BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



LÊ PHƯỢNG GIANG

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

LUẬN ÁN TIẾN SĨ

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2025

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

LÊ PHƯỢNG GIANG

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường
Mã ngành: 9850101

Phản biện độc lập 1: PGS. TS. Võ Lê Phú
Phản biện độc lập 2: PGS. TS. Đào Minh Trung
Phản biện độc lập 3: PGS. TS. Phùng Chí Sỹ

Phản biện 1: PGS. TS. Nguyễn Tri Quang Hưng
Phản biện 2: PGS. TS. Phạm Nguyễn Kim Tuyến

NGƯỜI HƯỚNG DẪN:
1. NGUT. PGS.TS. Đinh Xuân Thắng
2. PGS.TS. Lê Hùng Anh

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2025

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

NHIỆM VỤ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Họ tên nghiên cứu sinh: Lê Phượng Giang MSHV:17000081

Ngày, tháng, năm sinh: 19/02/1979 Nơi sinh: Thành phố Cần Thơ

Ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường Mã ngành: 9850101

I. TÊN ĐỀ TÀI:

Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh

NHIỆM VỤ VÀ NỘI DUNG:

Nhiệm vụ của nghiên cứu cung cấp cơ sở lý luận và thực tiễn để đề xuất mô hình quản lý CTRSH hiệu quả tại Thành phố Hồ Chí Minh. Nhiệm vụ này bao gồm nội dung cụ thể sau:

- Đánh giá hiện trạng quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh. Xây dựng Bộ tiêu chí cho mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên cơ sở phân tích, đánh giá các khía cạnh môi trường, kinh tế và xã hội của Thành phố Hồ Chí Minh.

- Sử dụng Phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa để đánh giá và so sánh các công nghệ xử lý dựa trên bộ tiêu chí đã xây dựng.

- Dựa trên kết quả phân tích hiện trạng và kết quả đánh giá của hai phương pháp; đề xuất mô hình quản lý CTRSH phù hợp với điều kiện địa lý, kinh tế và xã hội của thành phố.

II. NGÀY GIAO NHIỆM VỤ: 16/3/2017

III. NGÀY HOÀN THÀNH NHIỆM VỤ:

IV. NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. Nhà Giáo Ưu tú. Phó Giáo sư, Tiến sĩ Đinh Xuân Thắng

2. Phó Giáo sư, Tiến sĩ Lê Hùng Anh

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 19 tháng 02 năm 2025

NGƯỜI HƯỚNG DẪN **CHỦ NHIỆM BỘ MÔN ĐÀO TẠO**

VIỆN TRƯỞNG VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ VÀ QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG

LỜI CAM ĐOAN

Tôi tên Lê Phượng Giang, là Nghiên cứu sinh thực hiện luận án "Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh". Tôi xin cam đoan luận án trên đây kết quả nghiên cứu của bản thân tôi. Các số liệu, kết quả nghiên cứu trình bày trong luận án là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kì luận án nào trước đây, ngoại trừ các nội dung đã được trích dẫn.

Tôi cam đoan và xin chịu trách nhiệm trước các kết quả nghiên cứu của mình. Nếu có gì sai trái tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm.

Người cam đoan

NCS. Lê Phượng Giang

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục tiêu đề xuất mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội của Thành phố Hồ Chí Minh, dựa trên phân tích hiện trạng thu gom, vận chuyển và công nghệ xử lý. Luận án xây dựng bộ tiêu chí để lựa chọn mô hình quản lý và công nghệ xử lý hiệu quả, tập trung vào các nội dung chính sau:

1. Thu thập và phân tích các số liệu về hiện trạng phát sinh CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy sự khác biệt về lượng rác thải giữa các quận và huyện, với sự dao động đáng kể 0,63-0,95 kg/người/ngày. Thành phần chất thải cũng có sự biến đổi tương ứng. Nhiệt trị rác cũng đã được xác định, với sự chênh lệch dao động từ 1,5 - 2 lần giữa các khu vực. Ngoài ra, nghiên cứu cũng dự báo lượng phát thải CTRSH đến 2050 là 3.344.158 tấn/năm.

2. Nghiên cứu đã tổng quan và xây dựng bộ tiêu chí để đánh giá công nghệ xử lý CTRSH của Thành phố Hồ Chí Minh, trong đó bao gồm 03 chỉ số, 12 chỉ thị. Từ đóng góp quan trọng trên của luận án; việc tích hợp hai phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa để xác định trọng số và tính điểm làm cơ sở đánh giá toàn diện; khách quan công tác thu gom, vận chuyển và công nghệ xử lý CTRSH của Thành phố Hồ Chí Minh. Đây cũng là một luận điểm khoa học mới mà luận án đã thực hiện được.

3. Từ kết quả nghiên cứu ở trên; luận án đã đề xuất ra hai mô hình xử lý CTRSH cho Thành phố Hồ Chí Minh dựa trên khối lượng rác sinh hoạt phát sinh và công nghệ xử lý phù hợp theo hiện trạng và định hướng phát triển của Thành phố Hồ Chí Minh về vị trí địa lý của các quận huyện hiện nay. Mô hình công nghệ đốt rác phát điện là mô hình được lựa chọn cho Thành phố Hồ Chí Minh; trong đó với các Quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức giai đoạn I (từ năm 2025-2030) xây 02 nhà máy công suất 2.000 tấn/ngày và giai đoạn 2 (từ năm 2030-2050) xây 04 nhà máy. Bên cạnh mô hình đốt rác phát điện; mô hình công nghệ làm phân compost cũng được đề xuất cho các quận và huyện còn lại, lựa chọn công suất nhà máy giai đoạn I (từ năm 2025 đến năm 2030) sẽ là 4.000 tấn/ngày và giai đoạn II (từ 2030 – 2050) sẽ là 5.000 tấn/ngày. Như vậy, mô hình quản lý CTRSH cho thành phố là sự kết hợp giữa công nghệ làm phân compost và đốt rác phát điện. Đây là một mô hình mang tính tổng hợp, phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế và xã hội của Thành phố Hồ Chí Minh cả trong hiện tại và tương lai cho đến năm 2050. Đây là kết quả quan trọng nhất của luận án đã thực hiện được.

ABSTRACT

The study aims to propose a municipal solid waste management (MSW) model suitable for the natural, economic, and social conditions of Ho Chi Minh City, based on an analysis of the current state of waste collection, transportation, and treatment technologies. The dissertation develops a set of criteria to select an effective management model and appropriate treatment technologies, focusing on the following key aspects:

1. Collect and analyze data on the current status of MSW generation in Ho Chi Minh City. The results show differences in waste volume between districts and districts, with significant fluctuations of 0.63-0.95 kg/capita/day. The waste composition also has corresponding changes. Waste calorific value was also determined, with differences ranging from 1.5 to 2 times between regions. In addition, the study also forecasts that MSW emissions emissions by 2050 will be 3,344,158 tons/year.

2. The study has reviewed and developed a set of criteria to evaluate Ho Chi Minh City's MSW treatment technology, including 03 indicators and 12 directives. From the above important contributions of the thesis; the integration of the two AHP methods and the standardization method to determine weights and calculate scores as the basis for comprehensive evaluation; objectively the MSW treatment technology of Ho Chi Minh City. This is also a new scientific argument that the thesis has made.

3. From the above research results; The thesis has proposed two MSW treatment models for Ho Chi Minh City based on the volume of generated household waste and appropriate treatment technology according to the current status and development orientation of Ho Chi Minh City in terms of location. Geographical location of current districts. The waste incineration technology model for electricity generation is the model chosen for Ho Chi Minh City; In which, with Central Districts and Thu Duc City, phase I (from 2025-2030) builds 02 factories with a capacity of 2,000 tons/day and phase 2 (from 2030-2050) builds 03 factories. Besides the model of burning waste to generate electricity; Compost technology model is also proposed for the remaining districts and districts, choosing a factory capacity of phase I (from 2025 to 2030) will be 4,000 tons/day and phase II (from 2030 - 2030) will be 5,000 tons/day. Thus, the municipal solid waste management model for the city is a combination of composting technology and waste-to-energy incineration. This is a comprehensive model, suitable for the natural, economic, and social conditions of Ho Chi Minh City both in the present and in the future up to 2050. This is the most important result that the thesis has achieved.

LỜI CẢM ƠN

Luận án này được thực hiện tại Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh dưới sự hướng dẫn khoa học của NGUT. PGS.TS. Đinh Xuân Thắng và PGS.TS. Lê Hùng Anh. Em xin chân thành cảm ơn hai thầy đã giúp đỡ em từ những định hướng khoa học ban đầu và tận tình hướng dẫn, giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình thực hiện luận án. Cảm ơn thời gian được học tập và làm việc cùng các Thầy.

Xin được cảm ơn đến tất cả các Thầy, Cô và các Phòng/Ban trong Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, gia đình đã động viên, giúp đỡ em hoàn thành luận án này.

Trân trọng.

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN i
TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ii
ABSTRACT iii
LỜI CẢM ƠN iv
MỤC LỤC v
DANH MỤC HÌNH ẢNH ix
DANH MỤC BẢNG BIỂU xi
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT xiv
MỞ ĐẦU 1
1. Đặt vấn đề 1
2. Câu hỏi nghiên cứu 3
3. Mục tiêu nghiên cứu 4
4. Nội dung nghiên cứu 4
5. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 5
6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn 6
7. Những đóng góp mới của luận án 7
8. Luận điểm bảo vệ 7
9. Cấu trúc của luận án 8
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ LĨNH VỰC NGHIÊN CỨU 9
1.1 Tổng quan về quản lý chất thải rắn sinh hoạt 9
1.1.1 Khái niệm chất thải rắn sinh hoạt 9
1.1.2 Khái niệm quản lý chất thải rắn sinh hoạt 9
1.1.3 Khái niệm về mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt 9
1.2 Tổng quan hiện trạng quản lý chất thải rắn sinh hoạt ở các đô thị thế giới và Việt Nam 10
1.2.1 Đánh giá hiện trạng quản lý chất thải rắn sinh hoạt ở các đô thị thế giới 10
1.2.2 Đánh giá hiện trạng hệ thống quản lý chất thải rắn sinh hoạt ở Việt Nam 17
1.2.3 Đánh giá hiện trạng hệ thống quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh 32

1.2.4 Đánh giá ưu và nhược điểm mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận 44
1.3 Tổng quan bộ tiêu chí cho công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 46
1.3.1 Nhóm chỉ số môi trường 48
1.3.2 Nhóm chỉ số xã hội 48
1.3.3 Nhóm chỉ số kinh tế 48
1.4 Tổng quan phương pháp AHP cho bộ tiêu chí 54
1.5 Tổng quan phương pháp chuẩn hóa xây dựng bộ tiêu chí 57
1.5.1 Chuẩn hóa nhóm chỉ thị trên chỉ số môi trường 58
1.5.2 Chuẩn hóa nhóm chỉ thị trên chỉ số kinh tế 70
1.5.3 Chuẩn hóa nhóm chỉ thị trên chỉ số xã hội 79
1.5.4 Tổng quan về phương pháp tính toán trong bộ tiêu chí 87
Chương 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU 90
2.1 Cơ sở lý luận xây dựng bộ tiêu chí 90
2.1.1 Cơ sở lý luận lựa chọn công nghệ xử lý 93
2.1.2 Cơ sở lý luận chuẩn hóa các dữ liệu 95
2.2 Nội dung nghiên cứu 96
2.3 Phương pháp nghiên cứu 97
2.3.1 Cách tiếp cận nghiên cứu và khung logic nghiên cứu 97
2.3.2 Phương pháp điều tra, khảo sát, thu thập số liệu 101
2.3.3 Phương pháp xác định hệ số phát thải chất thải rắn sinh hoạt 104
2.3.4 Phương pháp xác định thành phần chất thải rắn sinh hoạt 105
2.3.5 Phương pháp xác định nhiệt trị chất thải rắn sinh hoạt 105
2.3.6 Phương pháp dự báo chất thải rắn sinh hoạt 106
2.3.7 Phương pháp khảo sát chuyên gia 107
2.3.8 Phương pháp phân tích thứ bậc 108
2.3.9 Phương pháp chuẩn hóa 112
2.3.10 Phương pháp xử lý số liệu 116
CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN 118
3.1 Kết quả khảo sát tính chất chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh 118
3.1.1 Kết quả xác định hệ số phát thải chất thải rắn sinh hoạt theo các quận, huyện 118

3.1.2 Kết quả xác định khối lượng chất thải rắn sinh hoạt theo các quận, huyện 121
3.1.3 Kết quả xác định thành phần chất thải rắn sinh hoạt 125
3.1.4 Kết quả xác định nhiệt trị chất thải rắn sinh hoạt 126
3.1.5 Kết quả xác định về tình hình phân loại, thu gom, vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt 128
3.2 Kết quả xây dựng bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 131
3.3 Kết quả áp dụng phương pháp AHP trong xác định các trọng số đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 135
3.3.1 Kết quả trọng số giữa các nhóm chỉ số 136
3.3.2 Kết quả trọng số giữa các nhóm chỉ thị 136
3.3.3 Kết quả trọng số tổng hợp của các tiêu chí 139
3.3.4 Kết quả xếp hạng trọng số của các công nghệ xử lý 141
3.3.5 Phân tích độ nhạy 143
3.4 Kết quả áp dụng phương pháp chuẩn hóa đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 145
3.4.1 Kết quả thang đo của chỉ số môi trường 145
3.4.2 Kết quả thang đo của chỉ số kinh tế 149
3.4.3 Kết quả thang đo của chỉ số xã hội 152
3.4.4 Kết quả chỉ số thành phần cho ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 155
3.4.5 Kết quả chỉ số tổng hợp cho ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 157
3.4.6 Xử lý kết quả thống kê để xác định tính đại diện của kết quả 160
3.5 Kết quả đánh giá phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa 164
3.5.1 Kết quả so sánh tích hợp công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt của hai phương pháp 164
3.5.2 Kết quả so sánh ưu và nhược điểm của hai phương pháp 165
3.6 Đề xuất công nghệ xử lý cho mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt cho Thành phố Hồ Chí Minh 168
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 173
DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA HỌC VIÊN 175
TÀI LIỆU THAM KHẢO 176
PHỤ LỤC 1.1 190

PHỤ LỤC 1.2 192
PHỤ LỤC 1.3 194
PHỤ LỤC 1.4 204
PHỤ LỤC 1.5 209
PHỤ LỤC 1.6 214
PHỤ LỤC 1.7 220
PHỤ LỤC 2.1 223
PHỤ LỤC 2.2 225
PHỤ LỤC 2.3 227
PHỤ LỤC 3.1 228
PHỤ LỤC 3.2 229
PHỤ LỤC 3.3 230
PHỤ LỤC 3.4 231
PHỤ LỤC 3.5 232
PHỤ LỤC 3.6 233
PHỤ LỤC 4.1 234
PHỤ LỤC 4.2 235
PHỤ LỤC 4.3 236
PHỤ LỤC 4.4 237
LÝ LỊCH TRÍCH NGANG CỦA HỌC VIÊN 244

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1 Hình thức vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh 34

Hình 1.2 Công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt hiện nay tại Thành phố Hồ Chí Minh..... 35

Hình 1.3 Dòng chất thải rắn sinh hoạt từ nguồn phát sinh đến tái chế, xử lý và thải bỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh 36

Hình 2.1 Sơ đồ các bước thực hiện nghiên cứu 97

Hình 2.2 Bộ tiêu chí sơ bộ đánh giá công nghệ xử lý 98

Hình 2.3 Khung logic nghiên cứu 100

Hình 2.4 Phương pháp lấy mẫu chất thải rắn 105

Hình 2.5 Quy trình xác định trọng số bằng phương pháp AHP 108

Hình 2.6 Cây phân cấp AHP 109

Hình 3.1 Kết quả khảo sát hệ số phát thải chất thải rắn sinh hoạt tại các quận, huyện..... 119

Hình 3.2 Biểu đồ so sánh hệ số phát thải của các thành phố ở Việt Nam 120

Hình 3.3 Kết quả dự báo dân số, khối lượng chất thải rắn sinh hoạt tại các quận huyện năm 2050..... 124

Hình 3.4 Tỷ lệ thành phần chất thải rắn sinh hoạt tại các quận huyện 126

Hình 3.5 Kết quả nhiệt trị của rác thải sinh hoạt tại các quận huyện 127

Hình 3.6 Kết quả phân loại rác tại Thành phố Thủ Đức và các quận, huyện..... 129

Hình 3.7 Cự ly vận chuyển trung bình từ các quận, huyện về khu xử lý..... 130

Hình 3.8 Tác động của các chỉ số đến công nghệ xử lý tại Thành phố Hồ Chí Minh..... 140

Hình 3.9 Trọng số tổng hợp của ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 142

Hình 3.10 Phân tích độ nhạy cho bốn trường hợp 144

Hình 3.11 Chỉ số thành phần theo công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt 157

Hình 3.12 So sánh ba công nghệ xử lý 162

Hình 3.13 Tổng hợp lựa chọn công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt bằng phương pháp AHP và chuẩn hóa……..... 164
Hình 3.14 Mô hình công nghệ đốt rác phát điện cho các quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức... 169
Hình 3.15 Mô hình công nghệ đốt rác phát điện cho các quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức... 170

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1 Thành phần chất thải rắn sinh hoạt các nước trên thế giới 11
Bảng 1.2 Khối lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh tại khu vực đô thị 18
Bảng 1.3 Tỷ lệ rác thải thực phẩm và rác vườn tại một số địa phương.....
ở Việt Nam 21
Bảng 1.4 Ưu điểm và nhược điểm công nghệ xử lý 23
Bảng 1.5 Bảng SWOT về hệ thống chính sách và văn bản quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh……..... 42
Bảng 1.6 Ưu điểm của mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận..... 44
Bảng 1.7 Nhược điểm của mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận..... 45
Bảng 1.8 Điểm khác biệt của mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận..... 46
Bảng 1.9 Tóm tắt tài liệu xây dựng bộ tiêu chí..... 53
Bảng 1.10 Phương pháp AHP trong chiến lược quản lý CTRSH 55
Bảng 1.11 Ảnh hưởng của khí H_2S lên con người..... 59
Bảng 1.12 Ảnh hưởng của khí NH_3 lên con người..... 60
Bảng 1.13 Mức độ cảm nhận mùi hôi của người dân..... 60
Bảng 1.14 Thang đo đánh giá mức độ ô nhiễm không khí dựa trên nồng độ khí H_2S, NH_3 và bụi..... 61
Bảng 1.15 Thang đo đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường từ nước rỉ rác và mùi hôi……..... 63
Bảng 1.16 Thang đo đánh giá lượng phát thải khí nhà kính cho công nghệ chôn lấp…….. 64
Bảng 1.17 Thang đo đánh giá lượng phát thải khí nhà kính cho công nghệ làm phân compost……..... 65
Bảng 1.18 Thang đo đánh giá lượng phát thải khí nhà kính cho công nghệ đốt rác phát điện…….. 66
Bảng 1.19 Thang đo đánh giá diện tích sử dụng đất cho bãi chôn lấp 67

Bảng 1.20 Thang đo đánh giá diện tích sử dụng đất cho làm phân compost 68
Bảng 1.21 Thang đo đánh giá diện tích sử dụng đất cho đốt rác phát điện…… 68
Bảng 1.22 Thang đo đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng của chất thải trong môi trường đất…….. 69
Bảng 1.23 Thang đo đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ chôn lấp…….. 72
Bảng 1.24 Thang đo đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ làm phân compost…….. ……...73
Bảng 1.25 Thang đo đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ đốt rác phát điện……..……..…….....74
Bảng 1.26 Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ chôn lấp 75
Bảng 1.27 Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ làm phân compost…… 76
Bảng 1.28 Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ đốt rác phát điện . 76
Bảng 1.29 Thang đo đánh giá doanh thu bán điện 78
Bảng 1.30 Thang đo đánh giá doanh thu bán phân..... 79
Bảng 1.31 Thang đo đánh giá mức thu nhập và số lượng công nhân làm việc tại bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác phát điện…….. 80
Bảng 1.32 Thang đo đánh giá số vụ kiện tại bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác phát điện……83
Bảng 1.33 Thang đo đánh giá chính sách hỗ trợ xử lý rác và bán phân cho công nghệ chôn lấp và làm phân compost ……..…….. 84
Bảng 1.34 Thang đo đánh giá chính sách hỗ trợ bán điện cho công nghệ đốt rác phát điện ……..... 85
Bảng 1.35 Số người bị mắc bệnh tại hai xã Phước Kiển và Đa Phước 86
Bảng 1.36 Thang đo đánh giá số người bị ảnh hưởng đến sức khỏe tại bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác phát điện ……..... 87
Bảng 2.1 Phân bố số hộ lấy mẫu chất thải rắn sinh hoạt ở các quận, huyện 103
Bảng 2.2 Điểm so sánh các chỉ tiêu..... 109
Bảng 2.3 Giá trị chỉ tiêu nhất quán ngẫu nhiên trung bình 110

Bảng 2.4 Đánh giá và phân hạng công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt..... 114
Bảng 3.1 Khối lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh theo các quận, huyện.... 121
Bảng 3.2 Kết quả dự báo dân số, khối lượng chất thải rắn sinh hoạt Thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 2030-2050 123
Bảng 3.3 Thành phần chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh..... 125
Bảng 3.4 Tóm tắt bảng phân loại bộ tiêu chí theo DPSIR..... 131
Bảng 3.5 Bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt…….. 133
Bảng 3.6 Kết quả trọng số của các nhóm chỉ số..... 136
Bảng 3.7 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số môi trường..... 137
Bảng 3.8 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số kinh tế..... 137
Bảng 3.9 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số xã hội..... 138
Bảng 3.10 Kết quả trọng số tổng hợp của các tiêu chí 139
Bảng 3.11 Tổng hợp thang đo cho chỉ số môi trường 145
Bảng 3.12 Tổng số thang điểm đánh giá chỉ số môi trường cho ba công nghệ xử lý……..... 147
Bảng 3.13 Tổng hợp thang đo cho chỉ số kinh tế 149
Bảng 3.14 Tổng số thang điểm đánh giá chỉ số kinh tế cho ba công nghệ xử lý 150
Bảng 3.15 Tổng hợp thang đo cho chỉ số xã hội 152
Bảng 3.16 Tổng số thang điểm đánh giá chỉ số xã hội cho ba công nghệ xử lý. 153
Bảng 3.17 Kết quả đánh giá các chỉ số thành phần theo công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt …. 155
Bảng 3.18 Kết quả đánh giá các chỉ số tổng hợp cho ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt ……...……147
Bảng 3.19 Kết quả phân tích Kruskal-Wallis cho ba công nghệ xử lý..... 161
Bảng 3.20 Kết quả phân tích hậu định Anova cho ba công nghệ xử lý..... 163

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

AHP	Phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process)
BOD_5	Nhu cầu oxy hóa sinh học (Biochemical Oxygen Demand)
BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
BVMT	Bảo vệ môi trường
BXD	Bộ Xây dựng
COD	Nhu cầu oxy hóa học (Chemical Oxygen Demand)
CTRSH	Chất thải rắn sinh hoạt
CP	Chính phủ
EU	Liên minh Châu Âu
GDP	Tổng sản phẩm nội địa (Gross Domestic Product)
GRDP	Tổng sản phẩm trên địa bàn (Gross Regional Domestic Product)
MBT	Xử lý sinh học cơ học (Mechanical Biological Treatment)
MTV	Một thành viên
NĐ	Nghị định
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
RDF	Nhiên liệu phát sinh từ chất thải (Refuse Derived Fuel)
TNHH	Trách nhiệm hữu hạn
TN&MT	Tài nguyên và Môi trường
Tt	Thông tư
tđ	Tương đương
UBND	Ủy ban nhân dân
URENCO	Công ty Môi trường Đô thị

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Chất thải luôn song hành trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của loài người. Chất thải rắn nói chung phát sinh từ các hoạt động sinh hoạt hằng ngày của con người cũng như các hoạt động sản xuất công nghiệp, nông nghiệp và dịch vụ. Các tác động tiêu cực của chất thải rắn đối với môi trường, hệ sinh thái và sức khỏe con người đã và đang đặt ra nhiều thách thức khi quá trình phát triển ngày càng tăng cùng với việc khai thác tài nguyên thiên nhiên để phục vụ sản xuất. Đặc biệt, sự gia tăng nhanh chóng của đô thị hóa đã làm phát sinh khối lượng lớn chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) tại các khu vực đô thị, gây ra những khó khăn trong công tác quản lý, kiểm soát và xử lý rác thải. Trước bối cảnh này, nhận thức về chất thải đã có sự thay đổi đáng kể, từ việc xem chất thải rắn là rác thải cần xử lý sang quan điểm coi chất thải rắn là tài nguyên có thể tái chế, tái sử dụng, góp phần thúc đẩy kinh tế tuần hoàn. Xu hướng "Zero Landfill" – giảm thiểu tối đa lượng rác thải chôn lấp – đã được khởi xướng tại châu Âu (dẫn đầu là Thụy Điển) và đang dần trở thành một hướng đi tất yếu trong quản lý chất thải hiện đại.

Thành phố Hồ Chí Minh – đô thị lớn nhất cả nước – đang chịu áp lực nặng nề từ sự gia tăng dân số và quá trình đô thị hóa mạnh mẽ, kéo theo sự gia tăng nhanh chóng cả về khối lượng và thành phần CTRSH. Tốc độ gia tăng CTRSH tại thành phố từ năm 2010 đến 2019 tăng trung bình 8-10% mỗi năm. Trong đó, năm 2010 lượng CTRSH là khoảng 6.000-6.500 tấn/ngày, đến năm 2019 tăng lên 9.000-9.500 tấn/ngày. Sự gia tăng này tương ứng với tốc độ tăng trưởng GRDP của thành phố (khoảng 7-9% mỗi năm). Giai đoạn sau 2019 lượng CTRSH tiếp tục tăng nhanh, đặc biệt là năm 2022, đạt khoảng 9.500-10.000 tấn/ngày. Sự gia tăng này không chỉ phản ánh sự phát triển đô thị và gia tăng dân số mà còn tạo ra một sức ép lớn lên hệ thống quản lý chất thải và môi trường đô thị, đòi hỏi thành phố phải tìm kiếm các giải pháp bền vững và hiệu quả hơn trong xử lý chất thải.

Mặc dù thành phố đã triển khai nhiều giải pháp quản lý CTRSH, hiệu quả vẫn chưa đạt kỳ vọng do còn tồn tại nhiều thách thức. Các hạn chế chính bao gồm thiếu sự đồng bộ giữa các khâu từ thu gom, tái chế và xử lý. Hiện nay, công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh chủ yếu là chôn lấp tại các bãi rác lớn như Đa Phước và Tây Bắc - Củ Chi, chiếm hơn 70% tổng lượng rác thải phát sinh. Các bãi chôn lấp CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh đang đối mặt với nhiều thách thức môi trường nghiêm trọng, ảnh hưởng đến chất lượng đất, nước, không khí và sức khỏe cộng đồng. Nước rỉ rác từ các bãi chôn lấp nếu không được xử lý triệt để có thể thấm vào nguồn nước ngầm, gây ô nhiễm đất và nước mặt. Quá trình phân hủy rác tạo ra khí methane một loại khí nhà kính có tác động mạnh đến biến đổi khí hậu, đồng thời phát sinh mùi hôi, ảnh hưởng đến môi trường sống của người dân xung quanh. Bên cạnh đó, quỹ đất dành cho chôn lấp ngày càng thu hẹp, gây áp lực lên quy hoạch đô thị và hạn chế phát triển hạ tầng xanh. Ngoài ra, tình trạng quá tải tại các bãi rác làm gia tăng nguy cơ sụt lún, sạt lở, đặc biệt trong mùa mưa, đe dọa an toàn môi trường và con người. Những thách thức này đặt ra yêu cầu cấp bách phải chuyển đổi sang các công nghệ xử lý hiện đại như đốt rác phát điện và làm phân compost nhằm giảm thiểu ô nhiễm, tối ưu hóa tài nguyên và hướng đến một hệ thống quản lý chất thải bền vững.

Bên cạnh đó, hệ thống quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh vẫn còn nhiều bất cập về mặt chính sách và hạ tầng. Các quy định quản lý chưa hoàn thiện, thiếu cơ chế khuyến khích phân loại rác tại nguồn và tái chế; quy hoạch hệ thống thu gom, vận chuyển, xử lý chưa đồng bộ, cơ sở hạ tầng chưa đáp ứng nhu cầu thực tế. Trong khi đó, công nghệ xử lý tiên tiến như đốt rác phát điện và sản xuất phân compost vẫn chưa được triển khai rộng rãi, khiến việc tận dụng tài nguyên từ CTRSH còn hạn chế. Ngoài ra, nhận thức và thói quen phân loại rác tại nguồn của người dân còn thấp, dẫn đến hiệu quả quản lý CTRSH chưa cao.

Trước những thách thức nêu trên, việc nghiên cứu và đề xuất một mô hình quản lý CTRSH hiệu quả, phù hợp với điều kiện thực tế tại Thành phố Hồ Chí Minh là hết sức cấp thiết. Nếu không có giải pháp tối ưu, thành phố sẽ phải đối mặt với những hệ lụy nghiêm trọng về môi trường, kinh tế và sức khỏe cộng đồng. Do đó, cần tìm kiếm

các mô hình quản lý tiên tiến, ứng dụng công nghệ xử lý hiện đại và xây dựng chính sách quản lý hiệu quả nhằm giảm thiểu tỷ lệ chôn lấp, tận dụng tối đa tài nguyên từ rác thải và hướng đến mục tiêu phát triển bền vững. Vì vậy, việc Nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài "Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh" là phù hợp và cần thiết. Đề tài sẽ tập trung vào việc đánh giá hiện trạng quản lý, phân tích những hạn chế, xây dựng bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý để đề xuất mô hình tối ưu. Trong đó, ưu tiên các giải pháp công nghệ xử lý tiên tiến như đốt rác phát điện và sản xuất phân compost nhằm nâng cao hiệu quả quản lý chất thải, cải thiện chất lượng môi trường sống, đồng thời giảm thiểu tác động tiêu cực của rác thải đến sức khỏe con người và hệ sinh thái đô thị. Đây không chỉ là một yêu cầu cấp bách đối với Thành phố Hồ Chí Minh mà còn góp phần tạo tiền đề cho quá trình phát triển đô thị bền vững trong tương lai.

2. Câu hỏi nghiên cứu

* Câu hỏi nghiên cứu 1

(i) Mô hình quản lý CTRSH hiện nay tại Thành phố Hồ Chí Minh như thế nào?

(ii) Vai trò của công nghệ xử lý CTRSH có ảnh hưởng đến hiệu quả của mô hình quản lý CTRSH hay không?

* Câu hỏi nghiên cứu 2

(i) Làm thế nào để đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh?

(ii) Có tiêu chí nào để đánh giá hay không?

* Câu hỏi nghiên cứu 3

Công nghệ xử lý CTRSH nào sẽ tối ưu nhất khi áp dụng vào mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh?

3. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu chính của luận án là đánh giá hệ thống quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh thông qua việc phân tích và đề xuất mô hình quản lý CTRSH phù hợp, đồng thời lựa chọn công nghệ tối ưu cho từng công đoạn của quy trình quản lý CTRSH, từ phân loại tại nguồn, thu gom, vận chuyển, tái chế đến xử lý và tiêu hủy chất thải. Mục tiêu này nhằm xây dựng các giải pháp tổng hợp trong quản lý và xử lý CTRSH, góp phần tối ưu hóa hiệu quả hệ thống quản lý chất thải và bảo vệ môi trường bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh.

Để đạt mục tiêu chung đó, luận án hướng tới việc giải quyết các mục tiêu cụ thể như sau:

- Đánh giá mô hình quản lý CTRSH và hiện trạng quản lý CTRSH Thành phố Hồ Chí Minh.

- Đánh giá tính phù hợp của các công nghệ xử lý hiện nay với mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

- Đề xuất công nghệ xử lý phù hợp cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

4. Nội dung nghiên cứu

Trên cơ sở mục tiêu của luận án hướng đến, các nội dung triển khai của nghiên cứu bao gồm:

- Khảo sát tính chất CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

- Xây dựng bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH.

- Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP) xác định trọng số đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH.

- Áp dụng phương pháp chuẩn hóa xác định thang điểm số đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý CTRSH.

- Đánh giá so sánh hai phương pháp AHP và chuẩn hóa.

- Đề xuất công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

5. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

5.1 Đối tượng nghiên cứu

Chất thải rắn sinh hoạt phát sinh từ các hộ gia đình trong mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh.

5.2 Phạm vi nghiên cứu

• *Phạm vi không gian*

Luận án được thực hiện với phạm vi nghiên cứu là CTRSH hộ gia đình trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh.

• *Phạm vi thời gian*

Phạm vi thời gian mà luận án lựa chọn nghiên cứu trong ngữ cảnh địa lý và hành chính của Thành phố Hồ Chí Minh là giai đoạn 2019 - 2022. Đây là khoảng thời gian trước và sau khi thành lập Thành phố Thủ Đức.

• *Phạm vi nội dung*

Theo Quyết định số 491/QĐ-TTg (Phê duyệt điều chỉnh Chiến lược Quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến 2025, tầm nhìn đến năm 2050), "*Quản lý tổng hợp chất thải rắn là quản lý toàn bộ vòng đời chất thải từ khi phát sinh đến khi xử lý cuối cùng bao gồm: phòng ngừa, giảm thiểu, phân loại, thu gom, tái sử dụng, tái chế và xử lý cuối cùng nhằm mục đích bảo vệ sức khỏe con người, BVMT, tiết kiệm tài nguyên, thích ứng với biến đổi khí hậu và hướng tới sự phát triển bền vững của đất nước*" [1]. Trong luận án này, nghiên cứu lựa chọn mô hình quản lý CTRSH dựa vào phân đoạn xử lý vì một số lý do như sau:

- Xử lý chất thải rắn có thể được xem là một trong những phân đoạn cuối cùng trong chu trình quản lý tổng hợp chất thải, có tác động lớn đến môi trường và sức khỏe

cộng đồng. Vì vậy, phân đoạn này luôn nhận được sự quan tâm đặc biệt từ cả cộng đồng và các nhà quản lý.

- Thực tế đã cho thấy, xử lý là phân đoạn mà các nhà quản lý thể hiện sự tham gia một cách mạnh mẽ nhất. Do đó, phân tích mô hình quản lý CTRSH trong phân đoạn xử lý sẽ đem lại góc nhìn sâu sắc về vai trò của các nhà quản lý.

- Mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh đã được quy hoạch và triển khai các giai đoạn như phân loại, thu gom và vận chuyển một cách có hệ thống. Tuy nhiên, trong quá trình xử lý, việc áp dụng công nghệ xử lý vẫn còn đang gặp khó khăn. Mặc dù có sự tập trung vào nghiên cứu và phân tích phân đoạn xử lý, nhưng luận án vẫn nhận diện và đem lại cách nhìn tổng quát về quy trình từ phân loại, thu gom, vận chuyển đến tái sử dụng và tái chế của CTRSH.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

6.1 Ý nghĩa khoa học

Luận án không chỉ xây dựng một bộ tiêu chí đánh giá mà còn mở rộng lý thuyết về cách kết hợp các yếu tố môi trường, kinh tế và xã hội trong việc lựa chọn công nghệ xử lý. Đây là bước tiến quan trọng trong việc phát triển một hệ thống quản lý chất thải rắn đô thị hiệu quả, đồng thời cung cấp một mô hình phân tích tích hợp giúp đánh giá tính phù hợp của các công nghệ xử lý đối với các mô hình quản lý khác nhau.

