể về Kinh tế Tuần hoàn (Điều 142) cũng đã được đưa vào “Luật Bảo vệ Môi trường” (Luật số 72/2020/QH14).

Tuy nhiên, quá trình chuyển đổi sang năng lượng sạch hơn không đi đôi với cách tiếp cận kinh tế tuần hoàn, do không có các tiêu chuẩn kỹ thuật hoặc các yêu cầu về quản lý cuối đời của các thiết bị sản xuất năng lượng tái tạo như các tấm quang điện và các tuabin gió.

Mục tiêu chung của dự án này, do Viện Năng lượng (IE) và Chương trình Phát triển Liên hợp quốc (UNDP) đề xuất, là hỗ trợ Chính phủ Việt Nam xác định các giải pháp cuối vòng đời cho ngành điện mặt trời và điện gió. Dự án được thực hiện bởi một nhóm chuyên gia của UNDP trong nước và quốc tế và một nhóm chuyên gia thuộc Viện Năng lượng.

Mục tiêu của dự án là:

- i. Tiến hành đánh giá dòng vật liệu và chất thải phát sinh trong quá trình vận hành và giai đoạn cuối vòng đời của các cơ sở sản xuất điện gió và điện mặt trời ở Việt Nam;
- ii. Đề xuất giải pháp tái sử dụng, tái chế và quản lý các vật liệu và chất thải đó, xem xét đến các kinh nghiệm của Quốc tế và tuổi thọ dự kiến của các nhà máy điện mặt trời (PV) và điện gió (WP), xu hướng sản xuất năng lượng tái tạo cụ thể của Việt

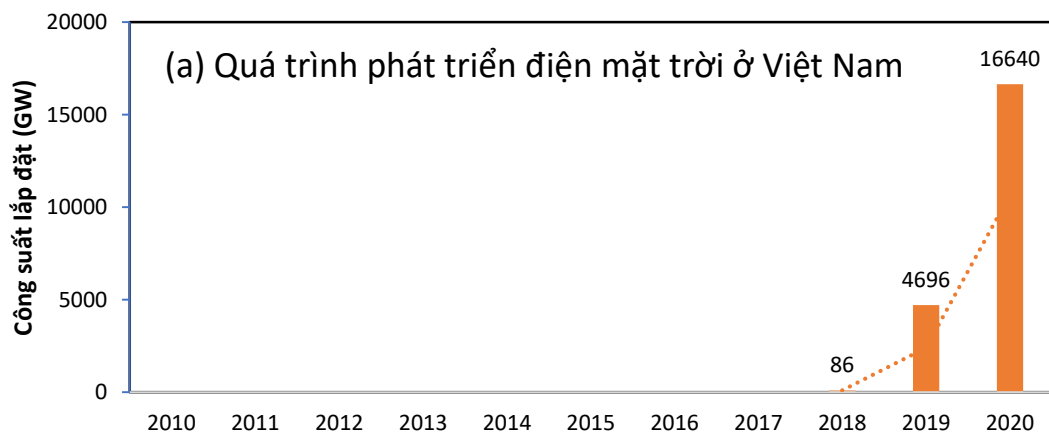
Nam, và hiện trạng cũng như nhu cầu về cơ sở hạ tầng ở Việt Nam để tái chế và xử lý vật liệu, chất thải phát sinh.

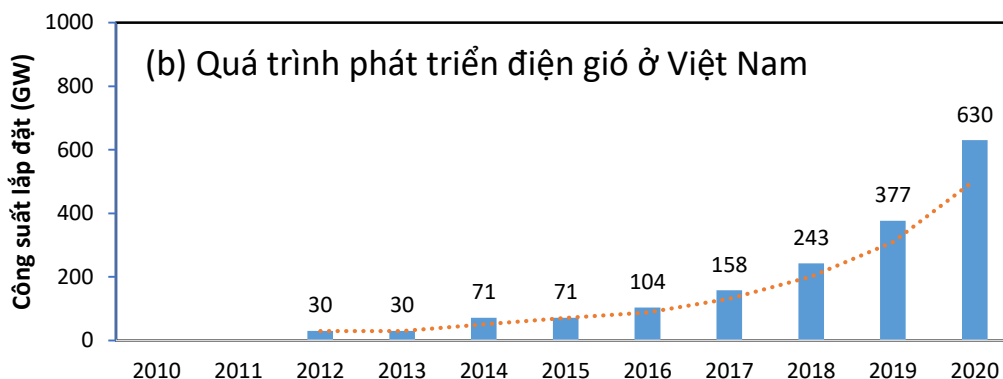
Phương pháp áp dụng trong nghiên cứu này dựa trên các phương pháp cụ thể dưới đây:

- Các dữ liệu liên quan được thu thập trong thời gian nghiên cứu bao gồm tổng hợp các tài liệu từ kinh nghiệm quốc tế, các bài báo học thuật, tài liệu tham khảo từ các tổ chức quốc tế khác như Chương trình Phát triển của Liên hợp quốc (UNDP), Ngân hàng Thế giới (WB), Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), Cơ quan Năng lượng Tái tạo Quốc tế (IRENA), v.v. và các tài liệu hiện có ở Việt Nam. Nghiên cứu cũng sử dụng dữ liệu cập nhật về các dự án điện và năng lượng tái tạo từ các nguồn đáng tin cậy như Bộ Công Thương (MOIT), Sở Công Thương các tỉnh, Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh, các Công ty Điện lực và Viện Năng lượng (IE).
- Khảo sát thực địa: Sau khi tham khảo các tài liệu liên quan và xem xét thực trạng phát triển điện mặt trời và điện gió ở Việt Nam, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn 4 tỉnh phát triển mạnh điện mặt trời và điện gió là Ninh Thuận, Bình Thuận, Đắk Lắk và Bạc Liêu. Một số cuộc phỏng vấn đã được thực hiện tại 08 nhà máy điện mặt trời và 01 điện gió để thu thập thông tin các phương án vận hành, cấu hình kỹ thuật, hiệu suất của nhà máy, thời hạn bảo hành, cách thức quản lý chất thải nguy hại và quản lý chất thải cuối vòng đời cũng như các báo cáo hàng năm do chủ sở hữu các nhà máy điện cung cấp.

Ngoài ra, dưới sự hỗ trợ của các Công ty Điện lực tỉnh và chính quyền địa phương, 102 hộ dân tại địa phương, 6 tòa nhà và các trang trại nông nghiệp có lắp đặt hệ thống điện mặt trời áp mái đã được khảo sát.

- Trong suốt quá trình khảo sát thực địa, các cuộc phỏng vấn đã được thực hiện với chủ dự án của 08 nhà máy điện mặt trời quy mô lớn, 01 nhà máy điện gió và 108 dự án điện mặt trời áp mái bao gồm các hộ gia đình, tòa nhà và trang trại nông nghiệp bằng bảng câu hỏi phỏng vấn để thu thập thông tin về cấu hình kỹ thuật và kỳ vọng của họ.
- Một số cuộc đối thoại với các bên liên quan chính từ Bộ Công Thương (MOIT) và Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE) đã được thực hiện, để hiểu thêm về các chính sách và định hướng hiện hành liên quan đến sự phát triển điện mặt trời và điện gió, quản lý môi trường, các giải pháp cuối đời và phòng ngừa rủi ro. Các cuộc đối thoại với các Sở Công Thương (SCT) và các Sở Tài nguyên (STNMT) của Ninh Thuận, Bình Thuận, Đắk Lắk và Bạc Liêu tập trung vào các quy hoạch phát triển điện lực của tỉnh, một số ưu tiên cho việc phát triển năng lượng tái tạo, giám sát và quản lý môi trường.





Hình 3. Sự phát triển của điện gió và điện mặt trời ở Việt Nam trong 10 năm qua

2. Tổng quan sự phát triển năng lượng tái tạo và quản lý cuối vòng đời các hệ thống điện mặt trời và điện gió ở Việt Nam

2.1. Chính sách của Việt Nam về phát triển năng lượng tái tạo

Việc phát triển năng lượng tái tạo được quan tâm từ năm 2012. Kể từ đó, một số chính sách và quyết định đã được chính phủ thông qua. Các chính sách quan trọng có liên quan trong bối cảnh này là:

- Quyết định số 1216/QĐ-TTg ngày 05/09/2012 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 nhằm giảm phát thải KNK.
- Quyết định số 2068/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 25/11/2015 về việc phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Căn cứ Quyết định này, tỷ trọng điện sản xuất từ năng lượng tái tạo (bao gồm cả thủy điện nhỏ) dự kiến đạt 38% vào năm 2020, 32% vào năm 2030 và 43% vào năm 2050.
- Nghị quyết số 55 do Ban Chấp hành Trung ương Đảng ban hành (còn gọi là “Nghị quyết 55” của Bộ Chính trị) về Định hướng phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 dự kiến năng lượng tái tạo sẽ chiếm tỷ trọng từ 15 đến 20% tổng năng lượng sơ cấp vào năm 2030 và 25 đến 30% vào năm 2045. Tỷ trọng năng lượng tái tạo trong sản xuất điện Quốc gia đạt khoảng 30% vào năm 2030 và 40% vào năm 2045.
- Dự thảo Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030 và tầm nhìn đến năm 2045 (QHĐV8), phiên bản tháng 2/2021, ưu tiên phát triển hợp lý các nguồn năng lượng tái tạo. Sáu kịch bản phát triển được đưa ra, trong đó các Kịch bản số 1, 2, 3 nhằm tăng tỷ trọng năng lượng tái tạo ở mức cao hơn, cụ thể là:
 - i. Kịch bản số 1 dự kiến việc thực hiện Quy hoạch phát triển năng lượng tái tạo quốc gia theo Nghị quyết số 55 của Bộ Chính trị với tỷ trọng năng lượng tái tạo đạt 32% vào năm 2030, 40% vào năm 2040 và 43% vào năm 2050.
 - ii. Kịch bản số 2 giả định sự gia tăng tuyến tính của năng lượng tái tạo, đạt tỷ trọng 43% vào năm 2050.
 - iii. Kịch bản số 3 dự kiến sự phát triển năng lượng tái tạo lớn nhất, với tỷ trọng đạt 42% vào năm 2030, 48% vào năm 2045 và 50% vào năm 2050.

- iv. Kịch bản số 4 bổ sung mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính như đã đề cập trong Bản cập nhật về Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) của Việt Nam vào năm 2020.
- v. Kịch bản số 5 dự kiến sẽ không phát triển nhiệt điện than mới sau năm 2030.
- vi. Kịch bản số 6 xem xét phát triển điện hạt nhân sau năm 2035 với công suất 1.000 MW vào năm 2040 và 5.000 MW vào năm 2045.

2.2. Chính sách Khuyến khích đầu tư đối với các dự án năng lượng tái tạo

Việt Nam cần khoảng 13 tỷ đô la mỗi năm trong giai đoạn từ 2021 đến 2030 để bắt kịp được với nhu cầu ngày càng tăng của năng lượng tái tạo¹. Để đáp ứng được các yêu cầu vốn cao, Chính phủ đã thu hút các nhà đầu tư nước ngoài bằng cách cho phép các công ty 100% vốn nước ngoài đầu tư vào lĩnh vực năng lượng. Thêm vào đó, theo Luật Đầu tư, các dự án năng lượng tái tạo được ưu đãi đầu tư đặt biệt như sau:

- Ưu đãi về thuế thu nhập doanh nghiệp: Thu nhập từ các dự án đầu tư mới sản xuất năng lượng tái tạo sẽ chịu thuế thu nhập doanh nghiệp ở mức 10% cho 15 năm đầu tiên (theo nghị định số 218/2013/NĐ-CP) hoặc miễn thuế thu nhập doanh nghiệp trong 4 năm và giảm 50% thuế cho 9 năm tiếp theo. Các doanh nghiệp sản xuất điện từ năng lượng tái tạo đáp ứng một số tiêu chí theo quyết định số 693/QĐ-TTg có thể hưởng thuế thu nhập doanh nghiệp ưu đãi là 10%.
- Ưu đãi về thuế nhập khẩu: Miễn thuế nhập khẩu đối với các hàng hóa nhập khẩu để xây dựng hoặc hình thành các tài sản cố định như nguyên nhiên vật liệu, vật liệu chế tạo, các linh kiện. Thêm vào đó, các dự án năng lượng tái tạo được miễn thuế nhập khẩu trong 5 năm kể từ ngày vận hành thương mại đối với các loại nguyên vật liệu, vật tư, linh kiện mà trong nước chưa sản xuất được.
- Ưu đãi về đất đai: Các nhà đầu tư có thể được miễn tiền thuê đất trong 11 năm hoặc trong trường hợp dự án đầu tư nằm ở vùng có điều kiện kinh tế xã hội khó khăn là 15 năm.

2.3. Điện mặt trời

2.3.1. Chính sách cho Điện mặt trời

Để đạt được các mục tiêu đầy tham vọng được mô tả ở trên, Chính phủ Việt Nam đã thiết lập một số cơ chế để thúc đẩy sự phát triển của năng lượng tái tạo. Các chính sách chủ yếu thúc đẩy phát triển năng lượng mặt trời là:

- Quyết định số 11/2017² thiết lập các quy định về biểu giá, khoản vay, giải phóng mặt bằng, mạng lưới truyền tải và phân phối. Các cơ cấu khuyến khích đưa ra giá ưu đãi (Biểu giá điện hỗ trợ - FiT) và đảm bảo mua điện giúp giảm thiểu rủi ro liên quan đến các điều kiện tự nhiên khác nhau. Toàn bộ điện mặt trời sản xuất ra sẽ được Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) mua.

¹ Dự thảo QHĐ 8 vào tháng 2/2021 - <https://moit.gov.vn/thong-bao-moi/bo-cong-thuong-xin-y-kien-gop-y-du-thao-de-an-quy-hoach-phat2.html>

² Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg ngày 11/04/2017 về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời ở Việt Nam.

- Quyết định số 02/2019/QĐ-TTg sửa đổi, bổ sung một số điều của Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg³ quy định việc tính toán điện năng sản xuất được từ các cơ sở điện mặt trời mái nhà và bán lên lưới dựa trên cơ chế mua bán điện theo chiều giao và chiều nhận riêng biệt của công tơ điện đo đếm hai chiều. Quyết định này cũng ban hành quy chuẩn kỹ thuật về điện mặt trời, quy định về đấu nối, đo đếm, quy trình đấu nối, lắp đặt công tơ của các dự án điện mặt trời trên mái nhà.
- Quyết định số 2023/QĐ-BCT⁴ ngày 05/07/2019 của Bộ Công Thương phê duyệt chương trình thúc đẩy phát triển điện mặt trời mái nhà tại Việt Nam giai đoạn 2019 - 2025 với mục tiêu cụ thể: Đến cuối năm 2025, một trăm (100) ngàn hệ thống điện mặt trời mái nhà (hoặc tương đương 1.000MWp) được lắp đặt và vận hành trên toàn quốc.
- Văn bản của Bộ Công Thương từ tháng 01 năm 2020⁵ về việc thực hiện các thỏa thuận với điện mặt trời áp mái. Trong đó có nội dung "Hệ thống điện mặt trời mái nhà là hệ thống điện mặt trời có các tấm quang điện được lắp trên mái nhà của công trình xây dựng, có công suất không quá 1 MW, đấu nối trực tiếp và gián tiếp vào lưới điện có cấp điện áp từ 35 kV trở xuống" và giá bán điện của các hệ thống điện mặt trời mái nhà là 1.916 đồng/kWh, tương đương 8,38 Uscent/kWh.
- Đề xuất của Bộ Công Thương⁶ về việc ban hành Quyết định phê duyệt Chương trình thí điểm cơ chế mua bán điện trực tiếp (DPPA) giữa đơn vị phát triển năng lượng tái tạo và khách hàng sử dụng điện. Chương trình DPPA cho phép khách hàng sử dụng điện mua trực tiếp một lượng điện được sản xuất từ dự án năng lượng tái tạo thay vì thông qua các công ty điện lực quốc doanh. Đề xuất đặt ra khung thời gian hai năm để thực hiện các chương trình thí điểm và đưa ra các tiêu chí cho các nhà phát triển tham gia và người tiêu dùng điện tư nhân.
- Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg⁷ thay thế Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg về cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời tại Việt Nam. Quyết định mới này, có hiệu lực từ ngày 22/5/2020, quy định biểu giá mới cho các nhà máy điện mặt trời nối lưới (xem Bảng 3). Mặc dù mức giá mới thấp hơn từ 10 đến 24%, nhưng vẫn mang tính cạnh tranh và có lợi cho các nhà đầu tư. Một mức giá mua điện đặc biệt đã được thiết lập cho tỉnh Ninh Thuận, với điều kiện tổng công suất tích lũy không vượt quá 2.000 MW (xem Bảng 3).

³ Quyết định số 02/2019/QĐ-TTg ngày 08/01/2019 về sửa đổi, bổ sung một số điều của Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg

⁴ Quyết định số 2023/QĐ-BCT ngày 05/07/2019 của Bộ Công Thương về phê duyệt Chương trình Thúc đẩy phát triển điện mặt trời mái nhà tại Việt Nam giai đoạn 2019 -2025

⁵ Văn bản số 89/BCT-DL ngày 06/01/2020 thông báo cho EVN về cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời mái nhà

⁶ Tờ trình số 544/TTr-BCT ngày 21/01/2020 về việc phê duyệt Chương trình thí điểm cơ chế mua bán điện trực tiếp

⁷ Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg để thay thế cho Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg hết hạn vào tháng 6/2019

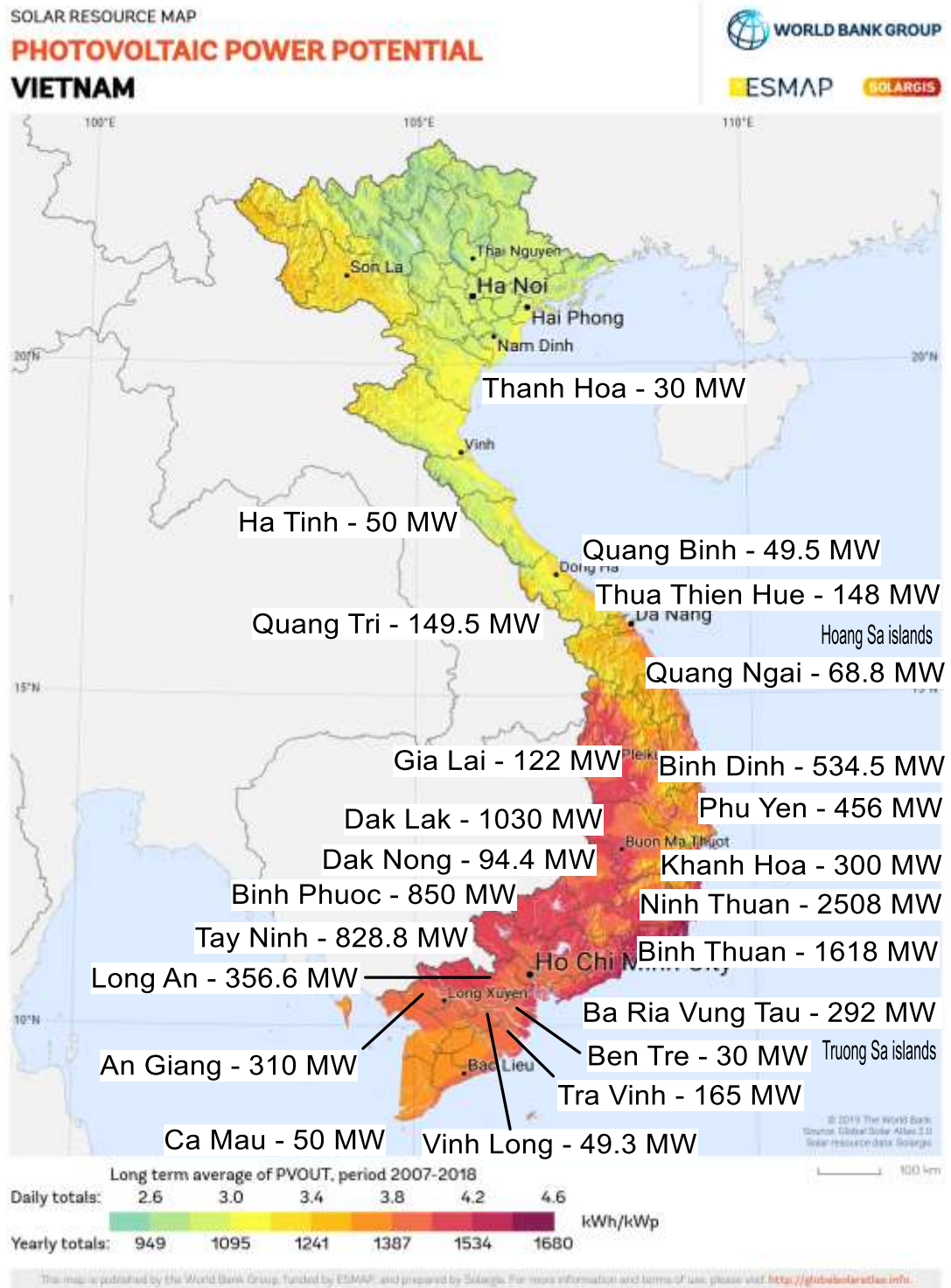
Bảng 3. Cơ chế biểu giá hỗ trợ cho các dự án điện mặt trời ở Việt Nam

TT	Văn bản pháp lý	Loại dự án			Ngày hết hiệu lực
		Mặt đất	Nổi	Mái nhà	
1	Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg ngày 11/4/2017	2086 VND/kWh 9.35 US cent/kWh			30/6/2019
2	Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg ngày 6/4/2020	1644 VND/kWh 7.09 US cent/kWh	1783 VND/kWh 7.69 US cent/kWh	1943 VND/kWh 8.38 US cent/kWh	31/12/2020
	Tỉnh Ninh Thuận	2086 VND/kWh 9.35 US cent/kWh			

- Thông tư số 18/2020/TT-BCT ngày 17/07/2020 của Bộ Công Thương quy định về phát triển dự án và hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án điện mặt trời trong đó có hợp đồng mua bán điện mẫu (PPA) và quy định tỷ lệ sử dụng đất của các dự án điện mặt trời không quá 1,2 ha/MW.
- Sắp tới, Việt Nam dự định thực hiện cơ chế đấu giá. Tất cả các dự án không đủ điều kiện áp dụng mức giá FiT mới theo Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg sẽ phải thực hiện đấu thầu cạnh tranh. Giao Chính phủ thẩm quyền đưa ra thông báo gọi thầu và lựa chọn các công ty có giá cạnh tranh nhất, kế hoạch này sẽ giúp quản lý tốt hơn sự phát triển của năng lượng tái tạo trên toàn quốc. Gần đây, dưới sự hỗ trợ của Nhóm Ngân hàng Thế giới, Chính phủ Việt Nam đã ban hành khung và chiến lược đấu thầu cạnh tranh năng lượng mặt trời (Ngân hàng Thế giới, 2019)⁸, trong đó Việt Nam có thể thí điểm đấu thầu cạnh tranh thông qua hai cơ chế khác nhau: (i) đấu thầu cạnh tranh theo trạm biến áp và (ii) đấu thầu cạnh tranh công viên năng lượng mặt trời (lắp đặt trên mặt đất và điện mặt trời nổi trên mặt nước). Cả hai phương án đều nhằm mục đích giảm thiểu rủi ro phát triển mà các nhà sản xuất điện độc lập (IPP) đã nhận thấy, do đó giảm phần rủi ro trong chi phí vốn.

⁸ <https://documents1.worldbank.org/curated/en/949491579274083006/pdf/Vietnam-Solar-Competitive-Bidding-Strategy-and-Framework.pdf>

2.3.2. Công suất điện mặt trời hiện có và dự kiến lắp đặt



Hình 4. Công suất hữu ích điện mặt trời hiện có của các tỉnh ở Việt Nam chồng lớp trên Bản đồ tiềm năng điện mặt trời do Ngân hàng Thế giới công bố

Cho đến năm 2017, công suất lắp đặt năng lượng tái tạo ở Việt Nam vẫn còn hạn chế. Tính đến tháng 8/2017, tổng công suất lắp đặt điện mặt trời chỉ đạt khoảng 28 MW, chủ yếu là các hệ thống không nối lưới quy mô nhỏ và một số dự án hạ áp thí điểm trên các tòa nhà và văn phòng. Kể từ khi có các chính sách của Chính phủ đã thúc đẩy đáng kể việc đầu tư vào năng lượng tái tạo. Nhà máy điện mặt trời đầu tiên tại Việt Nam, TTC Phong Điền 1 đặt tại

xã Điền Lộc, huyện Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên - Huế, bắt đầu đi vào hoạt động từ ngày 5/10/2018 sau 6 tháng xây dựng⁹ với tổng công suất 35 MW.

Đến cuối năm 2020, tổng công suất điện mặt trời đưa vào vận hành đạt 16.640 GW (xem Hình 3), hầu hết các dự án tập trung ở khu vực miền Trung và miền Nam, nơi có bức xạ mặt trời cao hơn các khu vực khác (xem Hình 4). Nguồn điện mặt trời nổi lưới đưa vào vận hành có công suất tăng khoảng 9000 MW. Cùng với các dự án quy mô lớn (bao gồm cả dự án điện mặt trời mặt đất và điện mặt trời nổi), điện mặt trời áp mái cũng có tốc độ tăng trưởng mạnh. Tính đến cuối năm 2019, công suất lắp đặt của điện mặt trời mái nhà trên toàn quốc chỉ đạt 340 MWp (272 MW), nhưng đến cuối năm 2020, tổng công suất lắp đặt đã đạt 7780 MW. Phần lớn các hệ thống điện mặt trời tập trung ở miền Trung và miền Nam, nơi có cường độ bức xạ mặt trời cao hơn (xem Hình 4). Đến năm 2021, có khoảng 130 dự án năng lượng mặt trời quy mô lớn sẽ đưa vào hoạt động tại Việt Nam.

Tập đoàn Xuân Thiên đã xây dựng nhà máy điện mặt trời lớn nhất Việt Nam và Đông Nam Á. Nhà máy Xuân Thiên - Ea Súp có công suất 600 MW(ac)/831 MWp¹⁰, giai đoạn 1 đi vào hoạt động từ ngày 15 tháng 11 năm 2020 (xem Hình 5). Giai đoạn 2, công suất đã quy hoạch là 1400 MW đang được xây dựng tại xã Ia Rvê, huyện Ea Súp. Các tỉnh trong khu vực Đông Nam Bộ (bao gồm cả Thành phố Hồ Chí Minh) dẫn đầu cả nước về lắp đặt điện mặt trời mái nhà cả về số lượng dự án và tổng công suất lắp đặt (xem Hình 4).

Một vấn đề khó khăn xuất hiện là lưới điện truyền tải chưa đáp ứng được với tốc độ phát triển điện mặt trời. Thời gian xây dựng dự án điện mặt trời rất nhanh, chỉ mất khoảng 6-12 tháng, chủ yếu tại các tỉnh có tiềm năng phát triển như Ninh Thuận, Bình Thuận, Đắk Lắk,... đang gây áp lực lớn cho hệ thống truyền tải quốc gia (Do lưới điện truyền tải không thể xây dựng đồng bộ. Thời gian xây dựng đối với lưới điện 220 kV tối thiểu là 3 năm, lưới điện 500 kV từ 4 - 5 năm). Vì vậy, hiện nay, Trung tâm Điều độ Quốc gia luôn phải tính toán, yêu cầu giảm công suất phát hàng ngày của các nhà máy điện mặt trời tại các khu vực phát triển tập trung (Ninh Thuận, Bình Thuận, An Giang,...) để tránh quá tải cho lưới điện khu vực.

⁹ <https://baodautu.vn/khanh-thanh-nha-may-dien-mat-troi-35-mw-dau-tien-tai-viet-nam-d88820.html>

¹⁰ <https://doanhnghiephoinhap.vn/nha-may-dien-mat-troi-xuan-thien-ea-sup-lon-nhat-dong-nam-a-dong-dien-thanh-cong-hoa-luoi-dien-quoc.html>



Hình 5. Nhà máy điện mặt trời Xuân Thiện - Ea Súp¹¹

Theo khảo sát với 8 nhà máy điện mặt trời quy mô lớn và phỏng vấn 7 nhà phát triển dự án, phần lớn các nhà máy điện mặt trời ở Việt Nam đi vào hoạt động năm 2019. Do đó, các dự án này đang trong thời gian bảo hành của nhà sản xuất - thường là 12 - 20 năm đối với các tấm quang điện và 5 năm đối với biến tần. Tương tự như các nhà máy điện mặt trời quy mô lớn, hầu hết các tấm quang điện từ các cơ sở điện mặt trời mái nhà đều đến từ các hãng nổi tiếng như Canadian Solar, Longi, Q Cell, Jinko Solar ... thông qua các nhà cung cấp và lắp đặt địa phương. Theo báo cáo hàng năm từ các nhà máy điện mặt trời, danh mục, tỷ lệ suy giảm hiệu suất hàng năm của các tấm quang điện khoảng 0,5-1,1%, phù hợp với tuyên bố của nhà sản xuất. Hầu hết các nhà sản xuất uy tín đều đảm bảo tỷ lệ suy giảm hiệu suất tối đa là 10% trong 10 đến 12 năm đầu và tối đa 20% sau 25 năm.

Ước tính có khoảng 28 triệu tấm quang điện mặt trời hiện đang được lắp đặt trong các nhà máy quy mô lớn. Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy hơn 95% nhà máy điện mặt trời ở Việt Nam sử dụng tấm quang điện silicon tinh thể, dưới 5% sử dụng loại màng mỏng. Trong số các tấm quang điện silicon, hơn 70% là loại đơn tinh thể, khoảng 25% là loại đa tinh thể và còn lại là loại nửa đơn tinh thể (the mono half-cell type). Hiệu suất của điện mặt trời thay đổi từ 17 đến 21,3%. Trung bình, công suất của tấm quang điện tăng từ 265 W vào năm 2019 lên 330 W và 365 W vào đầu năm 2020 và 470 W vào cuối năm 2020.

Theo khảo sát của chúng tôi, hiện có rất ít các tấm quang điện bị lỗi trong các nhà máy điện mặt trời quy mô lớn - chỉ 0,002 đến 0,04% tổng số tấm trong một nhà máy (8/123.200 tấm ở NM ĐMT Hồng Phong 4, 3/153.600 tấm ở NM ĐMT Gelex, 60/151.520 tấm tại NM ĐMT Sinenergy Ninh Thuận và 22/700.000 tấm tại NM Trung Nam - Ninh Thuận). Theo ước tính có khoảng 560 - 11.000 tấm bị lỗi, trong tổng số 30 triệu tấm hiện nay, có khối lượng từ 13 - 251 tấn, với khối lượng trung bình của một tấm là 22,5 kg. Trong trường hợp không có quy định về quản lý, các tấm quang điện mặt trời cuối vòng đời (EOL), nhiều nhà máy đang giữ

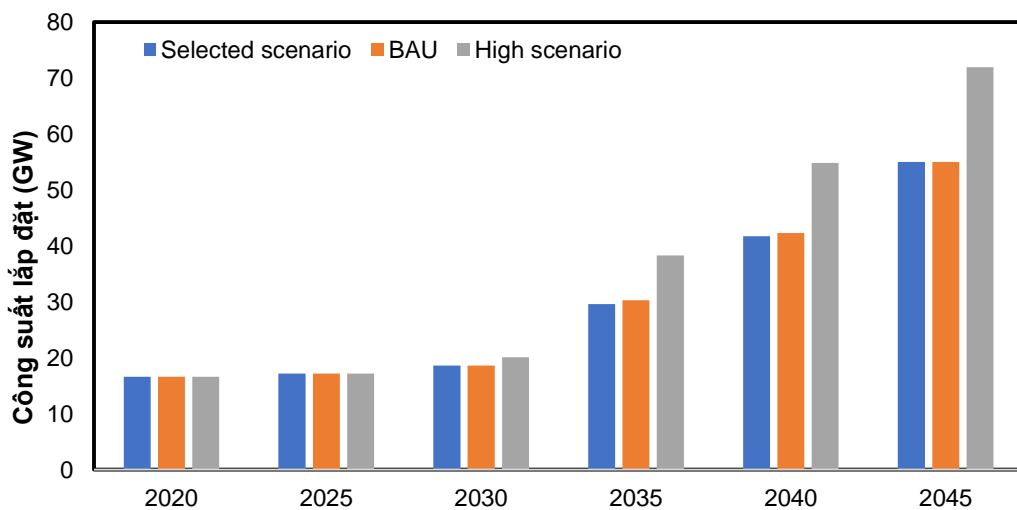
¹¹ <http://nangluongvietnam.vn/news/vn/dien-hat-nhan-nang-luong-tai-cao/dong-dien-nha-may-dien-mat-troi-xuan-thien-ea-sup-giai-doan-1.html>

các tấm quang điện lỗi cùng với rác thải điện khác tại nhà máy. Một số nhà máy như Sinenergy, Trung Nam - Ninh Thuận đã chuyển giao tấm quang điện bị lỗi cho đơn vị quản lý chất thải được cấp phép để xử lý như chất thải nguy hại. Bên cạnh đó, công suất lắp đặt hiện tại của điện mặt trời trên mái nhà là khoảng 7,7 GW, với hầu hết các tấm quang điện có công suất từ 330 W đến 440 W, tương đương với khoảng 17,5 - 23,5 triệu tấm trên các mái nhà. Do đó, số lượng tấm quang điện bị lỗi trong các hệ thống điện mặt trời áp mái là nhỏ, chiếm khoảng 0,04% tổng số tấm quang điện được lắp đặt.

Dựa trên phân loại rác thải điện và điện tử hiện nay, các tấm quang điện cuối vòng đời được coi là chất thải nguy hại trừ khi các thành phần chứa vật liệu nguy hại được loại bỏ và xử lý đúng cách. Tuy nhiên, đôi khi các tấm bị lỗi hoặc bị hỏng được sử dụng cho các mục đích khác như làm hàng rào, mái nhà của chuồng gia súc, hoặc bán cho những người thu gom đồng nát/phế liệu. Mặc dù ở giai đoạn này, số lượng tấm quang điện bị hỏng không nhiều, nhưng nếu việc quản lý các tấm quang điện không theo quy định không được dừng lại ngay bây giờ, một khi số lượng tấm quang điện cuối vòng đời trở nên đáng kể, các vấn đề xã hội có thể xảy ra do việc quản lý chất thải không đúng quy định này không được ngăn cấm.

2.3.3. Ước tính dòng nguyên liệu từ các hệ thống điện mặt trời cuối vòng đời hàng năm

Theo các kịch bản trong dự thảo QHĐ8, công suất lắp đặt điện mặt trời sẽ tăng từ 16,6 GW lên tối đa 20,1 GW trong giai đoạn 2021 - 2030, tăng mạnh lên 71,9 GW vào năm 2045 theo kịch bản cao (xem Bảng 4). Với công suất tấm quang điện từ 330 - 440W và có tính đến những cải tiến công nghệ về công suất, cùng một công suất điện sẽ cần số lượng tấm quang điện ít hơn, ước tính khoảng 50,9 - 62,1 triệu tấm quang điện sẽ được lắp đặt vào năm 2030 và lên đến 150 - 220 triệu tấm vào năm 2045.



Hình 6. Tiến độ phát triển điện mặt trời giai đoạn 2020-2045 (Nguồn: Dự thảo QHĐ8)

Bảng 4. Phát triển điện mặt trời trong dự thảo QHĐ8 theo các kịch bản khác nhau (GW)

TT	Kịch bản	2020	2025	2030	2035	2040	2045
1	Kịch bản chọn	16,6	17,2	18,6	29,6	41,7	55,0
2	Kịch bản cơ sở	16,6	17,2	18,6	30,3	42,3	55,0
3	Kịch bản cao	16,6	17,2	20,1	38,3	54,8	71,9

Theo phương pháp luận được đề xuất bởi IRENA¹², ước tính lượng chất thải phát sinh từ các cơ sở điện mặt trời theo phân bố Weibull, như thể hiện trong phương trình dưới đây:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{T}\right)^\alpha}$$

Trong đó:

F(t): Xác suất lỗi, hỏng trong cả vòng đời

t: thời gian tính theo năm

T: tuổi thọ trung bình

α : hệ số hình dạng, quyết định hình dạng S điển hình của đường cong Weibull

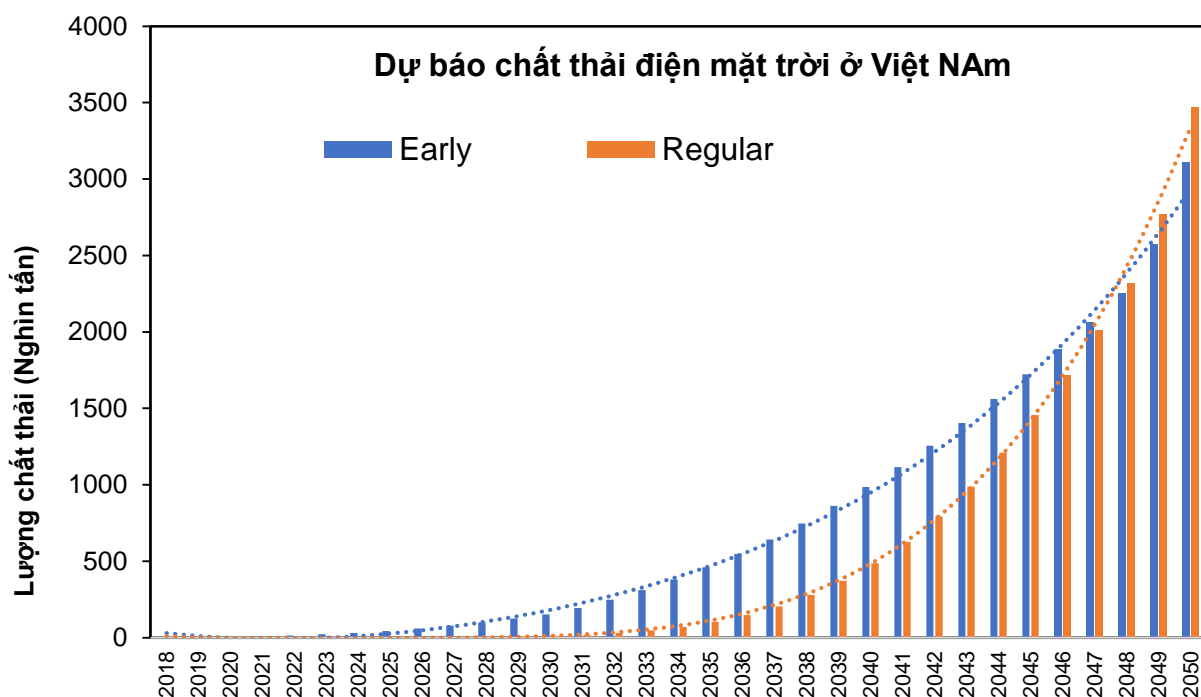
Hệ số hình dạng α được chia thành 2 trường hợp “tổn thất sớm” và “tổn thất bình thường”. Trong kịch bản tổn thất sớm, 2% sẽ trở thành rác thải sau 10 năm và 4% sẽ trở thành rác thải sau 15 năm do lỗi kỹ thuật. Bảng 5 liệt kê các giả định được sử dụng trong tính toán dự báo này.

Bảng 5. Yếu tố hình dạng đường cong Weibull trong mô hình dự báo (Nguồn: IRENA¹³)

Kịch bản	Tổn thất ban đầu	Tổn thất thường xuyên
Hệ số hình dạng α	2,4928	5,3759
Tuổi thọ trung bình của tấm pin	30 năm	30 năm
Xác suất lỗi hỏng sau 40 năm	99,99 %	99,99 %
Rác thải do hư hỏng trong quá trình vận chuyển và lắp đặt	0,5 %	0,5 %
Rác thải trong 2 năm do vấn đề lắp đặt	0,5 %	0,5 %

¹² [IRENA-EoL management of Solar PV](#)

¹³ IRENA-EoL management of Solar PV



Hình 7. Dự báo về chất thải điện mặt trời trong giai đoạn 2020-2050

Dựa trên phương pháp luận này, lượng chất thải điện mặt trời tích lũy vào năm 2030 là 235 nghìn tấn trong kịch bản tổn thất sớm và 18 nghìn tấn trong kịch bản tổn thất bình thường. Đến năm 2045, lượng chất thải điện mặt trời tích lũy tăng lên 1,959 triệu tấn trong kịch bản tổn thất sớm và 1,777 triệu tấn trong kịch bản tổn thất bình thường và sau đó vào năm 2050 được ước tính là 3,110 triệu tấn trong kịch bản tổn thất sớm và 3,468 triệu tấn trong kịch bản tổn thất bình thường. Khối lượng chất thải điện mặt trời dự báo là kết quả của các dạng tổn thất như được chỉ ra trong Bảng 6. Cần lưu ý rằng khối lượng chất thải trong một năm cụ thể, là kết quả của việc lắp đặt trước đó và không nên so sánh với mục tiêu lắp đặt cho năm đó.

Dựa trên dữ liệu thành phần vật liệu từ Báo cáo Fraunhofer-Photovoltaics năm 2020, cấu tạo một tấm quang điện mặt trời bao gồm hỗn hợp thành phần thủy tinh, kim loại và nhựa¹⁴. Thành phần chi tiết của tấm quang điện được trình bày trong Bảng 6.

Bảng 6. Dự báo dòng nguyên liệu cho các nhà máy cuối vòng đời ở Việt Nam

Năm	Kịch bản	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Dự báo chất thải tích lũy đến năm 2050 (Nghìn tấn)	Tổn thất ban đầu	44	151	460	984	1721	3110
	Tổn thất thường xuyên	1	11	103	487	1455	3469
Thủy tinh (Nghìn tấn)	Tổn thất ban đầu	30	105	318	680	1190	2149
	Tổn thất thường xuyên	0	8	71	337	1006	2398

¹⁴ <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>

Khung nhôm (Nghìn tấn)	Tồn thất ban đầu	8	27	82	175	306	553
	Tồn thất thường xuyên	0	2	18	87	259	616
Hộp đựng mối nối hai mạch điện (Nghìn tấn)	Tồn thất ban đầu	0	0	1	6	18	44
	Tồn thất thường xuyên	1	2	6	12	22	39
Dây cáp (Nghìn tấn)	Tồn thất ban đầu	0	1	5	10	17	31
	Tồn thất thường xuyên	0	0	1	5	14	34
Nhựa (màng EVA + tấm ốp lưng) (Nghìn tấn)	Tồn thất ban đầu	3	10	30	64	112	203
	Tồn thất thường xuyên	0	1	7	32	95	226
Silicon (Nghìn tấn)	Tồn thất ban đầu	2	5	17	35	62	112
	Tồn thất thường xuyên	0	0	4	18	52	125
Bạc (Tấn)	Tồn thất ban đầu	22	76	230	492	861	1555
	Tồn thất thường xuyên	0	5	52	244	728	1734
Đồng (Tấn)	Tồn thất ban đầu	48	167	506	1082	1894	3420
	Tồn thất thường xuyên	1	12	113	536	1601	3816
Nhôm (Tấn)	Tồn thất ban đầu	229	787	2391	5114	8952	16169
	Tồn thất thường xuyên	3	57	536	2533	7566	18038
Chì (Tấn)	Tồn thất ban đầu	15	51	154	329	577	1042
	Tồn thất thường xuyên	0	4	35	163	487	1162
Thiếc (Tấn)	Tồn thất ban đầu	5	17	53	113	198	358
	Tồn thất thường xuyên	0	1	12	56	167	399

Căn cứ kết quả dự báo trên khối lượng thủy tinh chiếm 69% tổng trọng lượng chất thải cuối vòng đời của điện mặt trời, 28% là các kim loại (Bạc, Đồng, Nhôm, Chì và Thiếc). Phần còn lại (khoảng 3%) là từ nhựa, silicon,... Điều này cho thấy tiềm năng để tái chế nguồn tài nguyên quý giá này và thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn. Như đã trình bày tại mục 5.5, tuy nhiên, một số nguyên liệu cuối vòng đời – như thủy tinh – vẫn có thể được phân loại là chất thải nguy hại nếu chúng chứa nồng độ hóa chất nguy hại cao hơn ngưỡng quy định. Do đó, việc xác định chất thải nguy hại là một việc quan trọng để quản lý thích hợp chất thải cuối vòng đời của hệ thống điện mặt trời theo quan điểm của kinh tế tuần hoàn.

Đối với hệ thống điện mặt trời, giả sử bộ lưu điện trong các cơ sở điện mặt trời được lắp đặt từ năm 2021 và giả sử pin axit-chì được sử dụng cho các nhà máy này đến năm 2030 với trọng lượng khoảng 75kg/kWh công suất hiệu dụng và giải thiết việc sử dụng pin lithium ion cho các nhà máy điện mặt trời lắp đặt sau năm 2030 có trọng lượng khoảng 12,5 kg/kWh được đưa ra. Tuổi thọ của pin lưu trữ của các cơ sở sản xuất quang điện mặt trời được giả định là 5 năm¹⁵ với hệ số công suất 25% của hệ thống điện mặt trời và giả định 30% điện năng tạo ra được lưu trữ trong pin.

Bảng 7 đưa ra dự báo lượng pin tích năng thải ra từ các cơ sở sản xuất điện mặt trời ở Việt Nam dựa trên các giả định trên. Dự kiến sẽ có 27,5 triệu tấn pin thải trong 10 năm tới với mức tăng theo cấp số nhân, và tăng lên đến 395 triệu tấn vào năm 2050. Sở dĩ khối lượng pin thải lớn như vậy là do tuổi thọ của pin thấp (5 năm). Về loại chất thải của pin, phần lớn chất thải dự kiến phát sinh cho đến năm 2035 là chất thải pin axit chì. Sau năm 2035, dự kiến pin Li-ion thải ra sẽ tăng lên. Đó có thể là do sự thay đổi công nghệ đang diễn ra trong lĩnh vực pin từ axit chì sang ion lithium. Cũng phải lưu ý rằng khối lượng pin thải cao như vậy là với giả định rằng các nhà máy Điện mặt trời sẽ sử dụng pin lưu trữ. Nghiên cứu tiếp theo cần phải được thực hiện để xác định tỷ lệ phần trăm của các nhà máy điện mặt trời độc lập so với các nhà máy điện mặt trời có sử dụng pin lưu trữ để có được những hiểu biết cụ thể về việc loại chất thải được sinh ra.

Bảng 7. Lượng pin lưu trữ thải ra theo ước tính số lượng lắp đặt cho các dự án điện mặt trời ở Việt Nam đến năm 2050

Năm	2030	2035	2040	2045	2050
Lượng rác thải tích lũy từ bộ lưu trữ (Triệu tấn)	27,5	96,5	186	286	395

2.4. Điện gió

2.4.1. Chính sách cho Điện gió

Tương tự như các chính sách khuyến khích cho điện mặt trời, sản xuất điện gió cũng được hỗ trợ thông qua sự can thiệp về chính sách. Các chính sách chính thúc đẩy phát triển điện gió cụ thể là:

- Quyết định số 37/2011/QĐ-TTg¹⁶ ngày 29 tháng 6 năm 2011 của Thủ tướng Chính phủ về "Cơ chế hỗ trợ phát triển các dự án điện gió tại Việt Nam". Quyết định này quy định "bên mua điện (EVN hoặc các công ty con được ủy quyền) có trách nhiệm mua toàn bộ sản lượng điện sản xuất từ các dự án điện gió với giá 1.614 đồng/kWh (chưa bao gồm thuế giá trị gia tăng, tương đương 7,8 cent Mỹ/kWh). Nhà nước cũng hỗ trợ 207 đồng/kWh cho bên mua điện gió thông qua Quỹ Bảo vệ môi trường Việt Nam. Các dự án điện gió không nối vào lưới điện quốc gia (trên các đảo), ngoài các ưu đãi về vốn đầu tư, thuế, phí, hạ tầng đất đai còn được ưu đãi đặc biệt về giá mua điện.

¹⁵ <https://www.fluxpower.com/blog/lithium-ion-vs.-lead-acid-battery-life>

¹⁶ Quyết định số 37/2011/QĐ-TTg về cơ chế hỗ trợ phát triển các dự án điện gió tại Việt Nam

- Quyết định 39/QĐ-TTg¹⁷ tháng 9/2018 về biểu giá mua điện cho các nhà máy điện gió. “Giá FiT điện gió” (chưa bao gồm VAT) sẽ là 1.928 đồng/kWh (tương đương 8,5 US cent/kWh) đối với các dự án điện gió trên đất liền và 2.223 đồng/kWh (tương đương 9,8 US cent/kWh) đối với các dự án điện gió ngoài khơi, thay thế giá FiT điện gió trước đây là 7,8 US cent/kWh. Giá FiT mới này sẽ được áp dụng cho các dự án điện gió được vận hành thương mại trước ngày 1 tháng 11 năm 2021 và sẽ có hiệu lực trong 20 năm kể từ ngày vận hành thương mại (COD). Giá FiT mới này cũng được áp dụng cho các dự án điện gió hoạt động trước khi ban hành Quyết định 39, trong thời hạn còn lại của các PPA đã ký.
- Thông tư 02/2019/BCT¹⁸ của Bộ Công Thương có hiệu lực vào ngày 28 tháng 2 năm 2019, nhằm thu hút đầu tư hơn nữa vào thị trường năng lượng gió của Việt Nam. Thay thế các quy định trước đây, thông tư cập nhật quy trình xét duyệt hồ sơ dự án điện gió. Thông tư quy định lại hợp lý hơn một số trường hợp, thắt chặt các điều kiện như tỷ lệ sử dụng đất được giới hạn ở mức 0,35 ha/MW, so với ngưỡng trước đây là 0,5 ha/MW. Thông tư cũng quy định một mẫu hợp đồng PPA sửa đổi là một yêu cầu bắt buộc và nghiêm cấm các bên sửa đổi trái với các quy định của mẫu PPA.

