



TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

Quản lý, khai thác và sử dụng hiệu quả bền vững
Tài nguyên trong nền kinh tế hội nhập

LẦN THỨ 2 2025



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

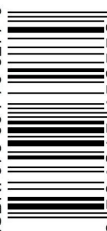
Quản lý, khai thác và sử dụng hiệu quả bền vững Tài nguyên trong nền kinh tế hội nhập



HUMG
NEU

2025

ISBN: 978-604-76-3277-0



SÁCH KHÔNG BÁN



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG
TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP
LẦN THỨ 2

Hà Nội, 12/2025

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA
QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG
TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP – LẦN THỨ 2



BAN KHOA HỌC

1. GS.TS Trần Thanh Hải, HUMG
2. PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, HUMG
3. PGS.TS Lê Quang Duyên, HUMG
4. PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, HUMG
5. PGS.TS Ngô Thị Phương Thảo, NEU
6. TS. Nguyễn Thị Lan Anh, NEU
7. PGS.TS Lê Minh Thống, HUMG
8. PGS.TS Đỗ Văn Bình, HUMG
9. PGS.TS Lê Đức Tình, HUMG
10. PGS.TS Lê Ngọc Ánh, HUMG
11. TS. Tô Xuân Bản, HUMG

BAN BIÊN TẬP

1. PGS.TS Tống Thị Thanh Hương, HUMG
2. TS Nguyễn Khắc Long, HUMG
3. TS Nguyễn Tiến Hưng, HUMG
4. PGS.TS Nguyễn Anh Tuấn, HUMG
5. PGS.TS Nguyễn Văn Thịnh, HUMG
6. PGS.TS Lê Ngọc Ánh, HUMG
7. TS. Công Ngọc Thắng, HUMG
8. TS. Trần Danh Hùng, HUMG
9. TS. Nguyễn Tiến Hùng, HUMG
10. TS. Nguyễn Thanh Lâm, NEU
11. TS. Nguyễn Trần Tuấn, NEU
12. TS. Nguyễn Thị Lan Anh, NEU
13. TS. Phan Thị Hồng, HUMG
14. TS. Phạm Trung Kiên, HUMG
15. ThS. Nguyễn Văn Thành, HUMG
16. ThS. Trương Văn Từ, HUMG
17. ThS. Nguyễn Duy Mười, HUMG
18. ThS. Bùi Thị Ngân, HUMG
19. ThS. Nguyễn Thanh Tuấn, HUMG



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA
QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG
TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP – LẦN THỨ 2



Mục lục

The erosion and accretion at Day River mouth, Vietnam. <i>Ban Xuan To¹</i>	1
Mô hình hệ sinh thái số hóa toàn diện cho ngành than Việt Nam – Từ sản xuất đến tiêu thụ, <i>Nguyen Duc Thang^{1,*}, Nguyen Thi Huong¹</i>	15
Tối ưu hóa nứt vỉa thủy lực cho giếng khí-condensate trong điều kiện áp suất cao nhiệt độ cao (HPHT), <i>Trương Văn Từ^{1,*}, Nguyễn Khắc Long¹</i>	23
Ứng dụng công nghệ số vào việc nghiên cứu và sản xuất năng lượng xanh và năng lượng tái tạo, <i>Nguyễn Thị Hải Yến¹</i>	31
Tác động của năng lượng xanh và chuyển đổi số đến năng lực cạnh tranh quốc gia: Phân tích dữ liệu bảng giai đoạn 2010 – 2024, <i>Nghiêm Xuân Khoát¹, Dang Thị Minh Hien²</i>	37
Phát triển du lịch địa chất tại các công viên địa chất toàn cầu ở Việt Nam: Thực trạng và giải pháp, <i>Lê Minh Thống^{1,*}</i>	46
Chuyển đổi số trong quản lý và giám sát hoạt động khoáng sản bằng công nghệ WebGis, áp dụng cho tỉnh Lai Châu, <i>Trương Xuân Bình^{1,*}, Phạm An Cường¹, Nguyễn Thị Hải Yến¹, Phạm Văn Đồng¹</i>	52
Phân vùng triển vọng dầu khí theo phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần tài liệu trọng lực khu vực biển Đông Nam Việt Nam, <i>Trần Tuấn Dương^{1,2,*}, Nguyễn Phương Nam¹</i>	60
Hiệu quả của phương pháp địa vật lý lỗ khoan trong đánh giá, thăm dò quặng urani vùng trũng Nông Sơn, phục vụ phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam, <i>Nguyễn Văn Tuyên^{1,*}, Lê Khánh Phồn², Trần Danh Hùng³</i>	72
Công nghệ BESS trong hệ thống năng lượng tái tạo: đánh giá tổng quan về kinh tế, kỹ thuật và một số bài học kinh nghiệm từ thế giới, <i>Lê Xuân Thành^{1,*}</i>	82
Quản lý nguồn tài nguyên đất xây dựng và nước dưới đất phục vụ phát triển công trình ngầm đô thị Hà Nội, <i>Nguyễn Thị Nụ^{1,*}, Bùi Trường Sơn¹</i>	91
Tài nguyên và phát triển bền vững: Vai trò của chính sách công trong nền kinh tế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa, <i>Võ Thị Hồng Hạnh^{1,*}</i>	99
Tổng quan về sự tham gia của cộng đồng trong thực hiện Hiệp định đối tác tự nguyện Việt Nam – Liên minh Châu Âu về thực thi Luật lâm nghiệp, quản trị rừng và thương mại lâm sản, <i>Nguyễn Thị Thu Giang¹, Ngô Thị Phương Thảo², Nguyễn Hữu Dũng²</i>	105
Giải pháp kiểm soát bụi trong khai thác khoáng sản tại Việt Nam – Hiện trạng, thách thức và hướng phát triển bền vững, <i>Nguyễn Văn Thành^{1,*}, Nguyễn Trần Tuấn¹, Doãn Thị Trâm¹, Tô Hữu Toàn¹, Lê Văn Nam¹</i>	114
Công nghệ đốt rác phát điện (WTE) ở Việt Nam : Thực trạng, thách thức và bài học kinh nghiệm từ khu vực và thế giới, <i>Lê Xuân Thành¹</i>	120
Nội hàm và cấu trúc của tài nguyên dữ liệu tài nguyên: Nền tảng cho chuyển dịch tư duy trong khai thác và quản lý tài nguyên, <i>Nguyễn Văn Hải^{1,*}</i>	131
Năng lượng tái tạo cho phát triển kinh tế và xu hướng chuyển dịch năng lượng ở Việt Nam, <i>Nguyễn Văn Thịnh^{1,*}, Lê Đức Vinh¹</i>	140
Năng lượng xanh trong chiến lược phát triển bền vững: Từ xu thế quốc tế đến thực tiễn Việt Nam, <i>Trình Quốc Hưng^{1,*}</i>	149
Nghiên cứu nâng cao độ tin cậy của thiết bị hoàn thiện giếng khí tại mỏ Thiên Ứng thông qua thiết kế ống khai thác và lựa chọn vật liệu tích hợp, <i>Lê Đức Vinh¹, Trương Văn Từ^{1,*}, Nguyễn Khắc Long¹</i>	153
Nghiên cứu giải pháp tháo nước, tháo khí Mêtan trong các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh nhằm đảm bảo an toàn lao động và môi trường sinh thái, <i>Nguyễn Trần Tuấn^{1,*}</i>	160
Chuyển đổi số trong quản lý tài nguyên tại Việt Nam, <i>Trần Đăng Khoa^{1,*}</i>	167
Kinh tế số và chuyển đổi số trong quản trị tài nguyên: Mô hình tác động đến hiệu quả sử dụng tài nguyên công, <i>Nghiêm Xuân Khoát[*]</i>	175



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA
QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG
TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP – LẦN THỨ 2



Quản lý và sử dụng hợp lý Puzolan Đắc Nông phục vụ xây dựng công trình, <i>Bùi Trường Sơn^{1,*}, Vũ Bá Thao²</i>	186
Tích hợp các yếu tố môi trường, xã hội và quản trị - ESG trong quản lý toà nhà trên thế giới và bài học cho Việt Nam, <i>Nguyễn Thị Tùng Phương^{1,*}, Mai Công Quyền²</i>	191
Kinh nghiệm phát triển thị trường bất động sản gắn với thúc đẩy phát triển kinh tế bền vững: trường hợp Úc và Hàn Quốc, <i>Nguyễn Thị Lan Anh^{1,*}, Dương Văn Bảy¹, Nguyễn Thị Hồng Vân¹</i>	200
Thích ứng với Thẻ Vàng IUU của Liên minh châu Âu: Sinh kế hộ gia đình thủy sản và chiến lược ứng phó của Hàn Quốc và Philippines, <i>Nguyễn Thị Lan Anh^{1,*}, Mai Công Quyền²</i>	205
Tổng quan về chính sách liên quan đến tích tụ, tập trung đất nông nghiệp tại Việt Nam, <i>Trần Mai Hương^{1,*}, Nguyễn Thắng Trung¹</i>	209
Hợp tác năng lượng Việt nam – Nga: động thái biến đổi và lựa chọn chiến lược, <i>Ngô Thị Phương Thảo^{1,*}</i>	219
Tích tụ và tập trung đất cho sản xuất nông nghiệp bền vững ở vùng Đồng bằng sông Hồng, <i>Trần Mai Hương^{1,*}</i>	227
Ảnh hưởng của diễn biến giá dầu thô quốc tế và các yếu tố nội sinh của thị trường dầu thô Việt Nam, <i>Nguyễn Duy Khánh^{1,*}, Lê Thị Lan Anh¹, Đỗ Đức Anh¹, Phan Thị Quỳnh Anh¹, Nguyễn Ngọc Linh¹</i>	237
Các yếu tố tác động đến ý định mua nông sản của người tiêu dùng thông qua livestream tại Việt Nam, <i>Đỗ Thanh An¹, Nghiêm Bá Khánh Linh¹, Nguyễn Thị Minh Ngọc¹, Phạm Mai Hương^{1,*}</i>	245
Chính sách giá điện năng lượng tái tạo: bối cảnh hiện tại và đề xuất cho Việt Nam, <i>Nguyễn Như Trang^{1,*}, Đặng Phi Trường², Hoàng Mạnh Hùng³</i>	255
Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi tham gia bảo vệ rừng của cộng đồng dân cư tại phường Tô Hiệu, tỉnh Sơn La, <i>Phương Lê Ngọc Linh^{1,*}</i>	262
Tâm lý trong hoạt động đầu tư bất động sản của nhà đầu tư cá nhân tại Việt Nam, <i>Hoàng Thị Thủy Quỳnh^{1,*}, Bùi Phương Linh¹, Trịnh Phương Uyên¹, Triệu Thu Trang¹, Phạm Nguyễn Mai Anh¹</i>	268
Chuyển dịch cơ cấu kinh tế tỉnh Bình Dương theo hướng tăng trưởng xanh – thực trạng và giải pháp, <i>Võ Thị Hòa Loan^{1,*}</i>	275
Công nghệ đốt kèm amoniac trong các nhà máy điện than: Hiện trạng, thách thức và triển vọng giảm phát thải CO ₂ , <i>Lê Quang Duyên^{1,*}, Nguyễn Văn Thành¹, Nguyễn Quốc Nam²</i>	281
Wood - Based Phase Change Materials: A Sustainable Solution for Energy Efficiency and Resource Management, <i>Le Duc Tho¹, Nguyen Thi Thanh Bao², Tran Ngoc Tuan¹, Nguyen Khac Long¹, Nguyen Van Thanh¹, Truong Van Tu¹, Le Quang Duyen¹, Tong Thi Thanh Huong^{1,*}</i>	290