Việc sử dụng phương pháp AHP, một phương pháp phổ biến trong các nghiên cứu hỗ trợ ra quyết định, kết hợp với phương pháp chuẩn hóa không chỉ cung cấp một công cụ đánh giá mạnh mẽ mà còn góp phần phát triển các phương pháp phân tích trong lĩnh vực quản lý chất thải. Điều này có thể thúc đẩy việc áp dụng các phương pháp này vào nhiều bối cảnh khác nhau, mở rộng tầm ảnh hưởng của nghiên cứu trong cộng đồng khoa học.

6.2 Ý nghĩa thực tiễn

Các kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng để định hình lại chiến lược quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh, giúp giảm thiểu ô nhiễm môi trường và cải thiện

chất lượng sống cho người dân. Các giải pháp đề xuất dựa trên luận án có thể tạo ra một hệ thống quản lý CTRSH không chỉ hiệu quả về mặt kỹ thuật mà còn khả thi về mặt kinh tế và xã hội.

Luận án cung cấp một khung lý thuyết và thực tiễn giúp các cơ quan quản lý có căn cứ khoa học để đưa ra các quyết định về công nghệ xử lý và mô hình quản lý phù hợp. Điều này giúp nâng cao hiệu quả quản lý CTRSH và giảm thiểu rủi ro liên quan đến các phương pháp xử lý không phù hợp.

7. Những đóng góp mới của luận án

- Về mặt lý luận:

Luận án xây dựng được bộ tiêu chí đầy đủ và phù hợp để đánh giá công nghệ xử lý CTRSH với ba (03) bộ thông số môi trường, kinh tế và xã hội.

- Về mặt thực tiễn:

Bước đầu áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) kết hợp với phương pháp chuẩn hóa vào đánh giá bộ tiêu chí phục vụ cho việc lựa chọn quyết định công nghệ xử lý CTRSH phù hợp với ba (03) bộ thông số môi trường, kinh tế và xã hội;

Khẳng định và đề xuất công nghệ xử lý CTRSH phù hợp cho Thành phố Hồ Chí Minh gồm đốt rác phát điện và làm phân compost.;

Các kết quả và đề xuất của luận án có thể được áp dụng cho các địa phương khác có điều kiện tương tự, góp phần cải thiện quản lý chất thải rắn ở các khu vực khác ngoài Thành phố Hồ Chí Minh.

8. Luận điểm bảo vệ

- Luận điểm 1: Bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh được xây dựng dựa trên cơ sở khoa học, chiến lược quản lý chất thải rắn quốc gia, cơ sở thực tiễn của địa phương và xu hướng phát triển công nghệ xử lý chất thải rắn.

- Luận điểm 2: AHP và chuẩn hóa là phương pháp phù hợp để hỗ trợ lựa chọn công nghệ xử lý thông qua bộ tiêu chí. Áp dụng phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa hỗ trợ việc lựa chọn công nghệ xử lý tối ưu cho mô hình quản lý CTRSH của Thành phố Hồ Chí Minh.

9. Cấu trúc của luận án

Ngoài phần mở đầu, kết luận và kiến nghị, Luận án được cấu trúc thành 3 chương bao gồm:

Chương 1: Tổng quan về lĩnh vực nghiên cứu

Chương 2: Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Kết quả và thảo luận

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ LĨNH VỰC NGHIÊN CỨU

1.1 Tổng quan về quản lý chất thải rắn sinh hoạt

1.1.1 Khái niệm chất thải rắn sinh hoạt

Theo Luật Bảo vệ Môi trường (BVMT) (2020), "Chất thải rắn là chất thải ở thể rắn hoặc bùn thải" [2]. Tại Nghị định 08/2022/NĐ-CP [3] và Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT [4] của Chính phủ Quy định chi tiết một số điều của Luật BVMT, CTRSH là chất thải rắn phát sinh trong sinh hoạt thường ngày của con người.

1.1.2 Khái niệm quản lý chất thải rắn sinh hoạt

Quản lý là một quá trình mang tính chu kỳ, bắt đầu từ việc thiết lập mục tiêu, xây dựng kế hoạch dài hạn, lập trình, lập ngân sách, thực hiện, vận hành và bảo trì, giám sát và đánh giá, kiểm soát chi phí, tổng kết lại các mục tiêu và kế hoạch [5].

Điều 72 đến Điều 80 của Luật BMVT (2020), quản lý CTRSH là quá trình phòng ngừa, giảm thiểu, giám sát, phân loại, thu gom, vận chyển, tái sử dụng, tái chế và xử lý chất thải [2].

Hệ thống quản lý CTRSH cần đạt 04 mục tiêu căn bản như sau: (1) Khuyến khích phân loại tại nguồn, tái chế, tái sử dụng, nâng cao nhận thức cộng đồng và đảm bảo sự tham gia của các bên liên quan; (2) Cải thiện chất lượng môi trường bằng cách kiểm soát ô nhiễm, hạn chế những tác động tiềm ẩn của chất thải rắn đến các thành phần môi trường; (3) Hỗ trợ phát triển kinh tế đô thị bằng cách cung ứng các dịch vụ chất thải rắn phù hợp với nhu cầu và hiệu quả sử dụng; (4) Hướng tới mục tiêu tạo việc làm và thu nhập cho người dân đô thị [5].

1.1.3 Khái niệm về mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt

Mô hình quản lý CTRSH được xây dựng với hàm ý: (1) Kết hợp hoặc tổng hợp các bộ phận riêng lẻ để tạo thành một hệ thống tốt; (2) Kết hợp những phân đoạn riêng biệt để tạo thành một chu trình; (3) Kết hợp mọi cá nhân, tổ chức, doanh nghiệp trong xã hội, không phân biệt tôn giáo, văn hóa để tạo vốn xã hội cho sự phát triển

bền vững [6].

Mô hình quản lý CTRSH tổng hợp là sự lựa chọn và ứng dụng các công nghệ, chương trình quản lý phù hợp để đạt mục tiêu cụ thể của quản lý chất thải rắn. Mô hình quản lý đó phải phù hợp với điều kiện địa phương, đảm bảo sự hài hòa, cân đối từ góc độ kinh tế, xã hội, tài chính, môi trường, thể chế, phải có khả năng tự duy trì trong một thời gian dài mà không làm suy giảm tài nguyên [7].

Mô hình quản lý CTRSH bao gồm: (1) Các chủ thể chính quyền địa phương, các tổ chức, người sử dụng dịch vụ; (2) Các phân đoạn trong hệ thống chất thải như phát sinh, phân loại, thu gom, vận chuyển, xử lý, giảm thiểu, tái chế, tái sử dụng; (3) Các khía cạnh kinh tế, xã hội, môi trường và thể chế chính sách [8].

1.2 Tổng quan hiện trạng quản lý chất thải rắn sinh hoạt ở các đô thị thế giới và Việt Nam

1.2.1 Đánh giá hiện trạng quản lý chất thải rắn sinh hoạt ở các đô thị thế giới

1.2.1.1 Nguồn và thành phần chất thải rắn sinh hoạt thế giới

CTRSH được tạo ra từ 06 nguồn sau bao gồm: (1) Hộ gia đình; (2) Khu vực thương mại (nhà hàng, khách sạn, siêu thị, chợ,...); (3) Văn phòng (các cơ quan, trường học, trung tâm, viện nghiên cứu, bệnh viện,...); (4) Khu vực công cộng (trạm, cầu đường, sân bay, công viên, khu giải trí, đường phố,...); (5) Dịch vụ công cộng (quét đường, công viên, khu vui chơi giải trí,...); (6) Hoạt động của các cơ sở sản xuất [9, 10]. Có thể thấy rằng thành phần của CTRSH rất đa dạng, bao gồm chủ yếu là chất thải thực phẩm, giấy, bìa carton, vải, cao su, chất thải vườn, gỗ, kim loại, thủy tinh, chất thải nguy hiểm, v.v. Ngoài ra, thành phần của CTRSH khác nhau giữa các quốc gia và vùng lãnh thổ và phụ thuộc vào điều kiện kinh tế, thói quen tiêu dùng và lối sống của người dân [11].

Ở một số quốc gia Châu Á như Trung Quốc, Ấn Độ và Thái Lan, CTRSH có thành phần chất thải thực phẩm và chất thải vườn rất cao. Do đó, thường có độ ẩm cao và giá trị nhiệt hạ thấp theo Bảng 1.1. Đối với các nước phát triển như Nhật Bản, Hàn Quốc, Đức và Hoa Kỳ, CTRSH tập trung vào các vật liệu có thể tái chế như giấy và

nhựa [12], thường có hàm lượng độ ẩm thấp và giá trị nhiệt cao. Chính những đặc điểm quan trọng này là cơ sở để lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH.

Bảng 1.1 Thành phần chất thải rắn sinh hoạt các nước trên thế giới [12]

Thành phần	China 2016	Bangalore (India) 2018	Bangkok (Thailand) 2018	Korea 2005	Singapore 2017	Germany 2016
Thực phẩm	61,2	81,96	41,10	34,1	39,8	12,1
Chất thải vườn	1,8	-	6,19		2,3	-
Giấy	9,6	12,69	12,14	27,9	32,2	33,3
Vải	3,1	-	4,16	1,9	6,4	-
Da	-	-	-	0,7	0,3	-
Cao su	-	-	-	-	0,4	-
Da và cao su	9,8	-	27,31		9,7	24,2
Nhựa	-	-	-	1,3	0,8	-
Kim loại	1,1	1,67	1,57	1,6	2,0	4,5
Thủy tinh	2,1	0,65	3,42	5,1	0,9	12,1
Gốm sứ	1,8	-	0,46	-	0,5	-
Ống sừng	-	-	1,53	-	-	-
Tro	2,5	-	-	-	-	-
Những thứ khác	5,7	3,02	0	12,8	4,7	13,6

1.2.1.2 Hiện trạng thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải rắn sinh hoạt thế giới

Thu gom CTRSH cần gắn với việc phân loại và xử lý rác thải, rác thải được phân loại thành từng phần phải được thu gom đúng quy cách để đưa đi xử lý [13]. Các hình thức thu gom phổ biến là thu gom tại nơi công cộng, thu gom trên vỉa hè, thu gom trong cụm dân cư, thu gom tại nhà [14]. Thu gom tại nơi công cộng là hình thức sử dụng các điểm lưu trữ chung có diện tích lớn làm nơi để thu gom và tiếp nhận chất thải [15]. Khó khăn lớn nhất mà các thành phố/quốc gia đang phát triển phải đối mặt trong quản lý CTRSH là: tỷ lệ thu gom thấp, phương thức xử lý CTRSH đô thị chưa đúng kỹ thuật và an toàn [16]. Tỷ lệ thu gom CTRSH ở các thành phố lớn chỉ đạt 30-50%, tỷ lệ này còn thấp hơn ở các thành phố nhỏ và khu vực ven đô [16]. Miêu tả một bức tranh tương tự, nghiên cứu của World bank (2018) ước tính rằng trong một số trường hợp, 60% CTRSH phát sinh tại đô thị các nước có thu nhập thấp không

được thu gom. Vấn đề này nổi bật và tập trung rõ nét ở các quốc gia thuộc khu vực Châu Phi và Châu Á [17].

Quá trình vận chuyển CTRSH chịu ảnh hưởng trực tiếp từ hiệu suất thu gom, với chi phí vận chuyển chiếm khoảng 50-70% tổng chi phí quản lý chất thải [11]. Khoảng cách từ điểm thu gom đến cơ sở xử lý đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa hệ thống vận chuyển. Khi khoảng cách này vượt quá 16 km, việc xây dựng các trạm trung chuyển là cần thiết. Các trạm trung chuyển có thể giảm tới 20-30% chi phí vận hành nhờ tối ưu hóa quãng đường di chuyển và giảm nhu cầu sử dụng nhân lực thu gom, đồng thời nâng cao hiệu quả vận chuyển bằng cách điều phối phương tiện có tải trọng lớn hơn [10].

Hiện nay, công nghệ xử lý chất thải rắn ở các quốc gia đã và đang phát triển được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau như chôn lấp kỵ khí có hoặc không thu hồi khí, chôn lấp bán hiếu khí, sản xuất phân compost bằng lên men kỵ khí, lên men hiếu khí, đốt, sản xuất nhiên liệu dạng rắn, nhiệt phân [5, 18]. Mặc dù có nhiều công nghệ xử lý đã được áp dụng trong quản lý chất thải rắn, nhưng không phải tất cả các công nghệ đều được áp dụng thành công. Việc lựa chọn công nghệ xử lý cho từng địa phương sẽ phụ thuộc vào đánh giá ưu, nhược điểm của từng công nghệ, diện tích mặt bằng, kỹ thuật vận hành, tính kinh tế và các yếu tố về môi trường.

Singapore xây dựng nhà máy đốt rác đầu tiên, không chỉ để xử lý chất thải mà còn để biến chất thải thành năng lượng. Chính giải pháp đúng đắn này đã giải quyết được phần lớn rác thải trên cả nước với khả năng xử lý đến 90% rác thải trên cả nước và biến chúng thành năng lượng điện. Hiện tại, Singapore có 04 nhà máy biến chất thải thành năng lượng [19].

Theo S. Boonpa and A. Sharp (2015) và W. Jutidamrongphan (2018), chất thải ở Thái Lan rất phù hợp để chuyển đổi chất thải thành năng lượng bằng các công nghệ phù hợp và giảm chi phí xử lý dựa trên lượng CTRSH được tạo ra như đốt, nhiên liệu có nguồn gốc từ rác thải, phân hủy kỵ khí, nhiệt phân và khí hóa và chôn lấp với thu hồi khí bãi rác [20, 21].

Các phương pháp xử lý CTRSH thông dụng đang được áp dụng ở các nước phát triển như Bỉ 11% compost, đốt 23%, chôn lấp 50%, khác 16%; Pháp 8% compost, đốt 36%, chôn lấp 47%, khác 9%. Tuy nhiên ở Hy Lạp và Ireland thì 100% lượng CTRSH được xử lý bằng phương pháp chôn lấp. Ở Anh lượng chất thải rắn hàng năm khoảng 18 triệu tấn trong đó chỉ 6% được xử lý bằng thiêu đốt, 92% được xử lý bằng chôn lấp. Ở Đức thì 2% lượng CTRSH được sản xuất phân compost, 28% được xử lý bằng thiêu đốt và 69% đem chôn lấp [22].

Nghiên cứu của M. Gonzalez (2002) cho thấy, CTRSH tại Philippin được xử lý theo 03 hình thức chôn lấp 57%, đốt 32%, tái chế 11%. CTRSH bắt buộc phải phân loại tại nguồn và tái chế theo công nghệ thích hợp, ưu tiên cho ủ phân compost do lượng chất thải hữu cơ chiếm hơn 70% và có độ ẩm cao. Bên cạnh đó cần kiểm soát khí bãi chôn lấp và thiết kế các bãi chôn lấp hợp vệ sinh để xử lý các chất thải không thể tái chế [23].

O. C. Aja and H. H. Al-Kayiem (2014), CTRSH Malaysia chủ yếu bao gồm 45% chất thải thực phẩm, 24% nhựa, 7% nguyên liệu giấy, 6% kim loại, 4 % gỗ và 3% thủy tinh, độ ẩm 52-66%. Hiện nay, 80–95% CTRSH được thu gom được chôn lấp và 5% được tái chế, trong khi việc làm phân compost và thu hồi năng lượng hiếm khi được thực hiện [24]. A. H. Abba và cộng sự (2013) đã nghiên cứu đánh giá các phương án xử lý CTRSH bằng cách sử dụng phương pháp AHP và phương pháp phân tích vòng đời để xử lý CTRSH tại Malaysia hướng đến công nghệ xử lý chất thải rắn bền vững môi trường có phân loại tại nguồn, chôn lấp có thu hồi khí, ủ phân compost và đốt rác phát điện [25].

Ở những quốc gia Đông Nam Á, nơi có điều kiện khí hậu tương đồng Việt Nam, các nghiên cứu cũng chọn giải pháp xử lý tích hợp trong bối cảnh chất thải rắn ngày càng tăng theo tốc độ phát triển kinh tế. Điển hình tại thành phố Sepang - Malaysia, M. A. A. Samah và cộng sự (2011) đã đề xuất công nghệ xử lý CTRSH bằng cách tích hợp các công nghệ tái chế, ủ phân, đốt là giải pháp thay thế tốt nhất và phù hợp ở khu vực Sepang [26].

Nayseang Sun và cộng sự (2020) nhận định CTRSH được coi là một trong những nguồn năng lượng tái tạo ở Thái Lan. Chính vì vậy, nghiên cứu đề xuất hai giải pháp tích hợp cho quản lý CTRSH bền vững ở Bangkok: làm phân trộn và khí hóa trong trường hợp có cơ hội thị trường cho các sản phẩm phân trộn; phân hủy kỵ khí và khí nếu coi trọng hơn việc sản xuất khí sinh học và phát điện. Kết quả được cho là sẽ mang lại lợi ích cho các nhà hoạch định chính sách, nhà đầu tư, nhà nghiên cứu và các bên liên quan khác ở Thái Lan [27]

1.2.1.3 Một số kinh nghiệm quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên thế giới

Nhiều quốc gia đã thực hiện quản lý CTRSH theo hướng bền vững thông qua giảm thiểu, phân loại tại nguồn và tái chế, xử lý tốt đạt hiệu quả cao về kinh tế và môi trường. Hoạt động phân loại và thu gom chất thải đã trở thành nề nếp của người dân. Các loại chất thải có thể tái chế được như giấy loại, chai lọ thủy tinh, vỏ đồ hộp,... được thu gom vào các thùng riêng [28]. Phân loại CTRSH tại nguồn được thực hiện triệt để trong việc tách rác thành hai dòng: Hữu cơ dễ phân hủy được thu gom xử lý hàng ngày, rác khó phân hủy có thể tái chế hoặc đốt, chôn lấp an toàn được thu gom hàng tuần [28].

Các lý thuyết và mô hình quản lý CTRSH đều hướng tới việc giảm thiểu lượng chất thải phát sinh, tăng cường tái sử dụng và tái chế, và lựa chọn các phương pháp xử lý chất thải hiệu quả và bền vững. Các mô hình này thường được áp dụng kết hợp với nhau để tạo ra hệ thống quản lý chất thải toàn diện, phù hợp với điều kiện và yêu cầu cụ thể của từng quốc gia hoặc khu vực.

Trong mô hình quản lý CTRSH hiện tại của các quốc gia thiếu đồng bộ trong các quy trình, không có sự kết nối chặt chẽ giữa các giai đoạn khác nhau như thu gom, vận chuyển, và xử lý chất thải. Điều này dẫn đến hiệu quả tổng thể thấp, lãng phí tài nguyên, và gây ô nhiễm môi trường.

Thụy Điển đã thành công trong việc giảm thiểu chôn lấp chất thải xuống mức gần như bằng không thông qua việc áp dụng thuế chôn lấp và khuyến khích tái chế. Mô hình này cho thấy tầm quan trọng của việc áp dụng các chính sách kinh tế để thúc đẩy

hành vi bền vững. Việc xử lý CTRSH ở Thụy Điển được đặc trưng bởi tỷ lệ tái chế và đốt bằng nhau, hơn 49% mỗi loại, trong khi việc chôn lấp đã giảm xuống còn khoảng 0,6% lượng CTRSH được tạo ra vào năm 2014. Tỷ lệ tái chế năm 2001 ở mức 39% và đến năm 2014 đã đạt gần 50%, mục tiêu 50% vào năm 2020 được nêu trong Chỉ thị khung về chất thải [29]. Hiện nay, Thụy Điển được biết đến là nước đi đầu trong việc không đưa rác thải vào bãi chôn lấp, sản xuất năng lượng xanh từ rác thải. Để có được thành quả này, quốc gia đáng sống nhất thế giới đã trải qua một quá trình nỗ lực trong nhiều thập niên để hoàn thiện quy trình, hệ thống thu gom và biến rác thải thành năng lượng.

Hoa Kỳ đã đạt được sự hiệu quả cao trong việc thu gom và xử lý chất thải, với một phần lớn lượng rác được tái chế và xử lý qua đốt. Các chính sách khuyến khích tái chế và đầu tư vào công nghệ thu hồi năng lượng từ rác là những điểm mạnh của mô hình này. Tổng lượng CTRSH phát sinh năm 2019 ở Mỹ là khoảng 362,4 triệu tấn, một phần lớn được tái chế bao gồm giấy và bìa, chiếm hơn một phần tư trong tổng số CTRSH. Hoa Kỳ đã đạt hiệu quả 100% trong việc thu gom, vận chuyển chất thải kể từ năm 2016 và quản lý 34 triệu tấn CTRSH thông qua quá trình đốt và thu hồi năng lượng, chiếm tới 12,8% tổng lượng chất thải phát sinh và 47% trong năm 2020 [30]. Việc xem quản lý CTRSH như một ngành công nghiệp cốt lõi ở Hoa Kỳ đã giúp tạo ra một hệ thống quản lý chất thải dựa trên đầu tư và công nghệ hiện đại. Tuy nhiên, hạn chế của mô hình này là sự phụ thuộc lớn vào việc chôn lấp và đốt rác, không đạt được mức độ tái chế cao như ở các nước châu Âu.

Mô hình phân loại rác phức tạp nhưng hiệu quả của Nhật Bản, kết hợp với việc áp dụng công nghệ xử lý tiên tiến, cho thấy vai trò quan trọng của sự tham gia của cộng đồng và việc áp dụng các tiêu chuẩn phân loại nghiêm ngặt. Mô hình 3R và các yêu cầu phân loại nghiêm ngặt đã giúp quốc gia này tối ưu hóa quy trình xử lý rác và tăng cường tỷ lệ tái chế [31]. Sự phức tạp trong hệ thống phân loại có thể tạo ra gánh nặng cho người dân và cần phải có các giải pháp đơn giản hơn để dễ dàng thực hiện. Ngoài ra, việc nâng cao hiệu quả tái chế cho một số loại chất thải vẫn là một thách thức lớn.

Đức là một trong những quốc gia dẫn đầu thế giới về tỷ lệ tái chế và xử lý chất thải theo các tiêu chuẩn châu Âu. Mô hình của Đức thể hiện sự cam kết mạnh mẽ đối với việc giảm thiểu rác thải thông qua phân loại và tái chế. Tỷ lệ tái chế năm 2019 ước đạt 67% [32]. Mặc dù có tỷ lệ tái chế cao, Đức cần phải tiếp tục cân nhắc các tác động môi trường từ các phương pháp xử lý như đốt rác và đảm bảo rằng các phương pháp này không gây hại cho môi trường và sức khỏe cộng đồng.

Trung Quốc đã đạt được tiến bộ trong việc xử lý rác thải, đặc biệt là trong việc tăng cường tỷ lệ đốt rác và giảm lượng chôn lấp. Lượng chất thải chôn lấp hợp vệ sinh từ 68,89 triệu tấn (năm 2004) đã giảm xuống còn 109,5 triệu tấn (năm 2019). Lượng chất thải đốt tăng lên nhanh chóng từ 4,49 triệu tấn (năm 2004) tăng lên 127,4 triệu tấn (năm 2019) [33]. Trung Quốc vẫn đối mặt với khó khăn trong việc phân loại rác tại nguồn và nâng cao tỷ lệ tái chế cho các loại chất thải khác nhau. Các nỗ lực cần phải được củng cố để cải thiện phân loại rác và giảm phụ thuộc vào bãi chôn lấp.

Thái Lan đang hướng tới việc cải thiện xử lý rác thải thông qua việc giảm tỷ lệ chôn lấp và tăng cường đốt rác để thu hồi năng lượng. Những nỗ lực này phản ánh một cam kết hướng tới quản lý chất thải bền vững. Mô hình quản lý CTRSH của Thái Lan còn thiếu sự nhất quán và hiệu quả trên toàn quốc. Việc chưa có một hệ thống quản lý tổng thể và đồng bộ đang cản trở việc thực hiện các mục tiêu quản lý chất thải bền vững [34].

* Thảo luận

Các nước có nền kinh tế đang phát triển lượng chất thải hữu cơ chiếm tỉ lệ cao, thành phần CTRSH gần giống với Việt Nam, xử lý vẫn theo cách truyền thống, đó là chôn lấp, thu hồi tái chế nhựa, kim loại, giấy. Mục tiêu hướng đến quyết tâm đổi mới công nghệ xử lý rác, thu hồi năng lượng từ rác, tiết kiệm nguồn tài nguyên, giảm thiểu quỹ đất dành cho xử lý rác, hạn chế phát thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, hiện thực hóa các tiêu chí phát triển kinh tế bền vững đó là phát triển kinh tế phải đi đôi với bảo vệ môi trường.

Nhật Bản và Đức đã triển khai hệ thống phân loại rác tại nguồn một cách toàn diện,

với sự phân loại chi tiết và nghiêm ngặt. Hệ thống phân loại này không chỉ cải thiện tỷ lệ tái chế mà còn giảm thiểu lượng chất thải cần xử lý. Việc phân loại chính xác giúp tối ưu hóa quy trình xử lý và nâng cao hiệu quả tái chế. Việt Nam Mặc dù đã có những nỗ lực trong việc phân loại rác, nhưng tỷ lệ phân loại tại nguồn vẫn chưa cao và thiếu đồng bộ.

Thụy Điển đã áp dụng các chính sách như thuế chôn lấp và lệnh cấm chôn lấp các loại rác dễ cháy để khuyến khích tái chế và đốt rác thu hồi năng lượng. Hoa Kỳ đã đầu tư vào công nghệ tái chế và thu hồi năng lượng, đạt hiệu quả cao trong việc quản lý chất thải. Việt Nam chính sách khuyến khích tái chế còn hạn chế và công nghệ xử lý rác chưa được đầu tư đồng bộ.

Trung Quốc đã cải thiện hiệu quả thu gom và xử lý chất thải trong giai đoạn 2008-2015, nhờ vào việc tăng cường quản lý và giám sát. Sự cải thiện trong quản lý và giám sát đã giúp nâng cao tỷ lệ thu gom và xử lý chất thải. Ở Việt Nam hệ thống quản lý và giám sát chất thải còn nhiều hạn chế, dẫn đến hiệu quả thấp trong việc thu gom và xử lý.

Nhật Bản và Thụy Điển đã ứng dụng công nghệ xử lý rác hiện đại, bao gồm công nghệ đốt rác thu hồi năng lượng và tái chế tiên tiến. Công nghệ hiện đại giúp giảm lượng chất thải chôn lấp và tận dụng năng lượng từ rác.

Nghiên cứu này có thể tập trung vào việc lấp đầy các lỗ hổng trong các mô hình hiện tại, đặc biệt là trong việc tích hợp công nghệ và tăng cường sự tham gia của cộng đồng. Đồng thời, nghiên cứu có thể đóng góp vào việc xây dựng các mô hình quản lý CTRSH linh hoạt, phù hợp với điều kiện kinh tế, xã hội và môi trường của Việt Nam, đặc biệt là tại các đô thị lớn như Thành phố Hồ Chí Minh.

1.2.2 Đánh giá hiện trạng hệ thống quản lý chất thải rắn sinh hoạt ở Việt Nam

1.2.2.1 Nguồn và thành phần chất thải rắn sinh hoạt ở Việt Nam

Trong báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2019 về quản lý CTRSH, lượng CTRSH phát sinh tại các đô thị phụ thuộc vào quy mô dân số, tốc độ đô thị hóa, công

nghiệp hóa của đô thị và đang có xu thế ngày càng tăng. Giai đoạn 2016-2020, lượng CTRSH phát sinh tiếp tục gia tăng trên phạm vi cả nước, ước tính tăng trung bình 10-16% mỗi năm và tăng mạnh ở các đô thị lớn như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Hải Phòng. Tổng khối lượng CTRSH phát sinh tại khu vực đô thị trong cả nước là 35.624 tấn/ngày, chiếm khoảng 55% tổng khối lượng CTRSH phát sinh của cả nước, trong đó Thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội có khối lượng CTRSH phát sinh lớn nhất. Chỉ tính riêng hai đô thị này, tổng khối lượng CTRSH phát sinh từ khu vực đô thị lên tới 12.000 tấn/ngày, chiếm 33,6% tổng lượng CTRSH đô thị phát sinh trên cả nước. Tại một số đô thị nhỏ (từ loại II trở xuống), mức độ gia tăng khối lượng CTRSH phát sinh không cao do mức sống thấp hơn và tốc độ đô thị hóa không cao [12].

Bảng 1.2 Khối lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh tại khu vực đô thị [12]

STT	**Vùng**	**Khối lượng phát sinh (tấn/ngày)**	**Khối lượng phát sinh (tấn/năm)**
1	Đồng bằng sông Hồng	8.466	3.089.926
2	Trung du và miền núi phía Bắc	2.740	1.000.184
3	Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung	6.717	2.451.606
4	Tây Nguyên	1.485	542.098
5	Đông Nam Bộ	12.639	4.613.290
6	Đồng bằng sông Cửu Long	3.577	1.305.488
	Tổng	**35.624**	**13.002.592**

Tính theo vùng phát triển kinh tế - xã hội thì các đô thị vùng Đông Nam Bộ có lượng CTRSH phát sinh lớn nhất với 4.613.290 tấn/năm (chiếm 35% tổng lượng phát sinh cả nước), tiếp đến là các đô thị vùng Đồng bằng sông Hồng với lượng phát sinh là 3.089.926 tấn/năm (chiếm 24%). Các đô thị vùng Tây Nguyên có lượng phát sinh thấp nhất 542.098 tấn/năm (chiếm 4%) [12].

Mọi hoạt động của thành phố đều phát sinh chất thải như hộ gia đình, trường học, cơ quan công sở, nhà hàng khách sạn, bệnh viện, cơ sở sản xuất, chợ, trung tâm thương mại, công trình xây dựng, đường phố, khu vui chơi công viên [35]. Lê Trung Tuấn

Anh (2019), khẳng định nguồn phát sinh ra CTRSH tại thành phố đó là khu dân cư, cơ quan, khách sạn, trường học, nhà hàng, cơ sở sản xuất và chợ [36].

Thành phần CTRSH của Việt Nam có đặc trưng là độ ẩm cao (dao động trong khoảng 65-95%), độ tro khoảng 25-30% (khối lượng khô), tổng hàm lượng chất rắn dao động trong khoảng 70-75% (khối lượng khô), nhiệt lượng thấp (dao động trong khoảng 900-1.100 Kcal/kg khối lượng ướt). Thành phần chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học của hộ gia đình chiếm tỷ lệ cao hơn các thành phần khác và thành phần này đang thay đổi theo chiều hướng giảm dần [36]. Từ năm 1995, thành phần chất thải thực phẩm chiếm tỷ lệ rất cao (80-96%) nhưng đến năm 2019 thành phần này giảm xuống còn khoảng 50-70%, điều này thể hiện sự thay đổi lối sống của cư dân đô thị là nhanh và tiện lợi.

Thành phần giấy và kim loại trong CTRSH thay đổi tùy thuộc vào nguồn phát sinh và có xu hướng tăng dần. Nhiều thành phần khó xử lý và khó tái chế như vải, da, cao su có tỉ lệ thấp. Tuy nhiên các thành phần này đang có chiều hướng tăng qua các năm. Ngoài ra sự gia tăng chất thải nhựa trong thành phần CTRSH là một trong những vấn nạn đối với xử lý CTRSH của Việt Nam.

1.2.2.2 Hiện trạng thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải rắn sinh hoạt ở Việt Nam

Việc thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH ở Việt Nam đang đặt ra nhiều thách thức cho toàn xã hội. Trong những năm gần đây, ô nhiễm môi trường từ CTRSH, đặc biệt là tại các bãi rác đang là vấn đề bức xúc của xã hội. Bên cạnh đó, một bộ phận rác thải từ nước ngoài với thành phần đa dạng được nhập khẩu vào Việt Nam dưới dạng phế liệu nhập khẩu chưa đáp ứng các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường, tạo gánh nặng cho công tác quản lý CTRSH [37]. Rác thải nhựa khó phân hủy cũng là bài toán thách thức trong quản lý rác thải đô thị hiện nay. Bên cạnh những tác động đến môi trường tự nhiên như cảnh quan, khí nhà kính, ô nhiễm đất và nước ngầm, ô nhiễm không khí…, việc kiểm soát và xử lý CTRSH chưa hiệu quả mà còn gây ra nhiều tác động đến sức khỏe cộng đồng cũng như tiềm ẩn những xung đột tại các khu vực xung quanh cơ sở xử lý chất thải [14]. Có thể nói, ở Việt Nam, CTRSH thường

được xử lý bằng các phương pháp chính bao gồm chôn lấp; tái chế làm phân hữu cơ; đốt và tiêu hủy; đốt phát điện; khí hóa; tái chế, tái sử dụng và các phương pháp khác. Trong đó, các phương pháp tái chế như hữu cơ phân bón, đốt phát điện, khí hóa, tái chế, tái sử dụng là những phương pháp xử lý rác thải đô thị được áp dụng theo mô hình kinh tế tuần hoàn [38].

a) Công nghệ chôn lấp

Tại Việt Nam hiện có hơn 900 bãi chôn lấp CTRSH, trong đó chưa đến 20% bãi chôn lấp hợp vệ sinh. Tình trạng ô nhiễm môi trường từ hàng trăm bãi chôn lấp này là hiện hữu [39]. Thành phố Hồ Chí Minh, 69% CTRSH được xử lý bằng bãi chôn lấp hợp vệ sinh. Bãi rác Đa Phước có công suất thiết kế 13.000 tấn/ngày, lượng tiếp nhận hiện tại khoảng 5.700 – 6.000 tấn/ngày. Diện tích: 614 ha, thời gian dự kiến lấp đầy khoảng năm 2034 nếu tiếp tục tiếp nhận lượng rác như hiện tại. Bãi rác Tây Bắc – Củ Chi có công suất thiết kế 8.000 tấn/ngày, lượng tiếp nhận hiện tại khoảng 2.000 – 3.000 tấn/ngày, diện tích 100 ha, thời gian dự kiến lấp đầy khoảng năm 2030 [40].

Mặc dù là bãi chôn lấp hợp vệ sinh, hai bãi rác này vẫn đối diện với nhiều vấn đề, bao gồm tình trạng quá tải, ô nhiễm nước rỉ rác, phát sinh khí nhà kính và ảnh hưởng đến người dân sống xung quanh. Do đó, Thành phố Hồ Chí Minh đang có kế hoạch giảm tỷ lệ chôn lấp xuống dưới 50% vào năm 2030 và thay thế bằng các công nghệ xử lý hiện đại hơn như đốt phát điện và làm phân compost.

Ưu điểm của công nghệ chôn lấp là chi phí xây dựng và vận hành thấp, dễ triển khai. Tuy nhiên, nhược điểm lớn là diện tích đất sử dụng lớn, thời gian xử lý lâu và rủi ro ô nhiễm môi trường cao do nước rỉ rác và khí phát sinh. Vì vậy, Thành phố Hồ Chí Minh đang tìm cách chuyển đổi dần sang các công nghệ xử lý tiên tiến hơn để giảm gánh nặng cho các bãi chôn lấp hiện hữu.