2.4.2. Công suất điện gió hiện có và dự kiến lắp đặt

Công suất đặt điện gió cũng đã tăng lên đáng kể, từ 30 MW năm 2012 lên 630 MW vào năm 2020 (xem Hình 3) và một số dự án đang được xây dựng. Tổng công suất các nhà máy điện gió đã ký PPA với EVN đạt 3.000 MW tính đến cuối năm 2020. Đến tháng 12 năm 2020, hơn 12.000 MW đã được các cấp có thẩm quyền phê duyệt, ở cả cấp quốc gia và khu vực. Các dự án này tập trung chủ yếu ở khu vực miền Trung, Tây Nguyên và Đồng bằng sông Cửu Long (Hình 8). Tập đoàn Xuân Thiện đã đầu tư nhà máy điện gió ngoài khơi công suất 5000 MW tại tỉnh Bình Thuận¹⁹.

¹⁷ Quyết định số 39/2018/QĐ-TTg về điều chỉnh một số điều khoản trong Quyết định số 37/2011/QĐ-TTg

¹⁸ Thông tư 02/2019/BCT quy định thực hiện phát triển dự án điện gió và Hợp đồng mua bán điện mẫu cho các dự án điện gió

¹⁹ <http://www.pecc1.com.vn/d4/news/Dong-dien-Nha-may-dien-mat-troi-Xuan-Thien-Ea-Sup-giai-doan-1-8-1650.aspx>

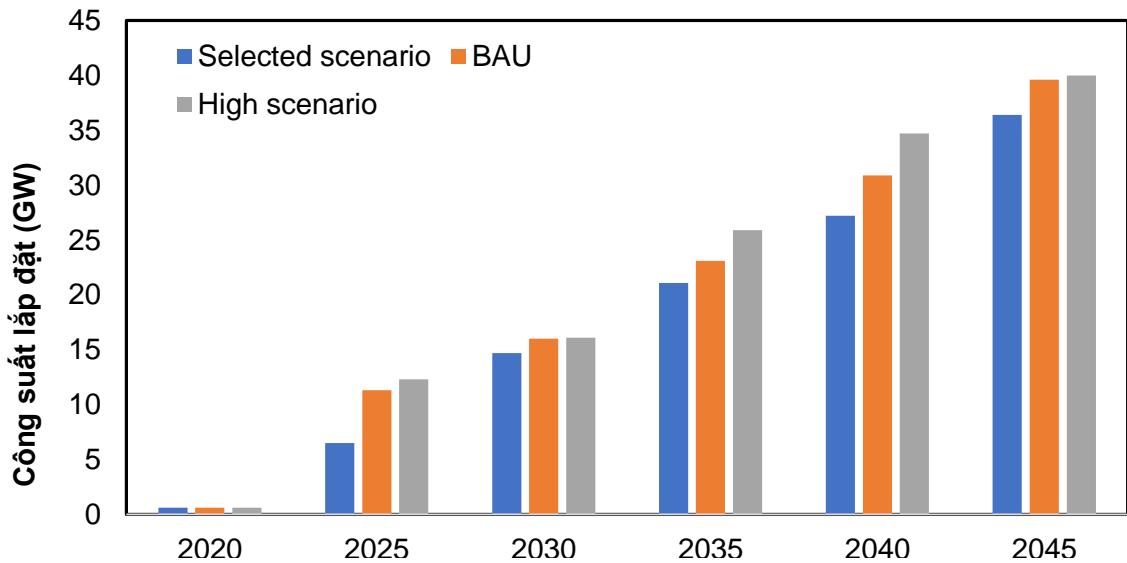


Hình 8. Các nhà máy điện gió hiện có ở Việt Nam

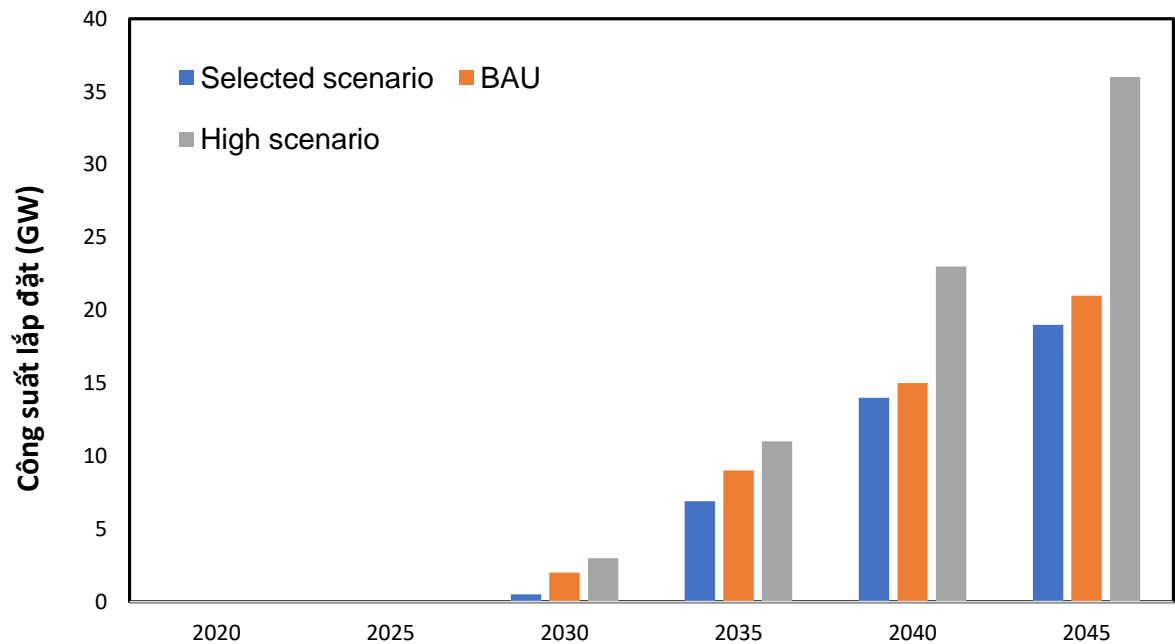
Theo dự thảo QHĐ8, tại Việt Nam có 16 nhà máy điện gió có công suất từ 4 đến 64 MW, với 249 tuabin được lắp đặt, mỗi tuabin có công suất từ 1,6 - 4 MW. Theo khảo sát, hầu hết các nhà máy chỉ mới được lắp đặt gần đây, vẫn đang trong thời gian bảo hành nên các nhà máy điện gió chưa phát sinh rác thải cuối vòng đời.

2.4.3. Ước tính dòng nguyên liệu hàng năm từ các cơ sở sản xuất điện gió cuối vòng đời

Theo dự thảo QHĐ8, dự kiến đến năm 2030, chỉ có điện gió trên bờ và gần bờ, sau đó đến cuối thời kỳ quy hoạch điện gió ngoài khơi sẽ bắt đầu đi vào hoạt động. Tổng công suất đặt của điện gió trên bờ, gần bờ và ngoài khơi dự kiến sẽ tăng lên khoảng 55 - 76 GW vào năm 2045 theo kịch bản an toàn và kịch bản tham vọng nhất.



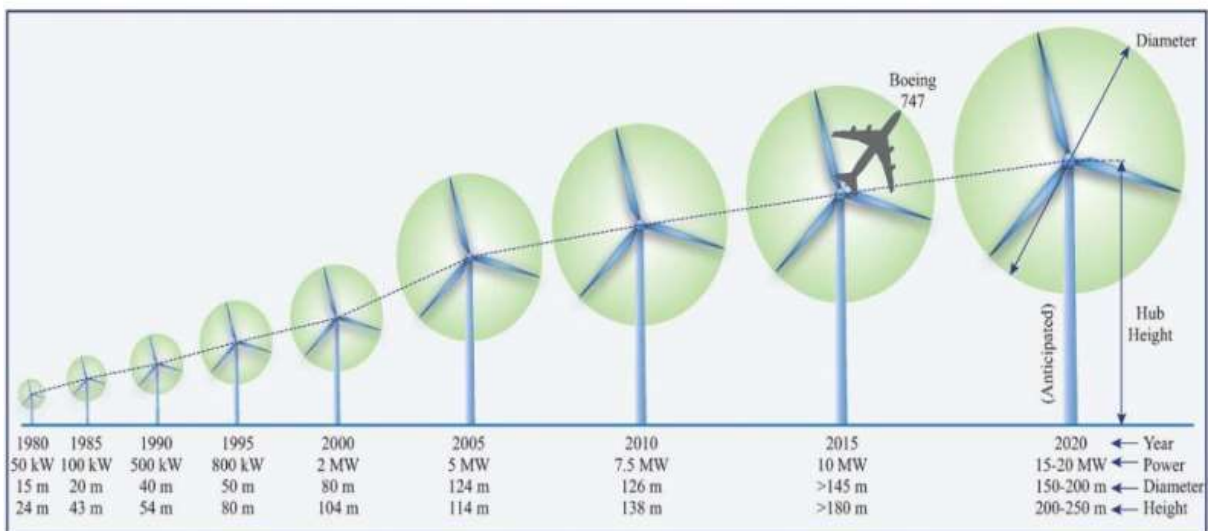
Hình 9. Công suất điện gió trên bờ và gần bờ



Hình 10. Công suất điện gió ngoài khơi

Bảng 8. Phát triển điện gió trong dự thảo QHĐ8 theo các kịch bản khác nhau (GW)

TT	Kịch bản	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<i>Điện gió trên bờ và gần bờ</i>							
1	Kịch bản chọn	0,6	6,5	14,7	21,1	27,2	36,4
2	Kịch bản cơ sở	0,6	11,3	16,0	23,1	30,9	39,6
3	Kịch bản phụ tải cao	0,6	12,3	16,1	25,9	34,7	40,0
<i>Điện gió ngoài khơi</i>							
1	Kịch bản chọn	0	0	0,5	6,9	14,0	19,0
2	Kịch bản cơ sở	0	0	2,0	9,0	15,0	21,0
3	Kịch bản phụ tải cao	0	0	3,0	11,0	23,0	36,0
<i>Tổng công suất điện gió</i>							
1	Kịch bản chọn	0,6	6,5	15,2	28	41,2	55,4
2	Kịch bản cơ sở	0,6	11,3	18	32,1	45,9	60,6
3	Kịch bản phụ tải cao	0,6	12,3	19,1	36,9	57,7	76



Hình 11. Sự phát triển của tuabin gió và cánh quạt gió (Nguồn: dự thảo QHĐ8)

Mặc dù các tuabin hiện tại có công suất từ 4 - 5 MW, nhưng với dự kiến các tiến bộ về công nghệ, các nhà máy điện gió mới có thể có dài tuabin với công suất từ 5 - 15 MW. Các thông

số của công nghệ tuabin gió này sẽ có đường kính cánh quạt là 124 - 150 m, chiều cao cột khoảng 114 - 200 m (xem Hình 9 ở trên). Như vậy, ước tính sẽ có khoảng 1010 - 3820 nghìn tuabin gió vào năm 2030 và 3.700 - 15.200 nghìn vào năm 2045. Nghiên cứu của Staffell và Green²⁰, (2014) đã nêu ra rằng tỷ lệ lỗi hỏng của tuabin gió khoảng $1,6 \pm 0,2\%$ mỗi năm.

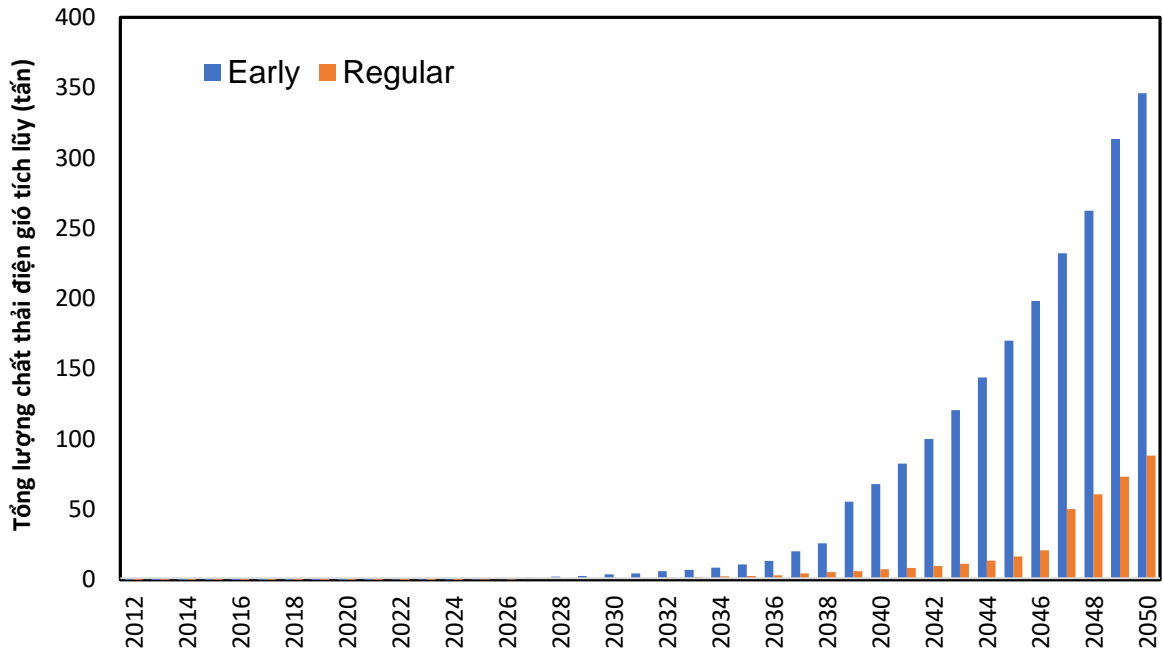
Khối lượng chất thải của tuabin gió được tính toán dựa theo phương pháp nghiên cứu của Liu và cộng sự²¹ (2017) và theo dự báo tăng công suất ở kịch bản chọn của Dự thảo QHĐ8. Đối với Việt Nam, chất thải từ quá trình sản xuất được loại trừ vì hầu hết các thiết bị của tuabin gió đều được nhập khẩu. So với tấm quang điện, tuabin gió là một tập hợp các thành phần khác nhau được lắp ghép lại và do đó đường phân phối Weibull không thể sử dụng để dự báo toàn bộ vật chất thải của các tuabin gió được. Các cánh tuabin gió là nơi dễ bị hỏng nhất do chuyển động liên tục của chúng. Liu và các cộng sự đã thu thập dữ liệu thực tế về tỷ lệ hỏng hóc của các cánh tuabin gió và các loại chất thải từ quá trình vận hành và bảo dưỡng thông thường, chất thải qua quá trình vận hành và bảo dưỡng khi xảy ra sự cố và chất thải từ quá trình nâng cấp hệ thống. Nghiên cứu cho thấy rằng các cánh tuabin gió có thể bị lỗi vận hành và bảo dưỡng định kỳ với tỷ lệ 1-2% trong năm vận hành thứ 6 và có thể hỏng với tỷ lệ 1-3% do tai nạn vào khoảng năm thứ 6, tương ứng với kịch bản bình thường và kịch bản sớm. Tuổi thọ của cánh quạt tuabin gió là 18 năm ở kịch bản sớm và 26 năm ở kịch bản bình thường. Các tỷ lệ hỏng hóc này được sử dụng để tính toán và dự báo cánh tuabin gió bị thải bỏ.

Bảng 9. Giả định về lỗi, hỏng của cánh quạt gió theo Liu et al.

Kịch bản	Rác thải liên quan đến dịch vụ/vận hành và bảo dưỡng (% khối lượng hàng năm của cánh quạt gió)				Rác thải cuối vòng đời
	Rác thải vận hành và bảo dưỡng thường xuyên (sau 6 năm)	Rác thải do sự cố trong vận hành và bảo dưỡng (sau 6 năm)	Dự báo của nhà sản xuất (Sau 6 năm)	Rác thải từ quá trình sửa chữa (tính từ năm thứ 16)	
Sớm	2 %	3 %	5 %	10 %	năm thứ 18
Bình thường	1 %	1 %	2 %	2 %	năm thứ 26

²⁰Staffell, I., & Green, R. (2014). How does wind farm performance decline with age?. *Renewable energy*, 66, 775-786.

²¹ Liu, P., & Barlow, C. Y. (2017). Wind turbine blade waste in 2050. *Waste Management*, 62, 229-240.



Hình 12. Dự báo cánh tuabin điện gió thải bỏ (tích lũy đến năm 2050)

Dự báo về dòng nguyên liệu từ các tuabin gió cuối vòng đời dựa trên thành phần vật liệu và khối lượng cuối vòng đời ước tính, với giả định rằng toàn bộ tuabin gió sẽ bị tháo dỡ khi hỏng hóc. Bảng 10 đưa ra phân tích chi tiết về nguyên liệu ở kịch bản tổn thất sớm và tổn thất bình thường như được mô tả ở trên. Thành phần vật liệu của tuabin gió được lấy từ nghiên cứu của Jensen, 2019²².

Khoảng 19,3 nghìn tấn rác thải tuabin gió cuối vòng đời tích lũy theo kịch bản tổn thất sớm và khoảng 66,9 nghìn tấn phát sinh theo kịch bản tổn thất bình thường tại Việt Nam vào năm 2030. Đến năm 2040, lượng chất thải phát sinh sẽ tăng lên lần lượt là 112,9 - 1.171 nghìn tấn và đến năm 2050 sẽ có khoảng 1.484 – 5.057 nghìn tấn ở các kịch bản tổn thất sớm và tổn thất bình thường tương ứng.

Bảng dưới đây, rõ ràng là phần lớn dòng chất thải liên quan đến việc tháo dỡ các tuabin gió có thể được tái chế trong các cơ sở thông thường. Đây là trường hợp của kim loại sắt, nhôm và đồng, có thể được tái chế trong các nhà máy kim loại thứ cấp, trong khi gỗ có thể tái chế như vật liệu hoặc đưa đến các nhà máy đốt chất thải sản xuất năng lượng. Dòng chất thải quan trọng nhất cần được xử lý chuyên biệt, như đã được giải thích trong báo cáo này, các vật liệu composite chủ yếu được sử dụng để sản xuất cánh quạt gió và vỏ thân máy bay. Lựa chọn tốt nhất cho loại vật liệu này là tái chế, khi đồng thời là vật liệu và năng lượng trong các nhà máy xi măng. Mặc dù điều này đòi hỏi phải phát triển năng lực tiền xử lý (xử lý sơ bộ) và phát triển các quy trình sản xuất phù hợp trong ngành xi măng mà hiện chưa áp dụng công nghệ này ở Việt Nam. Các dòng thải nhỏ bao gồm linh kiện điện tử, pin, đèn huỳnh quang, cần có các cơ sở xử lý chất thải chuyên dụng, không dành riêng cho các nhà máy điện gió mà thay vào đó đại diện cho nhu cầu về các lĩnh vực xử lý chất thải khác. Cuối cùng nhưng không kém phần quan trọng, một dòng chất thải cụ thể được thể hiện bằng các nam châm NdFeB chứa trong các tuabin, đây là một thành phần rất quan trọng vì chúng là một nguồn tài nguyên có hạn, tuy nhiên hiện nay có rất ít sự lựa chọn đối với công nghệ sẵn.

²² Jensen, J. P. (2019). Evaluating the environmental impacts of recycling wind turbines. *Wind Energy*, 22(2), 316-326

Những vật liệu này nên được lưu trữ trong khi chờ đợi sự phát triển sẵn sàng của các công nghệ tái chế.

Bảng 10. Dự báo dòng nguyên liệu của tuabin gió cuối vòng đời tính đến năm 2050

Năm	Kịch bản	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Dự báo rác thải tích lũy tuabin gió đến năm 2050 (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	4,1	66,9	185,9	1171	2812	5057
	Tồn thất bình thường	1,3	19,3	47,3	112,9	241,7	1484
Kim loại đen (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	3	55	154	970	2328	4187
	Tồn thất bình thường	1	16	39	93	200	1229
Nhôm (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,054	0,878	2,441	15,4	36,9	66,4
	Tồn thất bình thường	0,017	0,253	0,621	1,5	3,2	19,5
Các vật liệu tổng hợp (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,342	5,573	15,485	97,5	234,2	421,2
	Tồn thất bình thường	0,108	1,608	3,940	9,4	20,1	123,6
Dầu bôi trơn (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,016	0,254	0,705	4,4	10,7	19,2
	Tồn thất bình thường	0,005	0,073	0,179	0,4	0,9	5,6
Thiết bị điện tử (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,064	1,047	2,909	18,3	44,0	79,1
	Tồn thất bình thường	0,020	0,302	0,740	1,8	3,8	23,2
Pin tích trữ (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,019	0,304	0,844	5,3	12,8	23,0
	Tồn thất bình thường	0,006	0,088	0,215	0,5	1,1	6,7
Đèn huỳnh quang (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,002	0,032	0,089	0,6	1,3	2,4
	Tồn thất bình thường	0,001	0,009	0,023	0,1	0,1	0,7
Nam châm NdFeB (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,021	0,338	0,939	5,9	14,2	25,5
	Tồn thất bình thường	0,007	0,097	0,239	0,6	1,2	7,5
Đồng (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,151	2,465	6,850	43,2	103,6	186,4
	Tồn thất bình thường	0,048	0,711	1,743	4,2	8,9	54,7
Gỗ Balsa (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,015	0,245	0,680	4,3	10,3	18,5
	Tồn thất bình thường	0,005	0,071	0,173	0,4	0,9	5,4

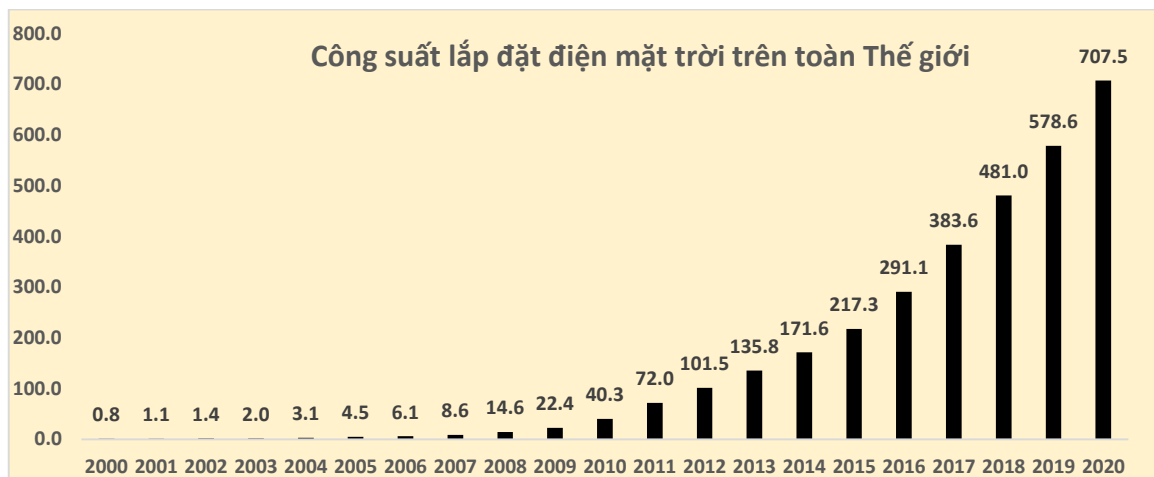
Polyethylene (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,017	0,270	0,751	4,7	11,4	20,4
	Tồn thất bình thường	0,005	0,078	0,191	0,5	1,0	6,0
Polypropylene (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,003	0,056	0,154	1,0	2,3	4,2
	Tồn thất bình thường	0,001	0,016	0,039	0,1	0,2	1,2
Polyvinylchloride (Nghìn tấn)	Tồn thất sớm	0,003	0,051	0,141	0,9	2,1	3,8
	Tồn thất bình thường	0,001	0,015	0,036	0,1	0,2	1,1

Ước tính số lượng pin lưu trữ điện cho các cơ sở điện gió ở Việt Nam được dựa trên nghiên cứu của Jensen, 2019²³. Sự khác biệt về khối lượng pin thải từ các cơ sở điện mặt trời và tuabin gió có thể là do khối lượng lắp đặt cả về công nghệ và quy mô lắp đặt pin. Dự kiến sẽ có khoảng 23 nghìn tấn pin thải phát sinh vào năm 2050 ở kịch bản tồn thất sớm trong khi chỉ có khoảng 6,7 nghìn tấn pin thải có thể phát sinh vào năm 2050 ở kịch bản tồn thất bình thường.

3. Tổng quan tình hình quốc tế về quản lý Hệ thống điện gió và điện mặt trời cuối vòng đời

3.1. Tóm tắt các xu hướng trên thế giới đối với các nhà máy điện mặt trời cuối vòng đời

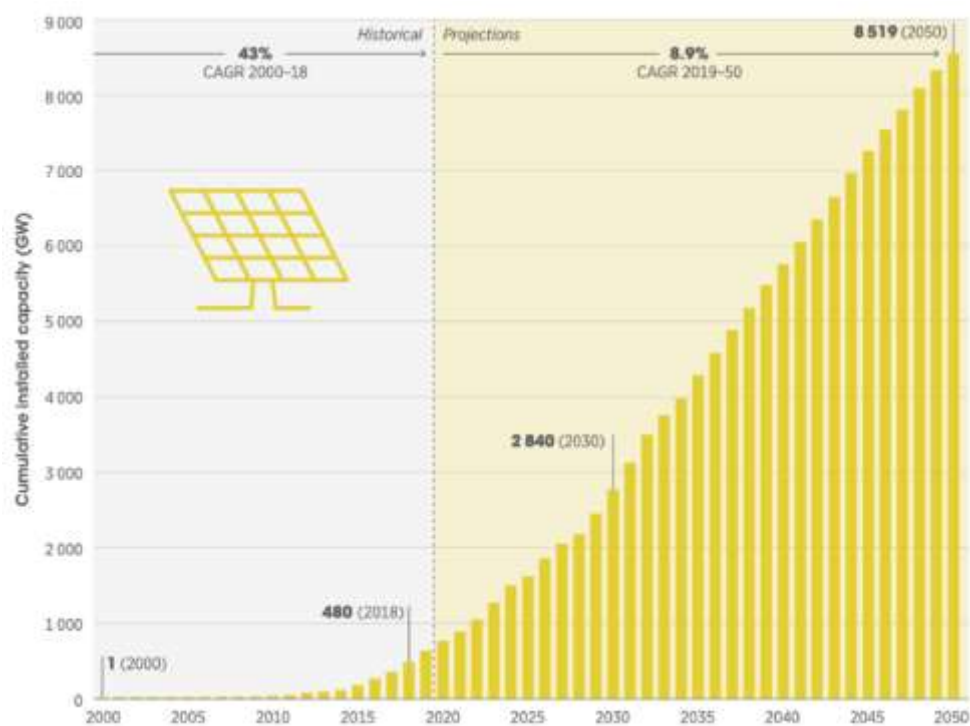
Đã có sự gia tăng theo cấp số nhân về công suất lắp đặt điện mặt trời trên toàn cầu trong hai thập kỷ qua, với công suất lắp đặt vượt quá 700 GW trên toàn thế giới vào năm 2020 (xem Hình 13). Xu hướng này dự kiến sẽ tiếp tục và thực sự tăng tốc trong lộ trình thích ứng với khí hậu của IRENA (Trường hợp REmap) được trình bày trong Hình 14.



Hình 13. Công suất tích lũy của điện mặt trời đã lắp đặt trên toàn thế giới²⁴

²³ Jensen, J. P. (2019). Evaluating the environmental impacts of recycling wind turbines. *Wind Energy*, 22(2), 316-326.

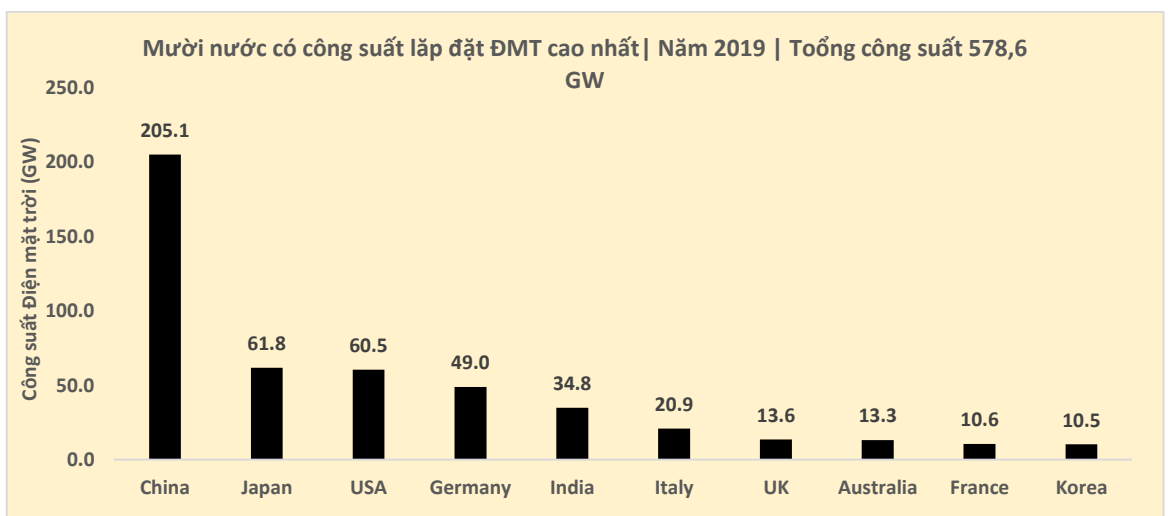
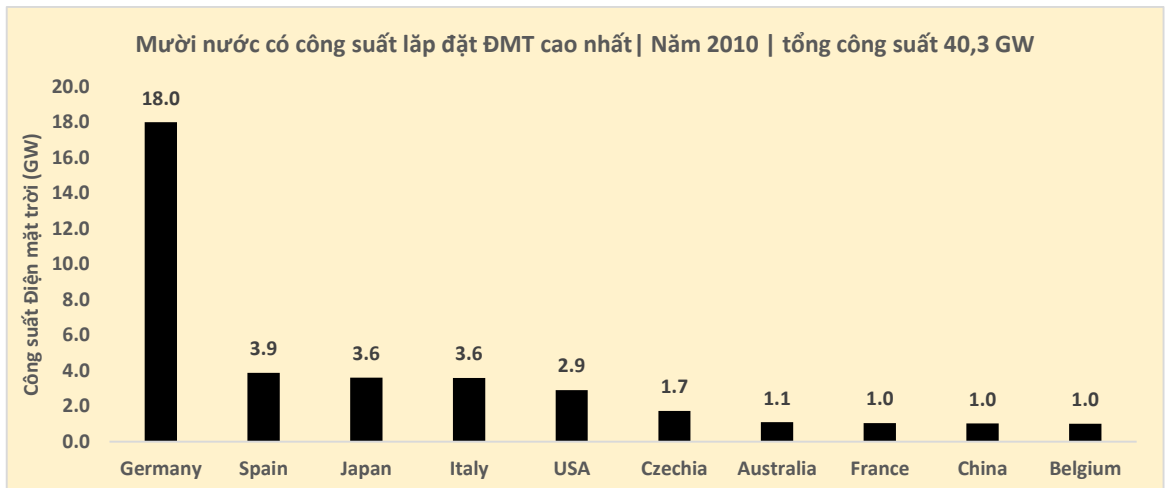
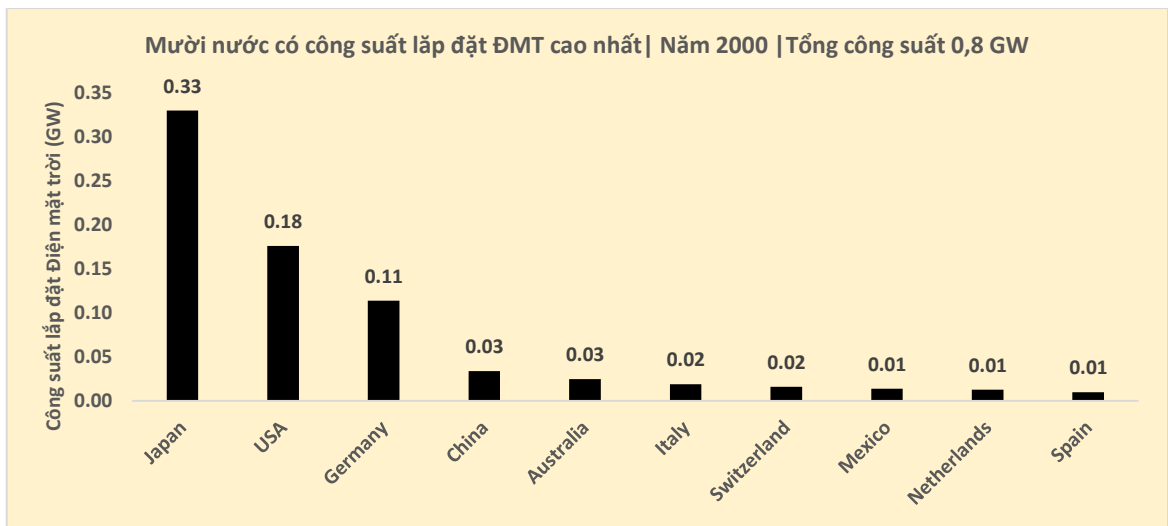
²⁴ [IRENA- World Renewable Energy Statistics](#)



Hình 14. Công suất tích lũy điện mặt trời trên toàn thế giới tính đến năm 2050 (theo REmap Case)

Năm 2000, công suất điện mặt trời toàn cầu là 0,8 GW, những nước sớm sử dụng điện mặt trời bao gồm Nhật Bản, Mỹ và Đức. Đến năm 2019, tổng công suất lắp đặt của điện mặt trời trên toàn cầu là 578,6 GW, trong đó Trung Quốc dẫn đầu với hơn 200 GW công suất đặt. Trung Quốc cũng thống trị thị trường sản xuất mô-đun quang điện, tiếp theo là Đài Loan và Malaysia. Trung Quốc cũng là nước đầu tiên lắp đặt các mô-đun quang điện.

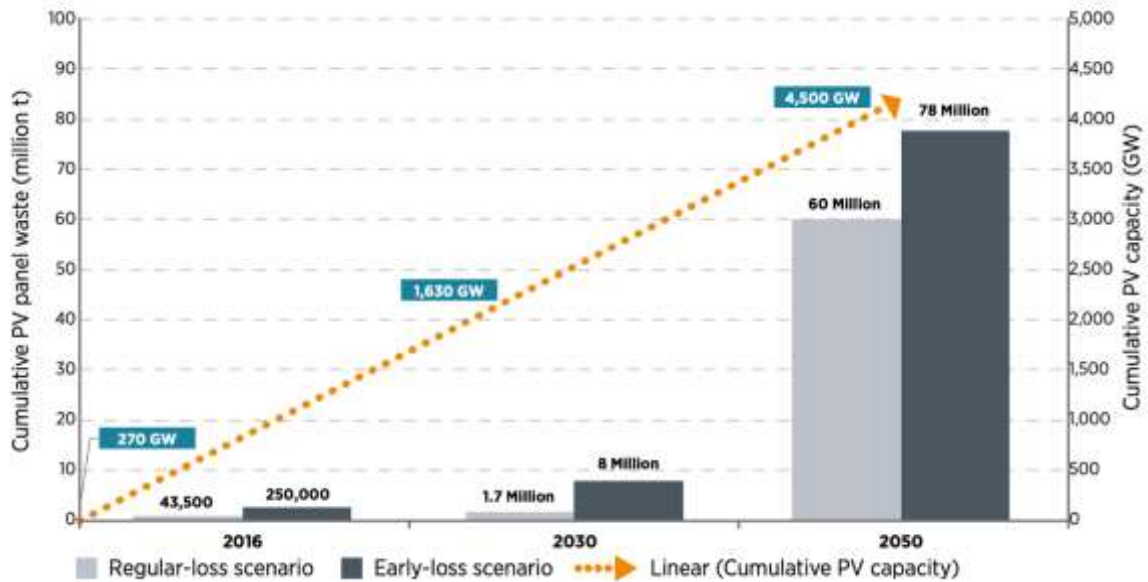
Công suất lắp đặt điện mặt trời trên thế giới ước tính là 578,6 GW vào cuối năm 2019. Để xác định những quốc gia sử dụng sớm và hiện tại tiên phong trong việc lắp đặt điện mặt trời, 10 quốc gia hàng đầu (đại diện cho hơn 80 - 85% công suất lắp đặt toàn cầu) trong các năm 2000, 2010 và 2019 được xác định và liệt kê như trong Hình 15. Các quốc gia có hệ thống điện mặt trời được lắp đặt sớm nhất từ gần 20 năm trước là những ví dụ cho các nghiên cứu điển hình về chính sách, tiêu chuẩn và công nghệ để phân tích tổng thể về quản lý hệ thống điện mặt trời cuối vòng đời.



Hình 15. Mười nước đứng đầu về công suất điện mặt trời trong các năm 2000, 2010 and 2019 (số liệu mới nhất)

3.1.1. Phát sinh vật liệu và chất thải từ các nhà máy điện mặt trời cuối vòng đời

Trên toàn cầu, dự kiến sẽ tạo ra 60 - 78 triệu tấn vật liệu thải vào năm 2050 từ các mô-đun quang điện cuối vòng đời theo nghiên cứu của IRENA (xem Hình 16). Sự gia tăng khối lượng chất thải theo cấp số nhân cũng có thể được biểu thị cho các quốc gia riêng lẻ.



Hình 16. Dự báo chất thải từ tấm quang điện toàn cầu năm 2050

Như đã trình bày ở phần trước, dự kiến xu hướng phát sinh chất thải tấm quang điện theo cấp số mũ ở Việt Nam, đạt 3,1 - 3,4 triệu tấn vào năm 2050. Mô tả khối lượng chất thải tấm quang điện toàn cầu và dự báo cho Việt Nam được trình bày trong Bảng 11.

Bảng 11. Lượng chất thải điện mặt trời tích lũy (IRENA²⁵) so với lượng chất thải điện mặt trời dự báo cho Việt Nam, tính bằng triệu tấn

Kịch bản dự báo	Năm 2030		Năm 2045		Năm 2050	
	Sớm	Bình thường	Sớm	Bình thường	Sớm	Bình thường
Việt Nam	0,151	0,011	1,721	1,455	3,110	3,469
Thế giới	1,7	8	35	55	60	78

Hầu hết các quốc gia vẫn chưa ghi nhận khối lượng đáng kể chất thải từ điện mặt trời, ngoại trừ một số quốc gia thành viên của Liên minh Châu Âu. Bảng 12 cho thấy khối lượng chất thải điện mặt trời (đơn vị tính bằng tấn) do các nước thành viên EU báo cáo theo chỉ thị WEEE. Các khoảng trống biểu thị sự không có sẵn của dữ liệu. Trước đây, dữ liệu về chất thải điện mặt trời đã được báo cáo trong danh mục thiết bị tiêu dùng và mới thay đổi gần đây²⁶ yêu cầu các nước thành viên xác định riêng các tấm quang điện là loại 4b. PV

²⁵ End of life management of Solar PV report – 2016- IRENA

²⁶ Commission Implementing Decision (EU) 2019/2193 of 17 December 2019

CYCLE²⁷, một tổ chức chịu trách nhiệm thu hồi và tái chế các tấm quang điện ở châu Âu báo cáo đã thu gom và xử lý 11.514 tấn chất thải quang điện vào năm 2019. Khối lượng thu gom trong năm 2019 bao gồm 4859 tấn từ Pháp, chiếm 81,4% các tấm chất thải được làm từ silicon.

Bảng 12. Khối lượng rác thải từ điện mặt trời được báo cáo ở Châu Âu (tấn)²⁸

Quốc gia	2015	2016	2017	2018
Bỉ		242	117	168
Séc	39	129	7	16
Đan Mạch	2	3	5	6
Đức		2.032	3.595	7.865
Hy Lạp		70		0
Tây Ban Nha		27	155	462
Pháp	366	223	1.885	1.555
Ý				1.350
Hungary				2.289
Hà Lan	0	100	90	131
Áo		12	22	8
Slovakia		0	0	14
Vương quốc Anh	147	104	106	87

3.1.2. Tổng quan về khung pháp lý trên thế giới

Hình 17 mô tả các quốc gia có các quy định cụ thể về quản lý các tấm quang điện cuối vòng đời với màu xanh lá cây mô tả các quốc gia có các quy định hiện hành và Màu đỏ cho biết các quốc gia đang xem xét chính sách. Phần lớn các khu vực màu Xám, ở các quốc gia đó quy định các tấm PV hoặc được quản lý theo các quy định về chất thải thông thường hoặc không có các quy định cụ thể hiện hành để xử lý chất thải điện mặt trời. Thông tin để xây dựng bản đồ này được tổng hợp từ nhiều tài liệu khác nhau. Chi tiết về các chính sách/quy định hiện hành và trong tương lai của các quốc gia sẽ được trình bày chi tiết trong các phần liên quan trong Phụ lục 1 của báo cáo này.

²⁷ Activity Report 2019-PV CYCLE

²⁸ [EUROSTAT- ENV WASELEE](#)



Hình 17. Bản đồ mô tả các quốc gia có các quy định hiện hành về quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện (Màu xanh lá cây) và các quốc gia có chính sách đang được xem xét (Màu đỏ) - Được xây dựng bằng phần mềm Mapchart

Tổng quan về các chính sách và tiêu chuẩn được thiết lập về quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện được cung cấp tại Bảng 13. Để có giải thích chi tiết từng chính sách, một báo cáo chuyên sâu tổng quan tình hình quốc tế đã được chuẩn bị như một phần của nhiệm vụ này có thể được tham khảo.

Bảng 13. Tổng quan về các chính sách trong bối cảnh quốc tế về quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện

Chính sách cụ thể về quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện	Quốc gia	Cơ sở hạ tầng về tái chế tấm quang điện cuối vòng đời	Phân loại chất thải điện mặt trời
Chỉ thị WEEE (<u>WEEE directive</u>)	Liên minh Châu Âu	<p>Các tiêu chuẩn:</p> <p>Tiêu chuẩn <u>EN 50625-2-4</u> về thu gom, hậu cần và xử lý chất thải điện, điện tử và <u>TS 50625-3-5</u> chứa các thông số kỹ thuật để khử ô nhiễm của các tấm quang điện tương ứng.</p> <p>Tổ chức thực hiện trách nhiệm của nhà sản xuất (PRO): PV CYCLE</p>	Chất thải điện tử (không nguy hại)
Luật về chất thải điện và điện tử của Vương quốc Anh ²⁹	Vương quốc Anh	Được triển khai thông qua các tổ chức thực hiện trách nhiệm của nhà sản xuất như PV CYCLE	Chất thải điện tử (không nguy hại)

²⁹ http://www.firstsolar.com/en-IN/-/media/First-Solar/Sustainability-Documents/PVTP_6pp_First-Solar-recycling-hi.ashx

Luật về chất thải điện và điện tử của Pháp (<u>Decree 2014-928</u>)	Pháp	<u>Veolia</u> đã xây dựng nhà máy tái chế tấm quang điện thương mại đầu tiên có thể xử lý 1.400 tấn nguyên liệu một năm vào năm 2017 và đã có kế hoạch để xử lý lên đến 4.000 tấn vào năm 2021 ở Pháp.	Chất thải điện tử (không nguy hại)
<p>Chính phủ Thụy Sĩ đã thành lập quỹ SENS chịu trách nhiệm về việc thu gom, xử lý và tiêu hủy hàng hóa trắng.</p> <p>SENS và SWICO RECYCLING đã cam kết tuân thủ các tiêu chuẩn của Châu Âu về việc thu gom, hậu cần và tiêu hủy an toàn chất thải điện và điện tử thông qua EN 50625 vào cuối năm 2014.</p>	Thụy Sĩ	SENS và SWICO RECYCLING đã xử lý thiết bị quang điện với khối lượng 300 tấn vào năm 2017 và khối lượng tương tự mỗi năm tiếp tục cho đến năm 2019 ³⁰ .	<p>Chất thải từ các mô đun quang điện được bao gồm trong mã thuế quan ARF 600110.</p> <p>Chất thải từ các mô đun quang điện đi kèm với phí tái chế nâng cao là 0,04 Franc Thụy sĩ cho 1 kg.</p> <p>Chất thải điện tử E-waste (thuộc loại chất thải đặc biệt) khác với chất thải nguy hại hoặc chất thải đô thị.</p>
Đạo luật về thiết bị điện và điện tử (ElektroG ³¹).	Đức	Cơ quan Đăng ký Quốc gia cho Chất thải từ Thiết bị Điện (Stiftung Elektro-Altgeräte	Chất thải điện tử (không nguy hại)

³⁰ [Technical Report 2020- SENS](#)

³¹ [ElektroG](#)

		Register or Stiftung EAR ³²) là cơ quan thực hiện trách nhiệm bổ sung đối với nhà sản xuất ở Đức	
Nghị định Luật 14 March 2014, n. 49: thực hiện Chỉ thị WEEE 2012/19 / EU	Ý	Gestore dei Servizi Energetici/ Công ty Bảo lãnh cho các Dịch vụ về Điện (GSE ³³) phát triển và quản lý các hướng dẫn cho việc quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện một cách phù hợp song song với việc cấp giấy chứng nhận và hoàn trả các ưu đãi thuế quan duy trì cho chủ nguồn thải khi xử lý thành công chất thải từ Điện mặt trời.	Chất thải điện tử (không nguy hại)
Hiện tại không có quy định nào về quản lý chất thải từ Điện mặt trời ở cấp liên bang. Một vài chính quyền ở các Bang như Victoria, South Australia đã thực hiện các nghiên cứu thí điểm và áp đặt việc bãi bỏ chôn lấp rác thải từ Điện mặt trời .	Úc	Tái chế tấm quang điện (Reclaim PV Recycling) ³⁴ là một công ty tái chế tấm quang điện thuộc sở hữu và điều hành của Úc sử dụng quy trình tái chế thô thông qua Pyrolysis - một kỹ thuật giải cấu trúc bằng nhiệt nổi tiếng - để tách các tấm quang năng thành các bộ phận thành phần của chúng bằng cách đưa chúng qua lò nhiệt độ cao	-

³² [Stiftung EAR clearing house](#)

³³ <https://www.gse.it/servizi-per-te/fotovoltaico/conto-energia/gestione-moduli>

³⁴ <https://www.pv-magazine.com/2021/02/08/australias-first-large-scale-pv-recycling-operation-amps-up-waste-collection/>

<p>Trung Quốc chưa có quy định cụ thể về chất thải từ Điện mặt trời nhưng đã tài trợ nghiên cứu và phát triển công nghệ tái chế tấm quang điện thông qua Chương trình Nghiên cứu và Phát triển Quốc gia về tái chế tấm Quang điện và thải bỏ An toàn theo kế hoạch 5 năm lần thứ 12³⁵.</p>	<p>Trung Quốc</p>	<p>Các chỉ thị để thúc đẩy việc quản lý cuối vòng đời chất thải từ các mô đun quang điện được mô tả trong kế hoạch 5 năm lần thứ 13 giai đoạn 2016-2020.</p> <p>Chương trình Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao cấp Quốc gia về Tái chế Tấm Quang điện và Nghiên cứu thải bỏ An toàn đã đưa ra các khuyến nghị để phát triển các hướng dẫn về chính sách nhằm giải quyết các thách thức về chất thải từ Điện mặt trời³⁶.</p>	<p>-</p>
<p>Không có các quy định cụ thể về việc thu hồi các tấm quang điện ở cấp Liên bang của Hoa Kỳ. Việc xử lý các tấm quang điện thải bỏ hiện đang được điều hành theo Đạo luật Bảo tồn và Phục hồi Tài nguyên (RCRA). Một vài Bang dưới đây có các quy định cụ thể về việc quản lý cuối vòng đời các tấm quang điện.</p>	<p>Hoa Kỳ</p>	<p>Hiệp hội các ngành công nghiệp năng lượng mặt trời (Solar Energy Industries Association SEIA) đang điều hành Chương trình Tái Chế Tấm Quang năng Quốc gia (<u>National PV Recycling Program</u>) trong đó tập trung vào việc hợp tác với các công ty đã có chuyên môn về tái chế thủy tinh, silicon, nhôm, kim loại phế liệu và thiết bị điện tử. Mục tiêu của chương trình là làm cho các đối tác của SEIA có khả năng tái chế các tấm quang năng và bộ biến tần.</p>	<p>Bang California phân loại các tấm quang điện là chất thải nguy hại đủ điều kiện để xử lý như chất thải phổ thông. Chất thải phổ thông giống như cát thải điện tử, các loại pin và bóng đèn</p> <p>Bang South Carolina tư vấn chúng có thể là chất thải nguy hại hoặc không phụ thuộc vào thành phần của chúng. Một số loại và nhãn hiệu được coi là</p>

³⁵ http://www.firstsolar.com/en-IN/-/media/First-Solar/Sustainability-Documents/PVTP_6pp_First-Solar-recycling-hi.ashx

³⁶ [Global review of policies & guidelines for recycling of solar PV modules](#)

<p>Bang Washington: <u>HB 2645</u></p> <p>California: <u>SB 489</u></p> <p>North Carolina: <u>House Bill 329</u></p> <p>New York: <u>Senate Bill S2837B</u></p>			<p>nguy hại nhưng một số khác thì không³⁷.</p>
---	--	--	---

³⁷ <https://scdhec.gov/sites/default/files/Library/OR-1695.pdf>

3.1.3. *Chỉ thị WEEE*

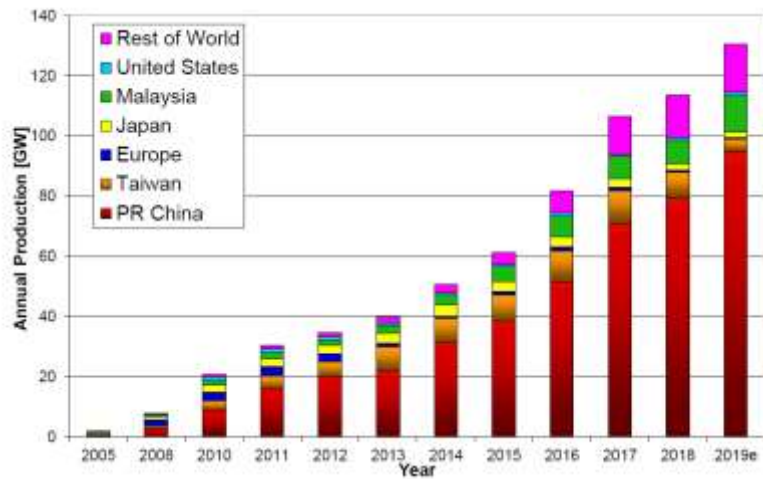
Từ bản tóm tắt các chính sách liên quan đến quản lý cuối vòng đời của các tấm quang điện, chỉ thị WEEE của Liên minh châu Âu đã được thực hiện thành công. Mô tả chi tiết của khuôn khổ chính sách được cung cấp dưới đây. Không phụ thuộc vào bối cảnh của nước phát triển/nước đang phát triển, các chính sách WEEE liên quan đến Bổ sung trách nhiệm của nhà sản xuất có thể được thực hiện.