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA
QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG
TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP – LẦN THỨ 2



Công nghệ đốt rác phát điện (WTE) ở Việt Nam : Thực trạng, thách thức và bài học kinh nghiệm từ khu vực và thế giới

PGS.TS Lê Xuân Thành^{1,*}
¹Trường Đại học Mô-Địa chất

Tóm tắt

Công nghệ đốt rác phát điện (Waste-to-Energy, WTE) được định vị là giải pháp chiến lược không thể thiếu trong tiến trình dịch chuyển năng lượng và quản lý chất thải bền vững tại Việt Nam. WTE đóng vai trò là "mắt xích cuối cùng" (R9) trong mô hình Kinh tế Tuần hoàn (KTTN), xử lý lượng chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) tồn dư sau các khâu Tái sử dụng và Tái chế. Hiện tại, dù Việt Nam đã hình thành nền tảng WTE ban đầu với 9 nhà máy đang vận hành, tỷ lệ chôn lấp CTRSH vẫn ở mức cao (63% tính đến năm 2024), cho thấy công nghệ này chưa đạt được quy mô thương mại thành công. Bài báo tập trung phân tích thực trạng, xác định những rào cản chính yếu về mặt kỹ thuật, kinh tế và thể chế đang cản trở việc mở rộng công nghệ WTE tại Việt Nam. Bằng việc sử dụng các dữ liệu tổng hợp, kết hợp đánh giá mô hình kinh tế, phân tích dữ liệu kỹ thuật thực tế và rà soát khung pháp lý, bài báo đã nghiên cứu tiến hành đánh giá tác động của đặc tính CTRSH địa phương lên hiệu suất vận hành của một số nhà máy điển hình tại Việt Nam. Đồng thời, các kinh nghiệm quốc tế thành công từ Liên minh châu Âu (EU) và Nhật Bản được tham khảo để rút ra các bài học chính sách phù hợp với bối cảnh Việt Nam. Phân tích tài chính tập trung vào mối liên hệ giữa Biểu giá hỗ trợ (FIT), chi phí đầu tư ban đầu (CAPEX) và thời gian hoàn vốn. Qua phân tích, 3 rào cản chính về WTE đã được cụ thể hóa: (1) Về kỹ thuật, CTRSH tại Việt Nam có đặc tính thách thức là độ ẩm cao (40-70%) và nhiệt trị thấp (1000-1200 kcal/kg). Điều này làm giảm hiệu suất điện thuần của nhà máy xuống mức thấp (25%-30%) và làm tăng chi phí vận hành do phải bổ sung nhiên liệu; (2) Về kinh tế, suất đầu tư (CAPEX) cho các dự án WTE rất cao (4,12-6,08 triệu USD/MW). Mức phí xử lý rác (Tipping Fee) thấp hiện hành và mức FIT cố định trước đây (10,05 UScents/kWh) được chứng minh là chưa đủ để đảm bảo Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR) đạt 15%, kéo dài thời gian hoàn vốn vượt quá 15 năm và khiến dự án kém hấp dẫn; (3) Về thể chế, Việt Nam đã chuyển đổi cơ chế giá điện từ FIT cố định sang Khung giá phát điện tối đa (2.575,18 đồng/kWh), đồng thời ban hành các chính sách ưu đãi về thuế và tín dụng xanh.

Từ khóa: WTE, kinh tế tuần hoàn, FIT, CAPEX, đốt rác phát điện

1. Thực trạng phát triển WTE trong tiến trình dịch chuyển năng lượng quốc gia

1.1. WTE qua các con số trong một thập kỷ thúc đẩy và phát triển

Cùng với sự chuyển mình mạnh mẽ của các công nghệ năng lượng tái tạo khác ở Việt Nam, công nghệ chuyển hóa rác thải-chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) bằng việc đốt để tạo ra năng lượng (Waste to Energy-WTE) đã có trên 20 năm xây dựng chính sách, điều chỉnh và phát triển ở Việt Nam [55,57]. Sở dĩ luôn có vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển năng lượng cũng như trong điều hành thực trạng hệ thống cân bằng năng lượng là bởi: xử lý chất thải rắn để thu hồi năng lượng được coi là mô hình phát triển bền vững gắn với phát triển kinh tế tuần hoàn (hình 1) [14,15], [18,19].

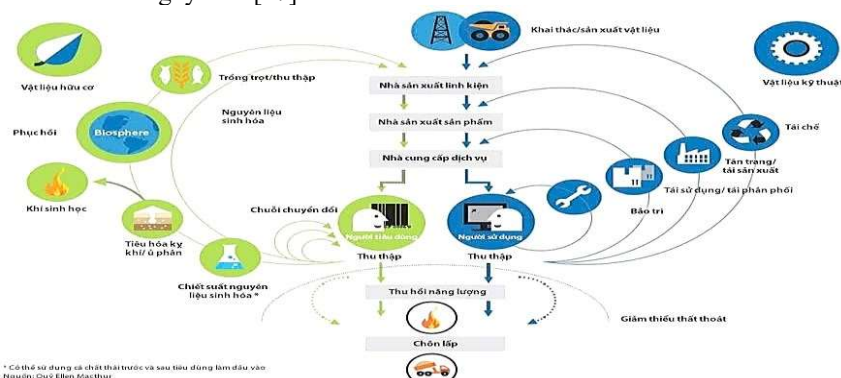
Sở dĩ công nghệ xử lý CTRSH được quan tâm cả về kỹ thuật và thể chế hóa cả về phương diện quản lý là bởi "chiến lược 3R "Giảm thiểu – Tái sử dụng – Tái chế" (Reduce – Reuse – Recycle), có thể trở thành tiền đề và chất xúc tác cho KTTH. Bằng cách giải quyết vấn đề quản lý chất thải, các quốc gia có thể cải thiện sức khỏe, vệ sinh, bảo vệ môi trường và đưa tài nguyên quay trở lại nền kinh tế. Trong quá trình hướng tới KTTH, chiến lược 3R đã được mở rộng thành cách tiếp cận 10R để thúc đẩy nhà người sản xuất, người tiêu dùng (hai chủ thể chính của nền kinh tế) áp dụng các giải pháp của KTTH như Từ chối (Refuse), Suy nghĩ lại (Rethink) và Giảm thiểu (Reduce). Đồng thời, nó cũng nhấn mạnh việc kéo dài vòng đời của sản phẩm và linh kiện thông qua Tái sử dụng (Re-use), Sửa chữa (Repair), Tàn trang (Refurbish), Tái sản xuất (Remanufacture) và Định hướng lại mục đích sử dụng (Repurpose).

* Tác giả liên hệ
Email: lexuanthanh@humg.edu.vn



Hình 1: Mô hình kinh tế tuần hoàn theo quan điểm Joses Potting [47]

Khai thác năng lượng từ chất thải thông qua Thu hồi (Recover) ngay từ giai đoạn thiết kế sản xuất, tiêu dùng và dịch vụ nhằm giảm khai thác nguyên liệu, vật liệu, kéo dài vòng đời sản phẩm, hạn chế chất thải phát sinh và giảm thiểu tác động xấu đến môi trường. Qua đó, tạo ra chiến lược kinh doanh mới “đóng vòng lặp” trên nền tảng khoa học công nghệ và chuyển đổi số, góp phần tạo thành các mô hình kinh doanh tuần hoàn, tạo việc làm xanh, giải quyết hài hòa mối quan hệ giữa kinh tế và môi trường trên cơ sở xem “chất thải là tài nguyên” [47].



Hình 2 Vai trò xử lý CTRSH thu hồi năng lượng trong mô hình kinh tế tuần hoàn

Trong chu trình được thể hiện ở hình 2, việc thực hiện WTE nằm ở các khâu cuối của vòng tuần hoàn, xử lý các phần không thể tiếp tục tái chế, điều này đã giúp “khép kín” chu trình để tận dụng tối đa các rác khó/không tái chế để tạo ra điện năng. Hiện tại ở Việt Nam có 9 nhà máy WTE đang vận hành ổn định và liên tục, hầu hết được bố trí ở các khu đô thị và trung tâm hành chính, kinh tế, 1 nhà máy đã ngừng hoạt động từ năm 2023, và 2 nhà máy dự kiến sẽ được tiếp tục xây dựng ở TP. Hồ Chí Minh [47].