Hà Nội hơn 7.000 tấn CTRSH, năm 2019 có 5.000 tấn được đưa về bãi rác Nam Sơn để chôn lấp. Do hoạt động nhiều năm mà không được mở rộng, cải tạo nên bãi rác Nam Sơn dần rơi vào tình trạng quá tải. Như vậy, với lượng CTRSH ngày càng gia tăng đã và đang làm quá tải quỹ đất dành cho chôn lấp rác thải tại Việt Nam

Ưu điểm của công nghệ này là chi phí xây dựng và vận hành không lớn, nhân lực đơn giản nên có lợi thế lớn khi triển khai tại Việt Nam cũng như các nước đang phát triển [17]. Tuy nhiên, khi chôn lấp thì thời gian xử lý tương đối lâu, đồng nghĩa với thời gian lưu trữ chất thải rắn dài, nhu cầu mặt bằng lớn. Khí bãi rác, chủ yếu là các khí nhà kính và nước rỉ rác gây ô nhiễm trực tiếp nguồn nước ngầm.

b) Công nghệ composting

Để tránh tình trạng nhiều chất thải không phù hợp trộn lẫn với chất thải tiếp nhận để phân hủy, cần phải có quy trình loại bỏ chất lạ hoặc phân loại chất thải tại nguồn. Ưu điểm của phương pháp này là quy trình đơn giản, thân thiện với môi trường. Tuy nhiên, công nghệ compost đòi hỏi CTRSH phải được phân loại trước khi xử lý. Đây là một hạn chế lớn đối với công tác quản lý chất thải rắn ở Việt Nam. Công nghệ này chịu ảnh hưởng bởi thời tiết và thời gian ủ kéo dài, thường chỉ áp dụng ở quy mô nông trường, trang trại có diện tích mặt bằng lớn, xa khu đô thị [41]. Mô hình quản lý CTRSH tại vùng đất ngập nước ven biển Cần Giờ, sản phẩm của quá trình phân hủy làm phân compost [42].

Hiện nay, cả nước có 37 cơ sở sử dụng công nghệ này để sản xuất phân bón hữu cơ, chủ yếu phục vụ cho cây lâm nghiệp và cây công nghiệp [12]. Giữa năm 2020, nhà máy xử lý rác thành phân hữu cơ công suất 840 tấn/ngày của Biwase tại Bình Dương đi vào hoạt động với quy mô lớn nhất Việt Nam và Đông Nam Á.

Bảng 1.3 Tỷ lệ rác thải thực phẩm và rác vườn tại một số địa phương ở Việt Nam [11]

Vị trí	**Hải Dương (2011)**	**Lâm Đồng (2012)**	**Đak Nông (2012)**	**Thành phố Hồ Chí Minh (2017)**	**Hội An (2017)**	**Hải Phòng (2018)**	**Hà Nội (2018)**
Tỉ lệ (% trọng lượng ướt)	71,13	71,8	65,5	59,2	57	46-49,8	51,9

Tại các địa phương được xem xét trong bảng trên, tỷ lệ loại chất thải này khá cao, thấp nhất là gần 50% trọng lượng ướt tại Hải Phòng (2018). Tại Lâm Đồng (2012), Hải Dương (2011), tỷ lệ này lên đến hơn 70% trọng lượng ướt. Như vậy, đây là nguồn nguyên liệu sẵn có rất lớn để sản xuất phân hữu cơ [12]. Những năm gần đây, Việt Nam là nước nhập siêu về phân bón và thuốc bảo vệ thực vật với chi phí hàng tỷ USD [43]. Vì vậy, mô hình sử dụng rác thải làm phân hữu cơ đã giúp tận dụng rác thải hữu cơ thành các sản phẩm hữu ích cho mục đích sử dụng. Không những thế, phân hữu cơ tái chế còn giúp người dân giảm chi phí sản xuất, từ đó tăng thu nhập, đồng thời góp phần bảo vệ môi trường [44].

c) Công nghệ đốt thu hồi năng lượng

Hiện nay, tại Việt Nam đã có nhiều nhà máy đốt rác phát điện: Nhà máy đốt rác phát điện Tâm Sinh Nghĩa 2.000 tấn/ngày, Đà Nẵng 650 tấn/ngày, Thừa Thiên Huế 600 tấn/ngày, nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ với công suất 400 tấn/ngày, nhà máy Sóc Sơn 4.000 tấn/ngày.

d) Công nghệ tái chế, tái sử dụng

Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050 đặt ra mục tiêu 90% lượng CTRSH sẽ được tái chế, tái sử dụng, thu hồi năng lượng hoặc sản xuất phân hữu cơ. Hoạt động tái chế được phân loại theo chính nguồn nguyên liệu tái chế, theo đó có bốn loại chính là tái chế giấy, nhựa, thủy tinh, kim loại. Tuy nhiên, Việt Nam chưa có một ngành công nghiệp đủ mạnh để hỗ trợ tái chế [5]. Hiện cả nước có hơn 200 doanh nghiệp tái chế chất thải nhưng phần lớn là doanh nghiệp vừa và nhỏ, tư nhân cũng như công nghệ còn nhiều hạn chế. Dẫn đến hiệu quả kinh tế thấp [45].

e) Công nghệ khí hóa

Khí hóa là phương pháp chuyển hóa chất thải thành khí tổng hợp để phát điện mà không cần tách chất thải hữu cơ hoặc vô cơ, thu được đất đen làm nguyên liệu cho nông nghiệp hữu cơ mà không giải phóng nước, khói, khí độc ra môi trường [13, 14].

Hiện công nghệ này đã được áp dụng tại nhà máy điện rác Hưng Yên và khu công nghiệp Đồng Văn (Hà Nam). Nhà máy xử lý rác thải công nghệ cao tại Hưng Yên là nhà máy đầu tiên áp dụng công nghệ này. Đây cũng là nhà máy điện rác không đốt rác để phát điện mà sẽ xử lý rác ở nhiệt độ cao, thiếu oxy để tạo ra khí đốt làm nhiên liệu chạy máy phát điện với quy trình riêng phù hợp với đặc điểm rác thải có độ ẩm cao tại Việt Nam. Không chỉ xử lý rác thải, hàng tháng công ty còn cho người dân quanh khu vực nhà máy dùng thử nguyên liệu hữu cơ để cải tạo đất [14].

f) Đánh giá ưu và nhược điểm của công nghệ xử lý

Bảng 1.4 Ưu điểm và nhược điểm công nghệ xử lý [14]

Công nghệ	**Ưu điểm**	**Nhược điểm**
Chôn lấp	• Giải pháp chung cung cấp khả năng xử lý chất thải. • Chi phí tương đối thấp và dễ thực hiện. • Bổ sung các lựa chọn công nghệ khác để xử lý chất thải tồn đọng. • Có thể sản xuất khí bãi rác như một sản phẩm phụ cho các mục đích sử dụng trong gia đình và công nghiệp.	• Yêu cầu diện tích đất lớn, chi phí phát sinh khi bãi chôn lấp mở rộng. • Không làm giảm khối lượng CTRSH. • Gây ra các vấn đề ô nhiễm thứ cấp: ô nhiễm nước ngầm, không khí, ô nhiễm đất. • Do sự phản đối của công chúng và hạn chế về không gian, các bãi chôn lấp thường ở xa, khoảng cách xa để vận chuyển chất thải.
Làm phân compost	• Chuyển đổi rác hữu cơ phân hủy thành phân compost. • Giảm lượng chất thải chôn lấp và tích hợp tốt với chôn lấp và vật liệu phục hồi / tái chế.	• Tốn kém trong quá trình thực hiện và khó duy trì. • Có ít diện tích và lợi thế về kinh tế so với phương pháp đốt. • Yêu cầu giảm kích thước chất thải và phân loại tại nguồn để xử lý. • Nhận thức của công chúng, chẳng hạn như phát thải bioaerosol trong quá trình quá trình ủ phân, côn trùng.

Công nghệ	Ưu điểm	Nhược điểm
Đốt rác phát điện	• Sử dụng đất tối ưu. • Giảm đáng kể khối lượng chất thải. • Xử lý sơ bộ tối thiểu chất thải; Tro đáy về mặt sinh học sạch sẽ và ổn định.	• Nhiều không gian hơn những nơi khác công nghệ. • Vốn cao, hoạt động và chi phí bảo trì. • Điều hành cần phải có chuyên môn cao.
	• Nhiệt có thể được sử dụng làm năng lượng.	• Cần thiết phải xử lý khí thải và tro bay tại bãi chôn lấp chất thải nguy hại.
	• Có thể nằm gần khu dân cư khu vực, giảm chi phí vận chuyển.	• Nhận thức của công chúng đôi khi còn tiêu cực, chủ yếu do phát thải dioxin.
Tái chế	• Giúp phân loại tại nguồn, tái sử dụng lại nguyên liệu cũ. • Nâng cao nhận thức cộng đồng. • Giảm khối lượng ra môi trường, kéo dài tuổi thọ bãi chôn lấp.	• Cần phải cung cấp đầy đủ cơ sở hạ tầng tái chế; • 80% rác ướt nên chất lượng sản phẩm không đạt yêu cầu.
Khí hóa	• Chuyển chất thải thành năng lượng tái tạo. • Giảm lượng chất thải chôn lấp. • Tạo ra sản phẩm phụ hữu ích.	• Chi phí đầu tư ban đầu cao, độ phức tạp của quá trình. • Tiềm ẩn rủi ro cho môi trường. • Yêu cầu nguồn nguyên liệu ổn định.

1.2.2.3 Một số thách thức quản lý chất thải rắn sinh hoạt ở Việt Nam

Kinh nghiệm quản lý CTRSH ở Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể trong những năm gần đây, tuy nhiên vẫn còn nhiều thách thức cần được giải quyết. Điển hình ở một số địa phương như sau:

* Mô hình quản lý CTRSH ở các thành phố lớn

a) Thành phố Hà Nội phát sinh trung bình khoảng 7.000 tấn CTRSH mỗi ngày, trong đó hơn 90% được thu gom và vận chuyển đến hai khu xử lý tập trung chính: Khu liên hợp xử lý chất thải Nam Sơn (huyện Sóc Sơn) và Khu xử lý chất thải rắn Xuân Sơn. Khu Nam Sơn tiếp nhận khoảng 5.000-5.500 tấn/ngày, chiếm hơn 70% tổng khối lượng CTRSH của thành phố, trong khi khu Xuân Sơn xử lý khoảng 1.500-2.000 tấn/ngày. Hiện nay, việc xử lý CTRSH tại Hà Nội chủ yếu dựa vào phương pháp chôn lấp, chiếm khoảng 89% tổng lượng chất thải, với phần lớn rác được đưa đến bãi rác Nam Sơn (huyện Sóc Sơn) và Xuân Sơn (thị xã Sơn Tây). Tuy nhiên, các bãi chôn lấp này đang đối mặt với tình trạng quá tải nghiêm trọng, gây ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng đến đời sống người dân xung quanh. Bãi rác Nam Sơn hiện tiếp nhận khoảng 5.000 tấn rác/ngày, trong khi công suất thiết kế chỉ khoảng 4.500 tấn/ngày, dẫn đến nguy cơ đầy tải sớm hơn dự kiến [45].

Trong khi đó, phương pháp đốt rác không phát điện chiếm khoảng 11%, chủ yếu được thực hiện tại một số cơ sở xử lý quy mô nhỏ như khu xử lý chất thải Đồng Ké (huyện Chương Mỹ) và một số lò đốt tại các huyện ngoại thành. Tuy nhiên, công nghệ đốt hiện tại chưa đáp ứng được tiêu chuẩn về kiểm soát khí thải, đặc biệt là phát thải dioxin và furan, gây lo ngại về tác động môi trường và sức khỏe cộng đồng.

Các mô hình tái chế chất thải hữu cơ thành phân compost từng được triển khai tại các khu xử lý như Cầu Diễn và Kiêu Kỵ, với công suất thiết kế lần lượt là 200 tấn/ngày và 300 tấn/ngày. Tuy nhiên, do hạn chế về thị trường tiêu thụ, chất lượng phân compost không đảm bảo yêu cầu nông nghiệp, cùng với sự cạnh tranh từ phân bón hóa học giá rẻ, cả hai cơ sở này đã ngừng hoạt động. Điều này cho thấy việc phát triển công nghệ tái chế rác hữu cơ cần đi kèm với chính sách hỗ trợ thị trường đầu ra và nâng cao chất lượng sản phẩm để đảm bảo tính bền vững [46]. Nhằm cải thiện hiệu quả quản lý chất thải, thành phố đã thực hiện các chương trình phân loại rác tại nguồn, phân chia CTRSH thành ba nhóm chính: rác hữu cơ, rác tái chế và rác vô cơ. Tuy nhiên, khảo sát năm 2022 cho thấy tỷ lệ hộ gia đình tham gia phân loại rác chỉ đạt khoảng 20-30%, do thiếu cơ chế khuyến khích và hệ thống thu gom riêng biệt chưa đồng bộ. Việc giám sát và thực thi quy định còn nhiều bất cập, dẫn đến tình

trạng phân loại không nhất quán, làm giảm hiệu quả của các giải pháp xử lý và tái chế [47]. UBND Thành phố Hà Nội đã phê duyệt kế hoạch đầu tư xây dựng và cải tạo một số nhà máy xử lý CTRSH sử dụng công nghệ tiên tiến như đốt hoặc khí hóa để thu hồi năng lượng phục vụ phát điện. Các nhà máy này sẽ được triển khai tại các khu xử lý lớn ở Nam Sơn, Sóc Sơn, Xuân Sơn (thị xã Sơn Tây) và Ba Vì. Trong năm 2021, nhà máy điện rác Sóc Sơn có công suất xử lý lên tới 4.000 tấn rác mỗi ngày, áp dụng công nghệ đốt phát điện. Lượng rác thải dư thừa khoảng 3.000 tấn sẽ tiếp tục được xử lý qua phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh tại khu vực lân cận [48].

b) Mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Đà Nẵng hiện tại chủ yếu dựa trên việc chôn lấp hợp vệ sinh. Năm 2020, khối lượng CTRSH thu gom toàn thành phố đạt khoảng 1.100 tấn/ngày, chiếm 95% lượng rác thải phát sinh, trong đó 90% được đưa vào chôn lấp tại khu xử lý chất thải Khánh Sơn [48]. Mặc dù tỷ lệ thu gom và xử lý đạt mức cao, nhưng phương pháp chôn lấp vẫn chiếm ưu thế, điều này đặt ra nhiều thách thức về môi trường và quỹ đất trong tương lai, khi lượng CTRSH dự báo sẽ tăng mạnh. Theo dự báo, khối lượng CTRSH của Đà Nẵng sẽ tăng nhanh, đạt trên 1.800 tấn/ngày vào năm 2025, trên 2.400 tấn/ngày vào năm 2030 và khoảng 3.000 tấn/ngày vào năm 2040. Để đối phó với sự gia tăng này, thành phố đã đặt ra mục tiêu phát triển mô hình quản lý CTRSH mới trong giai đoạn 2018-2030. Mô hình này đặt mục tiêu phân loại tại nguồn đạt 100%, tái chế và tái sử dụng 15% lượng CTRSH, và giảm tỷ lệ chôn lấp sau xử lý xuống dưới 25% [49]. Điều này cho thấy Đà Nẵng đang hướng tới một hệ thống quản lý CTRSH bền vững hơn, giảm sự phụ thuộc vào chôn lấp và tăng cường tái chế, tái sử dụng. Tuy nhiên, để đạt được mục tiêu này, thành phố cần phải đầu tư mạnh vào công nghệ xử lý tiên tiến, cơ sở hạ tầng thu gom và xử lý chất thải, cũng như nâng cao nhận thức và ý thức của người dân về việc phân loại rác tại nguồn. Những thách thức về kinh phí, công nghệ, và quản lý đồng bộ cần được giải quyết để mô hình quản lý CTRSH mới có thể thực hiện hiệu quả và bền vững. Mặc dù mô hình quản lý CTRSH của Đà Nẵng đang có những bước tiến quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả thu gom và xử lý, nhưng việc chuyển đổi từ chôn lấp

sang các phương pháp xử lý tiên tiến vẫn còn đối mặt với nhiều thách thức cần vượt qua để đảm bảo sự phát triển bền vững cho tương lai.

c) Thành phố Cần Thơ hiện đang quản lý khối lượng CTRSH khoảng 650 tấn/ngày (năm 2020), trong đó phần lớn là rác dễ phân hủy (83,6%), còn lại là nhựa cao su (8,7%), và các loại khác, bao gồm rác độc hại (0,3%). Mặc dù đã có các cơ sở xử lý chất thải rắn tại quận Ô Môn, huyện Cờ Đỏ và quận Thốt Nốt, với tổng công suất thiết kế vượt qua lượng CTRSH hiện có. Tuy nhiên, công suất thực tế của các cơ sở này vẫn chưa được khai thác hết, dẫn đến tỷ lệ chôn lấp vẫn chiếm khoảng 80% [50]. Mô hình quản lý CTRSH của Cần Thơ được thiết kế dựa trên việc phân loại CTRSH theo tiêu chuẩn rác đốt được, rác không đốt được và rác nguy hại. Đây là bước tiến quan trọng nhằm hướng đến việc tối ưu hóa công tác thu gom và xử lý, đặc biệt là để đảm bảo CTRSH trước khi đưa vào nhà máy đốt rác phát điện tại huyện Thới Lai, xã Trường Xuân. Nhà máy này có diện tích khoảng 20 ha và công suất thiết kế 400 tấn/ngày, nhằm giải quyết một phần đáng kể lượng rác thải của thành phố [50].

Công nghệ công lấp CTRSH tại Thành phố Cần Thơ vẫn chiếm tỷ lệ cao (khoảng 80%) cho thấy mô hình quản lý hiện tại của Cần Thơ vẫn gặp nhiều khó khăn trong việc chuyển đổi sang các phương pháp xử lý tiên tiến hơn. Điều này có thể xuất phát từ việc thiếu công nghệ tiên tiến, nguồn lực tài chính, và sự tham gia của cộng đồng trong công tác phân loại rác thải tại nguồn. Việc duy trì mô hình chôn lấp lâu dài sẽ không bền vững, đặc biệt khi lượng rác thải dự báo sẽ gia tăng trong những năm tới. Do đó, Cần Thơ cần đẩy mạnh đầu tư vào công nghệ xử lý hiện đại như tái chế, compost, và đốt rác phát điện, đồng thời nâng cao hiệu quả quản lý từ khâu phân loại tại nguồn. Ngoài ra, việc cải thiện năng lực của các cơ sở xử lý hiện có để đáp ứng công suất thiết kế cũng là điều cần thiết nhằm giảm bớt gánh nặng cho việc chôn lấp và bảo vệ môi trường trong dài hạn.

d) Thành phố Huế đang đối mặt với một thách thức lớn trong việc quản lý CTRSH khi thành phần hữu cơ chiếm tỷ lệ rất cao 60,3%, trong đó rác thải thực phẩm chiếm 50,8% và rác thải vườn chiếm 9,5%. Khối lượng CTRSH từ các hộ gia đình ước tính

khoảng 96,3 tấn/ngày, với tỷ trọng hữu cơ từ rác thải thực phẩm và rác thải vườn chiếm đến 66,7% [51]. Hiện tại, công nghệ xử lý CTRSH chủ yếu của Huế vẫn là chôn lấp, chiếm 85% tổng lượng rác. Mặc dù chôn lấp là phương pháp xử lý phổ biến và phù hợp với điều kiện của nhiều địa phương tại Việt Nam, nhưng phương pháp này tiềm ẩn nhiều nguy cơ đối với môi trường, đặc biệt là ô nhiễm nước ngầm và đất đai.

Thành phố Huế đã bước đầu triển khai mô hình đốt rác phát điện từ khu vực xử lý rác tại Thủy Phương, bao gồm Nhà máy xử lý rác thải Thủy Phương (thuộc Công ty Cổ phần Đầu tư - Phát triển Tâm Sinh Nghĩa) và bãi chôn lấp Thủy Phương do Công ty Cổ phần Môi trường và Công trình đô thị Huế (HEPCO) quản lý. Việc kết hợp xử lý giữa chôn lấp và đốt rác phát điện là một hướng đi hợp lý nhằm giảm thiểu lượng rác chôn lấp, tăng hiệu quả xử lý, và tận dụng năng lượng từ rác thải. Tuy nhiên, tỷ lệ đốt rác hiện vẫn chưa đủ cao để tạo ra sự thay đổi đáng kể trong mô hình xử lý tổng thể.

Để cải thiện hiệu quả quản lý CTRSH, Huế cần tiếp tục mở rộng và nâng cấp công nghệ đốt rác phát điện, đồng thời giảm dần tỷ lệ rác thải được chôn lấp. Việc đầu tư vào công nghệ xử lý hữu cơ như ủ phân compost cũng là một giải pháp cần được xem xét, đặc biệt là khi thành phần hữu cơ chiếm tỷ lệ cao trong CTRSH của thành phố. Ngoài ra, cần thúc đẩy các chương trình phân loại rác tại nguồn để giảm áp lực lên hệ thống xử lý và tận dụng nguồn nguyên liệu tái chế.

* Mô hình quản lý CTRSH ở các tỉnh lân cận Thành phố Hồ Chí Minh

a) Mô hình quản lý CTRSH của tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu đang đối diện với nhiều thách thức nghiêm trọng. Theo số liệu thống kê năm 2022, lượng CTRSH được thu gom và xử lý trên địa bàn tỉnh trung bình khoảng 950 tấn/ngày, trong khi lượng CTRSH dự báo đến cuối năm 2022 lên đến 1.590 tấn/ngày. Đây là sự gia tăng đáng kể, tạo áp lực lớn lên hệ thống quản lý và xử lý chất thải hiện có [52]. Một trong những vấn đề đáng lo ngại là CTRSH tại Bà Rịa-Vũng Tàu hầu như chưa được phân loại hiệu quả, hoặc nếu có phân loại thì chưa có giải pháp thu gom, vận chuyển và xử lý phù hợp. Điều này dẫn đến hiệu quả xử lý không cao, gây lãng phí tài nguyên và gia tăng gánh nặng

cho các bãi chôn lấp. Dù tỉnh đã đề ra lộ trình chuyển đổi phương pháp xử lý từ chôn lấp sang đốt và tái chế vào năm 2021, nhưng đến nay, kế hoạch này vẫn chưa được triển khai thành công [53].

Mô hình quản lý CTRSH hiện nay tại Vũng Tàu, dựa chủ yếu vào công nghệ chôn lấp, không thể đáp ứng được nhu cầu xử lý của lượng rác thải ngày càng tăng. Việc chưa triển khai được các công nghệ xử lý hiện đại như đốt rác và tái chế đang kìm hãm tiềm năng quản lý chất thải bền vững của tỉnh. Để cải thiện tình trạng này, tỉnh cần đẩy mạnh đầu tư vào các dự án xử lý chất thải bằng công nghệ tiên tiến, tăng cường công tác phân loại rác tại nguồn và tối ưu hóa quy trình thu gom, vận chuyển [54]. Trong dài hạn, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu cần xây dựng một mô hình quản lý CTRSH tích hợp, trong đó kết hợp nhiều phương pháp xử lý khác nhau nhằm giảm tỷ lệ chôn lấp, tối ưu hóa việc tái chế và thu hồi năng lượng từ rác thải.

b) Mô hình quản lý CTRSH của tỉnh Long An hiện đang gặp phải nhiều thách thức lớn về công tác thu gom và xử lý. Với khối lượng CTRSH phát sinh dao động từ 725 - 850 tấn/ngày trong năm 2023, chỉ khoảng 400 tấn/ngày được thu gom và vận chuyển đến nhà máy xử lý rác Tâm Sinh Nghĩa. Tuy nhiên, phần còn lại được phân chia cho các khu vực lân cận như huyện Đức Hòa, Bến Lức và huyện Cần Giuộc, nơi chất thải được xử lý tại các nhà máy ở Củ Chi và Đa Phước, làm cho việc quản lý trở nên phức tạp và thiếu tính đồng bộ. Hiện trạng này phản ánh rõ ràng sự thiếu hụt về năng lực xử lý CTRSH của Long An, khi công nghệ xử lý hiện tại chưa đảm bảo yêu cầu về bảo vệ môi trường. Đặc biệt, việc sử dụng công nghệ đốt gia nhiệt hiện tại không đạt hiệu quả cao và chưa đáp ứng được các tiêu chuẩn môi trường cần thiết.

Để khắc phục tình trạng này, UBND tỉnh Long An đã đề ra kế hoạch nâng cấp và mở rộng công suất của nhà máy xử lý rác Tâm Sinh Nghĩa từ 400 lên 500 tấn/ngày, đồng thời chuyển đổi công nghệ từ đốt gia nhiệt sang đốt rác phát điện. Điều này cho thấy sự nỗ lực của tỉnh trong việc cải thiện hiệu quả xử lý rác thải và bảo vệ môi trường. Ngoài ra, việc triển khai thêm 03 nhà máy xử lý rác theo công nghệ đốt phát điện tại các huyện Đức Hòa, Cần Giuộc, và Thạnh Hóa với tổng công suất 750 tấn/ngày là

một bước đi quan trọng, nhằm giải quyết tình trạng quá tải hiện tại và nâng cao khả năng xử lý rác thải của tỉnh [55]. Tuy nhiên, việc triển khai các dự án này đòi hỏi phải có sự đầu tư lớn về cơ sở hạ tầng và kỹ thuật, cũng như sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan liên quan. Bên cạnh đó, cần có những biện pháp đồng bộ từ việc phân loại rác tại nguồn, nâng cao nhận thức của người dân về quản lý rác thải, đến việc tối ưu hóa quy trình thu gom và vận chuyển rác, để đảm bảo hiệu quả lâu dài của mô hình quản lý CTRSH tại Long An [56].

c) Tỉnh Bình Dương đã triển khai mô hình quản lý CTRSH với các chiến lược và kế hoạch cụ thể nhằm nâng cao hiệu quả xử lý và bảo vệ môi trường. Ngày 04/07/2023, UBND tỉnh Bình Dương ban hành Quyết định số 1734/QĐ-UBND về kế hoạch phân loại CTRSH tại nguồn giai đoạn 2023-2025. Mục tiêu đến năm 2025, 100% các xã, phường, thị trấn trên địa bàn tỉnh thực hiện phân loại CTRSH tại nguồn theo quy định. Tỉnh đề xuất hai phương án thu gom CTRSH sau khi phân loại đó là thu gom cùng lúc các nhóm chất thải hàng ngày và thu gom riêng từng nhóm chất thải theo thời gian phù hợp, có thể theo buổi (sáng, chiều) hoặc theo ngày (thứ 2, 4, 6; thứ 3, 5, 7) [57].

Xử lý chất thải tại khu liên hợp xử lý chất thải Nam Bình Dương được quy hoạch bài bản, khoa học, với đầy đủ các phân khu chức năng và công nghệ để xử lý hiệu quả các loại chất thải. Chất thải sinh hoạt công suất tiếp nhận và xử lý trên 2.500 tấn/ngày, chất thải công nghiệp công suất xử lý trên 1.000 tấn/ngày. Chất thải công nghiệp và y tế được đốt tại các lò đốt hai cấp; tro thải và bùn thải được tái chế thành vật liệu xây dựng như bê tông, gạch tự chèn. Quy hoạch đến năm 2030, khu liên hợp sẽ nâng công suất tiếp nhận và xử lý chất thải sinh hoạt lên 3.500 tấn/ngày và chất thải công nghiệp lên 2.000 tấn/ngày [58]. Tỉnh Bình Dương chú trọng việc tái chế chất thải, đặc biệt là các vật liệu như giấy, thủy tinh, kim loại, và sản xuất phân compost từ thức ăn thừa, rác thải vườn. Ngoài ra, việc đốt CTRSH để phát điện cũng được triển khai, sử dụng các loại chất thải như vải, nhựa.

d) Tỉnh Đồng Nai đã triển khai một mô hình quản lý CTRSH với các mục tiêu và giải pháp cụ thể nhằm nâng cao hiệu quả xử lý và bảo vệ môi trường. Theo Quyết định số 04/2024/QĐ-UBND ngày 18/01/2024, tỉnh Đồng Nai quy định việc phân loại CTRSH tại nguồn thành các nhóm chính như sau: (1) Chất thải có khả năng tái sử dụng, tái chế như giấy, nhựa, kim loại, thủy tinh; (2) Chất thải thực phẩm có thể làm phân bón hữu cơ hoặc thức ăn chăn nuôi; (3) Chất thải cồng kềnh như đồ nội thất, thiết bị gia dụng lớn; (4) Chất thải nguy hại hộ gia đình như pin, bóng đèn huỳnh quang, hóa chất gia dụng; (5) Chất thải khác không thuộc các nhóm trên. Việc phân loại này nhằm giảm thiểu lượng chất thải phải chôn lấp và tăng cường tái chế, tái sử dụng [59]. Mục tiêu đến năm 2025,100% hộ gia đình thực hiện phân loại CTRSH tại nguồn, mở rộng mạng lưới thu gom, đảm bảo thu gom toàn bộ lượng CTRSH phát sinh trên toàn tỉnh. Hoàn thành thủ tục lựa chọn nhà đầu tư và đưa dự án xử lý CTRSH phát điện tại xã Vĩnh Tân, huyện Vĩnh Cửu vào vận hành sau 3 năm triển khai xây dựng. Mục tiêu đến năm 2030, tất cả các khu xử lý chất thải áp dụng công nghệ tiên tiến, hiện đại, phù hợp với thành phần và khối lượng CTRSH phát sinh. Chấm dứt hoàn toàn việc chôn lấp trực tiếp CTRSH, thay vào đó là các phương pháp xử lý hiệu quả hơn như đốt thu hồi năng lượng [59].

e) Theo Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Tiền Giang, trong 6 tháng đầu năm 2022, tổng khối lượng rác thải sinh hoạt phát sinh trên địa bàn tỉnh vào khoảng 27.599 tấn (151,7 tấn/ngày). Công tác thu gom CTRSH đạt 85-90% ở khu vực đô thị và khoảng 60% ở khu vực nông thôn. Hiện nay, CTRSH trên địa bàn tỉnh được thu gom và vận chuyển về bãi rác Tân Lập 1 (huyện Tân Phước) để xử lý chủ yếu bằng phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh [60].

Theo Quyết định số 05/2023/QĐ-UBND, tỉnh Tiền Giang yêu cầu hộ gia đình, cá nhân thực hiện phân loại CTRSH tại nguồn theo ba nhóm: (1) Chất thải có thể tái chế như giấy, nhựa, kim loại, thủy tinh; (2) Chất thải hữu cơ như thực phẩm, rác thải xanh có thể làm phân hữu cơ; (3) Chất thải còn lại (không thể tái chế) [61]. Quy hoạch hạ tầng xử lý chất thải, xây dựng khu liên hợp xử lý chất thải rắn Tân Lập 1, tích hợp công nghệ đốt rác phát điện để giảm dần việc chôn lấp. Phát triển các trạm trung

chuyển để tối ưu công tác thu gom và vận chuyển CTRSH về khu xử lý tập trung. Đầu tư vào công nghệ xử lý tiên tiến đến năm 2030 chấm dứt hoàn toàn việc chôn lấp CTRSH không hợp vệ sinh. Áp dụng 100% công nghệ hiện đại trong xử lý rác, đặc biệt là đốt rác phát điện kết hợp sản xuất phân compost từ rác hữu cơ [62].

* Thảo luận

- Mô hình quản lý CTRSH ở các thành phố lớn đang có xu hướng giảm chôn lấp mạnh mẽ hơn so với các tỉnh lân cận.

- Đà Nẵng, Cần Thơ và Bình Dương có mô hình quản lý CTRSH hiệu quả hơn so với Thành phố Hà Nội.

- Các tỉnh như Long An, Bà Rịa-Vũng Tàu còn gặp khó khăn trong chuyển đổi công nghệ.

- Xu hướng chung là đầu tư vào công nghệ đốt rác phát điện, làm phân compost và tái chế để hướng đến nền kinh tế tuần hoàn.

1.2.3 Đánh giá hiện trạng hệ thống quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh

1.2.3.1 Hiện trạng phân loại, thu gom, vận chuyển, xử lý

Thành phố Hồ Chí Minh, một trong những thành phố có tốc độ đô thị hóa nhanh nhất của Việt Nam, đã chứng kiến sự gia tăng đáng kể về lượng chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) trong những thập kỷ qua. Trong giai đoạn trước năm 2019, lượng CTRSH phát sinh đã tăng đều đặn từ khoảng 6.000 tấn/ngày vào năm 2010 lên 9.000 tấn/ngày vào năm 2019, song song với quá trình tăng trưởng kinh tế mạnh mẽ của thành phố (GRDP tăng trưởng 7-9% mỗi năm). Tính đến năm 2024, Thành phố Hồ Chí Minh phát sinh trung bình khoảng 13.000 tấn CTRSH mỗi ngày. Sự gia tăng này là kết quả của quá trình đô thị hóa, sự phát triển mạnh mẽ của các khu vực dân cư, ngành công nghiệp, thương mại và dịch vụ. Tuy nhiên, giai đoạn sau năm 2019 chứng kiến sự thay đổi lớn trong cấu trúc hành chính khi Thành phố Thủ Đức được thành lập, nhằm tối ưu hóa quản lý và phát triển kinh tế vùng. Điều này có ảnh hưởng lớn đến công

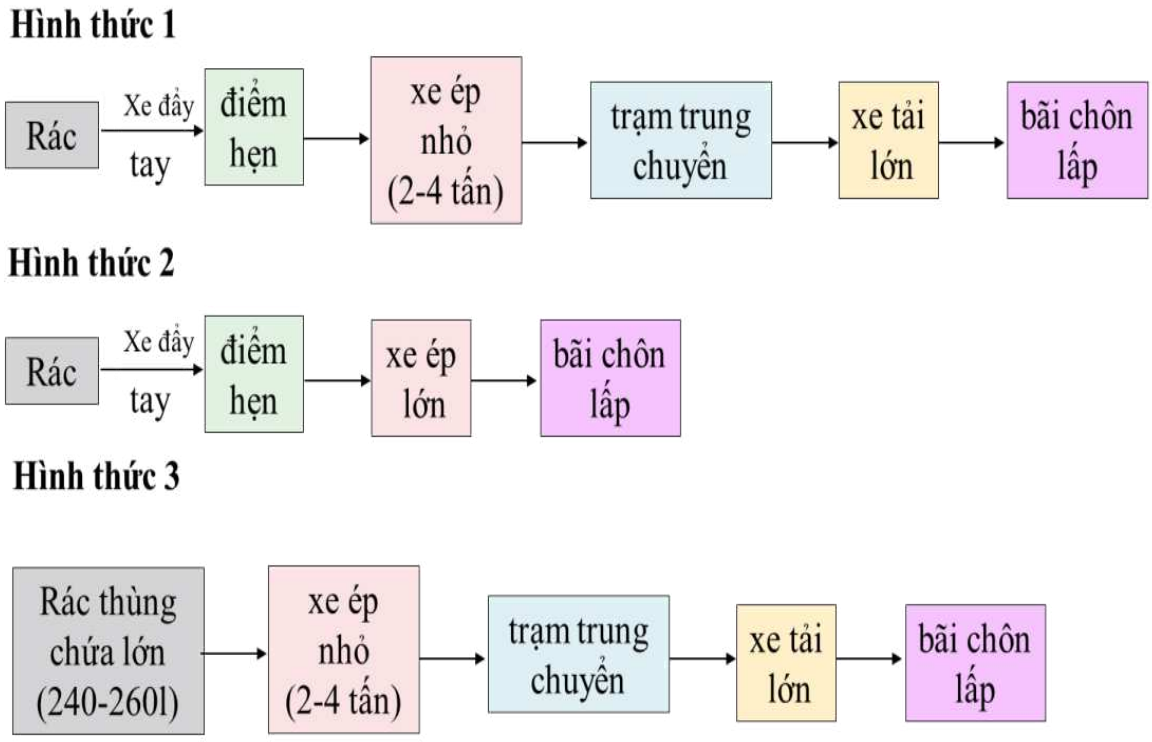
tác quản lý chất thải rắn, đòi hỏi phải cập nhật và điều chỉnh quy hoạch về thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH cho phù hợp với sự thay đổi trong cấu trúc hành chính và mật độ dân cư.