Kể từ năm 2012, chỉ thị WEEE ở Châu Âu đã thiết lập các điều khoản để quy định về việc Bổ sung trách nhiệm của nhà sản xuất (EPR) đối với các nhà sản xuất và nhập khẩu tấm quang điện. Các tấm quang điện cuối vòng đời được coi là chất thải từ thiết bị điện và điện tử (WEEE) và vì lý do này, việc thu gom, tái chế và/hoặc xử lý chúng phải được đảm bảo bởi nhà sản xuất, mà người tiêu dùng không phải trả thêm chi phí nào. Dựa trên chỉ thị WEEE, những đơn vị sau đây đủ điều kiện được coi là nhà sản xuất:

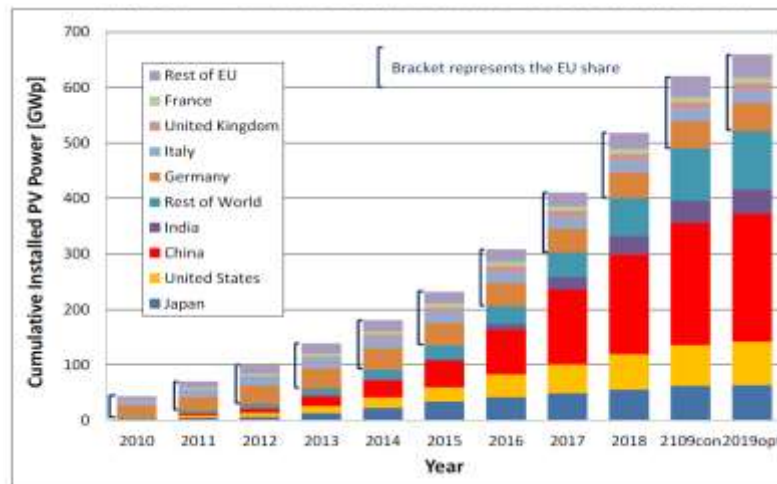
- Các nhà sản xuất được thành lập tại một quốc gia là thành viên của Liên minh Châu Âu;
- Nhà phân phối hoặc người bán lại được thành lập ở một Quốc gia thành viên của Liên minh Châu Âu;
- Các nhà nhập khẩu được thành lập tại một Quốc gia thành viên của Liên minh Châu Âu;
- Người bán từ xa/trực tuyến, những người bán mô-đun quang điện qua internet cho các hộ gia đình tư nhân hoặc cho người dùng được thành lập tại và Quốc gia thành viên của Liên minh Châu Âu.

Các nhà sản xuất phải tuân thủ các nghĩa vụ bao gồm việc đăng ký trong sổ đăng ký WEEE quốc gia, thông báo cho khách hàng cuối, trao đổi dữ liệu với các cơ sở xử lý, chịu trách nhiệm tài chính cho việc thu hồi và xử lý, giải ngân một khoản bảo lãnh tài chính và phải đạt được mục tiêu thu gom và tái chế theo yêu cầu của pháp luật. Chỉ thị WEEE được chuyển thành quy định quốc gia của mỗi quốc gia thành viên để thực hiện.

Chỉ thị WEEE nhằm mục đích cải thiện việc thu gom, tái sử dụng và tái chế các thiết bị điện tử đã qua sử dụng (bao gồm cả tấm quang điện) để góp phần giảm thiểu chất thải và đảm bảo hiệu quả sử dụng tài nguyên. Nó cũng nhằm mục đích hạn chế việc xuất khẩu bất hợp pháp chất thải từ EU và cải thiện hoạt động môi trường của tất cả các bên liên quan tham gia vào vòng đời sản phẩm. Chỉ thị thiết lập EPR như một phương tiện khuyến khích thiết kế vì môi trường, thiết kế để tái chế và sản xuất bền vững các sản phẩm (trong trường hợp này là tấm quang điện), nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc sửa chữa, cải tạo, tái sử dụng, tháo rời và tái chế. Các mục tiêu cụ thể về việc thu gom đã được đặt ra cho các tấm quang điện trong chỉ thị WEEE. Mục tiêu phục hồi được biểu thị bằng tỷ lệ phần trăm trọng lượng trong tổng lượng chất thải điện mặt trời được tạo ra ở các quốc gia thành viên. Các chỉ tiêu này được biểu thị bằng cách chia trọng lượng của chất thải điện mặt trời đưa vào cơ sở phục hồi hoặc tái chế/chuẩn bị cho cơ sở tái sử dụng dựa vào trọng lượng của tất cả chất thải điện mặt trời được thu gom riêng biệt, biểu thị bằng phần trăm. Kể từ năm 2019, tỷ lệ thu gom tối thiểu hàng năm là 65% thiết bị điện và điện tử (EEE) đưa ra thị trường, được tính toán trên cơ sở tổng trọng lượng của WEEE thu gom được; và trọng lượng trung bình của EEE đưa ra thị trường trong ba năm trước đó; hoặc 85% WEEE được tạo ra trên lãnh thổ của quốc gia thành viên đó. Các quốc gia thành viên sẽ có thể chọn một trong hai cách tương đương này để tính ra mục tiêu mà họ muốn báo cáo.



Hình 18. Phân phối sản xuất tấm quang điện trên toàn Thế giới từ 2005 đến 2019 (EC-JRC 2019)



Hình 19. Công suất lắp đặt tấm quang điện tích lũy từ năm 2010 đến năm 2019 (EC -JRC 2019)

Các tấm pin quang điện mặt trời đã được Liên minh Châu Âu phân loại thuộc loại chất thải điện tử không nguy hại theo chỉ thị WEEE. Chưa có tiền lệ các quốc gia phân loại chất thải tấm pin mặt trời là nguy hại. Lý do là trong tấm quang điện không có các thành phần vật liệu nguy hại chính. Ngay cả những vật chất như Cadmium, chì, Selen cũng có mặt ở dạng hợp chất trong mô-đun PV, không gây nguy hại.

Khai thác đô thị hoặc thu hồi vật liệu bền vững từ tấm quang điện thải bỏ, có thể giảm bớt sự hạn chế về nguồn cung trong tương lai. Cũng cần phải lưu ý rằng sản xuất nguyên liệu thô thứ cấp ít tiêu tốn năng lượng hơn sản xuất từ sơ cấp đối với hầu hết các vật liệu liên quan đến tấm quang điện PV. Dữ liệu Châu Âu có thể được coi là giới hạn trên cho toàn thế giới, do không có phương pháp tiếp cận tuần hoàn ở hầu hết các Quốc gia khác

Bảng 14. Đóng góp của vật liệu được thu hồi vào nhu cầu nguyên liệu thô ở Châu Âu: (EOL - RIR)³⁸ và Giá trị kinh tế của vật liệu thu hồi €/ tấn

Loại vật liệu	Vật liệu	Tỷ lệ thu hồi %	Cuối vòng đời (Tỷ lệ đầu vào tái chế) %	Giá trị kinh tế (€/ kg)
Giá trị cao	Bạc	94	55	490
Độc	Cadmium	95	0	2,6
	Chì	93	75	1,9
	Selenium	80	1	39,84
Hiếm	Gallium	99	0	318,5
	Indium	75	0	282,1
	Silicon (cát và kim loại)	95	0	0,8
Khác	Nhôm	99	12	1,6
	Đồng	96	17	5,3
	Thiếc	99	32	15
	Kẽm	90	31	2,4
	Tellurium	95	1	72
	Glass cullet	98		1,6
	Polymer	80		

3.1.4. Tình hình chính sách ở các nước đang phát triển ở Châu Á

Mặc dù sản xuất và lắp đặt quy mô lớn, nhưng ở Trung Quốc không có kế hoạch tái chế tấm quang điện mặt trời. Vào tháng 11 năm 2016, Bộ Môi trường Nhật Bản ước tính lượng rác thải từ tấm quang điện năng lượng mặt trời phát sinh mỗi năm có thể lên tới 800.000 tấn vào năm 2040, trong khi không có kế hoạch xử lý rác thải này một cách an toàn. Rõ ràng chỉ có EU, thông qua chỉ thị WEEE, đã thiết lập một khuôn khổ để đảm bảo việc thải bỏ tấm quang

³⁸ [ENEA-Socio Economic Study \(In Italian\)](#)

điện một cách an toàn kể từ khi chúng được đưa vào thị trường, mặc dù cơ sở hạ tầng để thực hiện chỉ thị WEEE vẫn chưa hoàn thiện.

Trung quốc không có các quy định cụ thể về chất thải từ điện mặt trời nhưng đã tài trợ cho nghiên cứu và phát triển (R&D) công nghệ tái chế tấm quang năng thông qua Chương trình Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao Quốc gia về Nghiên cứu Tái chế và Thải bỏ An toàn Tấm quang năng theo kế hoạch 5 năm lần thứ 12³⁹. Các chỉ thị để thúc đẩy việc quản lý cuối vòng đời của các mô-đun quang điện được mô tả trong kế hoạch 5 năm lần thứ 13 giai đoạn 2016-2020. Chương trình Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao Quốc gia về Nghiên cứu Tái chế và Thải bỏ An toàn Tấm quang năng cung cấp các khuyến nghị để phát triển các hướng dẫn về chính sách nhằm giải quyết các thách thức về chất thải từ điện mặt trời⁴⁰.

Bộ Kinh tế Trung Quốc hiện đang nghiên cứu hợp đồng mua số lượng lớn để yêu cầu các nhà sản xuất tấm quang điện mặt trời có trách nhiệm tái chế. Trong tương lai, cơ chế tái chế của Cơ quan Bảo vệ Môi trường sẽ được so sánh với cơ chế tái chế của các nhà sản xuất. Khoản tiền ký quỹ sẽ được sử dụng làm quỹ phục hồi cho mô-đun quang điện mặt trời trong tương lai. Hiện tại, Bộ Kinh tế, Cơ quan Bảo vệ Môi trường và các công ty liên quan đến quang điện mặt trời cũng đang cùng nhau phát triển các kế hoạch thực hiện trong tương lai để đảm bảo rằng các tấm quang điện mặt trời bị loại bỏ có thể được xử lý đúng cách và giảm thiểu tác động của chúng đến môi trường.

Ấn Độ đã phát hành một kế hoạch chi tiết⁴¹ cung cấp hướng dẫn về quản lý chất thải antimon có trong các tấm quang điện mặt trời silic. Chính phủ Ấn Độ cũng đã đưa ra dự thảo chính sách có tiêu đề Chính sách hiệu quả tài nguyên quốc gia⁴² nhằm mục đích tạo ra các trung tâm tái chế tấm quang điện chuyên dụng vào năm 2035. Tuy nhiên, chưa có chính sách/hướng dẫn nào được đưa ra để quản lý các tấm quang điện bị loại bỏ ở Ấn Độ.

3.1.5. Công nghệ tái chế tấm quang điện

Công nghệ tái chế tấm quang điện đã được nghiên cứu từ những năm 1990 với bằng sáng chế đầu tiên vào năm 1995 cho các tấm PV silicon tinh thể. Tuy nhiên, trong những năm qua, sự chú trọng nghiên cứu và phát triển về tái chế đã tập trung vào các mô-đun PV cadmium telluride (CdTe) do hàm lượng vật liệu đất hiếm và nguy hại. Điều thú vị là hơn 95% thị trường tấm quang điện là các tấm PV silicon tinh thể.

Hiện tại First Solar là công ty duy nhất có trung tâm tái chế trong nhà cùng với cơ sở sản xuất PV cho các mô-đun CdTe của họ. Đối với các mô-đun PV silicon tinh thể, hiện chỉ có một cơ sở tái chế thương mại. Nó được điều hành bởi Veolia ở Pháp⁴³.

Quá trình tái chế tấm quang điện bắt đầu bằng việc loại bỏ hộp nối và khung nhôm trong chia ô. Bước quan trọng nhất trong quá trình tái chế tấm quang điện là tách các khoang chia ô để tách các tế bào quang điện, kính phía trước và lớp nhựa (lớp đóng gói, mặt sau). Kỹ

³⁹ http://www.firstsolar.com/en-IN/-/media/First-Solar/Sustainability-Documents/PVTP_6pp_First-Solar-recycling-hi.ashx

⁴⁰ [Global review of policies & guidelines for recycling of solar PV modules](#)

⁴¹ <http://164.100.94.214/sites/default/files/webform/notices/DraftBluePrintAntimony.pdf>

⁴² <http://moef.gov.in/wp-content/uploads/2019/07/Draft-National-Resourc.pdf>

⁴³ <https://iea-pvps.org/key-topics/end-of-life-management-of-photovoltaic-panels-trends-in-pv-module-recycling-technologies-by-task-12/>

thuật tách lớp có thể được phân loại phổ biến thành kỹ thuật cơ học, kỹ thuật nhiệt và kỹ thuật hóa học

Phân tách cơ học loại bỏ khung nhôm và hộp nối là công nghệ được sử dụng mang tính thương mại nhất để tái chế tấm quang điện. Các quy trình như vậy cho thấy nhu cầu năng lượng thấp và dễ dàng tích hợp với cơ sở hạ tầng tái chế thủy tinh/ kim loại/ chất thải điện tử hiện có. Tách cơ học tương đối rẻ hơn so với các công nghệ khác nhưng thiếu khả năng thu hồi các vật liệu có giá trị cao như bạc, silicon, cadmium, chì, v.v. có bên trong màng hấp thụ bức xạ mặt trời.

Các phương pháp tách lớp bằng nhiệt cho phép thu hồi dạng thuần khiết của thủy tinh và lõi PV có chứa silicon và kim loại khi các tấm polyme trải qua quá trình nhiệt phân hoàn toàn hoặc đốt cháy. Do đó, ưu điểm là khả năng thu hồi vật liệu từ tấm quang điện cao hơn so với tách lớp cơ học. Tuy nhiên cần phải xử lý khí thải đạt quy định, điều này làm tăng chi phí đầu tư. Các tấm lót mặt sau của hầu hết các tấm quang điện đều chứa flo cần xử lý khí thải do quá trình đốt cháy liên quan đến quá trình phân tách nhiệt.

Phương pháp tách lớp hóa học liên quan đến việc hòa tan EVA trong dung môi hữu cơ hoặc vô cơ. Thời gian xử lý ban đầu dao động trong vài ngày, nhưng sự hòa tan dưới bức xạ siêu âm đã cho phép thời gian hòa tan ngắn. Quá trình tách lớp hóa học vẫn đang trong giai đoạn thí nghiệm, và cần phải hiểu thêm về tác động môi trường do các dung môi hóa học.

Bảng dưới đây tóm tắt hiện trạng của công nghệ tái chế và triển khai thương mại ⁴⁴.

Quy trình	Ưu điểm	Nhược điểm	Trạng thái
Hòa tan bằng dung môi hữu cơ	<ul style="list-style-type: none"> • Dễ dàng tiếp cận màng bọc EVA • Ít phá hủy cell • Thu hồi được thủy tinh 	<ul style="list-style-type: none"> • Thời gian tách lớp phụ thuộc vào khu vực • phát thải và chất thải nguy hại 	Nghiên cứu
Dung môi hữu cơ và chiếu xạ siêu âm	<ul style="list-style-type: none"> • Hiệu quả hơn quy trình hòa tan bằng dung môi • Dễ dàng tiếp cận màng bọc EVA 	<ul style="list-style-type: none"> • Thiết bị đắt tiền • Phát thải và chất thải nguy hại 	Nghiên cứu
Nung bằng Điện nhiệt	<ul style="list-style-type: none"> • Dễ dàng tách thủy tinh 	<ul style="list-style-type: none"> • Quy trình chậm 	Nghiên cứu
Phân tách cơ học bằng máy cắt dây nhiệt	<ul style="list-style-type: none"> • Lượng cell bị phá hủy thấp • Thu hồi được thủy tinh 	<ul style="list-style-type: none"> • Cần các Quy trình phân tách khác để loại bỏ hoàn toàn màng bọc EVA 	Nghiên cứu
Nhiệt phân (lò băng tải và lò tầng sôi)	<ul style="list-style-type: none"> • Phân tách được 80% các tấm wafer và hầu như 100% các tấm kính • Quy trình tái chế công nghiệp hiệu quả về kinh tế 	<ul style="list-style-type: none"> • Việc tạo cấu trúc kết cấu kém hơn một chút (làm hỏng bề mặt cell) 	Nghiên cứu (Thí điểm)
Hòa tan bằng dung môi (axit Nitric)	<ul style="list-style-type: none"> • Phân tách hoàn toàn màng bọc EVA và lớp phủ kim loại trên các tấm wafer. • Có thể phục hồi nguyên vẹn các cell 	<ul style="list-style-type: none"> • Nó có thể gây hỏng các cell do axit vô cơ • Tạo ra phát thải và chất thải nguy hại 	Nghiên cứu (Thí điểm)

44 <https://www.intechopen.com/chapters/59381>

Quy trình	Ưu điểm	Nhược điểm	Trạng thái
Phân rã vật lý	<ul style="list-style-type: none"> • Có khả năng xử lý chất thải 	<ul style="list-style-type: none"> • Yêu cầu các quy trình phân tách khác để tách hoàn toàn màng bọc EVA • Bụi có chứa các kim loại nặng • Vỡ các cell của tấm quang năng • Ăn mòn thiết bị 	Thương mại
Quy trình cơ học khô và ướt	<ul style="list-style-type: none"> • Không có quy trình hóa chất • Thiết bị có sẵn • Yêu cầu về năng lượng thấp 	<ul style="list-style-type: none"> • Không loại bỏ chất rắn hòa tan 	Thương mại
Xử lý nhiệt (Nung hai bước)	<ul style="list-style-type: none"> • Phân tách hoàn toàn màng bọc EVA • Có thể thu hồi nguyên vẹn các • Quy trình khả thi về kinh tế 	<ul style="list-style-type: none"> • Phát thải nguy hại • Yêu cầu về năng lượng cao • Hư hỏng và phá hủy các tấm cell do nhiệt độ cao 	Thương mại
Ăn mòn hóa học	<ul style="list-style-type: none"> • Phục hồi vật liệu có độ tinh khiết cao • Quy trình đơn giản và hiệu quả 	<ul style="list-style-type: none"> • Sử dụng hóa chất 	Thương mại

3.1.6. Phân tách cơ học - Thích hợp để nhân rộng ở Việt Nam

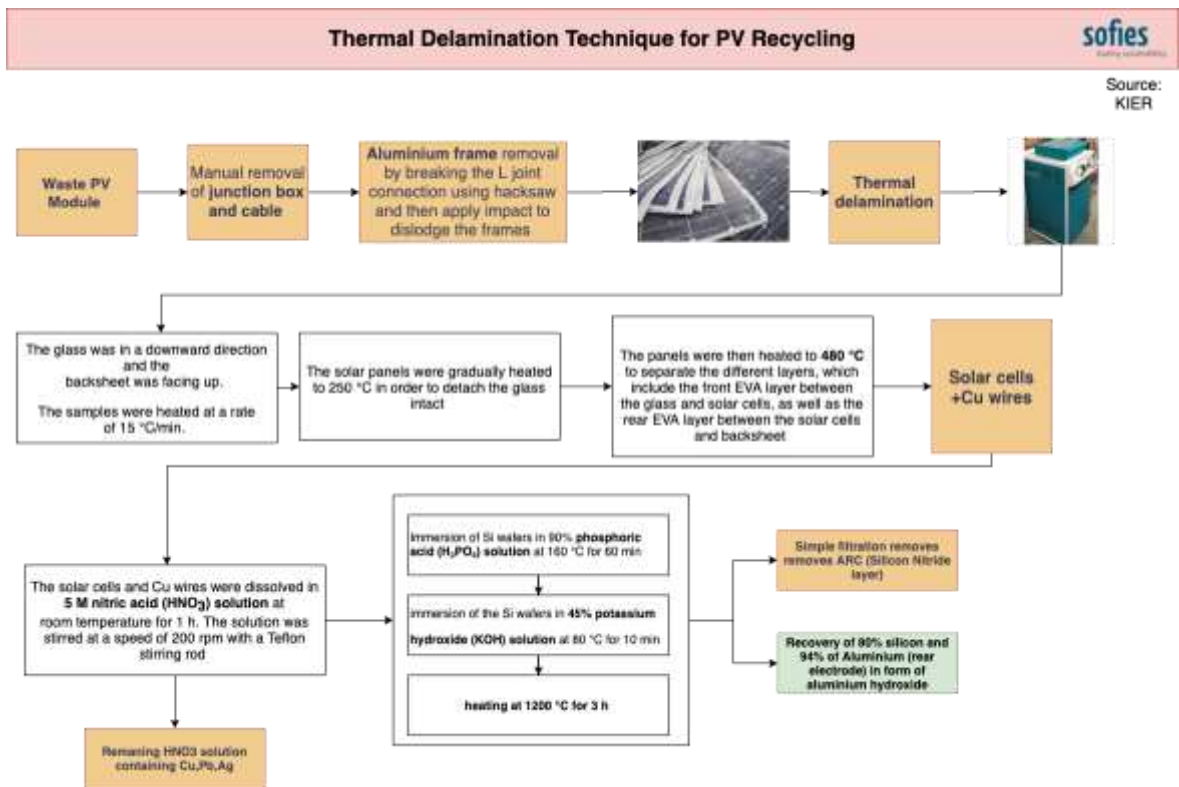
Vào năm 2018, Tổ chức bền vững Victoria đã tiến hành một dự án nghiên cứu khảo sát các bên liên quan để đánh giá khả năng quản lý sản phẩm trong vòng đời của tấm quang điện. Nghiên cứu thử nghiệm tập trung vào kỹ thuật tái chế dựa trên phân tách cơ học như được trình bày chi tiết trong Hình 20. Với mức đầu tư tối thiểu, công nghệ này có thể được nhân rộng ở các quốc gia khác và bởi các nhà tái chế chất thải điện tử khác để xử lý chất thải điện mặt trời và thu hồi hơn 85% trọng lượng của vật liệu (kính, khung nhôm, hộp phân phối và dây cáp).



Hình 20. Phân tách cơ học các tấm quang điện - Nghiên cứu điển hình của Victoria PV Pilot

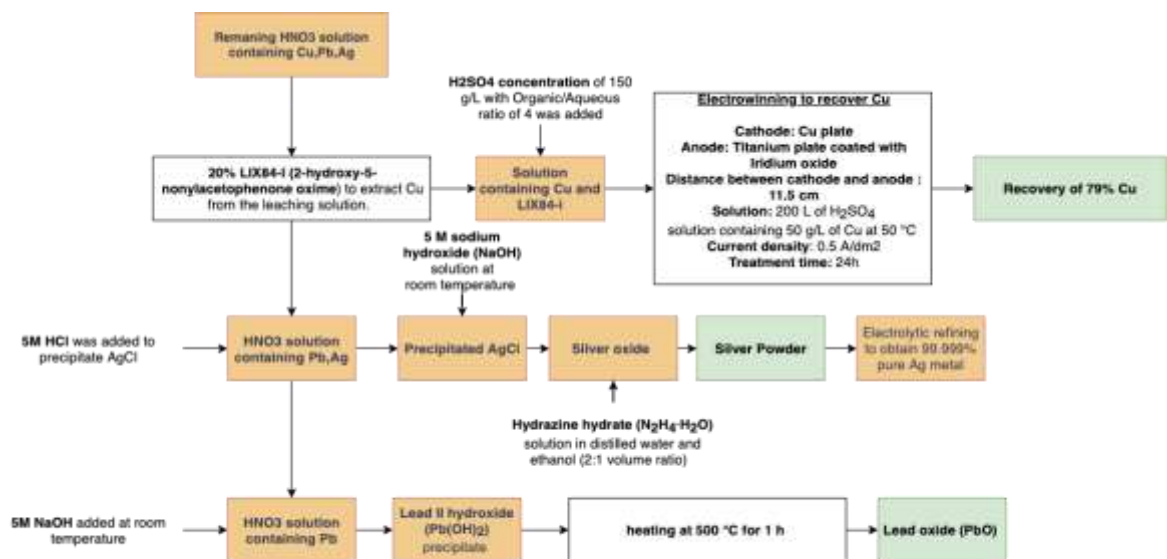
3.1.7. Nghiên cứu điển hình: Phân tách nhiệt - Phương pháp tốt nhất để thu hồi gần 95% vật liệu

Viện Đánh giá Công nghệ Công nghiệp Hàn Quốc (KEIT) đã thiết lập một kỹ thuật tái chế tấm quang điện có giá trị cao do Bộ Thương mại, Công nghiệp & Năng lượng (MOTIE) Hàn Quốc tài trợ. Kết quả của kỹ thuật này là có thể thu hồi 95% trọng lượng hoặc nhiều hơn vật liệu từ các tấm quang điện. Các thông số chi tiết của quy trình cùng với các bước trích xuất silicon và nhôm được minh họa và được trình bày trong Hình 21.



Hình 21. Trích xuất vật liệu hoàn chỉnh từ các tấm quang điện

Quá trình phân tách liên quan đến chiết xuất bạc, chì và đồng được mô tả trong Hình 22. Quá trình nhiệt phân này có thể đạt được mức thu hồi 95% trọng lượng của các vật liệu có bên trong các tấm quang điện.



Hình 22. Các bước chiết xuất đồng, bạc và chì từ các tấm PV

3.1.8. Phân tích kinh tế từ việc tái chế các tấm quang điện

Phân tích kinh tế cho việc tái chế các tấm quang điện dựa trên các tài liệu thu được từ **Recupero integrale pannelli fotovoltaici /Phục hồi hoàn toàn các tấm quang điện cuối**

vòng đời (Full Recovery End of Life Photovoltaic FRELP) – Nghiên cứu quy trình tái chế tấm quang điện⁴⁵.

Dự án FRELP được thực hiện bởi SASIL S.p.A thông qua nguồn tài trợ từ chương trình LIFE + của Châu Âu. Dự án tập trung vào phát triển công nghệ thu hồi hoàn toàn vật liệu của các tấm quang điện PV silicon đơn tinh thể và đa tinh thể. Dự án triển khai từ năm 2013 đến năm 2016. FRELP là viết tắt “Phục hồi đầy đủ tấm quang điện sau kết thúc vòng đời dự án”. Các giai đoạn của dự án như sau:

I - Tháo rời cơ khí bằng robot các cấu hình nhôm, đầu nối thủy tinh và các lớp của tấm quang điện

II - Đốt nhiệt để thu hồi silicon kim loại và các kim loại khác.

III - Lọc axit để tách silicon khỏi các kim loại khác bằng cách lọc

IV - Điện phân để thu hồi đồng và bạc và xử lý trung hòa nước axit.

Dự án đã mô tả thành công công nghệ xử lý tổng thể được dự kiến trong các giai đoạn I, II, III và IV và chứng minh rằng công nghệ được áp dụng có hiệu quả về kinh tế và bền vững về môi trường. Dự án FRELP đã bị ngừng vào tháng 4 năm 2016 do số lượng các tấm pin quang điện cuối vòng đời không đủ để đảm bảo tính bền vững của thử nghiệm. Giai đoạn I cho phép thu hồi và nâng giá trị vật liệu 88% tổng trọng lượng của các tấm quang điện silicon đơn và/ hoặc đa tinh thể chỉ có tác động tiêu cực của kết cấu nhiều lớp, chiếm khoảng 12% trọng lượng. Lợi nhuận kinh tế của giai đoạn I có thể đạt được với số lượng tấm PV chỉ 2.000 tấn/ năm, bằng một ca làm việc. Mặt khác, lợi nhuận kinh tế của các giai đoạn II, III, IV đòi hỏi tối thiểu 7.000 tấn tấm/ năm vì chu kỳ xử lý được dự đoán liên tục 24 giờ một ngày.

Bảng 15. Tổng quan về chi phí - lợi ích liên quan đến tái chế tấm quang điện từ dự án FRELP (ví dụ)

Chi phí (Euro/tấn chất thải tấm quang năng)			
Chi phí Đầu tư (Đất đai & Máy móc): 53 to 62 Euro/tấn			
Giả sử Tỷ lệ vay thế chấp 10 năm, với lãi suất 4%.			
Đối với Veolia: Chi phí đầu tư máy móc cho nhà máy công suất 4000 tấn/năm là 1 triệu Euro trong khi FRELP với công suất dự kiến 7000 tấn/năm, chi phí lên đến 2 triệu Euro. Chi phí đất đai được giả định là 1 triệu Euro.			
Chi phí Sản xuất/Vận hành: 116 Euro/tấn			
Đầu vào/Đầu ra	Số lượng	Chi phí (Euro/tấn)	Tổng chi phí (Euro)
Điện	113,55	0,2	22
Nhiên liệu	1,14	1,05	1

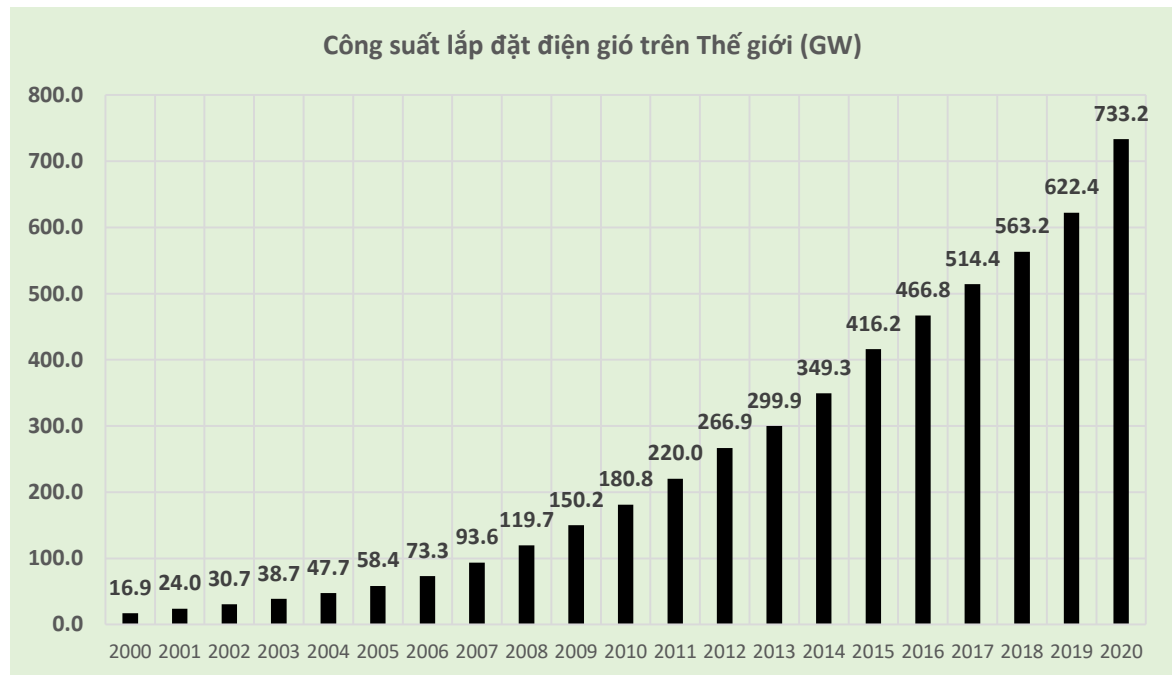
⁴⁵ ENEA-Socio Economic Study (In Italian)

Nước	309,71	0,002	1	
Nitric Acid	7,1	1,6	11	
Calcium hydroxide	36,5	0,9	33	
NOx	2			
Chất thải chôn lấp	320	0,11	35	
Chất thải chôn lấp đặc biệt (nguy hại)	52,25	0,24	13	
Chi phí nhân công: 100 to 190 Euro/tấn				
Veolia ước tính 10 đến 19 nhân viên trong nhà máy thí điểm. Sử dụng các dữ liệu của Veolia và giả định tổng thu nhập trung bình là 40.000 Euro 1 năm, tỷ lệ chi phí nhân công khoảng 100-190 Euro/tấn.				
Chi phí vận chuyển: 42 Euro/tấn				
Giả thiết nhà máy công suất 7000 tấn/năm; 438 chuyến 1 năm; 2 thành viên nhóm vận chuyển và giả nhiên liệu tương ứng				
Doanh thu: 620 Euro/tấn (Tiềm năng: 1240 Euro/tấn)				
Nguyên vật liệu	Tiềm năng lý thuyết (kg)	Thu hồi hoàn toàn các tấm quang năng cuối vòng đời (Sasil) (kg)	Giá trị kinh tế của các nguyên vật liệu được thu hồi (Euro/kg)	Tổng doanh thu (Euro)
Thủy tinh	730	686,0	0,006	4,116
Màng bọc EVA	36,8	Đốt cháy	0,7	0
Tấm ốp lưng nhựa PET	2,7	Đốt cháy	0,7	0
Nhôm	182	182,0	1,6	291,2
Silicon	40,3	34,7	0,8	27,76
Bạc	1,7	0,5	490	245
Đồng	6,7	4,4	5,3	23,32
Thiếc	0,8	Không phục hồi được	15	0
Chì	0,4	Không phục hồi được	1,9	0

Điện năng (kWh)		69,1	0,2	13,82
Nhiên liệu (lít dầu diesel tương đương)		13,7	1,05	14,385

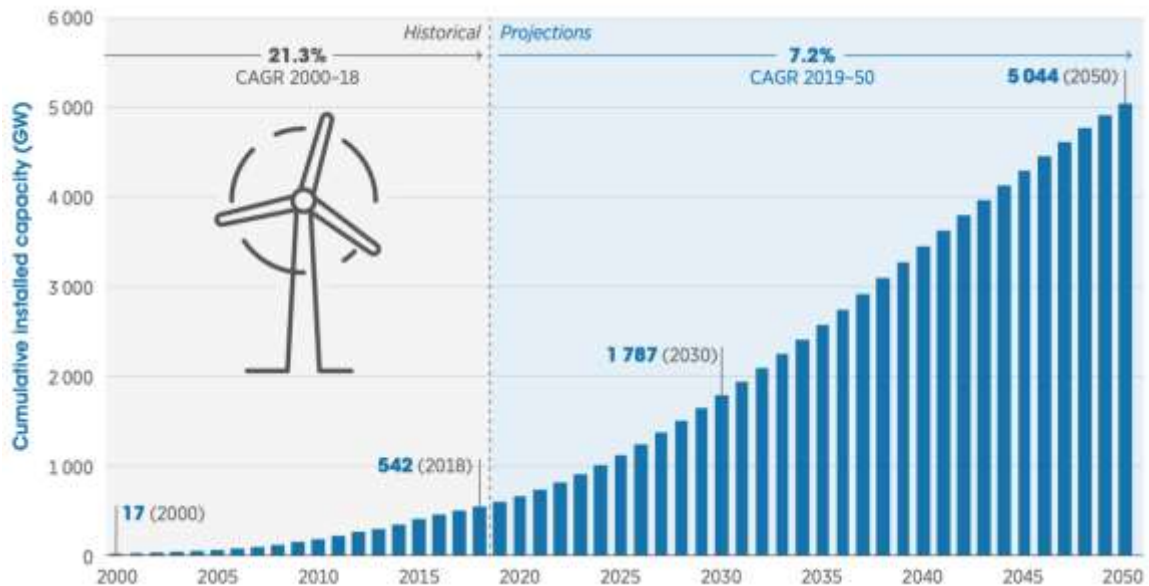
3.2. Tóm tắt các xu hướng trên toàn thế giới đối với điện gió cuối vòng đời

Dự báo công suất lắp đặt tích lũy điện gió toàn cầu được thể hiện trong Hình 23. Xu hướng gia tăng theo cấp số nhân có thể được nhìn thấy trong thập kỷ qua với sự gia tăng số lượng công suất lắp đặt từ 180,8 GW năm 2010 lên 733,2 GW vào năm 2020.



Hình 23. Công suất lắp đặt tích lũy điện gió trên toàn thế giới

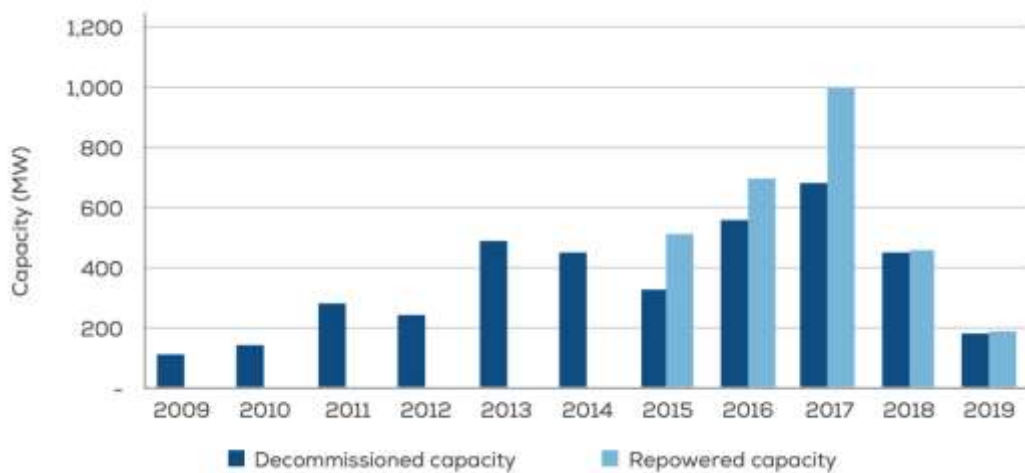
Theo lộ trình thích ứng với khí hậu của IRENA (Trường hợp REmap), dự án kịch bản giữ nhiệt độ toàn cầu tăng lên dưới 2°C và gần hơn với mức ngân sách carbon 1,5°C, được cung cấp trong Báo cáo đặc biệt của IPCC về sự nóng lên toàn cầu 1,5°C (SR1.5), các dự báo về việc lắp đặt điện gió toàn cầu được đưa ra và được thể hiện trong Hình 24 dưới đây.



Hình 24. Công suất đặt điện gió tích lũy trên toàn cầu đến năm 2050 (Theo Trường hợp REmap)⁴⁶

3.2.1. Phát sinh các vật liệu và chất thải cuối vòng đời từ các nhà máy điện gió

Năm 2019, Đức đã cho ngừng hoạt động 97 MW điện gió, Áo 32 MW, Đan Mạch 32 MW, Anh 17 MW và Pháp 0,2 MW. Trong tổng số công suất ngừng hoạt động ở EU vào năm 2019 có 174 MW ở trên bờ và 4 MW ở ngoài khơi. Điều này được thể hiện trong Hình 25 - công suất tua bin gió ngừng hoạt động ở Châu Âu.



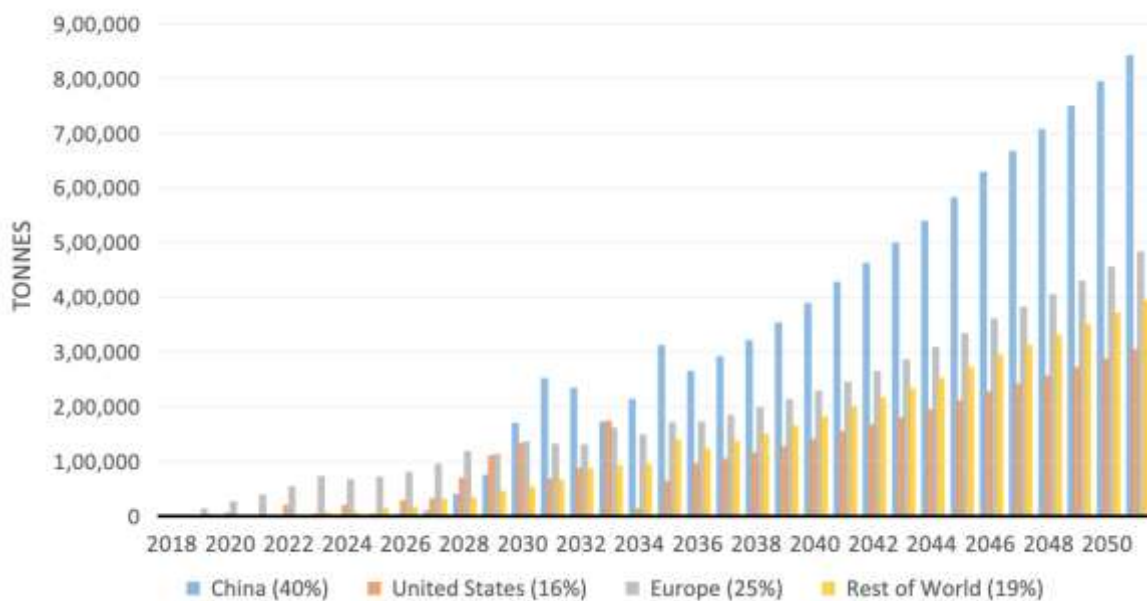
Hình 25. Công suất tuabin gió ngừng hoạt động từ năm 2009-2019 ở Châu Âu⁴⁷

Một nghiên cứu⁴⁸ chỉ ra rằng sẽ có 43 triệu tấn chất thải tích lũy từ cánh tuabin gió trên toàn thế giới vào năm 2050, trong đó Trung Quốc chiếm 40% lượng chất thải, châu Âu 25%, Hoa Kỳ 16% và phần còn lại của thế giới là 19% như trong Hình 26.

⁴⁶ [IRENA- Future Outlook for Wind power systems](#)

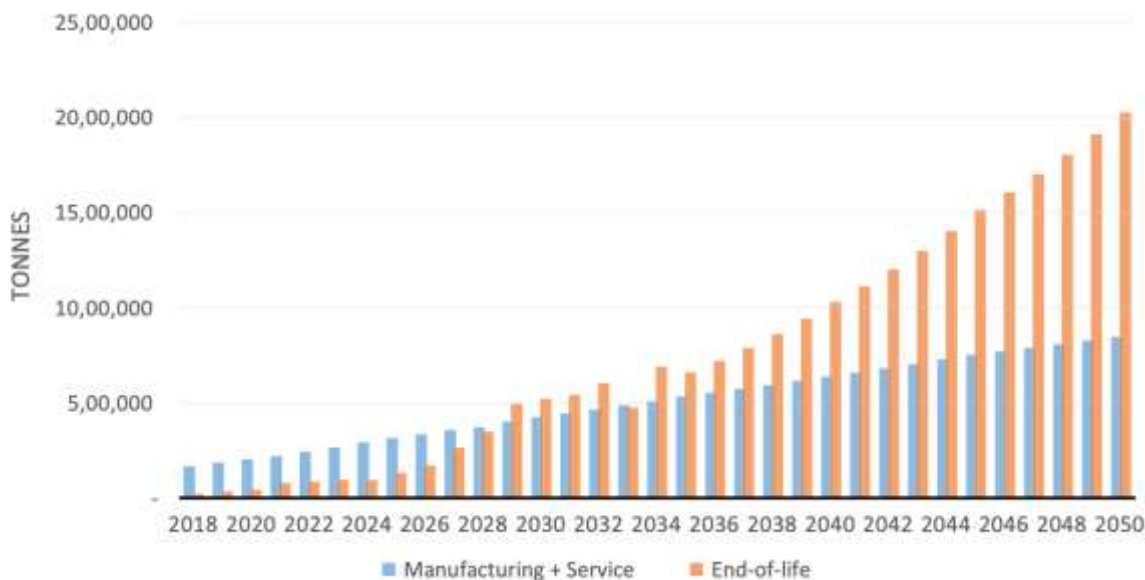
⁴⁷ [Wind Power Europe](#)

⁴⁸ [Pu Liu et al. Wind turbine blade waste in 2050](#)



Hình 26. Dự báo chất thải cánh tuabin gió – Trên toàn thế giới

Nghiên cứu cũng gợi ý rằng dòng chất thải cuối vòng đời sẽ tạo ra hơn 2 triệu tấn hàng năm vào năm 2050 như thể hiện trong Hình 26 và rác thải tích lũy từ cánh quạt gió vào năm 2050 sẽ dao động trong khoảng 21,4 triệu tấn đến 69,4 triệu tấn với mức chất thải có khả năng xảy ra nhất là 43,4 triệu tấn. Mặc dù Trung Quốc dự kiến sẽ xử lý khối lượng lớn chất thải cánh tuabin gió, nhưng các nước châu Âu sẽ phải đối mặt với lượng lớn chất thải trong tương lai gần do họ là những nước sớm sử dụng điện gió.



Hình 27. Chất thải cánh tuabin gió hàng năm (Sản xuất, Dịch vụ và Cuối vòng đời) được dự báo trên toàn cầu

3.2.2. Tổng quan về hệ thống chính sách quản lý cánh quạt tuabin gió cuối vòng đời

Do kích thước của các tuabin gió nên đòi hỏi phải có các quy định cụ thể về tháo dỡ và khôi phục địa điểm. Mặt khác, so với các tấm quang điện, các thành phần tháo dỡ tuabin gió đã thiết lập dây chuyền tái chế và không yêu cầu thêm về các kỹ thuật tách lớp. Bảng 16 biểu thị danh mục về hiệu lực của các chính sách cụ thể ở các quốc gia liên quan để quản lý cuối vòng đời hệ thống điện gió được phân loại thành các quy định về việc ngừng vận hành, luật quản lý tài nguyên và các hướng dẫn khôi phục địa điểm. Chi tiết về các chính sách được thảo luận theo các quốc gia trong các phần tương ứng.

Bảng 16. Danh mục chính sách để quản lý cuối vòng đời của tuabin gió⁴⁹

Quốc gia	Quy định về ngừng hoạt động đối với Tua bin gió	Khung pháp lý cụ thể đối với quản lý tài nguyên				Hoàn trả mặt bằng
		Bê tông	Kim loại	Cáp điện	Chất thải composite (Cánh tua bin gió)	
Đức	Đạo luật về Các nguồn Năng lượng tái tạo, 2017	Đi kèm với chất thải từ phá dỡ và xây dựng	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải kim loại hiện hành của từng quốc gia	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải điện và điện tử hiện hành của từng quốc gia	Bãi bỏ việc chôn lấp các cánh tua bị gió	Trách nhiệm: Ủy ban Bảo vệ Đất đai Liên bang Yêu cầu: Nhà vận hành phải đưa ra một tuyên bố cam kết tháo dỡ lắp đặt và chuyên tất cả đất chèn khi từ bỏ vĩnh viễn vị trí cột gió.
Ý	Nghị định của Bộ trưởng ngày 10 tháng 9 năm 2010 có tiêu đề “Hướng dẫn về cấp phép các nhà máy điện từ nguồn tái tạo”				-	Nghị định của Bộ trưởng ngày 10 tháng 9 năm 2010 yêu cầu các nhà sản xuất phải trả lại địa điểm về điều kiện ban đầu của nó.

⁴⁹ [Decommissioning of onshore wind turbines- Wind Power Europe](#)

Tây Ban Nha					-	
Pháp	Quy định được nhắc đến trong ‘ <u>arrêté du 22 juin 2020</u> ’				Pháp đã đặt ra mục tiêu tái chế cho toàn bộ tuabin gió và cho riêng cánh quạt rotor.	Yêu cầu: móng đào được thay thế bằng đất có các đặc điểm tương đương với đất tại vị trí gần nơi lắp đặt
Hà Lan	<u>Building Decree 2012</u>				Theo ấn bản thứ 3 của Kế hoạch Quản lý Chất thải Quốc gia, việc chôn lấp chất thải composite bị cấm nhưng có một ngoại lệ đối với việc chôn lấp nếu chi phí xử lý cao hơn mức giá trị 200 Euro/tấn	
Đan Mạch	Điều kiện ngừng hoạt động được đề cập trong giấy phép xây dựng và hoạt động				-	Tổ chức chịu trách nhiệm: Hội đồng thành phố Yêu cầu: loại bỏ tất cả các thiết bị, bao gồm cả móng, sâu tới

						1m dưới bề mặt và cải tạo khu vực.
Vương quốc Anh	Các dự án sẽ có thỏa thuận "cam kết ngừng hoạt động" do cơ quan quy hoạch địa phương quy định	Đi kèm với chất thải từ phá dỡ và xây dựng	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải kim loại	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải điện và điện tử hiện hành	-	Cơ quan quy hoạch địa phương xác định chất lượng đất tại khu vực cần được phục hồi sau khi ngừng hoạt động
Hoa Kỳ	Có một thách thức với việc thiếu chính sách ⁵⁰ ở Hoa Kỳ liên quan đến việc xem xét kết thúc sử dụng các cánh tuabin, tiếp tục góp phần vào tình trạng lưu trữ hoặc thải bỏ như chất thải rắn tại các bãi chôn lấp.	Đi kèm với chất thải từ phá dỡ và xây dựng	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải kim loại	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải điện và điện tử hiện hành	-	-

50 <https://blog.ucsusa.org/james-gignac/wind-turbine-blades-recycling>

China	No specific regulations	Đi kèm với chất thải từ phá dỡ và xây dựng	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải kim loại	Đi kèm với các chính sách quản lý chất thải điện và điện tử hiện hành	Không quy định	Không quy định
-------	-------------------------	--	--	---	----------------	----------------

Như đã thấy trong Bảng 16, không có chính sách cụ thể nào kiểm soát việc quản lý tổng thể chất thải của tuabin gió. Các hướng dẫn và tiêu chuẩn về ngừng hoạt động, tháo dỡ và khôi phục mặt bằng của các tuabin gió ở các nước thuộc Liên minh Châu Âu được liệt kê trong Bảng 16. Giải thích chi tiết về từng chính sách có thể xem trong Phụ lục 7.

Sau đây là các khía cạnh hoặc bài học từ các hướng dẫn và tiêu chuẩn liên quan đến quản lý cuối vòng đời của tuabin gió được mô tả ở các quốc gia và được liệt kê trong Bảng 16.