Bên cạnh chiến lược phát triển năng lượng đã được chính phủ hoạch định, khủng hoảng năng lượng và tình trạng suy thoái môi trường trên toàn cầu cũng là những vấn đề cốt yếu, đòi hỏi giải pháp phát triển bền vững ở Việt Nam. Theo các số liệu thống kê

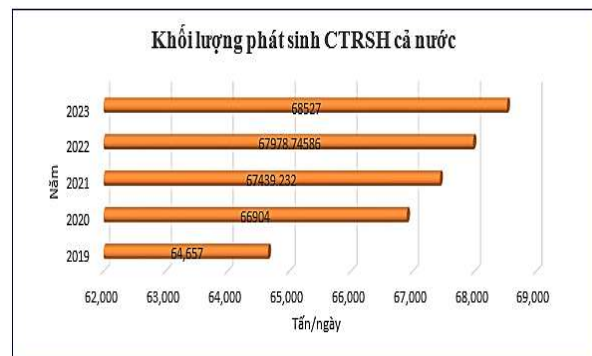
* *Trên thế giới:* Quá trình phát triển kinh tế mạnh mẽ và đô thị hóa nhanh chóng dẫn đến sự gia tăng nhanh chóng lượng chất thải rắn (CTR). Lượng CTR đô thị trên toàn thế giới được dự báo tăng khoảng 70% vào năm 2050 [2,3], [5], [8].

* *Ở Việt Nam:* Việt Nam trải qua quá trình đô thị hóa mạnh mẽ, kéo theo sự gia tăng đáng kể lượng chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH): Các đô thị lớn như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh hiện đang chôn lấp khoảng 1/3 lượng CTRSH phát sinh, và xu hướng gia tăng CTRSH đạt khoảng 10%/năm, đòi hỏi giải pháp xử lý hiệu quả; Phương pháp chôn lấp truyền thống không đáp ứng được yêu cầu về vệ sinh môi trường, với hiệu suất xử lý tổng lượng CTRSH phát sinh chỉ đạt khoảng 70% (theo số liệu năm 2019) Tổng lượng CTRSH phát sinh trên cả nước năm 2019 là 64.658 tấn/ngày (khu vực đô thị là 35.624 tấn/ngày và khu vực nông thôn là 28.394 tấn/ngày). TP.HCM và Hà Nội là hai nơi có khối lượng CTRSH sinh hoạt cao nhất. Do đó, công nghệ CTRSH thu hồi năng lượng điện (NLPĐ) hay còn gọi là "đốt rác phát điện" được xác định là một giải pháp quan trọng nhằm giảm thiểu tỷ lệ CTRSH phải chôn lấp [48].

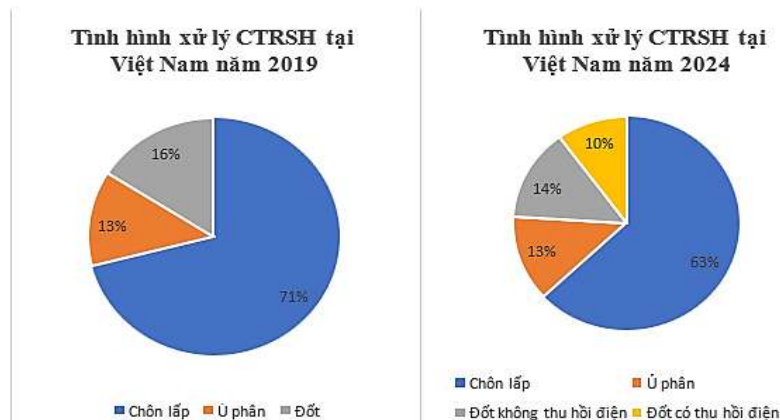
Bảng 1 Danh mục các nhà máy điện sinh khối hiện hành ở Việt Nam

STT	Thành phố	Lượng rác (tấn/ngày)	Tên nhà máy	Năm hoạt động	Công suất xử lý CTR (tấn/ngày)	Lượng điện (MW)	Hiện trạng hoạt động
1	Hà Nội	7000 tấn/ngày	Nhà máy điện rác Sóc Sơn	2021	3.000 tấn /ngày	50 MW	Vận hành ổn định
2			Nhà máy điện rác Seraphin (Xuân Sơn)		1.500 tấn/ngày	15,5 MW	2024
3	Hậu Giang		Nhà máy điện rác Hậu Giang		300 tấn/ngày	12 MW	Ngừng hoạt động từ đầu năm 2023
4	TP.HC M	9700 tấn/ngày	Nhà máy xử lý chất thải Vietstar	Chưa xây dựng	2000 tấn/ngày	12 MW	Chưa xây dựng
5			Nhà máy điện rác Tâm Sinh Nghĩa	Chưa xây dựng	2000 tấn/ngày	12 MW	Chưa xây dựng
6	Cần Thơ	700 tấn/ngày	Nhà máy xử lý chất thải rắn Cần Thơ	2018	400 tấn/ngày	7,5MW	Đang vận hành
7	Bắc Ninh	1000 tấn/ngày	Khu liên hợp xử lý chất thải công nghiệp, chất thải rắn sinh hoạt phát huyện Quế Võ	Vận hành thử nghiệm năm 6/2022	180 tấn rác/ngày đêm	6,1MW	Đang vận hành
8			Dự án nhà máy xử lý chất thải rắn sinh hoạt công nghệ cao phát năng lượng tại Quế Võ	2022	500 tấn rác sinh hoạt/ngày đêm	11,7 MWh	Dự kiến cuối năm 2023
9			Khu xử lý chất thải rắn sinh hoạt tập trung tại xã An Thịnh (Lương Tài)	2022	300 tấn/ngày đêm	6 MWh	Đang vận hành
10			Dự án nhà máy xử lý chất thải rắn sinh hoạt công nghệ cao phát năng lượng tại xã Ngũ Thái (Thuận Thành)	Khởi công năm 2022	500 tấn rác/ngày đêm	11 - 13 MW	Vận hành thử nghiệm
11	Hải Phòng	2.053.493	Nhà máy xử lý chất thải rắn sinh hoạt bằng công nghệ đốt rác phát điện số 1 tại khu xử lý Đình Vũ	2025	1000 tấn/ ngày	20MW	Đang xây dựng
12	Huế	1.178.000	Nhà máy xử lý rác thải sinh hoạt Phú Sơn, thị xã Hương Thủy, tỉnh Thừa Thiên Huế	2024	600 tấn/ngày	10,03 MW	Đang vận hành

Hệ thống các nhà máy WTE ở Việt Nam mặc dù đã có những bước chuyển mình mạnh mẽ trong những năm gần đây, tuy nhiên tính khả thi định rõ rệt trong công tác góp phần xử lý CTRSH là còn rất hạn chế. Theo các số liệu thống kê (hình 3), và hiện trạng môi trường Quốc gia Việt Nam, trong 5 năm gần đây, tình hình xử lý CTRSH đã có những cải thiện đáng kể, tuy nhiên vẫn còn tới 63% CTR phải xử lý theo hình thức chôn lấp (hình 4) [47].



Hình 3: Tổng hợp CTRSH phát sinh toàn quốc theo từng năm



Hình 4: Quá trình tăng trưởng quy mô và lượng của WTE ở Việt Nam

1.2 Một số tồn tại chính

Dù được đánh giá là một khâu quan trọng trong kinh tế tuần hoàn, tuy nhiên công nghệ WTE ở Việt Nam vẫn có những tồn tại/nhược điểm về kỹ thuật và môi sinh chính, cụ thể:

* **Về kỹ thuật và vận hành:** Các nhà máy phát điện WTE có thể điều chỉnh công suất xuống khoảng 50% công suất danh định, tuy vậy tại mức phát công suất này các thông số chất lượng hơi nước và môi trường khó có thể đảm bảo, vì vậy để đảm bảo phát thải, các nhà máy WTE thường được cho vận hành ở phụ tải nền (vận hành liên tục) [49]. Tuy nhiên để “phát nền” các nhà máy WTE đòi hỏi phải rất chủ động trong việc duy trì trữ lượng rác thải đầu vào, trong khi yếu tố này lại là yếu tố khá tùy biến phụ thuộc vào nhịp độ sinh hoạt đô thị và khí hậu.

Tất cả các tài liệu [4-11], [16-36], [40-45] đều thống nhất rằng việc xây dựng, vận hành các cơ sở WTE là khá tốn kém, các nhà máy WTE được xây dựng đa phần do lợi ích môi trường chứ không phải do hiệu quả kinh tế hay phát điện.

* **Về môi trường:** Hai ảnh hưởng môi trường chính yếu khi đốt rác phát điện là tro, phát thải rắn không phải tro và nước nảy sinh từ quá trình thu gom rác. Theo [49] “quá trình đốt tạo ra hai loại tro. Tro từ đáy buồng đốt có lẫn xỉ còn tro bay ra từ ống khói có các thành phần độc hại hơn. Trong các lò đốt chất thải đô thị, tro đáy lò chiếm khoảng 10% về thể tích và 20 đến 35% về trọng lượng của chất thải rắn đầu vào. Khối lượng tro bay ít hơn nhiều, chỉ chiếm vài phần trăm của chất thải đầu vào.

Phát thải từ các lò đốt có thể bao gồm kim loại nặng, dioxin và furan, tồn tại trong khí thải, nước thải hoặc tro. Chất dẻo và kim loại là nguồn nhiệt chính quyết định nhiệt trị của chất thải. Đốt chất dẻo như polyvinyl chloride (PVC) làm gia tăng những chất ô nhiễm độc hại này.