Để đảm bảo nguồn nguyên liệu chất thải phù hợp với công nghệ chủ lực "tái chế, đốt rác phát điện", thành phố đã chấp thuận chủ trương điều chỉnh phương thức phân loại CTRSH tại nguồn từ ba nhóm chất thải như hiện nay thành hai nhóm: Rác có thể tái chế và chất thải còn lại. Khi đó việc thu gom rác được thực hiện theo hướng: Rác thải còn lại được thu gom hằng ngày để làm nguyên liệu cho các nhà máy xử lý, riêng rác thải tái chế được thu gom bằng cách trả tiền cho người dân hoặc đổi rác lấy quà tặng [63]. Tuy nhiên, Kết quả vẫn chưa đạt được như mong đợi do chưa được triển khai phân loại đồng bộ, người dân không quan tâm thực hiện do chưa hiểu hết ý nghĩa của việc phân loại rác, chưa trở thành thói quen (đựng chung các loại rác vào một túi nylon).

Về công tác thu gom và vận chuyển CTRSH, thành phố đã chú trọng xây dựng một hệ thống thu gom đồng bộ, sử dụng các phương tiện hiện đại và công nghệ tiên tiến nhằm nâng cao hiệu quả công tác vận chuyển. Tuy nhiên, các khu vực ngoại thành và vùng sâu của thành phố vẫn gặp phải nhiều khó khăn trong việc thu gom chất thải, ảnh hưởng không nhỏ đến hiệu quả chung của hệ thống. Theo thống kê, tỷ lệ thu gom CTRSH tại khu vực nội thành đạt khoảng 95%, trong khi 5% còn lại chủ yếu là chất thải không được chuyển giao trực tiếp, mà bị bỏ lại dọc các tuyến đường hoặc các thùng chứa công cộng, cũng như trên kênh rạch. Việc thu gom theo phương thức này gây ra tình trạng rác thải tràn lan ngoài đường phố, dẫn đến ô nhiễm môi trường, mùi hôi từ nước rỉ và rác rơi vãi. Hệ thống thu gom CTRSH của thành phố bao gồm hai thành phần chính: (1) Hệ thống công lập, bao gồm Công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị (CITENCO) và 22 công ty TNHH MTV Dịch vụ Công ích quận/huyện; (2) Hệ thống dân lập, gồm lực lượng thu gom của cá nhân và hợp tác xã, với các đơn vị dân lập chịu trách nhiệm thu gom khoảng 70% khối lượng CTRSH từ các hộ gia đình và cơ sở sản xuất thông qua các hợp đồng với UBND phường. Các nỗ lực này đang được tiếp tục hoàn thiện nhằm cải thiện hiệu quả thu gom và giảm thiểu tình trạng ô

nhiễm.

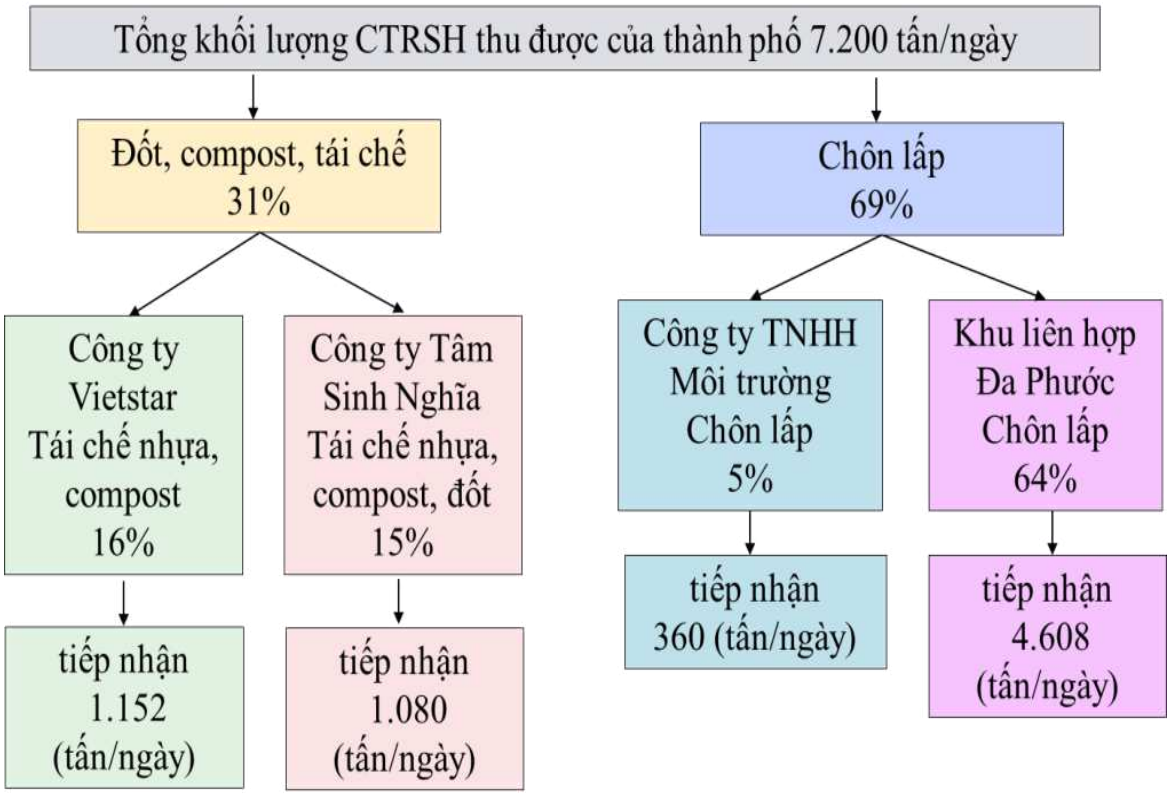
Mạng lưới vận chuyển CTRSH từ các điểm thu gom đến trạm trung chuyển và các cơ sở xử lý được thực hiện bởi ba đơn vị chính: Công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị (CITENCO) đảm nhận 53% khối lượng CTRSH. Công ty TNHH MTV Dịch vụ Công ích của các quận/huyện chịu trách nhiệm khoảng 30% khối lượng CTRSH. Hợp tác xã và lực lượng thu gom dân lập quản lý khoảng 17% khối lượng CTRSH [64]. Tuy nhiên, việc bố trí các điểm thu gom dọc theo các tuyến đường có mật độ giao thông cao, gần khu dân cư và công viên đã dẫn đến một số vấn đề như sự phản đối từ cộng đồng do ô nhiễm môi trường và mất mỹ quan đô thị; rác rơi vãi và nước rỉ thải gây mùi hôi, mất an toàn giao thông do các phương tiện thu gom không đảm bảo an toàn, gây nguy hiểm cho người tham gia giao thông. Hình thức vận chuyển như sau:



Hình 1.1 Hình thức vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh [64]

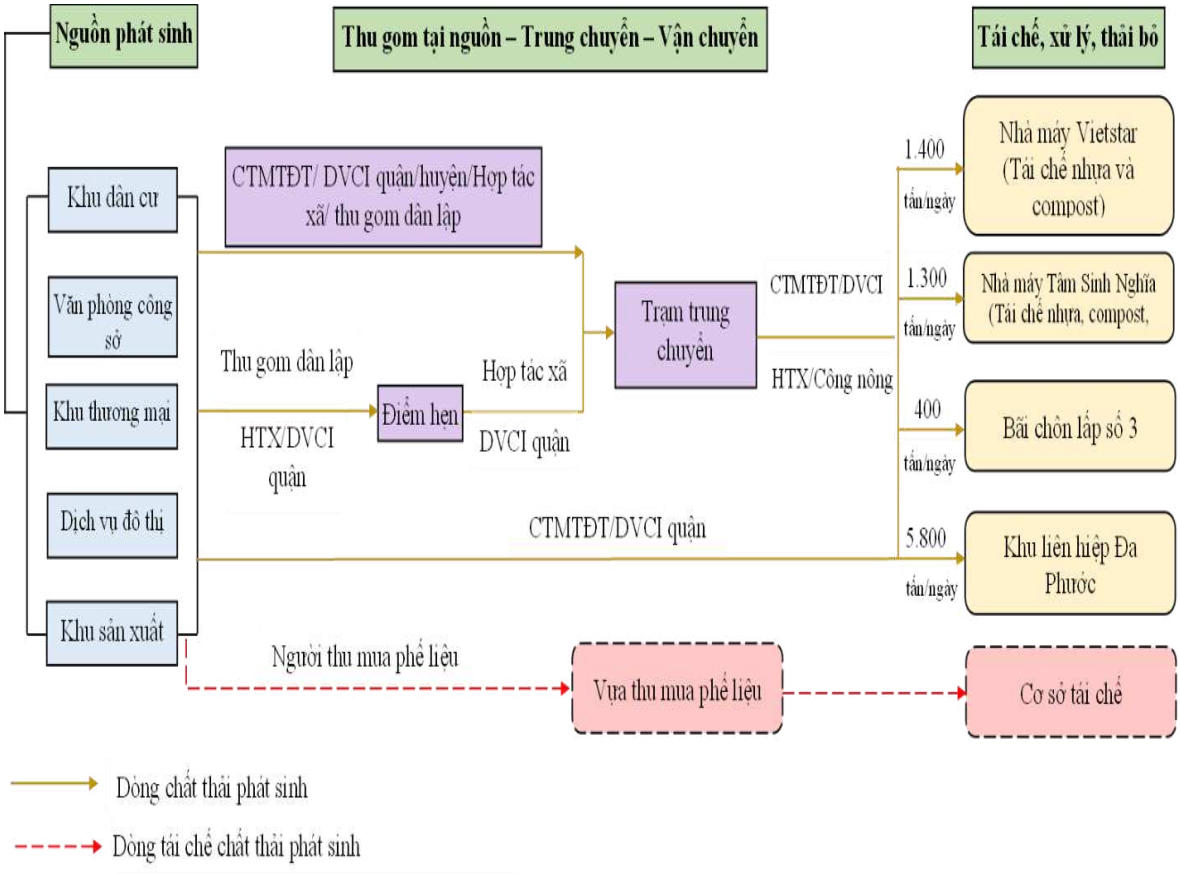
Về xử lý, Thành phố Hồ Chí Minh chủ yếu dựa vào hai công nghệ chính: chôn lấp và xử lý tái chế. Các bãi chôn lấp như bãi rác Đa Phước vẫn đóng vai trò quan trọng trong xử lý CTRSH, tuy nhiên tỷ lệ chất thải chôn lấp đã giảm dần trong những năm

qua, nhờ vào sự phát triển của các công nghệ như đốt rác phát điện và làm phân compost. Tỷ lệ tái chế chất thải tại Thành phố Hồ Chí Minh cũng được nâng cao, nhưng vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu và tiềm năng của thành phố [64]. Công nghệ xử lý hiện nay của thành phố như sau:



Hình 1.2 Công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt hiện nay
tại Thành phố Hồ Chí Minh [64]

Dòng CTRSH từ nguồn phát sinh đến tái chế, xử lý và thải bỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh được trình bày trong Hình 1.3 [64].



Hình 1.3 Dòng chất thải rắn sinh hoạt từ nguồn phát sinh đến tái chế, xử lý và thải bỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh [64]

Như vậy, hiệu quả của mô hình quản lý của Thành phố Hồ Chí Minh hiện nay đã đạt được một số kết quả tích cực trong công tác quản lý CTRSH, bao gồm việc cải thiện hệ thống thu gom, nâng cao ý thức cộng đồng về phân loại rác, và đầu tư vào các công nghệ xử lý rác thải hiện đại. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều hạn chế:

- Hạn chế về cơ sở hạ tầng và công nghệ: Mặc dù đã có sự đầu tư vào các công nghệ xử lý hiện đại như đốt phát điện, nhưng tỷ lệ ứng dụng còn thấp và chưa đồng bộ. Phần lớn CTRSH vẫn được xử lý bằng phương pháp chôn lấp, gây lãng phí tài nguyên và tác động xấu đến môi trường.

- Hạn chế về hệ thống phân loại rác: Việc phân loại rác tại nguồn chưa thực sự hiệu quả, dẫn đến khó khăn trong việc áp dụng các công nghệ xử lý hiện đại như tái chế hoặc đốt phát điện. Điều này cho thấy mô hình quản lý hiện tại chưa tối ưu và cần được cải tiến.

- Chưa phát huy tối đa tiềm năng tái chế**:** Thành phố Hồ Chí Minh đã triển khai một số mô hình tái chế, nhưng hiệu quả còn thấp do hạn chế về công nghệ và quy trình quản lý. Điều này dẫn đến tình trạng tái chế không hiệu quả, gia tăng áp lực lên các bãi chôn lấp.

1.2.3.2 Đánh giá hạ tầng và mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh

(i) Hạ tầng thu gom, vận chuyển CTRSH

Thành phố Hồ Chí Minh đã xây dựng hệ thống thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH với nhiều nỗ lực cải tiến nhằm nâng cao hiệu quả quản lý. Tuy nhiên, hệ thống này vẫn còn nhiều hạn chế đáng kể:

- Ưu điểm:

+ Mạng lưới thu gom rác thải khá rộng, bao gồm hệ thống thu gom công lập và dân lập.

+ Có sự tham gia của nhiều đơn vị, bao gồm CITENCO và các công ty dịch vụ công ích quận/huyện.

+ Đã có sự đầu tư vào phương tiện thu gom, vận chuyển hiện đại nhằm giảm ô nhiễm thứ cấp.

- Nhược điểm:

+ Công tác phân loại rác tại nguồn chưa hiệu quả, chất lượng rác đầu vào không phù hợp với công nghệ xử lý hiện đại.

+ Hệ thống thu gom dân lập vẫn chiếm tỷ lệ lớn (70%), nhưng chưa được quản lý chặt chẽ, dẫn đến tình trạng thu gom thủ công, thiếu vệ sinh.

+ Điểm hẹn và trạm trung chuyển còn gây ảnh hưởng đến mỹ quan đô thị, ô nhiễm mùi hôi và mất an toàn giao thông.

+ Vận chuyển rác chưa được tổ chức khoa học, nhiều phương tiện còn lạc hậu, gây ô nhiễm môi trường khi di chuyển.

(ii) Hạ tầng xử lý CTRSH

- Ưu điểm:

+ Thành phố đã có sự đầu tư vào các công nghệ xử lý hiện đại như đốt rác phát điện và làm phân compost.

+ Các nhà máy xử lý đã bước đầu giảm tải áp lực lên bãi chôn lấp.

+ Một số mô hình tái chế đã được triển khai, tạo giá trị kinh tế từ CTRSH.

- Nhược điểm:

+ Tỷ lệ xử lý CTRSH bằng công nghệ đốt phát điện và làm phân compost còn thấp, chủ yếu vẫn phụ thuộc vào chôn lấp (trên 50%).

+ Hệ thống tái chế chưa được tổ chức hợp lý, vẫn chủ yếu do khu vực tư nhân quản lý, thiếu sự kiểm soát về quy trình và công nghệ.

+ Bãi chôn lấp rác vẫn tiếp tục mở rộng, gây áp lực lên môi trường và quỹ đất đô thị.

(iii) Đánh giá mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh

Mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh hiện nay vẫn đang trong quá trình cải tiến, với nhiều nỗ lực điều chỉnh để giảm phụ thuộc vào chôn lấp và tăng cường các giải pháp xử lý bền vững. Tuy nhiên, còn nhiều vấn đề tồn đọng:

- Ưu điểm:

+ Thành phố đã có lộ trình rõ ràng trong việc chuyển đổi sang mô hình xử lý hiện đại, giảm dần tỷ lệ chôn lấp.

+ Đã triển khai một số chính sách khuyến khích phân loại rác tại nguồn và thu hút đầu tư vào công nghệ xử lý tiên tiến.

+ Mô hình thu gom và vận chuyển có sự phối hợp giữa khu vực công và tư nhân, giúp tối ưu hóa nguồn lực.

- Nhược điểm:

+ Các cơ quan quản lý chưa có sự phối hợp chặt chẽ, dẫn đến chồng chéo trong nhiệm vụ và thiếu hiệu quả trong thực thi chính sách.

+ Việc tuyên truyền và thực hiện phân loại rác chưa thực sự hiệu quả, dẫn đến tỷ lệ phân loại thấp, ảnh hưởng đến các công đoạn xử lý tiếp theo.

+ Hệ thống trạm trung chuyển và điểm tập kết rác chưa được quy hoạch tối ưu, gây ra các vấn đề môi trường và giao thông đô thị.

+ Mặc dù đã có định hướng phát triển công nghệ đốt rác phát điện và làm phân compost, nhưng chưa đạt được công suất tối ưu do chất lượng rác đầu vào chưa đạt yêu cầu. Chưa có giải pháp lựa chọn công nghệ xử lý cụ thể cho từng khu vực phù hợp với thành phần rác thải.

+ Hệ thống tái chế chủ yếu do tư nhân quản lý, chưa có chính sách hỗ trợ đủ mạnh để phát triển ngành công nghiệp tái chế bền vững.

- Kết luận và đề xuất cải thiện:

Mặc dù Thành phố Hồ Chí Minh đã đạt được một số tiến bộ trong quản lý CTRSH, nhưng vẫn còn nhiều thách thức cần giải quyết để hướng tới một hệ thống quản lý hiệu quả và bền vững hơn. Một số đề xuất cải thiện bao gồm:

+ Tăng cường công tác phân loại rác tại nguồn, áp dụng chế tài mạnh hơn đối với các hộ dân và doanh nghiệp không tuân thủ.

+ Cải thiện hạ tầng thu gom và vận chuyển, đặc biệt tại các khu vực ngoại thành, đảm bảo tính đồng bộ và hiệu quả.

+ Đẩy mạnh đầu tư vào công nghệ xử lý hiện đại, giảm dần tỷ lệ chôn lấp và tối ưu hóa hiệu suất các nhà máy đốt rác phát điện.

+ Xây dựng hệ thống tái chế chuyên nghiệp hơn, với chính sách hỗ trợ doanh nghiệp tái chế và kiểm soát chặt chẽ quy trình.

+ Tăng cường vai trò của chính quyền trong điều phối và quản lý, tránh tình trạng chồng chéo trong trách nhiệm giữa các đơn vị liên quan.

Việc triển khai đồng bộ các giải pháp trên sẽ giúp Thành phố Hồ Chí Minh nâng cao đáng kể hiệu quả quản lý CTRSH, từng bước hướng đến một hệ thống bền vững, phù hợp với xu hướng phát triển đô thị hiện đại. Đây cũng chính là hướng nghiên cứu của luận án, nhằm xác định mô hình quản lý CTRSH hiệu quả cho Thành phố Hồ Chí Minh, góp phần tối ưu hóa các phương thức thu gom, vận chuyển và xử lý, đồng thời giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và xã hội.

1.2.3.3 Chiến lược tổng thể phát triển kinh tế xã hội Thành phố Hồ Chí Minh

Trong "Nghị quyết của Bộ Chính trị về phương hướng, nhiệm vụ phát triển Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045", mục tiêu được đặt ra Thành phố Hồ Chí Minh trở thành thành phố văn minh, hiện đại, nghĩa tình, năng động sáng tạo, có nguồn nhân lực chất lượng cao; thành phố dịch vụ - công nghiệp hiện đại, đầu tàu về kinh tế số, xã hội số, trung tâm kinh tế, tài chính, thương mại, văn hóa, giáo dục, khoa học - công nghệ của cả nước, hội nhập quốc tế sâu rộng, có vị thế nổi trội trong khu vực Đông Nam Á.

Tầm nhìn đến năm 2045, Thành phố Hồ Chí Minh phát triển ngang tầm các đô thị lớn trên thế giới, trở thành trung tâm kinh tế, tài chính, dịch vụ của Châu Á; là điểm đến hấp dẫn toàn cầu; kinh tế, văn hóa phát triển đặc sắc, người dân có chất lượng cuộc sống cao; là hạt nhân của vùng Thành phố Hồ Chí Minh và vùng Đông Nam Bộ, cực tăng trưởng của cả nước; nơi thu hút các định chế tài chính và tập đoàn kinh tế quốc tế [65].

Trong "Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2020, định hướng đến năm 2025" 5 năm một lần, trên cơ sở luận chứng các phương án

tăng trưởng và chuyển dịch cơ cấu kinh tế, các mục tiêu chủ yếu của Thành phố Hồ Chí Minh được xác định như sau:

** Về kinh tế*

Tổng sản phẩm trên địa bàn (GRDP) Thành phố Hồ Chí Minh năm 2022 tăng 9,03% so với cùng kỳ. Trong đó: Khu vực nông lâm thủy sản tăng 3,74%, khu vực công nghiệp và xây dựng tăng 12,92%, khu vực thương mại dịch vụ tăng 8,37%, thuế sản phẩm trừ trợ cấp sản phẩm tăng 7,41% [66]. Khu vực nông, lâm nghiệp và thủy sản chiếm tỷ trọng 0,6%; khu vực công nghiệp và xây dựng chiếm 22,1%; khu vực thương mại dịch vụ chiếm 64%; thuế sản phẩm trừ trợ cấp sản phẩm chiếm 13,3% [66].

Năm 2023, tổng vốn đầu tư toàn xã hội đạt 370.607,8 tỷ đồng, tăng 11,1% so với năm 2022. Vốn nhà nước đạt 86.231,3 tỷ đồng, tăng 23,1% so với cùng kỳ, chiếm 23,3% tổng nguồn vốn; vốn ngoài nhà nước ước đạt 248.115 tỷ đồng, tăng 7,6%, chiếm 66,9% tổng nguồn vốn; vốn đầu tư nước ngoài ước đạt 36.261.5 tỷ đồng, tăng 9,8%, chiếm 9,8% tổng nguồn vốn [67].

Như vậy, nhìn chung các chỉ số vừa nêu cho thấy kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh năm 2023 đã có những điểm sáng tích cực sau thời gian tăng trưởng chậm (2020-2021).

** Về xã hội*

Về cơ cấu xã hội, quy mô dân số của thành phố đến năm 2025 đạt 10 triệu người (không kể khách vãng lai và người tạm trú dưới 06 tháng). Nghị quyết 98/2023 của Quốc hội về thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù phát triển Thành phố Hồ Chí Minh được kỳ vọng sẽ mang lại nhiều lợi ích cho người dân và doanh nghiệp, bố trí ngân sách đầu tư công để hỗ trợ giảm nghèo, giải quyết việc làm; chính sách mở rộng khả năng vay vốn góp phần giải quyết nguồn lực cho lao động việc làm [68]. Điển hình trong năm 2023 Thành phố Hồ Chí Minh có tỷ lệ giải quyết việc làm tăng 0,21% so với cùng kỳ năm 2022; tỷ lệ tạo việc làm mới tăng 0,25%. Quy mô dân số khoảng

10,6 triệu người vào năm 2025 và đạt 12 triệu người vào năm 2030. Tỷ lệ tăng dân số tự nhiên phấn đấu trên 1,1% vào năm 2025, trên 1,3% vào năm 2030 [69].

1.2.3.4 Hệ thống chính sách và văn bản quy phạm pháp luật quản lý chất thải rắn sinh hoạt Thành phố Hồ Chí Minh

Thành phố đã kịp thời ban hành các Quyết định triển khai thực hiện có hiệu quả các Nghị quyết, Chỉ thị, Chương trình hành động của Bộ Chính trị, Chính phủ, các Bộ, Ngành Trung ương, cũng như các chiến lược bảo vệ môi trường của Thành phố Hồ Chí Minh, đặc biệt trong công tác phân loại, thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải.

Bảng 1.5 Phân tích SWOT để đánh giá hệ thống chính sách và văn bản quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh

Yếu tố	Điểm mạnh (Strengths)	Điểm yếu (Weaknesses)
Chính sách phân loại CTRSH	Các văn bản quy phạm pháp luật quy định cụ thể về phân loại rác tại nguồn: Quyết định số 32/2018/QĐ-UBND. Quyết định số 09/2021/QĐ-UBND	Việc thực thi chưa đồng bộ, chưa có chế tài đủ mạnh để bắt buộc người dân thực hiện phân loại rác.
Chính sách thu gom CTRSH	Quy định rõ trách nhiệm các đơn vị thu gom: Thông tư số 59/2015/TT-BTNMT Quyết định số 38/2018/QĐ-UBND	Còn tồn tại nhiều hình thức thu gom không chính thức, chưa kiểm soát được chất lượng dịch vụ.
Chính sách vận chuyển CTRSH	Các quy định về phương tiện vận chuyển đạt chuẩn, yêu cầu phương tiện phải đảm bảo vệ sinh, giảm phát tán mùi hôi: Quyết định số 32/2018/QĐ-UBND. Nghị quyết số 16/NQ-CP.	Hệ thống vận chuyển chưa tối ưu, chưa áp dụng rộng rãi công nghệ giám sát như GPS để theo dõi hiệu quả vận chuyển.
Chính sách xử lý CTRSH	Định hướng giảm tỷ lệ chôn lấp, tăng cường tái chế, đốt rác phát điện Kế hoạch số 3298/KH-UBND.	Tỷ lệ chôn lấp vẫn cao, chưa có chính sách thu hút đầu tư mạnh mẽ vào công nghệ hiện đại.

Yếu tố	Cơ hội (Opportunities)	Thách thức (Threats)
Chính sách phân loại CTRSH	Cơ hội áp dụng công nghệ AI, IoT trong phân loại rác.	Ý thức người dân chưa cao, cần chiến dịch truyền thông dài hạn.
Chính sách thu gom CTRSH	Mở rộng mô hình thu gom dựa trên nền tảng công nghệ, kết hợp khu vực tư nhân.	Khó khăn trong việc đồng bộ hóa hệ thống thu gom giữa các quận, huyện.
Chính sách vận chuyển CTRSH	Ứng dụng dữ liệu lớn (Big Data) để tối ưu hóa lộ trình vận chuyển rác.	Hạ tầng giao thông còn hạn chế, dễ ùn tắc, gây ảnh hưởng đến quá trình vận chuyển.
Chính sách xử lý CTRSH	Định hướng phát triển nền kinh tế tuần hoàn, thu hút đầu tư vào các nhà máy xử lý hiện đại.	Chi phí đầu tư công nghệ xử lý cao, cần cơ chế hỗ trợ tài chính bền vững.

Phân tích SWOT cho thấy Thành phố Hồ Chí Minh đã xây dựng hệ thống chính sách quản lý CTRSH tương đối đầy đủ, bao gồm các khía cạnh phân loại, thu gom, vận chuyển và xử lý. Tuy nhiên, các chính sách này chưa thực sự tạo thành một mô hình tổng thể tích hợp đầy đủ các yếu tố kinh tế, xã hội và môi trường. Việc triển khai chính sách còn gặp nhiều thách thức, đặc biệt là trong công tác thực thi và đầu tư công nghệ xử lý hiện đại.

Việc đánh giá tính tổng thể hệ thống chính sách quản lý CTRSH là một phần quan trọng trong nghiên cứu của luận án, giúp xác định mức độ hiệu quả của mô hình quản lý CTRSH hiện tại và đề xuất cải tiến phù hợp.

* Thảo luận

Thành phố Hồ Chí Minh đã có chủ trương phân loại CTRSH tại nguồn, tuy nhiên việc phân loại vẫn chưa đạt hiệu quả mong muốn do thiếu sự đồng bộ trong triển khai và ý thức của người dân còn hạn chế. Nhiều người dân chưa quen với việc phân loại rác, dẫn đến việc đựng chung các loại rác vào một túi nylon.

Điểm hẹn, bô rác lộ thiên, quá tải không có mặt bằng, tập trung trong khu dân cư gây ảnh hưởng đến sinh hoạt của người dân, kéo dài tình trạng ô nhiễm. Hệ thống thu gom, trung chuyển, vận chuyển còn dàn trải, chưa tập trung, công nghệ thiết bị cũ kỹ,

lạc hậu không đạt tiêu chuẩn, lượng rác vượt công suất không đáp ứng được nhu cầu vệ sinh môi trường đô thị của thành phố.

Công nghệ xử lý CTRSH hiện nay ở Thành phố Hồ Chí Minh bao gồm chôn lấp, tái chế và đốt rác phát điện. Mặc dù đã có sự đầu tư vào công nghệ hiện đại như đốt rác phát điện, tỷ lệ ứng dụng còn thấp và không đồng bộ, dẫn đến phần lớn CTRSH vẫn được xử lý bằng phương pháp chôn lấp. Việc chôn lấp là phương pháp xử lý chính nhưng lại không bền vững vì gây lãng phí tài nguyên và ô nhiễm môi trường. Hệ thống phân loại rác chưa hiệu quả cũng làm giảm khả năng áp dụng các công nghệ xử lý tiên tiến như tái chế hoặc đốt phát điện.

Để tối ưu hóa mô hình quản lý CTRSH, Thành phố Hồ Chí Minh cần cải thiện hạ tầng và công nghệ xử lý, phân loại rác và đưa ra các chính sách sử dụng sản phẩm tạo ra rác thải có thể tái chế được. Việc nghiên cứu và triển khai các phương pháp xử lý CTRSH mới, hiệu quả và thân thiện với môi trường là rất cần thiết. Hướng nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh để lựa chọn công nghệ xử lý là hoàn toàn phù hợp với thực tế hiện nay của thành phố.

1.2.4 Đánh giá ưu và nhược điểm mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận

1.2.4.1 Đánh giá ưu và nhược điểm mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận

a) Ưu điểm

Bảng 1.6 Ưu điểm của mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận

Tiêu chí	**Thành phố Hồ Chí Minh**	**Các tỉnh lân cận (Bình Dương, Đồng Nai, Long An, Tây Ninh)**
Hệ thống thu gom và vận chuyển	Mạng lưới thu gom rộng, có sự phối hợp giữa công lập và dân lập, sử dụng nhiều phương tiện hiện đại.	Hệ thống thu gom đơn giản, chủ yếu do khu vực tư nhân thực hiện, nhưng có chi phí vận hành thấp.

Hệ thống xử lý CTRSH	Đã đầu tư vào công nghệ hiện đại như đốt phát điện, làm phân compost, nhưng tỷ lệ ứng dụng còn thấp.	Chủ yếu là chôn lấp hợp vệ sinh, có một số nhà máy đốt rác và sản xuất phân compost nhưng chưa đồng bộ.
Quản lý và chính sách	Có lộ trình giảm tỷ lệ chôn lấp, khuyến khích phân loại rác và tái chế.	Quản lý ít chặt chẽ hơn nhưng có chính sách ưu đãi đầu tư xử lý rác thải.
Tái chế và phân loại rác	Đã triển khai chương trình phân loại tại nguồn nhưng hiệu quả chưa cao.	Phân loại rác tại nguồn chưa phát triển, phần lớn rác được thu gom chung.

b) Nhược điểm

Bảng 1.7 Nhược điểm của mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận

Tiêu chí	**Thành phố Hồ Chí Minh**	**Các tỉnh lân cận**
Phân loại rác tại nguồn	Chưa đồng bộ, tỷ lệ phân loại thấp, gây khó khăn cho quá trình xử lý.	Chưa triển khai rộng rãi, phần lớn rác chưa qua phân loại trước khi xử lý.
Tỷ lệ chôn lấp	Vẫn chiếm tỷ lệ cao (trên 50%), gây áp lực lên quỹ đất và môi trường.	Phụ thuộc nhiều vào chôn lấp, ít ứng dụng công nghệ xử lý hiện đại.
Công tác tuyên truyền và ý thức cộng đồng	Đã có nhiều chiến dịch tuyên truyền nhưng chưa đạt hiệu quả mong muốn.	Chưa được chú trọng, phần lớn người dân chưa có thói quen phân loại rác.
Hệ thống xử lý rác	Công nghệ xử lý chưa đồng bộ, hiệu suất các nhà máy đốt rác còn thấp.	Thiếu sự đầu tư vào công nghệ hiện đại, phụ thuộc vào bãi chôn lấp.

1.2.4.2 So sánh mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận

a) Điểm tương đồng

- Đều đang trong giai đoạn cải tiến mô hình quản lý CTRSH để giảm tỷ lệ chôn lấp.

- Chưa tối ưu được việc phân loại rác tại nguồn, gây khó khăn cho xử lý và tái chế.

- Hệ thống tái chế thiếu đồng bộ, chủ yếu do tư nhân thực hiện mà chưa có sự quản lý chặt chẽ của chính quyền.

b) Điểm khác biệt

Bảng 1.8 Điểm khác biệt của mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận

Tiêu chí	Thành phố Hồ Chí Minh	Các tỉnh lân cận
Hệ thống thu gom	Kết hợp công – tư, có sự đầu tư vào phương tiện hiện đại.	Chủ yếu do tư nhân thực hiện, ít có sự đầu tư vào công nghệ thu gom.
Công nghệ xử lý	Đã có một số nhà máy đốt rác phát điện và làm phân compost nhưng chưa tối ưu.	Chủ yếu là chôn lấp hợp vệ sinh, ít có công nghệ xử lý tiên tiến.
Chính sách quản lý	Có chính sách khuyến khích phân loại, giảm chôn lấp, nhưng thực hiện chưa hiệu quả.	Chính sách quản lý còn đơn giản, ít quy định nghiêm ngặt về phân loại và xử lý rác.
Hạ tầng tái chế	Hệ thống tái chế chưa hoàn chỉnh, chủ yếu do tư nhân vận hành.	Tái chế rác còn hạn chế, không có hệ thống đồng bộ.

Việc cải thiện mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận cần có cách tiếp cận tổng thể, kết hợp giữa chính sách, công nghệ và sự tham gia của cộng đồng. Liên kết vùng, nâng cấp công nghệ xử lý, thúc đẩy phân loại tại nguồn và huy động sự tham gia của khối tư nhân sẽ là những giải pháp quan trọng để hướng đến một hệ thống quản lý rác bền vững và hiệu quả hơn.

1.3 Tổng quan bộ tiêu chí cho công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Bộ tiêu chí là một tập hợp các tiêu chí hoặc chỉ số được sử dụng để đánh giá, đo lường hoặc đánh giá một phần tử nào đó trong một hệ thống hay quá trình. Bộ tiêu chí này thường được xác định trước và sử dụng để đưa ra quyết định hoặc đánh giá hiệu suất dựa trên các yếu tố quan trọng. Cho phép lượng hóa các mặt quan trọng nhất, lượng

hóa cơ cấu và các mối liên hệ cơ bản của hiện tượng nghiên cứu để từ đó có thể nhận thức được bản chất cụ thể và tính quy luật của hiện tượng. Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều bộ tiêu chí được đề xuất dựa trên những quan điểm khác nhau nhưng đều phải bảo đảm phản ánh tổng hòa nhiều chỉ số thành phần. Chỉ số môi trường, kinh tế, xã hội, kỹ thuật là mức độ các đại lượng có thể đo đếm được cần phải đạt tới để thực hiện tiêu chí hệ thống quản lý CTRSH hoạt động bền vững [70]. Trong ngữ cảnh của quản lý CTRSH, một bộ tiêu chí có thể bao gồm các chỉ số xã hội như sự chấp nhận của cộng đồng, chính sách, sức khỏe cộng đồng, tạo việc làm hoặc chỉ số kỹ thuật như năng suất tái chế và mức độ an toàn của công nghệ xử lý. Ngoài ra, nó cũng có thể bao gồm các chỉ số kinh tế như chi phí vận hành và bảo trì, chi phí cho thiết bị, nguyên vật liệu cũng như các chỉ số môi trường như tác động đến không khí, nước và đất đai.