Bảo lãnh tài chính

1. Giấy phép hoạt động dự án điện gió cần phải kết hợp với các yêu cầu về bảo lãnh tài chính. Mục đích của việc cung cấp bảo đảm tài chính là tạo ra sự đảm bảo về chi phí tháo dỡ và khôi phục mặt bằng một dự án điện gió trong trường hợp công ty vận hành phá sản hoặc vì những lý do khác không thể hoàn thành việc tháo dỡ.
2. Số tiền đảm bảo phải được tính toán trong từng trường hợp cụ thể như chiều cao của cột gió, đường kính cánh quạt, vị trí địa lý và số lượng móng cột được yêu cầu loại bỏ là các thông số quan trọng. Bảo lãnh tài chính nên được để riêng trước khi công việc xây dựng các tuabin gió được bắt đầu.
 - Bảo lãnh tài chính có thể được tính toán dựa trên chiều cao của tuabin gió
 - Chiều cao của tuabin gió (m) x 1000 = số tiền đặt cọc
 - Một phương pháp tính toán khác dựa trên công suất lắp đặt.
 - € 30.000 trên mỗi megawatt của sản lượng điện được lắp đặt (trường hợp của Đức)
 - Một cách tiếp cận khác là tập trung vào số lượng sản xuất hoặc đầu tư và dựa trên tỷ lệ phần trăm cố định như chi phí tháo dỡ, ví dụ. 6,5% được giả định là số tiền đầu tư vào Đức
3. Sau khi kiểm tra lần cuối và được cơ quan giám sát phê duyệt, tiền đặt cọc được trả lại cho nhà vận hành.

Tháo dỡ / ngừng hoạt động

1. Do các hợp phần của nhà máy điện gió rất đa dạng, nên việc phối hợp với nhà sản xuất là rất cần thiết đối với các hệ thống điện gió. Không thể phát triển đơn lẻ một quy trình tháo dỡ mà có thể áp dụng cho các trang trại điện gió khác nhau. Tuy nhiên, các hướng dẫn và tiêu chuẩn kỹ thuật có thể được phát triển như trường hợp của Đức. Hướng dẫn kỹ thuật có thể là một công cụ linh hoạt và có thể cung cấp các hướng dẫn hiệu quả nhưng không bắt buộc cho các bên liên quan và bao gồm các tham chiếu đến các luật và tiêu chuẩn hiện hành. Ví dụ: để cưa/cắt các cánh quạt rôto, thiết kế các cánh rôto phù hợp để tái chế, các yêu cầu về vật liệu để tạo ra dòng nguyên liệu, thông số kỹ thuật để lưu trữ tạm thời, v.v. cần được biết.
2. Cần có các quy định xác định các yêu cầu liên quan đến các khía cạnh an toàn và an toàn lao động, có các bằng chứng về các chứng chỉ đào tạo (ví dụ: đào tạo về thao tác trên cao, cấp quyền chuyên mạch) hoặc phù hiệu thử nghiệm (ví dụ đối với thiết bị làm việc); các tiêu chuẩn tương tự được áp dụng trong quá trình xây dựng và tháo dỡ và cần thiết phải được áp dụng trong thực tế;

Quản lý chất thải

1. Hầu hết vật liệu được thu hồi từ việc tháo dỡ tuabin gió thuộc các quy định về chất thải thông thường ở hầu hết các quốc gia, nhưng cần phải phát triển các chiến lược quản lý chất thải cụ thể cho các vật chất quan trọng nhất định của tuabin gió để thúc đẩy sự tuần hoàn; chẳng hạn như dòng vật liệu bê tông của tuabin gió (cột và móng) do không sử

dụng và chấp nhận vật liệu xây dựng tái chế và nam châm có thành phần đất hiếm trong các tuabin gió (máy phát điện đồng bộ), do thiếu số lượng để tái chế hiệu quả về kinh tế và cuối cùng là các chất thải có chứa chất dẻo được gia cố bằng sợi thủy tinh và chất dẻo được gia cố bằng sợi carbon của các tuabin gió (cánh quạt), do thiếu các thông số kỹ thuật để xử lý chuyên nghiệp/ phân hủy cánh quạt tại chỗ.

2. Các quy định về chất thải có thành phần tương tự gồm các kim loại có liên quan đến chiến lược kinh tế và môi trường, ví dụ: vật liệu chứa Nguyên tố đất hiếm (REE) như hộp số tuabin gió và sự phát triển của các khái niệm phù hợp để tái chế neodymium hoặc REE khác, đã tạo ra sự phân cấp trong các lĩnh vực khác nhau.

Bổ sung thêm trách nhiệm của nhà sản xuất đối với cánh tuabin gió

Việc giới thiệu các nhân tố cụ thể trong trách nhiệm của nhà sản xuất đối với cánh quạt có thể được kiểm tra. Rác thải từ cánh quạt rotor cực kỳ khó tái chế do làm từ vật liệu sợi tổng hợp và cần được xử lý đặc biệt. Một quy định về trách nhiệm đối với sản phẩm theo luật chất thải có thể góp phần vào việc phân bổ công bằng chi phí xử lý đối với dòng chất thải tương đối đồng nhất này. Dòng chất thải này phải được xử lý theo cách tương tự và về lâu dài đảm bảo một ngành công nghiệp xử lý chất thải chất lượng cao, thân thiện với môi trường cho sản phẩm cụ thể. Có thể kiểm tra việc giới thiệu các yếu tố cụ thể về trách nhiệm sản phẩm đối với cánh quạt điện gió dưới đây:

- Thông tin và nghĩa vụ ghi nhãn liên quan đến thành phần vật liệu của các cánh rôto.
- Phương pháp tiếp cận kỹ thuật và tổ chức của sản phẩm và ngành cụ thể (giải pháp ngành);
- Quá trình riêng biệt với mục đích đảm bảo chất lượng của vật liệu tái chế và nhiên liệu có nguồn gốc từ rác thải.
- Cam kết tái chế chất lượng cao và đảm bảo tiêu hủy an toàn.
- Bao gồm kiến thức của nhà sản xuất và công nghệ xử lý thích ứng với sự thay đổi công nghệ của sản phẩm.
- Phân bổ chi phí xử lý và các nghĩa vụ của tổ chức trong quá trình xử lý phù hợp với nguyên tắc người gây ô nhiễm trả tiền.

3.2.3. Phân tích kinh tế trong trường hợp ngừng vận hành và tháo dỡ tuabin gió

Phân tích kinh tế liên quan đến việc ngừng hoạt động của tuabin gió được nêu dưới đây dựa trên một báo cáo từ Đức⁵¹.

Báo cáo nhấn mạnh chi phí ngừng hoạt động và tháo dỡ đối với một tuabin gió trung bình. Báo cáo cũng bao gồm một đánh giá toàn diện về chi phí xử lý đối với các vật liệu thu hồi khác nhau từ tuabin gió.

51 UBA Study on dismantling old wind power installations (In German)

Bảng 17. Phân tích chi phí của việc ngừng vận hành tuabin gió

Ngừng hoạt động của tuabin gió	Chi phí (Euros) cho 1 tuabin	Giả định/Mô tả
Công tác chuẩn bị	7.700	Chi phí nhân công + Chi phí chuẩn bị mặt bằng (2,5 ngày làm việc/8 giờ 1 ngày/4 công nhân)
Tháo dỡ tuabin gió kể cả cột gió	140.000 đến 270.000	Nhổ cọc và bốc lên phương tiện vận chuyển + nhân công + cần cẩu tiếp cận + cần cẩu chính + chi phí tăng thêm + bảo hiểm + Chi phí tháo dỡ cột bê tông (nếu có) (8 công nhân/cầu 900 tấn)
Tháo dỡ đế móng	18.133 đến 48.875	Chi phí tháo dỡ (35 Euro/m ³) + Xếp tải và vận chuyển (12.5 Euro/m ³) + Hoàn trả mặt bằng/ đắp đất nền (10 Euro/m ³) (315 m ³ bê tông cho móng một tuabin 2 MW và 850 m ³ bê tông thường dùng cho móng của tuabin 4,2 MW)
Chi phí thải bỏ		
Bê tông vụn	20.150	Chi phí thải bỏ 10 Euro/tấn; 2015 tấn bê tông cho 1 tuabin gió
Nhựa gia cường bằng sợi thủy tinh	15.600	Chi phí tiêu hủy 400 Euro/tấn; 39 tấn nhựa gia cường bằng sợi thủy tinh cho một tuabin
Nhựa gia cường bằng sợi cacbon	15.200	Chi phí tiêu hủy 800 Euro/tấn; 19 tấn nhựa gia cường bằng sợi cacbon cho một tuabin
Thép	-114,660	Doanh thu 200 Euro/tấn; thu hồi 90%; 637 tấn cho 1 tuabin gió
Đồng	-7.920	Doanh thu 1600 Euro/tấn; thu hồi 90%; 5,5 tấn cho một tuabin gió
Nhôm	-5.872	Doanh thu 900 Euro/tấn; thu hồi 90%; 7,25 tấn cho một tuabin gió
Chất thải điện tử	380	Chi phí tiêu hủy 100 Euro/tấn; 3,8 tấn cho một tuabin gió
Các loại chất lỏng vận hành	1.495	Chi phí tiêu hủy 1 Euro/lít; 1,3 tấn dầu cho 1 tuabin; 1150 lít cho một tấn.

3.2.4. Công nghệ xử lý tái chế cánh tuabin gió

Các công nghệ tái chế⁵² đối với chất thải cánh tuabin gió cùng với Mức độ sẵn sàng về công nghệ của chúng đã được mô tả trong Bảng 18.

Bảng 18. Các công nghệ tái chế cánh tuabin gió

STT	Quá trình	Description	Mức độ sẵn sàng
1	Đồng xử lý trong nhà máy xi măng	Sợi thủy tinh được tái chế như một thành phần trong hỗn hợp xi măng, làm giảm 16% lượng khí thải carbon của ngành xi măng. Đây là một quy trình được thiết lập tốt nhưng phát sinh chất ô nhiễm và phát thải bụi và chỉ được giới hạn ở các vật liệu tổng hợp được gia cố bằng thủy tinh (các cánh quạt còn có thể là vật liệu tổng hợp được gia cố bằng carbon)	9
2	Nghiên cứu cơ học	Công nghệ thường được sử dụng do hiệu quả, chi phí thấp và yêu cầu năng lượng thấp. Mặc dù hiệu quả và với tốc độ sản xuất cao, chất lượng của các vật liệu tái chế được thu hồi sẽ bị ảnh hưởng và 40% chất thải vật liệu được tạo ra trong quá trình nghiền, sàng và chế biến.	9
3	Nhiệt phân	Quy trình tái chế bằng nhiệt cho phép thu hồi sợi ở dạng tro và nền polyme ở dạng sản phẩm hydrocarbon. Quy trình được thiết lập tốt và các sản phẩm phụ (khí tổng hợp và dầu) có thể được sử dụng làm nguồn năng lượng. Tuy nhiên, nó thu hồi các sợi có chất lượng giảm do cặn hoặc than ôxy hóa được giữ lại.	9
4	Công nghệ phân mảnh bằng xung điện cao áp	Quá trình cơ điện có thể tách hỗn hợp ma trận ra khỏi sợi một cách hiệu quả bằng cách sử dụng điện. Mặc dù đầu tư thấp, chỉ có thiết bị thí nghiệm / quy mô thí điểm sẵn có và chỉ có thể thu hồi được các sợi ngắn.	6
5	Quá trình hòa tan	Quá trình hòa tan là một phương pháp xử lý hóa học trong đó dung môi (nước, rượu và / hoặc axit) được sử dụng để phá vỡ các liên kết ma trận ở một nhiệt độ và áp suất cụ thể. Quá trình hòa tan với nước siêu tới hạn có thể được sử dụng để lấy cả sợi và nhựa nguyên vẹn khỏi cánh quạt tuabin. Mức độ sẵn sàng thấp ở mức 5/6 và quy trình này chỉ giới hạn ở sợi carbon với chi phí đầu tư và vận hành cao	5/6
6	Công nghệ đốt tăng sôi	Nó rất phù hợp để xử lý các thành phần vật liệu hỗn hợp như cánh tuabin và có thể thu hồi năng lượng hoặc tiền chất tiềm năng ngoài việc thu hồi sợi và chất làm đầy. Quá trình này liên quan đến phát thải là mối quan tâm chính và vẫn cần phát triển về quy mô.	5/6

⁵² [Accelerating Wind Turbine Blade Circularity-WindEurope](#)

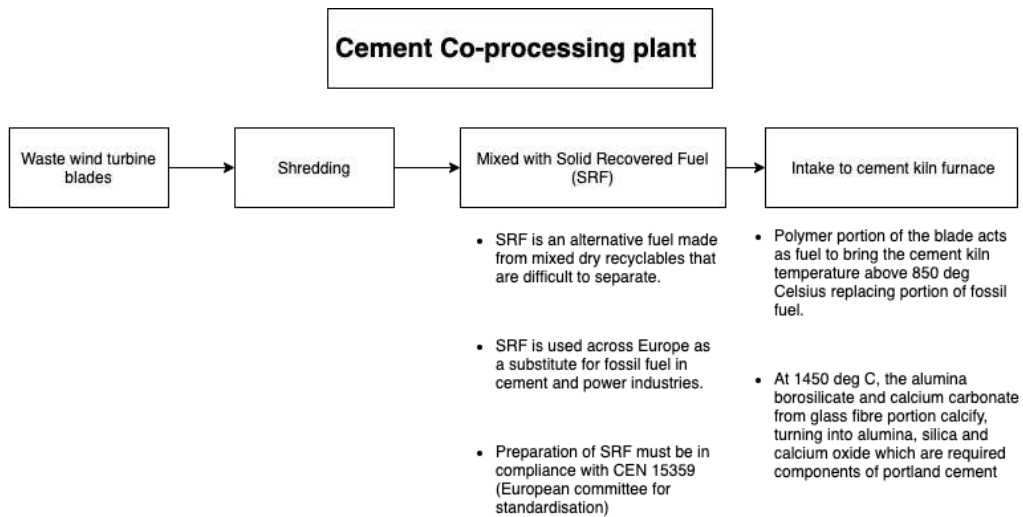
3.2.5. Đồng xử lý xỉ măng đối với chất thải cánh tuabin gió⁵³:

Đồng xử lý các cánh quạt tuabin gió tại lò nung xỉ măng là một lựa chọn thương mại nhất hiện nay và khả thi trong việc quản lý chất thải cuối vòng đời cánh tuabin gió ở Việt Nam. Ưu điểm của nó là không yêu cầu chi phí đầu tư cơ sở hạ tầng riêng biệt so với các công nghệ có sẵn khác được liệt kê trong Bảng 18. Cánh tuabin gió được tạo thành từ sợi thủy tinh và hỗn hợp ma trận polymer. Sợi thủy tinh có trong chất thải cánh tuabin gió được tái chế như một thành phần của hỗn hợp xi măng (clinker), trong khi hỗn hợp ma trận polyme được đốt cháy làm nhiên liệu cho quá trình sản xuất (còn gọi là nhiên liệu có nguồn gốc từ rác thải), giảm lượng khí thải carbon của quá trình sản xuất xi măng. Theo báo cáo, đồng xử lý trong nhà máy xi măng làm giảm 16% lượng khí thải carbon của ngành xi măng.

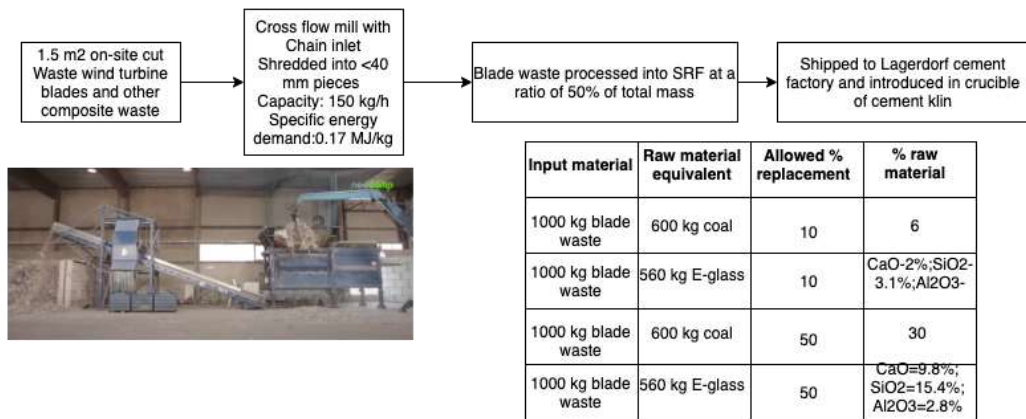
Các ưu điểm khác của đồng xử lý quá trình sản xuất xi măng là hiệu quả cao, nhanh chóng và có khả năng mở rộng. Một lượng lớn chất thải có thể được xử lý bằng công nghệ này. Nó dẫn đến việc tăng nhẹ hiệu quả năng lượng của sản xuất xi măng, do đó giúp một ngành chủ chốt khác giảm phát thải khí nhà kính. Cũng cần lưu ý rằng công nghệ này không phát sinh tro sau quá trình xử lý.

Chi tiết của quá trình và các hoạt động hiện tại được minh họa trong sơ đồ minh họa với các thông tin được thể hiện trong Hình 28.

⁵³ Nagle, A. J., Delaney, E. L., Bank, L. C., & Leahy, P. G. (2020). A Comparative Life Cycle Assessment between landfilling and Co-Processing of waste from decommissioned Irish wind turbine blades. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123321. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123321>



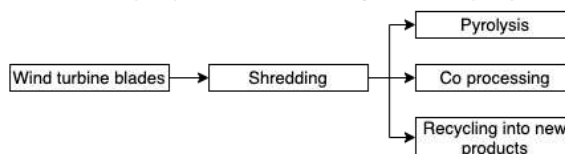
neocomp



General Electric has entered into agreement with Veolia North America to recycle blades removed from its onshore turbines in the United States. Their study suggests that recycling a single 7-ton blade through cement co-processing enables the cement kiln to avoid consuming nearly 5 tons of coal, 2.7 tons of silica, 1.9 tons of limestone and reduces emissions by 27%

DecomBlades

DecomBlades, a project to commercialise recycling of wind blades consists of Ørsted, LM Wind Power – a GE Renewable Energy business, Vestas Wind Systems A/S, Siemens Gamesa Renewable Energy, FLSmidth, MAKEEN Power, HJ Hansen Recycling, Energy Cluster Denmark (ECD), University of Southern Denmark (SDU) and Technical University of Denmark (DTU).



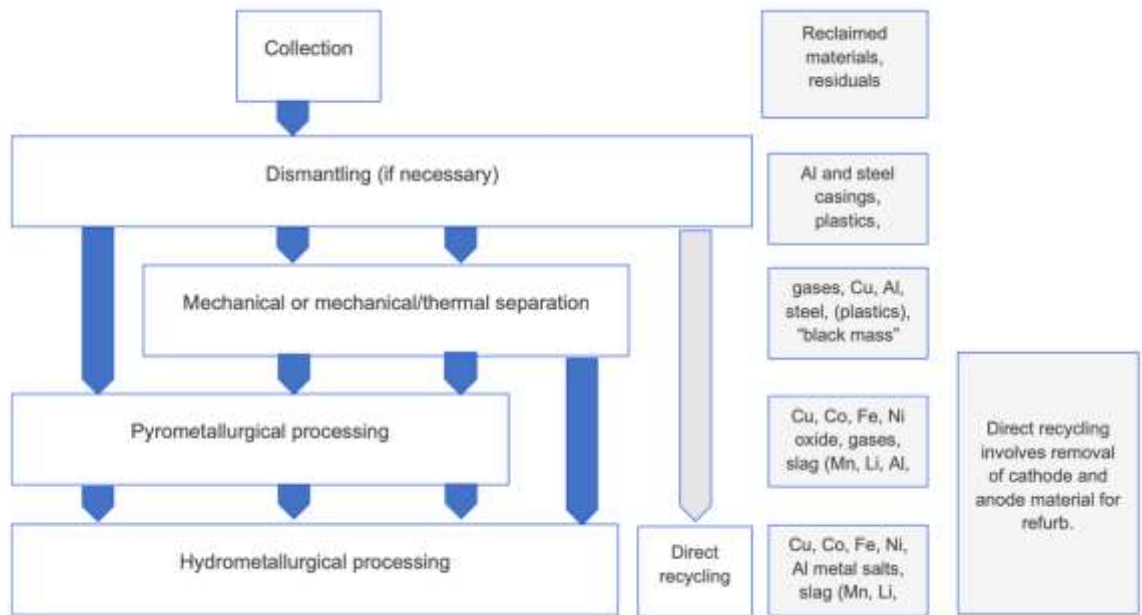
Hình 28. Dòng xử lý trong quá trình sản xuất xi măng sử dụng cánh tuabin thải bỏ

3.3. Tóm tắt các xu hướng trên toàn thế giới về tái chế pin lưu trữ

Pin lưu trữ năng lượng tái tạo được sản xuất từ các cơ sở điện mặt trời và điện gió có 2 loại chính - hoặc pin axit chì hoặc pin gốc lithium, có các chất hóa học khác nhau.

Công nghệ xử lý pin lưu trữ: thông lệ quốc tế tốt nhất

Pin Lithium đang trở nên phổ biến với các hệ thống năng lượng mặt trời. Tái chế pin Lithium bao gồm sự kết hợp của các bước tiền xử lý cơ học và/hoặc nhiệt, xử lý nhiệt luyện và/hoặc thủy luyện.



Hình 29. Tổng quan về các bước tái chế pin Lithium-Ion khác nhau

Quá trình ‘xử lý ban đầu’ bao gồm quá trình xả, tháo rời và cắt nhỏ/nghiền nát để tạo ra bột kim loại hỗn hợp (‘khối lượng đen’) bao gồm Li, Co, Ni, các kim loại nhỏ khác và than chì đại diện cho ~ 35% dòng pin bị loại bỏ. Tái chế ‘thu hồi cao’ hoặc toàn chuỗi có thể đạt được tổng mức thu hồi vật liệu ~ 60%, bao gồm Li (LiCO_3), Co (hydroxit), Ni (hydroxit), Fe, Cu và Al (phế liệu); Tồn thất nguyên liệu bao gồm dung môi, chất dẻo và các kim loại phụ. Vật liệu có thể được phục hồi ở độ tinh khiết thích hợp để sản xuất ca-tốt (hoặc các ứng dụng khác).

Về nguyên tắc, tái sử dụng pin có khả năng mang lại hiệu quả cho môi trường tốt hơn so với tái chế, do yêu cầu về vật liệu và năng lượng thấp hơn. Về công nghệ, một số phương pháp tái sử dụng đã qua giai đoạn thử nghiệm. Công nghệ nhằm mục đích làm trẻ hóa các cực âm bằng cách ngâm chúng trong dung dịch hóa chất mềm, có thể tiết kiệm chi phí hơn so với việc tái chế vì cực âm không yêu cầu phải được chế tạo lại mà vẫn có thể giữ nguyên dạng vật liệu. Một cách tái chế khác có thể áp dụng trong tương lai là thay thế toàn bộ các tế bào đã xuống cấp trong hệ thống pin. Trong trường hợp xuống cấp hoặc hỏng hóc xảy ra do một tế bào pin bị hỏng, việc đổi trực tiếp sang các tế bào pin mới có thể kéo dài tuổi thọ của hệ thống pin nói chung. Tuy nhiên, để thực hiện được biện pháp này, các hệ thống pin phải được thiết kế sao cho có thể thay thế các tế bào pin mới trong trường hợp bị hư hỏng.

Mặc dù ngành công nghiệp quan tâm và cam kết tái sử dụng pin, nhưng các bên liên quan cũng chỉ ra những rào cản như sự cần thiết phải có một hệ thống kiểm tra pin để có thể nhanh chóng xác định số lượng pin bị lỗi, sự khác biệt về kích thước pin - do yêu cầu về sản phẩm

cụ thể - điều này tạo ra thách thức về quy mô kinh tế, thiếu chính sách, cách thức hoặc chứng nhận liên quan việc tái sử dụng pin lưu trữ năng lượng.

Bảng 19. Phân tích kinh tế đối với việc xử lý pin Lithium (Theo tài liệu của Australia⁵⁴)

Công nghệ tái chế pin Lithium Ion	Mô tả	Chi phí vận hành và chi phí biên (Đô la Úc)
Xử lý sơ bộ/ Thu hồi thấp	Thu hồi thép, đồng và nhôm và khối vật chất để xử lý tiếp	1560\$/tấn và với phí tại cơ sở trung bình khoảng 160\$ cho mỗi cơ sở. Tỷ suất lợi nhuận gộp ước tính khoảng 70\$ mỗi đơn vị hoặc 675\$ mỗi tấn.
Thu hồi cao	Thu hồi lithium cacbonat, coban niken hydroxit và bột than chì sau quá trình xử lý ban đầu	1730\$/tấn và với phí tại cơ sở trung bình khoảng 160\$ mỗi cơ sở. Tỷ suất lợi nhuận gộp ước tính khoảng 80\$ mỗi đơn vị hoặc 740\$ mỗi tấn.

3.4. Phân tích sự phát triển của việc quản lý chất thải cuối vòng đời cho hệ thống điện mặt trời và điện gió theo xu thế quốc tế

Phần này cung cấp tóm tắt về các thách thức và xu thế quốc tế về quản lý cuối vòng đời cho điện mặt trời và điện gió.

3.4.1. Động lực để quản lý chất thải từ điện mặt trời và điện gió

Để quản lý đúng và thích hợp chất thải của các hệ thống điện mặt trời và gió, sau đây là những động lực chính.

i) Xây dựng thương hiệu xanh cho hệ thống điện mặt trời và điện gió

Cả hai hệ thống điện mặt trời và điện gió đã được phân loại là nguồn năng lượng xanh so với các hệ thống sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Do đó, điều quan trọng là phải duy trì tính toàn vẹn của nguồn sản xuất năng lượng sạch và bền vững. Nếu không có sự quản lý cuối vòng đời đối với các hệ thống này, việc xây dựng thương hiệu xanh cho các hệ thống điện mặt trời và điện gió sẽ không hoàn chỉnh. Do đó, đây là một động lực quan trọng so với bất kỳ thiết bị nào khác để quản lý bền vững cuối đời các dự án.

ii) Tăng công suất đặt hệ thống năng lượng tái tạo:

⁵⁴ NSW- Equilibrium consulting scoping study

Hệ thống điện mặt trời và điện gió là những nguồn năng lượng tái tạo chính có thể giúp giảm lượng khí thải nhà kính. Do đó, hầu hết các quốc gia trên thế giới đều đặt mục tiêu lắp đặt ngày càng nhiều các hệ thống này trong tương lai. Điều này làm tăng nhu cầu sản xuất và kéo theo đó là nhu cầu nguyên vật liệu thô. Do vậy, cần phải lưu ý rằng các hệ thống điện mặt trời và điện gió tiêu thụ **hiều loại khoáng sản**. Chúng được cấu thành bởi nhiều loại vật liệu, trong đó một số vật liệu hiếm và có giá trị cao. Đây là động lực chính đòi hỏi phải tái tuần hoàn vật liệu từ các hệ thống điện mặt trời và điện gió, từ đó giảm gánh nặng về nhu cầu nguyên vật liệu trong tương lai.

iii) Phát triển công nghiệp trong nước và tạo công ăn việc làm:

Quản lý bền vững việc quản lý chất thải cuối đời của hệ thống điện mặt trời và điện gió thông qua tái sử dụng hoặc tái chế thay vì thải bỏ sẽ tạo cơ hội việc làm mới thông qua việc tạo ra các lĩnh vực quản lý chất thải mới. Nó cũng sẽ tạo điều kiện hợp tác trong công nghiệp và các quan hệ đối tác mới.

3.4.2. Các rào cản và yếu tố thúc đẩy việc quản lý chất thải điện mặt trời và điện gió

Các thách thức và yếu tố thúc đẩy khác nhau giữa các quốc gia được tổng hợp dưới đây để có cái nhìn tổng quan.

Các rào cản hoặc thách thức được xác định là cản trở việc quản lý chất thải cuối vòng đời của các cơ sở điện gió và điện mặt trời bao gồm rào cản về chính sách và quy định cũng như các rào cản về kỹ thuật và tài chính. Ngược lại, giải quyết rào cản mang lại cơ hội và thuận lợi cho việc phát triển tái chế chất thải từ điện mặt trời và điện gió.

i) Thiếu/gián đoạn dữ liệu:

Rào cản: Bao gồm các đánh giá về số lượng, vật liệu tồn kho và ước lượng dòng thải theo thời gian. Các lỗ hổng dữ liệu liên quan đến cơ sở hạ tầng sẵn có về thu gom và xử lý cũng là một trở ngại.

Thuận lợi: Đánh giá cơ bản về công suất lắp đặt và tuổi thọ của sản phẩm có thể cung cấp các giả thiết tốt về khối lượng chất thải từ điện mặt trời và điện gió cần xử lý hàng năm, theo đó thiết kế và lên kế hoạch về chính sách và cơ sở hạ tầng để thu gom và xử lý.

ii) Thiếu các quy định:

Rào cản: Hầu hết các quốc gia không có các quy định cụ thể cho việc quản lý cuối vòng đời chất thải từ điện gió và điện mặt trời. Các quốc gia có quy định cụ thể về quản lý chất thải từ điện mặt trời cuối vòng đời (ví dụ như Liên minh Châu Âu) có thể thiết lập các cơ chế và cấu trúc tài chính dựa trên nguyên tắc Bổ sung trách nhiệm của Nhà sản xuất (EPR) để tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu gom và tái chế thích hợp các mô đun điện mặt trời cuối vòng đời do áp lực từ các quy định. Trong trường hợp không có các nghĩa vụ về pháp lý, các nhà sản xuất, phát triển, lắp đặt, nhập khẩu điện mặt trời sẽ không quan tâm đến việc phải chi trả chi phí cho việc quản lý cuối vòng đời.

Thuận lợi: Các hướng dẫn và tiêu chuẩn kỹ thuật về thiết kế và thải bỏ cũng là những công cụ có thể lấp đầy các lỗ hổng trong quy định. Ví dụ, ở Nhật Bản, Hiệp hội Năng lượng Quang điện Nhật Bản (JPEA) đã xuất bản các hướng dẫn tự nguyện về việc làm thế nào để xử lý đúng cách các mô đun quang điện cuối vòng đời và khuyến khích một các mạnh mẽ ngành công nghiệp năng lượng mặt trời tự nguyện tuân theo các hướng dẫn này.

iii) Các định nghĩa và phân loại không rõ ràng:

Rào cản: Điểm mà tại đó mô-đun năng lượng mặt trời hoặc tuabin gió (hoặc các cấu kiện/bộ phận thành phần của chúng) trở thành chất thải thường không rõ ràng, đặc biệt nếu vẫn có giá trị kinh tế đi kèm với nó, tạo ra sự thiếu minh bạch rằng liệu nó là chất thải (không có bất kỳ giá trị kinh tế nào) hay là một sản phẩm (được mua và có giá). Việc phân loại chất thải điện mặt trời và gió cuối vòng đời cũng không được thống nhất trên quy mô toàn thế giới. Một số quốc gia phân đây là loại chất thải nguy hại, trong khi nhiều quốc gia miễn thuế cho các sản phẩm năng lượng mặt trời, hoặc phân đó là loại chất thải đặc biệt hoặc chất thải không nguy hại cho một số hoạt động như thu gom và vận chuyển.

Thuận lợi: Lấy ví dụ tại California⁵⁵, các tấm quang điện được phân loại như là chất thải thông thường. Do được phân loại như là chất thải thông thường nên các tấm PV sẽ phải tuân theo một bộ tiêu chuẩn nhằm giảm bớt gánh nặng trách nhiệm pháp lý và thúc đẩy tái chế. Ví dụ, theo yêu cầu quản lý chất thải thông thường, người sở hữu tấm quang điện thải có thể lưu giữ các tấm quang điện đó tối đa trong một năm, trong khi các yêu cầu chung về chất thải nguy hại chỉ cho phép lưu giữ trong 90 ngày (đối với máy phát điện số lượng lớn). Khoảng thời gian lưu giữ dài hơn này sẽ cho phép người xử lý vận chuyển các tấm quang điện đến các cơ sở xử lý với số lượng lớn thay vì vận chuyển thường xuyên, do đó tiết kiệm chi phí vận chuyển. Ngoài ra, các yêu cầu chung về chất thải thông thường có ít yêu cầu về ghi nhãn và lưu trữ hồ sơ hơn và cũng cho phép chất thải được vận chuyển mà không có bản kê khai chất thải nguy hại. Các cơ sở cũng sẽ có thể trừ trọng lượng của các tấm quang điện ra khỏi số lượng điện sản xuất của chúng, có khả năng dẫn đến đủ điều kiện cho tình trạng số lượng nhỏ máy phát.

iv) Các loại tấm quang năng khác nhau dựa trên các công nghệ khác nhau:

Rào cản: Các loại tấm quang điện khác nhau dựa trên các công nghệ khác nhau yêu cầu các quy trình xử lý khác nhau dựa trên các thành phần nguyên liệu của chúng. Những rào cản trong việc xử lý và tái chế này sẽ là tăng thêm chi phí do việc phân loại và tách các tấm quang năng khác nhau. Ngoài ra, khi công nghệ tấm quang năng đang phát triển nhanh chóng, có thể có nhiều loại và ứng dụng hơn, ví dụ như trong các sản phẩm xây dựng kết cấu (tòa nhà tích hợp quang điện) có thể cần các công nghệ tháo dỡ và phân tách thay thế.

Thuận lợi: Tuy nhiên, kinh nghiệm xử lý nhiều loại sản phẩm và công nghệ từ điện tử tiêu dùng và thiết bị gia dụng đã mang lại cho ngành công nghiệp tái chế khả năng thích ứng với công nghệ xử lý để có thể tiếp nhận các loại sản phẩm thay đổi.

v) Khối lượng chất thải cuối vòng đời thấp ở các năm đầu:

Rào cản: Tuổi thọ của các cơ sở điện gió và điện mặt trời đều dài trên 20 năm và phần lớn các công trình điện gió và điện mặt trời mới được lắp đặt gần đây hơn, chất thải từ các tấm quang điện và tuabin gió sinh ra thấp. Điều này làm cho các khoản đầu tư vào bất kỳ hoạt động thu gom và xử lý nào đều không khả thi từ góc độ kinh doanh khi quy mô các ngành kinh tế nằm dưới một ngưỡng nhất định.

Thuận lợi: Sự can thiệp bằng cách tạo các thí điểm quy mô nhỏ để kiểm tra việc thu gom và xử lý có thể dùng để xây dựng những cơ sở về tài chính và công nghệ khi khối lượng chất thải còn thấp, và chuẩn bị sẵn sàng khi có khối lượng lớn chất thải trong tương lai gần. Các lựa chọn xuất khẩu chất thải đến các cơ sở xử lý ở các nước khác có thể bù vào khoảng trống năng lực và khắc phục tình trạng thiếu cơ sở hạ tầng trong nước.

vi) Sự thiếu sẵn sàng của công nghệ xử lý:

⁵⁵ <https://www.jdsupra.com/legalnews/california-classifies-solar-panels-as-78219/>

Rào cản: Các công nghệ tái chế và xử lý tấm quang điện và tuabin gió vẫn đang ở giai đoạn sơ khai trên toàn thế giới, và nhiều công nghệ vẫn đang ở các bước đầu để sự sẵn sàng chuyên đổi quy mô từ phòng thí nghiệm hoặc thí điểm sang quy mô thương mại.

Thuận lợi: Hỗ trợ nghiên cứu và phát triển kết hợp với sự hợp tác trong ngành công nghiệp để cung cấp dữ liệu về thành phần nguyên vật liệu, các đặc tính kỹ thuật, đặc biệt là thông tin liên quan đến độc tính và sự ngấm chiết các chất độc hại có thể hỗ trợ cho sự phát triển các công nghệ liên quan.

4. Khung quy định liên quan tới quản lý cuối vòng đời của điện mặt trời và điện gió ở Việt Nam

4.1. Công ước Basel

Việt Nam là thành viên của Công ước Basel về vận chuyển xuyên biên giới đối với chất thải nguy hại.

Mục tiêu bao trùm của Công ước Basel là bảo vệ sức khỏe con người và môi trường trước những tác động bất lợi của chất thải nguy hại. Phạm vi áp dụng của nó bao gồm nhiều loại chất thải được định nghĩa là “chất thải nguy hại” dựa trên nguồn gốc hoặc thành phần và đặc tính của chúng, cũng như hai loại chất thải được định nghĩa là “chất thải khác” (chất thải sinh hoạt và tro của lò đốt; Điều 1 và phụ lục II).

Các quy định của Công ước tập trung vào các mục đích chính sau đây: (i) giảm phát sinh chất thải nguy hại và thúc đẩy quản lý hợp lý về môi trường đối với chất thải nguy hại, bất kể nơi xử lý là nơi nào; (ii) hạn chế sự vận chuyển xuyên biên giới các chất thải nguy hại trừ trường hợp được coi là phù hợp với các nguyên tắc quản lý tốt về môi trường; và (iii) hệ thống quy định áp dụng cho các trường hợp được phép vận chuyển xuyên biên giới.

Quy định của Việt Nam về quản lý chất thải nguy hại tuân theo Công ước Basel - được quy định trong Thông tư số 36/2015/TT-BTNMT, đối với từng loại chất thải, cùng với mã chất thải nguy hại của Việt Nam tương đương mã “A” và “Y” của công ước Basel cũng như mã của EC.

Chính phủ Việt Nam cũng đã xây dựng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại QCVN 07:2009/BTNMT, trong đó chất thải được coi là nguy hại nếu có tên trong danh mục chất thải nguy hại do Bộ TNMT ban hành⁵⁶ hoặc có ít nhất một chất có đặc tính nguy hại/một thành phần nguy hại vượt quá ngưỡng quy định về mức nguy hại.

4.2. Hiệp định của Đông Nam Á về cơ chế quản lý thiết bị điện và điện tử

Các nước thành viên của ASEAN sẽ thực hiện tất cả các biện pháp cần thiết để đảm bảo rằng chỉ thiết bị điện và điện tử (EEE) tuân thủ Phụ lục B - các yêu cầu thiết yếu của ASEAN và đã được đăng ký với cơ quan quản lý liên quan cho phép được đưa vào thị trường theo quy định của ASEAN.

4.3. Quy chuẩn quốc gia về quản lý chất thải và chất thải nguy hại

Luật bảo vệ môi trường số 55/2014/QH13 và số 72/2020/QH14 (Có hiệu lực thi hành từ ngày 1/1/2022 sẽ thay thế Luật sửa đổi số 35/2018/QH14, Luật số 39/2019/QH14, và Luật số 61/2020/QH14).

⁵⁶ Thông tư 36/2015/TT-BTNMT về Quản lý Chất thải nguy hại

Những luật này thúc đẩy giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế chất thải; khuyến khích các tổ chức, cá nhân sử dụng các sản phẩm tái chế, thân thiện với môi trường. Các Luật này nhấn mạnh rằng các tổ chức và cá nhân có trách nhiệm giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế chất thải nhằm giảm thiểu lượng chất thải thải bỏ. Điều 54 và 55 quy định thêm trách nhiệm của các nhà sản xuất (EPR). Do đó, các nhà sản xuất và nhập khẩu có trách nhiệm thu gom và tái chế các sản phẩm hoặc bao bì mà họ sản xuất hoặc nhập khẩu. Tuy nhiên, những Luật này không cung cấp kế hoạch thực hiện cụ thể về Trách nhiệm bổ sung của nhà sản xuất hiện đang được thảo luận và quy định rõ trong Dự thảo Nghị định quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường 2020⁵⁷.

Mặt khác, cả Luật Bảo vệ môi trường số 55/2014/QH13 và Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 đều cấm nhập khẩu chất thải, nhưng không cấm xuất khẩu chất thải sang các nước khác. Do đó, xuất khẩu chất thải từ các hệ thống năng lượng tái tạo sẽ là một lựa chọn để xử lý hoặc tiêu hủy an toàn, đặc biệt là trong những năm đầu khi khối lượng chất thải thấp; năng lực kỹ thuật và khó khả thi về kinh tế là những rào cản khó có khả năng thực hiện tái chế và thu hồi vật liệu trong nước.

Dự thảo Nghị định quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 (có hiệu lực từ tháng 01 năm 2022; thay thế Quyết định số 16/2015/QĐ-TTg ngày 22/05/2015 của Thủ tướng Chính phủ về việc thu hồi và xử lý sản phẩm thải bỏ và Thông tư số 34/2017/TT-BTNMT ngày 4/10/2017 về Quy định về thu hồi và xử lý sản phẩm thải bỏ).

Theo Dự thảo Nghị định, các tổ chức và cá nhân sản xuất hoặc nhập khẩu các sản phẩm và bao bì phải thực hiện trách nhiệm tái chế các sản phẩm và bao bì đó. 3 hình thức tái chế được đề xuất như sau: (1) tự tái chế; (2) thuê đơn vị tái chế; (3) ủy quyền cho bên thứ 3 thực hiện tái chế (PRO). Để tạo điều kiện thuận lợi cho các nhà sản xuất và các nhà nhập khẩu hoàn thành trách nhiệm, Luật và dự thảo Nghị định bổ sung cơ chế đóng góp tài chính cho Quỹ Bảo vệ Môi trường Việt Nam để hỗ trợ các hoạt động tái chế. Đóng góp tài chính được xác định theo khối lượng hoặc đơn vị sản phẩm. Văn phòng Bổ sung Trách nhiệm của Nhà Nhập khẩu và Sản xuất Việt Nam (sau đây gọi là Văn phòng EPR Việt Nam) lựa chọn và ký hợp đồng với đơn vị tái chế theo hình thức đã được Hội đồng EPR Quốc gia phê duyệt. Quỹ Bảo vệ môi trường Việt Nam có trách nhiệm thanh toán chi phí tái chế theo hợp đồng cho bên tái chế. Nhà sản xuất, nhà nhập khẩu không thực hiện trách nhiệm tái chế sẽ bị xử phạt hành chính.

Luật cũng quy định tỷ lệ tái chế được tính theo tỷ lệ tái chế thực tế của từng sản phẩm, bao bì; yêu cầu bảo vệ môi trường, mục tiêu tái chế quốc gia và điều kiện kinh tế - xã hội trong từng thời kỳ. Phần phụ lục của dự thảo Nghị định đưa ra danh mục sản phẩm, bao bì phải tái chế, quy trình tái chế và lộ trình thực hiện. Tuy nhiên, chúng chỉ áp dụng cho các tấm quang năng (ít nhất 80% kim loại, nhựa và thủy tinh từ một sản phẩm được thu hồi và tái sử dụng làm nguyên liệu cho ngành công nghiệp) và các tiêu chuẩn và thông số kỹ thuật tái chế theo quy định, nhưng không áp dụng cho tuabin gió.

Mặc dù theo dự thảo Nghị định, cánh tuabin gió không phải tuân theo các quy định của EPR, do các dự án điện gió đều có quy mô lớn, nên tham khảo Quyết định số 16/2015/QĐ-TTg ngày 22/05/2015 của Thủ tướng Chính phủ quy định về thu hồi, xử lý sản phẩm thải bỏ nhằm tăng cường trách nhiệm của cơ sở sản xuất, chủ cơ sở trong việc thu hồi và xử lý sản phẩm thải bỏ để tuân thủ các quy định của Luật Bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, do khối lượng lớn

⁵⁷ <https://monre.gov.vn/VanBan/Pages/ChiTietVanBanDuThao.aspx?pID=257>

và các thành phần như đã trình bày trong phần 3.5.3, lộ trình tái chế trong những năm tới nên được xem xét dựa trên mục tiêu tái chế quốc gia và các điều kiện kinh tế - xã hội để tiết kiệm tài nguyên và đáp ứng cơ chế kinh tế tuần hoàn. Các cánh tuabin gió cuối vòng đời sẽ được chuyển đến các nhà tái chế hoặc xử lý được cấp phép ngay cả khi có hoặc không có EPR.

Tuy nhiên những điều khoản này chỉ tập trung vào các chất thải phát sinh từ các cơ sở sản xuất hoặc các nhà máy được thu gom và vận chuyển đến các cơ sở tái chế và tiêu hủy được cấp phép. Một vấn đề khác đến từ chất thải phát sinh từ các hộ gia đình và các cơ sở tư nhân, đặc biệt là đối với hệ thống năng lượng mặt trời trên mái nhà. Hiện nay, Các tấm quang điện bị hỏng thường được chuyển cho các đơn vị thu gom hoặc tái chế không chính thống. Quy định về Trách nhiệm bổ sung của nhà sản xuất sẽ là một cơ chế tốt để quản lý nguồn thải thông qua các nhà sản xuất, nhà nhập khẩu, các nhà cung cấp theo Điều số 54 của Luật mới. Tuy nhiên, việc thực hiện cần có sự hỗ trợ từ các thông tư hoặc hướng dẫn cụ thể của các cơ quan có thẩm quyền.

Nghị định số 38/2015/NĐ-CP ngày 24/4/2015 về Quản lý chất thải và phế liệu

Nghị định này quy định về quản lý chất thải bao gồm chất thải nguy hại, chất thải rắn sinh hoạt, chất thải rắn công nghiệp thông thường, chất thải lỏng, nước thải, khí thải công nghiệp và các chất thải đặc thù khác.

Nghị định 38/2015/NĐ-CP cũng quy định cụ thể về giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế và thu hồi năng lượng từ chất thải rắn sinh hoạt và công nghiệp thông thường. Nghị định cũng quy định trách nhiệm của Bộ TNMT, UBND cấp tỉnh trong việc bảo đảm các yêu cầu về bảo vệ môi trường đối với các cơ sở xử lý chất thải rắn.

Quyết định số 491/QĐ-TTg ngày 7/5/2018 về việc phê duyệt Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050

Chiến lược quốc gia về quản lý chất thải rắn đã phân các mục tiêu cụ thể cho tất cả các loại chất thải và coi chất thải là tài nguyên. Việt Nam đặt mục tiêu đến năm 2025, 100% tổng lượng chất thải rắn nguy hại phát sinh từ hoạt động sản xuất, kinh doanh, dịch vụ, cơ sở y tế, làng nghề và 85% chất thải rắn nguy hại phát sinh tại các hộ gia đình, cá nhân phải được thu gom, vận chuyển và xử lý đáp ứng yêu cầu bảo vệ môi trường. Ưu tiên các cơ sở xử lý quy mô lớn, sử dụng công nghệ hiện đại.

Các cơ sở sản xuất thiết bị điện tử phải thiết lập và công bố hệ thống/điểm thu gom sản phẩm thải bỏ theo quy định của pháp luật. Người tiêu dùng có trách nhiệm chuyển sản phẩm thải bỏ đến hệ thống các điểm thu gom hoặc tổ chức, cá nhân có đủ điều kiện thu gom, vận chuyển theo quy định. Chất thải nguy hại được khuyến khích thu gom, xử lý liên vùng, liên tỉnh. Nhà nước khuyến khích xây dựng các cơ sở xử lý, tái chế chuyên biệt đối với các loại chất thải nguy hại.

Nghị định số 40/2019/NĐ-CP sửa đổi, bổ sung một số điều của các nghị định quy định chi tiết, hướng dẫn thi hành Luật Bảo vệ môi trường ngày 13/5/2019

Chất thải rắn công nghiệp thông thường phải được tách và phân loại riêng với chất thải nguy hại. Nếu chưa phân loại thì phải quản lý theo quy định về chất thải nguy hại. Chất thải rắn công nghiệp thông thường được phân thành 03 nhóm: (1) chất thải rắn công nghiệp thông thường được tái sử dụng, tái chế làm nguyên liệu cho quá trình sản xuất; (2) chất thải rắn sử dụng trong sản xuất vật liệu xây dựng và san lấp mặt bằng; (3) chất thải rắn công nghiệp thông thường phải được xử lý bằng phương pháp đốt và chôn lấp.

Chủ cơ sở phát sinh chất thải rắn công nghiệp thông thường phải phân loại chất thải rắn công nghiệp thông thường và có thiết bị, khu vực lưu giữ đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. Chủ cơ sở phát sinh chất thải rắn công nghiệp thông thường được chuyển giao chất thải rắn công nghiệp thông thường cho các đối tượng theo quy định của pháp luật. Trong quá trình chuyển giao, chủ cơ sở phải lập biên bản bàn giao chất thải rắn công nghiệp thông thường. Tổ chức, cá nhân tái sử dụng, sơ chế, tái chế, xử lý, đồng xử lý và thu hồi năng lượng từ chất thải rắn công nghiệp thông thường phải đáp ứng yêu cầu kỹ thuật và quy trình quản lý. Các cơ sở này phải lập báo cáo quản lý chất thải rắn công nghiệp thông thường hàng năm. Nếu họ cũng là chủ sở hữu chất thải nguy hại, các báo cáo sẽ được tổng hợp vào báo cáo quản lý chất thải nguy hại định kỳ. Chủ cơ sở báo cáo đột xuất tình hình phát sinh chất thải rắn công nghiệp thông thường theo yêu cầu của cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền.

Thông tư số 18/2020/TT-BCT ngày 17/07/2020 của Bộ Công Thương quy định về phát triển dự án và hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án điện mặt trời

Năm 2020, Bộ Công Thương (MOIT) đã ban hành Thông tư số 18/2020/TT-BCT ngày 17/07/2020 của Bộ Công Thương quy định về phát triển dự án và hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án điện mặt trời⁵⁸ nêu rõ chủ đầu tư dự án có trách nhiệm thu gom và xử lý toàn bộ vật tư, thiết bị và chất thải phát sinh của các công trình điện mặt trời trong suốt các giai đoạn vòng đời của dự án điện theo quy định của Luật Bảo vệ môi trường - Điều 130. Dự kiến, Cục Điện lực và Năng lượng Tái tạo (EREA) thuộc Bộ Công Thương sẽ giám sát việc quản lý chất thải điện mặt trời và đảm bảo rằng chất thải được xử lý hoặc tái chế tuân thủ các quy định về môi trường.