Nước rỉ rác là vấn đề lớn đối với các bãi chôn lấp chất thải rắn đô thị và đe dọa lớn đến nguồn nước mặt và nước ngầm. Nước rỉ rác cũng có thể chứa các kim loại nặng và hàm lượng cao amôniac là các chất bị cấm trong các quy trình xử lý sinh học”

Mặc dù vẫn còn những tồn tại chính, tuy nhiên trong tổng sơ đồ Quy hoạch điện VIII và Quy hoạch điện VIII có điều chỉnh WTE vẫn được xác định là một thành tố quan trọng không thể thay thế, góp phần vào lộ trình đạt được NET ZERO vào năm 2050 của Việt Nam. [50]

2. Những rào cản, thách thức về kinh tế, kỹ thuật và thể chế của công nghệ WTE ở Việt Nam

2.1 Những rào cản về kỹ thuật



Hình 5. Những vấn đề chính thuộc về kỹ thuật cần xem xét khi phát triển WTE

Mặc dù được coi là khâu chủ chốt trong nền kinh tế tuần hoàn, tuy nhiên WTE và công nghệ WTE của tất cả các quốc gia đều đang đối mặt với những rào cản kỹ thuật tương tự, cụ thể:

+ Đặc tính của chất thải rắn sinh hoạt và các tham số liên quan, đây là ảnh hưởng đáng kể, chi phối hiệu suất và chi phí của các nhà máy WTE, đồng thời đây cũng là một trong các yếu tố tác động đến việc lựa chọn công nghệ và vận hành của nhà máy;

+ Khả năng xử lý nhiên liệu đầu vào: Việc chưa thể thực hiện phân loại rác tại nguồn đòi hỏi công nghệ áp dụng phải có khả năng xử lý rác hỗn hợp tốt, điều này không chỉ tang hiệu suất mà còn đảm bảo lượng “nhiên liệu” đầu vào ổn định cho cả chuỗi sản xuất của nhà máy;

+ Các vấn đề về phát thải và môi trường: Như đã đề cập ở trên, các vấn đề về phát thải và môi trường luôn là thách thức lớn của công nghệ WTE ở bất cứ quốc gia nào, hầu hết các nghiên cứu [3-5], [10-13], [30-35], [38,39] đều thống nhất rằng tro bay trong quá trình phát điện sử dụng công nghệ WTE đều chứa các thành phần độc hại, một số thành phần rất độc hại như dioxin/furan và các kim loại nặng có thể gây ảnh hưởng rất nghiêm trọng đến sức khỏe và môi trường sống bền vững của con người.

Theo [47], [49], [51-53] rác thải của tất cả các đô thị ở Việt Nam đều có độ ẩm cao (40-70%) và có nhiệt trị thấp (1000-1200kcal/kg) Điều này làm giảm khả năng cháy tự duy trì, dẫn tới phải bổ sung (phun) dầu DO hoặc khí hóa hỗ trợ trong quá trình đốt rác. Bên cạnh đó do chất lượng rác đầu vào khá kém nên đã phát sinh các vấn đề ăn mòn lò hơi, tắc nghẽn tro bay và mài mòn thiết bị, những sự cố đáng kể đã được ghi nhận tại Cần Thơ và Bắc Ninh [47].

Về lý thuyết, hiệu suất điện thuần được xác định theo biểu thức

$$\eta_e = \frac{P_{out}}{Q_{in}} = \frac{E_{el}}{m_r \times H_r} \quad (1)$$

trong đó E_{el} năng lượng điện hữu ích (kWh)
 m_r Khối lượng rác xử lý (kg)
 H_r giá trị nhiệt trị của rác (kcal/kg)

Công thức (1) cho thấy khi nhiệt trị của rác giảm vì độ ẩm, hiệu suất điện thuần sẽ giảm đáng kể, điều này sẽ làm tang chi phí vận hành và giảm điện năng thương phẩm khả phát. Những nguyên nhân chính dẫn đến độ ẩm của rác tăng và nhiệt trị thấp gồm có:

+ Chưa có sự đồng bộ khi phân loại rác từ đầu nguồn, khiến cho tính chất của rác rất bất định, trong rác chứa nhiều tạp chất thuộc dạng khó hoặc không nhiệt phân hoặc có nhiệt trị âm;

+ Sự phức tạp của thời tiết nhiệt đới làm rác có độ ẩm cao vào mùa mưa. Đặc tính khí hậu liên đới đến thói quen sinh hoạt, rau, củ và rác thải xây dựng bị tạp hóa trong rác đầu vào cũng làm tang tính bất định và giảm nhiệt trị;

+ Tính thiếu ổn định trong hệ thống kho bãi, thu gom rác làm nguồn cung rác biến động đáng kể, đôi khi gây bị động cho các nhà máy xử lý rác;

+ Các yếu tố xã hội khi môi trường ảnh hưởng (phản đối, chặn đường, ngăn xe chở rác...) cũng góp phần ảnh hưởng đến hiệu quả và hiệu suất phát điện thuần.

2.2 Rào cản về kinh tế

Khi xét các yếu tố cấu thành doanh thu của công nghệ WTE của Việt Nam, có 3 yếu tố về dòng tiền cần xem xét đó là : phí xử lý rác (tipping fee), doanh thu bán năng lượng (điện) và biểu giá hỗ trợ FIT, tuy nhiên, trong thực tế cả 3 yếu tố này đều đang biểu hiện sự lạc hậu, bất hoạt và kém hấp dẫn đối với nhà đầu tư, cụ thể: Các dự án WtE nhiệt tại Việt Nam đối diện với suất đầu tư danh nghĩa rất cao, dao động từ 4,12 đến 6,08 triệu USD/MW, tạo ra một khoản nợ và khấu hao khổng lồ (Construction Costs, Payment of Interest trong biểu đồ). Mức chi phí này đòi hỏi một tổng doanh thu vượt trội và ổn định để dự án đạt được IRR mục tiêu (thường là 15%).

2.2.1. Phí xử lý Rác thải (Tipping Fee/Gate Fee)

- Mức phí thấp: Tipping Fee (phí xử lý rác) là nguồn doanh thu thiết yếu, nhưng lại là điểm yếu lớn nhất của WtE tại Việt Nam. Mức phí thực tế mà các địa phương chi trả thường được neo vào chi phí chôn lấp truyền thống, thấp hơn nhiều so với mức 25-30 USD/tấn cần thiết cho các công nghệ đốt hiện đại.
- Mâu thuẫn Chi phí/Khả năng chi trả: Độ ẩm rác thải Việt Nam rất cao (40-70%), làm tăng chi phí tiền xử lý và vận hành lò đốt. Điều này khiến các nhà đầu tư phải yêu cầu Tipping Fee cao hơn, gây mâu thuẫn với khả năng và sự sẵn lòng chi trả của chính quyền địa phương.
- Rủi ro Nguồn cung: Mức phí thấp không khuyến khích việc đầu tư vào hệ thống thu gom, dẫn đến sự thiếu ổn định trong cam kết nguồn cung cấp rác (Feedstock Guarantee), đe dọa trực tiếp đến tính liên tục của dòng doanh thu này.

2.2.2. Doanh thu Bán điện (Power Sales)

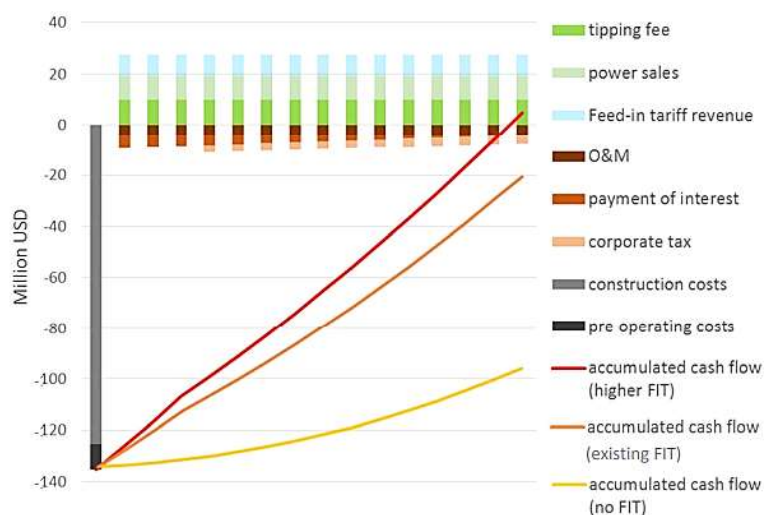
Đây là đại lượng biểu thị nguồn thu chính của các nhà máy WTE, đại lượng này phụ thuộc vào giá mua điện cơ bản của EVN và tổng sản lượng điện. Trong thực tế vận hành doanh thu bán điện bị ảnh

hưởng bởi hiệu suất: Sản lượng điện bị ảnh hưởng trực tiếp bởi hiệu suất điện thuần của nhà máy (chỉ $\approx 28\% - 30\%$ cho ĐCTR) và chất lượng rác. Rác thải nhiệt trị thấp và không đồng nhất làm giảm hiệu suất nhiệt, buộc nhà máy phải đốt nhiều rác hơn để sản xuất cùng một lượng điện, làm giảm tỷ suất lợi nhuận trên mỗi tấn rác. Bên cạnh đó các yếu tố rủi ro vận hành như tình trạng rác thải không ổn định có thể gây ăn mòn lò hơi và tăng thời gian dừng máy cưỡng bức, làm giảm sản lượng điện bán ra và trực tiếp bào mòn lợi nhuận.

2.2.3. Giá FIR (Feed-in Tariff - FIT Revenue)

Với vai trò "Bù đắp Khoảng cách": FIT là công cụ tài chính then chốt, là nguồn doanh thu duy nhất có thể bù đắp khoảng cách lớn giữa tổng chi phí và doanh thu thuần từ hai nguồn trên. Theo [46] giá FIT đóng vai trò quyết định để đường "accumulated cash flow" (dòng tiền tích lũy) có thể chuyển từ mức âm sâu (đường màu vàng - No FIT) sang mức khả thi hay không. Mỗi liên hệ của giá FIT tới hiệu quả kinh tế của dự án WTE được biểu diễn trên hình 6.