Bộ tiêu chí thường cấu thành bởi ba hợp phần cơ bản đó là: (1) Bộ danh sách thông số là những dữ liệu từ chỉ thị triển khai ra. Mỗi thông số có cách tính toán, đơn vị tính và ý nghĩa phản ánh mức độ, chiều hướng khác nhau. Giá trị của các thông số cần được chuẩn hóa đưa về một miền giá trị nhất định; (2) Bộ danh sách chỉ thị hay còn gọi là tiêu chí là một tập hợp các thông số dùng cung cấp thông tin, chỉ về sự mô tả tình trạng của một hiện tượng, khu vực, là thông tin khoa học về tình trạng và chiều hướng của các thông số liên quan đến kinh tế, xã hội, môi trường, kỹ thuật. Các chỉ thị truyền đạt các thông tin phức tạp trong một dạng ngắn gọn, dễ hiểu; (3) Bộ danh sách chỉ số hay còn gọi là chỉ tiêu là một tập hợp các thông số và các chỉ thị (tiêu chí).

Chỉ số là một tập hợp của các thông số và chỉ thị (các tiêu chí) được tích hợp hay nhân với một trọng số [71]. Các chỉ số ở mức độ tích hợp cao hơn, nghĩa là chúng được tính toán từ nhiều biến số hay dữ liệu để giải thích cho một hiện tượng nào đó. Hay nói cách khác, bộ tiêu chí là một tập hợp nhiều chỉ số nhằm phản ánh những đặc điểm, tính chất quan trọng, những mối liên hệ chủ yếu của hiện tượng nghiên cứu.

1.3.1 Nhóm chỉ số môi trường

Chỉ số về môi trường liên quan đến các yếu tố tích cực hay tiêu cực đối với đất đai, hệ sinh thái và sức khỏe con người do kết quả của hoạt động quản lý chất thải. Xử lý chất thải có những tác động đến môi trường và có thể gây ra các vấn đề nghiêm trọng đối với sức khỏe cộng đồng. Chỉ số môi trường đó là sự kiểm soát khí thải tránh phát thải khí nhà kính, furan, kim loại nặng và các tác động ô nhiễm nguồn nước từ nhà máy ủ phân và chôn lấp [72]. Chỉ số môi trường được chia ra thành các chỉ tiêu khác nhau, các chỉ tiêu này cần được xem xét trong việc đánh giá tính ổn định của hệ thống, đã thể hiện rõ quan điểm về chỉ tiêu đưa ra khi xem xét lựa chọn hệ thống xử lý (phân hủy kỵ khí, làm phân, thiêu hủy và chôn lấp) đó là ô nhiễm không khí và nước, tiếp xúc với mầm bệnh, sử dụng đất, bao phủ và loại bỏ tại bãi chôn lấp, tiếng ồn và bụi [73].

1.3.2 Nhóm chỉ số xã hội

Việc phát sinh chất thải thường được xác định bởi các đặc điểm xã hội và thái độ của người dân. Các chiến dịch, biện pháp giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng có tác động tích cực đến cách con người tiếp cận và xử lý chất thải. Tiêu chí này hỗ trợ mục đích cải thiện điều kiện làm việc, thu nhập và khả năng tiếp cận các dịch vụ xã hội, đồng thời đánh giá từng phương án, sự chấp nhận của cộng đồng rất quan trọng trong việc thiết lập chính sách hoặc lập kế hoạch, có thể thúc đẩy khả năng chấp nhận của cộng đồng địa phương, giải pháp thay thế không gây ra các tác động tiêu cực đến chất lượng cuộc sống [74]. Chỉ số xã hội còn thể hiện văn hóa của cộng đồng trong việc quản lý chất thải, vận hành hệ thống xử lý chất thải tại nhà máy sẽ tạo việc làm cho người lao động, về chính sách trong công tác quản lý, khả năng thực hiện, tính dễ tổn thương của khu vực đặt nhà máy xử lý chất thải [27].

1.3.3 Nhóm chỉ số kinh tế

Đánh giá kinh tế là một phần quan trọng của việc lập kế hoạch chiến thuật và chương trình đầu tư cho bất kỳ cơ sở xử lý chất thải nào. Việc ước tính vốn đầu tư sơ bộ đòi hỏi chi phí vận hành và bảo trì dài hạn liên quan đến các hoạt động quản lý chất thải

khác nhau. Chỉ số kinh tế trong công nghệ xử lý phải tính đến doanh thu từ hoạt động quản lý chất thải như phục hồi năng lượng (bán điện), hoặc tiền bán sản phẩm từ ủ phân compost. Ngoài ra, chỉ số này còn phải tính đến chi phí vận hành và bảo trì bao gồm số tiền phải chi trong quá trình vận hành thay thế, vật liệu, điện, cơ sở hạ tầng (bảo trì các công trình, chi phí sửa chữa lớn lấy từ định mức khấu hao hàng năm), chi phí lương công nhân và quản lý trực tiếp hệ thống quản lý CTRSH [75]. Lựa chọn chỉ số kinh tế phải tính đến chi phí hoạt động bao gồm tất cả các chi phí phát sinh trong quá trình thu gom rác, vận chuyển rác và xử lý cuối cùng tại bãi chôn lấp (giá tiền trên mỗi kg CTRSH), chi phí vốn đại diện cho số tiền sẽ được chi tiêu để thực hiện các chiến lược thay thế (cơ sở hạ tầng, thiết bị, phương tiện, đất đai) và chi phí đầu tư là khoản đầu tư cần thiết cho việc quản lý chất thải.

Các nghiên cứu về xây dựng bộ tiêu chí cho hệ thống quản lý CTRSH đã có từ khá sớm, điển hình nghiên cứu của MacDonald (1996) về các vấn đề sử dụng tiêu chí chất thải rắn, đã xác định ba tiêu chí căn bản, bao gồm: chất thải phát sinh trên đầu người, tỷ lệ chất thải được quản lý theo các phương pháp khác nhau và tỷ lệ hộ gia đình được cung cấp dịch vụ thu gom [76]. Tiếp tục dành sự quan tâm cho việc xây dựng bộ tiêu chí trong nghiên cứu quản lý CTRSH tại Ireland, Desmond (2006) đã lựa chọn 12 tiêu chí bao gồm 05 tiêu chí môi trường, 02 tiêu chí kinh tế, 02 tiêu chí xã hội và 03 tiêu chí kỹ thuật. Tuy nhiên, do điều kiện không khả thi về số liệu, một bộ gồm 05 tiêu chí về môi trường và kỹ thuật được tác giả lựa chọn để đánh giá tính bền vững của hoạt động quản lý CTRSH theo các mục tiêu đề ra [77].

Trong nghiên cứu đánh giá hệ thống quản lý CTRSH tại Nigeria, R.Batagarawa và cộng sự (2015) đã đề xuất 13 tiêu chí phân cho 04 lĩnh vực kinh tế, xã hội, môi trường và quản lý. Để xây dựng các chỉ tiêu này, các tác giả đã lựa chọn lý thuyết về quản lý chất thải rắn tổng hợp và bền vững. Các chỉ tiêu được tính toán và chuẩn hóa thành một chỉ số duy nhất nhằm đánh giá mức độ bền vững của hệ thống quản lý CTRSH tại Nigeria [78].

Tại Sepang, M. A. A. Samah và cộng sự (2011) đã xây dựng bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý cho quản lý CTRSH chủ yếu giải quyết vấn đề hiệu quả về chi phí. Bộ tiêu chí bao gồm 05 chỉ số (kỹ thuật, môi trường, thị trường tiềm năng, cộng đồng tham gia, chi phí vận hành) và 10 chỉ thị (tính khả thi, kinh nghiệm vận hành, ô nhiễm nguồn nước, sức khỏe cộng đồng, ước tính chi phí, quản lý tài chính, sự hợp tác cộng đồng, sự quan tâm của chính quyền, chi phí hoạt động, chi phí vốn) [26].

R. Intharathirat và cộng sự (2020), nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí cho các thành phố vừa và nhỏ của Thái Lan, các tác giả đã đưa ra bộ tiêu chí với 04 chỉ số môi trường, xã hội, kinh tế và kỹ thuật và 12 chỉ thị như chuyển hướng từ chôn lấp, phát thải khí nhà kính, tác động môi trường, chi phí vốn, chi phí vốn O&M, doanh thu và lợi ích, sự chấp nhận của cộng đồng, tạo việc làm, tính đơn giản, độ nhạy cảm và thiết bị địa phương, đồng thời để lựa chọn hệ thống quản lý CTRSH phù hợp nhất trong số 08 công nghệ xử lý đó là xử lý sinh học cơ học kết hợp với ủ phân, xử lý và tái chế sinh học cơ học, chôn lấp, phân hủy kỵ khí, đốt, khí hóa, xử lý cơ học kết hợp với nhiên liệu có nguồn gốc từ rác thải và khí bãi rác [79].

D. Atmanti và R. D. Handoyo (2018) đã tiến hành nghiên cứu nhằm xây dựng bộ tiêu chí đánh giá tính bền vững trong quản lý chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) tại tỉnh Trung Java, Indonesia. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã xác định và lựa chọn 12 tiêu chí quan trọng, được phân bổ đồng đều theo bốn nhóm chính: kinh tế, xã hội, môi trường và công nghệ. Đồng thời, ba công nghệ xử lý CTRSH được xem xét gồm: ủ phân compost, tái chế và chôn lấp hợp vệ sinh. Kết quả phân tích và đánh giá của nghiên cứu chỉ ra rằng tái chế là chiến lược tối ưu nhất cho quản lý CTRSH bền vững tại Trung Java. Điều này được lý giải bởi khả năng giảm thiểu lượng chất thải cần xử lý, tối ưu hóa việc tái sử dụng tài nguyên, cũng như mang lại lợi ích kinh tế đáng kể thông qua việc thu hồi vật liệu có giá trị. Bên cạnh đó, tái chế còn góp phần giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường, hạn chế sự phụ thuộc vào bãi chôn lấp và giảm lượng khí thải phát sinh từ quá trình phân hủy chất hữu cơ. Với những lợi ích vượt trội này, nghiên cứu đề xuất cần đẩy mạnh các chính sách và chương trình hỗ

trợ để nâng cao hiệu quả thu gom, phân loại và tái chế chất thải rắn sinh hoạt, góp phần hướng đến một hệ thống quản lý bền vững hơn [80].

Tại Việt Nam, tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH đã được quy định tại Khoản 2 Điều 19, Nghị định số 38/2015/NĐ-CP [81]. Theo nghị định này các tiêu chí được lựa chọn gồm công nghệ, môi trường, xã hội và kinh tế. Năm 2019, Bộ TN&MT đã ban hành Thông tư 25/2019/TT-BTNMT [82] trong đó có quy định về tiêu chí lựa chọn, đánh giá và công bố công nghệ xử lý CTRSH bao gồm tiêu chí về công nghệ, môi trường, xã hội và kinh tế. Xây dựng tiêu chí trong quản lý CTRSH là yêu cầu bắt buộc khi lựa chọn công nghệ xử lý, sẽ đảm bảo sử dụng nguồn tài nguyên một cách hiệu quả, giảm đáng kể khối lượng CTRSH được chôn lấp và giảm thiểu ô nhiễm môi trường [83].

Hướng dẫn xây dựng bộ tiêu chí của Liên hiệp quốc, đã đề xuất xem xét tính khả thi của dữ liệu và nghiên cứu điều kiện của đối tượng bên cạnh việc đặt ra các nguyên tắc và xác định khung cấu trúc chủ đề theo lĩnh vực làm khung chung để đề xuất chỉ thị. Theo Zhang Fang (2015), thường không mô tả cụ thể quy trình xây dựng danh sách chỉ thị, nhưng các bước cơ bản thường được thực hiện đó là: đề xuất một bộ nguyên tắc, đề xuất danh sách tiêu chí theo một khung cấu trúc phù hợp với mục tiêu nghiên cứu, thực hiện phương pháp chuyên gia để chọn lọc tiêu chí và xem xét tới mức độ phù hợp và tính khả thi của số liệu [84].

Nhằm đảm bảo sự thống nhất trong việc lựa chọn bộ tiêu chí đánh giá chất lượng môi trường và phát triển bền vững, Chính phủ Việt Nam đã ban hành các quy định quan trọng liên quan đến hệ thống tiêu chí đánh giá. Cụ thể, vào năm 2007, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Chỉ thị số 26/2007/CT-TTg, quy định về tình hình thực hiện các chỉ tiêu kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội, tài nguyên môi trường và phát triển bền vững. Bộ tiêu chí này bao gồm 09 chỉ số chính, 18 tiêu chí cụ thể và 64 thông số kỹ thuật, được sử dụng để đánh giá toàn diện các khía cạnh môi trường và phát triển bền vững trong từng giai đoạn khác nhau [85]. Theo dõi sát sao diễn biến chất lượng môi trường và cung cấp công cụ đánh giá hiệu quả, Bộ TN&MT ban hành Thông tư

số 10/2009/TT-BTNMT vào năm 2009, quy định về bộ chỉ số môi trường quốc gia. Bộ chỉ số này tập trung vào các lĩnh vực quan trọng như môi trường không khí, nước mặt và các thành phần môi trường trọng yếu khác, giúp đánh giá mức độ ô nhiễm, xu hướng biến động và tác động của các hoạt động kinh tế - xã hội đối với môi trường. Thông tư này cũng đưa ra hai hệ thống đánh giá gồm bộ tiêu chí đầy đủ và bộ tiêu chí rút gọn, nhằm đáp ứng yêu cầu đánh giá ở nhiều cấp độ khác nhau, từ tổng thể quốc gia đến từng địa phương. Việc áp dụng các bộ tiêu chí này đóng vai trò quan trọng trong việc định hướng chính sách bảo vệ môi trường, đồng thời giúp các cơ quan chức năng có cơ sở khoa học để xây dựng chiến lược phát triển bền vững trong dài hạn [86].

Bộ TN&MT ban hành thông tư 43/2015/TT-BTNMT ngày 29 tháng 09 năm 2015 về việc ban hành bộ tiêu chí môi trường và quản lý số liệu quan trắc môi trường. Bộ tiêu chí môi trường quốc gia gồm 36 tiêu chí môi trường, 93 tiêu chí thứ cấp được phân thành 05 nhóm, gồm: nhóm tiêu chí động lực, nhóm tiêu chí sức ép, nhóm tiêu chí hiện trạng, nhóm tiêu chí tác động và nhóm tiêu chí đáp ứng. Bộ tiêu chí môi trường được sử dụng để đánh giá tình hình thực hiện các chỉ tiêu môi trường trong Kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội quốc gia và địa phương [87]. Ngoài ra, để đánh giá kết quả bảo vệ môi trường của các tỉnh thành phố trực thuộc trung ương thông qua bộ chỉ số. Bộ TN&MT ban hành quyết định số 27852/QĐ-BTNMT ngày 31/10/2019, trong đó bộ chỉ số gồm 27 chỉ số thành phần. Các chỉ số thành phần được xác định bằng các trọng số khác nhau. Sử dụng phương pháp xây dựng chỉ số tổng hợp để xác định chỉ số đánh giá [88].

Đánh giá tính bền vững của hệ thống CTRSH tại Thành phố Hà Nội đã xây dựng bộ tiêu chí bao gồm 03 tiêu chí lưu lượng thải, 05 tiêu chí các trang thiết bị cần thiết, 02 tiêu chí tổng mức đầu tư dự kiến cho thu gom và xử lý CTRSH, 02 tiêu chí chi phí vận hành và bảo dưỡng, 02 tiêu chí tổng chi phí bình quân đầu người/năm. Đồng thời nghiên cứu so sánh 04 công nghệ xử lý, đó là cải thiện hệ thống thu gom và vận chuyển chất thải hiện tại; Giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế chất thải tại nguồn; Các nhà máy xử lý cơ học sinh học để phân loại, ủ phân compost và nhiên liệu có nguồn

gốc từ rác thải (RDF) cho ngành công nghiệp xi măng; Nhà máy MBT để phân loại, ủ phân compost và RDF cho các nhà máy đốt rác thải thành năng lượng [14].

Trong một nghiên cứu quản lý CTRSH đô thị dựa vào cộng đồng tại Thành phố Hà Nội, tác giả đã đề xuất 17 chỉ tiêu bao gồm 03 chỉ tiêu kinh tế, 05 chỉ tiêu xã hội, 04 chỉ tiêu môi trường và 05 chỉ tiêu thể chế/quản lý. Nghiên cứu tham vấn ý kiến chuyên gia để đề xuất các chỉ tiêu, sử dụng phương pháp cộng có trọng số để phân tích tính bền vững của mô hình quản lý CTRSH đô thị dựa vào cộng đồng. Kết quả thấy rằng, mô hình quản lý CTRSH dựa vào cộng đồng tương đối hiệu quả trên khía cạnh môi trường, nhưng lại tiềm ẩn những nguy cơ không bền vững về kinh tế [89].

Nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý trong quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh, tác giả đã đề xuất 11 tiêu chí (đặc tính chất thải rắn, khối lượng chất thải, đáp ứng được các yêu cầu của quy chuẩn/tiêu chuẩn quốc gia, thời gian cần thiết cho toàn bộ quy trình xử lý, sự phức tạp của công nghệ và yêu cầu nhân sự vận hành có kỹ năng, nhu cầu của sản phẩm, chi phí đầu tư ban đầu, chi phí vận hành, nhu cầu sử dụng đất, các tác động đến môi trường, chấp thuận của cộng đồng) và 05 công nghệ xử lý chất (compost, phân hủy kỵ khí, bãi chôn lấp hợp vệ sinh (có hệ thống thu khí sinh học) hoặc bãi chôn lấp sinh học, thiêu hủy, sản xuất nhiên liệu từ chất thải (RDF) hoặc (SRF)) [83]. Các công trình nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí cho mô hình quản lý CTRSH của Việt Nam và trên thế giới được giới thiệu chi tiết trong Phụ lục 6.

Bảng 1.9 Tóm tắt tài liệu xây dựng bộ tiêu chí

Năm	Tác giả	Quốc gia	Bộ tiêu chí
2021	S N S S Azahari et al	Malaysia	5 chỉ số và 12 chỉ thị
	Mohammed F.M. et al.	Oman	4 chỉ số và 8 chỉ thị
2020	Intharathirat R. et al.	Thái Lan	4 chỉ số và 12 chỉ thị
	Anna Kurbatova et al.	Nga	4 chỉ số và 27 chỉ thị
	Nayseang Sun et al.	Thái Lan	3 chỉ số và 8 chỉ thị
	Debasree Purkayastha et al.	Ấn Độ	4 chỉ số và 7 chỉ thị
	Nguyễn Hữu Hoàng	Việt Nam	13 chỉ số và chỉ thị
2019	Ibrahim Badi et al.	Lybia	4 chỉ số và 22 chỉ thị
2018	Nina Tsydenova et al.	Mexico	4 chỉ số và 10 chỉ thị

Năm	Tác giả	Quốc gia	Bộ tiêu chí
	D.A. Hastarini et al.	Indonesia	4 chỉ số và 9 chỉ thị
	Ngô Thanh Mai	Việt Nam	4 chỉ số và 17 chỉ thị
2017	I. Noya et al.	Tây Ban Nha	3 chỉ số và 9 chỉ thị
	Fida Mohammad Sahil	Afghanistan	5 chỉ số và 20 chỉ thị
	Nguyễn Thị Phương Loan et al.	Việt Nam	11 chỉ số và 5 chỉ thị
2016	M.G. Kharat et al.	Ấn Độ	4 chỉ số và 12 chỉ thị
2015	Rabia Batagarawa et al.	Nigeria	4 chỉ số và 13 chỉ thị
	Atousa Soltani et al.	Canada	3 chỉ số và 8 chỉ thị
	Babalola, M.A.	Nhật	4 chỉ số và 26 chỉ thị
2014	G. Agnieszka et al	Ba Lan	3 chỉ số và 11 chỉ thị
	I. Antonopoulos et al.	Hy Lạp	3 chỉ số và 12 chỉ thị
2013	Ahmad Halilu bbaa, et al.	Malaysia	3 chỉ số và 24 chỉ thị
	Edris Madadian et al.	Iran	3 chỉ số và 7 chỉ thị
2009	Trần Thị Hường	Việt Nam	4 chỉ số và 6 chỉ thị

* Thảo luận

Qua tổng quan bộ tiêu chí cho thấy, nhiều nghiên cứu trên thế giới xây dựng bộ tiêu chí để đánh giá công tác quản lý CTRSH phong phú và đa dạng về các khía cạnh kỹ thuật, môi trường, xã hội và kinh tế. Từ các kết quả nghiên cứu này giúp các nhà khoa học lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH phù hợp cho từng địa phương. Việc sử dụng bộ tiêu chí giúp tối ưu hóa quản lý chất thải, giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và cộng đồng. Tuy nhiên, xây dựng bộ tiêu chí cho quản lý CTRSH để lựa chọn công nghệ xử lý từ Việt Nam, số lượng nghiên cứu vẫn còn rất hạn chế.

1.4 Tổng quan phương pháp AHP cho bộ tiêu chí

Các bước trong việc ra quyết định đa tiêu chí là một quá trình bao gồm các bước sau: (1) Cấu trúc một vấn đề với một mô hình cho thấy các yếu tố chính của vấn đề và các mối quan hệ; (2) Đưa ra những phán đoán phản ánh kiến thức, tình cảm hoặc cảm xúc; (3) Biểu diễn các phán đoán đó bằng các số có nghĩa; (4) Sử dụng những con số để tính mức độ ưu tiên của các phần tử của hệ thống phân cấp; (5) Tổng hợp các kết quả để xác định một kết quả tổng thể; (6) Phân tích độ nhạy đối với những thay đổi trong phán đoán [90, 91]. Bất kỳ quy trình ra quyết định nào đáp ứng các tiêu chí trên được gọi là quy trình phân tích thứ bậc (AHP).

Các nhà nghiên cứu trên thế giới đã áp dụng phương pháp AHP để đánh giá công nghệ xử lý chất thải rắn có sự tham gia của các bên liên quan, tạo thành một chuỗi thống nhất. Phương pháp AHP được áp dụng rộng rãi, nơi cần đưa ra các quyết định quản lý chất thải trong trường hợp không có các giải pháp môi trường phù hợp. Nghiên cứu tại Kelantan, Malaysia đã sử dụng phương pháp AHP để so sánh các phương án xử lý CTRSH cho các thành phố, các trường đại học. Nghiên cứu đã tìm ra trọng số ưu tiên của công nghệ xử lý phù hợp là làm phân trộn và tái chế nhằm phát triển hệ thống quản lý CTRSH bền vững tại cơ sở Pondok, Kelantan [92].

Một trường hợp ứng dụng phương pháp AHP gần đây được tìm thấy trong công trình của Ibrahim Badi đã sử dụng phương pháp AHP để đưa ra bộ tiêu chí với 03 tiêu chí môi trường, xã hội, kinh tế và 06 công nghệ xử lý để đánh giá quản lý CTRSH tại Libya. Theo đánh giá, phân hủy kỵ khí được xếp hạng cao nhất, tiếp đến là đốt, sau cùng chôn lấp [93].

Trong một nghiên cứu của Nina Tsydenova đã sử dụng phương pháp AHP để tìm ra công nghệ xử lý cho Thành phố Mexico [94] và đề xuất công nghệ tái chế phù hợp với thành phần chất thải cho quản lý bền vững tại tỉnh Trung Java, Indonesia [80]. Tại Ấn độ, tốc độ đô thị hóa nhanh chóng, nền kinh tế phát triển và dân số tăng rất nhanh nên một lượng CTRSH thải ra ngày càng nhiều, để đưa giải pháp cho các vấn đề liên quan đến quản lý CTRSH, nhiều tác giả sử dụng phương pháp AHP cho chiến lược quản lý chất thải bền vững [72, 95, 96]. Bảng 1.10 Tóm tắt công trình nghiên cứu đã được công bố sử dụng phương pháp AHP để lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH của Việt Nam và thế giới.

Bảng 1.10 Phương pháp AHP trong chiến lược quản lý CTRSH

Năm	**Tác giả**	**Quốc gia**	**Vấn đề nghiên cứu**	**Công nghệ xử lý được lựa chọn**
2021	S N S S Azahari et al.	Malaysia	Phát triển hệ thống quản lý chất thải rắn bền vững tại Kelantan	- Làm phân và tái chế
	Mohammed F.M. Abushammala et al.	Oman	Chiến lược quản lý chất thải bền vững	- Đốt và chôn lấp

Năm	Tác giả	Quốc gia	Vấn đề nghiên cứu	Công nghệ xử lý được lựa chọn
2020	Hoang, N.H., et al.	Việt Nam	Xây dựng hệ thống quản lý chất thải rắn bền vững tốt nhất cho thành phố Hà Nội	- Làm phân compost và đốt rác phát điện
	Sun N., et al.	Thái Lan	Phân tích thực trạng đề xuất công nghệ xử lý chất thải phù hợp cho Bangkok	- Làm phân và khí hóa - Phân hủy kỵ khí và khí hóa
	Intharathirat R., et al.	Thái Lan	Chiến lược quản lý chất thải bền vững ở các thành phố vừa và nhỏ	- Sinh học cơ học kết hợp với ủ phân - Xử lý cơ học kết hợp với nhiên liệu có nguồn gốc từ rác thải
	Anna Kurbatova et al.	Nga	Lựa chọn công nghệ xử lý chất thải thành năng lượng cho thành phố Moscow	- Đốt rác phát điện
2019	Joel Sotamenou, et al.	Cameroon	Lựa chọn chiến lược quản lý phù hợp nhất ở Yaounde	- Làm phân và chôn lấp
	Ibrahim Badi et al.	Lybia	Đánh giá và lựa chọn phương pháp thích hợp để xử lý chất thải rắn	- Phân hủy kỵ khí và làm phân
	Manoj Khavin Govind Kharat et al.	Ấn Độ	Chiến lược quản lý chất thải tại thành phố Mumbai	- Thiêu hủy
2018	Ali, Y. et al.	Pakistan	Đề xuất cách xử lý chất thải phù hợp tại thành phố Lahore	- Phân hủy hiếu khí
	N. Tsydenova et al.	Mexico	Đánh giá tính bền vững của hệ thống quản lý chất thải	- Làm phân và phân hủy kỵ khí
	Wajeeha A Qazi et al.	Oman	Chiến lược quản lý biến chất thải thành năng lượng	- Phân hủy kỵ khí - Đốt rác phát điện

Năm	Tác giả	Quốc gia	Vấn đề nghiên cứu	Công nghệ xử lý được lựa chọn
2017	I. Noya, et al.	Tây Ban Nha	Quản lý CTRSH ở Tây Bắc Tây Ban Nha	- Làm phân kết hợp đốt rác phát điện và chôn lấp
2016	S. Gordana et al.	Serbia	Đánh giá tính bền vững của kịch bản quản lý chất thải tại thành phố Nis	- Làm phân - Tái chế
2015	Cristina Ghinea	Romania	Quản lý CTRSH cho thành phố Iasi	chi phí lợi ích, biến đổi khí hậu, tiềm năng phú dưỡng, tiêu thụ năng lượng

* Thảo luận

Nghiên cứu trên thế giới đã áp dụng phương pháp AHP để đánh giá công nghệ xử lý CTRSH, giúp họ lựa chọn các công nghệ xử lý tối ưu cho hệ thống quản lý thông qua sự tham gia của các bên liên quan và tạo thành một chuỗi thống nhất. Nghiên cứu chỉ tìm được một vài tài liệu sử dụng phương pháp AHP lựa chọn công nghệ xử lý từ Việt Nam.

Qua các nghiên cứu nhận thấy, tác động về chi phí và môi trường của các công nghệ xử lý chi phối các tiêu chí lựa chọn của các tác giả. Trong khi các tiêu chí kỹ thuật (độ tin cậy, tính khả thi, khả năng áp dụng) và xã hội (việc làm, sức khỏe cộng đồng, sự chấp nhận của cộng đồng) không được xem xét trong phần lớn các nghiên cứu.

1.5 Tổng quan phương pháp chuẩn hóa xây dựng bộ tiêu chí

Phương pháp chuẩn hóa là quá trình thiết lập và thi hành các quy chuẩn, tiêu chuẩn hoặc quy trình mà các tổ chức hoặc cá nhân cần tuân thủ để đảm bảo chất lượng, đồng nhất và khả năng so sánh giữa các sản phẩm, dịch vụ hoặc quy trình. Mục tiêu chính của chuẩn hóa là tạo ra một cơ sở đồng nhất để đảm bảo tính nhất quán, độ tin cậy và đảm bảo chất lượng.

Các phương pháp chuẩn hóa thường bao gồm việc thiết lập các tiêu chuẩn kỹ thuật, quy trình làm việc, quy định hoặc hướng dẫn, và việc thực hiện kiểm tra, đánh giá để

đảm bảo tuân thủ các quy chuẩn đó. Các tiêu chuẩn có thể liên quan đến nhiều lĩnh vực như chất lượng sản phẩm, an toàn, bảo vệ môi trường, quản lý chất lượng, quản lý dự án, và nhiều lĩnh vực khác [97]. Trong những trường hợp đơn giản nhất, chuẩn hóa xếp hạng có nghĩa là điều chỉnh các giá trị được đo trên các thang đo khác nhau thành một thang đo chung, thường là trước khi lấy trung bình [97]. Chuẩn hóa dữ liệu là một nhiệm vụ tiền xử lý dữ liệu và là một trong những nhiệm vụ đầu tiên được thực hiện trong quá trình phân tích, đặc biệt trong trường hợp dữ liệu dạng bảng.

Phương pháp chuẩn hóa dữ liệu trong đánh giá bao gồm: (1) Khoảng cách tương đối giữa dữ liệu cho cùng một chỉ số nên duy trì không đổi; (2) Khoảng cách tương đối giữa các chỉ số khác nhau nên duy trì biến đổi; (3) Giá trị tối đa sau khi chuẩn hóa nên bằng nhau. Yêu cầu cho các phương pháp chuẩn hóa dữ liệu là khác nhau khi mục tiêu đánh giá là khác nhau, đánh giá dựa trên thứ tự xếp hạng không nhạy cảm với các phương pháp chuẩn hóa dữ liệu [98].

Chuẩn hóa giá trị tiêu chí (chỉ thị) là việc loại bỏ đơn vị đo của chỉ thị, chuẩn hóa giá trị là yêu cầu bắt buộc trước khi tiến hành bất kỳ phương pháp tổng hợp chỉ số nào vì tiêu chí trong cơ sở dữ liệu sử dụng các đơn vị đo lường khác nhau. Nghiên cứu của Hudrlikova cho thấy đánh giá một quá trình hoặc hiện tượng xã hội, kinh tế hoặc môi trường bằng nhiều chỉ số khác nhau thường được đo lường bằng các đơn vị khác nhau. Nghiên cứu này đã đề xuất phương pháp chuẩn hóa tiêu chí trên dưới mức trung bình là một trường hợp cụ thể, đơn giản của phương pháp phân nhóm. Việc lựa chọn phương pháp chuẩn hóa phụ thuộc vào nhiều mục tiêu đặt ra của thiết kế tiêu chí [99].

1.5.1 Chuẩn hóa nhóm chỉ thị trên chỉ số môi trường

1.5.1.1 Ô nhiễm không khí

Các nhà máy, cơ sở xử lý CTRSH cũng là nơi gây ô nhiễm môi trường nếu thiếu sự quản lý chặt chẽ và đồng bộ. Tại các bãi chôn lấp, các cơ sở sản xuất phân hữu cơ, các khí gây mùi phát tán trong không khí dưới điều kiện khí hậu thay đổi (gió, nhiệt độ và độ ẩm) ảnh hưởng đến khu vực xung quanh và cả những khu vực cách xa bãi chôn lấp. Các khí gây mùi có thể gây ra một số bệnh về đường hô hấp, hen suyễn và

stress [100].

Các khí chính gây mùi từ bãi chôn lấp gồm NH_3 và các hợp chất chứa lưu huỳnh như H_2S, Methyl Mercaptan. Mùi hôi từ khí H_2S, tuy có tỷ trọng rất thấp nhưng khả năng khuếch tán và sinh mùi là vô cùng lớn, càng dễ hơn khi các bãi thu gom, chôn lấp rác ở Việt Nam đa số đều ở dạng hở. Nồng độ hơi khí H_2S đo được ở các bãi rác thường rơi vào khoảng từ 0,02 -0,036 mg/m^3. Với nồng độ này đã vượt tiêu chuẩn cho phép đến 2,5 lần. Với đặc trưng là mùi trứng thối, khí H_2S chính là nguyên nhân chủ yếu gây ra mùi hôi khó chịu tại các bãi rác. Lượng phát thải các khí gây mùi trên bãi chôn lấp Đa Phước là khá cao, hệ số phát thải trung bình của NH_3 là 148,75 mg/s.ha, của H_2S là 62,21 mg/s.ha, của CH_4 là 1096,05 mg/s.ha và của CH_3SH là 18,79 mg/s.ha [101].

Khí H_2S là khí có màu đục, dễ lan truyền trong không khí và có mùi trứng thối đặc trưng. Hít thở một khối lượng lớn H_2S sẽ nhanh chóng có hiện tượng thiếu oxy, dẫn đến tử vong do ngạt [102]. Tiếp xúc thường xuyên với H_2S còn gây ra các nhiễm độc mãn tính; các triệu chứng như suy nhược, rối loạn giấc ngủ, đau đầu, chóng mặt, khó tập trung, tăng tiết mồ hôi, rối loạn hệ thần kinh tự động, viêm phế quản... Ảnh hưởng của khí H_2S được thể hiện trong Bảng 1.11.

Bảng 1.11 Ảnh hưởng của khí H_2S lên con người

Nồng độ (ppm)	**Ảnh hưởng sinh lý**
1-2	Mùi hôi thối nhẹ
2-4	Mùi hôi thối chưa nặng
3	Mùi hôi thối rõ rệt
5-8	Gây mệt mỏi và khó chịu
80-120	Chịu được trong 6 giờ mà không bị triệu chứng nghiêm trọng nào
200-300	Đau đớn trong cơ mắt, mũi và cổ từ 3-5 phút sau khi ngửi và rất khó khăn có thể chịu được từ 30-60 phút
500-700	Sự sống bị nguy hiểm với nhiễm độc cấp sau 30 phút hít thở

Amoniac (NH_3) là một chất khí không màu, có tính kích ứng cao với mùi nồng, ngạt. Amoniac tan dễ dàng trong nước tạo thành dung dịch có tính kiềm mạnh amoni hydroxýt có thể gây kích ứng và gây phỏng và cũng có thể được nén dễ dàng dưới áp suất thành dung dịch trong, không màu. Tác hại của khí NH_3 lên con người được thể hiện trong Bảng 1.12.

Bảng 1.12 Ảnh hưởng của khí NH_3 lên con người

Nồng độ (ppm)	**Ảnh hưởng sinh lý**
37	Giới hạn nhận biết mùi
400	Tác dụng trên các đường hô hấp
700	Tác dụng giới hạn trên thị giác
1720	Ho, co giật có thể chết
5.000 – 10.000	Co thắt do phản xạ họng, xuất huyết phổi, ngất phản xạ do ngạt, có thể chết

Khảo sát người dân tại 02 xã Đa Phước, Nhơn Nghĩa theo cấp độ mùi (phụ lục 1.2). Kết quả cho thấy, đa số không chấp thuận cho bãi chôn lấp Đa Phước hoạt động, có 46,94% trả lời cực kỳ hôi của xã Nhơn Nghĩa và mức ít ô nhiễm mùi chỉ chiếm 6,1% số hộ được khảo sát. Xã Đa Phước số người trả lời cực kỳ hôi chiếm 61,3%, trong khi mức ít ô nhiễm mùi chỉ chiếm 4,7%. Còn đối với số người dân chấp thuận (1,36%) nhưng người dân cũng đề nghị bãi chôn lấp Đa Phước phải cải tạo, làm môi trường trong sạch, xử lý rác đúng quy định để tránh phát sinh mùi và cần đền bù thiệt hại đã gây ra cho người dân.