4.4. Phân loại chất thải từ các mô-đun quang điện cuối vòng đời và các nhà máy điện gió

Tại Việt Nam, chất thải nguy hại được phân loại theo quy định của Thông tư số 36/2015/TT-BTNMT “Quản lý chất thải nguy hại” tại Phụ lục 1 - Danh mục chất thải nguy hại.

Thông tư quy định tất cả các cơ sở và nhà máy sản xuất có phát sinh chất thải nguy hại phải thu gom, lưu giữ, báo cáo và ký hợp đồng với đơn vị có chức năng để thu gom, xử lý chất thải nguy hại.

Các cơ sở này phải đăng ký chủ nguồn thải chất thải nguy hại và nộp hồ sơ tại Sở Tài nguyên và Môi trường cấp tỉnh, nơi có cơ sở phát sinh chất thải nguy hại. Tổ chức, cá nhân xử lý chất thải nguy hại phải có Giấy phép xử lý chất thải nguy hại hoặc Giấy phép hành nghề quản lý chất thải nguy hại phù hợp.

Thông tư số 36/2015/TT-BTNMT cũng quy định rõ danh mục chất thải nguy hại, yêu cầu kỹ thuật và quy trình quản lý đối với chủ nguồn thải chất thải nguy hại; quy định về hình dạng, kích thước, màu sắc và nội dung của biển cảnh báo, ngăn chặn sử dụng trong quản lý chất thải nguy hại.

Tấm quang điện cuối vòng đời (EOL_PV) có thể được coi là có liên quan đến 19 02 (Chất thải từ thiết bị điện và điện tử). Tuy nhiên, không thể phân loại tấm quang điện theo bất kỳ danh mục phụ nào từ 19 02 01 đến 19 02 04 vì những lý do sau:

- 19 02 01 và 19 02 02 liên quan đến máy biến áp và tụ điện có chứa PCB (19 02 01), hoặc các thiết bị bị loại bỏ có chứa hoặc bị nhiễm PCB (19 02 02); PCB thường có trong các thiết bị (máy biến áp, tụ điện, chân lưu) được sản xuất trước năm 1980. Điều này không

58

https://www.moit.gov.vn/documents/40224/0/TT+18+2020-07-17_Thong+tu+quy+ding+ve+dien+mat+trroi+%28BW%29.pdf/3789fb1f-73be-4a17-819e-5ccbd90ecb54

áp dụng cho các mô-đun điện mặt trời ở Việt Nam, khi các tất cả modul điện mặt trời này đều có tuổi đời dưới 10 năm.

- 19 02 03 liên quan đến thiết bị có chứa chlorofluorocarbons, HCFC, HFC nên quy định này cũng không áp dụng được cho mô-đun quang điện cuối vòng đời vì không có thành phần nào của PV chứa các hóa chất này ở bất kỳ giai đoạn nào.
- 19 02 04 dành cho thiết bị loại bỏ có chứa amiăng tự do. Một lần nữa, vật liệu này không được sử dụng trong bất kỳ thành phần nào của tấm quang điện.

Do đó, tấm quang điện chỉ có thể được phân loại là chất thải nguy hại nếu chúng liên quan đến một trong các loại sau.

- 19 02 05 (thiết bị loại bỏ có chứa các thành phần nguy hại) hoặc
- 19 02 06 (các thành phần nguy hại được loại bỏ khỏi thiết bị bị loại bỏ), hoặc
- 15 01 09 Các thiết bị, linh kiện điện tử thải hoặc các thiết bị điện khác có các linh kiện điện tử có các thành phần nguy hại (trừ bản mạch điện tử không chứa các chi tiết có các thành phần nguy hại vượt ngưỡng CTNH)

•

Cách tiếp cận này tương tự như của Liên minh Châu Âu, nơi các tấm quang điện cuối vòng đời được phân loại là thiết bị bị loại bỏ (16 02 14 và 20 01 36) hoặc thiết bị bị loại bỏ có chứa thành phần nguy hiểm (16 02 13 * và 20 01 35 *).

Có thể nhận thấy rằng, mặc dù một số thành phần của tấm quang điện cuối vòng đời không thể được coi là nguy hại, nhưng có thể có một số thành phần chứa các chất độc hại cần phải thực hiện phân loại cẩn thận. Điều này có thể có sự khác nhau giữa các thương hiệu, ví dụ như một số kính có thể chứa antimon ở nồng độ khác nhau và chỉ nhà sản xuất mới có thể biết liệu nồng độ antimon trong kính có làm cho kính đó được phân loại thành chất thải nguy hại hay không.

Do đó, việc phân loại chi tiết là chất thải nguy hại hay không nguy hại của tấm quang điện cuối vòng đời thực sự cần được thực hiện bởi các nhà sản xuất, họ phải cung cấp tài liệu chứng nhận việc phân loại đó dựa trên các quy định của Việt Nam.

Đối với các nhà máy điện gió, (điện gió cuối vòng đời) cũng giống như trên, ngoại trừ quy mô của các nhà máy, chỉ nên xem xét việc phân loại liên quan đến các thành phần. Do đó, câu hỏi đặt ra là liệu những chất thải này có được coi là 19 02 06 ** (các thành phần nguy hại được loại bỏ từ các thiết bị bị loại bỏ hay không).

Dựa trên cách tiếp cận này, để xác minh xem các thành phần cụ thể của tấm quang điện hoặc điện gió cuối vòng đời có thể được phân loại là nguy hại theo quy định của Việt Nam hay không, cần phải kiểm tra xem có bất kỳ đặc điểm nguy hại nào được liệt kê trong quy định áp dụng cho các tấm quang điện mặt trời hoặc thiết bị điện gió cuối vòng đời không, để từ đó cung cấp hướng dẫn chi tiết về phân loại chất thải của tấm quang điện hoặc điện gió cuối vòng đời. Việt Nam không thật sự cần quy định mới, tuy nhiên do tính chất phức tạp của vấn đề, hướng dẫn phân loại như vậy có thể có tác động lớn và có lợi đối với việc quản lý tấm quang điện và điện gió cuối vòng đời.

4.5. Tập trung vào dòng chất thải cụ thể từ các tấm quang điện: vấn đề của xử lý Antimon trong thủy tinh

Kính chiếm khoảng 70% trọng lượng của một tấm quang điện. Phần lớn thủy tinh được sử dụng trong sản xuất tấm quang điện được làm giàu bằng antimon. Antimon được sử dụng trong tấm kính năng lượng mặt trời để tăng tính ổn định của hiệu suất hấp thụ năng lượng

mặt trời của kính khi tiếp xúc với bức xạ cực tím hoặc ánh sáng mặt trời. Sự kết hợp của hàm lượng sắt thấp, antimon và/hoặc việc tạo hình tạo ra chất nền thủy tinh với khả năng xuyên thấu cao và các đặc điểm khúc xạ ánh sáng tốt⁵⁹. Do đó, điều quan trọng là đảm bảo kính thải được phân loại và phân loại đúng cách để đảm bảo chúng được tái chế làm nguyên liệu thô trong ngành công nghiệp kính nổi.

Theo QCVN 07:2009/BTNMT về “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại”⁶⁰, chất thải được phân loại là nguy hại nếu “*Có ít nhất một thành phần nguy hại vô cơ hoặc hữu cơ mà đồng thời giá trị hàm lượng tuyệt đối (H_{tc}) và giá trị nồng độ ngâm chiết (C_{tc}) đều vượt ngưỡng CTNH*”. Đối với antimon, giá trị ngưỡng H_{tc} được thiết lập trong Bảng 2 của quy định là 20 ppm, trong khi ngưỡng nồng độ rửa trôi là 1 mg/l.

Cụ thể hơn, trong thủy tinh của các tấm quang điện, antimon được sử dụng ở dạng oxit antimon, với nồng độ nằm trong khoảng từ 0,1% (1000 ppm) đến 1% (10.000 ppm) **vượt quá giá trị H_{tc} quy định đối với antimon (20 ppm)**. Ngoài ra, để được phân loại là nguy hại, nồng độ ngâm chiết cũng phải vượt quá ngưỡng quy định (C_{tc}) là 1 mg/l. Một tài liệu từ Bộ Năng lượng tái tạo Ấn Độ cho thấy ngưỡng nồng độ của antimon trong thủy tinh là 0,3%, ngưỡng giá trị của antimon trong nồng độ ngâm chiết là 0,21 mg/l⁶¹.

Dựa trên thông tin trên, kính antimon từ tấm quang điện cuối vòng đời sẽ không được coi là chất thải nguy hại, mặc dù việc xác nhận sẽ cần có một chứng chỉ phân tích cụ thể của nhà sản xuất tuân theo quy định của Việt Nam.

Mặc dù các giá trị giới hạn ngưỡng là khác nhau nhưng việc phân loại chất thải nguy hại dựa trên nồng độ hóa chất nguy hại của Việt Nam⁶² được quy định theo cách tương tự trong quy định của châu Âu (Bảng 20).

Bảng 20. Phân loại chất thải nguy hại dựa trên hàm lượng hóa chất nguy hại theo quy định của EU và VN

Quy định của EU (Chỉ thị về chất thải 2008/98)	Quy định của VN (Thông tư quản lý chất thải nguy hại số 36/2015/TT-BTNMT)
<p>“Bất kỳ chất thải nào được đánh dấu hoa thị (*) trong danh mục chất thải sẽ được coi là chất thải nguy hại theo Chỉ thị 2008/98/EC, trừ khi áp dụng Điều 20 của Chỉ thị đó. Đối với những chất thải có thể ấn định mã chất thải nguy hại và không nguy hại thì áp dụng như sau:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Việc đưa vào danh mục các chất thải được đánh dấu là nguy hại, có tham chiếu cụ thể hoặc chung đến 'các chất nguy hại', chỉ phù 	<p>1.8.1. Có khả năng là CTNH (ký hiệu là *): Cần áp dụng ngưỡng CTNH (hay ngưỡng nguy hại của chất thải) theo quy định tại QCKTMT về ngưỡng CTNH để phân định có phải là CTNH hay không.</p> <p>Nếu không áp dụng ngưỡng CTNH thì phải phân định luôn là CTNH. Trong trường hợp chưa có quy chuẩn kỹ thuật đối với một số tính chất và thành phần nguy hại nhất định thì áp dụng theo các tiêu chuẩn của quốc tế</p>

⁵⁹ Solar cell using low iron high transmission glass with antimony and corresponding method. <https://patents.google.com/patent/US8802216B2/en>

⁶⁰ <http://vbpl.vn/botainguyen/Pages/vbpq-toanvan.aspx?ItemID=125608>

⁶¹ Concept Note/ Blue Print on Management of Antimony Containing Glass from End-of-Life of the Solar PV Panels

⁶² QCVN 07:2009/BTNMT on the National Technical Regulation on Hazardous Waste Thresholds

<p>hợp với loại chất thải chứa các chất độc hại liên quan khiến cho chất thải đó có một hoặc nhiều đặc tính nguy hại từ HP1 đến HP8 và/hoặc từ HP10 đến HP15 như được liệt kê trong Phụ lục III của Chỉ thị 2008/98/EC.</p> <p>- Đặc tính nguy hại có thể được đánh giá bằng cách sử dụng nồng độ các chất trong chất thải như quy định trong Phụ lục III của Chỉ thị 2008/98/EC trừ khi được quy định khác trong EC số 1272/2008, bằng cách thực hiện một thử nghiệm theo Quy định (EC) số 440/2008 hoặc các hướng dẫn và phương pháp thử nghiệm được quốc tế công nhận khác.</p>	<p>theo hướng dẫn của cơ quan có thẩm quyền về môi trường.</p> <p>1.8.2. Là CTNH trong mọi trường hợp (ký hiệu là **): Không cần áp dụng ngưỡng CTNH mà xác định luôn là CTNH.</p>
--	--

Bảng 21. Phân loại các tấm quang điện cuối vòng đời dựa trên các quy định của EU và Việt Nam

Quy định của EU (Chỉ thị về chất thải 2008/98)	Quy định của VN (Thông tư quản lý chất thải nguy hại số 36/2015/TT-BTNMT)
16 02 chất thải từ thiết bị điện và điện tử	19 02 chất thải từ thiết bị điện và điện tử
<p>16 02 13 * thiết bị loại bỏ có chứa các thành phần nguy hại (1) ngoài những thiết bị được đề cập trong 16 02 09 đến 16 02 12</p> <p>16 02 14 thiết bị loại bỏ ngoài những thiết bị được đề cập trong mục 16 02 09 đến 16 02 13</p>	19 02 05 * thiết bị loại bỏ có chứa các thành phần nguy hại
<p>16 02 15 * các thành phần nguy hại được loại bỏ khỏi thiết bị loại bỏ</p> <p>16 02 16 các thành phần được loại bỏ khỏi thiết bị loại bỏ ngoài những thành phần được đề cập trong 16 02 15</p>	<p>19 02 06 * các thành phần nguy hại được loại bỏ khỏi thiết bị loại bỏ</p> <p>15 01 09* các thiết bị, linh kiện điện tử thải hoặc các thiết bị điện khác có các linh kiện điện tử có các thành phần nguy hại (trừ bản mạch điện tử không chứa các chi tiết có các thành phần nguy hại vượt ngưỡng CTNH)</p>

Dựa trên cả phân loại bằng phương pháp CLP (phân loại, dán nhãn, đóng gói) và GHS (Globally Harmonized System) về các chất độc hại, oxit antimon được phân loại là hợp chất có khả năng gây ung thư (Carc. Loại 2, nghi ngờ gây ung thư).

Theo Quy định Châu Âu (Chỉ thị 2008/98), kính có chứa antimon chỉ có thể được coi là không nguy hiểm nếu nồng độ của oxit antimon trong kính nhỏ hơn 1%.

Tuy nhiên, ngay cả khi nồng độ antimon thấp hơn 1%, những lo ngại về tính chất độc hại và an toàn môi trường của antimon đã khiến một số nhà sản xuất tấm quang điện chuyển sang sử dụng kính không chứa antimon cho các sản phẩm của họ.⁶³⁶⁴

Tình huống tương tự có thể xảy ra đối với việc tái chế silicon, vì các tấm silicon tinh thể PV thường được pha tạp với một loạt các nguyên tố có thể bao gồm arsen, chì, antimon và nhiều nguyên tố khác⁶⁵. Vì lý do này, rất có thể các tấm silicon cần được phân loại là chất thải nguy hại ở Việt Nam, ngay cả khi việc phân loại chính xác có thể chỉ được thực hiện trên cơ sở phân tích trong phòng thí nghiệm.

Tái chế tấm bán dẫn silic cần xử lý kim loại chuyên biệt để loại bỏ tạp chất và sản xuất các tấm silicon có độ tinh khiết cao phù hợp với thị trường. Theo đó, trường hợp này khác với trường hợp thủy tinh có thể được các nhà máy sản xuất tái chế như thủy tinh thông thường, miễn là thủy tinh được phân loại như chất thải không nguy hại.

5. Cơ sở hạ tầng quản lý chất thải hiện có ở Việt Nam cho dự án điện gió và điện mặt trời cuối vòng đời

5.1. Thu gom và lưu trữ

Lưu trữ: Dựa trên kết quả điều tra, trong các nhà máy điện mặt trời, tất cả các tấm quang điện mặt trời bị lỗi, hỏng đều được lưu trữ dưới dạng chất thải nguy hại trong các khu vực lưu trữ tạm thời của nhà máy. Kho chứa tạm thời được thiết kế tuân thủ theo Thông tư 36/2015/TT-BTNMT. Tất cả các nhà máy đều có sổ chủ sở nguồn thải, được đăng ký và nộp cho Sở TNMT tỉnh định kỳ. Các tấm quang điện bị lỗi được lưu trữ riêng tách biệt với các chất thải nguy hại khác như dầu thải và chất thải nhiễm dầu để ngăn chặn sự tương tác hóa học giữa các vật liệu khác nhau. Các nhà máy lưu giữ loại chất thải này và chờ các cơ quan chức năng ra hướng dẫn cụ thể. Tuy nhiên, hiện nay các tấm quang điện lỗi hỏng bị xem như là chất thải nguy hại, nên chỉ có thể được lưu giữ trong kho tạm thời trong vòng 12 tháng. Quá thời hạn do chưa có phương án vận chuyển, xử lý khả thi hoặc chưa tìm được cơ sở xử lý chất thải nguy hại phù hợp thì hàng năm phải báo cáo Sở TN&MT về tình hình lưu giữ chất thải nguy hại phát sinh tại cơ sở.

Cho đến nay, tại Việt Nam chưa có bất kỳ chất thải rắn nào phát sinh tại các nhà máy điện gió do cả nước mới bắt đầu triển khai công nghệ phát điện này và hầu hết các thiết bị vẫn đang được nhà sản xuất và cung cấp bảo hành, thông thường từ 5 - 25 năm. Nếu các cánh quạt gió và trụ điện gió có lỗi hoặc sự cố, chúng sẽ được tháo rời khỏi tuabin và giữ tại các nhà máy điện gió. Các nhà sản xuất, nhà cung cấp và lắp đặt có trách nhiệm sửa chữa và đổi thiết bị lỗi, hỏng đó theo các điều khoản hợp đồng của họ.

Thu gom. Tương tự như việc quản lý WEEE ở Việt Nam từ những người tiêu dùng là các tổ chức lớn, hầu hết chất thải cuối vòng đời của cơ sở sản xuất mặt trời quy mô lớn đều được thu gom bởi các cơ sở xử lý chất thải nguy hại được cấp phép theo hợp đồng với chủ nhà máy điện mặt trời. Các cơ sở này có trách nhiệm đóng gói và dán nhãn các tấm bị lỗi để ngăn ngừa rò rỉ vật liệu độc hại.

⁶³ Fsolar website: <https://www.fsolar.de/en/application-areas/photovoltaics>

⁶⁴ Borosil website: <https://www.borosil.com/what-we-do/solar-glass/product-information>

⁶⁵ Lu et al, (2019). Thermodynamic criteria of the end-of-life silicon wafers refining for closing the recycling loop of photovoltaic panels. SCIENCE AND TECHNOLOGY OF ADVANCED MATERIALS. 2019, VOL. 20, NO. 1, 813–825. <https://doi.org/10.1080/14686996.2019.1641429>

Đặc biệt, thiết bị của tuabin gió và các thiết bị phụ trợ có kích thước lớn nên khó thu gom trực tiếp. Hơn nữa, Việt Nam chưa có bất kỳ kinh nghiệm nào đối với loại chất thải này. Các cánh quạt và trụ điện gió sẽ được cắt thành các phần nhỏ để có thể vận chuyển bằng phương tiện vận tải đường bộ hoặc đường thủy đến các trung tâm thu gom chất thải rắn. Trên thực tế, hiện tại, chưa có thông tin điều tra nào liên quan đến tuabin gió cuối vòng đời do các nhà máy đều mới vận hành và vẫn đang trong thời gian bảo hành.

Việt Nam chưa có chương trình chính thức để phân loại và thu gom rác thải điện và điện tử từ hộ gia đình. Hiện nay, việc thu gom rác thải điện - điện tử chủ yếu do các cá nhân làm nghề thu gom sắt vụn, trung tâm sửa chữa thiết bị và công ty môi trường đô thị (URENCO) thực hiện. Rác thải điện, điện tử sau khi thu gom được tháo dỡ tại các trung tâm lớn như Trảng Minh (Hải Phòng), Bùi Đậu, Phan Bôi (Hưng Yên), Tè Lỗ (Vĩnh Phúc) hoặc các đại lý thu gom của tư nhân.



Hình 30. Phân loại rác thải điện tử ở Việt Nam⁶⁶

5.2. Vận chuyển

Chất thải rắn ở Việt Nam có thể được vận chuyển bằng nhiều cách khác nhau, ví dụ: phương pháp chính thức (phương tiện vận tải và tàu với máy móc và thiết bị được cấp phép) hoặc phương pháp không chính thức (người thu gom phế liệu bằng xe đạp hoặc xe đẩy). Việc vận chuyển chất thải nguy hại “không chính thức” hoặc không được thực hiện đúng cách có thể gây phát tán chất thải nguy hại ra môi trường hoặc thậm chí gây thiệt hại cho môi trường. Chất thải nguy hại chỉ có thể được vận chuyển bởi các công ty quản lý chất thải được cấp phép.

Hiện tại, các tấm quang điện bị lỗi hỏng đã được vận chuyển đến các cơ sở xử lý chất thải nguy hại bằng đường bộ. Các cơ sở lập một lịch trình (khoảng 6 tháng) để thu gom và vận

³⁷ <https://kinhthemoitruong.vn/bao-dong-tinh-trang-o-nhiem-rac-thai-dien-tu-tai-viet-nam-11854.html>

chuyển đồng thời các tấm quang điện lỗi từ một số nhà máy điện mặt trời trong cùng khu vực. Việc vận chuyển đồng thời sẽ giảm số lần vận chuyển và tiết kiệm chi phí xử lý. Trong khi các cánh quạt hoặc cột tuabin gió được vận chuyển bằng xe siêu trường, siêu trọng sau đó thì bằng tàu cỡ lớn.

- Phương tiện vận tải, tàu thủy phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và quy trình quản lý để ngăn ngừa rò rỉ vật chất độc hại ra môi trường xung quanh.
- Phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại phải có Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) kết nối với mạng thông tin trực tuyến để xác định vị trí và ghi lại hành trình vận chuyển chất thải nguy hại.
- Một phương tiện hoặc thiết bị chỉ được đăng ký với một giấy phép xử lý chất thải nguy hại, ngoại trừ vận tải đường biển, đường sắt hoặc đường hàng không.



Hình 31. Công ty TNHH Sản xuất - Thương mại - Dịch vụ Việt Xanh thu gom và vận chuyển chất thải nguy hại cho UBND xã Đăk Lăk (Nguồn: EVNCPC ĐăkLăk)⁶⁷

⁶⁷ <https://cpc.vn/vi-vn/Tin-tuc-su-kien/Tin-tuc-chi-tiet/articleId/103471>



Hình 32. Quá trình vận chuyển một cánh tuabin dài 57 m bằng đường bộ tới địa điểm xây dựng Nhà máy điện gió Trung Nam - Ninh Thuận⁶⁸



Hình 33. Vận chuyển đường thủy của cánh tuabin dài 57 m tới địa điểm xây dựng nhà máy điện gió Trung Nam-Ninh Thuận⁶⁹

⁶⁸ <https://dantri.com.vn/doanh-nghiep/hanh-trinh-vuot-nui-cua-nhung-can-quat-gio-lon-nhat-viet-nam-2018092409443118.htm>

⁶⁹ <https://dantri.com.vn/doanh-nghiep/hanh-trinh-vuot-nui-cua-nhung-can-quat-gio-lon-nhat-viet-nam-2018092409443118.htm>

5.3. Các phương án xử lý chất thải phát sinh cuối đời các dự án nhà máy năng lượng tái tạo

5.3.1. Cơ sở hạ tầng hiện có để xử lý và tái chế tại Việt Nam

Trên cả nước hiện có 115 công ty được cấp phép xử lý chất thải nguy hại với tổng công suất là 1,5 triệu tấn/năm. Tính đến ngày 30 tháng 3 năm 2020, 114 công ty trong số này đang hoạt động (51 ở miền Bắc, 07 ở miền Trung và 56 ở miền Nam). Các cơ sở này đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE) đăng ký và cấp phép. Danh sách các nhà máy xử lý chất thải nguy hại hiện có được trình bày trong Phụ lục 0.

Theo khảo sát của Bộ TNMT, chất thải nguy hại được xử lý bằng các phương pháp: đốt, chôn lấp (xử lý sơ bộ bằng các phương pháp vật lý, hóa học và sinh học, hóa rắn) và công nghệ tái chế.

Từ các hộ gia đình hoặc cá nhân, việc tái chế chủ yếu là thủ công, bởi những người thu gom và tái chế không chính thức. Chất thải có thể tái chế như kim loại, nhựa và giấy được bán cho những người thu gom phế liệu và sau đó được đưa đến các làng nghề hoặc cơ sở tái chế. Công nghệ tái chế chất thải tại các làng nghề hầu hết đã cũ kỹ, lạc hậu, được thực hiện trong các cơ sở hạ tầng không đạt chuẩn, quy mô sản xuất nhỏ lẻ, dẫn đến ô nhiễm môi trường nghiêm trọng.

5.3.2. Tái chế kim loại: kim loại đen và kim loại màu

Thị trường nhôm Việt Nam được ước tính đạt tốc độ tăng trưởng hàng năm (CAGR) trên 7%, trong giai đoạn dự báo 2019-2024. Theo Tổng công ty Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam (VINACOMIN) và Văn phòng Thế giới về thống kê Kim loại, sản lượng sản xuất nhôm của Việt Nam năm 2020 đạt xấp xỉ 1,4 triệu tấn, cả nước có 181 nhà máy sản xuất nhôm vào năm 2020⁷⁰.

Theo dự thảo sửa đổi Quy hoạch phát triển ngành thép, sản lượng phôi thép sẽ tăng lên 57,3 triệu tấn vào năm 2025 và 66,3 triệu tấn vào năm 2035 so với mức sản lượng 32,3 triệu tấn của năm 2020. Sản xuất thép từ phế liệu được coi là giải pháp thân thiện với môi trường vì tận dụng được nguồn nguyên liệu thô tái tạo để sản xuất ra sản phẩm mới ít tiêu hao năng lượng và phát thải khí nhà kính (chỉ bằng 20%) so với sản xuất từ nguyên liệu thô. Tuy nhiên, nguồn cung sắt thép phế liệu trong nước chỉ đạt gần 40% nhu cầu, còn lại 60% phải nhập khẩu để đáp ứng yêu cầu sản xuất. Năm 2020, Việt Nam nhập khẩu hơn 6,3 triệu tấn sắt thép phế liệu với giá bình quân khoảng 6 triệu đồng/tấn. Thép phế liệu có xuất xứ chủ yếu từ Nhật Bản với 3,3 triệu tấn /năm, chiếm trên 52,3% tổng lượng sắt thép phế liệu nhập khẩu.

5.3.3. Tái chế rác thải điện tử

Theo thống kê của Tổng cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường, tổng lượng rác thải điện tử của Việt Nam năm 2018 là 116.000 tấn, chủ yếu phát sinh từ các hộ gia đình (đồ điện tử), văn phòng (máy tính, máy photocopy, máy fax, v.v...), các bộ sản phẩm điện tử bị lỗi và các thiết bị phế thải nhập khẩu bất hợp pháp. Ước tính, lượng rác thải điện tử ở Việt Nam tăng khoảng 100.000 tấn mỗi năm.

Tuy nhiên, Việt Nam chưa có chương trình chính thức về phân loại và thu gom rác thải điện tử. Mặt khác, nhận thức của cộng đồng về tái chế rác thải điện tử chưa cao. Người tiêu dùng thường bán đồ điện tử bỏ đi cho những người thu gom không chính thức để lấy tiền. Một số

⁷⁰ <https://world-bureau.co.uk/>

ít được thu gom bởi các trung tâm, đại lý rác, công ty môi trường đô thị. Chủ yếu, chúng được tái chế sơ bộ và xuất khẩu sang Trung Quốc từ các làng nghề. Hiện tại, việc đầu tư vào các cơ sở tái chế bị hạn chế do số lượng và khả năng cung cấp các nguồn rác thải điện tử không ổn định.

5.3.4. Tái chế pin/ắc qui

Ở Việt Nam, việc tái chế một số hóa chất trong pin/ắc qui hóa học như Pin Axit Chì (LAB) đã trở nên phổ biến so với các loại pin khác như pin Lithium. Các vật liệu khác nhau có thể được thu hồi ở các bước với tỷ lệ thu hồi 25 - 60% tùy thuộc vào công nghệ sử dụng⁷¹.

Ắc qui axit chì

Pin và ắc qui phế thải từ các phương tiện vận tải, thiết bị và đồ dùng gia đình được phân loại là **rác thải nguy hại theo quy định tại Thông tư số 34/2017/TT-BTNMT**. Tuy nhiên, do năng lực và vốn đầu tư hạn chế nên các cơ sở tái chế pin thường là các cơ sở phi chính thức do nhiều nguyên nhân khác nhau, chẳng hạn như:

- (1) Chi phí thu hồi và xử lý pin thải bỏ xấp xỉ, thậm chí còn đắt hơn chi phí sản xuất pin mới;
- (2) Các nhà sản xuất không thể cạnh tranh với những người thu gom phi chính thức, những người có thể dễ dàng thu gom pin và ắc qui bị loại bỏ từ các hộ gia đình và gara xe ô tô.
- (3) Các biện pháp xử phạt vi phạm đối với pin thải chưa đủ mạnh để buộc các nhà sản xuất và nhập khẩu phải chịu trách nhiệm về sản phẩm của mình.

Làng nghề tái chế chì Đông Mai, tỉnh Hưng Yên là một điển hình về tái chế ắc qui ở Việt Nam. Hơn 500 công nhân tham gia thu gom và tái chế ắc qui phế thải làm việc ở làng nghề này.

Các cơ sở tái chế ắc qui ở Việt Nam áp dụng nguyên tắc đơn giản là tách các thành phần chứa chì ra khỏi phần còn lại của ắc qui trong quá trình xử lý và thu hồi ắc qui:

- Đổ dung dịch axit / kiềm vào các hộp nhựa đã xếp sẵn. Sau đó rửa sạch bình bằng nước.
- Sử dụng các công cụ để tách từng thành phần. Phần nhựa cho vào bồn khoảng 30 phút để loại bỏ axit còn sót lại, sau đó chuyển sang bồn nước để rửa lại. Nhựa sạch sẽ được đưa ra ngoài để làm khô, bảo quản và bán để tái chế.
- Các bộ phận chứa chì được rửa sạch, sau đó được bán đi để tái chế chì.

Một số doanh nghiệp sản xuất ắc qui quy mô lớn tại Việt Nam cũng thành lập các điểm thu hồi ắc qui thải bỏ. Đơn cử như Công ty Cổ phần Pin/Ắc qui Miền Nam (Pinaco) - doanh nghiệp sản xuất ắc qui lớn nhất Việt Nam trên toàn quốc, doanh nghiệp này có 5 điểm thu mua ắc qui, pin thải bỏ đặt tại TP.HCM, Đồng Nai, Đà Nẵng và Hà Nội. Công ty TNHH GS Battery Việt Nam cũng công bố 8 điểm thu hồi ắc qui phế thải, đặt tại các tỉnh phía Nam (5 điểm tại TP.HCM, 2 điểm tại Bình Dương và 1 điểm tại tỉnh Tây Ninh).

⁷¹ Zhao, Y., Pohl, O., Bhatt, A. I., Collis, G. E., Mahon, P. J., Rüther, T., & Hollenkamp, A. F. (2021). A Review on Battery Market Trends, Second-Life Reuse, and Recycling. *Sustainable Chemistry*, 2(1), 167-205.

Pin Lithium

Hiện nay, Việt Nam chưa có cơ sở tái chế pin lithium.

5.3.5. Tái chế thủy tinh

Tái chế kính phẳng từ các tấm quang điện thành kính phẳng mới dùng cho cùng một ứng dụng có thể là phương án tốt nhất, vì sẽ không làm mất giá trị của vật liệu kính trong quá trình tái chế. Tái chế thủy tinh phẳng (từ tấm quang điện cuối đời dự án) thành thủy tinh cho các vật dụng cũng là một lựa chọn có thể chấp nhận được. Tuy nhiên, giá trị của thủy tinh thường quá thấp để có thể bù đắp lại chi phí cho việc thu gom và thu thủy tinh vụn. Do đó, việc tái chế thủy tinh cần được trợ cấp. Ở Hà Lan, việc tái chế kính phẳng được hỗ trợ với mức phí là 0,4 euro cho mỗi m² kính phẳng thu được.

Về mặt kỹ thuật, một trong những thách thức chính để đảm bảo tái chế thủy tinh từ phẳng nằm ở khía cạnh việc cắt nhỏ/nghiền thủy tinh thải thích hợp. Một dự án “từ phẳng đến phẳng”⁷² đã được thành lập ở EU với mục đích chứng minh phương pháp nghiền mới đảm bảo rằng thủy tinh phẳng được tái chế thành thủy tinh phẳng.

Tại Việt Nam, tới cuối năm 2020 công suất lắp đặt các cơ sở sản xuất kính là 5120 tấn/ngày (355 triệu m²/năm), trong đó kính nổi là 3370 tấn /ngày⁷³. Ước tính sản lượng tích lũy của thủy tinh vụn từ các tấm quang điện cuối vòng đời dự án (theo báo cáo này) sẽ dao động từ 8.000 đến 105.000 tấn vào năm 2030, chiếm khoảng 5,61% công suất lắp đặt hiện có của ngành sản xuất kính. Về mặt lý thuyết, ngành công nghiệp thủy tinh nổi có thể có đủ năng lực để tái chế thủy tinh từ tấm quang năng cuối vòng đời trong giai đoạn trung hạn (2030) và dài hạn (2050).

5.3.6. Đồng xử lý cốt sợi polyme trong lò nung xi măng

Dựa trên các ước tính được cung cấp trong phần 3.4.3 của báo cáo này, lượng tích lũy cánh tuabin cuối đời dự án sẽ đạt 1.079 - 3.745 nghìn tấn vào năm 2030, 7.484 - 67.912 nghìn tấn vào năm 2040 và 88.254 - 346.079 nghìn tấn vào năm 2050.

Đồng xử lý sợi polyme gia cường (cacbon hoặc thủy tinh) trong lò nung xi măng là một quy trình được cả các nhà sản xuất polyme và ngành công nghiệp xi măng khuyến nghị. Dựa trên một báo cáo của Hiệp hội Công nghiệp Composites Châu Âu⁷⁴, việc xử lý vật liệu composite để sản xuất clinke có thể đảm bảo giảm phát thải CO₂ từ 5% đến 16% tùy thuộc vào lượng polyme thải được xử lý. Trong quá trình đồng xử lý, 100% chất thải composite được “thu hồi” dưới dạng năng lượng và nguyên liệu thô, dẫn đến thu hồi khoảng 67% nguyên liệu. Phần khoáng của composite, cụ thể là silica, canxi cacbonat, alumin, v.v., được tích hợp vào quá trình sản xuất clinke; và thu hồi được khoảng 33% năng lượng⁷⁵.

Công nghiệp xi măng có khả năng hấp thụ lượng phế liệu khá lớn, với điều kiện số lượng và chất lượng phế liệu phải phù hợp với thời gian. Báo cáo cập nhật ngành công nghiệp xi măng

⁷² <https://www.agc-flattoflat.eu/dissemination/photo-gallery/>

⁷³ <https://moc.gov.vn/vn/tin-tuc/1176/67145/da-tu-phat-trien-vat-lieu-xay-dung.aspx>

⁷⁴ European Composites Industry Association, Composites Recycling Made Easy, <https://eucia.eu/about-composites/sustainability>

⁷⁵ Krauklis, A.E.; Karl, C.W.; Gagani, A.I.; Jørgensen, J.K. Composite Material Recycling Technology—State-of-the-Art and Sustainable Development for the 2020s. *J. Compos. Sci.* 2021, 5, 28. <https://doi.org/10.3390/jcs5010028Rec>

của FPT⁷⁶ cho biết sản lượng xi măng hàng năm của Việt Nam ước tính đạt 101 triệu tấn vào năm 2020. Do đó, ngành công nghiệp này có thể là một lựa chọn có giá trị để tái chế các cánh quạt tuabin bằng sợi carbon thải ra từ các nhà máy điện gió khi kết thúc vòng đời dự án. Hiện nhiên sẽ cần có sự đầu tư về mặt xử lý trước đối với các loại chất thải này (tháo dỡ, cắt, nghiền) cũng như cơ sở hạ tầng thu gom và vận chuyển.

Tại Việt Nam, một số nhà máy xi măng đang áp dụng hệ thống xử lý chất thải nguy hại riêng trong cơ sở của mình. Hiệu quả kinh tế có thể rất cao do tiết kiệm được nguyên, nhiên liệu (CTNH dễ cháy góp phần cấp nhiệt và một số loại CTNH có thành phần phù hợp với sản xuất xi măng). Ngoài ra, đồng chế biến trong lò nung xi măng tận dụng được hệ thống sản xuất xi măng sẵn có, giúp tiết kiệm chi phí đầu tư cơ sở hạ tầng. Ngoài ra, chất thải nguy hại cũng được xử lý tốt trong các lò nung xi măng, không có tro và xỉ thứ cấp phát sinh ra như một thành phần của xi măng thành phẩm.

Hiện nay chưa có số liệu thống kê chính thức số lượng lò xi măng hoạt động đồng đốt chất thải nguy hại ở Việt Nam. Một số nhà máy - như nhà máy Holcim trước đây, hiện nay là Insee - có kinh nghiệm lâu năm trong việc xử lý chất thải nguy hại. Nhà máy Holcim đã thực hiện, trong khuôn khổ dự án chung của FAO UNDP/GEF “Xây dựng năng lực loại bỏ kho dự trữ thuốc trừ sâu POPs”, tiêu hủy khoảng 1000 tấn chất thải nguy hại bị ô nhiễm bởi thuốc trừ sâu POPs. Các nhà máy khác, bao gồm cả lò xi măng Bút Sơn ở miền Bắc Việt Nam, đã thỏa thuận với URENCO về việc xử lý chất thải có hàm lượng nhiệt cao (bao gồm cả nhựa) được sử dụng để thay thế than đá. Nhìn chung, các lò nung xi măng an toàn hơn về mặt phát thải vào khí quyển, do nhiệt trị rất cao của chúng và thực tế là tất cả tro xỉ được phối trộn kết hợp trong sản phẩm (clinker). Tuy nhiên, công nghệ này vẫn chưa được phát triển mạnh ở Việt Nam và rất ít công ty đốt rác có đầy đủ kiến thức kỹ thuật liên quan đến việc xử lý và lưu giữ an toàn chất thải loại này.

5.3.7. Tái chế đất hiếm và kim loại

Việc tái chế các nguyên tố đất hiếm trong lịch sử rất thấp (dưới 1%). Tuy nhiên, việc tái sử dụng và tái chế nam châm vĩnh cửu đất hiếm NdFeB của tuabin gió đơn giản hơn vì chúng tương đối lớn, dễ tiếp cận và có thể tháo lắp được. Liên quan đến việc tái chế, có một số lựa chọn. Các nam châm được xử lý thành bột/hợp kim bằng cách giảm kích thước trong môi trường khí hydro, thông qua việc hòa tan nam châm vĩnh cửu đất hiếm NdFeB, sau đó là quá trình tinh chế hoặc bằng cách nấu chảy nam châm thành hợp kim chính.

Bằng phương pháp xử lý hydro, các nam châm được nghiền nát và tái chế thành các nam châm mới. Công ty Hitachi, Nhật Bản đã phát triển một quy trình luyện kim để khôi phục các nguyên tố đất hiếm (REE) từ các ổ cứng. Sau khi tháo dỡ các ổ cứng và để lộ nam châm ra ngoài, REE được khôi phục ở nhiệt độ khoảng 1000°C. Quá trình này diễn ra mà không cần sử dụng axit. Hitachi đã xây dựng và vận hành một nhà máy quy mô siêu nhỏ với công suất 40 kg nam châm mỗi ngày.

5.3.8. Lò đốt

Lò đốt, sử dụng lò đốt cố định hai giai đoạn và lò quay, là công nghệ phổ biến trong các cơ sở xử lý chất thải nguy hại do có thể xử lý được nhiều loại chất thải nguy hại. Nhìn chung, tất cả các chất thải không dễ tái chế và có nhiệt trị tốt - như polyme, nhựa, gỗ - nên được xem xét để đốt hoặc đồng xử lý trong lò xi măng. Các thành phần kim loại và thủy tinh, hoặc chất thải có hàm lượng kim loại và thủy tinh cao không thích hợp để đốt do chúng tạo ra

⁷⁶ Báo cáo cập nhật ngành Công nghiệp xi măng, tháng 4/2020
http://www.fpts.com.vn/FileStore2/File/2020/05/14/Eng_Cement_Industry_Update042020_4d1632a8.pdf

hiều tro thải rắn. Vì lý do này, hầu hết các lò đốt chất thải nguy hại ở Việt Nam có công suất thiết kế/cấp phép tương đối nhỏ. Một số lò đốt được trang bị hệ thống than hoạt tính để xử lý khí thải và thu hồi nhiệt để phát điện. Công nghệ lò quay hiện đang dần được áp dụng tại Việt Nam, hiện tại có 2 cơ sở xử lý chất thải nguy hại đã được cấp phép được trang bị lò đốt bằng công nghệ lò quay. Đáng tiếc, một số lò đốt nhỏ ở địa phương không được trang bị hệ thống kiểm soát ô nhiễm không khí phù hợp, và điều này dẫn đến phát thải đáng kể một lượng lớn chất ô nhiễm vào không khí. Vấn đề này cũng ảnh hưởng đến một số lò đốt công suất lớn, nơi vẫn còn tồn tại các vấn đề như phân loại và nạp chất thải kém, thu hồi năng lượng kém hiệu quả từ xử lý chất thải, kiểm soát ô nhiễm không hiệu quả, v.v... Việc lấy mẫu và phân tích gần đây được thực hiện tại các lò đốt chất thải và các nhà máy công nghiệp tại tỉnh Bình Dương trong khuôn khổ dự án “POPS Việt Nam và Quản lý hóa chất có hại cho môi trường”⁷⁷ của UNDP/GEF, cho thấy 8/9 nhà máy đốt có nồng độ Dioxin /Furan trong khí thải vượt từ 1,2 đến hơn 40 lần giới hạn quy định quốc gia là 0,6 ngTeq/m³ theo QCVN 61:2016/BTNMT. Xem xét giới hạn quy định đã cao hơn 6 lần so với giá trị BAT được khuyến nghị của Công ước Stockholm, đây là vấn đề đáng báo động cần được xem xét và giải quyết trong tương lai gần.

5.3.9. Chôn lấp

Tình hình các bãi chôn lấp ở Việt Nam khá nghiêm trọng và cần được cải thiện đáng kể cả về mặt quản lý chất thải, kiểm soát và quy định. Do tồn đọng trong việc thực hiện phân loại chất thải nguy hại nên không rõ hiện nay lượng chất thải công nghiệp hay chất thải nguy hại được đưa về các bãi chôn lấp là bao nhiêu. Việt Nam hiện có 660 bãi chôn lấp, công suất 7.385.000 tấn/năm. Trong số 660 bãi thải này, chỉ có 30% được phân loại là bãi chôn lấp hợp vệ sinh với chất thải được che phủ hàng ngày. Vì chôn lấp là phương án xử lý rẻ nhất, nên ngay cả chất thải công nghiệp không được phân loại là nguy hại cũng có thể được vận chuyển đến các bãi chôn lấp trong thành phố. Trên toàn quốc, chỉ khoảng 22% chất thải được thu gom được chuyển đến các cơ sở xử lý khác nhau, thay vì chôn lấp. Lượng còn lại bị vứt bỏ bừa bãi⁷⁸.

6. Quản lý sau khi kết thúc vòng đời các nhà máy điện tái tạo - Khuyến nghị cho Việt Nam.

Việc sản xuất điện từ năng lượng tái tạo ở Việt Nam chỉ bắt đầu bùng nổ từ năm 2018. Tuổi thọ của các dự án tái tạo dao động từ 20 đến 30 năm, việc phát sinh chất thải trong vài năm tới sẽ rất ít và chủ yếu chỉ là hư hỏng và lỗi của thiết bị. Điều này cho thấy một cơ hội không thể bỏ qua để thiết lập một hệ thống thích hợp nhằm quản lý tốt hơn chất thải phát sinh từ các cơ sở năng lượng tái tạo sau khi kết thúc vòng đời dự án. Để làm được điều đó, những thách thức cần phải giải quyết đã được xác định trong nghiên cứu. Các kiến nghị đã được sắp xếp theo các chủ đề sau:

- Quản lý và phân loại chất thải;

⁷⁷ Mecie Vietnam (April 2019). Package: “Support to integrate institutional framework and regulations on management and reporting of persistent organic substances (POPs) and toxic chemicals in Binh Duong province”. Project: Management of persistent organic pollutants (POP) and toxic chemicals in Vietnam (ID: 91381)

⁷⁸ <https://documents1.worldbank.org/curated/en/504821559676898971/pdf/Solid-and-industrial-hazardous-waste-management-assessment-options-and-actions-areas.pdf>

- Công nghệ tái chế chất thải theo phân loại chất thải;
- Các khía cạnh tài chính và trách nhiệm bổ sung của nhà sản xuất (EPR);

6.1. Phân loại và quản lý chất thải

6.1.1. Phân loại chất thải và xây dựng các hướng dẫn cho quá trình tháo dỡ các tấm quang điện

Các tấm quang điện và tuabin gió có chứa ít hơn 5% các chất độc hại. Mặc dù một phần rất nhỏ các tấm quang điện và cánh quạt tuabin gió có chứa các chất độc hại, nhưng trong trường hợp những chất này vượt quá ngưỡng giới hạn đối với chất thải nguy hại và không thể được phân loại, toàn bộ vật liệu sẽ phải được phân loại là nguy hại. Đây là trường hợp ví dụ của tấm silicon được pha tạp kim loại nặng hoặc thủy tinh có chứa antimon. Các hóa chất nguy hại có thể chứa trong một số thành phần của nhà máy điện mặt trời và điện gió. Do đó, cần phải tiến hành phân loại chi tiết các sản phẩm, cấu kiện và thành phần nhỏ cho các tấm quang điện và điện gió cuối vòng đời dự án, để xác định nơi có mặt hoặc có thể hình thành các chất nguy hại trong quá trình xử lý. Việc phân loại như vậy có thể được phát triển cùng với các nhà sản xuất, là những người phải cung cấp tài liệu liên quan đến thành phần trong các sản phẩm của họ. Việc phân loại rác phải tuân theo các quy định hiện hành như Thông tư 36/2015/TT-BTNMT. Phân loại không đúng cách - như phân loại không nguy hại khi có thành phần chất độc hại, hoặc ngược lại - có thể dẫn đến các tác động bất lợi do ô nhiễm môi trường hoặc trường hợp thứ hai là tổn thất tài nguyên có giá trị và chịu gánh nặng kinh tế không thể giải quyết được trong quá trình vận chuyển và thải bỏ.

Tài liệu hướng dẫn phân loại chất thải từ các nhà máy năng lượng tái tạo và các thành phần của chúng cần được xây dựng với sự phối hợp của nhà sản xuất hoặc nhà nhập khẩu. Như vậy sẽ mang lại lợi thế to lớn và tránh được việc thải bỏ không đúng quy định các thành phần chất thải cuối vòng đời của hệ thống điện mặt trời và điện gió. Đối với các tấm quang điện, các nhà sản xuất có thể cung cấp hướng dẫn tháo dỡ cho các nhà nhập khẩu và quản lý chất thải để đảm bảo rằng các tấm quang điện cuối vòng đời dự án được tháo dỡ đúng cách. Ngoài ra, thông tin về phân loại chất thải cuối vòng đời từ các cơ sở sản xuất điện mặt trời và điện gió phải được các nhà nhập khẩu hoặc nhà sản xuất thiết bị cung cấp.

Đáng chú ý, việc phân loại chất thải thích hợp có thể cần thiết ngay cả khi nhà sản xuất chọn thu hồi lại thiết bị khi hết tuổi thọ hoặc trong trường hợp hỏng hóc. Cụ thể hơn, sẽ có nhu cầu xác định xem thành phần của các nhà máy điện mặt trời và điện gió cuối vòng đời có được coi là chất thải hay không (trong trường hợp này, việc vận chuyển chúng sẽ phải tuân thủ các quy tắc quốc gia và quốc tế về quản lý chất thải) hoặc thiết bị đang được bảo trì (và trong trường hợp này việc vận chuyển của họ chỉ phải tuân theo các quy định về vận chuyển hàng hoá). Điều này sẽ có tác động đáng kể đến phương thức được áp dụng cho việc vận chuyển xuyên biên giới đối với vật liệu làm ra các sản phẩm của họ.

6.1.2. Lập sổ đăng ký các cơ sở xử lý chất thải được cấp phép, theo loại chất thải và quy trình

Một trong những khó khăn trong công tác quản lý chất thải rắn là việc thu thập, quản lý, cập nhật và trao đổi dữ liệu về hiện trạng phát sinh và xử lý chất thải rắn. Hiện tại, chỉ một số địa phương đang xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu quản lý chất thải rắn của mình, ví dụ: Hồ Chí Minh, thành phố Đà Nẵng, thành phố Thái Nguyên, tuy nhiên chưa có sự liên kết với các cơ quan quản lý các cấp và các cơ sở dữ liệu hiện có không theo một chuẩn chung, gây khó khăn trong việc trao đổi dữ liệu.

Do đó, để nâng cao hiệu quả thu gom và xử lý các loại chất thải khác nhau, nên phát triển một số đăng ký quốc gia, có cả trực tuyến, về tất cả các cơ sở xử lý chất thải được cấp phép (ví dụ, cơ sở xử lý hoặc tái chế), bao gồm vị trí và danh mục và quy trình xử lý chất thải. Bằng cách này, Chủ nguồn thải mới có khả năng xác định trước những quy định mà người vận hành phải tuân thủ theo các quy định kỹ thuật hiện hành liên quan đến việc quản lý các loại chất thải cụ thể, bao gồm cả chất thải cuối vòng đời được tạo ra bởi các nhà máy điện mặt trời và điện gió.

6.1.3. Tăng cường thu gom và xử lý chính thức chất thải cuối vòng đời cho điện mặt trời và điện gió

Việc thu thập và tổng hợp hiện được coi là nút thắt chính cho việc quản lý chặt chẽ về môi trường đối với chất thải cuối vòng đời của các hệ thống điện mặt trời áp mái, hiện được vận hành chủ yếu bởi các đối tượng không chính thống.