Hiện tại, mức FIT hiện hành (Existing FIT - đường màu cam) được đánh giá là chưa đủ cao [56,57] để đối phó với suất đầu tư cao và rủi ro lớn của WtE ở Việt Nam. Dòng tiền tích lũy vẫn chậm đạt ngưỡng hòa vốn, kéo dài thời gian hoàn vốn vượt quá thời gian chấp nhận của nhà đầu tư (thường 10-15 năm). [49] Sự thiếu hụt của Biểu giá Hỗ trợ (FIT) hiện hành là nguyên nhân cốt lõi gây ra tình trạng bất ổn tài chính và kéo dài thời gian hoàn vốn, đẩy các dự án WtE tại Việt Nam vào vùng rủi ro đầu tư cao, trái ngược với tiêu chí tài chính quốc tế. Điều này cũng đòi hỏi cần có những đánh giá về kinh tế, kỹ thuật sâu sắc hơn giống như các nguồn năng lượng tái tạo khác [56].



Hình 6. Mối liên hệ giá FIT và hiệu quả kinh tế của dự án WTE

Mô hình tài chính hiện tại cho thấy ở Việt Nam biểu giá FIT hiện hành không đủ mạnh để đối trọng với gánh nặng CAPEX này, dẫn đến sự "thoát ly" khỏi ngưỡng hòa vốn chấp nhận được:

- + Trong kịch bản "No FIT" (không có biểu giá hỗ trợ) (đường màu vàng), dòng tiền tích lũy vẫn âm sâu và hầu như không bao giờ đạt điểm hòa vốn (cắt trục hoành) trong vòng đời dự án (thường là 20-25 năm).
- + Trong kịch bản "Existing FIT" (FIT hiện hành) (đường màu cam), mặc dù dòng tiền được cải thiện, nhưng nó vẫn tăng trưởng rất chậm. Sự tăng trưởng chậm này trực tiếp kéo dài thời gian hoàn vốn (Payback Period) vượt xa mốc lý tưởng. Nhà đầu tư WtE, đối với dự án có rủi ro cao và công suất lớn, thường yêu cầu thời gian hoàn vốn trong khoảng 10-15 năm để đảm bảo an toàn tài chính và đạt IRR mục tiêu 15%. Với mức FIT hiện tại, thời gian này có thể kéo dài thành 20 năm hoặc hơn, làm giảm đáng kể Giá trị Hiện tại Ròng (NPV) và khiến dự án trở nên không hấp dẫn về mặt thương mại.

2.2.4. Nhận xét

Ngoài 3 yếu tố kinh tế ảnh hưởng đã nói ở trên các dự án WtE của Việt Nam đang chịu "gánh nặng" suất đầu tư (CAPEX) và Chi phí Lãi vay cao vượt xa mức chuẩn của các công nghệ điện thông thường. Cụ thể [49]:

- + Suất đầu tư của Nhà máy điện rác Cần Thơ là 6,08 triệu USD/MW.
- + Nhà máy điện rác Sóc Sơn có suất đầu tư là 4,12 triệu USD/MW.
- + Mức này cao hơn đáng kể so với suất đầu tư của điện sinh khối (nhà máy nhỏ) là 1,6–1,8 triệu USD/MW (năm 2020-2019).

Khoản CAPEX khổng lồ này ngay lập tức tạo ra khoản lỗ ban đầu sâu trên biểu đồ dòng tiền tích lũy (Construction Costs và Pre-operating Costs) và duy trì chi phí lãi vay và khấu hao (Payment of Interest) ở mức cao trong nhiều năm đầu. Trong thời gian tới, rõ ràng Việt Nam cần một mức FIT cao hơn (Higher FIT - đường màu đỏ) và ổn định để cung cấp sự đảm bảo tài chính cần thiết, giúp dòng tiền tích lũy cắt trực hoành sớm hơn và thu hút đầu tư quốc tế và trong nước vào một lĩnh vực vốn dĩ đòi hỏi CAPEX rất lớn.

2.2. Rào cản về thể chế và chính sách

2.3.1 Các rào cản về biểu giá FIT

Mặc dù được coi là một trong những khâu then chốt để phát triển kinh tế tuần hoàn, về mặt chính sách có liên quan đến WtE, Việt Nam còn khá chậm và hạn chế. Trong 10 năm trở lại đây chỉ có (giai đoạn 2014-2024), cơ chế giá điện cho các dự án đốt chất thải rắn trực tiếp được áp dụng cố định theo Quyết định 31/2014/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ, với mức giá ưu đãi là 10,05 UScents/kWh (tương đương 2.114 đồng/kWh tại thời điểm 2014).

Bảng 1: Biểu giá FIT có liên quan đến công nghệ WtE phát điện

Loại Chính sách	Mức giá FIT Cố định (2014-2024)	Tác động Tài chính
Đốt Chất thải rắn Trực tiếp	10,05 UScents/kWh	Mức giá này không được điều chỉnh theo lạm phát trong nước hoặc chi phí đầu tư gia tăng theo thời gian, chỉ điều chỉnh theo tỷ giá VND/USD.
Khí thu hồi từ Bãi chôn lấp	7,28 UScents/kWh	Giá thấp hơn đáng kể do chi phí đầu tư thấp hơn so với công nghệ đốt.

Nhận thức được sự bất cập của mức FIT cố định, chính sách Việt Nam đang có xu hướng chuyển đổi từ giá FIT cố định sang Khung giá phát điện và cơ chế đàm phán giá:

- * Thông tư 20/2024/TT-BCT (có hiệu lực từ 26/11/2024) quy định phương pháp lập khung giá phát điện cho nhà máy điện chất thải rắn, thay thế cơ chế giá FIT cố định 20 năm.

- * Quyết định 1251/QĐ-BCT (ban hành 06/05/2025) phê duyệt khung giá phát điện tối đa cho điện chất thải rắn là 2.575,18 đồng/kWh. Mức giá này sẽ là cơ sở để EVN đàm phán giá mua với các dự án.

2.3.2 Những cớ trớ về chính sách

Trong 5 năm trở lại đây, một loạt các văn bản thể chế đã đem lại sức sống mới cho WtE ở Việt Nam, nghiên cứu [47] đã tổng hợp lại những văn bản pháp quy chủ yếu có vai trò hỗ trợ và tạo động lực phát triển cho WtE, cụ thể:

- + Nghị quyết số 55-NQ/TW của Bộ chính trị về định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 khuyến khích đầu tư xây dựng các nhà máy điện sử dụng rác thải đô thị, sinh khối và chất thải rắn đi đôi với công tác bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế tuần hoàn;

- + Luật đầu tư số 61/2020/QH14 và Nghị định số 31/2021/NĐ-CP hướng dẫn Luật đầu tư đã tiếp tục quy định năng lượng tái tạo và thu gom, xử lý, tái chế hoặc tái sử dụng chất thải thuộc ngành nghề đặc biệt ưu đãi đầu tư nên sẽ được hưởng các cơ chế chính sách ưu đãi cao theo pháp luật có liên quan như pháp luật về thuế, pháp luật về đất đai

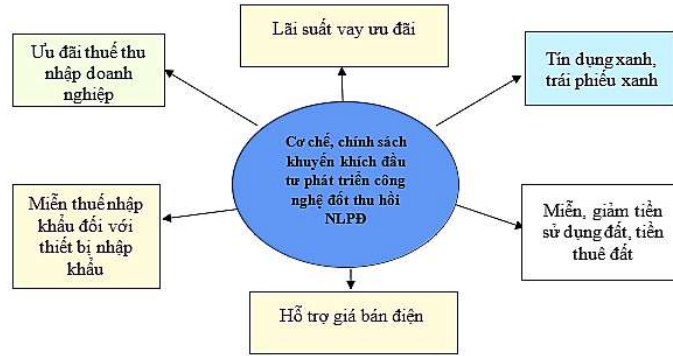
- + Luật Đất đai năm 2024 có hiệu lực, chỉ có các dự án điện rác theo mô hình PPP mới được giảm tiền thuê đất quy định tại Nghị định số 103/2024/NĐ-CP quy định về tiền sử dụng đất, tiền thuê đất.

- + “Bộ Tài nguyên và Môi trường đã xây dựng và ban hành Luật bảo vệ môi trường năm 2020 và Nghị định 08/2022/NĐ-CP năm 2022 hướng dẫn Luật Bảo vệ Môi trường 2020 với nhiều quy định mới mang tính đột phá. Nghị định 08/2022/NĐ-CP đã quy định về miễn thuế nhập khẩu thiết bị, giảm 50% thuế thu nhập doanh nghiệp trong 4 năm đối với các dự án ưu tiên thực trong xử lý CTRSH tại Việt Nam. Bên cạnh đó, với việc coi đốt rác phát điện là một loại hình xử lý chất thải áp dụng mô hình KTTH, các dự án đầu tư sẽ nhận được cơ chế khuyến khích theo quy định tại Nghị định số 08/2022/NĐ-CP”.

- + Điều 75 Luật Bảo vệ môi trường quy định về việc phân loại rác tại nguồn, yêu cầu các hộ gia đình có trách nhiệm phân loại rác theo 03 loại bao gồm: (1) chất thải rắn có khả năng tái sử dụng, tái chế; (2) chất thải thực phẩm và (3) chất thải rắn sinh hoạt khác (quy định này sẽ có hiệu lực và thi hành kể từ năm 2025).

- + Điều 133 Nghị định số 08/2022/NĐ-CP quy định công nghệ xử lý chất thải có tỷ lệ chất thải phải chôn lấp sau xử lý dưới 30% tính trên tổng lượng chất thải rắn thu gom thì được vay vốn với lãi suất ưu đãi tối đa không quá 50% mức lãi suất tín dụng đầu tư của nhà nước

Nhìn chung những chính sách được điều chỉnh là kịp thời và toàn diện (hình 7).



Hình 7 Những dịch chuyển chính sách trong hỗ trợ công nghệ WtE ở Việt Nam

3. Những bài học kinh nghiệm quốc tế, một số khuyến nghị, chính sách và định hướng phát triển WtE ở Việt Nam

3.1 Kinh nghiệm của thế giới

3.1.1 Liên minh châu Âu (EU)

EU đã ban hành *Waste Framework Directive (2008/98/EC)*, xác lập thứ bậc ưu tiên trong quản lý chất thải và khuyến khích thu hồi năng lượng đối với phần rác không thể tái chế. Các quốc gia như Đức và Thụy Điển đã thành công nhờ thiết lập chuỗi khép kín từ phân loại tại nguồn – xử lý nhiệt – tái sử dụng tro xỉ – phát điện – cung cấp nhiệt đô thị. Theo Johnke [22], Đức đạt hiệu suất năng lượng toàn phần (điện + nhiệt) tới 65–70%, vượt xa mức trung bình của châu Á. Đồng thời, EU áp dụng thuế carbon và tín chỉ phát thải (ETS) để tạo lợi thế cạnh tranh cho công nghệ WtE [15].