Bảng 1.13 Mức độ cảm nhận mùi hôi của người dân

Mức độ cảm nhận mùi hôi	**Xã Nhơn Nghĩa**		**Xã Đa Phước**	
	Số người trả lời	**Tỷ lệ (%)**	**Số người trả lời**	**Tỷ lệ (%)**
- Cực kỳ hôi	69	46,94	92	61,3
- Rất hôi	23	15,66	34	22,67
- Hôi	44	29,94	17	11,33
- Ít mùi hôi	9	6,1	7	4,7
- Không có mùi hôi	2	1,36	0	0
Tổng cộng	**147**	**100,00**	**150**	**100,00**

Bên cạnh ảnh hưởng ô nhiễm mùi thì các cơ sở xử lý chất thải rắn còn ảnh hưởng đến

sức khỏe và cuộc sống của người dân vùng lân cận bởi nồng độ bụi phát tán trong không khí. Trong nghiên cứu này, thang đo nồng độ bụi mịn (PM2.5) được lấy từ QCVN 05:2013/BTNMT về chất lượng ô nhiễm không khí xung quanh [103]. Xác định thang đo ảnh hưởng của nồng độ bụi và cường độ mùi của khí H_2S, NH_3 lên con người được quy điểm 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá, thể hiện trong Bảng 1.14.

Bảng 1.14 Thang đo đánh giá mức độ ô nhiễm không khí dựa trên nồng độ khí H_2S, NH_3 và bụi

Điểm đánh giá	**Nồng độ khí H_2S (ppm)**	**Mức cường độ mùi**
1	> 80	Cực kỳ hôi
2	> 8 - ≤ 80	Rất hôi
3	> 4 - ≤ 8	Hôi
4	> 2 - ≤ 4	Ít mùi hôi
5	≤ 2	Không có mùi hôi
Điểm đánh giá	**Nồng độ khí NH_3 (ppm)**	**Mức cường độ mùi**
1	> 1720	Cực kỳ hôi
2	> 700 - ≤ 1720	Rất hôi
3	> 400 - ≤ 700	Hôi
4	> 37 - ≤ 400	Ít mùi hôi
5	≤ 37	Không có mùi hôi
Điểm đánh giá	**Nồng độ bụi ($\mu m/m^3$)**	**Mức cường độ bụi**
1	> 55	Kém
2	> 35 - ≤ 55	Có hại cho sức khỏe
3	> 12 - ≤ 35	Vừa phải
4	> 2 - ≤ 12	Ít bụi
5	≤ 2	Không có bụi

1.5.1.2 Ô nhiễm nguồn nước

Khu vực chôn lấp rác và hồ xử lý nước rỉ rác của bãi rác Đa Phước được xác định là nguyên nhân gây ra mùi hôi thối ở khu Nam Sài Gòn, bao gồm Quận 7, huyện Bình Chánh và huyện Nhà Bè. Nước ở bãi rác Đa Phước chảy ra kênh, rạch đen ngòm cách đó cả chục cây số. Người dân sống gần khu vực bãi rác này cho biết, mùi hôi xuất hiện ở nhiều thời điểm khác nhau, tùy theo hướng gió, nhưng nặng nhất thường vào

lúc sáng sớm và chiều tối. Cụ thể, người dân phản ảnh nước ở rạch bỗng nhiên sủi bọt, có màu lạ và nghi ngờ đó là nước rỉ rác tràn ra ngoài. Trước đó, người dân sống xung quanh bãi rác khổng lồ này đã nhiều lần lên tiếng vì tình trạng ô nhiễm không khí và nguồn nước kéo dài nhiều năm trời.

Nước rỉ rác của bãi chôn lấp Pathumthani, Thái Lan có nồng độ COD 4480 mgO_2/l, BOD_5 750 mgO_2/l; Đức nồng độ COD 2500 mgO_2/l, BOD_5 230 mgO_2/l. Bãi chôn lấp Phước Hiệp nồng độ COD 2000-5105mg/l) (mùa mưa), 2000-2340 mg/l (mùa nắng) nồng độ BOD_5 330-487mg/l (mùa mưa), 515-640 mg/l (mùa nắng) [104]. Tuy đặc điểm và công nghệ vận hành khác nhau ở mỗi khu vực nhưng nước rỉ rác nhìn chung đều có tính chất giống nhau là có nồng độ COD, BOD_5 cao đối với nước rỉ rác mới và nồng độ COD, BOD_5 thấp đối với nước rỉ rác cũ.

QCVN 25:2009/BTNMT, quy định nồng độ tối đa cho phép BOD_5 50 mg/l, nồng độ COD 300 mg/l [103]. Do hạn chế về số liệu nước rỉ rác từ bãi chôn lấp Đa Phước, nên để đưa ra mức thang đo cho sự đánh giá nghiên cứu tiến hành phỏng vấn cư dân sống gần bãi rác bị ảnh hưởng bởi mùi hôi từ nước thải. Ở Đa Phước, có thể chia khu vực bị ảnh hưởng mùi hôi ra làm 3 vòng. Vòng 1 là các hộ dân tiếp giáp với Quốc lộ 50, ít bị ảnh hưởng do ở đầu hướng gió. Vòng 2 là số hộ ở cách bãi rác chừng 100 m thuộc ấp 2, 3. Vòng 3 gồm khoảng 10 hộ, nhưng thời điểm khảo sát tháng 12/2022 chỉ còn 3 hộ sinh sống.

Bên cạnh đó, amoni cũng là một tiêu chí quan trọng khi xác định nồng độ ô nhiễm nước thải ở các khu vực xử lý chất thải rắn. Ảnh hưởng của amoni đối với môi trường sức khỏe con người như: gây hiện tượng phì dưỡng trong hệ sinh thái nước, làm cạn kiệt oxy trong nước, tăng nguy cơ ô nhiễm nitrat và nitri trong nước ngầm, ảnh hưởng đến cộng đồng, cũng có thể gây ung thư cho con người. Thang đo đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường từ nước rỉ rác và mùi hôi thể hiện trong Bảng 1.15.

Bảng 1.15 Thang đo đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường từ nước rỉ rác và mùi hôi

Điểm đánh giá	Nồng độ BOD_5 (mgO_2/l)	Nồng độ COD (mgO_2/l)	Nồng độ Amoni (mg/l)	Mức cường độ mùi
1	> 300	> 3000	> 10	Cực kỳ hôi
2	> 200 - ≤ 300	> 2000 - ≤ 3000	> 6 - ≤ 8	Rất hôi
3	> 100 - ≤ 200	> 1000 - ≤ 2000	> 4 - ≤6	Hôi
4	> 50 - ≤ 100	> 300 - ≤ 1000	> 2 - ≤ 4	Ít mùi hôi
5	≤ 50	≤ 300	≤ 2	Không có mùi hôi

1.5.1.3 Phát thải khí nhà kính

Phát thải khí nhà kính (kg CO_2tđ/tấn rác/năm) trong nghiên cứu này được tính dựa trên 1 đơn vị khối lượng rác thải (thường là 1 tấn rác thải) để đánh giá lượng phát thải tương ứng với lượng rác thải được xử lý.

a) Công nghệ chôn lấp

Khí metan (CH_4) phát sinh từ các bãi chôn lấp là một trong những nguồn phát thải khí nhà kính đáng kể trong thành phần chất thải. Lượng khí nhà kính này phát thải liên tục và kéo dài qua nhiều năm. Trong những năm đầu sau khi chôn lấp, lượng khí CH_4 phát thải đạt mức cao nhất và sau đó giảm dần theo thời gian do lượng carbon tích lũy trong đất giảm theo tiến trình [101]. Tại bãi chôn lấp Nam Sơn, lượng khí nhà kính phát thải trong năm 2011 là 2,23 triệu tấn CO_2 tương đương, và giảm xuống còn 1,15 triệu tấn CO_2 tương đương vào năm 2020 [105].

Quản lý chất thải rắn bằng phương pháp ủ phân compost, đốt, chôn lấp có thu khí CH_4, lượng CH_4 phát thải có thể giảm 63,8% vào năm 2020 và 83,2% vào năm 2030 so với năm 2010. Lượng CH_4 phát thải vào năm 2050 (10,42 triệu tấn CO_2tđ) được dự báo sẽ nhỏ hơn so với năm 2010 (11,58 triệu tấn CO_2tđ). Việc thu gom CH_4 từ các bãi thải sẽ giảm được lần lượt 5,42, 13,27 và 39,24 triệu tấn CO_2tđ vào năm 2020, 2030 và 2050 [106].

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu cho thấy lượng phát khí nhà kính của bãi chôn lấp khác nhau, tùy thuộc vào thành phần, số lượng chất thải rắn đưa vào bãi chôn lấp và

tùy thuộc vào năm tích lũy. Vì vậy, nghiên cứu sử dụng thang đo để đánh giá lượng phát thải khí nhà kính, được quy điểm 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá như sau:

Bảng 1.16 Thang đo đánh giá lượng phát thải khí nhà kính cho công nghệ chôn lấp

Điểm đánh giá	**Phát thải khí nhà kính** (kg CO_2tđ/tấn rác/năm)	**Mức độ nhận biết**
1	> 2000	Rất cao
2	> 1500 - ≤ 2000	Cao
3	> 1000 - ≤ 1500	Trung bình
4	> 500 - ≤ 1000	Thấp
5	≤ 500	Rất thấp

b) Công nghệ làm phân compost

Trong giai đoạn 2013-2014, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu đã phối hợp với UNESCAP xây dựng Chương trình NAMAs "Chuyển chất thải thành tài nguyên tại các thành phố ở Việt Nam". Dự án đã phân tích chi phí, lợi ích một phần nhằm lựa chọn ra công nghệ phù hợp nhất trong các công nghệ xử lý chất thải rắn để thiết kế các thành phần của NAMAs chuyển rác thải thành tài nguyên, bao gồm: sản xuất phân hữu cơ, phân hủy kỵ khí, nhiên liệu nguồn gốc chất thải, thu hồi nhiên liệu và tái chế. Báo cáo đã phân tích đánh giá dựa trên một số chỉ số, trong đó tiềm năng giảm phát thải với phân hữu cơ là 0,5 tấn CO_2tđ/tấn chất thải hữu cơ.

Quá trình xử lý sinh học hiếu khí (composting) trực tiếp phát thải ra CH_4, N_2O ở nhiều mức độ khác nhau phụ thuộc vào quá trình kiểm soát, quản lý vận hành thực tế. Hệ thống kín sẽ giảm lượng khí nhà kính phát thải ra nhờ vào thiết bị lọc khí (thông thường là lọc sinh học) để xử lý khí phát thải. Các nhà máy composting thường yêu cầu một lượng không lớn năng lượng đầu vào (phát thải đầu nguồn thấp) để vận hành, do đó lượng khí nhà kính phát thải chủ yếu từ quá trình xử lý và việc sử dụng sản phẩm compost, việc ứng dụng sản phẩm phân compost vào đất có thể đem lại khả năng lưu giữ cacbon lâu hơn trong đất dưới dạng cacbon sinh học.

Phương pháp làm phân compost có thể giúp giảm phát thải CH_4 từ chất thải rắn hữu cơ mà lẽ ra sẽ bị phân hủy kỵ khí trong khu xử lý chất thải rắn mà không thu hồi được

CH_4 [106]. Các hệ thống ủ phân đơn giản là một giải pháp hiệu quả cho Việt Nam để giảm lượng chất thải và tạo ra sản phẩm phân hữu cơ có giá trị để ứng dụng trong nông nghiệp. Ủy ban Kinh tế và Xã hội của Liên Hợp Quốc về Châu Á và Thái Bình Dương (UN ESCAP) đã hỗ trợ một số thành phố ở Việt Nam thiết lập các cơ sở ủ phân hữu cơ đơn giản tại địa phương. Việc ủ phân hữu cơ dự kiến sẽ giảm lần lượt 0,24 và 0,71 triệu tấn CO_2tđ vào năm 2030 và 2050.

Lượng phát thải khí nhà kính từ dự án sản xuất phân hữu cơ Cầu Diễn không đổi qua các năm với khoảng 2,43 nghìn tấn CO_2tđ/năm. Cũng trong nghiên cứu này, công nghệ sản xuất phân compost tại Cầu Diễn có mức phát thải thấp hơn rất nhiều so với phương pháp chôn lấp. Lượng phát thải khí nhà kình nếu áp dụng phương pháp chôn lấp có thể lên đến hơn 400 nghìn tấn CO_2tđ, cao gấp khoảng 8 lần so với phương pháp sản xuất phân compost [105].

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu cho thấy lượng phát khí nhà kính cho phương án làm phân compost khác nhau, tùy thuộc vào thành phần, số lượng chất thải rắn cho làm phân. Vì vậy, nghiên cứu sử dụng thang đo để đánh giá lượng phát thải khí nhà kính cho công nghệ làm phân compost được quy điểm 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá. Theo đó thang điểm đánh giá cụ thể như sau:

Bảng 1.17 Thang đo đánh giá lượng phát thải khí nhà kính cho công nghệ làm phân compost

Điểm đánh giá	**Phát thải khí nhà kính** (kg CO_2tđ/tấn rác/năm)	**Mức độ nhận biết**
1	> 2000	Rất cao
2	> 1500 - ≤ 2000	Cao
3	> 1000 - ≤ 1500	Trung bình
4	> 500 - ≤ 1000	Thấp
5	≤ 500	Rất thấp

c) Công nghệ đốt rác phát điện

Phương pháp xử lý chất thải bằng nhiệt đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu đáng kể khối lượng chất thải cần xử lý cuối cùng. Khi áp dụng công nghệ hiện đại, phương pháp này còn góp phần bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, đây là một giải pháp

xử lsy tốn kém về chi phí đầu tư và vận hành, với chi phí xử lý một tấn rác bằng đốt cao gấp khoảng 10 lần so với phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh. Hơn nữa, nếu công nghệ đốt không được kiểm soát chặt chẽ, nó có thể dẫn đến sự phát sinh của các chất độc hại như CO, CO_2 và đặc biệt là dioxin [107].

Khí CO_2, CH_4, và N_2O phát thải đầu nguồn từ sản xuất nhiên liệu được sử dụng trong nhà máy, nhiệt và tiêu thụ điện, cơ sở hạ tầng, xây dựng hệ thống xử lý khí thải…Nguồn phát thải khí nhà kính từ các lò đốt ước tính đóng góp khoảng 40 triệu tấn CO_2-tđ theo ước tính đến năm 2009. Hệ số phát thải khí nhà kính của công nghệ đốt 354 - 529 kgCO_2tđ/năm [5].

Đốt chất thải rắn để sản xuất điện có thể loại bỏ phát thải khí nhà kính (chủ yếu là CH_4) gây ra bởi các quá trình kỵ khí. Phương pháp này dự kiến sẽ giảm 1,20 triệu tấn CO_2tđ vào năm 2030 và 7,68 vào năm 2050. Tổng phát thải tích lũy của dự án đốt chất thải rắn Nam Sơn này trong suốt vòng đời 20 năm là khoảng là 2.039 nghìn tấn CO_2tđ [105].

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu ở trên cho thấy lượng phát thải khí nhà kính đốt rác phát điện là khác nhau, tùy thuộc vào thành phần, số lượng chất thải rắn đưa vào lò đốt và tùy thuộc vào dây chuyền công nghệ của lò đốt. Vì vậy, nghiên cứu sử dụng thang đo để đánh giá lượng phát thải khí nhà kính đốt rác phát điểm được quy điểm từ 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá. Theo đó thang điểm đánh giá cụ thể như sau:

Bảng 1.18 Thang đo đánh giá lượng phát thải khí nhà kính cho công nghệ đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	**Phát thải khí nhà kính** (kg CO_2tđ/tấn rác/năm)	**Mức độ nhận biết**
1	> 2000	Rất cao
2	> 1500 - ≤ 2000	Cao
3	> 1000 - ≤ 1500	Trung bình
4	> 500 - ≤ 1000	Thấp
5	≤ 500	Rất thấp

1.5.1.4 Sử dụng đất đai

Trong nghiên cứu này, khi so sánh các cơ sở xử lý rác thải đơn vị m^2/tấn được hiểu là diện tích đất sử dụng trên công suất xử lý rác hàng ngày (tấn/ngày).

a) Công nghệ chôn lấp

Theo thông tư số 01/2021/TT-BXD, diện tích đất xây dựng cơ sở xử lý chất thải rắn quy hoạch mới được xác định trên cơ sở công suất, công nghệ xử lý hoặc tính toán theo tiêu chuẩn được lựa chọn áp dụng nhưng phải đảm bảo không được vượt quá chỉ tiêu 0,05 ha/1000 tấn năm [108]. Tuy nhiên QCVN này khống chế diện tích đất xây dựng cơ sở xử lý chất thải rắn không bao gồm diện tích bãi chôn lấp chất thải sau xử lý, diện tích dự phòng mở rộng (nếu có) và diện tích tổ chức khoảng cách an toàn môi trường của bản thân cơ sở xử lý chất thải rắn.

Để làm căn cứ mức sử dụng đất, nghiên cứu có tìm hiểu một số bãi chôn lấp như sau: Diện tích bãi chôn lấp chất thải rắn Nam Sơn 83,5 ha, công suất xử lý thực tế 4000 tấn/ngày; Bãi chôn lấp Đa Phước với diện tích cho chôn lấp 30,6 ha, công suất xử lý 5000 tấn/ngày; Diện tích bãi chôn lấp Đà Nẵng, diện tích cần cho chôn lấp hợp vệ sinh là 500-900 m^2/tấn/ngày.

Căn cứ vào số liệu ở trên, nghiên cứu sử dụng thang đo để đánh giá diện tích sử dụng đất cho bãi chôn lấp, được quy điểm từ 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá.

Bảng 1.19 Thang đo đánh giá diện tích sử dụng đất cho bãi chôn lấp

Điểm đánh giá	**Diện tích sử dụng đất** (m^2/tấn/ngày)	**Mức độ nhận biết**
1	> 3000	Diện tích rất cao
2	> 2000 - ≤ 3000	Diện tích cao
3	> 1000 - ≤ 2000	Diện tích trung bình
4	> 500 - ≤ 1000	Diện tích ít
5	≤ 500	Diện tích rất ít

b) Công nghệ làm phân compost

Khu vực làm phân của khu xử lý rác Đa Phước 5,1 ha công suất 100 tấn/ngày, nhà

máy làm phân bón Cầu Diễn 3,9 ha với công suất 134 tấn/ngày, khu xử lý chất thải rắn Đà Nẵng, diện tích cần cho làm phân compost là 110-150 m^2/tấn/ngày. Như vậy, thang đo để đánh giá diện tích sử dụng đất cho làm phân compost thể hiện trong Bảng 1.20.

Bảng 1.20 Thang đo đánh giá diện tích sử dụng đất cho làm phân compost

Điểm đánh giá	**Diện tích sử dụng đất** (m^2/tấn/ngày)	**Mức độ nhận biết**
1	> 170	Diện tích rất cao
2	>150 - ≤ 170	Diện tích cao
3	> 130 - ≤ 150	Diện tích trung bình
4	> 110 - ≤ 130	Diện tích ít
5	≤ 110	Diện tích rất ít

c) Công nghệ đốt rác phát điện

Dự án nhà máy đốt rác phát điện Đà Nẵng 650 tấn/ngày, diện tích cần cho đốt rác phát điện là 60-100 m^2/tấn. Việc xây dựng một nhà máy đốt rác phát điện với công nghệ tiên tiến có thể tận dụng tốt quỹ đất tại bãi rác hiện tại và giảm diện tích đất sử dụng để tiếp tục chôn lấp trong thời gian tới. Đây là lựa chọn tốt nhất để giải quyết tốt CTRSH và mang lại lợi ích xã hội cho cộng đồng. Nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ 400 tấn/ngày, diện tích sử dụng 5,3ha. Trong khi đó diện tích đất sử dụng chỉ cần 1,44 ha (tương đương 27%) trên tổng diện tích đất cho dự án. Theo đó, thang điểm đánh giá cụ thể như sau:

Bảng 1.21 Thang đo đánh giá diện tích sử dụng đất cho đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	**Diện tích sử dụng đất** (m^2/tấn/ngày)	**Mức độ nhận biết**
1	> 120	Diện tích rất cao
2	> 100 - ≤ 120	Diện tích cao
3	> 80 - ≤ 100	Diện tích trung bình
4	> 60 - ≤ 80	Diện tích ít
5	≤ 60	Diện tích rất ít

* Ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường đất

Các kết quả nghiên cứu trên thế giới cho thấy nước rỉ rác chưa được xử lý có chứa

kim loại nặng, có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường đất và nước dưới đất. Hầu hết các nghiên cứu đều cho kết quả là đất và nước dưới đất trên khu vực bãi chôn lấp và lân cận chưa bị ô nhiễm kim loại nặng ở mức lớn hơn qui chuẩn cho phép đối với đất sản xuất nông nghiệp [109]. Tuy nhiên, các nghiên cứu đều cho thấy rác thải và nước rỉ rác có vai trò gây ô nhiễm làm gia tăng hàm lượng kim loại nặng trong đất dựa trên các phân tích đánh giá theo không gian và giá trị hàm lượng kim loại nặng trong môi trường [110].

Theo kết quả phân tích các mẫu kim loại nặng trong mẫu đất khoan tại bãi chôn lấp Kiêu Kỵ thì hàm lượng của một số kim loại nặng vượt quá QCVN 03:2015/BTNMT như As (hàm lượng 28-30mg/kg) và Cr 154-294mg/kg) từ 1,5 đến 2 lần [109]. Kết quả phân tích hàm lượng Cd trong đất lấy từ vị trí xả nước thải từ bãi rác thải Nam Sơn - Sóc Sơn. Theo QCVN 03:2008/BTNMT quy định giới hạn cho phép đối với kim loại nặng cho phép trong đất nông nghiệp thì hàm lượng Cd ở vùng quan trắc trong giới hạn cho phép [111]. Nhưng nếu so sánh với giá trị trung bình Cd nền cho nhóm đất xám Việt Nam thì đất tại khu vực bãi rác có bị ô nhiễm Cd từ bãi rác phát tán ra [112]. Phân tích chất lượng nước sau hệ thống xử lý nước thải của bãi rác Xuân Sơn-Hà Nội cho thấy tổng các hợp chất hữu cơ, amoni, vi sinh và các kim loại nặng, As, Cd, và Cu có hàm lượng cao hơn QCVN về nước thải bãi chôn lấp chất thải [113]. Kết quả phân tích chất lượng nước dưới đất bên cạnh khu vực bãi rác cho thấy hàm lượng các kim loại nặng, As, Cd, và Cu thỏa mãn QCVN 09:2008/BTNMT về chất lượng nước dưới đất [114]. Theo đó, thang điểm đánh giá cụ thể như sau:

Bảng 1.22 Thang đo đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng của chất thải trong môi trường đất

Ô nhiễm kim loại nặng (mg/kg)			**Điểm đánh giá**
As	**Cr**	**Pb**	
> 30	> 300	> 160	1
> 25 - ≤ 30	> 250 - ≤ 300	> 130 - ≤ 160	2
> 20 - ≤ 25	> 200 - ≤ 250	> 100 - ≤ 130	3
> 15 - ≤ 20	> 150 - ≤ 200	> 70 - ≤ 100	4
≤ 15	≤ 150	≤ 70	5

1.5.2 Chuẩn hóa nhóm chỉ thị trên chỉ số kinh tế

Chi phí đầu tư sẽ giúp cho các chuyên gia và nghiên cứu lựa chọn được công nghệ xử lý hợp lý về kinh tế. Trong nghiên cứu này xem xét hai dạng chi phí, bao gồm tổng chi phí cho mức đầu tư và mức giá xử lý rác với những lý do như sau:

Các dự án xử lý CTRSH đều phải sử dụng một diện tích đất nhất định, đặc biệt là các bãi chôn lấp. Việc này tiêu tốn một khoản tài nguyên của xã hội nhưng chưa được tính đến trong chi phí tài chính do các dự án xử lý CTRSH ở Việt Nam được ưu đãi miễn tiền thuê đất. Mức độ chiếm dụng tài nguyên đất của các dự án xử lý CTRSH có thể lượng giá được để tính vào tổng chi phí xã hội của dự án.

Hoạt động sống của cộng đồng dân cư sẽ thải ra môi trường một lượng chất thải nhất định, trong đó có CTRSH. Các chất thải này nếu không được thu gom, xử lý sẽ gây ô nhiễm môi trường nơi phát sinh chất thải. Do đó, khoản chi phí cho việc xử lý CTRSH có thể lượng giá được để tính vào tổng chi phí của dự án.

1.5.2.1 Chi phí đầu tư và chi phí cho xử lý rác

a) Công nghệ chôn lấp

Tính toán chi phí cho bãi chôn lấp Nam Sơn, Hà Nội với chi phí đầu tư thiết bị là 31,5 tỷ đồng; chi phí cho xử lý rác 500.000 đồng/tấn [105]. Thành phố Hồ Chí Minh ngân sách nhà nước trả cho CITENCO là 369,706 đồng/tấn. Khu xử lý rác Đa Phước thuộc nhóm B – loại 2 hoạt động trong 24 năm, với tổng mức vốn đầu tư cho khu vực chôn lấp vào khoảng 107 triệu USD tương đương 2.538,6 tỷ đồng, tuy nhiên chi phí cho xử lý rác thực tế khi khảo sát không được công bố. Giá xử lý rác ngân sách thành phố chi trả cho khu xử lý rác Đa Phước thuộc công ty TNHH xử lý chất thải Việt Nam (VWS) vào năm 2016 là 21,1 USD/tấn rác. Đơn giá xử lý rác của VWS được thành phố phê duyệt căn cứ theo các khoản chi phí cần đầu tư để đảm bảo xử lý rác triệt để, an toàn cho môi trường và giải quyết tốt các vấn đề phát sinh. Cụ thể: Chi phí đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng khu hỗn hợp xử lý rác; Chi phí đầu tư xây dựng và vận hành hệ thống thu gom và nhà máy xử lý nước rỉ rác, khí của bãi chôn lấp; Trạm quan trắc

chất lượng môi trường bãi chôn lấp; Chi phí khấu hao vốn đầu tư xây dựng như giám sát, vận hành bãi chôn lấp, bảo trì máy móc thiết bị trong quá trình hoạt động và chi phí bảo trì bãi chôn lấp 28 năm sau khi đóng bãi; Chi phí khác như thuế, lãi… Theo đó, tổng chi phí của khu xử lý rác Đa Phước là hơn 426,513 triệu USD, sau khi trừ đi khoản thu được ước tính từ việc tái chế và bán phế liệu cùng khoản ứng trước của thành phố thì tổng chi phí còn lại là 393,6 triệu USD (bao gồm chi phí đầu tư và chi phí vận hành). Mức chi phí này để xử lý cho 24 triệu tấn rác trong thời gian 22 năm và tính ra cho đơn giá xử lý là 16,4 USD/tấn rác.

Tuy nhiên, để thu hút nhà đầu tư và đảm bảo quá trình thực hiện dự án được ổn định trong thời gian dài phù hợp với thực tế, Thành phố Hồ Chí Minh đã thông qua nguyên tắc điều chỉnh đơn giá trên cơ sở chỉ số CPI do Tổng cục Thống kê công bố hằng năm (nếu CPI tăng trên 3%/năm thì đơn giá xử lý rác tăng tối đa 3%. Nếu CPI tăng thấp hơn 3%/năm thì tính theo CPI trên thực tế và nếu CPI là âm thì sẽ giữ nguyên mức giá của năm trước). Vì vậy, đơn giá xử lý rác của VWS đã được điều chỉnh với mức tăng thêm 3%/năm từ năm 2006 đến nay và hiện đơn giá năm 2019 là 20,166 USD/tấn. Cũng theo báo cáo này, đơn giá xử lý rác của Công ty VWS cũng gần tương đương với đơn giá xử lý rác tại nhà máy xử lý rác của Công ty cổ phần Tâm Sinh Nghĩa là 20,38 USD/tấn tương đương và đơn giá tại nhà máy xử lý rác của Công ty cổ phần Vietstar là 19 USD/tấn. Như vậy, nếu tính tăng 3% cho mỗi năm thì đơn giá cho khu xử lý rác Đa Phước năm 2022 là 23,37 USD/tấn tương đương 554.000 đồng/tấn (USD tính đơn giá hiện hành được lấy theo tỷ giá tháng 12/2022 Ngân hàng Ngoại Thương Việt Nam công bố 1 USD = 23.725 đồng).

Nếu so sánh đơn giá vốn đầu tư của các dự án nêu trên (hơn 300 triệu đồng/tấn) và chi phí cho xử lý rác (hơn 450.000 đồng/tấn) với đơn giá mà Bộ Xây dựng đưa ra theo Quyết định số 1354/QĐ-BXD cho xử lý CTRSH công suất xử lý ≥ 800 tấn/ngày, vốn đầu tư (140 triệu đồng/tấn), mức xử lý (90.000 đồng/tấn) là quá cao [115]. Để đưa ra mức chi phí đầu tư và mức giá xử lý hợp lý là rất khó.

Rõ ràng nhận thấy mức giá đầu tư và xử lý ở mỗi nhà máy xử lý khác nhau. Chuyên

gia kinh tế Đinh Thế Hiển nhận định "So sánh đơn giá giữa các đơn vị xử lý rác khác nhau là chưa hợp lý, vì sẽ không thể có chuyện giá bằng nhau giữa các nhà máy xử lý rác do sử dụng công nghệ khác nhau, địa điểm khác nhau và quy mô cũng khác nhau. Việc so sánh để nói rằng giá đó là cao hay thấp chỉ có thể thực hiện được nếu như các công ty cùng tham gia đấu thầu một dự án, cùng một công nghệ và quy mô". Từ nhận định này, nghiên cứu đưa ra thang đo mức độ được quy điểm từ 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá, thể hiện mức đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ chôn lấp trong Bảng 1.23.

Bảng 1.23 Thang đo đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ chôn lấp

Điểm đánh giá	**Chi phí xử lý (đồng/tấn/ngày)**	**Chi phí đầu tư (triệu đồng/tấn/năm)**	
		Đầu tư cơ sở hạ tầng	Đầu tư trang thiết bị
1	> 400.000	> 300	> 300
2	> 300.000 - ≤ 400.000	> 250 - ≤ 300	> 250 - ≤ 300
3	> 200.000 - ≤ 300.000	> 200 - ≤ 250	> 200 - ≤ 250
4	> 90.000 - ≤ 200.000	> 140 - ≤ 200	> 140 - ≤ 200
5	≤ 90.000	≤ 140	≤ 140

b) Công nghệ làm phân compost

Chi phí đầu tư cho làm phân compost của khu xử lý rác Đa Phước được tính nằm trong gói chi phí đầu tư và xử lý chung cho cả khu, do đó nghiên cứu không tìm được nguồn số liệu cụ thể. Nhà máy sản xuất phân compost Cầu Diễn vòng đời của dự án là 30 năm với tổng vốn đầu tư hơn 61 tỷ đồng, công suất thiết kế 50.000 tấn/năm (137 tấn/ngày), chi phí cho thu gom và xử lý rác 500.000 đồng/tấn [105]. Tuy nhiên công suất hoạt động của nhà máy đạt rất thấp không có số liệu cụ thể nên tác giả không tính được con số mức đầu tư/tấn rác. UBND Thành phố Hồ Chí Minh đã phê duyệt đơn giá xử lý rác cho Vietstar là 546.166 đồng (gồm cả 10% thuế). Mức giá này được áp dụng cho cả công đoạn tích hợp gồm sản xuất compost, tái chế và đốt rác phát điện khi nhà máy đi vào vận hành.

Để đưa ra thang đo làm thước đo cho sự đánh giá, nghiên cứu sử dụng số liệu từ các

dự án nêu trên và từ quyết định số 1354/QĐ-BXD của Bộ Xây dựng [69], suất vốn đầu tư xây dựng cơ sở xử lý CTRSH bằng công nghệ chế biến phân với công suất xử lý từ 100 đến nhỏ hơn 300 tấn/ngày, sử dụng công nghệ thiết bị trong nước là 400 triệu đồng/tấn, mức chi phí xử lý 250.000 đồng/tấn. Thể hiện mức đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ làm phân compost trong Bảng 1.24.

Bảng 1.24 Thang đo đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ làm phân compost

Điểm đánh giá	**Chi phí xử lý (đồng/tấn)**	**Chi phí đầu tư (triệu đồng/tấn/năm)**	
		Đầu tư cơ sở hạ tầng	Đầu tư trang thiết bị
1	> 500.000	> 550	> 550
2	> 400.000 - ≤ 500.000	> 500 - ≤ 550	> 500 - ≤ 550
3	> 300.000 - ≤ 400.000	> 450 - ≤ 500	> 450 - ≤ 500
4	> 250.000 - ≤ 300.000	> 400 - ≤ 450	> 400 - ≤ 450
5	≤ 250.000	≤ 400	≤ 400

c) Công nghệ đốt rác phát điện

Quyết định số 1354/QĐ-BXD của Bộ Xây dựng về công bố suất vốn đầu tư xây dựng và mức chi phí xử lý CTRSH không có định mức cho đốt rác phát điện [69]. Nghiên cứu chọn 03 nhà máy đốt rác phát điện đã đưa vào hoạt động làm đại diện cho chí phí đầu tư. Đó là, (1) Nhà máy đốt rác phát điện Nam Sơn (Sóc Sơn), (2) Nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ (xã Trường Xuân, huyện Thới Lai, Thành phố Cần Thơ); (3) Nhà máy đốt rác phát điện Vietstar tại Khu xử lý chất thải rắn Tây Bắc (Củ Chi, Thành phố Hồ Chí Minh).

Chi phí lắp đặt lò đốt gấp ba lần so với chi phí bảo trì và gấp 10 lần so với chi phí quản lý một bãi chôn lấp có cùng công suất [116]. Tuy nhiên, các lò đốt có thể được đặt gần các thành phố hơn và có giá trị đất khấu hao ít hơn so với các bãi chôn lấp. Nhà máy đốt rác phát điện Nam Sơn nằm trong khu liên hợp xử lý chất thải rắn Nam Sơn, với tổng chi phí đầu tư cố định 526 tỷ đồng, chi phí cho thu gom và xử lý rác 500.000 đồng/tấn. Nhà máy bắt đầu vận hành vào đầu năm 2017 với công suất là 75 tấn/ngày, sản lượng điện là 1,93 MWh/ngày, trong đó 1,2 MWh sẽ được hòa vào lưới

điện [105].

Nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ công suất 400 tấn/ngày đã đưa vào hoạt động vào năm 2019 với tổng vốn đầu tư của nhà máy 1.054 tỷ đồng (trong đó công ty TNHH Môi trường EB Cần Thơ 210 tỷ đồng, vốn huy động 844 tỷ đồng). Chi phí cho xử lý rác không được nhà máy công bố.

Nhà máy đốt rác phát điện Vietstar tại Khu xử lý chất thải rắn Tây Bắc (Củ Chi, Thành phố Hồ Chí Minh), tổng vốn đầu tư cho dự án này là 2.048 tỷ đồng. Dây chuyền, máy móc tại nhà máy vận hành theo công nghệ Đức, đơn giá xử lý rác cho Vietstar là 546.166 đồng/tấn, công suất xử lý 1.200 tấn/ngày.

Mức giá cho xử lý một tấn rác thải bằng công nghệ đốt rác phát điện cho thấy có sự khác nhau về giá cho các công nghệ khác nhau do địa phương quy định. Thậm chí, cùng một công nghệ, nhưng mỗi địa phương chi trả ở mức khác nhau. Đơn cử như đơn giá xử lý CTRSH bằng phương pháp đốt tại Thành phố Hồ Chí Minh là 510.234 đồng/tấn. Trong khi cùng công nghệ đó, đơn giá được áp dụng tại Hải Dương là 230.000 đồng/tấn, Bắc Giang đơn giá là 500.000 đồng/tấn, Đà Nẵng đơn giá là 593.125 đồng/tấn. Thể hiện mức đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ đốt rác phát điện trong Bảng 1.25.