Thật vậy, đối với một số vật liệu có giá trị thấp, dễ tái chế như thủy tinh và nhựa, thay vì hạn chế về công nghệ, thì khía cạnh thách thức nhất có thể thấy được là việc thiết lập cơ sở hạ tầng thu gom và tháo dỡ. Một lần nữa, điều này áp dụng nhiều cho điện mặt trời hơn là điện gió, vì cuối cùng, do kích thước và độ phức tạp của điện gió, nhiều khả năng chất thải của điện gió sẽ được quản lý trong các chuỗi dịch vụ chuyên dụng do các nhà sản xuất thiết lập.

Tuy nhiên, việc tháo dỡ đúng cách, dựa trên kiến thức cập nhật về thiết bị được tháo dỡ, là cách duy nhất để đảm bảo rằng vật liệu có thể tái chế được phân tách một cách hiệu quả và an toàn từ thiết bị cuối vòng đời. Điều này có thể đòi hỏi phải đảm bảo khả năng tài chính của hệ thống thu gom và của các trung tâm tháo dỡ.

Như đã thảo luận trong phần tái chế thủy tinh, “phí thu gom” có thể làm cho việc tái chế các vật liệu trở nên khả thi thay vì bị đổ vào các bãi chôn lấp vì giá trị tái chế của chúng thấp. Phí thu gom cần được đảm bảo thông qua việc thiết lập một cơ chế EPR thích hợp, trong đó nhà nhập khẩu, nhà sản xuất hoặc chủ sở hữu thiết bị sẽ trả trước chi phí cho việc thu gom và xử lý chất thải phát sinh từ các nhà máy năng lượng tái tạo đến khi kết thúc vòng đời thiết bị.

Hiện nay, ở Việt Nam, việc thu gom và tái chế rác thải điện tử, bao gồm cả pin axit chì, vẫn chủ yếu ở khu vực phi chính thức. Dựa trên báo cáo của MONRE (2020), “*Vấn đề lớn nhất hiện nay là Việt Nam chưa có ngành công nghiệp tái chế chất thải điện tử do thiếu nguồn cung cấp chất thải điện tử đầu vào đủ lớn và ổn định. Việt Nam chưa có một hệ thống quản lý có thể kiểm soát một lượng lớn chất thải điện tử và thu hồi các nguyên liệu có giá trị, ... Hầu hết chất thải điện tử được tái chế thủ công tại khoảng 90 làng nghề rải rác trên cả nước, sử dụng các kỹ thuật thủ công để phân loại, xử lý sơ bộ, nấu chảy và đúc kim loại từ rác thải điện tử*⁷⁹”. Hiện tại, các nhà tái chế Rác thải điện tử chính thức không có tính cạnh tranh vì họ phải tuân thủ các quy định nghiêm ngặt về môi trường mà các nhà tái chế không chính thức thường bỏ qua các quy định này. Tuy nhiên, việc chuyển đổi từ cách quản lý không chính thức hiện tại đối với Chất thải điện tử sang cách thức quản lý bền vững hơn có thể có tác động xã hội đáng kể, do *khoảng 13% hộ gia đình nông thôn dựa vào các hoạt động tái chế không chính thức để kiếm sống. Các làng nghề này hỗ trợ khoảng 10 triệu lao động và đã trở thành một nguồn thu nhập đáng kể cho các hộ nông nghiệp* (MONRE 2020, đã dẫn ở trên).

⁷⁹ MONRE (2020). Country Report On E-Waste Of Viet Nam. Available at http://bioie.oie.go.th/oieqrcode/uploadFile/oie621360278_1459684422.pdf

Từ những điều trên có thể thấy rằng vấn đề không chỉ giới hạn ở chất thải cuối vòng đời của điện mặt trời, mặc dù đây sẽ là một trong những dòng chất thải điện tử chiếm ưu thế trong tương lai. Tầm quang điện cần phải được tháo dỡ một cách tiêu chuẩn và hiệu quả, để tất cả các vật liệu thu hồi có thể được gửi đúng cách đến các cơ sở chuyên dụng có thể tái chế chất thải với hiệu suất tối đa. Điều này sẽ đòi hỏi các cơ sở tập trung có khả năng xử lý một lượng lớn các mô-đun với chi phí nhỏ và kiểm soát chặt chẽ về môi trường đối với hoạt động. Các trung tâm này sẽ tạo ra một lượng đáng kể rác tái chế có thể được xử lý bằng các công nghệ hiện có, trong khi đối với các vật liệu khác (như tấm silicon), các công nghệ thích hợp sẽ phải được thiết lập.

Do đó, khuyến nghị kịp thời cho việc thiết lập các quy định chặt chẽ về môi trường tài chính phù hợp, để đảm bảo rằng việc tái chế chất thải cuối vòng đời của hệ thống điện mặt trời và điện gió được quản lý theo một quy trình quản lý chất thải được quy định chính thức. Vì vấn đề tái chế không chính thức không chỉ ảnh hưởng đến chất thải từ nhà máy năng lượng tái tạo mà ảnh hưởng đến cả việc quản lý tất cả các chất thải điện tử, nên đây có thể là cơ hội để từng bước củng cố và điều chỉnh lại toàn bộ lĩnh vực chất thải điện tử. Điều đó có thể đòi hỏi: i) Thiết lập danh sách chất thải (bao gồm rõ ràng chất thải từ năng lượng tái tạo và các thành phần của chúng) chỉ có thể được xử lý tại các cơ sở được cấp phép; ii) hỗ trợ các nhà xử lý không chính thức tập trung lại và chuyển sang hướng quản lý chất thải được cấp phép và an toàn với môi trường; iii) đảm bảo thực thi hiệu quả các quy tắc trên thông qua giám sát chặt chẽ. Một lần nữa, cần thiết xây dựng một cơ chế tài chính phù hợp dựa trên thỏa thuận bắt buộc giữa người mua và nhà nhập khẩu/ nhà sản xuất, hoặc tốt hơn là bằng hệ thống EPR.

6.2. Công nghệ tái chế chất thải bằng cách phân loại chất thải

6.2.1. Chất thải đã có sẵn cơ sở tái chế tại Việt Nam

Công nghệ tái chế nhôm, đồng, thép, nhựa và thủy tinh đã có sẵn ở Việt Nam và nếu được tổ chức hợp lý có thể đảm bảo xử lý một lượng đáng kể chất thải cuối vòng đời cho các dự án điện mặt trời và điện gió. Hiện đã có một cơ sở hạ tầng công nghiệp gồm các lò luyện thứ cấp và các nhà tái chế thép, đồng, nhôm và một số loại nhựa. Việc hợp tác với các nhà sản xuất kính được khuyến nghị để xác định năng lực, khả năng, sự thích ứng về kỹ thuật cần thiết để đảm bảo loại thủy tinh đặc biệt sử dụng tấm quang điện đã qua sử dụng tái chế để tạo ra thủy tinh cho tấm quang điện mới. Các phân chất thải đã được phân tách và phân loại cần được chuyển đến các cơ sở này để thu hồi nguyên liệu. Dòng vật chất qua các kênh này nên được tăng cường chất lượng thông qua các thông số kỹ thuật về tái chế và thu hồi.

6.2.2. Chất thải có thể cần qua quy trình xử lý sơ bộ

Rác thải điện gió, đặc biệt là cánh tuabin, có thể được xử lý ban đầu trong các cơ sở tái chế và băm nhỏ nhựa hiện có trước khi chúng được đưa đến đồng xử lý trong lò xi măng. Các cánh quạt composite của các nhà máy điện gió thường có thành phần khá đồng đều và các nhà sản xuất nắm rõ thành phần của cánh quạt gió. Hiện nay, công nghệ tái chế nhựa trong lò xi măng vẫn chưa được phát triển rộng rãi ở Việt Nam. Thêm vào đó, công nghệ tiền xử lý và đồng xử lý nhựa cốt sợi cũng hoàn toàn thiếu. Do đó, cần phải đầu tư về mặt công nghệ xử lý sơ bộ (giảm kích cỡ, nghiền nhỏ) trước khi đưa vào xử lý trong lò xi măng. Việc đồng xử lý cốt sợi -FRPs chỉ có thể thực hiện được thông qua việc thiết lập các tiêu chuẩn và quy trình chất lượng cần được thống nhất giữa các nhà sản xuất cánh quạt gió và ngành công nghiệp xi măng. Quá trình này có khả năng sinh lời mặc dù đã chứng minh rằng đối với chất thải nhựa, thu nhập tạo ra từ việc tiết kiệm nhiên liệu và vật liệu chỉ đủ để trang trải chi phí

xử lý sơ bộ⁸⁰. Do đó, ngay cả trong trường hợp này, có thể cần thiết lập một cơ chế hỗ trợ được chia sẻ bởi các nhà sản xuất cánh quạt gió và ngành xi măng. Tuy nhiên, do việc đồng xử lý chất thải nhựa có mức phát thải KNK nhỏ hơn so với việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch và nguyên liệu thô từ khai thác, tín chỉ các-bon cũng nên được đưa vào đánh giá như là một nguồn tài chính bổ sung tiềm năng.

Khả năng đồng xử lý các cánh gió composite trong nhà máy xi măng trước tiên cần được thiết lập thông qua một dự án thí điểm. Nếu thí điểm thành công, quá trình này có thể được nhân rộng sang nhiều loại chất thải cốt sợi polymer (FRP), bao gồm cả các bộ phận xe hơi, vỏ tàu thuyền cuối vòng đời, ... Nếu phát hiện vấn đề về mặt kỹ thuật xảy ra trong các nhà máy xi măng, thì các biện pháp bảo vệ và yêu cầu kỹ thuật bổ sung cần thiết phải được quy định rõ ràng.

Liên quan đến tấm quang điện cuối vòng đời, một cơ chế có thể là cần thiết phát triển năng lực xử lý sơ bộ cụ thể cho một loại thủy tinh. Thủy tinh có độ ổn định cao và độ trong suốt cao được sử dụng trong tấm quang điện có giá trị cao hơn so với thủy tinh thông thường, và việc tách thủy tinh này thành thủy tinh có giá trị thấp (tức là vật liệu làm đồ đựng bằng thủy tinh) có thể làm mất giá trị vật liệu. Hiện tại không có đủ thủy tinh thải từ tấm quang điện cuối vòng đời để xác minh chi phí của dây chuyền sản xuất chuyên dụng để sản xuất thủy tinh PV từ thủy tinh PV thải (tái chế ngang). Tuy nhiên, trong tương lai, khi một lượng lớn PV hết tuổi thọ, việc tái chế trực tiếp thủy tinh PV (bao gồm cả thủy tinh có thêm antimon) thành thủy tinh PV mới có thể là một lựa chọn khả thi, tương tự như đồng xử lý FRP, cũng có thể tạo ra một cơ chế giảm phát thải KNK. Do đó, việc thiết lập trao đổi kỹ thuật và hợp tác với các nhà sản xuất thủy tinh được khuyến nghị để xác định, về trung hạn, năng lực kỹ thuật, khả năng kỹ thuật và khả năng thích ứng để tái chế kính PV theo chiều ngang. Trong ngắn hạn, thủy tinh PV cuối vòng đời có thể được tái chế thành thủy tinh nổi thông thường hoặc thủy tinh làm vật liệu đựng, sau khi xử lý sơ bộ và cắt nhỏ thích hợp.

6.2.3. Chất thải mà các công nghệ chuyên dụng còn thiếu ở Việt Nam và cần được thiết lập

Một số nguyên liệu thô và đất hiếm có trong các sản phẩm và thành phần thiết bị điện mặt trời và điện gió không chỉ là ưu tiên về môi trường mà còn thể hiện khía cạnh chiến lược liên quan đến sự sẵn có của các nguyên liệu thô hiếm để sản xuất. Trong báo cáo được mô tả rõ ràng, ví dụ, các nguyên liệu thô quan trọng cần thiết cho công nghệ điện mặt trời và điện gió hiện có tầm quan trọng chiến lược địa lý như thế nào. Do đó, năng lực trong trung hạn và dài hạn, là để thiết lập các công nghệ cơ bản của quốc gia để khai thác các vật liệu này từ chất thải (không chỉ điện mặt trời, điện gió, mà còn cả chất thải điện tử) cũng là chiến lược.

Kiến nghị được đưa ra là nên đầu tư phát triển các công nghệ này, đồng thời đảm bảo lưu giữ lâu dài các dòng chất thải từ cơ sở điện mặt trời và điện gió có thể có giá trị cao hoặc các yếu tố chiến lược địa lý. Đồng thời, các mục tiêu tái chế cho các tấm quang điện phải được thiết lập theo giá trị thành phần và vật liệu, và không chỉ dựa trên tỷ lệ giữa trọng lượng tổng thể của vật liệu tái chế so với trọng lượng của tấm pin, vì điều đó có thể dẫn đến việc không thu hồi được các vật liệu có giá trị cao/nguy hại như silicon, bạc, chì, đồng, cadmium, tellurium, là các loại vật liệu khó thu hồi, tốn kém hơn và chỉ chiếm dưới 10% trọng lượng của tấm quang điện.

⁸⁰ Lafarge-Holcim and GIZ, 2019. Guidelines on Pre- and Co-processing of Waste in Cement Production, Use of waste as alternative fuel and raw material.

Căn cứ tổng quan hiện trạng quản lý chất thải cuối vòng đời của các hệ thống điện mặt trời và điện gió trên thế giới, dù đưa việc tái chế các tấm quang điện vào chỉ thị WEEE đã có hiệu quả trong việc thiết lập quản lý cuối vòng đời thích hợp cho các tấm quang điện thì vẫn chưa khuyến khích được việc tái chế hoặc phục hồi các vật liệu có giá trị cao. Chỉ thị WEEE yêu cầu thu hồi 85% và mục tiêu tái sử dụng/tái chế 80% trọng lượng của các tấm quang điện. Điều này tạo ra lỗ hổng khi các nhà tái chế chỉ thu hồi các vật liệu có thể dễ dàng tái chế như thủy tinh và nhôm từ các tấm quang điện, thành phần chiếm hơn 80% trong lượng của tấm quang điện. Điều này dẫn đến việc không thu hồi được các vật liệu có giá trị cao như silicon, bạc, chì, đồng, cadmium, tellurium, chiếm dưới 10% trọng lượng của tấm quang điện.

Tại Việt Nam, theo dự thảo Thông tư hướng dẫn thực hiện Luật Bảo vệ Môi trường, tối thiểu 80% kim loại, nhựa, thủy tinh có thể được thu hồi từ một sản phẩm đáp ứng yêu cầu phế liệu được sử dụng để làm nguyên liệu sản xuất trong các ngành công nghiệp. Mặc dù hạn ngạch này còn ít, nhưng nó thể hiện những nỗ lực đáng kể của Việt Nam trong việc tái chế các sản phẩm hữu ích. Do đó, một vài nghiên cứu và thảo luận đang được thực hiện trong lĩnh vực kỹ thuật và chính sách liên quan đến việc thiết lập các hạn ngạch vật liệu riêng lẻ cần được tích hợp vào các mục tiêu tái chế và thu hồi tổng thể để đảm bảo quản lý bền vững đến cuối đời dự án.

6.2.4. Chất thải không thể tái chế: đốt và chôn lấp

Đốt hoặc chôn lấp nên được coi là phương án xử lý cuối cùng đối với chất thải được phân loại là không thể tái chế. Bất cứ khi nào có thể, việc đốt rác nên bao gồm việc thu hồi năng lượng từ nhiệt lượng của chất thải, và việc chôn lấp phải được thực hiện trên các bãi chôn lấp hợp vệ sinh được thiết kế, giới hạn ở các dòng chất thải không thể tái chế hoặc đốt. Nhìn chung, cả đốt và chôn lấp đều không nên được khuyến khích vì tác động đến môi trường và chúng không tuân thủ các tiêu chí của nền kinh tế tuần hoàn.

Chôn lấp

Chi phí chôn lấp rác thải của Việt Nam rất thấp. Với rác thải đô thị, dựa trên các số liệu do Bộ TNMT cung cấp và được báo cáo trong báo cáo gần đây của Ngân hàng Thế giới (WB)⁸¹, chi phí chôn lấp chỉ là 4USD / tấn, thể hiện rõ ràng rằng “mức chi tiêu thấp hơn khi so sánh với chi phí chôn lấp cần thiết ở các bãi chôn lấp được thiết kế và kiểm soát phù hợp mà không ảnh hưởng đến môi trường xung quanh”. Mặc dù chi phí này là dành cho chôn lấp rác thải ở đô thị, nhưng đây là một chỉ số rõ ràng về chi phí chôn lấp trong nước. Hơn nữa, dựa trên cùng một báo cáo, chỉ có 30% các bãi chôn lấp có thể được phân loại là bãi chôn lấp hợp vệ sinh.

Để giảm lượng chất thải chôn lấp, cần áp dụng chi phí thải bỏ cao hơn, bao gồm cả thuế thải bỏ. Chi phí cao hơn nên được sử dụng để thiết lập các bãi chôn lấp an toàn và được thiết kế phù hợp với các tiêu chuẩn quốc tế. Tuy nhiên, nhìn chung, việc chôn lấp chất thải có thể tái chế nên được khuyến khích. Ví dụ, ở Úc, thuế chôn lấp giao động từ 71 đến 199,2 đôla Úc cho 1 tấn; Từ ngày 01/04/2020, thuế chôn lấp ở Vương quốc Anh là 94,15 bảng cho 1 tấn

⁸¹ Solid and industrial hazardous waste management assessment, options and action area to implement the national strategy. World Bank, 2018, available at

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/352371563196189492/pdf/Solid-and-industrial-hazardous-waste-management-assessment-options-and-actions-areas.pdf>

đối với chất thải dễ phân hủy và 3 bảng Anh cho 1 tấn chất thải khó phân hủy. Ở Áo, mức phí hiện tại cho chôn lấp chất thải khối lớn hoặc chất thải nguy hại là 29,08 Euro cho 1 tấn.

Chỉ thị về chôn lấp của EU (1999) cấm chôn lấp một số chất thải nguy hại. Một đánh giá về chính sách quản lý chất thải của châu Âu đã chỉ ra rằng các lệnh cấm chôn lấp có hiệu quả chuyển hướng chất thải khỏi bãi chôn lấp và hướng tới thu hồi năng lượng. Trong điều kiện của Việt Nam, **sự kết hợp giữa thuế và lệnh cấm chôn lấp (cùng với một số chính sách và quy định quản lý chất thải khác) sẽ giúp đảm bảo việc xử lý chất thải tồn đọng sẽ thay đổi đáng kể từ việc chôn lấp sang các phương pháp xử lý thích hợp hơn.**

Kết hợp các biện pháp hạn chế từng bước việc chôn lấp với một chương trình quản lý sản phẩm cũng có thể là một biện pháp can thiệp hiệu quả để thúc đẩy các hoạt động thu gom và tái chế của các hệ thống điện mặt trời và điện gió. Giáo dục và nhận thức một cách rõ ràng, nhất quán và các cộng đồng có thể tiếp cận được với nhiều thông tin sẽ phải là một phần chính của bất kỳ phương pháp tiếp cận bổ sung trách nhiệm của người sản xuất (EPR) nào. Tuy nhiên, cần phải có các biện pháp khuyến khích và đầu tư vào nhà máy tái chế để phát triển khả năng và năng lực trong nước để tránh các vấn đề tồn đọng.

Đốt rác

Tại Việt Nam, có một số quy định tiêu chuẩn phát thải cho quá trình đốt rác. Nghị định 38/2015/NĐ-CP của Chính phủ quy định các phương thức kiểm soát chất thải công nghiệp. Các nguồn phát sinh khối lượng nước thải lớn cần phải đăng ký và thực hiện quan trắc tự động. Tuy nhiên, Nghị định không quy định về quan trắc khí thải tự động đối với lò đốt chất thải rắn.

Theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về lò đốt chất thải công nghiệp (QCVN 61-MT:2016/BTNMT), phải thực hiện quan trắc môi trường định kỳ 3 tháng/ lần. Việc quan trắc môi trường tự động và liên tục được yêu cầu đối với bụi, NO_x, SO_x, CO. Việc lấy mẫu khí thải và phân tích dioxin / furan chỉ được thực hiện trong trường hợp đốt chất thải có chứa thành phần halogen hữu cơ vượt ngưỡng chất thải nguy hại theo quy định tại QCVN 07:2009/BTNMT hoặc trong một số trường hợp có yêu cầu đặc biệt khác theo yêu cầu cụ thể của cơ quan cấp phép.

Tuy nhiên, do không có yêu cầu nào liên quan đến địa điểm và thời gian giám sát đối với từng loại hình sản xuất hoặc việc ghi chép chính thức đối với chất thải rắn được xử lý, nên khó có thể xác định các trường hợp chất thải có chứa các chất halogen sẽ kích hoạt việc giám sát dioxin và furan.

Thật vậy, một cuộc khảo sát gần đây do UNDP thực hiện trong khuôn khổ dự án GEF về quản lý các chất POP cho thấy việc phát thải U-POP của lò đốt chất thải công nghiệp thường xuyên vượt quá tiêu chuẩn quốc gia. Hơn nữa, tiêu chuẩn quốc gia về phát thải U-POPs từ lò đốt công nghiệp không tuân thủ BAT được thiết lập theo Công ước Stockholm mà Việt Nam là thành viên.

Vì lý do trên, khuyến nghị một mặt cần cải thiện quy chuẩn kỹ thuật về đốt rác để đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn môi trường nghiêm ngặt hơn; mặt khác là hạn chế đốt rác thải từ điện gió và điện mặt trời, không chỉ đối với các dòng thải cụ thể không dễ tái chế và đồng thời không mang tính chiến lược, cũng cần lưu ý rằng chất thải có nhiệt trị cao nên được đánh giá tốt hơn để đồng xử lý trong lò xi măng.

Trong khuôn khổ này, cần đề cập đến dự án “Ecolabel”⁸², trong đó khái niệm đã được GEF phê duyệt, sẽ cung cấp hỗ trợ kỹ thuật và tài chính để cải thiện quy định về phát thải U-POP của các cơ sở công nghiệp và để làm rõ hệ thống xử lý ô nhiễm không khí. Hệ thống cho phép các cơ sở công nghiệp tuân thủ các điều khoản liên quan đến U-POP do Công ước Stockholm thiết lập.

6.2.5. Chất thải có thể xuất khẩu

Có thể cần sự di chuyển xuyên biên giới chất thải, đặc biệt là trong những năm đầu tiên trước khi năng lực kỹ thuật và hiệu quả kinh tế khả thi, để có thể tái chế và xử lý chất thải cuối vòng đời của hệ thống điện mặt trời và điện gió ở Việt Nam. Cho đến lúc đó, đặc biệt là khi khối lượng chất thải còn ít, có thể cần xuất khẩu các phần đã thu gom để đưa đến cơ sở xử lý và tái chế. Điều quan trọng nhất của việc này là phải đảm bảo rằng các quy định của Công ước Basel được tuân thủ và phù hợp với luật pháp và hướng dẫn quốc gia quy định về xử lý rác thải điện mặt trời và điện gió. Đã có thể xuất khẩu chất thải theo các quy định hiện hành. Kiến nghị các cơ quan chức năng và các cơ quan có thẩm quyền chịu trách nhiệm về các thông báo của Basel được đào tạo và nâng cao năng lực để có thể ủy quyền một cách thích hợp các thông báo tán thành.

6.3. Khía cạnh tài chính và Bổ sung Trách nhiệm của nhà sản xuất (EPR)

6.3.1. Thiết lập cơ chế tài chính đảm bảo tính bền vững, tuân thủ nguyên tắc bên gây ô nhiễm trả tiền.

Người ta ước tính rằng tổng chi phí đầu tư cho quản lý chất thải rắn sẽ đạt khoảng 13 tỷ USD vào năm 2030. Ước tính này không bao gồm chi phí vận hành, chi phí này thêm vào sẽ tăng hàng năm 2,2 USD⁸³. Rõ ràng chi phí này cần phải được nội tại hóa, nói cách khác, chi phí này không thể được chi trả bởi cộng đồng hoặc chính phủ, mà thay vào đó cần phải được chi trả bởi người sinh ra chất thải, tuân thủ nguyên tắc bên gây ô nhiễm phải trả tiền. Chỉ bằng cách này, những người sinh ra chất thải mới có động lực trong việc giảm thiểu hoặc tái chế chất thải.

Liên quan đến chất thải cuối vòng đời từ các nhà máy năng lượng tái tạo, kinh nghiệm của các nước khác trong việc thu gom và xử lý các tấm quang điện trong những năm qua, cũng như kinh nghiệm sâu rộng hơn từ các dòng chất thải thiết bị điện và điện tử (WEEE) chỉ ra rằng giá trị vật chất thực của chất thải vượt quá tổng chi phí thu gom, tập kết, vận chuyển và xử lý. Do đó, cần phân tích chi tiết về chi phí để lập kế hoạch hoạt động và tài chính cho việc thu gom, vận chuyển và tái chế chất thải, với việc xác định rõ ràng các nguồn tài chính phù hợp với nguyên tắc bên gây ô nhiễm phải trả tiền.

6.3.2. Quy định trách nhiệm bổ sung của nhà sản xuất (EPR) tại Việt Nam

Hiện nay, theo Dự thảo Nghị định hướng dẫn thực hiện Luật Bảo vệ môi trường (2020), quy định về việc thực hiện trách nhiệm bổ sung của nhà sản xuất phải tạo ra một cơ sở bao gồm trách nhiệm tài chính đối với các nhà chế tạo/nhập khẩu/sản xuất để đảm bảo chi phí thu hồi và tái chế của việc thu gom, tập kết, vận chuyển và xử lý được chi trả thông qua phí tái chế.

⁸² [Reduce the impact and release of mercury and POPs in Viet Nam through lifecycle approach and Ecolabel](#), GEF10519

⁸³ <https://documents1.worldbank.org/curated/en/352371563196189492/pdf/Solid-and-industrial-hazardous-waste-management-assessment-options-and-actions-areas.pdf>

Các nhà sản xuất hoặc các nhà nhập khẩu có thể lựa chọn một trong các hình thức tái chế sau theo quy định của Luật Bảo vệ Môi trường: a) tự tái chế; b) thuê đơn vị tái chế; c) ủy quyền cho bên thứ 3 để thực hiện tái chế (PRO).

Các nhà sản xuất và các nhà nhập khẩu cũng có thể chọn lựa cơ chế đóng góp tài chính cho Quỹ Bảo vệ Môi trường Việt Nam. Mức đóng góp tài chính được xác định theo khối lượng hoặc đơn vị sản phẩm sản xuất và nhập khẩu được bán ra thị trường. Đóng góp tài chính được nộp và hoàn trả tại Quỹ Bảo vệ môi trường Việt Nam, Quỹ Bảo vệ môi trường cấp tỉnh hoặc tổ chức tài chính, tín dụng theo quy định của pháp luật. Trường hợp số tiền bảo lãnh tài chính còn lại, tổ chức tín dụng có trách nhiệm hoàn trả số tiền bảo lãnh tài chính còn lại cho tổ chức, cá nhân đã bảo lãnh tài chính cho việc bảo vệ môi trường.

Hiện tại, có rất ít thông tin về hiệu quả của cơ chế này. Tuy nhiên, thực sự có rủi ro là việc tập trung doanh thu tài chính khổng lồ cần thiết cho việc xử lý chất thải chỉ vào một cơ quan cấp Bộ có thể dễ dàng tạo ra một điểm nghẽn của toàn bộ hệ thống. Do đó, khuyến nghị nên đánh giá khối lượng công việc hành chính mà hệ thống tập trung hiện tại sẽ đòi hỏi, với mục đích để tiến dần đến việc phân cấp hơn nữa đối với nguồn tài chính EPR.

Như đã giải thích, Quy định về việc thực hiện trách nhiệm bổ sung của nhà sản xuất (EPR) tại Việt Nam đang trong quá trình thảo luận. Tuy nhiên, nhà máy điện gió không nằm trong diện này nếu không có quy định pháp luật yêu cầu thực hiện. Mặc dù nhà máy điện gió phần lớn là dự án công nghiệp và có thể được điều chỉnh với các chương trình khác với EPR (ví dụ như trong quá trình cấp phép), nó không thuộc trường hợp của điện mặt trời áp mái mà hầu hết đều thuộc sở hữu của tư nhân/ hộ gia đình. Việc áp dụng pháp luật dựa trên EPR sẽ tạo ra trách nhiệm cho các nhà sản xuất hoặc nhập khẩu của tấm quang điện và tuabin điện gió để đảm bảo rằng họ có các hệ thống và quy trình để thu hồi và gửi các sản phẩm cuối vòng đời đi tái chế. Quy định dựa trên EPR có thể được áp dụng theo pháp luật hiện hành, nên thực hiện dưới dạng Thông tư.

Phạm vi sản phẩm theo qui định EPR phải bao gồm tất cả các loại sản phẩm điện gió và mặt trời, bao gồm cả các sản phẩm hướng đến người tiêu dùng như hệ thống năng lượng mặt trời trên mái nhà cũng như các công trình phát điện Doanh nghiệp với doanh nghiệp (Business-to-Business B2B) quy mô lớn.

Luật về EPR nên được cân nhắc tới các bên liên quan bao gồm các Bộ, các nhà sản xuất/nhập khẩu, nhà lắp đặt, nhà phát triển, nhà tái chế các sản phẩm năng lượng mặt trời và gió và các tổ chức có liên quan khác. Luật quy định chi tiết về chất thải cuối vòng đời của điện mặt trời tuy nhiên Luật cũng phải cung cấp rõ ràng về định nghĩa chất thải từ điện gió, phạm vi sản phẩm được điều chỉnh theo luật, mục tiêu thu gom và tái chế (lý tưởng) cũng như các khía cạnh khác như yêu cầu báo cáo và ủy quyền cho các nhà cung cấp dịch vụ xử lý.

Luật về EPR có thể được xây dựng thông qua một quy trình của các bên liên quan để xác định mục tiêu, phạm vi và cơ chế hoạt động, bao gồm cả cơ chế tài chính. Cấu trúc EPR có thể được thực hiện thông qua một số mô hình, chẳng hạn như:

1. **Mô hình nhà nước điều hành**, tương tự như Trung Quốc, trong đó cơ quan cấp Bộ thu phí EPR theo hàng rào khoanh vùng (giống thuế sinh thái hơn) và quản lý hệ thống. Có những mô hình hỗn hợp, chẳng hạn như ở Đài Loan, có hệ thống EPR do nhà nước điều hành, nhưng hoàn toàn là hàng rào khoanh vùng và vận hành tự động.
2. **Mô hình do nhà sản xuất điều hành thông qua Tổ chức Thực hiện Trách nhiệm của Nhà sản xuất (PRO)** và thường là một tổ chức phi lợi nhuận. PV Cycle ở Châu Âu là một PRO do ngành thiết lập để tuân thủ các quy định của chỉ thị WEEE. Mô hình PRO cũng đang được nhân rộng ở các nước như Kenya và Nam Phi, v.v ... đối

với rác thải điện tử, thường bao gồm các tấm quang năng, và không áp dụng cho các hệ thống năng lượng gió.

3. **Mô hình định hướng bởi thị trường** chẳng hạn như ở Anh và Đức, các nhà cung cấp dịch vụ tuân thủ cạnh tranh cho các doanh nghiệp thu gom và tái chế chất thải điện tử. Để đảm bảo hoàn thành các nghĩa vụ mục tiêu, có thể giao dịch khối lượng đã xử lý, mặc dù nó đã được coi là tạo ra các động lực không công bằng.
4. **Mô hình do các nhà tái chế điều hành** - đây là mô hình phổ biến khi không có quy định hoặc kinh phí cho việc thu gom và xử lý chất thải. Các nhà điều hành doanh nghiệp kinh doanh, trong khu vực chính thức và phi chính thức, tái chế chất thải có thể cung cấp cho họ những phần nhỏ có giá trị. Điều này dẫn đến việc chỉ lựa chọn những phần có giá trị, phần còn lại sẽ được thải bỏ trong môi trường.

Quy trình các bên liên quan sẽ cần tìm hiểu chi tiết các lựa chọn để vận hành hệ thống EPR, và xác định cấu trúc phù hợp nhất cho Việt Nam do không có một mô hình chung nào phù hợp với tất cả. Vì quy trình của các bên liên quan có thể mất vài năm, nên cần bắt đầu thực hiện sớm nhất có thể để có một hệ thống sẵn sàng cho Việt Nam khi khối lượng chất thải tăng lên.

6.3.3. Quy định trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR) cho module điện mặt trời áp mái

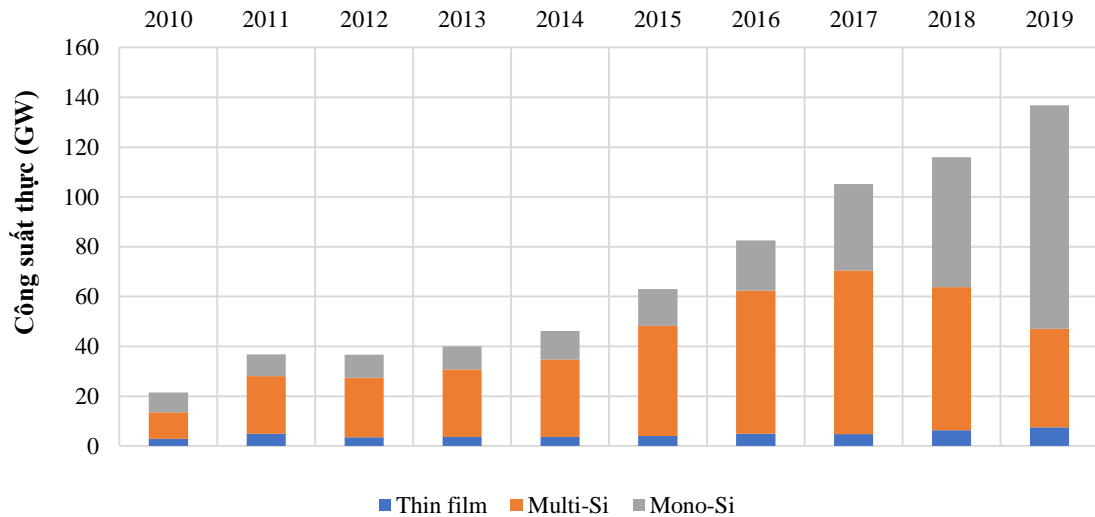
Các hệ thống điện mặt trời áp mái hiện nay do các hộ gia đình sở hữu, như điện mặt trời áp mái quy mô nhỏ, không được quy định là chất thải công nghiệp hoặc chất thải nguy hại. Hơn nữa, trong trường hợp không có cơ chế EPR, một khi hệ thống điện mặt trời bị hỏng, chi đơn giản là chúng không được quản lý. Chỉ khi người mua đã thiết lập hợp đồng bảo trì riêng với nhà cung cấp, nhà cung cấp mới có thể lấy lại thiết bị bị lỗi hoặc cuối vòng đời. Nếu không, những thiết bị này chỉ được cất giữ trong nhà hoặc do những người thu gom đồng nát không chính thức thu gom đem đi. Như đã giải thích trong báo cáo này, EPR là cơ chế chính để đảm bảo rằng tấm quang điện được quản lý đúng cách vào cuối vòng đời của chúng, về cơ bản bằng cách đưa ra thỏa thuận bắt buộc được chứng nhận giữa người mua và nhà cung cấp trong việc tái chế thiết bị cuối vòng đời. Ví dụ ở một số nước Châu Âu, người mua hệ thống điện mặt trời được khuyến nghị ký hợp đồng với nhà điều hành, quản lý chất thải có thẩm quyền để xử lý hoặc thu hồi thiết bị của họ với sự phân bổ chi phí hợp lý, ngay khi mua thiết bị. Điều này sẽ có lợi ích để i) nội tại hóa chi phí môi trường của việc xử lý chất thải cuối vòng đời của hệ thống điện mặt trời; ii) đảm bảo rằng vật liệu đó được xử lý hoặc tái chế đúng cách bởi những người hoạt động được chứng nhận; iii) đảm bảo ngân sách cho việc xử lý tấm quang điện cuối vòng đời. Từ quan điểm tài chính, một trong những đặc thù của EPR trong trường hợp xử lý tấm quang điện, là sự chậm trễ kể từ thời điểm ký hợp đồng xử lý hoặc tái chế nhờ EPR (sẽ được ký khi thiết bị được mua) và việc xử lý hiệu quả của thiết bị EOL hoặc thiết bị bị lỗi: thời gian có thể kéo dài đến hơn 20 năm. Điều này có thể đòi hỏi một sự quản lý tài chính hợp lý đối với các quỹ dành cho EPR để tránh mất giá trị của chúng so với chi phí thị trường xử lý / tái chế.

Phụ Lục

Phụ lục 1: Phân tách vật liệu – các tấm quang điện

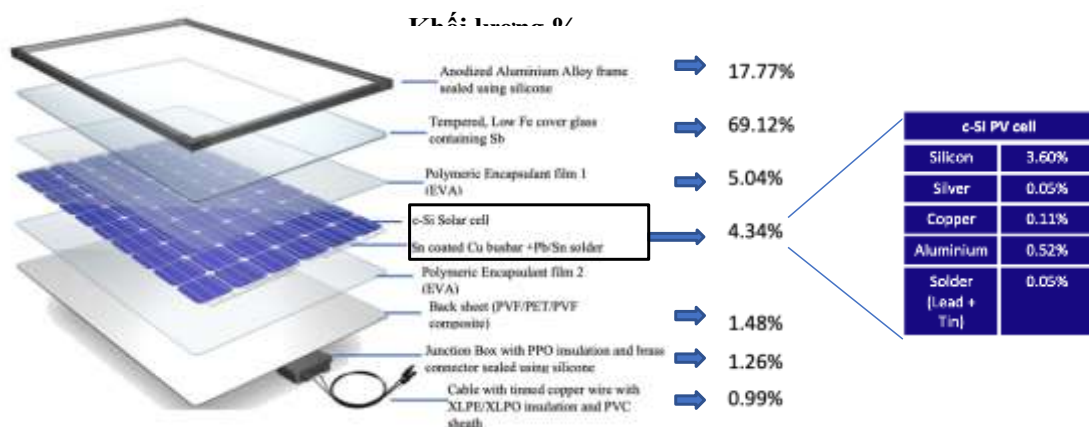
Thị trường điện mặt trời toàn cầu đã được thống trị chủ yếu bởi các mô-đun silicon tinh thể (Đa tinh thể và Đơn tinh thể), chiếm 95% thị phần trong 5 năm qua. Các mô-đun dựa trên màng mỏng do CdTe chiếm phần còn lại của thị trường

Thị phần toàn cầu của sản xuất mô-đun PV phân theo công nghệ



Hình 34. Thị phần sản xuất tấm quang điện trên thế giới – theo công nghệ⁸⁴

Hiện tại, tấm quang điện tinh thể (c-Si) phổ biến nhất có công suất 300 W với bề mặt sau (BSF) được làm từ các thành phần khác nhau như thể hiện trong Hình 35

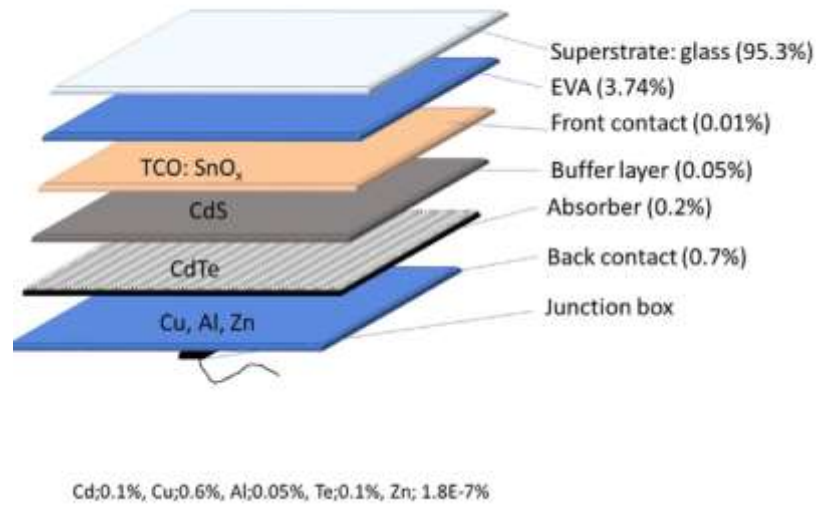


Hình 35. Phân tách vật liệu tinh thể silicon tấm quang điện (Tổng trọng lượng: 22,2 kg)⁸⁵

⁸⁴ Fraunhofer-Photovoltaics Report 2020

⁸⁵ EU-JRC Study

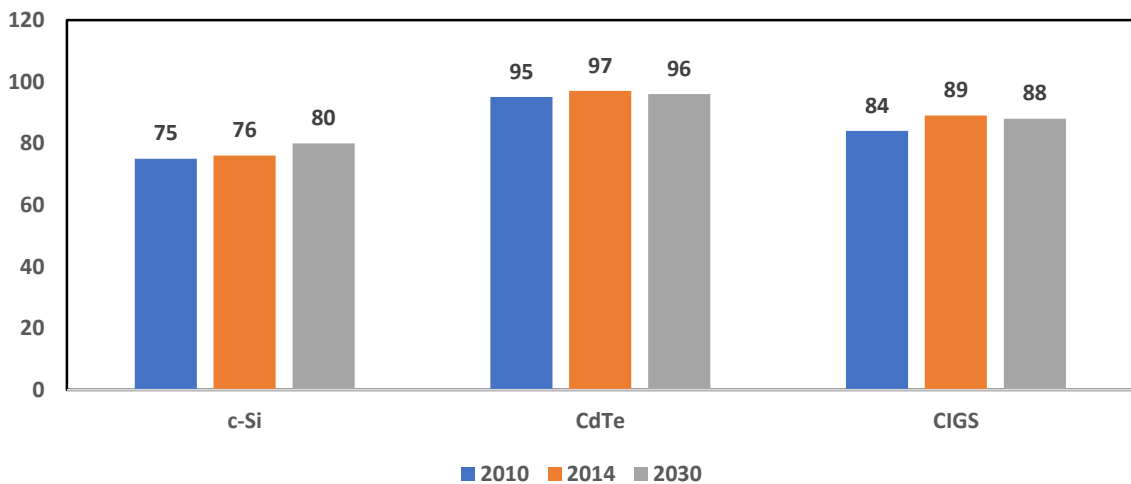
Mô-đun quang điện loại màng mỏng có thành phần CdTe chủ đạo có công suất 420 W bao gồm các thành phần như trong Hình 36.



Hình 36. Phân tách vật liệu mô-đun CdTe PV (tổng trọng lượng: 34,5 kg)⁸⁶

Trong tất cả các loại tấm quang điện chính được đề cập ở trên, thủy tinh là thành phần chính tính theo trọng lượng. Thành phần của thủy tinh trong mỗi công nghệ quang điện theo diễn tiến thời gian được thể hiện trong biểu đồ trong Hình 37.

Tỷ lệ % thủy tinh trong các tấm quang điện trong các năm 2010, 2014 and 2030



Hình 37. Thành phần kính của tấm PV (theo trọng lượng)⁸⁷

⁸⁶ [Environmental impacts of c-Si and CdTe Modules – Research study](#) (Maani et al.)

⁸⁷ [ENEA-Socio Economic Study \(In Italian\)](#)

Mặc dù thành phần chính của tấm quang điện được cấu thành bởi các vật liệu không nguy hại, nhưng cũng có những vật liệu nguy hại, có giá trị cao và quan trọng. Hàm lượng vật chất nguy hại trong các mô-đun quang điện được thể hiện trong Bảng 22 dưới đây.

Bảng 22. Hàm lượng kim loại độc trong mô-đun tấm quang điện PV

Loại mô-đun PV	Hàm lượng chất ô nhiễm/chất độc hại
Loại tinh thể c-Si	
Chì (Pb)	0,7 to 1 g/kg khối lượng mô-đun
Berylli (Be)	0,15 to 2 % trong hợp kim CuBe để cải thiện tính chất cơ học của Đồng
Antimony (Sb)	100-300 ppm ở mặt kính trước
Loại CdTe	
CdTe	0,7 to 1,4 g/kg khối lượng mô-đun
Chì (Pb)	0,1 to 1 g/kg khối lượng mô-đun
Berylli (Be)	0,15 to 2% trong hợp kim CuBe để cải thiện tính chất cơ học của Đồng
Antimony (Sb)	100-300 ppm ở mặt kính trước
Loại CIGS	
CdS	0,03 g/kg khối lượng mô-đun
Selen (Se)	0,02 g/kg khối lượng mô-đun
Antimon (Sb)	100-300 ppm ở mặt kính trước

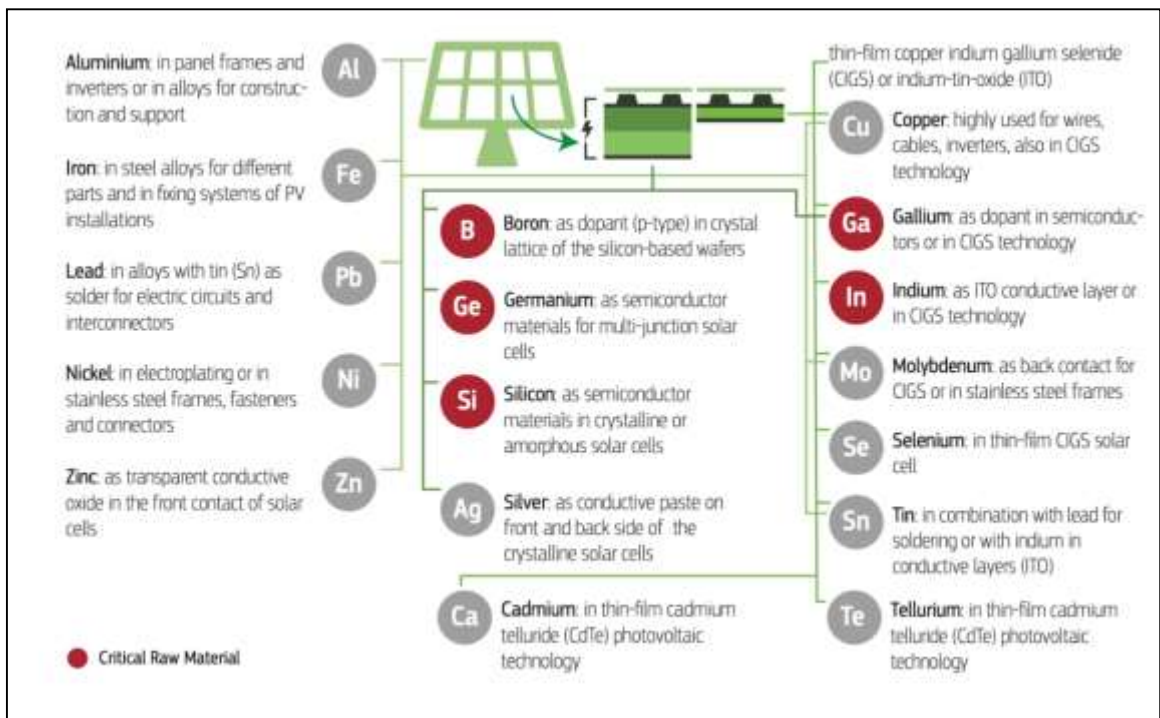
Bóc tách vật liệu cho hệ thống điện mặt trời công suất 1 MW được trình bày chi tiết trong Bảng 23 dưới đây. Ngoài thành phần của tấm quang điện, các vật liệu có trong cấu trúc lắp ghép, hệ thống quay và nền móng được liệt kê dưới đây.

Bảng 23. Bóc tách vật liệu cho hệ thống PV 1 MW (Multi-Si, CdTe, CIGS)

Vật liệu	Trọng lượng , đơn vị tấn
Thép	67,9
Bê tông	60,7
Kính	46,4
Nhôm	12,5

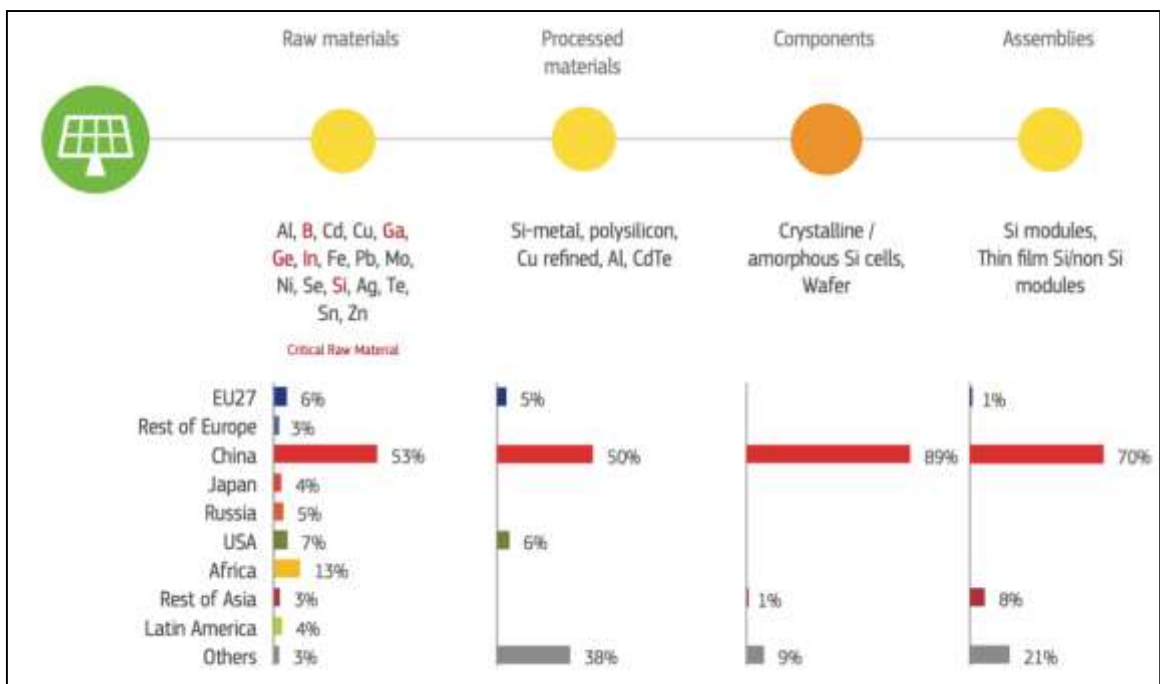
Nhựa	4,8
Đồng	7
Loại tinh thể Silicon PV	
Silicon	4
Bạc	0,02
Loại màng mỏng CdTe	
Cadmium	0,035
Tellurium	0,035
Loại CIGS	
Đồng	0,02
Indium	0,01
Gallium	0,003
Selenium	0,022

Theo dự kiến của các chuyên gia, với khối lượng lắp đặt được lên kế hoạch trong tương lai trên toàn thế giới thì sẽ có một hạn chế về nguồn cung sắp xảy ra để sản xuất các hệ thống điện mặt trời. Các nguyên liệu thô quan trọng trong sản xuất điện mặt trời được nêu trong Hình 38.