3.1.2 Nhật Bản

Nhật Bản có hơn 1.200 cơ sở WtE đang vận hành [21]. Thành công của nước này đến từ việc chuẩn hóa tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia (JIS) và phân loại rác triệt để tại hộ gia đình. Báo cáo của JWNET (2018) cho thấy hơn 80% lượng CTRSH tại các đô thị lớn được xử lý bằng công nghệ đốt phát điện, với tỉ lệ thu hồi năng lượng >50%. Nhật Bản chú trọng giảm thiểu dioxin, SO₂, NO_x thông qua hệ thống xử lý khí thải tiên tiến [52]. Theo [16], sự đồng bộ giữa chính quyền trung ương – địa phương và khung tài chính ổn định đã tạo niềm tin cho các nhà đầu tư.

3.1.3 Trung Quốc và các nước đang phát triển:

Trung Quốc hiện là quốc gia có tốc độ phát triển WtE nhanh nhất thế giới với hơn 400 nhà máy vận hành năm 2024 [42]. Theo Zhao et al. [44], cơ chế Feed-in Tariff (FIT) linh hoạt (0,65–0,85 RMB/kWh) cùng hỗ trợ vốn đầu tư ban đầu đã giúp giảm thời gian hoàn vốn xuống còn 8–10 năm. Nghiên cứu của Wang et al. [37] chỉ ra rằng điện sinh khối đã giúp Trung Quốc giảm hơn 10 triệu tấn CO₂/năm, tương đương 2% tổng phát thải ngành năng lượng. Tuy nhiên, theo Wei et al. [39], các thách thức môi trường như tro bay và phát thải thủy ngân vẫn cần kiểm soát chặt chẽ.

Ở khu vực Đông Nam Á, Indonesia và Malaysia đã triển khai một số mô hình WtE thử nghiệm nhưng còn hạn chế do thiếu khung pháp lý thống nhất [17], [45], [46]. Theo Carbon Trust [46], Indonesia vẫn đang đối mặt với chi phí CAPEX cao (5,5 triệu USD/MW) và cơ chế phí xử lý rác (tipping fee) thấp tương tự Việt Nam.

3.2. Bài học rút ra cho Việt Nam

- Từ tổng hợp các trường hợp quốc tế, có thể rút ra năm bài học then chốt:
- Khung pháp lý ổn định và minh bạch: Chính phủ cần ban hành khung pháp lý rõ ràng về phân loại rác, đầu nối lưới điện, và xử lý tro xỉ. Kinh nghiệm EU và Nhật Bản cho thấy luật hóa thứ bậc xử lý chất thải là nền tảng cho phát triển bền vững [8], [9].
- Cơ chế giá linh hoạt và khuyến khích đầu tư: Cần điều chỉnh cơ chế FIT theo biến động chi phí công nghệ và lạm phát. Các quốc gia thành công đều áp dụng cơ chế điều chỉnh định kỳ FIT hoặc hợp đồng CfD (Contract-for-Difference) để giảm rủi ro tài chính [44].
- Chuỗi cung ứng sinh khối ổn định: Việc thiết lập cơ sở dữ liệu quốc gia về khối lượng và đặc tính rác thải là yêu cầu tiên quyết. Theo Goli et al. [16], quản lý vòng đời (LCA) và chuỗi cung ứng đóng vai trò quyết định trong tối ưu hóa hiệu suất nhà máy.
- Hợp tác quốc tế và chuyển giao công nghệ: Mô hình hợp tác Urenco – Hitachi Zosen (2019) [51] cho thấy việc chuyển giao công nghệ giúp Việt Nam rút ngắn giai đoạn thử nghiệm, đồng thời tiếp cận tiêu chuẩn kiểm soát khí thải tiên tiến.

- Giám sát môi trường và chấp nhận xã hội: Các chương trình giám sát môi trường cộng đồng, công khai số liệu phát thải và phát triển cơ chế “xanh hóa xã hội” (social license to operate) cần được thúc đẩy [38], [48].

3.3. Khuyến nghị chính sách cụ thể cho Việt Nam

Dựa trên thực tiễn trong nước và kinh nghiệm quốc tế, các khuyến nghị chính sách chính gồm:

- (1) Hoàn thiện cơ chế FIT và khung giá phát điện: Chuyển đổi từ cơ chế FIT cố định sang khung giá phát điện tham chiếu (theo Quyết định 1251/QĐ-BCT, 2025), đảm bảo biên lợi nhuận $IRR \geq 12\%$ như đề xuất trong Quy hoạch điện VIII [50].
- (2) Tăng cường phân loại rác tại nguồn: Học hỏi mô hình phân loại ba cấp của Nhật Bản và Đức, áp dụng thí điểm tại Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh để ổn định đầu vào cho nhà máy [21], [22].
- (3) Tối ưu chuỗi giá trị năng lượng – môi trường: Kết hợp phát điện và cung cấp nhiệt độ thị (CHP), giúp nâng hiệu suất năng lượng toàn phần từ 30% lên 55–60% [22].
- (4) Khuyến khích tín dụng xanh và tài chính khí hậu: Huy động nguồn vốn từ Quỹ Khí hậu xanh (GCF), Ngân hàng Thế giới (WB) và JICA cho các dự án WtE, tương tự cơ chế tài chính của CEWEP tại châu Âu [5].
- (5) Xây dựng Trung tâm nghiên cứu quốc gia về công nghệ sinh khối: Theo [47], việc đánh giá tính phù hợp công nghệ đốt rác sinh hoạt cần dựa trên các tiêu chí kỹ thuật, môi trường và xã hội. Trung tâm này sẽ chịu trách nhiệm phát triển bộ công cụ đánh giá bền vững (SAT) theo hướng dẫn của OECD [28].

3.4 Điều chỉnh Chính sách và Định hướng tương lai

3.4.1. Định vị Waste-to-Energy (WTE) trong Kinh tế Tuần hoàn

Theo [7], mô hình Kinh tế Tuần hoàn (KTTN) đại diện cho một phương thức phát triển mới, khác biệt với mô hình tuyến tính “take–make–dispose” vốn dựa vào khai thác và tiêu thụ tài nguyên không hồi hoàn. WTE, hay công nghệ đốt chất thải rắn sinh hoạt thu hồi năng lượng, cần được xác định vị trí rõ ràng trong chu trình vật chất và năng lượng của KTTN.

Theo [14], công nghệ WTE phải được coi là “mắt xích cuối cùng” trong chuỗi quản lý chất thải, tức là chỉ xử lý lượng rác “tồn dư” không thể tái chế hoặc tái sử dụng. Tuy nhiên, như đã chỉ ra trong [19], việc mở rộng quy mô xử lý nhiệt có thể tạo ra “ngịch lý tuần hoàn”, khi công suất đốt rác vượt quá lượng chất thải tồn dư, gây suy giảm động lực phân loại và tái chế.

Các nghiên cứu gần đây cho thấy KTTN không chỉ là khung lý thuyết mà còn là thước đo đổi mới trong chuỗi sản phẩm. Theo [23], mức độ tuần hoàn của nền kinh tế phải được đo lường thông qua đổi mới trong thiết kế, sản xuất và tái sử dụng vật chất. Trong khi đó, theo [15], quản lý chất thải đóng vai trò chất xúc tác (catalyst), giúp hiện thực hóa các mục tiêu tuần hoàn bằng việc tái khai thác năng lượng, vật liệu và thông tin từ dòng thải.

Vì vậy, WTE cần được định vị như một thành tố trung gian trong hệ sinh thái năng lượng – môi trường, nơi năng lượng được thu hồi từ các dòng vật chất không thể tái chế, đồng thời tro xỉ và nhiệt thải được tái sử dụng trong các ngành phụ trợ (xi măng, gạch, nông nghiệp). Mô hình này phù hợp với định hướng “zero waste to landfill” mà Liên minh châu Âu đang hướng tới [12], [13].

3.4.2. Áp dụng các công cụ đánh giá bền vững và hỗ trợ ra quyết định

Để khắc phục các rào cản kỹ thuật, pháp lý và tài chính trong triển khai điện sinh khối/WTE, Việt Nam cần áp dụng các công cụ đánh giá định lượng và hỗ trợ chính sách khoa học.

(a) Đánh giá bền vững:

Theo [28], việc áp dụng các tiêu chí đánh giá một cách thấu đáo giúp đảm bảo tính khách quan và minh bạch khi so sánh các công nghệ WTE. Các yếu tố như hiệu quả năng lượng, phát thải khí nhà kính, chi phí đầu tư và tác động xã hội phải được lượng hóa đồng thời. Ngoài ra, [20] khuyến nghị sử dụng phương pháp SAT (Sustainability Assessment of Technologies) của UNEP để đánh giá toàn diện các tác động của công nghệ WTE ở cấp quốc gia và địa phương.

(b) Phương pháp ra quyết định:

Theo [6], phương pháp Delphi cho phép tổng hợp ý kiến chuyên gia trong điều kiện thiếu dữ liệu định lượng, giúp xây dựng đồng thuận khoa học về lựa chọn công nghệ và vị trí đầu tư. Bên cạnh đó, [18] đề xuất áp dụng MCDA (Multi-Criteria Decision Analysis) để lựa chọn phương án xử lý chất thải tối ưu trên cơ sở nhiều tiêu chí (kỹ thuật, kinh tế, xã hội). Những phương pháp này có thể được tích hợp vào quá trình lập đánh giá tiền khả thi (pre-feasibility study) cho các dự án WTE.