Bảng 1.25 Thang đo đánh giá chi phí xử lý và chi phí đầu tư cho công nghệ đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	**Chi phí xử lý (đồng/tấn)**	**Chi phí đầu tư (triệu đồng/tấn/năm)**	
		Đầu tư cơ sở hạ tầng	Đầu tư trang thiết bị
1	> 550.000	> 550	> 550
2	> 450.000 - ≤ 550.000	> 500 - ≤ 550	> 500 - ≤ 550
3	> 350.000 - ≤ 450.000	> 450 - ≤ 500	> 450 - ≤ 500
4	> 230.000 - ≤ 350.000	> 400 - ≤ 450	> 400 - ≤ 450
5	≤ 230.000	≤ 400	≤ 400

1.5.2.2 Chi phí vận hành và bảo trì

Chi phí vận hành và bảo trì là những khoản chi nhằm đảm bảo hoạt động hiệu quả

của dự án, được chi trả hàng năm trong suốt vòng đời của dự án. Chi phí này thường bao gồm chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị, chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men, vi sinh). Dữ liệu để xác định hầu hết được thu thập thông qua các tài liệu thứ cấp như báo cáo đề xuất dự án, báo cáo tài chính và các báo cáo khác có liên quan của cơ sở xử lý CTRSH và các cơ quan quản lý nhà nước.

a) Công nghệ chôn lấp

Bãi chôn lấp Đa Phước chi phí vận hành khá cao 286 triệu USD tương đương 6.785 tỷ đồng, chi phí này bao gồm chi phí vận hành hệ thống thu gom, xử lý nước rỉ rác, khí của bãi chôn lấp, chi phí khấu hao vốn đầu tư xây dựng như giám sát, vận hành bãi chôn lấp, bảo trì máy móc thiết bị trong quá trình hoạt động và chi phí bảo trì bãi chôn lấp 28 năm sau khi đóng bãi. Chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị bãi chôn lấp Nam Sơn là 154,9 triệu đồng, chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men vi sinh) là 254 triệu đồng [105]. Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ chôn lấp như sau:

Bảng 1.26 Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ chôn lấp

Điểm đánh giá	**Chi phí vận hành (triệu đồng/tấn/năm)**	
	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	Chi phí nguyên vật liệu
1	> 550.000	> 550.000
2	> 450.000 - ≤ 550.000	> 450.000 - ≤ 550.000
3	> 350.000 - ≤ 450.000	> 350.000 - ≤ 450.000
4	> 230.000 - ≤ 350.000	> 230.000 - ≤ 350.000
5	≤ 230.000	≤ 230.000

b) Công nghệ làm phân compost

Viện Khoa học Kỹ thuật tư vấn biến đổi khí hậu và UNESCAP đã cho kết quả chi phí đầu tư cho làm phân compost vào khoảng 100 USD/tấn. Dự án sản xuất phân hữu cơ Cầu Diễn chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị là 176 triệu đồng, chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men vi sinh) là 221,342 triệu đồng [105]. Xưởng sản xuất phân compost của Khu xử lý rác Đa Phước công suất 100 tấn compost/ngày. Tuy nhiên, theo VWS, do

lượng rác thải từ thành phố chưa phân loại tại nguồn nên cản trở cho công tác làm phân. Hiện nay chỉ hoạt động với công suất 10 tấn compost/ngày, chi phí bảo dưỡng trang thiết bị xưởng sản xuất phân vào khoảng 560,7 triệu đồng. Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ làm phân compost như sau:

Bảng 1.27 Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ làm phân compost

Điểm đánh giá	**Chi phí vận hành (triệu đồng/tấn/năm)**	
	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	Chi phí nguyên vật liệu
1	> 550.000	> 550.000
2	> 450.000 - ≤ 550.000	> 450.000 - ≤ 550.000
3	> 350.000 - ≤ 450.000	> 350.000 - ≤ 450.000
4	> 230.000 - ≤ 350.000	> 230.000 - ≤ 350.000
5	≤ 230.000	≤ 230.000

c) Công nghệ đốt rác phát điện

Nhà máy đố rác phát điện Nam Sơn chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị là 1.817 triệu đồng, chi phí nguyên vật liệu là 254 triệu đồng [105]. Nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ chi phí cho vận hành máy móc thiết bị sản xuất (bao gồm cả chi phí cho hệ thống xử lý kỹ thuật đi kèm) 567 tỷ đồng. Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ đốt rác phát điện như sau:

Bảng 1.28 Thang đo đánh giá chi phí vận hành cho công nghệ đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	**Chi phí vận hành (triệu đồng/tấn/năm)**	
	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	Chi phí nguyên vật liệu
1	> 550.000	> 550.000
2	> 450.000 - ≤ 550.000	> 450.000 - ≤ 550.000
3	> 350.000 - ≤ 450.000	> 350.000 - ≤ 450.000
4	> 230.000 - ≤ 350.000	> 230.000 - ≤ 350.000
5	≤ 230.000	≤ 230.000

1.5.2.3 Doanh thu/lợi ích

Một số công nghệ xử lý CTRSH có thể tạo ra được các sản phẩm để cung cấp cho xã hội như đốt rác phát điện, chôn lấp có thu hồi khí cho phát điện, sản xuất phân

compost từ chất thải rắn, tái chế có thể tái sử dụng lại hoặc tái chế tạo ra sản phẩm mới không gây độc hại cho con người và môi trường.

Thang đo về doanh thu/lợi ích nghiên cứu không thu thập được số liệu cụ thể từ các nhà máy xử lý, nên thông số không thể định lượng trực tiếp được bằng các số liệu cụ thể, mà áp dụng phương pháp đánh giá định tính và tiêu chuẩn hóa để quy đổi những thông tin đó thành thang điểm bằng cách sử dụng các tiêu chí rõ ràng và hợp lý. Thang đo dựa vào:

- Xác định tiêu chí đánh giá: Xác định các yếu tố ảnh hưởng chính đến chỉ số cần đánh giá. Ví dụ, đối với doanh thu từ bán sản phẩm, các yếu tố có thể bao gồm: tiềm năng thị trường, giá trị sản phẩm, tính ổn định của nhu cầu, khả năng cạnh tranh, và tính chất của thị trường mục tiêu.

- Gán điểm định tính: Phân loại các yếu tố thành các mức độ như “Rất cao”, “Cao”, “Trung bình”, “Thấp”, và “Rất thấp”, và gán điểm cho từng mức độ tương ứng.

- Áp dụng phương pháp đánh giá chuyên gia: Mời các chuyên gia trong lĩnh vực liên quan đánh giá các tiêu chí dựa trên kinh nghiệm và hiểu biết của họ. Các ý kiến này có thể tổng hợp để cho ra một điểm số trung bình.

* Doanh thu/lợi ích cho từ bán sản phẩm điện

Sản lượng điện từ nhà máy đốt rác phát điện so với tổng sản lượng điện của Việt Nam là rất nhỏ, do đó có thể giả định giá điện không chịu ảnh hưởng bởi sản lượng của nhà máy. Thông thường, lợi ích xã hội từ bán điện sẽ trùng khớp với doanh thu bán điện của nhà máy. Sản lượng điện năng sản xuất thực tế của nhà máy đốt rác phát điện Nam Sơn là 1,93 MWh/ngày, doanh thu từ bán điện mỗi năm là 1,49 tỷ đồng/năm, đây cũng là lợi ích mà nhà máy mang lại cho xã hội [105].

Quyết định số 31/2014/QĐ-TTg về cơ chế hỗ trợ phát triển các dự án phát điện sử dụng chất thải rắn tại Việt Nam, giá điện thu mua từ dự án phát điện đốt chất thải rắn trực tiếp là 2.114 đồng/kWh [117]. Giá điện này nghiên cứu giả định là giá bán điện cho nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ. Sau hơn ba năm hoạt động, phát điện với

hơn 150.000 kWh/ngày và đã đấu nối vào lưới điện quốc gia. Như vậy doanh thu từ bán điện là 115 tỷ đồng/năm cũng là lợi ích xã hội mà dự án mang lại, thang đo đánh giá doanh thu bán điện như sau:

Bảng 1.29 Thang đo đánh giá doanh thu bán điện

Điểm đánh giá	**Doanh thu bán điện (triệu đồng/tấn rác)**
1	Rất thấp
2	Thấp
3	Vừa phải
4	Cao
5	Rất cao

* Doanh thu/lợi ích cho từ bán phân

Công nghệ làm phân compost sản xuất phân bón hữu cơ thích hợp cho việc bổ sung dưỡng chất cho đất chiếm khoảng 50% tổng lượng rác thải xử lý, một phần khác mất đi do quá trình bay hơi. Phân compost có chất lượng tốt khoảng 30% tổng sản lượng của sản phẩm cuối cùng. Sản lượng phân hữu cơ sản xuất được của nhà máy sản xuất phân compost Cầu Diễn rất ít nên có thể giả định giá phân hữu cơ không chịu ảnh hưởng bởi sản lượng của nhà máy. Lợi ích xã hội từ sản xuất phân hữu cơ của nhà máy chính là doanh thu bán phân hữu cơ của nhà máy. Giá bán phân compost Cầu Diễn là 750.000 đồng/tấn [105].

Doanh thu từ bán phân của khu xử lý rác Đa Phước rất ít so với chi phí đầu tư, thực tế công suất hoạt động của nhà máy đạt rất thấp, lượng phân hàng ngày chỉ đạt 10% so với công suất thiết kế (100 tấn/ngày), chỉ 10 tấn/ngày. Tuy công nghệ sản xuất phân tiên tiến từ sự chuyển giao công nghệ của Mỹ nhưng đầu ra cho phân vi sinh từ xử lý rác thải này vẫn còn gặp rất nhiều khó khăn. Tuy có giá thành rẻ hơn các loại phân khác trên thị trường (khoảng 1.200 đồng/kg) nhưng phân compost lại chưa có quy định về các hàm lượng trong phân nên chưa thể đăng ký nhãn mác cũng là điều khó khăn để tiếp cận thị trường. Thang đo đánh giá doanh thu bán phân như sau:

Bảng 1.30 Thang đo đánh giá doanh thu bán phân

Điểm đánh giá	Doanh thu bán phân (triệu đồng/tấn rác)
1	Rất thấp
2	Thấp
3	Vừa phải
4	Cao
5	Rất cao

1.5.3 Chuẩn hóa nhóm chỉ thị trên chỉ số xã hội

1.5.3.1 Tạo việc làm

* Công nghệ chôn lấp, làm phân compost, đốt rác phát điện

- Cơ hội việc làm cho người dân địa phương

Khi bãi rác Đa Phước đặt tại liên ấp 1-2, xã Đa Phước, huyện Bình Chánh vào năm 2007 đã đem lại cơ hội việc làm cho người dân địa phương. Mỗi ngày có gần 5.000 tấn rác thải đổ về nên số lượng người dân làm việc rất lớn. Trong ngổn ngộn rác mà ai cũng né tránh và bỏ đi ấy lại là nơi mà những người dân, cần mẫn làm việc. Tại thời điểm điều tra tháng 12 năm 2022, số lượng người dân địa phương lao động tự do làm việc ở bãi chôn lấp Đa Phước vào khoảng hơn 100 người lao động tự do (nhặt rác) và số lượng công nhân viên của khu xử lý là 39 người (điều hành, vận chuyển, thu gom, phân loại,...). Công việc ở đây không chỉ có nam giới, những người có sức khỏe mà còn có cả phụ nữ, thậm chí có những chị em đã gắn bó với nghề thu gom này tới trên chục năm. Phần lớn lao động địa phương làm ở bãi chôn lấp là những người dân thất nghiệp, công việc nhặt rác kiếm sống hàng ngày. Tuy số lượng lao động không nhiều so với lượng rác, trung bình 01 tấn rác cần 0,5 người làm, nhưng cũng giải quyết phần nào cho việc thu gom, phân loại.

- Thu nhập của người lao động

Kết quả chung của khá nhiều nghiên cứu xoay quanh nguồn sống từ bãi chôn lấp trên thế giới đều cho thấy lương của công nhân thu gom và tiền thu được từ nhặt rác thời vụ là tương đối thấp [118]. Thu nhập trung bình của người lao động ước tính là

5.700.000 VNĐ/người/tháng tại khu xử rác Đa Phước bán phế liệu.

Nhà máy đốt rác phát điện không chỉ giải quyết lượng rác thải mà có tác động tích cực trong việc giải quyết việc làm tại địa phương, nhà máy còn tạo thêm cơ hội việc làm mới trong lĩnh vực môi trường cho nguồn lao động của thành phố, tạo cơ hội tiếp cận công nghệ tiên tiến cho nguồn nhân lực trẻ của địa phương. Nhà máy sẽ ưu tiên sử dụng nhân lực tại địa phương, đồng thời có kế hoạch cụ thể để đào tạo đội ngũ nhân viên trong nước có trình độ chuyên môn cao để từng bước làm chủ công nghệ và vận hành nhà máy.

Nhà máy đốt rác phát điện Đà Nẵng cần lao động là 53 người. Ngoài ra, các công việc trong nhà ăn, bảo vệ, công tác chăm sóc cây xanh... khoảng 70 người, sẽ thuê công ty địa phương phụ trách, lao động đều là người dân địa phương. Nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ: nhân sự và vận hành 65 người (Ban quản lý, ban phụ trách kỹ thuật, kế toán hành chính, bộ phận bảo vệ, công nhân làm việc trong nhà máy).

Dựa vào số nhân công làm việc và mức thu nhập tại bãi chôn lấp Đa Phước, các nhà máy đốt rác phát điện, nghiên cứu đưa ra thang đo mức độ được quy điểm từ 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá, thể hiện trong Bảng 1.31.

Bảng 1.31 Thang đo đánh giá mức thu nhập và số lượng công nhân làm việc tại bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	**Mức thu nhập (triệu đồng/tháng)**	**Số lượng công nhân (người/tấn)**
1	Hoàn toàn không hài lòng	Rất thiếu
2	Không hài lòng	Thiếu
3	Bình thường	Vừa đủ
4	Hài lòng	Đủ
5	Rất hài lòng	Dư

1.5.3.2 Sự chấp nhận của công chúng

a) Công nghệ chôn lấp

Việc chôn lấp có tác động tiêu cực đến môi trường xung quanh. Tác nhân chủ yếu là mùi hôi thối phát tán trên diện rộng, gây nên ảnh hưởng lớn đến đời sống của cư dân

quanh vùng, dẫn đến phản ứng mạnh mẽ từ người dân. Đến nay, các nhà khoa học vẫn bảo lưu quan điểm về những hạn chế của bãi rác Đa Phước nhất là về mặt vị trí. Trong quy hoạch Thành phố Hồ Chí Minh đang phát triển đô thị về phía Đông Nam ở khu quận 7, Nhà Bè nhưng lại để bãi chôn lấp lớn ngay đầu hướng gió biển. Với hướng gió này, một phần khu vực quận 7, các khu vực có mật độ dân cư đông thuộc các xã trên các địa bàn lân cận sẽ chịu ảnh hưởng. Hơn nữa, đây là bãi rác cho phép chiều cao chôn lấp là khá lớn. Hiện nay, bãi chôn lấp này đã đạt chiều cao 25m và sẽ đạt chiều cao chuẩn 40m theo thiết kế mới. Chiều cao lớn của bãi chôn lấp sẽ tạo điều kiện cho việc lan truyền các chất ô nhiễm đi xa hơn, gây ảnh hưởng đến các khu cao tầng thuộc quận 7, huyện Nhà Bè và Bình Chánh.

Suốt 15 năm bãi rác đi vào hoạt động, người dân Đa Phước và các xã lân cận liên tục gửi kiến nghị về tình trạng ô nhiễm môi trường quanh bãi chôn lấp Đa Phước. Tình trạng hôi thối nồng nặc. Trong đầu tháng 10/2016 cư dân Nam Sài Gòn vừa gửi đơn kiến nghị lên Đại biểu Quốc hội quận 7 về vấn đề phát sinh ô nhiễm mùi của bãi chôn lấp Đa Phước đến các khu vực dân cư xung quanh. Năm 2015 nhiều khu đô thị ở Nam Sài Gòn như Phú Mỹ Hưng và các cư dân khu Era Town, Hoàng Anh Gia Lai, Hoàng Anh An Tiến, New Sài Gòn... phản ánh bị ảnh hưởng bởi mùi hôi từ rác thải. Trình trạng phát tán mùi diện rộng xảy ra nhiều năm và đặc biệt nghiêm trọng trong năm 2016.

Theo Lương Văn Việt, phần trăm xuất hiện cấp mùi theo ranh phường xã cho thấy các xã Nhơn Đức, Phước Kiển và Phước Lộc là các địa phương có giá trị trung bình về phần trăm xuất hiện cấp mùi là cao nhất [102]. Kết quả này hoàn toàn phù hợp khi đi khảo sát các hộ gia đình cho 03 khu vực xã Phước Lộc, Phước Kiển và Nhơn Đức (huyện Nhà Bè) vào tháng 12 năm 2022. Việc khảo sát tại những khu vực này cho thấy mùi hôi thường xuất hiện vào các thời điểm 8-10 giờ, 12-14 giờ, 16-19 giờ trong các ngày khảo sát từ 03/12 đến 10/12. Ngoài ra vào tháng 12 khi gió đông bắc hoạt động với cường độ trung bình đến mạnh trên khu vực biển Nam bộ nên khu vực huyện Bình Chánh cũng bị ảnh hưởng mùi từ bãi rác. Cũng theo người dân xung quanh khu vực bãi chôn lấp thì mùi hôi xuất hiện thỉnh thoảng bốc lên 3-5 ngày/lần. Mùi hôi

thối bốc mùi theo từng thời điểm không nhất định tùy thuộc vào luồng gió, khoảng 1h đến 2h và đặc biệt lúc trời chuyển mưa thì cảm nhận mùi hôi từ bãi rác rất nồng nặc và vô cùng khó chịu.

Kết quả thống kê về phần trăm xuất hiện cấp mùi cho xã Đa Phước và Nhơn Đức cho thấy 100% trong tổng số phiếu điều tra mọi người đều cảm thấy khó chịu do mùi của các hoạt động tại bãi chôn lấp Đa Phước phát sinh ra và tùy nơi thì người dân có cảm nhận được mức độ ô nhiễm mùi khác nhau [102]. Cư dân Nam Sài Gòn, xã Nhơn Đức, Phước Kiển và Phước Lộc đều đã làm đơn khởi kiện vì mùi hôi bãi chôn lấp Đa Phước.

b) Công nghệ làm phân compost

Quá trình làm phân compost của khu xử lý rác Đa Phước thì công suất sản xuất phân hiện nay rất ít chỉ đáp ứng 10% so với công suất thiết kế (100 tấn/ngày). Khảo sát tại khu sản xuất thì ảnh hưởng của làm phân là không đáng kể và rất khó xác định. Do đó, trong trường hợp này nghiên cứu giả định số vụ kiện giống mức ô nhiễm tại bãi chôn lấp.

c) Đốt rác phát điện

Hàng trăm người dân ở gần khu vực bãi rác quận Ô Môn, Thành phố Cần Thơ - một trong những bãi rác lớn nhất ở Cần Thơ, đã chặn xe chở rác vì bãi rác bốc mùi gây ảnh hưởng đến cuộc sống của người dân. Trước áp lực rác thải, Thành phố Cần Thơ đã xây dựng một nhà máy đốt rác phát điện. Kể từ khi đi vào hoạt động cuối năm 2018, nhà máy đã xử lý 400 tấn rác/ngày (khoảng 70% lượng rác thải hàng ngày của Cần Thơ), đồng thời tạo ra hơn 170 nghìn kWh điện/ngày. Tuy nhiên, nhà máy đã vấp phải sự phản đối của người dân địa phương. Người dân cho rằng khoảng cách từ vị trí xây dựng nhà máy đến khu dân cư, trường học quá gần, không bảo đảm quy định và lo ngại nhà máy sẽ gây ô nhiễm môi trường trong quá trình vận chuyển, lưu trữ, xử lý. Do đó, để đánh giá số lượng vụ kiện phát sinh hằng năm tại các bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác phát điện, một thang điểm đánh giá cụ thể được thiết lập như sau:

Bảng 1.32 Thang đo đánh giá số vụ kiện tại bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	**Số vụ kiện trong năm (số vụ/năm)**
1	> 50
2	> 30 - ≤ 40
3	> 20 - ≤ 30
4	> 10 - ≤ 20
5	≤ 10

1.5.3.3 Chính sách

Việc xử lý CTRSH theo Điều 78 Luật Bảo vệ môi trường 2020 [2] qui định Nhà nước khuyến khích và có chính sách ưu đãi đối với tổ chức, cá nhân tham gia đầu tư và cung cấp dịch vụ xử lý CTRSH; Khuyến khích đồng xử lý CTRSH. Theo đó**,** Nghị định 08/NĐ-CP hướng dẫn thi hành Luật Bảo vệ môi trường đã quy định chi tiết danh mục hoạt động bảo vệ môi trường được ưu đãi, hỗ trợ [2]. Theo đó nhóm dự án đầu tư ngành nghề thu gom, xử lý, tái chế hoặc tái sử dụng chất thải rắn sẽ được ưu đãi và hỗ trợ từ nhà nước**.** Lợi ích của các nhà máy xử lý rác thể hiện ở việc được hưởng chính sách ưu đãi, hỗ trợ của nhà nước khi tham gia cung cấp dịch vụ môi trường, mức hỗ trợ cho xử lý và hỗ trợ bán sản phẩm từ phân, điện.

Ngân sách nhà nước chi cho hoạt động quản lý CTRSH tại các nguồn phát sinh, thu gom trên đường phố, trung chuyển và vận chuyển, xử lý, quét dọn và vệ sinh đường phố, nơi công cộng ngày càng tăng [100]. Chẳng hạn, theo số liệu thống kê của một số tỉnh, số tiền phân bổ cho tỉnh Hậu Giang tăng từ 24 tỷ đồng năm 2013 đến 29,3 tỷ đồng năm 2019, tỉnh Bến Tre từ 22,5 tỷ đồng năm 2014 đến 66,8 tỷ đồng năm 2018. Nguồn kinh phí sự nghiệp môi trường tăng dần hàng năm từ 6.230 tỷ đồng năm 2010 đến 11.400 tỷ đồng năm 2015 [119].

a) Công nghệ chôn lấp và làm phân compost

Từ những năm 2007, chính sách trợ giá xử lý rác đã được áp dụng tại Thành phố Hồ Chí Minh, điển hình: Năm 2007, giá xử lý rác ngân sách của thành phố chi trả là 16,4 USD/tấn; Năm 2013, là 19,009 USD/tấn; Năm 2016, là 21,1 USD/tấn; Năm 2020, là

23 USD/tấn cho công nghệ xử lý chôn lấp, tái chế và làm phân. Công nghệ tùy thuộc vào dự án đầu tư. Căn cứ vào mức hỗ trợ cho xử lý rác (thu gom, vận chuyển, xử lý tại bãi chôn lấp) như đã nêu ở trên vào khoảng 350.000 – 550.000 đồng/tấn, thang đo được quy điểm từ 1 đến 5 cho sự đánh giá như sau:

Bảng 1.33 Thang đo đánh giá chính sách hỗ trợ xử lý rác và bán phân cho công nghệ chôn lấp và làm phân compost

Điểm đánh giá	**Hỗ trợ xử lý rác (đồng/tấn)**	**Hỗ trợ bán phân (đồng/tấn)**
1	≤ 230.000	≤ 230.000
2	> 230.000 – ≤ 350.000	> 230.000 – ≤ 350.000
3	> 350.000 – ≤ 450.000	> 350.000 – ≤ 450.000
4	> 450.000 – ≤ 550.000	> 450.000 – ≤ 550.000
5	> 550.000	> 550.000

b) Công nghệ đốt rác phát điện

Quyết định số 31/2014/QĐ-TTg ngày 05/5/2014 của Thủ tướng Chính phủ về cơ chế hỗ trợ phát triển dự án phát điện sử dụng chất thải rắn tại Việt Nam, ngoài quy định về trách nhiệm mua điện từ các dự án phát điện sử dụng chất thải rắn còn có qui định về hỗ trợ giá điện [117]. Giá hỗ trợ 0,05 US cent/kWh đối với công nghệ thiêu đốt với thời hạn của hợp đồng mua điện là 20 năm. Theo đó, Nghị định 08/NĐ-CP đối với doanh nghiệp xử lý và tiêu hủy chất thải rắn nếu áp dụng 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 tại Quỹ Bảo vệ môi trường với lãi suất ưu đãi tối đa không quá 50% mức lãi suất tín dụng đầu tư của nhà nước do cơ quan có thẩm quyền công bố tại thời điểm cho vay, tổng mức vay vốn không quá 80% tổng mức đầu tư xây dựng công trình; được ưu tiên hỗ trợ sau đầu tư từ nguồn chênh lệch thu chi hàng năm. Điều này cho thấy Chính phủ rất quan tâm đến việc bảo vệ môi trường và khuyến khích phát triển công nghệ xử lý rác hiện đại.

Tại Thành phố Hồ Chí Minh, UBND Thành phố cũng đã phê duyệt đơn giá xử lý rác cho Vietstar là 546.166 đồng (gồm cả 10% thuế). Mức giá này được áp dụng cho cả công đoạn tích hợp gồm sản xuất compost, tái chế và đốt rác phát điện khi nhà máy đi

vào vận hành. Ngoài việc ngân sách Thành phố phải trả khoản tiền xử lý rác trên, Vietstar sẽ được hưởng trọn phần điện được bán lên lưới với giá 10,05 cent/kWh (khoảng 2.114 đồng/kWh, đây là mức giá chung cho các dự án đốt rác phát điện trực tiếp khác). Với công suất phát điện lên đến 35MW, khoản tiền thu được từ việc bán điện là không nhỏ. Tuy nhiên, khi khảo sát tại nhà máy thì đại diện Vietstar cho rằng sở dĩ công ty được hưởng hoàn toàn số tiền thu được từ việc bán điện là do chi phí xây dựng, quỹ đất để xây dựng nhà máy là do công ty tự đầu tư. Thang đo đánh giá chính sách hỗ trợ bán điện cho công nghệ đốt rác phát điện như sau:

Bảng 1.34 Thang đo đánh giá chính sách hỗ trợ bán điện cho công nghệ đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	**Hỗ trợ bán điện (đồng/kWh)**
1	1.000
2	1.500
3	2.000
4	2.500
5	3.000

1.5.3.4 Sức khỏe cộng đồng

Điều tra, khảo sát khu vực gần bãi rác là xã Đa Phước của huyện Bình Chánh và nơi xa bãi rác là xã Phước Kiển của huyện Nhà Bè về tình hình sức khỏe của người dân bị tác động các chất ô nhiễm phát sinh từ bãi chôn lấp Đa Phước. Trên địa bàn xã Đa Phước được chia thành 05 ấp, dân cư phân bố không đồng đều, dân số năm 2021 là 28.349 người. Trên địa bàn xã Phước Kiển có 05 ấp, 07 chung cư, có 16.536 hộ với 52.543 nhân khẩu. Không giống khu vực dân cư cao cấp Phú Mỹ Hưng, người dân trên đường Lê Văn Lương, xã Phước Kiển, huyện Nhà Bè không thể chọn cách đóng kín cửa, bật điều hòa khi mùi rác xộc tới là do khu vực khảo sát hầu hết cư dân là người lao động, công nhân công trình. Khu vực các chung cư cao cấp Hoàng Anh An Tiến, New Sài Gòn đều bị tình trạng tương tự. Kết quả của khảo sát cho thấy xã Phước Kiển có đến 82,35% số người bị các bệnh ho, viêm họng, viêm mũi dị ứng, hen phế quản, trong khi đó số người bị các bệnh gần đều nhau tại xã Đa Phước, viêm mũi dị ứng có tỷ lệ % cao nhất 21,51%.

Bảng 1.35 Số người bị mắc bệnh tại hai xã Phước Kiển và Đa Phước

Bệnh liên quan đến ô nhiễm	Xã Phước Kiển		Xã Đa Phước	
	Số người mắc bệnh	Tỷ lệ (%)	Số người mắc bệnh	Tỷ lệ (%)
Ho	47	18,43	62	18,51
Viêm họng	53	20,78	56	16,71
Viêm mũi dị ứng	66	25,89	72	21,51
Hen phế quản	44	17,25	55	16,41
Bệnh ngoài da	15	5,9	46	13,73
Mắt	30	11,75	44	13,13
Tổng cộng	**255**	**100,00**	**335**	**100,00**

Nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ nằm trong qui hoạch của trung tâm xử lý chất thải rắn xã Trường Xuân, huyện Thới Lai, Thành phố Cần Thơ, dân số 126.842 người. Khoảng cách từ nhà dân gần nhất khoảng 750m về hướng Đông Bắc. Tuyến đường vận chuyển nguyên vật liệu đi qua tuyến Bà Đầm, đối diện hộ dân sinh sống nên ảnh hưởng sức khỏe người dân, bụi trong quá trình vận chuyển, mùi hôi từ các xe chở rác.

Quá trình hoạt động của nhà máy mỗi ngày phát sinh từ 8 đến 10 tấn tro bay, do đó khu vực lưu chứa tạm thời tro bay đã quá tải từ tháng 5/2019, lưu giữ 1.500 tấn tro bay, hiện tro bay đang để lộ thiên ngoài trời. Việc quản lý tro bay không hợp lý, xử lý tro bay không hợp kỹ thuật vệ sinh sẽ dẫn đến ô nhiễm môi trường đất, nước, không khí và ảnh hưởng tới sức khỏe cộng đồng. Do điều kiện ở xa chưa điều tra được số liệu cụ thể ảnh hưởng của nhà máy đến sức khỏe của người dân khu vực xung quanh nhà máy, nên trong xác định mức thang đo ảnh hưởng của nhà máy đến sức khỏe người dân, nghiên cứu giả định số người bị ảnh hưởng tương tự bãi chôn lấp và làm phân.

Căn cứ vào kết quả khảo sát, xác định thang đo số người bị bệnh về đường hô hấp, về da, ... được quy điểm từ 1 đến 5 để làm thước đo cho sự đánh giá như sau:

Bảng 1.36 Thang đo đánh giá số người bị ảnh hưởng đến sức khỏe tại bãi chôn lấp và nhà máy đốt rác phát điện

Điểm đánh giá	Số người bị ảnh hưởng (người/năm)
1	> 2.000
2	> 1.500 – ≤ 2.000
3	> 1.000 – ≤ 1.500
4	> 500 – ≤ 1.000
5	≤ 10

1.5.4 Tổng quan về phương pháp tính toán trong bộ tiêu chí

Trong nghiên cứu của Nguyễn Minh Thu (2013), phương pháp tính số bình quân được đánh giá là thích hợp để tính toán chỉ số thành phần và chỉ số tổng hợp. Phương pháp này giúp cân bằng và điều chỉnh sự chênh lệch giữa các trị số chỉ số, từ đó cung cấp một giá trị đại diện cho vấn đề nghiên cứu [110].

Công thức tính số bình quân có nhiều dạng khác nhau, bao gồm bình quân cộng giản đơn (không trọng số), bình quân cộng gia quyền (có trọng số), bình quân nhân giản đơn và bình quân nhân gia quyền [120].

Để đảm bảo sự phát triển toàn diện và hài hòa trên ba phương diện môi trường, kinh tế và xã hội, các dữ liệu được chuẩn hóa trên thang điểm từ 1 đến 5, do đó công thức bình quân cộng giản đơn (không trọng số) được lựa chọn để tính toán các chỉ số thành phần và chỉ số tổng hợp trong phương pháp chuẩn hóa. Phương pháp này đơn giản, dễ thực hiện và thuận tiện trong áp dụng [110].

Tiểu kết chương 1

Dựa trên tổng quan tình hình nghiên cứu về quản lý CTRSH trên thế giới, tại Việt Nam và đặc biệt là tại Thành phố Hồ Chí Minh, có thể đưa ra một số nhận xét như sau:

a) Những vấn đề được kế thừa trong nghiên cứu này

- Kinh nghiệm quốc tế: Nghiên cứu có thể kế thừa các kinh nghiệm từ các quốc gia phát triển về hệ thống phân loại rác tại nguồn, chính sách khuyến khích tái chế và

công nghệ xử lý hiện đại như đốt rác phát điện và tái chế tiên tiến. Những thành tựu này có thể áp dụng cho Việt Nam trong việc nâng cao hiệu quả quản lý và xử lý CTRSH.

- Hạn chế và thách thức trong nước: Nghiên cứu cũng kế thừa các phân tích về những hạn chế và thách thức trong hệ thống quản lý CTRSH tại Việt Nam, đặc biệt là tại các đô thị lớn như Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Các thách thức này bao gồm việc chôn lấp chiếm tỷ lệ lớn, phân loại tại nguồn chưa đồng bộ, và cơ sở hạ tầng, công nghệ xử lý rác còn hạn chế.

- Tổng hợp mô hình quản lý hiện tại: Việc tổng hợp các mô hình quản lý CTRSH từ các địa phương trong nước giúp nghiên cứu hiểu rõ hơn về tình trạng thực tế, những điểm mạnh và những lỗ hổng cần cải thiện trong hệ thống quản lý CTRSH.

b) Những vấn đề cần được nghiên cứu tiếp theo trong luận án

- Phân tích lỗ hổng công nghệ và quy trình: Nghiên cứu cần tập trung vào việc phân tích các lỗ hổng trong công nghệ xử lý hiện tại tại Thành phố Hồ Chí Minh, đặc biệt là việc thiếu sự đồng bộ và tỷ lệ ứng dụng thấp của các công nghệ hiện đại như đốt rác phát điện. Việc đánh giá sâu hơn về nguyên nhân của những lỗ hổng này sẽ giúp đưa ra các giải pháp cải thiện hiệu quả.

- Phát triển mô hình quản lý linh hoạt: Một hướng nghiên cứu quan trọng là xây dựng mô hình quản lý CTRSH linh hoạt, có khả năng tích hợp công nghệ tiên tiến và thích ứng với điều kiện kinh tế, xã hội và môi trường của Thành phố Hồ Chí Minh. Điều này bao gồm việc đề xuất các chính sách khuyến khích tái chế và hạn chế chôn lấp.

- Xây dựng bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý: Một nhiệm vụ quan trọng là phát triển một bộ tiêu chí để lựa chọn công nghệ xử lý phù hợp với điều kiện cụ thể của Thành phố Hồ Chí Minh. Bộ tiêu chí này cần được xây dựng dựa trên các yếu tố như hiệu quả môi trường, hiệu quả kinh tế, và tính khả thi thực tế.

Nghiên cứu này không chỉ nhằm lấp đầy những lỗ hổng trong mô hình quản lý hiện tại mà còn đóng góp vào việc xây dựng các giải pháp bền vững, phù hợp với điều kiện thực tế của Thành phố Hồ Chí Minh.