Hình 38. Biểu đồ mô tả các nguyên liệu thô được dùng trong các tấm quang điện với ghi chú tính chất quan trọng của chúng

Sự cần thiết phải quản lý bền vững cuối đời dự án của các tấm quang điện được minh họa trong Hình 39. Sự khác biệt về nguồn cung cấp nguyên liệu thô và an ninh nguyên liệu giữa các quốc gia khác nhau trên thế giới chỉ ra rằng rõ ràng cần phải khai thác, tận thu các vật liệu có sẵn trong chất thải của tấm quang điện.



Hình 39. Kiểm soát chuỗi cung ứng của các quốc gia khác nhau được nêu rõ trong các giai đoạn sản xuất tấm quang điện

Khai thác đô thị hoặc thu hồi vật liệu bền vững từ tấm quang điện thải bỏ, có thể giảm bớt các hạn chế về nguồn cung trong tương lai. Cũng cần phải lưu ý rằng sản xuất nguyên liệu thô thứ cấp ít tiêu tốn năng lượng hơn sản xuất sơ cấp đối với hầu hết các vật liệu liên quan đến tấm quang điện. Dữ liệu Châu Âu có thể được coi là giới hạn trên cho toàn thế giới, do không có phương pháp tiếp cận vòng tròn ở hầu hết các Quốc gia khác.

Bảng 24. Đóng góp của vật liệu được thu hồi vào nhu cầu nguyên liệu thô ở Châu Âu: (EOL - RIR)⁸⁸ và Giá trị kinh tế của vật liệu thu hồi €/ tấn

Loại vật liệu	Vật liệu	Tỷ lệ thu hồi %	Cuối vòng đời (Tỷ lệ đầu vào tái chế) %	Giá trị kinh tế (€/ kg)
Giá trị cao	Bạc	94	55	490
Độc	Cadmium	95	0	2,6
	Chì	93	75	1,9
	Selenium	80	1	39,84
Hiếm	Gallium	99	0	318,5
	Indium	75	0	282,1
	Silicon (cát và kim loại)	95	0	0,8
Khác	Nhôm	99	12	1,6
	Đồng	96	17	5,3
	Thiếc	99	32	15
	Kẽm	90	31	2,4
	Tellurium	95	1	72
	Glass cullet	98		1,6
	Polymer	80		

⁸⁸ [ENEA-Socio Economic Study \(In Italian\)](#)

Phụ lục 2: Danh sách các công ty được cấp phép xử lý chất thải nguy hại tại Việt Nam

Hiện Việt Nam có 115 cơ sở xử lý chất thải nguy hại được Bộ TNMT cấp phép. Tính đến ngày 30 tháng 3 năm 2020, 114 cơ sở đã đi vào hoạt động (51 cơ sở ở miền Bắc, 07 cơ sở ở miền Trung và 56 cơ sở ở miền Nam). số doanh nghiệp được thanh tra năm 2019 là 35 doanh nghiệp và năm 2020 là 03 doanh nghiệp.

TT	Tên doanh nghiệp	Vùng
1	Công ty TNHH Thương mại - Dịch vụ - Môi trường Nguyệt Minh 2	Miền Bắc
2	Công ty TNHH Tân Thuận Phong	Miền Bắc
3	Công ty TNHH Sản xuất dịch vụ thương mại Môi Trường Xanh	Miền Bắc
4	Công ty TNHH SX TM Như Kiệt	Miền Nam
5	Công ty cổ phần Môi trường xanh VN	Miền Nam
6	Công ty TNHH Công nghệ Môi trường Bình Phước Xanh	Miền Nam
7	Công ty TNHH Đại Lam Sơn	Miền Nam
8	Công ty TNHH môi trường Công nghiệp Xanh	Miền Bắc
9	Công ty TNHH Siam City Cement Việt Nam	Miền Nam
10	Công ty Cổ phần Môi trường Sao Việt	Miền Nam
11	Công ty TNHH Vạn Lợi	Miền Bắc
12	Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị Thành phố Hồ Chí Minh**	Miền Nam
13	Công ty cổ phần xử lý, tái chế chất thải công nghiệp Hòa Bình	Miền Bắc
14	Công ty TNHH Môi trường Phú Hà	Miền Bắc
15	Công ty TNHH Sản xuất Thương mại Tiến Thi	Miền Nam
16	Công ty TNHH Hà Lộc	Miền Nam
17	Công ty TNHH Thương mại - Xử lý Môi trường Thành Lập	Miền Nam
18	Công ty Cổ phần môi trường đô thị và công nghiệp 11 – URENCO 11	Miền Bắc
19	Công ty TNHH Môi trường Việt Tiến	Miền Bắc
20	Công ty Cổ phần công nghệ Môi trường An Sinh	Miền Bắc
21	Công ty cổ phần cơ điện môi trường LILAMA	Miền Trung

TT	Tên doanh nghiệp	Vùng
22	Công ty TNHH Ngọc Thiên	Miền Bắc
23	Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Xử lý Môi trường Việt Khải	Miền Nam
24	Công ty CP Nước - Môi trường Bình Dương	Miền Nam
25	Công ty TNHH Thương mại và Sản xuất Ngọc Tân Kiên	Miền Nam
26	Công ty TNHH Dung Ngọc	Miền Nam
27	Công ty TNHH MTV Dịch vụ môi trường và kỹ thuật xăng dầu	Miền Nam
28	Công ty TNHH Sản xuất-Thương mại-Dịch vụ Môi trường Việt Xanh	Miền Nam
29	Công ty Cổ phần Tập đoàn Thành Công	Miền Bắc
30	Công ty TNHH Thye Ming Việt Nam	Miền Nam
31	Công ty Cổ phần Môi trường Thuận Thành	Miền Bắc
32	Công ty TNHH Thương mại Môi trường Thiên Phước	Miền Nam
33	Công ty TNHH Môi trường Sen Vàng	Miền Nam
34	Công ty TNHH Một thành viên Thanh Tùng 2	Miền Nam
35	Công ty cổ phần môi trường Việt Thảo	Miền Bắc
36	Công ty TNHH Phát triển, Thương mại và Sản xuất Đại Thắng	Miền Bắc
37	Công ty TNHH Tài Tiến	Miền Nam
38	Công ty Cổ phần Hòa Anh	Miền Bắc
39	Công ty TNHH Khoa học Công nghệ Môi trường Quốc Việt	Southern
40	Tổng Công ty Thiết bị điện Đông Anh - Công ty Cổ phần	Miền Bắc
41	Công ty TNHH Môi trường Chân Lý	Miền Nam
42	Công ty TNHH MTV Môi Trường Xanh Huê Phương VN	Miền Nam
43	Công ty Cổ phần Môi trường đô thị và Công nghiệp 10 - Urenco 10	Miền Bắc
44	Công ty Cổ phần Môi trường Xanh Minh Phúc	Miền Bắc
45	Công ty TNHH MTV Cao Gia Quý	Miền Nam
46	Công ty TNHH Môi trường Tươi Sáng	Miền Nam
47	Công ty TNHH Song Tinh	Miền Bắc
48	Công ty liên doanh Kim loại màu Việt Bắc	Miền Bắc

TT	Tên doanh nghiệp	Vùng
49	Công ty Cổ phần Thương mại Hải Đăng	Miền Bắc
50	Công ty TNHH Khai thác, Chế biến, Xuất nhập khẩu khoáng sản Việt Nam	Miền Bắc
51	Công ty TNHH Xử lý Môi trường sạch Việt Nam	Miền Nam
52	Công ty Cổ phần Môi trường Thiên Thanh	Miền Nam
53	Công ty TNHH Một thành viên Thanh Sinh	Miền Nam
54	Công ty TNHH MTV Nam Nga Phước	Miền Nam
55	Công ty TNHH Hóa chất và Môi trường Vũ Hoàng	Miền Nam
56	Công ty TNHH Môi trường đô thị Hùng Phát (tên cũ Công ty TNHH Môi Trường đô thị Hà Ngọc)	Miền Bắc
57	Công ty TNHH Xử lý Môi trường Sao Sáng Bắc Ninh	Miền Bắc
58	Công ty TNHH MTV Sản xuất Thương mại Dịch vụ xử lý chất thải nguy hại Tùng Nguyên HS	Miền Nam
59	Công ty Cổ phần Môi trường Nghi Sơn	Miền Bắc
60	Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Toàn Thắng	Miền Bắc
61	Công ty Cổ phần Môi trường Thảo Dương Xanh	Miền Nam
62	Công ty TNHH Sản xuất-Dịch vụ-Thương mại Môi Trường Xanh	Miền Nam
63	Công ty Cổ phần Môi trường Việt Úc	Miền Nam
64	Công ty TNHH Daewon Chemical Vina	Miền Nam
65	Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị An Giang (Cty Cổ phần MTĐT An Giang)	Miền Nam
66	Công ty TNHH Môi trường Thái Tuấn	Miền Nam
67	Công ty TNHH Luyện Kim Thăng Long	Miền Nam
68	Công ty TNHH TM SX Dương Dung	Miền Nam
69	Công ty CP Công nghệ Môi trường Trái Đất Xanh	Miền Nam
70	Công ty TNHH Saehan Green Vina	Miền Bắc
71	Công ty TNHH Dịch vụ Môi trường Anh Đăng	Miền Bắc
72	Công ty cổ phần Đầu tư và Phát triển công nghiệp & môi trường Việt Nam	Miền Bắc

TT	Tên doanh nghiệp	Vùng
73	Công ty TNHH Thương mại và Xây dựng An Sinh	Miền Trung
74	Công ty TNHH Thương mại Khánh Dư	Miền Bắc
75	Công ty Cổ phần Môi trường Việt Xuân Mới	Miền Bắc
76	Công ty TNHH Công nghệ Hóa chất và Môi trường Vũ Hoàng	Miền Bắc
77	Công ty Cổ phần Đầu tư và Kỹ thuật Tài nguyên Môi trường ETC	Miền Bắc
78	Công ty TNHH MTV Xử lý Môi trường Quảng Nam (tên cũ: Cổ phần Môi trường đô thị Quảng Nam)	Miền Trung
79	Công ty Cổ phần Môi trường Khánh Hòa	Miền Trung
80	Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Phúc Thiên Long	Miền Nam
81	Công ty TNHH Anh Tường	Miền Bắc
82	Công ty TNHH Một thành viên Chế biến chất thải công nghiệp Hà Tĩnh	Miền Bắc
83	Công ty TNHH Một thành viên Môi trường đô thị Hải Phòng	Miền Bắc
84	Công ty Cổ phần Dịch vụ Sonadezi	Miền Nam
85	Công ty TNHH TM và Môi trường Hậu Sanh	Miền Trung
86	Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Môi trường Mỹ Nga	Miền Nam
87	Công ty Cổ phần Xử lý môi trường Nghệ An	Miền Bắc
88	Công ty Cổ phần Vật tư thiết bị môi trường 13 - URENCO 13	Miền Bắc
89	Công ty TNHH Một thành viên Môi trường - TKV	Miền Bắc
90	Công ty Cổ phần Thương mại và Dịch vụ kho vận Phú Hưng	Miền Bắc
91	Công ty Cổ phần Phát triển Công nghệ Tài nguyên Môi trường	Miền Bắc
92	Công ty TNHH Matsuda Sangyo (Việt Nam)	Miền Bắc
93	Công ty cổ phần Môi trường Sonadezi	Miền Nam
94	Công ty TNHH MTV Môi trường Trà Vinh	Miền Nam
95	Công ty Cổ phần môi trường Bình Phước	Miền Nam
96	Công ty cổ phần thương mại, sản xuất và xuất nhập khẩu JTEK	Miền Bắc
97	Công ty TNHH Cù Lao Xanh	Miền Nam

TT	Tên doanh nghiệp	Vùng
98	Công ty TNHH Môi trường Quý Tiến	Miền Nam
99	Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Môi trường A Giàu	Miền Nam
100	Công ty Cổ phần Vương Anh	Miền Bắc
101	Công ty Cổ phần môi trường công nghệ cao Hòa Bình	Miền Bắc
102	Công ty TNHH Tuấn Đạt	Miền Nam
103	Công ty TNHH đầu tư thương mại và phát triển Bình Nguyên	Miền Bắc
104	Công ty Xi măng Nghi Sơn	Miền Bắc
105	Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Môi trường Nguyệt Minh 2 - Vĩnh Phúc	Miền Bắc
106	Công ty Cổ phần Môi trường và Công trình đô thị Huế	Miền Trung
107	Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị Hà Nội.	Miền Bắc
108	Công ty TNHH Làng nghề Đông Mai.	Miền Bắc
109	Công ty Cổ phần Môi trường Miền Đông	Miền Nam
110	Công ty TNHH MTV Sản xuất Môi trường Tiến Phát	Miền Nam
111	Công ty Cổ phần Thương mại - Xây dựng Đa Lộc	Miền Nam
112	Công ty Cổ phần môi trường Quốc Đại Thành.	Miền Nam
113	Công ty TNHH Môi trường Sông Công	Miền Bắc
114	Công ty TNHH Ngân Anh	Miền Bắc
115	Y tế Quảng Ngãi	Miền Trung

Phụ lục 3: Các nhà máy điện mặt trời hiện nay ở Việt Nam tính đến năm 2020

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
	An Giang	310								
1	Sao Mai Solar PV1	210	600000	330				Feb-19	02/12/2020	120.0
2	Van Giao 1	50							20/6/2019	60.0
3	Van Giao 2	50							20/6/2019	60.0
	Bà Rịa – Vũng Tàu	292								
4	Da Bac	61	184850	330				Dec-18	2019	62.0
5	Da Bac 2	61	184000	340	Poly-Si			Dec-18	2019	48.0
6	Da Bac 3	50						Dec-18	2019	60.9
7	Da Bac 4	50						Dec-18	2019	48.0
8	Gia Hoet 1 lake solar power plant	35	75000	470					12/12/2020	40.0
9	Tam Bo lake solar power plant	35	75000	470					12/12/2020	41.4
	Bến Tre	30								
10	Ben Tre	30								
	Bình Định	534.5								

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
11	Tay Son 1	49								
12	Tay Son 2	30								
13	Phu My	216	750036	290				29/5/2020	31/12/2020	386.4
14	My Hiep	50	113624	440	Mono Half-cell	19.91			11/12/2020	58.3
15	Cat Hiep	49.5						29/10/2018	06/06/2019	60.0
16	Eco Seido Tuy Phong	40	143000	330				28/03/2018	12/06/2019	130.0
17	Fujiwara Binh Dinh	50	151440	330	Poly-Si			Apr-18	Feb-19	60.0
18	Dam Tra O	50							20/12/2020	60.0
	Bình Phước	850								
19	Thac Mo	50	125000	400	Mono C-Si	19			11/12/2020	57.0
20	Loc Ninh 1,2,3,4,5	800	2290000	350	Mono C-Si				31/12/2020	
	Bình Thuận	1617.95								
21	Ham Phu 1	49		260						
22	Ham Phu 2	49	148470	330	Mono Half-cell	19.91				54.2
23	Binh Tan 1	49								

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
24	Binh Tan 2	49								
25	Song Binh 4	49								
26	Song Binh 5	49								
27	Solar system in Vinh Tan Power Complex - phase 1	6.2						Dec-18	23/01/2019	
28	Solar system in Vinh Tan Power Complex - phase 2	42.65	121900	350	Poly-Si			Dec-18	22/06/2019	49.2
29	Da Mi	47.5	143490	330	Poly-Si			2017	13/05/2019	60.0
30	Mui Ne	40	110000	365	Mono Perc			12/10/2018	04/06/2019	38.0
31	Hong Phong 1A	150	591360	330	Poly				Jun-19	207.0
32	Hong Phong 1B	325	394240	330	Poly				Jun-19	140.0
33	Hong Phong 4	48	123200	400	Mono C-Si	19.4		Oct-18	30/5/2019	57.6
34	Hong Phong 5.2	48	123000	390	Mono C-Si					58.0
35	Song Luy 1	46.7	127960	365	Mono Perc	21.3		23/09/2018	May-19	45.5
36	Vinh Hao	33			Mono & Poly				30/6/2019	38.0
37	Vinh Hao 4	50								
38	Vinh Hao 6	50						25/10/2018	18/06/2019	60.0

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
39	Phong Phu	42	127260	330				Aug-18	27/04/2019	60.0
40	Son My	50	120000	420	Mono C-Si				Mar-19	60.0
41	Phan Lam 1	37	95000	390	Mono C-Si			11/01/2019	25/6/2019	46.6
42	Phan Lam 2	49	126000	390	Mono C-Si			Oct-18		58.8
43	Hong Liem	50	132000	380					Dec-20	
44	Ham Kiem	49								110.0
45	Binh An	50								58.9
46	Thuan Minh 2	50								60.0
47	Tuy Phong	30						19/09/2018	Jun-19	58.7
48	VSP Binh Thuan II	29.9								40.9
	Cà Mau	50								
49	Ca Mau	50							Jun-2019	63.0
	Đắk Lắk	1030								
50	Srepok 1	50	151200	330	Mono C-Si		0.75	19/10/2018	31/01/2019	60.0
51	Quang Minh	50	151200	330	Mono C-Si		0.75	19/10/2018	31/01/2019	60.0

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
52	Long Thanh - Pha 1	10							May-19	60.0
53	Xuan Thien - Ea Sup	830	2000000	415					16/11/2020	875.3
54	Ia Lop 1	50								65.0
55	BMT Krong Pak	30	86000	350				Oct-18	25/04/2019	34.5
56	Jang Pông Dak Lak - pha1	10							09/05/2019	60.0
	Đăk Nông	94.4								
57	Cu Jut	50	187890	330				Jun-17	20/04/2019	60.0
58	Truc Son	44.4	188000					Feb-18	14/06/2019	50.8
	Gia Lai	122								
59	TTC Krong Pa	69	209100	330				Mar-18	04/11/2018	
60	Chu Ngoc	53						Jan-19	28/05/2019	18.0
	Hà Tĩnh	50								
61	Cam Hoa	50	153000	330	Poly-Si			15/01/2019	01/07/2019	50.0
	Khánh Hòa	300								
62	AMI Khanh Hoa	50	146780	340				24/08/2018	30/05/2019	67.2

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
63	Van Ninh	100	225996	440					26/12/2020	120
64	Cam Lam VN + KN Cam Lam	100	253165	395	Q Cell				25/06/2019	135.0
65	Song Giang	50	135600	365	Mono C-Si	18.81		Nov-18	08/05/2019	60.0
	Long An	536.6								
66	Sao Mai Solar PV2	50	150000	330						
67	Duc Hue 2	49								
68	BCG Dang Duong/BCG-CME Long An 1	40.6	123000	330	Poly-Si	18.1		16/09/2018	23/06/2019	50.2
69	EuroPlast Long An	50	128000	390	Mono C-Si			21/09/2018		
70	Solar Park 3	50							Jul-20	56.0
71	Sola Park 4	50							Aug-20	58.0
72	Duc Hue 1	49	147000	330	Poly-Si		0.7		20/4/2019	51.0
73	Duc Hue 2	49	190000	260	Poly-Si		0.7		20/4/2019	58.0
74	Solar Park 01 + 02	100							Jun-19	118.0
75	TTC Duc Hue 1	49	147000	330	Poly-Si		0.7	31/08/2018	May-19	51.0
	Ninh Thuận	2508.3								

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
76	BIM 1, 2, 3 Complex	330	1000000	300				Jan-18	27/04/2019	220.0
77	Nhi Ha	50	151440	330					Jun-19	60.0
78	BP Solar 1	46	124380	370	Mono C-Si			Jun-18	20/01/2019	62.0
79	Nhi Ha – Thuan Nam 13	50	151400	330				May-18	Jun-19	60.0
80	Nhi Ha - Bitexco	50	150000	330					Jan-21	60.0
81	CMX Renewable Energy Vietnam	168						09/06/2018	18/06/2019	186.0
82	Thuan Nam 19	49	185000	265				01/04/2018	24/6/2019	73.5
83	Ninh Phuoc 6.1, 6.2	58.3						12/06/2018	Jun-19	83.3
84	Phuoc Huu – Nha Trang Bay	65	175680	370	Mono Perc	19.1		30/06/2018	20/06/2019	70.0
85	Phuoc Huu – PC 1	30	91650	330		19.1		Jul-18	Jun-19	33.0
86	SP – Infra Ninh Thuan	50	122000	410	Mono Perc	19.9		Apr-18	Oct-18	58.7
87	Bau Ngu Lake	50	163200	310				31/03/2018	Jun-19	75.0
88	Gelex Ninh Thuan	50	153600	330	Mono C-Si		0.5	04/06/2018	02/07/2019	60.0
89	My Son	62	148000	420				27/06/2019	2020	80.0
90	My Son 2	50	120000	420				27/06/2019	2020	60.0

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
91	Ha Do - Ninh Phuoc	50	121952	410	Mono Perc	19.9			24/10/2020	58.7
92	Sinenergy Ninh Thuan 1	50	151520	330	Poly-Si		0.8	10/12/2018	2019	60.9
93	Thuan Nam	52								
94	Thuan Nam 12	50								
95	Thuan Nam 13	73	150000	487					Mar-19	80.0
96	Thuan Nam 19	49	185000	330					20/06/2019	73.5
97	Thuan Nam 19 A	50						08/04/2019	31/10/2019	59.5
98	Trung Nam Ninh Thuan	204	700000	300	Mono C-Si		1.1	07/07/2018	2019	60.9
99	Xuan Thien – Thuan Bac	256								259.0
100	Thien Tan 1.2	100	264000	380		20			31/12/2020	
101	Thien Tan 1.3	50	132000	380		20			31/12/2020	
102	Phuoc Thai	50			Poly-Si				31/7/2020	65.0
103	Phuoc Ninh	45	113925	395						14.0
104	Adani Phuoc Minh Solar farm 1	50							19-Dec	59.8
105	Van Ninh	100								

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
106	Nui Mot lake 1	71	112308	445					Dec-20	
107	Nhi Ha Bitexco - Pha I	50	151440	330				01/10/2018	10/09/2019	60.0
	Phú Yên	456								
108	Thanh Long	50			Poly-Si					50.0
109	Xuan Tho 1, 2	99.216	752640					17/11/2018	Jun-19	120.0
110	Europlast Phu Yen	50	119292	420	Poly-Si			Nov-18	30/6/2019	56.2
111	Hoa Hoi	257	752640	330				17/11/2018	10/06/2019	252.0
	Quảng Bình	49.5								
112	Dohwa - Le Thuy	49.5	150000	330					31/12/2020	58.8
	Quảng Ngãi	68.8								
113	Mo Duc (Duc Minh solar power plant)	19.2	53000	365	Mono PERC	18.81		Aug-15	26/04/2019	24.0
114	Binh Nguyen	49.6	150327	330	Mono & Poly			20/09/2018	04/06/2019	56.0
	Quảng Trị	149.5								
115	LIG Quang Tri	49.5	135600	365	Mono C-Si			Oct-18	22/05/2019	58.6
116	Gio Thanh 1	50	150000	330				26/6/19	Dec-19	65.0

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
117	Gio Thanh 2	50	150000	330				26/6/19	Dec-19	60.0
	Tây Ninh	828.8								
118	TTC An Hoa	118.8	360000	330				25/05/2018	06/01/2019	120.0
119	Dau Tieng 1, 2, 3	500	1800000	420		17		23/06/2018	2019	700.0
120	Tan Chau 1	50	152000	330						60.0
121	Bach Khoa A Chau 1	30	91000	330			0.7		Aug-19	60.0
122	Tri Viet 1	30	91000	330			0.7		Aug-19	60.0
123	HCG	50						Nov-18	Aug-19	117.0
124	HTG	50						Nov-18		
	Thanh Hóa	30								
125	Yen Dinh	30	117000	250				Oct-17	Feb-19	12.6
	Thừa Thiên Huế	148								
126	TTC Phong Dien	48	145560	330				01/01/2018	25/09/2018	45.0
127	TTC Phong Dien 2	50		260					May-19	38.5
128	Phong Dien 2	50							2019	58.0

No.	Nhà máy	Công suất đặt (MWp)	Số tấm PV	Công suất tấm PV (W)	Kiểu	Hiệu suất (%)	Suy giảm hiệu suất (%)	Ngày xây dựng	Ngày vận hành thương mại	Diện tích (ha)
	Trà Vinh	165								
129	Trung Nam Tra Vinh	165	440000	375				19/01/2019	Jun-19	171.0
	Vĩnh Long	49.3								
130	VNECO Vinh Long	49.3	137000	360						49.7
	Tổng cộng	10,271	28,000,000							

Phụ lục 4: Các nhà máy điện gió hiện nay ở Việt Nam

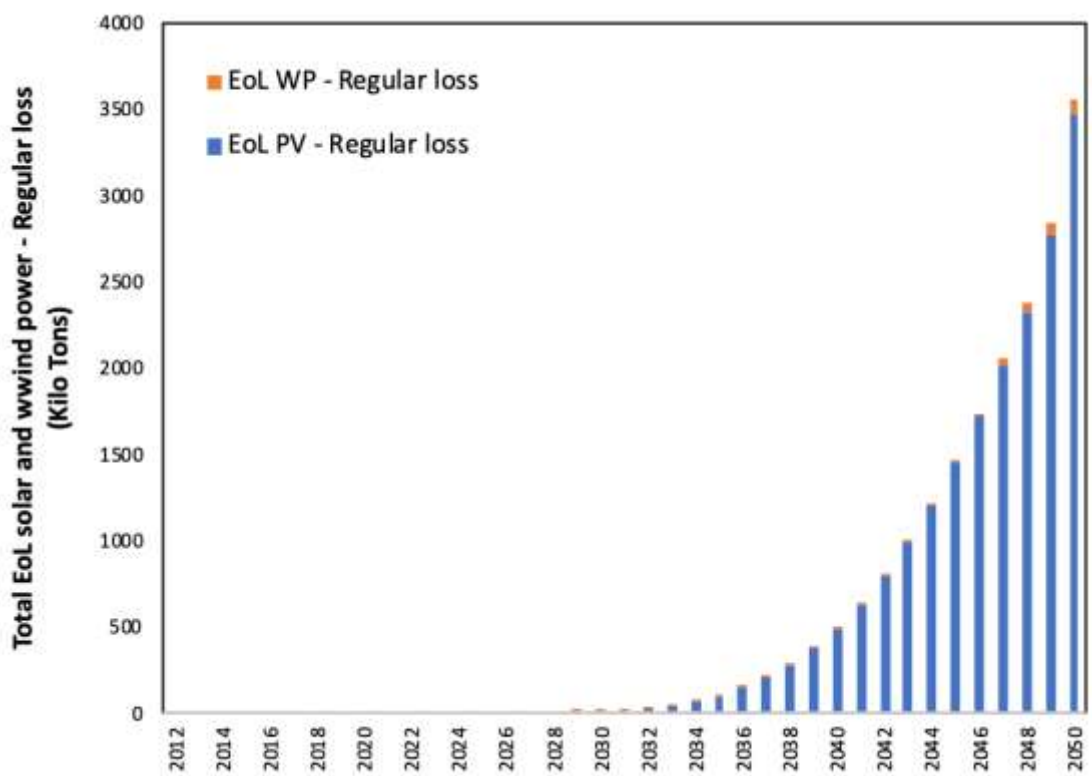
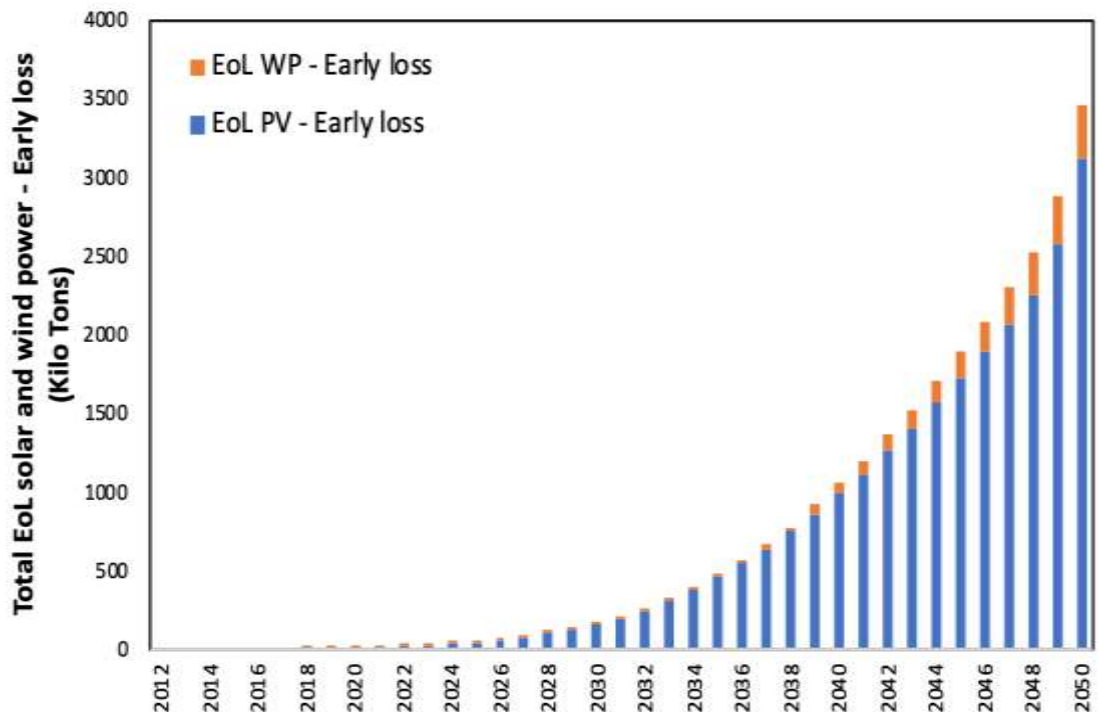
No.	Nhà máy	Công suất đặt (MW)	Sản lượng điện (mill. kWh)	Số Tuabine	Công suất tuabine (MW)	Chiều cao tuabine (m)	Cánh dài (m)	Vận hành thương mại
1	<u>Bình Thanh</u>	30	85	20	1.5	80	37	Apr-12
2	<u>Phu Quy</u>	6	25.4	3	2	60	37	Aug-12
3	Bac Lieu 1	99	320	62	1.6	80	42	Oct-12
4	Con Dao	4		2	2			2015
5	<u>Phu Lac</u>	24	59	12	2	95	50	Sep-16
6	Huong Linh 1,2	60	244.7	30	2	95	54	May-17
7	Mui Dinh	37.6	105	16	2.35	65		Nov-18
8	<u>Dam Nai</u>	40	110	16	2.5	120	52	Nov-18
9	Trung Nam Ninh Thuan - phase 1	39.95	426	17	2.35	84.6	50	Apr-19
10	Trung Nam Ninh Thuan - phase 2	64		16	4	116	50	Dec-19
11	Trung Nam Ninh Thuan - phase 3	48		12	4	135	60	Jul-05
12	Wind farm Tay Nguyen	50		15	3.5	65	65	Feb-20
13	Win Energy Chinh Thang	50						Apr-20
14	Cong ly Soc Trang	30	84	15	2	82.5	42	Apr-20
15	<u>Bình Dai</u>	30	84					Oct-20
16	Dong Hai 1 – phase 1	50		13	4			10/10/2020
	Tổng cộng	662.5		249				

Phụ lục 5: Tổng khối lượng phát sinh cuối đời dự án điện gió và mặt trời tại Việt Nam

Tổng khối lượng phát sinh cuối đời dự án điện gió và mặt trời tại Việt Nam giai đoạn từ 2012 – 2050

Năm	Chất thải từ điện mặt trời (Nghìn tấn)		Chất thải từ điện gió (Nghìn tấn)		Tổng lượng chất thải (Nghìn tấn)	
	Kịch bản sớm	Kịch bản bình thường	Kịch bản sớm	Kịch bản bình thường	Kịch bản sớm	Kịch bản bình thường
2012			0	0	0,0	0,0
2013			0	0	0,0	0,0
2014			0	0	0,0	0,0
2015			0	0	0,0	0,0
2016			0	0	0,0	0,0
2017			0	0	0,0	0,0
2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2019	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
2020	3,8	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0
2021	7,7	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0
2022	13,5	0,0	0,1	0,0	13,6	0,1
2023	21,4	0,1	0,1	0,0	21,5	0,1
2024	31,5	0,3	0,1	0,0	31,6	0,3
2025	44,0	0,6	0,2	0,1	44,2	0,7
2026	59,5	1,3	0,4	0,1	59,9	1,4
2027	77,9	2,4	1,6	0,5	79,5	2,9
2028	99,3	4,2	2,1	0,7	101,4	4,9
2029	123,8	6,9	2,6	0,9	126,5	7,8

2030	151,4	11,0	3,7	1,1	155,2	12,1
2031	194,8	18,4	4,5	1,3	199,3	19,8
2032	248,1	29,9	6,0	1,6	254,1	31,6
2033	310,2	46,8	7,1	2,0	317,3	48,7
2034	381,1	70,6	8,7	2,3	389,8	72,9
2035	460,6	103,4	10,8	2,8	471,4	106,1
2036	547,7	146,9	13,5	3,2	561,1	150,2
2037	641,3	204,5	20,2	4,5	661,4	209,0
2038	747,4	278,8	25,8	5,5	773,2	284,3
2039	862,3	372,3	55,6	6,2	917,9	378,5
2040	985,3	487,5	67,9	7,5	1053,2	495,0
2041	1114,4	625,9	82,7	8,3	1197,1	634,2
2042	1255,6	792,7	100,2	9,7	1355,8	802,4
2043	1405,2	987,6	120,6	11,4	1525,8	999,1
2044	1561,1	1209,1	143,9	13,6	1705,0	1222,7
2045	1723,5	1456,0	169,9	16,5	1893,4	1472,5
2046	1885,9	1719,4	198,3	21,0	2084,2	1740,4
2047	2065,2	2010,9	232,1	50,4	2297,4	2061,2
2048	2252,5	2317,4	262,5	60,7	2515,0	2378,1
2049	2570,5	2767,1	313,5	73,3	2884,0	2840,4
2050	3109,8	3468,2	346,1	88,3	3455,9	3556,4



Phụ lục 6: Các trường hợp điển hình quốc tế: nhà máy điện mặt trời

Phụ lục 6.1: Đức

i. Công suất hiện tại và dự kiến.

Công suất lắp đặt điện mặt trời tính đến nay (cộng tích lũy)	49,9 GW ⁸⁹ cuối năm 2019
Công suất mục tiêu dự kiến	98 GW cuối năm 2030

Thị trường điện mặt trời của Đức bắt đầu phát triển vào những năm 1990. Trong thập kỷ đó, các chương trình hỗ trợ đầu tiên đã được đưa ra triển khai, nhắm mục tiêu rõ ràng đến việc sử dụng trong khu dân cư. Đức là thị trường điện mặt trời lớn nhất thế giới⁹⁰ trong hai thập kỷ liên tiếp, chỉ bị Trung Quốc vượt qua vào năm 2015. Có hơn 1,7 triệu hệ thống điện mặt trời ở Đức tính đến năm 2019.

ii. Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh từ các dự án điện mặt trời

Theo IRENA⁹¹, khối lượng chất thải tấm quang điện cuối vòng đời dự án của Đức vào năm 2030 cho hai kịch bản: kịch bản tổn thất bình thường và kịch bản tổn thất sớm - sẽ từ 0,4 triệu tấn - 1 triệu tấn, tăng lên 4,3 - 4,4 triệu tấn tương ứng trong năm 2050.

Theo UBA⁹², tiềm năng chất thải tấm quang điện vào năm 2020 ở Đức sẽ nằm trong khoảng 8879 tấn đến 51578 tấn.

Theo ElektroG⁹³, khoảng 7865 tấn tấm quang điện đã được thu gom để xử lý trong năm 2018 ở Đức trong khi 3595 tấn được thu vào năm 2017 và 9167 tấn vào năm 2016

iii. Tóm lược chính sách quốc gia về quản lý kết thúc vòng đời dự án

Chỉ thị của EU về thiết bị điện và điện tử thải từ năm 2002 và Chỉ thị về WEEE (Chỉ thị WEEE, 2012/19/EU) được chuyển sang luật quốc gia ở Đức theo Luật về thiết bị điện và điện tử (ElektroG)⁹⁴. Luật mới có hiệu lực vào ngày 24 tháng 10 năm 2015. Mô-đun quang điện thuộc phạm vi của danh mục 4 “Điện tử tiêu dùng và mô-đun quang điện”, theo đó các nhà sản xuất mô-đun quang điện có nghĩa vụ thu hồi và tái chế các mô-đun PV và cần phải đăng ký theo ElektroG kể từ ngày 1 tháng 2 năm 2016.

⁸⁹ Fraunhofer-[Photovoltaics Report 2020](#)

⁹⁰ [BMW](#)i (Article in German)

⁹¹ [IRENA-EoL management of Solar PV](#)

⁹² https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-07-15_texte_135-2020_eag-daten2018.pdf

⁹³ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-07-15_texte_135-2020_eag-daten2018.pdf

⁹⁴ [ElektroG](#)

Các nhà sản xuất phải hoàn thành đăng ký trước khi các mô-đun quang điện được cung cấp hoặc bán ở Đức. Biên tần đã nằm trong phạm vi của ElektroG từ năm 2005. Hệ thống lưu trữ phải được đăng ký là pin công nghiệp theo BattG⁹⁵. Trước khi thực hiện ElektroG sửa đổi ở Đức, đã có một số sáng kiến (không buộc theo qui định pháp lý) tổ chức thu thập và tái chế các tấm quang điện cuối vòng đời. Chúng chủ yếu dựa trên các sáng kiến tự nguyện của nhà sản xuất (ví dụ: PV CYCLE).

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

- **PV Cycle** có 68 trung tâm thu gom tại Đức. Các mô-đun quang điện từ các nhà sản xuất là thành viên của PV Cycle được tái chế miễn phí. Trong trường hợp số lượng mô-đun năng lượng mặt trời nhỏ hơn, chúng sẽ được chủ sở hữu đưa đến một trong các điểm thu mua. Với số lượng nhiều hơn 40 mô-đun quang điện, PV Cycle nhận mang đi các mô-đun tại điểm này.
- **Reiling Unternehmensgruppe** là một công ty tái chế cung cấp gói thu gom thân thiện với môi trường của các mô-đun quang điện đã ngừng hoạt động và tái tuần hoàn các vật liệu có giá trị chứa trong đó. Quy trình tái chế chi tiết có thể được hình dung trong video này.
- **Suez** thiết lập một cơ sở Tái chế silicon tấm quang điện tại thị trấn Knittlingen ở tây nam nước Đức vào năm 2018. Cơ sở này sử dụng một quy trình tái chế mới, kết hợp xử lý cơ học, nhiệt và điện-hóa, với khả năng tái chế 50.000 tấm quang điện đã qua sử dụng mỗi năm. Công ty tin rằng khối lượng chất thải sẽ tăng lên 50.000 tấn mỗi năm vào năm 2026 và 200.000 tấn mỗi năm vào năm 2040 ở Đức.
- **First Solar** vận hành một cơ sở tái chế thương mại cho các mô-đun CdTe ở Đức. Công nghệ tái chế mô-đun CdTe PV của họ là sự kết hợp giữa xử lý cơ học và hóa học.
- **Secondsol** là một thị trường đồ cũ khác hiện có với các mô-đun quang điện và bộ biến tần. Họ báo cáo rằng chi phí sửa chữa / tân trang cho các mô-đun PV dao động từ khoảng 20 € đến 90 € cho mỗi mô-đun⁹⁶, đáng kể tùy thuộc vào khối lượng được xử lý, số lượng hoặc mức độ nghiêm trọng và loại hư hỏng / lỗi, cũng như đặc tính / thử nghiệm yêu cầu, trước và sau khi sửa chữa.
- **Suncrafter** là một công ty khởi nghiệp đã phát triển các trạm năng lượng không nối lưới được tạo thành từ các thành phần hệ thống điện mặt trời. Họ tin rằng mô hình kinh doanh của họ sẽ khả thi ở những lĩnh vực ưu tiên tiếp cận hơn là hiệu quả.
- **pvXchange** cung cấp các dịch vụ kiểm tra chất lượng, sửa chữa và thị trường đồ cũ cho các tấm quang điện đã qua sử dụng. Tại địa điểm dịch vụ của họ ở Bremen và trong các cơ sở lắp đặt tại chỗ, pvXchange thực hiện các kiểm tra chất lượng và hiệu suất trên các mô-đun và linh kiện năng lượng mặt trời.
- **RINOVASOL** cung cấp dịch vụ cải tạo và tái chế các tấm PV bằng công nghệ được cấp bằng sáng chế và đã xử lý gần nửa triệu tấm quang điện PV đã qua sử dụng.

⁹⁵ [BattG](#)

⁹⁶ [Tsanakas et al.](#)

v. Cơ hội /thách thức

Đức cũng có thể phải đối mặt với một vấn đề cụ thể, mà vấn đề này có thể làm trầm trọng thêm việc dừng hoạt động của hệ thống điện mặt trời PV. Theo khuôn khổ của Đạo luật Năng lượng tái tạo (EEG), các nhà khai thác năng lượng tái tạo có thể bán điện của họ với một mức giá cố định được đảm bảo trong 20 năm. Khoảng thời gian này đã gần kết thúc đối với các hệ thống PV được lắp đặt vào đầu những năm 2000. Các hệ thống đó sẽ không còn nhận được bất kỳ trợ cấp hay theo biểu giá điện cố định hỗ trợ nào cho điện mà chúng cấp lên lưới điện công cộng. Đối với một số người, số tiền có thể thu được thậm chí không bù đắp được chi phí vận hành hoặc sửa chữa. Trong những trường hợp này, chủ sở hữu có thể quyết định tháo dỡ hệ thống của họ - và xử lý nó. Một phân tích do BSW ủy quyền và EUPD Research thực hiện cho các dự án nghiên cứu cho thấy 446.000 hệ thống lắp đặt với tổng công suất 3,37 GW có nguy cơ ngừng hoạt động sớm vào năm 2030⁹⁷.

Phụ lục 6.2: Ý

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất lắp điện mặt trời đặt tính đến nay (cộng tích lũy)	20.9 GW ⁹⁸ vào cuối năm 2019
Công suất mục tiêu dự kiến	52 GW vào cuối năm 2030

Trong số các đặc điểm về điện mặt trời ở Ý là các nhà máy nhỏ chiếm phổ biến, có công suất thấp hơn hoặc bằng 20 kW. Những đặc điểm này chiếm 90% tổng số nhà máy, nhưng chiếm 21% tổng công suất. Từ năm 2013, sau giai đoạn 3 năm 2008-2011, tốc độ tăng trưởng tiếp tục, đặc biệt là ở phân khúc thiết bị lắp đặt nhỏ trong khu vực trong nước, tính đến cuối năm 2018, đã có hơn 670 nghìn hệ thống.

ii. Chất thải các tấm quang điện hiện tại và dự kiến phát sinh từ cuối đời dự án

Ý đang đứng ở vị trí thứ hai, sau Đức, về số lượng tấm pin được gửi đi tái chế trong giai đoạn từ năm 2010 đến năm 2015, khoảng 2000 tấn. Theo IRENA⁹⁹, khối lượng chất thải tấm quang điện PV cuối vòng đời của Ý trong cả kịch bản tổn thất bình thường và tổn thất sớm sẽ vào khoảng 140.000 tấn đến 0,5 triệu tấn vào năm 2030 và 2,1-2,2 triệu tấn vào năm 2050 tương ứng.

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối đời dự án

Tất cả các hệ thống quang điện đi vào hoạt động từ ngày 1 tháng 7 năm 2012 phải có giấy chứng nhận do nhà sản xuất hoặc nhà nhập khẩu cấp, chứng nhận sự tuân thủ của các mô-đun đó đối với Hệ thống hoặc Hiệp hội Châu Âu (PRO) đảm bảo các mô-đun tái chế khi hết hiệu quả sử dụng. Người phụ trách nhà máy cũng phải gửi giấy chứng nhận này cho Gestore

⁹⁷ [EUPD-BMW research](#)

⁹⁸ [IRENA Statistics-2020](#)

⁹⁹ [IRENA-EoL management of Solar PV](#)

dei Servizi Energetici/Người đảm bảo dịch vụ điện (GSE¹⁰⁰) để được hưởng mức giá khuyến khích.

Người vận hành /Chủ sở hữu hệ thống không phải trả phí xử lý vì chúng đã được bao gồm trong chi phí của các mô-đun (thanh toán khi mua), nhưng chi phí nhân công để tháo dỡ sẽ vẫn phải chi trả.

Nghị định số 49 năm 2014¹⁰¹ quy định rằng các nhà sản xuất tấm quang điện có thể đáp ứng các nghĩa vụ của họ cả đối với cá nhân và tập thể thông qua một Hiệp hội phi-lợi nhuận, được Bộ Môi trường công nhận. Tuy nhiên, tổ hợp cá nhân hoặc tập thể phải chứng minh rằng họ sở hữu ISO 9011: 2008 và 14000, OHASAS 18001 hoặc các chứng nhận hệ thống tương đương khác¹⁰².

Sau đây là các chính sách khác nhau đề cập đến việc quản lý cuối đời dự án đối với các tấm quang điện ở Ý:

- IV Conto Energia, tháng 5 năm 2011: Ủy quyền cho các nhà sản xuất tham gia một Tổ hợp liên danh để quản lý chất thải từ các tấm quang điện
- V Conto Energia, tháng 7 năm 2012: Các quy định tương tự đối với quản lý được tiếp tục trong dự luật năng lượng thứ năm với đảm bảo tài chính được cung cấp bằng cách giữ lại nguồn cấp từ giá ưu đãi.
- Nghị định ngày 14 tháng 3 năm 2014, n. 49: Triển khai Chỉ thị WEEE 2012/19 / EU
- Nghị định 118/2020: Sửa đổi nghị định 49/2014 quy định trách nhiệm của nhà sản xuất đối với tấm quang điện bất kể thời gian lắp đặt và điều kiện phân bổ tài chính để thu gom và xử lý.
- Gestore dei Servizi Energetici /Người đảm bảo dịch vụ điện năng (GSE¹⁰³) phát triển và quản lý các hướng dẫn về quản lý chất thải EoL thích hợp của các tấm PV cùng với việc chứng nhận và trả lại nguồn cấp dữ liệu giữ lại trong các ưu đãi về giá cho nhà sản xuất về việc xử lý thành công chất thải tấm quang điện.

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

Các tổ chức trách nhiệm nhà sản xuất ở Ý: PV CYCLE¹⁰⁴, COBAT¹⁰⁵, Ecoem, Ecolight, Ecoped, Eco-PV, E-cycle s.c.a.r.l., ERP Italy, My Energy, RAecycle, Remedia.

Có nhiều nhà tái chế khác nhau đang hoạt động ở Ý để quản lý chất thải tấm quang điện. Trong số đó, đáng chú ý nhất là quy trình Tái chế tấm quang điện (FREL P) được trình bày chi tiết dưới đây với việc cung cấp dữ liệu toàn diện về các thông số kinh tế và kỹ thuật.