(c) Cơ sở dữ liệu và thông tin kỹ thuật:

Theo [51], việc xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia về thành phần, độ ẩm và nhiệt trị của CTRSH có ý nghĩa quyết định đối với hiệu suất của công nghệ đốt rác. Báo cáo khảo sát của Urenco Hà Nội và Hitachi Zosen cho thấy độ ẩm rác trung bình tại Hà Nội đạt 55–65%, làm giảm hiệu suất phát điện xuống dưới

25%. Như khẳng định trong [52], cơ sở dữ liệu này cần được chuẩn hóa theo thời gian, khu vực và mùa vụ để đảm bảo độ tin cậy trong dự báo cung cấp rác cho các nhà máy.

(d) Hỗ trợ tài chính và đánh giá hiệu quả đầu tư:

Theo [44], chi phí đầu tư và hiệu suất của ngành công nghiệp WTE phụ thuộc chặt chẽ vào quy mô công suất và loại công nghệ. Trung Quốc đã triển khai cơ chế Feed-in Tariff (FIT) linh hoạt và hỗ trợ vay ưu đãi, giúp rút ngắn thời gian hoàn vốn từ 15 năm xuống 8–10 năm. Trong khi đó, theo [5], Liên minh châu Âu đã kết hợp thị trường tín chỉ carbon và cơ chế Climate Roadmap để thúc đẩy các nhà máy WTE đạt trạng thái “carbon âm”. Những chính sách này có thể tham khảo khi xây dựng cơ chế tài chính xanh cho Việt Nam.

4. Kết luận

Phát triển công nghệ đốt chất thải rắn thu hồi năng lượng (Waste-to-Energy, WTE) tại Việt Nam là một hướng đi tất yếu trong tiến trình hiện đại hóa ngành năng lượng, gắn với chiến lược kinh tế tuần hoàn (KTTN) và mục tiêu phát thải ròng bằng không (Net Zero 2050). Từ những thành tựu và số liệu hiện trạng, có thể nhận thấy rằng hệ thống WTE của Việt Nam đã hình thành nền tảng ban đầu, nhưng chưa thể được coi là quy mô thương mại thành công.

Trên phương diện công nghệ, các nhà máy WTE hiện nay sử dụng chủ yếu công nghệ đốt trực tiếp hoặc lò quay, có ưu điểm trong xử lý rác hỗn hợp song hiệu suất phát điện vẫn còn thấp (25–30%) do độ ẩm rác cao và thiếu hệ thống phân loại tại nguồn. So với các nước tiên tiến như Đức, Nhật Bản hay Trung Quốc, Việt Nam chưa hình thành chuỗi khép kín “phân loại – đốt – thu hồi – tái sử dụng tro xỉ”. Việc cập nhật tiêu chuẩn công nghệ cấp quốc gia cần ưu tiên các công nghệ chịu ẩm cao, đốt hỗn hợp linh hoạt (như lò tầng sôi tuần hoàn – CFB), đồng thời tích hợp hệ thống xử lý khí thải tiên tiến nhằm đáp ứng tiêu chuẩn môi trường châu Âu.

Về chính sách tài chính và giá điện, Việt Nam cần khẩn trương hoàn thiện biểu giá FIT và cơ chế phí xử lý rác (Tipping Fee) sao cho bảo đảm tỷ suất hoàn vốn nội bộ IRR xấp xỉ 15%, tạo động lực thu hút đầu tư tư nhân. Việc điều chỉnh giá cần đi kèm cơ chế trượt giá chi phí vận hành theo biến động thị trường. Bên cạnh đó, cần chuẩn hóa khung hợp đồng mẫu PPA/BOT cho các dự án WTE, trong đó bổ sung điều khoản bảo lãnh thanh toán và cam kết cung cấp rác tối thiểu.

Trên phương diện nguồn cung và quản lý nguyên liệu, cần ràng buộc hợp đồng cam kết khối lượng rác tối thiểu ≥ 50.000 tấn/năm, với dao động không vượt quá 20% để đảm bảo ổn định công suất nhà máy. Điều này đồng thời đòi hỏi sự phối hợp giữa các địa phương, công ty môi trường đô thị và nhà đầu tư tư nhân. Việc triển khai phân loại rác tại nguồn là then chốt để tăng giá trị nhiệt rác, giảm độ ẩm và hạn chế khối lượng rác không cháy, qua đó nâng cao hiệu suất phát điện.

Trên khía cạnh xã hội và môi trường, sự thành công của WTE phụ thuộc lớn vào mức độ chấp nhận cộng đồng. Cần triển khai các chiến dịch truyền thông dài hạn nhằm nâng cao nhận thức về lợi ích của WTE trong giảm rác thải chôn lấp, tiết kiệm tài nguyên và bảo vệ môi trường.

Những khuyến nghị trong ngắn hạn gồm có:

* Cần ban hành bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ WTE phù hợp điều kiện địa phương, và trong 18–24 tháng tiếp theo triển khai thí điểm mô hình phân loại rác tại nguồn để nâng năng lượng cháy (LCV) ≥ 7 MJ/kg.

* Chính phủ và Bộ Công Thương nên ban hành khung hợp đồng mẫu và cơ chế thanh toán bảo lãnh, song song với việc khai thông dòng vốn cho 3–5 dự án WTE tiên phong thông qua các công cụ bảo lãnh (PPP/IGF), nhằm giảm chi phí đầu tư ban đầu (High CAPEX).

* Cần có chiến lược và hoạt động tổng thể để mục tiêu cụ thể là đạt tỷ lệ phân loại rác $\geq 50\%$ tại các khu vực thí điểm trong vòng 36 tháng.

* Đồng thời, phải bảo đảm minh bạch thông tin vận hành, công khai chỉ số phát thải, và thực hiện tái chế, tái sử dụng tro xỉ (Inert Ash) thành vật liệu xây dựng, với mục tiêu $\geq 50\%$ lượng tro được xử lý tái chế trong vòng 6 tháng kể từ khi ký hợp đồng vận hành. Điều này nếu được cải thiện sẽ nâng cao đáng kể mức độ chấp nhận của cộng đồng.

* Ngoài những rào cản hay xem xét về kỹ thuật đã đề cập, những yêu cầu chung khi kết nối lưới [54],[57] cũng cần được nghiêm túc xem xét khi phát triển thêm các nguồn năng lượng WTE.

Tài liệu tham khảo

1. V. Suryavanshi, M. M. Ahammed, và I. N. Shaikh, "Energy, Economic, and Environmental Analysis of Waste-to-Energy Technologies for Municipal Solid Waste Treatment: A Case Study of Surat, India," J. Hazard. Tox. Rad. Waste, vol. 27, 2023.
2. T. Hoang et al., "Perspective review on Municipal Solid waste-to-energy route: Characteristics, management strategy, and role in circular economy," J. Clean. Prod., vol. 06, 2022.
3. T. Fruergaard, T. Davide, T. Roberto, và B. Alessio, "Life cycle assessment of thermal Waste-to-Energy technologies: Review and recommendations," Waste Manage., vol. 37, pp. 104-115, 2015.

4. Babalola, "A multi-criteria decision analysis of waste treatment options for food and biodegradable waste management in Japan," *Environments*, vol. 2, pp. 471-488, 2015.
5. Confederation of European Waste-to-Energy Plants (CEWEP), "Waste-to-Energy climate roadmap: The path to carbon negative," Technical University of Denmark, 2022.
6. N. Dalkey và O. Helmer, "An experimental application of the Delphi method to the use of Experts," *Manage. Sci.*, vol. 9, pp. 458-467, 1963.
7. W. Pearce và R. K. Turner, *Economics of Natural Resources and the Environment*. American Journal of Agricultural Economics, 1991.
8. Department for Environment Food & Rural Affairs (DEFRA), *Waste Infrastructure Delivery Programme Residual Waste Procurement Pack Module 1 Options Appraisal and the Determination of the Reference Project for the Outline Business Case*, 2008.
9. Department for Environment Food & Rural Affairs (DEFRA), *Incineration of Municipal Solid Waste*, 2013.
10. J. Dong et al., "Comparison of waste-to-energy technologies of gasification and incineration using life cycle assessment: Case studies in Finland, France and China," *J. Clean. Prod.*, vol. 203, pp. 287-300, 2018.
11. M. Ekmekcioglu, T. Kaya, và C. Kahraman, "Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste," *Waste Manage.*, 2010.
12. Eurostat, *Waste statistics*, 2023. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation.
13. Eurostat, *Municipal waste statistics*, 2024. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Municipal_waste_treatment.
14. Ellen Macarthur Foundation, "What is a circular economy?," 2015. [Online]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>.
15. Van Eijk, H. Breukelman, B. Keesman, và J. Prummel, "Waste Management as a catalyst to a Circular Economy," 2022.
16. D. N. Goli, T. Singh, và B. T. Baser, "A critical review on thermal treatment technologies of combustible fractions from mechanical biological treatment plants," *Environ. Chem. Eng.*, vol. 9, 2021.
17. Sudibyo et al., "Evaluation of Municipal Solid Waste Management System in Indonesia," *Energy Procedia*, vol. 110, pp. 115-120, 2017.
18. J. Hokkanen và P. Salminen, "Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis," 1997.
19. M. Hiebel, "The role of thermal waste treatment in circular economy," 2017.
20. International Solid Waste Association (ISWA), *ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle Income Countries*, 2013. [Online]. Available: <http://www.waste.ecacoalition.org/document/iswa-guidelines-waste-energy-low-and-middle-income-countries>.
21. Japan Industrial Waste Information Center (JWNET), *Waste Management in Japan - Rules and Figures*, 2018.
22. Johnke, "Current situation of waste incineration and energy recovery in Germany. In *Recovering Energy from Waste: Various Aspects*," Science Publishers, pp. 195-200, 2002.
23. Potting, M. Hekkert, E. Worrell, và A. Hanemaaijer, *Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain*. PBL Publishers Netherlands Environmental Assessment Agency, 2017.
24. R. A. Ferreira et al., "Review of the energy potential of the residual biomass for the distributed generation in Brazil," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 94, pp. 440-445, 2018.
25. Alao, O. M. Popoola, và T. R. Ayodele, "Waste-to-energy nexus: An overview of technologies and implementation for sustainable development," *Clean. Energy Syst.*, vol. 3, 2015.
26. J. D. Murphy và E. McKeogh, "Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste," *Renew. Energy*, vol. 29, pp. 1043-1057, 2004.
27. J. D. Nixon, P. K. Dey, và G. Ghosh, "Energy recovery from waste in India: An evidence-based analysis," *Sustain. Energy Technol. Assess.*, vol. 21, pp. 23-32, 2017.
28. OECD, *Applying Evaluation Criteria Thoughtfully*. Paris: OECD Publishing, 2021.
29. L. Owens, Q. Zhang, và J. R. Mihelcic, "Material flow analysis applied to household solid waste and marine litter on a small island developing state," *J. Environ. Eng.*, vol. 137, pp. 937-944, 2011.
30. S. T. Tan et al., "Energy, Economic and Environmental (3E) analysis of waste-to energy (WTE) strategies for municipal solid waste (MSW) management in Malaysia," *Energy Convers. Manage.*, 2015.
31. Srisaeng, N. Tippayawong, và Y. Tippayawong, "Energetic and Economic Feasibility of RDF to

- Energy Plant for a Local Thai Municipality*," Energy Procedia, vol. 110, pp. 115-120, 2017.
32. S. I. Ahmad et al., "Development of Electricity and Heat Generation Assessment Index for Waste to Energy Technology Selection," Chem. Eng. Trans., 2020.
 33. Statista, "Global waste generation - statistics & facts," 2024. [Online].
 34. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), *Introduction to municipal solid waste disposal facility criteria*, 2005.
 35. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), *Municipal Solid Waste*, 2016. [Online]. Available: <https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/web/html/>.
 36. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), "Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW)," 2024. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/smm/energy-recovery-combustion-municipal-solid-waste-msw>.
 37. Y. Wang et al., "Effectiveness of waste-to-energy approaches in China: From the perspective of greenhouse gas emission reduction," J. Clean. Prod., vol. 163, pp. 99-105, 2017.
 38. Waste Incineration and Public Health, *Committee on Health Effects of Waste Incineration*, Board on Environmental Studies and Toxicology, Commission on Life Sciences, pp. 6-7, 2000.
 39. J. B. Wei, J. D. Herbell, và S. Zhang, "Solid waste disposal in China- situation, problems and suggestions," Waste Manage. Resource, 1997.
 40. W. T. Tsai, "An Analysis of Operational Efficiencies in the Waste- to-Energy (WTE) Plants of Kaohsiung Municipality (Taiwan)," National Pingtung University of Science and Technology, 2019.
 41. Yan, P. Agamuthu, và J. Waluyo, "Challenges for Sustainable Development of Waste to Energy in Developing Countries," Waste Manage. Resource, vol. 38, pp. 229-231, 2020.
 42. Y. Hu, H. Cheng, và S. Tao, "The growing importance of waste-to-energy (WTE) incineration in China's anthropogenic mercury emissions: Emission inventories and reduction strategies," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 97, pp. 119-137, 2018.
 43. Zero Waste Europe, *The impact of Waste-to-Energy incineration on climate*, 2019.
 44. X. G. Zhao, G. W. Jiang, A. Li, và Y. Li, "Technology, cost, a performance of waste-to-energy incineration Industry in China," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 55, pp. 115-130, 2016.
 45. Hitachi Zosen. (2012). *STUDY ON THE INTEGRATED WASTE TO ENERGY PROJECT IN GREATER MALANG, THE REPUBLIC OF INDONESIA*
 46. Carbon Trust, *Waste to energy in Indonesia*, <https://ctprodstorageaccountp.blob.core.windows.net/prodrupal-files/documents/resource/public/Waste%20to%20energy%20in%20Indonesia%20-%20REPORT.pdf>
 47. Nguyễn Thế Thông, *Nghiên cứu tính phù hợp của công nghệ đốt chất thải rắn sinh hoạt có thu hồi điện năng tại các đô thị ở Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ khoa học môi trường, Viện Tài nguyên và Môi trường (CRES-VNU), 2025
 48. *Quản lý thu gom, xử lý chất thải rắn sinh hoạt, còn nhiều khó khăn, thách thức*, Báo điện tử Đảng cộng sản Việt Nam <https://dcs.nhandan.vn/xa-hoi/quan-ly-thu-gom-xu-ly-chat-thai-ran-sinh-hoat-con-nhieu-kho-khan-thach-thuc-675200.html>
 49. EVN, *Cẩm nang công nghệ sản xuất điện Việt Nam năm 2023*, 2023 <https://www.evn.com.vn/userfile/User/giangtcdl/files/2023/12/Camnangsansxuatdien.pdf>
 50. EVN, Quy hoạch điện VIII, 2023 <https://xaydungchinhhsach.chinhphu.vn/toan-van-quy-hoach-phat-trien-dien-luc-quoc-gia-11923051616315244.htm>
 51. Urenco Hà Nội và Hitachi Zosen (2019), *Báo cáo kết quả khảo sát thành phần chất thải tại Hà Nội phục vụ dự án đầu tư xây dựng nhà máy đốt rác phát điện*.
 52. Văn Đình Sơn Thọ (2021), *Hiện trạng công nghệ xử lý khí tại các nhà máy đốt rác sinh hoạt ở Việt Nam*. Tạp chí môi trường. Hà Nội, Việt Nam
 53. Phùng Chí Sỹ (2016), *Báo cáo phân tích xu hướng công nghệ: Xu hướng đốt chất thải phát điện*.
 54. Ho Viet Bun, Le Xuan Thanh, "Impact of power harmonics on precise and discriminative tripping of the relay system for earthing protection in underground 6 kV grids of Quang Ninh underground mines", International conference Empowering Science and Mathematics for Global Competitiveness, Jakarta, 2019. <https://doi.org/10.1201/9780429461903-5>
 55. Nhu Y Do, Xuan Thanh Le, *Improvements to the operation of wind power generators in Vietnam: Nâng cao hiệu quả hoạt động của nguồn điện gió trong hệ thống điện Việt Nam*, Journal of Vietnamese Environment, Vol 8 No 3, 2016. <https://doi.org/10.13141/jve.vol8.no3.pp173-178>
 56. Le Xuan Thanh, "Matlab application on ecotechnic analysis of Vietnam wind power project", Journal of

ABSTRACT

Waste-to-Energy (WTE) Technology in Vietnam: Status, Challenges, and Lessons from Regional and Global Experiences

Le Xuan Thanh^{1*}

¹*Hanoi university of mining and geology*

Waste-to-Energy (WTE) technology is positioned as an indispensable strategic solution in the process of energy transition and sustainable waste management in Vietnam. WTE plays the role of the "final link" (R9) in the Circular Economy (CRE) model, treating the amount of domestic solid waste (MSW) remaining after the Reuse and Recycling stages. Currently, although Vietnam has formed an initial WTE platform with 9 operating plants, the landfill rate of MSW remains high (63% by 2024), showing that this technology has not yet reached a successful commercial scale. This article focuses on analyzing the current situation, identifying the main technical, economic and institutional barriers that are hindering the expansion of WTE technology in Vietnam. By using aggregated data, combining economic model assessment, analysis of actual technical data and review of the legal framework, the paper has conducted an assessment of the impact of local MSW characteristics on the operational performance of some typical plants in Vietnam. At the same time, successful international experiences from the European Union (EU) and Japan are consulted to draw policy lessons suitable for the Vietnamese context. The financial analysis focuses on the relationship between Feed-in Tariff (FIT), initial investment cost (CAPEX) and payback period. Through the analysis, 3 main WTE barriers have been specified: (1) Technically, MSW in Vietnam has challenging characteristics of high moisture content (40-70%) and low calorific value (1000-1200 kcal/kg). This reduces the plant's net electrical efficiency to a low level (25%–30%) and increases operating costs due to fuel addition; (2) Economically, the capital expenditure (CAPEX) for WTE projects is very high (4.12–6.08 million USD/MW). The current low waste treatment fee (Tipping Fee) and the previous fixed FIT (10.05 US cents/kWh) have proven to be insufficient to ensure an Internal Rate of Return (IRR) of 15%, extending the payback period beyond 15 years and making the project less attractive; (3) Institutionally, Vietnam has converted the electricity price mechanism from a fixed FIT to a Maximum Generation Price Framework (2,575.18 VND/kWh), and issued preferential policies on taxes and green credits. However, it is necessary to standardize the power purchase agreement (PPA) framework to minimize legal risks. Conclusions and recommendations to promote and develop WTE have been proposed, specifically: The Government needs to urgently complete a flexible FIT mechanism to ensure an IRR $\geq 15\%$. Implementing waste separation at source according to the Law on Environmental Protection 2020 is mandatory to increase the calorific value of input waste. Finally, it is necessary to increase social acceptance by making emissions transparent and promoting the recycling of ash and slag into construction materials.

Keywords: WTE, Circular Economy, FIT, CAPEX, Waste to Energy.

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Số 8 Tầng Bạt Hồ, phường Cửa Nam, TP. Hà Nội

ĐT: 024.39424620 - 39423346 * Fax: 024.38224784

Website: www.nxbgtvt.vn * Email: nxbgtvt@fpt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG:

Giám đốc - Tổng Biên tập: Nguyễn Minh Nhật

BIÊN TẬP: **Dương Hồng Hạnh**

THIẾT KẾ: **Phương Linh**

Đối tác liên kết: Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Địa chỉ: Số 18 phố Viên, phường Đông Ngạc, TP. Hà Nội

In 500 cuốn khổ 20 x 29cm, tại Công ty cổ phần in và thương mại Ngọc Hưng

Địa chỉ: 296 đường Phúc Diễn, TDP số 1, phường Xuân Phương, TP. Hà Nội.

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 5367-2025/CXBIPH/2-112/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-3277-0.

Quyết định xuất bản số: 119 LK/QĐ-XBGT ngày 24/12/2025.

In xong và nộp lưu chiểu quý 1 năm 2026.