Dự án FREL P được thực hiện bởi SASIL S.p.A thông qua nguồn tài trợ từ chương trình LIFE + của Châu Âu. Dự án tập trung vào phát triển công nghệ phục hồi hoàn toàn các tấm

¹⁰⁰ <https://www.gse.it/servizi-per-te/fotovoltaico/conto-energia/gestione-moduli>

¹⁰¹ [Photovoltaic waste assessment in Italy](#)

¹⁰² <https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/riciclo-fotovoltaico-cosa-succede-pannelli-fine-vita-666/>

¹⁰³ <https://www.gse.it/servizi-per-te/fotovoltaico/conto-energia/gestione-moduli>

¹⁰⁴ <https://registeritaly.pvcycle.org/>

¹⁰⁵ www.sole.cobat.it

quang điện PV silicon đơn tinh thể và đa tinh thể. Dự án triển khai chạy từ năm 2013 đến năm 2016. FRELP là viết tắt “Phục hồi đầy đủ tấm quang điện sau kết thúc vòng đời dự án” . Các giai đoạn của dự án như sau:

- Tháo rời cơ khí bằng robot của các cấu hình nhôm, đầu nối thủy tinh và các lớp của tấm quang điện
- Đốt nhiệt để thu hồi silicon kim loại và các kim loại khác.
- Lọc axit để tách silicon khỏi các kim loại khác bằng cách lọc
- Điện phân để thu hồi đồng và bạc và xử lý trung hòa nước axit.

v. Cơ hội và thách thức

- Mặc dù không ngừng tăng trưởng, **nhưng hạn ngạch thu gom thấp hơn so với mục tiêu hàng năm** được đưa ra theo Chỉ thị WEEE 2012/19. Chỉ thị quy định rằng bắt đầu từ ngày 1 tháng 1 năm 2016, mục tiêu thu gom tương ứng với 45% (lấy tỷ lệ giữa tổng trọng lượng của rác thải điện-điện tử-WEEE được thu thập và trọng lượng của EEE của thị trường trong ba năm trước đó). Từ năm 2019, chỉ tiêu này đã tăng lên 65%, vượt xa mức thu dưới 43% của năm 2018.
- **Tỷ lệ “chuẩn bị để tái sử dụng” khá thấp**, năm 2015 tương ứng với 1%. Cần phải nói rằng Chỉ thị Châu Âu đã không đưa ra các chỉ dẫn rõ ràng cũng như không đưa ra động lực thúc đẩy các hoạt động tái sử dụng vì nó đã đưa ra một mục tiêu tổng hợp cho WEEE “chuẩn bị cho việc tái sử dụng và tái chế”.
- Đã có báo cáo về các trường hợp¹⁰⁶ ở Ý về **chất thải tấm quang điện khoảng 60 tấn** (trị giá 4 triệu euro) thay vì phải được gửi đến nhà máy PV Recycling ở Sicily, thì lại được làm lại với nhãn giả và nhập lậu đến Syria và châu Phi. Nguyên nhân được cho là do các nhà sản xuất hoặc chủ nhà máy không chọn các nhà tái chế PV đáng tin cậy mà chọn phương án rẻ nhất. Ngoài ra, có thể chỉ ra rằng thiếu các quy định hoặc tiêu chuẩn cho các tấm PV đã qua sử dụng

Phụ lục 6.3: Úc

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất lắp đặt điện mặt trời tính đến nay (cộng tích lũy)	18.5 GW ¹⁰⁷ cuối tháng 9 năm 2020
Công suất mục tiêu dự kiến	44 GW cuối năm 2030

Hệ thống lắp đặt năng lượng mặt trời áp mái nhà của Úc là cao nhất trên thế giới tính trên cơ sở bình quân đầu người, với khoảng 50 triệu hoặc 18,5 Giga Watts (GW) được lắp đặt

¹⁰⁶ <https://www.pv-magazine.com/2020/02/05/italian-pv-panels-sent-for-recycling-were-instead-smuggled-to-syria-and-africa/>

¹⁰⁷ [IRENA Statistics-2020](#)

cho đến nay (tính đến ngày 30 tháng 9 năm 2020). Các dự báo cho thấy sẽ có hơn 1 triệu tấm quang điện cần thay thế hàng năm vào năm 2031¹⁰⁸

ii. Các tấm quang điện lỗi hỏng hiện nay và dự kiến phát sinh cuối đời dự án

Theo IRENA, khối lượng tấm quang điện cuối vòng đời của Úc vào năm 2030 trong các kịch bản tổn thất bình thường và tổn thất sớm sẽ từ 30.000 tấn đến 145.000 tấn và vào năm 2050 tương ứng là 0,9 và 0,95 triệu tấn. “Reclaim PV Recycling” tuyên bố rằng hàng năm sẽ có khoảng 300.000 mô-đun tấm quang điện cần phải được xử lý cho đến năm 2030, tăng nhanh lên 5 triệu mô-đun mỗi năm vào năm 2035 khi các mô-đun kế thừa cũng đạt đến cuối vòng đời. Ngoài ra, ước tính 8–10% trong số hơn 11 triệu mô-đun được lắp đặt ở Úc kể từ năm 2009 đang bị lỗi do 'sai sót trong quá trình sản xuất và chưa được kiểm tra các thành phần môi trường’.

Một ước tính khác của Đại học Macquarie dự báo 800.000 tấn mô-đun quang điện sẽ hết tuổi thọ vào năm 2047, với giá trị kinh tế nội tại của vật liệu từ chất thải năng lượng mặt trời này ước tính khoảng 1,25 tỷ đô la Mỹ¹⁰⁹.

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối đời dự án

Hiện tại (vào tháng 5 năm 2021) **không có quy định** nào về quản lý các tấm quang điện thải ở cấp liên bang. Đạo luật Quản lý Sản phẩm Stewardship 2011 được thiết lập để giảm lượng chất thải nguy hại đến bãi chôn lấp cũng như tăng cường tái chế và thu hồi các vật liệu có giá trị. Theo Đạo luật, Bộ trưởng Bộ Môi trường công bố danh sách các loại sản phẩm bổ sung sẽ được xem xét hàng năm. Đối với năm 2016–17, danh sách sản phẩm bao gồm nhóm các tế bào quang điện PV, thiết bị biến tần và phụ kiện hệ thống, chẳng hạn như pin, cho các ứng dụng trong nước, thương mại và công nghiệp.

Ở cấp tiểu bang, vào năm 2012, Nam Úc là chính quyền đầu tiên cấm chất thải điện tử đến bãi chôn lấp, bên cạnh việc đầu tư vào cơ sở hạ tầng tái chế. Tuy nhiên, các định nghĩa của họ về rác thải điện tử được thiết kế để hỗ trợ Chương trình tái chế máy tính và truyền hình quốc gia (NTCRS), vì vậy các thành phần tấm quang điện được miễn lệnh cấm cho đến nay; điều này có thể thay đổi nếu luật của Khối thịnh vượng chung được cập nhật.

Vào năm 2014, Chính quyền Victoria đã cam kết cấm chất thải điện tử đi chôn lấp, với các biện pháp quản lý có hiệu lực vào tháng 6 năm 2019.

Vào năm 2018, Tổ chức Bền vững Victoria¹¹⁰ đã tiến hành đánh giá để xác định các lựa chọn cho cách tiếp cận được phối hợp quốc gia để quản lý sản phẩm của các hệ thống quang điện và thực hiện một hệ thống quốc gia về trách nhiệm chung đối với các sản phẩm quang điện PV cuối đời.

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

¹⁰⁸ [IRENA Statistics-2020](#)

¹⁰⁹ [Northern Territory- EoLPV Study](#)

¹¹⁰ <https://www.sustainability.vic.gov.au/About-us/Research/Solar-energy-system-lifecycles>

Công ty-Reclaim PV Recycling¹¹¹ là một công ty của Úc và có hoạt động tái chế tấm quang điện, sử dụng quy trình tái chế mạnh mẽ thông qua Pyrolysis - một kỹ thuật tái cấu trúc nhiệt nổi tiếng - để tách các tấm thành các bộ phận thành phần của chúng bằng cách đưa chúng qua lò nhiệt độ cao. Sau khi hoàn thành quá trình chiết xuất nhiệt, các thành phần thu hồi được phân loại và đặt vào các thùng thu gom để giao cho các công ty vật liệu, đảm bảo tất cả các vật liệu có thể thu hồi đều có sẵn để sử dụng lại. Reclaim PV đang đồng thời đảm bảo các giấy phép về môi trường để tiến hành các hoạt động tái chế quy mô đầy đủ với công suất ban đầu là 70.000 tấm quang điện mỗi năm và đang kêu gọi các tấm quang điện cuối tuổi thọ từ bất kỳ nơi nào ở Úc. Reclaim PV đã có khoảng 70.000 tấm được xử lý một phần tại địa điểm Lonsdale và nhà kho cho thuê của nó ở Brisbane.

v. Cơ hội và thách thức

Úc là một trong số các nước phát triển xuất khẩu phần lớn rác thải điện tử-WEEE của mình sang các nước đang phát triển. Điều này là bất hợp pháp theo Công ước Basel, vì các quốc gia này có các biện pháp hạn chế để bảo vệ người lao động sử dụng các kỹ thuật tái chế không chính thức. Cụ thể hơn, Bản sửa đổi cấm của Basel quy định rằng việc gửi chất thải nguy hại đến các nước đang phát triển là bất hợp pháp.

Phụ lục 6.4 Hoa Kỳ

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất lắp đặt điện mặt trời tính đến nay (cộng tích lũy)	60.5 GW¹¹² cuối năm 2019
Công suất mục tiêu dự kiến	393 GW cuối năm 2030

Trong mười năm qua, Hoa Kỳ đã có tốc độ tăng trưởng nhanh chóng phát triển điện mặt trời PV với tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm là 65%.

ii. Các tấm thải quang điện hiện thời và dự kiến phát sinh cuối đời dự án

Theo IRENA¹¹³, khối lượng chất thải tấm quang điện cuối vòng đời vào năm 2030 theo kịch bản tổn thất bình thường và tổn thất sớm sẽ là từ 170.000 tấn đến 1 triệu tấn và vào năm 2050 theo kịch bản tổn thất bình thường và tổn thất sớm sẽ là từ 7,5 -10 triệu tấn tương ứng.

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối đời dự án

Cấp độ Liên bang: Không có quy định cụ thể nào về việc thu hồi các tấm quang điện ở cấp liên bang ở Hoa Kỳ. Việc xử lý các tấm PV thải hiện đang chịu sự điều chỉnh của Đạo luật Bảo tồn và Phục hồi Tài nguyên (RCRA).

Bang Washington: Bang Washington đã thông qua Dự luật HB 2645 vào tháng 3 năm 2020 liên quan đến việc thu hồi và quản lý các tấm pin năng lượng mặt trời. Nó yêu cầu các nhà

¹¹¹ <https://www.pv-magazine.com/2021/02/08/australias-first-large-scale-pv-recycling-operation-amps-up-waste-collection/>

¹¹² [IRENA Statistics-2020](#)

¹¹³ [IRENA-EoL management of Solar PV](#)

sản xuất mô-đun quang điện phải đệ trình kế hoạch quản lý sản phẩm trước ngày 1 tháng 7 năm 2022, nếu không thực hiện được thì họ sẽ bị phạt 10.000 đô la cho mỗi lần bán hàng.

California đã phân loại các tấm PV là chất thải nguy hại theo quy định SB 489 vào năm 2015. Cục Kiểm soát Chất độc hại (DTSC) đã đề xuất những thay đổi trong chương trình chất thải nguy hại để phân loại chất thải tấm quang điện là chất thải thông thường đã được EPA phê duyệt vào năm 2020.

Cục Chất lượng Môi trường **Bắc Carolina** năm 2019 (NCDEQ) đã thông qua Dự luật Hạ viện House Bill 329 (SL 2019-132) vào năm 2019, trong đó yêu cầu Ủy ban Quản lý Môi trường NC (EMC) thiết lập một chương trình quy định để “Kiểm soát việc quản lý mô-đun quang điện cuộc sống và pin hệ thống lưu trữ năng lượng và hệ thống năng lượng gió.” Kể từ tháng 7 năm 2019, cơ chế tài trợ vẫn chưa được thiết lập.

Thượng viện bang **New York** đã thông qua Dự luật Thượng viện Senate Bill S2837B, "Đạo luật thu gom các tấm quang điện" vào tháng 7 năm 2018, hiện đang chờ hội đồng phê duyệt.

Dự luật ban hành "Đạo luật thu gom các tấm quang điện" sẽ yêu cầu các nhà sản xuất tấm quang điện phải thu gom các tấm quang điện đã qua sử dụng và yêu cầu hơn nữa liên quan đến việc thiết lập các mục tiêu thu gom và chế độ báo cáo.

SB 942 sẽ yêu cầu các nhà sản xuất bán mô-đun quang điện trong tiểu bang thực hiện chương trình thu gom và tái chế miễn phí cho chủ sở hữu hệ thống, đồng thời đưa ra lệnh cấm chôn lấp.

New Jersey SB 601: Năm 2019, Dự luật này đã thành lập Ủy ban tái chế tấm quang điện New Jersey để phát triển các khuyến nghị và báo cáo các phương án quản lý tái chế và cuối vòng đời cho tiểu bang.

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp

- **First Solar** là nhà sản xuất hàng đầu về tấm pin quang điện màng mỏng CdTe. Công ty đã thiết lập một mạng lưới khép kín để thu gom và tái chế các mô-đun màng mỏng đã qua sử dụng với khả năng thu hồi nguyên liệu tới 90%. Họ có các cơ sở hoạt động ở Mỹ, Malaysia và Đức.
- Hiệp hội các ngành công nghiệp năng lượng mặt trời đang điều hành Chương trình tái chế PV quốc gia National PV Recycling Program, tập trung vào việc hợp tác với các công ty có chuyên môn trước đây về tái chế thủy tinh, silicon, nhôm, kim loại phế liệu và điện tử. Mục tiêu của chương trình là làm cho các đối tác SEIA có khả năng tái chế các tấm quang điện và các bộ biến tần.
- Cleanlites Recycling: tái chế khoảng 900 tấn tấm pin năng lượng mặt trời tính đến năm 2018
- ECS Refining: Xử lý / tái chế năng lượng mặt trời từ khoảng năm 2008
- Tekoverly: đã xử lý hơn 15.000 tấm (khoảng 272 tấn).
- Recycle PV: Cung cấp một chương trình tái chế PV toàn diện trên toàn quốc với Solar CowboyZ, PV CYCLE và RINOVASOL. Một cấu trúc được tính phí để tái chế các tấm quang điện bị vỡ kính hoặc bị hỏng với cấu trúc lớn.

v. Cơ hội và thách thức

Thách thức thứ nhất cũng là có một mạng lưới luật - một số bang có luật, những bang khác thì không. Không có tiêu chuẩn hoặc đặc điểm kỹ thuật nào phổ biến / hài hòa trên toàn quốc.

Các tấm quang điện trước đây phải tuân theo các yêu cầu đầy đủ của các quy định về chất thải nguy hại của California. DTSC đã nhận ra rằng những yêu cầu nghiêm ngặt này dẫn đến những thách thức liên quan đến việc xử lý các tấm quang điện.

DTSC lưu ý rằng các quy định hiện hành yêu cầu chủ sở hữu các tấm PV phải xác định xem có các chất độc hại hay không và với số lượng bao nhiêu. Những yêu cầu này dẫn đến các nghĩa vụ quản lý nghiêm ngặt hơn đối với các cơ sở điện mặt trời và tăng chi phí quản lý liên quan.

Cục Kiểm soát Các Chất Độc hại của California (California Department of Toxic Substances Control DTSC) đã sửa đổi các sửa đổi đối với các quy định về chất thải nguy hại của mình để cho phép các mô-đun được quản lý như “chất thải thông thường” từ ngày 1 tháng 1 năm 2021.

Với việc được phân loại là chất thải thông thường, các tấm quang điện giờ đây sẽ phải tuân theo một bộ tiêu chuẩn được sắp xếp hợp lý nhằm giảm bớt gánh nặng pháp lý và thúc đẩy tái chế. Ví dụ, theo các yêu cầu chung về chất thải, những người sở hữu chất thải có thể lưu giữ các tấm PV lên đến **một năm**, trong khi các yêu cầu chung về chất thải nguy hại chỉ cho phép tích lũy trong **90 ngày** (đối với các máy phát điện số lượng lớn). Khoảng thời gian lưu giữ dài hơn này sẽ cho phép người xử lý vận chuyển các tấm quang điện đến các cơ sở xử lý ít hơn thay vì vận chuyển thường xuyên nên tiết kiệm được chi phí vận chuyển.

Phụ lục 6.5: Hàn Quốc

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất lắp đặt điện mặt trời tính đến nay (cộng tích lũy)	10,5 GW ¹¹⁴ cuối năm 2019
Công suất mục tiêu dự kiến	58,5 GW cuối năm 2030

ii. Các tấm quang điện thải hiện thời và dự kiến phát sinh cuối đời dự án

Vào tháng 8 năm 2019, Hiệp hội Công nghiệp Quang điện Hàn Quốc (KOPIA), Bộ Năng lượng và Bộ Môi trường đã ký một biên bản ghi nhớ sáng kiến để bắt buộc các nhà sản xuất tấm PV phải tái chế sản phẩm của họ theo các quy định bổ sung trách nhiệm của nhà sản xuất (EPR được kỳ vọng là có hiệu lực¹¹⁵).

¹¹⁴ [IRENA Statistics-2020](#)

¹¹⁵ https://www.koreatimes.co.kr/www/nation/2020/08/371_294244.html

Theo IRENA¹¹⁶, khối lượng tấm quang điện cuối vòng đời của Hàn Quốc vào năm 2030 theo kịch bản tổn thất bình thường và tổn thất sớm sẽ là từ 300.000 tấn đến 820.000 tấn và đến năm 2050 theo kịch bản tổn thất bình thường và tổn thất sớm sẽ là 1,5 và 2,3 triệu tấn tương ứng

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối vòng đời dự án

Chưa có hướng dẫn hoặc quy định cụ thể nào điều chỉnh việc quản lý cuối vòng đời của các mô-đun PV chất thải ở Hàn Quốc. Chính phủ Hàn Quốc đang có kế hoạch thực thi Đề án Trách nhiệm bổ sung của Nhà sản xuất cho các mô-đun quang điện vào 2023¹¹⁷.

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

Viện đánh giá Công nghệ Công nghiệp Hàn Quốc (KEIT) đã thành lập một kỹ thuật tái chế PV có giá trị cao do Bộ Thương mại, Công nghiệp & Năng lượng (MOTIE), Hàn Quốc tài trợ. Kết quả của kỹ thuật này là có thể thu hồi 95% khối lượng¹¹⁸ hoặc nhiều hơn vật liệu từ các tấm quang điện.

v. Cơ hội và thách thức

Bộ Thương mại, Công nghiệp và Năng lượng Hàn Quốc đang xây dựng một cơ sở có công suất xử lý 3600 tấn/năm để tái chế các tấm quang điện sẽ đi vào hoạt động vào cuối năm 2021¹¹⁹.

Phụ lục 6.6: Nhật Bản

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất lắp đặt điện mặt trời tính đến nay (cộng tích lũy)	61,8 GW¹²⁰ cuối năm 2019
Công suất mục tiêu dự kiến	150 GW cuối năm 2030

ii. Chất thải phát sinh hiện tại và dự kiến từ cuối đời dự án

Theo IRENA¹²¹, khối lượng chất thải bảng điện PV cuối vòng đời của Nhật Bản vào năm 2030 và đến năm 2050 theo kịch bản tổn thất bình thường và tổn thất sớm sẽ lần lượt là từ 200.000 tấn đến 1 triệu tấn và 6,5 - 7,6 triệu tấn.

¹¹⁶ [IRENA-EoLEoL management of Solar PV](#)

¹¹⁷ <https://www.pv-magazine.com/2020/10/08/south-korea-to-introduce-new-rules-for-pv-recycling/>

¹¹⁸ https://www.koreatimes.co.kr/www/nation/2020/08/371_294244.html

¹¹⁹ <https://recyclinginternational.com/business/korea-ramps-up-recycling-to-meet-demand-for-pv-panels/31270/>

¹²⁰ [IRENA Statistics-2020](#)

¹²¹ [IRENA-EoLmanagement of Solar PV](#)

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý

Nhật Bản vẫn đang trong quá trình xây dựng và thiết lập các hướng dẫn về tái chế PV an toàn và hiệu quả.

Hiệp hội Năng lượng Quang điện Nhật Bản (JPEA) đã công bố hướng dẫn tự nguyện về các phương pháp xử lý đúng cách các mô-đun quang điện cuối vòng đời vào tháng 12 năm 2017¹²².

Các nhà sản xuất, nhập khẩu và phân phối mô-đun quang điện đã được mời cung cấp thông tin về các thành phần hóa học có trong sản phẩm và thông báo cho các công ty xử lý chất thải

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

NPC Group đã xử lý 25.340 tấm PV đã qua sử dụng tính đến ngày 31 tháng 10 năm 2020 tại Nhà máy Matsuyama ở Ehime, Nhật Bản. Một dây chuyền tháo rời bằng quang điện tự động đã được lắp đặt trong cơ sở sử dụng một lưỡi dao được gia nhiệt để tách các tấm thay vì nghiền nát, do đó cho phép hiệu quả tách cao hơn.

Phụ Lục 7: Các trường hợp điển hình quốc tế: nhà máy điện gió

Phụ 7.1: Hoa Kỳ

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất hiện thời tích lũy	105 GW cuối năm 2019
Công suất dự kiến	300GW cuối năm 2030

ii. Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh cuối vòng đời dự án điện gió

Các dự án điện gió được thiết lập từ những năm 1980 với tổng công suất lắp đặt là 43 MW đã ngừng hoạt động hoàn toàn vào năm 2017¹²³.

Viện Nghiên cứu Năng lượng Điện (The Electric Power Research Institute¹²⁴) ước tính sẽ có 2,1 - 4 triệu tấn cánh quạt tuabin tích lũy từ năm 2020 đến năm 2050 ở Mỹ. Lượng chất thải cánh quạt dự kiến có thể thay đổi từ khoảng 200.000 tấn mỗi năm (tính theo vòng đời 15 năm) đến khoảng 370.000 tấn mỗi năm (tính theo vòng đời 25 năm) vào năm 2050.

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý cuối vòng đời dự án

Chưa có chính sách cấp Liên bang để quản lý chất thải cuối vòng đời dự án điện gió ở Mỹ. Cục Chất lượng Môi trường Bắc Carolina năm 2019 (NCDEQ) đã thông qua Dự luật Hạ viện House Bill 329 (SL 2019-132) vào năm 2019, trong đó yêu cầu Ủy ban Quản lý Môi

¹²² <https://www.pv-magazine.com/2018/08/29/japanese-government-hails-new-quality-guidelines-for-pv-projects/>

¹²³ [American Wind Energy Association](#)

¹²⁴ [Wind Turbine Blade Recycling- Preliminary Assessment - EPRI](#)

trường NC (EMC) thiết lập một chương trình quy định để “Kiểm soát việc quản lý cuối vòng đời cho mô-đun quang điện và hệ thống lưu trữ năng lượng và hệ thống năng lượng gió”.

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

- ACMA đã phát triển module¹²⁵ sửa chữa cánh tuabin gió có chứng chỉ kỹ thuật viên để hỗ trợ ngành công nghiệp điện gió. Quy trình tân trang lại cánh tuabin tiêu chuẩn có thể bao gồm kiểm tra bằng mắt và /hoặc siêu âm và dò siêu âm; sau đó các cánh có thể được sửa chữa, sơn lại, cân và cân bằng khi cần thiết¹²⁶.
- Dự án Re-Wind so sánh các chiến lược tái chế và tái chế bền vững cuối đời cho các cánh tuabin gió bằng vật liệu composite sử dụng Mô hình cấu trúc theo hướng dữ liệu trong nền tảng Khoa học thông tin địa lý (GIS) trên cơ sở kết hợp cùng với đánh giá chu kỳ bền vững môi trường, kinh tế và xã hội (LCSA).
- Ban năng lượng tái tạo của Hãng GE Electric thông báo họ đã bắt đầu ký hợp đồng với công ty tái chế Veolia Bắc Mỹ để lấy các cánh quạt từ các trang trại gió của Hoa Kỳ mà Công ty này đang trong quá trình cung cấp điện trở lại, cắt nhỏ và sử dụng chúng làm nguyên liệu cho các lò nung xi măng. Sử dụng chất thải cánh cắt nhỏ để sản xuất xi măng, một kỹ thuật được gọi là đồng xử lý, lần đầu tiên được triển khai thương mại ở châu Âu khoảng một thập kỷ trước. Ứng dụng này có thể giúp giảm tác động khí hậu to lớn của quá trình sản xuất xi măng, bao gồm việc nung đá vôi đến hơn 2.700 độ F trong lò. GE ước tính rằng bằng cách đốt các cánh quạt, lượng khí thải carbon của quá trình sản xuất xi măng có thể được cắt giảm 27%.
- Carbon Rivers là một Doanh nghiệp nhỏ được thành lập bởi các kỹ sư và nhà khoa học, có trụ sở chính tại Knoxville,. Họ đã phát triển công nghệ tái chế thủy tinh thành thủy tinh để xử lý sợi thủy tinh từ cánh tuabin gió thành sản phẩm trung gian composite có thể được sử dụng để sản xuất lại các sản phẩm composite cuối cùng.
- Global Fibreglass Solutions¹²⁷, một công ty khởi nghiệp có trụ sở tại Hoa Kỳ đã phát triển một giải pháp tái chế các cánh tuabin gió thành dạng viên và tấm sợi có thể được sử dụng trong sàn và tường. Cơ sở có công suất xử lý 6000 đến 7000 cánh tuabin mỗi năm.
- Các cánh tuabin gió hiện đang được chôn lấp cách mặt đất dưới 30 feet ở Lake Mills, Iowa; Thác Casper, Wyoming và Sioux, Nam Dakota. Casper ở Wyoming¹²⁸ đã tính phí \$ 675'485 cho việc chôn lấp 1000 cánh tuabin gió. Hội đồng thành phố đã thông qua phí chôn lấp 59 USD / tấn cho thiết bị tuabin gió. Chi phí xử lý hiện là từ \$ 400 đến \$ 800 mỗi tấn cho các cánh quạt.

¹²⁵ [Wind Turbine Blade Recycling- Preliminary Assessment - EPRI](#)

¹²⁶ https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/128071350/Wind_Turbine_Blades.pdf

¹²⁷ <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/global-fiberglass-solutions-becomes-the-first-us-based-company-to-commercially-recycle-wind-turbine-blades-into-viable-products-1027906087>

¹²⁸ [Casper Landfill in Wyoming](#)

v. Cơ hội và thách thức

Một thách thức lớn đang tồn tại là việc thiếu chính sách¹²⁹ ở Hoa Kỳ liên quan đến việc xem xét cuối vòng đời của sản phẩm sử dụng đối với cánh tuabin, góp phần hơn nữa vào hiện trạng của việc lưu trữ hoặc xử lý chúng như chất thải rắn tại các bãi chôn lấp. Hiện nay, việc thải bỏ cánh tuabin gió ở bãi rác ở Mỹ ít tốn kém hơn so với việc vận chuyển đường dài và tái chế hiệu quả. Việc thiếu áp lực điều tiết này đảm bảo sự tắc nghẽn trong việc phát triển các lựa chọn khác cuối đời dự án-EoL cho các cánh tuabin gió thải bỏ.

Các bang của Mỹ có thể xem xét các cơ chế chính sách để thúc đẩy thị trường phát triển các giải pháp thay thế, chẳng hạn như tăng cường trách nhiệm của người sản xuất. Các tiểu bang có thể hỗ trợ xây dựng cơ sở hạ tầng tái chế trong khu vực - đặc biệt là ở các tiểu bang có nhiều năng lượng gió như Texas hoặc Iowa - để giải quyết giai đoạn cuối đời của các cánh tuabin gió¹³⁰.

Phụ lục 7.2 Đức

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất hiện thời tích lũy	60,8 GW cuối năm 2019
Công suất dự kiến	96 GW cuối năm 2030¹³¹

ii. Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh cuối vòng đời dự án điện gió

Theo một nghiên cứu của UBA¹³² ước tính từ năm 2021 thì tuổi thọ trung bình của các tuabin là 20 năm, lượng bê tông phát sinh tạo ra lên đến 5,5 triệu tấn mỗi năm và thép gần một triệu tấn mỗi năm, ngoài ra còn có đồng và nhôm. Nghiên cứu nhấn mạnh rằng cơ sở hạ tầng tái chế hiện có ở Đức được trang bị để xử lý lượng chất thải này nhưng chỉ ra sự không chắc chắn đối với việc tái chế các cánh quạt, theo đó dự báo cho thấy số lượng đáng kể bắt đầu từ năm 2024 lên đến khoảng 70.000 tấn mỗi năm.

Nghiên cứu của UBA cũng xem xét dự báo chi phí xử lý /ngừng hoạt động đối với tuabin gió ở Đức sẽ ở mức khoảng 100 triệu euro cho đến năm 2031 và sau đó tăng nhanh lên đến 450 triệu euro vào năm 2038. Điều này có thể được giải thích là do số lượng ngày càng tăng của tuabin gió hiện đại với chiều cao cao hơn sẽ ngừng hoạt động từ năm 2030 đến năm 2040.

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý

Tháo dỡ:

¹²⁹ <https://blog.ucsusa.org/james-gignac/wind-turbine-blades-recycling>

¹³⁰ [Recycling wind turbine blades in US- Article](#)

¹³¹ [Wind Power Europe-Forecast 2030](#)

¹³² [UBA Study on dismantling old wind power installations \(In German\)](#)

Việc ngừng vận hành các tuabin gió được quy định bởi Luật Nguồn Năng lượng Tái tạo, năm 2017. Một số điều khoản cũng được đưa ra trong Bộ luật Xây dựng.

Việc tháo dỡ các tuabin gió ở Đức phải tuân theo chế độ luật xây dựng và ở một mức độ lớn, luật kiểm soát (nồng độ các chất ô nhiễm và các chất trong môi trường ở một nơi cụ thể và tại một thời điểm cụ thể).

Khung pháp lý cho quản lý tài nguyên:

Kim loại: Đức tuân theo Chỉ thị Khung về Chất thải của EU (2008/98/EC) về xử lý kim loại (Umwelt Bundesamt, 2014). Điều này được thay đổi trong Pháp lệnh Chất thải Thương mại, 2002.

Vật liệu tổng hợp composite: Lệnh cấm chôn lấp trực tiếp chất thải có tổng hàm lượng hữu cơ (TOC) cao hơn 3% có hiệu lực vào năm 2009. Vì các cánh quạt chứa một phần hữu cơ do nhựa kết dính các sợi thủy tinh với nhau, nên chúng không thể được chôn lấp.

Đất hiếm: Theo Chỉ thị Khung về Chất thải của EU (2008/98 / EC), các nguyên tố đất hiếm được liệt kê là không nguy hiểm. Cho đến nay, không có luật pháp quốc gia hoặc châu Âu cụ thể nào liên quan đến đất hiếm.

Dầu: Việc quản lý dầu thải được quy định bởi pháp lệnh về Dầu thải ngày 01.05.2002 và Điều 19 của Đạo luật Nước Liên bang.

Phục hồi địa điểm: Đoạn 35 (5) của Bộ luật xây dựng có quy định như sau: “Đơn vị vận hành phải đưa ra tuyên bố cam kết tháo dỡ công trình lắp đặt và dỡ bỏ tất cả các lớp đất bịt kín khi từ bỏ vĩnh viễn địa điểm”. Ủy ban Liên bang về Bảo vệ Đất đã qui định.

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

Cơ quan Môi trường Đức (UBA) đã tiến hành đánh giá¹³³ sâu về lượng chất thải, khía cạnh tài chính và kỹ thuật tháo dỡ hiện đại đối với tuabin gió khi kết thúc vòng đời dự án.

Hiện tại, quy mô công nghiệp duy nhất tái chế vật liệu cánh tuabine được thực hiện bởi Zagons Logistik ở Melbeck, Đức. Họ sử dụng phương pháp tái chế cơ học và sản xuất một loại vật liệu có thể hoạt động tốt như một chất độn trong sản xuất xi măng. Vật liệu này sau đó được gửi đến nhà máy xi măng Holcim AG /Geocycle ở Lägerdorf để tiếp tục chế biến thành sản phẩm đầy đủ chức năng. Trong năm 2012, công ty đã tái chế khoảng 400-500 tấn nguyên liệu mỗi tháng, tức là 5000 - 6000 tấn mỗi năm¹³⁴. Nhà máy Melbeck có tổng công suất hiện tại là 30.000 tấn/năm. Chi phí khoảng 150 EUR/tấn (phí tại cổng).

Neocomp là một công ty quản lý chất thải có trụ sở tại Bremen chuyên cắt nhỏ và chuyển đổi các cánh tuabin gió làm bằng nhựa gia cố sợi thủy tinh thành nhiên liệu thay thế chất lượng cao hoặc sợi tái chế có thể phát điện cho các nhà máy xi măng sử dụng nhiều năng lượng

v. Cơ hội và thách thức

Bộ luật Xây dựng của Liên bang Đức bắt buộc các nhà sản xuất điện cung cấp tín chỉ tài chính để khôi phục lại tình trạng ban đầu của khu vực đã xây dựng. Tuy nhiên, không có

¹³³ [UBA Study on dismantling old wind power installations \(In German\)](#)

¹³⁴ <https://www.windpowermonthly.com/article/1124486/complexities-recycling-begin-bite>

hướng dẫn chung nào cho đến nay về quá trình tháo dỡ. Hơn nữa, không có mục tiêu cụ thể nào theo luật chất thải đối với chất thải tạo ra trong quá trình tháo dỡ các tuabin gió hoặc các tuyến đường thải bỏ các vật liệu riêng lẻ xác định.

Phụ lục 7.3 Đan Mạch

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất hiện thời tích lũy	6.1 GW cuối năm 2019
Công suất dự kiến	9.3 GW cuối năm 2030¹³⁵

ii. Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh cuối vòng đời dự án

Công suất lắp đặt điện gió trên bờ ở Đan Mạch đã bão hòa và công suất lắp đặt được dự báo sẽ tăng sau năm 2045. Mặt khác, công suất lắp đặt ngoài khơi sẽ tăng cao cho đến năm 2030, tương ứng với 210 MW/năm. Tuy nhiên, sau năm 2030, công suất khai thác xa bờ theo sát dự báo gần bằng trên bờ. Do sự gia tăng của công suất ngoài khơi, người ta quan sát thấy rằng trong những năm 2040 đến 2045, vật liệu phế thải từ các tuabin gió ngoài khơi sẽ vượt quá vật liệu từ trên bờ và sẽ đạt gần 4500 tấn. Vật liệu cánh tuabin thải trên bờ có sẵn trong những năm qua dường như có những biến động đáng kể, theo tốc độ phát triển thay đổi của ngành công nghiệp này với độ trễ về thời gian của vòng đời hoạt động của trang trại điện gió

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý

Tháo dỡ:

Chính quyền thành phố đặt ra các điều kiện cho việc tháo dỡ ngay khi cấp phép ban đầu cho xây dựng và vận hành. Các công việc tháo dỡ phải bắt đầu chậm nhất sau 1 năm kể từ khi trang trại điện gió ngừng hoạt động.

Khung pháp lý về quản lý tài nguyên:

Cụ thể: Điều 2 (2) của Đạo luật Bảo vệ Môi trường, năm 2016 quy định rằng các thành phố phải áp dụng các quy định về phân loại chất thải xây dựng và xây dựng, phân bỏ chất thải xây dựng và phá dỡ và thông báo số lượng của chúng.

Dầu: Đan Mạch tuân theo Chỉ thị Khung về Chất thải của EU (2008/98/EC) về xử lý dầu thải thông qua các điều khoản trong pháp lệnh về Chất thải. Dầu thải chủ yếu được xử lý bằng cách tái sinh và /hoặc đốt có thu hồi năng lượng.

Phục hồi địa điểm: Yêu cầu phổ biến là dỡ bỏ tất cả các thiết bị, bao gồm cả nền, sâu tới 1m dưới bề mặt và cải tạo lại khu vực.

iv. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

Miljøskærm là một công ty khởi nghiệp của Đan Mạch tái chế các cánh tuabin gió (thủy tinh sợi) và phát triển vật liệu có thể được sử dụng làm rào cản tiếng ồn. Công ty khởi nghiệp sử dụng một kỹ thuật tách mới là nghiền các cánh tuabin gió thành các mảnh nhỏ 1-2 cm và sau

¹³⁵ [Wind Power Europe-Forecast 2030](#)

đó bọc chúng trong hộp nhựa tái chế để tạo thành rào cản tiếng ồn. Họ dự kiến sẽ xử lý 50-100 tấn nguyên liệu (3-6 cánh) trong năm nay. Họ đã bán vật liệu làm vật chắn tiếng ồn với giá 100 euro mỗi m². Công ty ước tính rằng 12.000 tấn nguyên liệu sợi thủy tinh bị loại bỏ hàng năm ở Đan Mạch, phần lớn trong số đó có nguồn gốc từ các tuabin gió..

Refiber là một công ty khác có trụ sở tại Đan Mạch đã phát triển công nghệ được cấp bằng sáng chế để chuyển đổi chất thải sợi thủy tinh từ cánh tuabin gió thành vật liệu cách nhiệt

Phụ lục 7.4 Hà Lan

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất hiện thời tích lũy	4.5 GW cuối năm 2019
Công suất dự kiến	19.5 GW cuối năm 2030¹³⁶

ii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý chất thải cuối vòng đời

Tháo dỡ: Việc tháo dỡ các tuabin gió tuân theo Nghị định xây dựng 2012¹³⁷.

Khung pháp lý cho quản lý tài nguyên:

Bê tông: Theo luật của Hà Lan, phiên bản 3, bê tông từ việc cải tạo hoặc phá dỡ các tòa nhà, đường xá và cơ sở hạ tầng khác phải được tái chế hoặc tái sử dụng.

Kim loại: Theo Sectorplannen, phiên bản 3, kế hoạch ngành 12, tất cả kim loại (kim loại đen và kim loại màu) nên được đưa đến một nhà máy tái chế.

Vật liệu tổng hợp: Theo phiên bản thứ 3 của Kế hoạch quản lý chất thải quốc gia, việc chôn lấp chất thải hỗn hợp bị cấm ‘về nguyên tắc’. Tuy nhiên, các nhà điều hành trang trại gió có thể được hưởng lợi từ “miễn trừ” nếu các giải pháp thay thế được coi là quá tốn kém, tức là chi phí xử lý cao hơn giá trị chuẩn € 200/tấn.

Dầu: ‘Kế hoạch ngành 56 Afgewerkte olie’ nêu rõ rằng dầu từ các tuabin gió nên được xử lý chủ yếu bằng cách tái sinh và /hoặc đốt để thu hồi năng lượng.

Khôi phục địa điểm: Không có luật cụ thể quy định việc dỡ bỏ các nền tảng tuabin gió ở Hà Lan. Thay vào đó, bất kỳ yêu cầu dỡ bỏ nền móng nào được đặt ra trong các thỏa thuận giữa chủ đất và nhà điều hành.

iii. Công nghệ tái chế và danh sách các nhà cung cấp công nghệ

Extreme Eco solutions là một công ty khởi nghiệp có trụ sở tại Hà Lan, hợp tác với SUEZ đã xây dựng một thử nghiệm bao gồm các tấm gạch nhẹ làm từ cánh tua-bin gió

¹³⁶ [Wind Power Europe-Forecast 2030](#)

¹³⁷ <https://wetten.overheid.nl/zoeken>

Demacq Recycling sử dụng công nghệ cắt nước lạnh chất lượng cao tại chỗ để cắt các cánh tuabin gió để vận chuyển dễ dàng. Công ty chuyên đổi chất thải composite thành chất tái chế có thể được sử dụng để xây dựng cầu.

Ở Rotterdam, năm cánh tuabin gió đã qua sử dụng đã được chế tạo thành tháp trượt, đường hầm, đường dốc và cầu trượt trong sân chơi dành cho trẻ em rộng 1.200m² có tên Wikado. Những cánh tuabin ngừng hoạt động đã được tái sử dụng trong sân chơi, bến xe buýt và chỗ ngồi ngoài trời ở thành phố Terneuzen¹³⁸.

iv. Cơ hội và thách thức

Hà Lan cấm chôn lấp chất thải composite (bao gồm cánh tuabin gió) theo phiên bản thứ 3 của Kế hoạch quản lý chất thải quốc gia. Có một ngoại lệ nếu có phương án xử lý với chi phí xử lý chất thải hơn 200 euro/tấn. Các cánh tuabin gió được chôn lấp trong nước kể cả đối với ngoại lệ trên. Cục quản lý chất thải của Bộ cơ sở hạ tầng tuyên bố rằng : không có ứng dụng thực sự nào trong việc xử lý và tái chế các cánh tuabin gió ở Hà Lan chính là lý do gây ra sai lệch¹³⁹. Điều này được xác nhận bởi Wind Europe Survey cho biết chi phí tái chế cơ học các cánh tuabin gió ở Hà Lan dao động trong khoảng 500-1.000 euro/tấn bao gồm cả cắt trước, vận chuyển và xử lý tại chỗ. Chi phí tái chế cơ học từ 150-300 euro/tấn.

Phụ lục 7.5 Vương Quốc Anh

i. Công suất hiện tại và dự kiến

Công suất lắp đặt tính đến nay	24 GW cuối năm 2019
Tổng công suất các dự án điện gió	37.5 GW cuối năm 2030¹⁴⁰

ii. Chất thải hiện tại và dự kiến phát sinh từ các dự án điện gió

Vương quốc Anh sẽ dẫn đầu, chiếm khoảng 37-40% vật liệu phế thải ngoài khơi của châu Âu cho đến năm 2050. Công suất tổng thể vào năm 2050 được dự báo sẽ thấp hơn một chút so với 55.000 MW, bằng gần một nửa công suất ước tính của Đức. Tuy nhiên, ở Vương quốc Anh, phần lớn công suất sẽ ở ngoài khơi sau năm 2022. Do đó, tổng lượng vật liệu thải từ ngoài khơi dự kiến sẽ cao hơn so với trong bờ từ năm 2030 trở đi và vào năm 2050, tổng lượng vật liệu thải từ cánh tuabin được dự kiến là khoảng 45.000 tấn, 65% trong số đó là do ở ngoài khơi. Cần lưu ý rằng công suất ngoài khơi đang tăng lên với tốc độ 1333 MW/năm cho đến năm 2035, rất cao và tương ứng với một nửa công suất lắp đặt ngoài khơi ở châu Âu nói chung. Sau năm 2035 công suất ngoài khơi dường như đã bão hòa và hầu như không có cơ sở lắp đặt mới. Tuy nhiên, độ bão hòa này không được xác định trên vật liệu thải của cánh tuabin do khoảng thời gian từ khi lắp đặt đến khi ngừng hoạt động. Mặt khác, công suất trên bờ tương đối bão hòa với tốc độ tăng bình quân khoảng 250 MW/năm. Tổng lượng chất thải cánh tuabin trên bờ tăng cho đến năm 2030 và sau đó dao động cho đến năm 2050.

iii. Tóm tắt chính sách quốc gia về quản lý chất thải cuối vòng đời dự án

Thảo dỡ:

¹³⁸ [What happens to all old wind turbines ? - BBC](#)

¹³⁹ [Alternatives on afterlife use of amortized wind turbine blades in the Netherlands](#)

¹⁴⁰ [Wind Power Europe-Forecast 2030](#)

Yêu cầu tháo dỡ được đặt ra trong các điều kiện lập kế hoạch cho từng dự án đã được cấp phép. Hầu hết các dự án sẽ có thỏa thuận "Bảo lãnh tháo dỡ" với cơ quan lập kế hoạch địa phương tại thời điểm đồng ý lập kế hoạch để trang trải chi phí ngừng hoạt động, thường là dưới dạng một điều kiện lập kế hoạch.

Khung pháp lý cho quản lý tài nguyên:

Bê tông: Không có luật đặc biệt nào về việc xử lý các móng tuabin gió trên bờ ở Vương quốc Anh.

Kim loại: Vương quốc Anh tuân thủ theo Chỉ thị Khung về Chất thải của EU (2008/98/EC) để xử lý kim loại. Từ ngày 1 tháng 1 năm 2015, các quy định về chất thải của Vương quốc Anh yêu cầu các doanh nghiệp phải tách vật liệu có thể tái chế khỏi các chất thải khác (ví dụ: Quy định về Chất thải (Anh và xứ Wales) 2011, được sửa đổi vào năm 2015).

Dầu: Tại Scotland, Wales và Bắc Ireland, việc quản lý dầu thải được quy định bởi Hướng dẫn Phòng ngừa ô nhiễm trong phần 'Lưu trữ và xử lý an toàn dầu đã qua sử dụng (PPG8)'. Ở Anh, việc quản lý dầu thải được điều chỉnh bởi các quy định 'Kiểm soát ô nhiễm (lưu trữ dầu) (Anh Quốc) 2001'. Luật này tương tự như luật của Scotland, Wales và Bắc Ireland.

Khôi phục địa điểm: Các yêu cầu ngừng hoạt động được đặt ra trong các điều kiện lập kế hoạch cho từng dự án đã được cấp phép. Cơ quan có thẩm quyền đồng ý có thể bao gồm các yêu cầu để khôi phục đất ở điều kiện có thể chấp nhận được như một phần của quá trình phê duyệt quy hoạch.

Phụ lục 8: Quan điểm của các bên liên quan chính

Các Bộ ngành dưới đây đã được tham vấn cho nghiên cứu này:

- Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo (EREA) thuộc Bộ Công Thương (MOIT);
- Tổng cục Môi trường Việt Nam (VEA) thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE);
- Vụ Khoa học và Công nghệ các Chi cục Kinh tế Kỹ thuật thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ (MOST).

Quan điểm của Cục Điện lực và Năng lượng tái tạo -EREA: Phát triển năng lượng tái tạo là xu hướng tất yếu ở Việt Nam. Điện mặt trời áp mái là nguồn điện sạch, tái tạo, được phân tán, quy mô nhỏ, tiêu thụ tại chỗ, góp phần giảm tổn thất truyền tải, phân phối, tận dụng hạ tầng lưới điện hiện có của ngành điện. Nguồn điện phát ra chủ yếu vào ban ngày, giờ cao điểm của hệ thống điện giúp giảm tải trong giờ cao điểm. Đây cũng là loại năng lượng tái tạo tận dụng diện tích mái che trong các khu dân cư, các doanh nghiệp đã có đầy đủ hạ tầng lưới điện, kết nối thuận tiện ... nên khuyến khích các thành phần kinh tế như hộ gia đình, doanh nghiệp đầu tư tự sử dụng, cung cấp điện và phần còn lại bán lại cho Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN).

Cơ chế FiT có nhiều ưu điểm cho sự phát triển mạnh mẽ của cả năng lượng gió và năng lượng mặt trời, nhưng chúng cũng cho thấy một số bất cập và hạn chế. Bộ Công Thương đang chuẩn bị một quyết định mới về giá điện, trong đó các hệ thống điện mặt trời nổi và quy mô nhà máy sẽ áp dụng phương án đấu thầu cạnh tranh, trong khi hệ thống điện mặt trời áp mái nhà sẽ có giá FiT mới. Giá FiT mới sẽ dao động từ 5,2 đến 5,8 cent Mỹ/kWh tùy thuộc vào công suất. Giá FiT này thấp hơn 30% so với các mức giá trước đó, phù hợp với tình hình hiện tại do:

- Công nghệ hoàn thiện;
- Xu hướng giảm giá của các thiết bị cho hệ thống điện mặt trời áp mái nhà;
- Hiệu suất cao của hiệu suất tấm quang điện dẫn đến chi phí đầu tư trên mỗi Wh được sản xuất thậm chí sẽ còn thấp hơn.

Biểu giá FiT 3 cho điện mặt trời sẽ được điều chỉnh hàng năm để phù hợp với tình hình thực tế.

Cho đến nay, chưa có bất kỳ quy định nào về quản lý chất thải phát sinh từ hệ thống điện mặt trời và điện gió. Tốt hơn là nên tách các thành phần thông thường và chất thải nguy hại. Thành phần thông thường chiếm hơn 80% khối lượng tấm quang điện và 85% cánh gió, có thể được tái chế. Phần còn lại, chủ yếu bao gồm phần vỏ giá trị kinh tế (EVA) và kim loại nặng trong các tấm quang điện, được coi là chất thải nguy hại và các chất độc hại trong các cánh tuabin. Ngay sau khi có dự án vận hành thương mại (COD), các chủ nhà máy thường ký hợp đồng với đơn vị có chức năng để xử lý như chất thải nguy hại, nhưng họ không nắm rõ quy trình xử lý. Việc xem xét là chất thải nguy hại có thể gây khó khăn cho việc phát triển điện mặt trời trong tương lai. Về việc này, Cục điện lực và năng lượng tái tạo khuyến nghị mở rộng nghiên cứu về sự thay đổi thành phần vật liệu của cả năng lượng mặt trời và năng lượng gió trong điều kiện khắc nghiệt, rò rỉ nước từ các tấm quang điện trong trường hợp các tấm quang điện bị lỗi hoặc bị hỏng và các tác động tiêu cực của chúng đến môi trường.

Quan điểm của Tổng cục môi trường-VEA / MONRE. Tham vấn tập trung vào quá trình đánh giá tác động môi trường và sau đánh giá tác động môi trường (ĐTM). Khoảng 80% báo cáo ĐTM của các dự án năng lượng tái tạo đã được Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh phê duyệt. Tuy nhiên, Bộ TNMT có các cuộc điều tra định kỳ về bảo vệ môi trường của các dự án năng lượng tái tạo. Ngoài ra, Bộ TNMT đã thiết lập 3 đường dây nóng về các vấn đề môi trường để các vấn đề môi trường được xác định và thông báo cho Bộ TNMT để từ đó tìm ra giải pháp phù hợp.

Căn cứ vào Luật Bảo vệ Môi trường 2014, cộng đồng dân cư có quyền giám sát các dự án và tác động môi trường của chúng. Trong Luật Bảo vệ môi trường năm 2020, cộng đồng dân cư được coi là một chủ thể chính trong công tác bảo vệ môi trường. Họ đóng vai trò thiết yếu trong việc công bố thông tin, tham vấn cộng đồng cũng như giám sát và phản biện các hoạt động bảo vệ môi trường. Mục tiêu chung của luật mới là bảo vệ sức khỏe khu dân cư và đảm bảo rằng mọi người có thể sống trong một môi trường trong lành. Để tạo thuận lợi cho cộng đồng dân cư trong công tác bảo vệ môi trường, Luật đã bổ sung quy định về việc thiết lập hệ thống trực tuyến để tiếp nhận, xử lý, phản hồi thông tin phản ánh, kiến nghị, lấy ý kiến của tổ chức, cá nhân và cộng đồng về bảo vệ môi trường, qua đó giúp cộng đồng tham gia nhiều hơn trong việc giám sát các hoạt động bảo vệ môi trường thông qua công nghệ thông tin, tương tác với các ứng dụng thông minh trên điện thoại di động.

Vụ Khoa học và Công nghệ thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ (MOST). Chính phủ đã giao Bộ Khoa học và Công nghệ nghiên cứu giải pháp xử lý chất thải cuối đời dự án từ các nhà máy điện mặt trời. Trong giai đoạn đầu, Bộ đang tập trung vào các giải pháp cho tấm quang điện mặt trời và các bộ biến tần. Trong giai đoạn hai, một tiêu chuẩn kỹ thuật về chất lượng của các tấm quang điện mặt trời sẽ được lên kế hoạch. Hơn nữa, trong tương lai gần, Bộ sẽ xúc tiến một nghiên cứu thí điểm về thu gom, xử lý và xử lý chất thải điện mặt trời.

Một số cuộc tham vấn các bên liên quan đã được thực hiện với các Sở TNMT và Sở Công thương cấp tỉnh. Sở Công Thương chỉ chịu trách nhiệm về phát điện và đấu nối lưới điện

cũng như an toàn kỹ thuật trong các nhà máy điện. Trong khi đó, Sở TNMT chịu trách nhiệm quản lý và giám sát các vấn đề môi trường. Trong trường hợp chưa có bất kỳ luật cụ thể nào, chất thải cuối vòng đời dự án từ điện mặt trời được đăng ký là chất thải nguy hại và được quản lý theo hồ sơ chất thải nguy hại theo quy định tại Thông tư số 36/2015/TT-BTNMT.