Chương 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Cơ sở lý luận xây dựng bộ tiêu chí

Bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH được xây dựng dựa trên cơ sở lý luận về xây dựng bộ tiêu chí theo khung cấu trúc DPSIR và tổng quan các nghiên cứu đã tổng hợp trong chương 1. Bên cạnh đó hệ thống các văn bản, tài liệu liên quan cũng được vận dụng, bao gồm:

- Mô hình DPSIR *(Driving force – Pressure – State – Impact – Response)* làm nền tảng cho tiếp cận của đề tài Luận án với các biện dẫn về *Driving force* – xu hướng gia tăng tất yếu về đô thị hóa – công nghiệp hóa và dòng nguyên vật liệu từ hoạt động sản xuất, phát triển kinh tế - xã hộ; *Pressure* – áp lực phát sinh CTRSH ngày càng tăng và giải pháp quản lý bền vững; *State* – hiện trạng và thách thức về hạ tầng của hệ thống quản lý CTRSH tại Tp.HCM; *Impact* – các tác động tiêu cực khó đảo chiều của mô hình và hệ thống quản lý CTRSH kém hiệu quả, không bền vững; và *Responses* – Cách thức quản lý, kiểm soát cho vấn đề CTRSH mang tính tổng thể và bền vững.

- Hệ thống tiêu chí phát triển bền vững theo Agenda 21 là chương trình hành động toàn cầu được thông qua tại Hội nghị Thượng đỉnh Trái Đất (Rio de Janeiro, 1992) nhằm hướng tới phát triển bền vững. Chương trình này đưa ra các nguyên tắc và tiêu chí quan trọng, trong đó có:

+ Quản lý bền vững tài nguyên và môi trường: Khuyến khích giảm thiểu chất thải, tái sử dụng và tái chế nhằm giảm ô nhiễm.

+ Phát triển kinh tế bền vững: Thúc đẩy công nghệ xanh trong quản lý chất thải để cân bằng giữa tăng trưởng kinh tế và bảo vệ môi trường.

+ Phát triển xã hội bền vững: Tăng cường vai trò của cộng đồng và doanh nghiệp trong quản lý chất thải đô thị.

+ Thể chế và quản trị bền vững: Hoàn thiện hệ thống chính sách và pháp luật để

đảm bảo sự phối hợp hiệu quả giữa các cơ quan quản lý nhà nước và khu vực tư nhân trong quản lý CTRSH.

- Bộ tiêu chí đánh giá công tác bảo vệ môi trường cấp tỉnh được Bộ TN&MT ban hành tại quyết định 2782/QĐ-BTNMT [88]. Bộ tiêu chí này do Bộ TN&MT ban hành nhằm đánh giá mức độ thực hiện công tác bảo vệ môi trường tại các tỉnh, thành phố. Một số tiêu chí liên quan đến quản lý CTRSH bao gồm:

+ Tỷ lệ thu gom và xử lý CTRSH đạt yêu cầu môi trường.

+ Mức độ áp dụng công nghệ tiên tiến trong xử lý chất thải.

+ Hiệu quả thực thi các chính sách, quy hoạch về bảo vệ môi trường trong quản lý CTRSH.

+ Tỷ lệ CTRSH được tái chế, tái sử dụng thay vì chôn lấp.

- Tài liệu hướng dẫn lựa chọn công nghệ trong quản lý chất thải rắn bền vững tại Thành phố Hồ Chí Minh [83].

+ Tiêu chí lựa chọn công nghệ: Dựa trên hiệu quả xử lý, chi phí đầu tư, tác động môi trường và tính khả thi trong điều kiện đô thị.

+ Phân loại công nghệ xử lý: Chôn lấp hợp vệ sinh, đốt rác phát điện, ủ compost, khí hóa plasma…

+ Mô hình tích hợp: Kết hợp nhiều công nghệ để tối ưu hóa quản lý chất thải.

+ Định hướng phát triển: Giảm tỷ lệ chôn lấp, tăng tỷ lệ tái chế và tận dụng chất thải làm nguồn tài nguyên.

- Bộ tiêu chí môi trường quốc gia theo Thông tư số 43/2015/TT-BTNMT của Bộ TN&MT [87]. Thông tư này quy định các tiêu chí môi trường quốc gia, trong đó có các tiêu chí liên quan đến CTRSH:

+ Tỷ lệ CTRSH được xử lý bằng công nghệ thân thiện môi trường.

+ Tỷ lệ chất thải tái chế, tái sử dụng và thu hồi năng lượng.

+ Chỉ tiêu về phát thải từ các cơ sở xử lý chất thải (khí thải, nước thải, bùn thải).

+ Quy định về quy hoạch và quản lý khu xử lý CTRSH tập trung.

- Căn cứ điều 72, 75 và 78 luật BVMT 2020 yêu cầu chung về quản lý CTRSH, CTRSH được xử lý bằng công nghệ phù hợp, đáp ứng quy chuẩn môi trường [2].

+ Điều 72: Quy định về phân loại CTRSH tại nguồn, yêu cầu thu gom, vận chuyển và xử lý đảm bảo vệ sinh môi trường.

+ Điều 75: Khuyến khích tái chế, tái sử dụng và xử lý chất thải theo hướng giảm thiểu chôn lấp.

+ Điều 78: Yêu cầu các cơ sở xử lý chất thải phải áp dụng công nghệ đạt quy chuẩn môi trường.

Từ kết quả phân tích tổng hợp các tài liệu trên, luận án đề xuất bộ tiêu chí để lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH là một tập hợp các chỉ số quan trọng phản ánh các vấn đề về ô nhiễm, các mức chi phí và đời sống của người dân dựa trên 03 khía cạnh môi trường, kinh tế, xã hội.

- Chỉ số môi trường được xây dựng phù hợp với một số nghiên cứu về lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH của Việt Nam và thế giới. Chỉ số môi trường kiểm soát khí thải tránh phát thải khí nhà kính, furan, kim loại nặng và các tác động ô nhiễm không khí, nguồn nước từ nhà máy xử lý [72]. Chỉ số môi trường được chia ra thành các chỉ thị khác nhau, các chỉ thị này cần được xem xét trong việc đánh giá tính ổn định của hệ thống, điển hình nghiên cứu của Nhật về bộ chỉ số môi trường cho quản lý CTRSH đó là ô nhiễm không khí và nước, tiếp xúc với mầm bệnh, sử dụng đất, bao phủ, tiếng ồn và bụi cho công nghệ phân hủy kỵ khí, làm phân, thiêu hủy và chôn lấp [73].

- Chỉ số kinh tế là một phần quan trọng của việc lập kế hoạch chiến thuật và chương trình đầu tư cho bất kỳ cơ sở xử lý chất thải nào. Việc ước tính vốn đầu tư sơ bộ đòi hỏi chi phí vận hành và bảo trì dài hạn liên quan đến các hoạt động quản lý chất thải

khác nhau. Nó cũng sẽ bao gồm việc đánh giá mức độ sẵn sàng của công chúng và khả năng chi trả cho dịch vụ. Chỉ số kinh tế trong công nghệ xử lý phải tính đến doanh thu từ hoạt động quản lý chất thải như phục hồi năng lượng (bán điện), hoặc tiền bán sản phẩm từ ủ phân compost [75].

- Chỉ số xã hội thường được xác định bởi các đặc điểm xã hội và thái độ của người dân. Biết rằng các chiến dịch, biện pháp giáo dục và nhận thức của cộng đồng ảnh hưởng tích cực đến cách tiếp cận của con người đối với chất thải. Chỉ số này hỗ trợ mục đích cải thiện điều kiện làm việc, thu nhập và khả năng tiếp cận các dịch vụ xã hội, đồng thời đánh giá từng phương án, sự chấp nhận của cộng đồng rất quan trọng trong việc thiết lập chính sách hoặc lập kế hoạch, có thể thúc đẩy khả năng chấp nhận của cộng đồng địa phương, giải pháp thay thế không gây ra các tác động tiêu cực đến chất lượng cuộc sống [74]. Chỉ số xã hội còn thể hiện văn hóa của cộng đồng trong việc quản lý chất thải, vận hành hệ thống xử lý chất thải tại nhà máy sẽ tạo việc làm cho người lao động. Chỉ số xã hội còn thể hiện chính sách trong công tác quản lý, khả năng thực hiện, tính dễ tổn thương của khu vực đặt dự án.

Tuy nhiên, luận án này nghiên cứu chỉ lựa chọn các chỉ số môi trường, kinh tế, xã hội cho bộ tiêu chí thay vì chỉ số kỹ thuật vì một số lý do sau:

- Luận án chỉ nghiên cứu vấn đề từ góc nhìn của chính sách, quản lý và ảnh hưởng của quản lý CTRSH đối với kinh tế, xã hội và môi trường, không tập trung vào chỉ số kỹ thuật của công nghệ xử lý.

- Chỉ số kỹ thuật của công nghệ xử lý đòi hỏi sự chú trọng đến các tiêu chuẩn kỹ thuật, quy trình vận hành và các yếu tố liên quan đến công nghệ, cơ sở hạ tầng, và quản lý kỹ thuật. Vì vậy, việc nghiên cứu về chỉ số kỹ thuật cần sự chuyên sâu và cụ thể hơn và có thể được thực hiện thông qua các nghiên cứu khác.

2.1.1 Cơ sở lý luận lựa chọn công nghệ xử lý

Kết quả đánh giá về hiện trạng quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh cho thấy nhiều cơ hội đối với hệ thống quản lý CTRSH trình bày như sau:

Với tỷ lệ chất thải hữu cơ dễ phân hủy (58,9-80,7%), việc áp dụng công nghệ chế biến compost và phân hủy kỵ khí thu hồi khí biogas được xem là phương án tối ưu để tái chế chất thải rắn. Trong khi đó, các loại chất thải không thể tái chế nhưng có giá trị nhiệt cao sẽ phù hợp với công nghệ đốt hoặc sản xuất nhiên liệu từ chất thải (RDF) kết hợp thu hồi năng lượng. Bên cạnh đó, nhóm chất thải có khả năng tái chế (41,1-19,3%) như giấy, nhựa, thủy tinh và kim loại có thể được tận dụng để sản xuất các sản phẩm mới, góp phần giảm lượng rác cần xử lý.

Để thu hồi hiệu quả cả chất hữu cơ phân hủy sinh học và các vật liệu có thể tái chế, việc phân loại rác ngay từ nguồn phát sinh là yếu tố quan trọng, đóng vai trò cốt lõi trong hệ thống quản lý chất thải rắn tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Phương Loan đã tổng hợp 08 phương án kỹ thuật xử lý chất thải rắn bao gồm composting, phân hủy kỵ khí, xử lý sinh học cơ học, chôn lấp hợp vệ sinh, thiêu hủy, tạo nhiên liệu từ chất thải, nhiệt phân và khí hóa. Tuy nhiên, khi nghiên cứu lựa chọn công nghệ thích hợp trong điều kiện cho Thành phố Hồ Chí Minh, tác giả tích hợp 05 công nghệ cho hệ thống xử lý CTRSH như sau: (1) Compost; (2) Phân hủy kỵ khí; (3) Bãi chôn lấp hợp vệ sinh (có hệ thống thu khí sinh học) hoặc bãi chôn lấp sinh học; (4) Thiêu hủy; (5) Sản xuất nhiên liệu từ chất thải (RDF) [83]. Trong nghiên cứu này, tác giả đã trích dẫn đơn giá điện sản xuất từ biogas là 7USD/kW và từ công nghệ đốt là 12USD/kW, chính sách này có thể khuyến khích việc áp dụng các công nghệ xử lý chất thải như công nghệ phân hủy kỵ khí với thu hồi khí biogas và công nghệ đốt thu hồi năng lượng.

Quyết định số 1485/QĐ-TTg ngày 6/11/2018 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Nhiệm vụ Quy hoạch xử lý chất thải rắn Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050, giảm tỷ lệ chôn lấp xuống còn dưới 10%, tăng tỉ lệ thu hồi khí tự nhiên, đốt thu hồi năng lượng 60-80% [121].

Dựa trên những lập luận trên, nghiên cứu đề xuất công nghệ xử lý cho Thành phố Hồ Chí Minh như sau: Ủ phân compost (ủ hiếu khí); Tái chế; Phân hủy kỵ khí; Bãi chôn lấp hợp vệ sinh; Đốt thu hồi năng lượng; Sản xuất nhiên liệu từ chất thải (RDF).

* Đề xuất các công nghệ xử lý

Sau khi tham vấn ý kiến của chuyên gia về đề xuất công nghệ xử lý chất thải rắn cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh, hầu hết các chuyên gia đều đồng ý bỏ "Sản xuất nhiên liệu từ chất thải (RDF)" vì họ cho rằng công nghệ này giá trị nhiệt lượng không ổn định, không phù hợp với điều kiện kinh tế, kỹ thuật, nguồn nhân lực và không đưa ra giải pháp xử lý cuối cùng đối với chất thải đã xử lý. Muốn đạt hiệu quả xử lý thì tất cả rác thải đều phải được phân loại tại nguồn, tại cơ sở xử lý. Do đó tất yếu các loại rác phải được tái chế. Công nghệ tái chế rác hiện nay là tái chế giấy, nhựa, thủy tinh, kim loại. Nhận định này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Thị Phương Loan khi lựa chọn công nghệ xử lý bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh. Bỏ phân hủy kỵ khí vì trong bãi chôn lấp hợp vệ sinh có thu hồi khí đã bao gồm phân hủy kỵ khí. Như vậy có 03 công nghệ được đề xuất, đó là (1) Chôn lấp hợp vệ sinh có thu gom nước rỉ rác, có giếng thăm, vải địa kỹ thuật và có thu khí bãi rác cho phát điện bằng phương pháp kỵ khí; (2) Làm phân compost: Ủ phân theo công nghệ ủ hiếu khí; (3) Đốt rác phát điện trực tiếp bằng lò ghi cố định (không nhiệt khí hóa).

2.1.2 Cơ sở lý luận chuẩn hóa các dữ liệu

Để xây dựng tiêu chí đánh giá bằng phương pháp định tính và định lượng, tiến hành thực hiện các bước sau: (1) Chuẩn hóa giá trị tiêu chí: mỗi tiêu chí đánh giá có cách tính toán, đơn vị tính và ý nghĩa phản ánh mức độ, chiều hướng khác nhau. Giá trị của các tiêu chí cần được chuẩn hóa đưa về một miền giá trị nhất định; (2) Xác định ngưỡng giá trị tiêu chí.

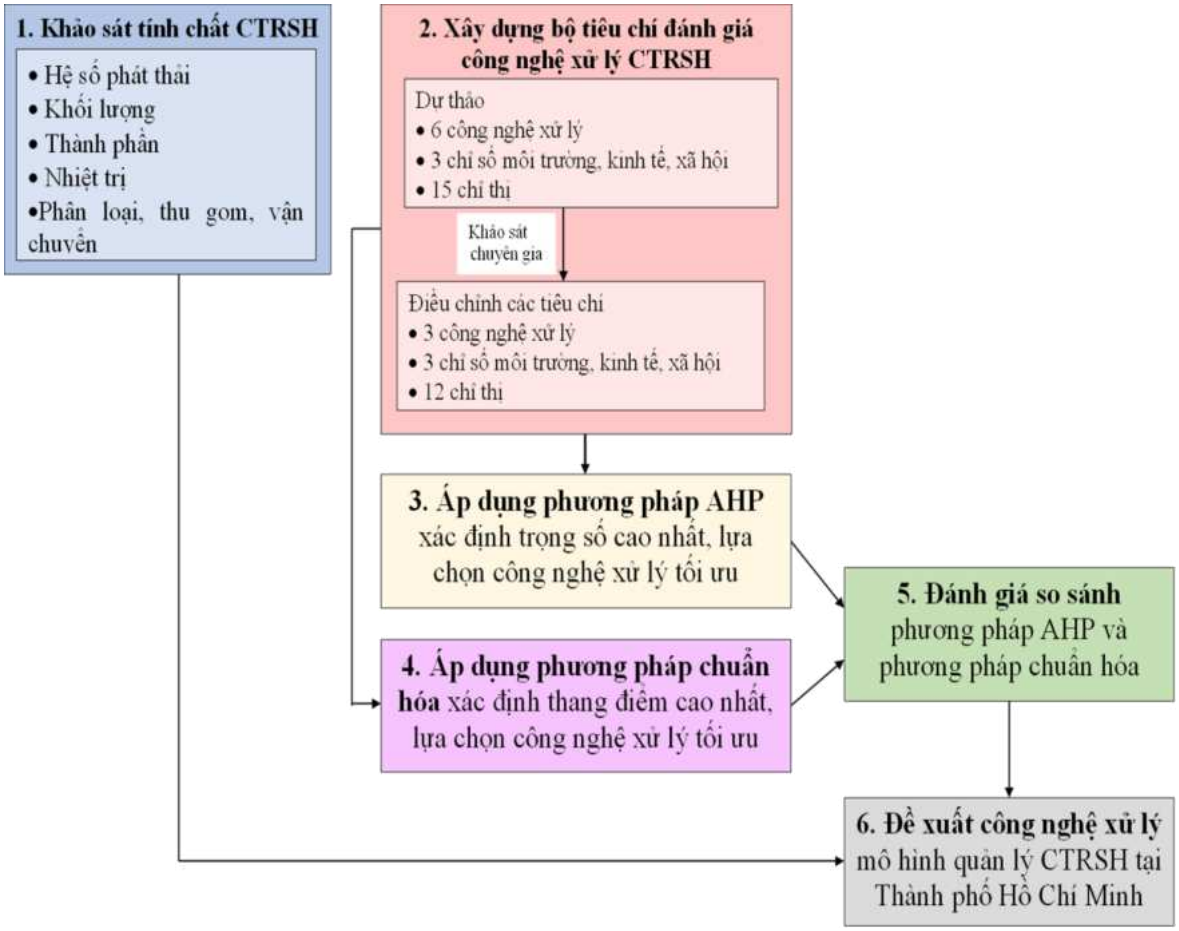
Chuẩn hóa giá trị tiêu chí: chuẩn hóa giá trị tiêu chí rất quan trọng do bộ tiêu chí đánh giá mang tính đa dạng, đa lĩnh vực nên các giá trị định tính và định lượng của tiêu chí có tính đa dạng cao. Trong nghiên cứu này, chuẩn hóa các giá trị phù hợp nhằm đưa vào bộ đánh giá sử dụng phương pháp chuẩn hóa phân hạng về thang điểm từ 1 đến 5 làm thang đo để tính điểm. Nghiên cứu sử dụng thang đo likert truyền thống, đó là: 1 mệnh đề có 5 lựa chọn. Các lựa chọn được cho điểm từ 1 đến

5 với số điểm cao nhất là 5 là lựa chọn tốt nhất và 1 là lựa chọn tệ nhất.

Xác định ngưỡng giá trị tiêu chí: Chuẩn hóa giá trị thực nghiệm của từng chỉ thị cho bộ tiêu chí, nghiên cứu khảo sát ý kiến của các chuyên gia, chính quyền địa phương và doanh nghiệp, số liệu từ Bộ Tài chính, các kết quả nghiên cứu đã công bố để xây dựng mức thang đo chuẩn hóa. Các tiêu chí sau chuẩn hóa có chung một miền giá trị nên việc tổng hợp chỉ số từ các tiêu chí trở nên đơn giản và thuận lợi hơn so với các phương pháp khác.

2.2 Nội dung nghiên cứu

Để đạt được mục tiêu nghiên cứu đặt ra, nội dung nghiên cứu bao gồm: (1) Khảo sát tính chất rác thải; (2) Đề xuất bộ tiêu chí; (3) Sử dụng bộ tiêu chí, áp dụng phương pháp AHP để đánh giá, xác định trọng số cao nhất, lựa chọn công nghệ tối ưu; (4) Sử dụng bộ tiêu chí, áp dụng phương pháp chuẩn hóa để đánh giá, xác định thang điểm cao nhất, lựa chọn công nghệ tối ưu; (5) Đánh giá so sánh hai phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa; (6) Đề xuất công nghệ xử lý phù hợp cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh. Các nội dung nghiên cứu của luận án được trình bày chi tiết trong Hình 2.1.



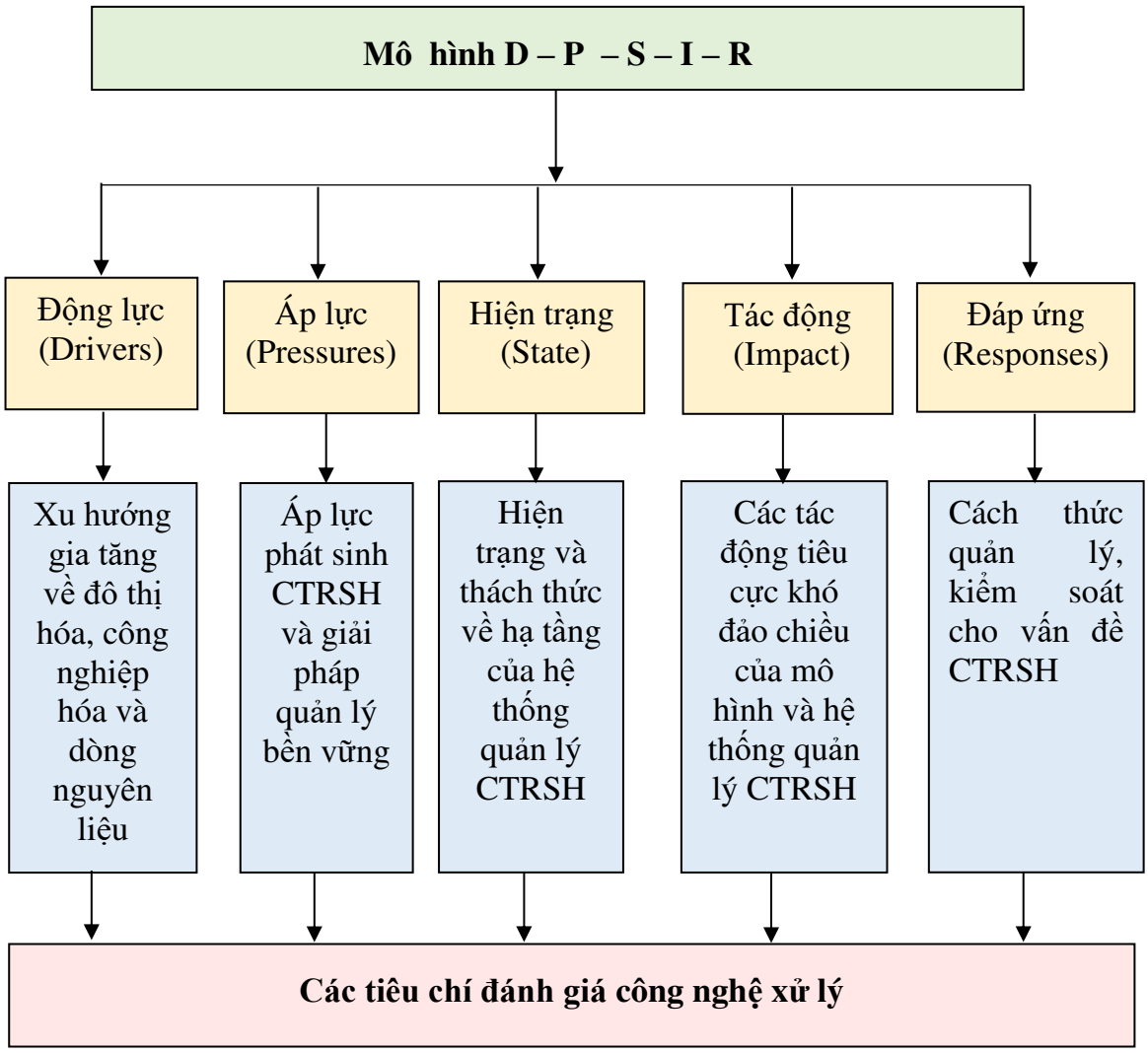
Hình 2.1 Sơ đồ nghiên cứu

2.3 Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Cách tiếp cận nghiên cứu và khung logic nghiên cứu

2.3.1.1 Cách tiếp cận nghiên cứu

Từ kết quả phân tích tổng hợp các tài liệu trên, luận án đề xuất bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý là một tập hợp các chỉ tiêu quan trọng, phản ánh các vấn đề về môi trường, kinh tế và xã hội trong việc lựa chọn và áp dụng công nghệ xử lý phù hợp. Việc xây dựng bộ tiêu chí này được thực hiện dựa trên khung cấu trúc DPSIR [122], nhằm đảm bảo tính hệ thống và toàn diện trong đánh giá, đồng thời hỗ trợ quá trình ra quyết định một cách khoa học và hiệu quả. Khung cấu trúc DPSIR được thể hiện chi tiết trong Hình 2.2.



Hình 2.2 Bộ tiêu chí sơ bộ đánh giá công nghệ xử lý

Tiếp cận cấu trúc DPSIR để phân tích và xây dựng danh sách tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý như sau:

- Nhóm động lực: Đây là nhóm dùng để đánh giá xu hướng gia tăng tất yếu về đô thị hóa – công nghiệp hóa và dòng nguyên vật liệu từ hoạt động sản xuất, phát triển kinh tế - xã hội. Xu hướng đô thị hóa và công nghiệp hóa tại Thành phố Hồ Chí Minh đang diễn ra nhanh chóng, kéo theo sự gia tăng dân số, sản xuất công nghiệp và thương mại. Dòng nguyên vật liệu từ các hoạt động sản xuất và phát triển kinh tế - xã hội ngày càng lớn, tạo ra một lượng lớn CTRSH cần được thu gom, xử lý hiệu quả. Sự

thay đổi trong lối sống, mô hình tiêu dùng và hành vi của người dân làm gia tăng lượng chất thải, đặc biệt là rác thải nhựa và thực phẩm.

- Nhóm áp lực: Đây là nhóm đánh giá phát sinh CTRSH ngày càng tăng và giải pháp quản lý bền vững. Với khối lượng CTRSH phát sinh ngày càng tăng tạo áp lực lớn lên hệ thống thu gom, vận chuyển và xử lý. Các bãi chôn lấp ngày càng quá tải, trong khi tỷ lệ tái chế và xử lý theo hướng bền vững còn thấp. Áp lực từ chính sách môi trường và yêu cầu về phát triển bền vững đặt ra bài toán cần có mô hình quản lý CTRSH hiệu quả, đồng thời giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe cộng đồng.

- Nhóm hiện trạng: Đây là nhóm dùng để đánh giá về hạ tầng của hệ thống quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh. Hệ thống hạ tầng quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh còn nhiều hạn chế, chưa đáp ứng được tốc độ gia tăng chất thải. Tỷ lệ chôn lấp CTRSH vẫn còn cao, trong khi các công nghệ xử lý hiện đại như đốt rác phát điện, ủ phân compost vẫn chưa được áp dụng rộng rãi. Công tác phân loại rác tại nguồn chưa đạt hiệu quả cao do hạn chế trong chính sách, ý thức người dân và hệ thống thu gom đồng bộ.

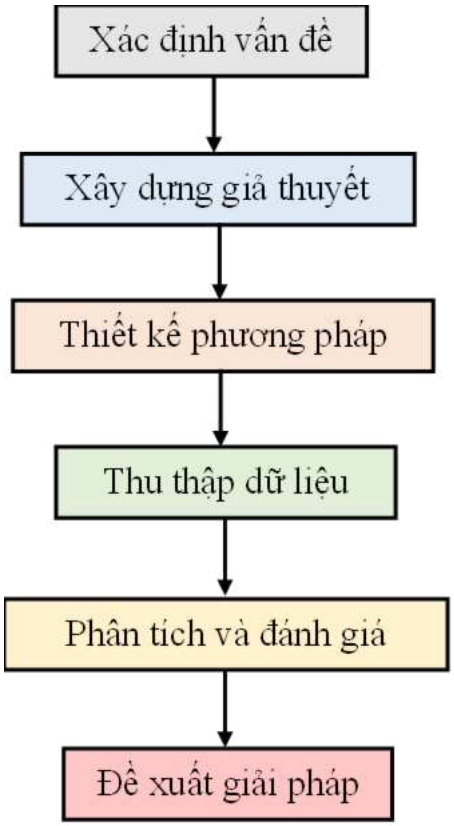
- Nhóm tác động: Đây là nhóm dùng để đánh giá các tác động tiêu cực khó đảo chiều của mô hình và hệ thống quản lý CTRSH kém hiệu quả, không bền vững. Hệ thống quản lý CTRSH kém hiệu quả tạo ra nhiều tác động tiêu cực đến môi trường, bao gồm ô nhiễm nước, đất, không khí và phát thải khí nhà kính. Các vấn đề về sức khỏe cộng đồng phát sinh do ô nhiễm từ bãi chôn lấp, nước rỉ rác và khí thải từ quá trình xử lý chưa đạt tiêu chuẩn. Tác động đến kinh tế do chi phí xử lý ngày càng tăng, trong khi nguồn lực đầu tư vào công nghệ hiện đại còn hạn chế. Sự chậm trễ trong đổi mới mô hình quản lý CTRSH có thể gây hậu quả khó đảo chiều, làm giảm cơ hội phát triển đô thị bền vững.

- Nhóm đáp ứng: Đây là nhóm dùng để đánh giá cách thức quản lý, kiểm soát cho vấn đề CTRSH mang tính tổng thể và bền vững. Đề xuất mô hình quản lý CTRSH tổng thể và bền vững, tích hợp các công nghệ xử lý hiện đại.

Cách tiếp cận DPSIR giúp bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH được xây dựng một cách hệ thống, toàn diện theo các yếu tố tác động đến quản lý chất thải. Bộ tiêu chí không chỉ tập trung vào hiệu suất xử lý, mà còn đánh giá tính khả thi, tác động môi trường, hiệu quả kinh tế - xã hội và khả năng phù hợp với định hướng quản lý bền vững. Điều này giúp lựa chọn được công nghệ tối ưu, đảm bảo khả năng triển khai thực tế và giải quyết triệt để vấn đề CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

2.3.1.2 Khung logic nghiên cứu

Khung logic nghiên cứu được xây dựng dựa trên một quá trình tuần tự và logic, giúp dẫn dắt nghiên cứu từ vấn đề cần giải quyết đến giải pháp cuối cùng.



Hình 2.3 Khung logic nghiên cứu

a) Xác định vấn đề nghiên cứu: Bắt đầu bằng việc xác định các vấn đề chính trong quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh, bao gồm khối lượng rác thải tăng, sự thiếu hụt trong hạ tầng xử lý và nhu cầu về các công nghệ xử lý bền vững hơn.

b) Xây dựng giả thuyết nghiên cứu: Dựa trên lý thuyết và kinh nghiệm thực tiễn, nghiên cứu xây dựng các giả thuyết khoa học dựa trên vấn đề đã xác định.

c) Thiết kế phương pháp nghiên cứu: Áp dụng phương pháp AHP để xây dựng bộ tiêu chí đánh giá, kết hợp với phương pháp chuẩn hóa nhằm so sánh các công nghệ khác nhau. Điều này đảm bảo rằng các công nghệ được đánh giá một cách khách quan và toàn diện.

d) Thu thập dữ liệu và xử lý: Dữ liệu được thu thập từ các chuyên gia qua phiếu khảo sát, sau đó được xử lý thông qua các công cụ tính toán như Lambda Max, tỷ số nhất quán CR và các công thức chuẩn hóa.

e) Phân tích và đánh giá: Kết quả tính toán và đánh giá được so sánh và phân tích để đưa ra kết luận về công nghệ xử lý phù hợp. Các kết quả này được kiểm tra tính nhất quán và tính khả thi qua các phương pháp thống kê.

f) Đề xuất giải pháp: Cuối cùng, nghiên cứu đề xuất một mô hình quản lý CTRSH bền vững dựa trên kết quả phân tích. Mô hình này được thiết kế để phù hợp với điều kiện kinh tế, xã hội và môi trường của Thành phố Hồ Chí Minh.

Tóm lại, cách tiếp cận và khung logic này đảm bảo rằng nghiên cứu không chỉ đạt được kết quả đáng tin cậy mà còn có tính ứng dụng cao trong thực tiễn quản lý CTRSH.

2.3.2 Phương pháp điều tra, khảo sát, thu thập số liệu

Để nắm bắt thực trạng và những thách thức liên quan đến công tác quản lý CTRSH tại khu vực nghiên cứu, nghiên cứu đã tiến hành điều tra thực địa và phỏng vấn để thu thập số liệu. Nguồn dữ liệu thứ cấp và sơ cấp được thu thập từ các nguồn chính như sau:

2.3.2.1 Nguồn dữ liệu thứ cấp

Nghiên cứu sử dụng nguồn số liệu từ báo cáo Hiện trạng Môi trường của Sở TN&MT Thành phố Hồ Chí Minh năm 2019-2022, Bộ TN&MT năm 2019-2022, Niên giám Thống kê Thành phố Hồ Chí Minh được xuất bản từ năm 2019-2022.

Khu xử lý chất thải rắn Đa Phước, khu xử lý chất thải rắn Nam Sơn, nhà máy xử lý chất thải rắn làm phân bón hữu cơ Cầu Diễn, nhà máy đốt rác phát điện Nam Sơn, nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ, nhà máy đốt rác phát điện Tâm Sinh Nghĩa, nhà máy đốt rác phát điện Sóc Sơn.

2.3.2.2 Nguồn dữ liệu sơ cấp

Phiếu khảo sát đối với các cơ quan quản lý nhà nước: Phiếu này dùng thu thập ngân sách hỗ trợ cho xử lý CTRSH hàng năm; số lượng vụ kiện cáo trong năm; hỗ trợ giá bán điện, phân (Phụ lục 1.1).

Phiếu khảo sát đối với người dân sinh sống gần các khu xử lý: Thu thập thông tin về phân loại, thu gom, vận chuyển CTRSH và sức khỏe người dân sinh sống gần khu xử lý (Phụ lục 1.2) và danh sách khảo sát hộ dân (Phụ lục 1.3).

Phiếu khảo sát chuyên gia: Phiếu khảo sát đợt 1 để điều chỉnh bộ tiêu chí (Phụ lục 1.4); Phiếu khảo sát đợt 2 để xác định trọng số (Phụ lục 1.5); Phiếu khảo sát đợt 3 để xác định điểm số (Phụ lục 1.6) và danh sách chuyên gia (Phụ lục 1.7).

* Xác định số lượng phiếu khảo sát

Số lượng câu hỏi khảo sát dựa trên tổng số hộ gia đình tại Thành phố Hồ Chí Minh, được tính theo công thức của Yamane [123]:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (2.1)$$

n: Số lượng phiếu cần xác định cho nghiên cứu điều tra;

N: Tổng số hộ gia đình (N_{2020}=2.559.817 hộ gia đình);

e: Sai số kỳ vọng tính bằng phần trăm (lấy e=5%).

Khu vực nghiên cứu Thành phố Thủ Đức cùng với 16 quận nội thành và 05 huyện ngoại thành, có 2.559.817 hộ dân [40]. Như vậy, số phiếu điều tra cho toàn khu vực nghiên cứu theo công thức Yamane là 420 phiếu.

Thời gian khảo sát hộ gia đình được thực hiện vào buổi sáng từ 8-11h, tháng 12 năm 2021. Lý do nghiên cứu lựa chọn buổi sáng để khảo sát vì thời gian này nắng dịu và mùa này không mưa sẽ không ảnh hưởng đến thành phần và nhiệt trị CTRSH.

Bảng 2.1 Phân bố số hộ lấy mẫu chất thải rắn sinh hoạt ở các quận, huyện [40]

Stt	Quận/huyện	Số hộ lấy mẫu	Stt	Quận/huyện	Số hộ lấy mẫu
1	Quận 1	18	12	Quận Bình Tân	22
2	Quận 3	20	13	Quận Tân Phú	25
3	Quận 4	16	14	Quận Tân Bình	27
4	Quận 5	18	15	Quận Phú Nhuận	22
5	Quận 6	25	16	Quận Gò Vấp	21
6	Quận 7	26	17	Thành phố Thủ Đức	25
7	Quận 8	21	18	Huyện Nhà Bè	14
8	Quận 10	19	19	Huyện Củ Chi	9
9	Quận 11	17	20	Huyện Hóc Môn	9
10	Quận 12	18	21	Huyện Cần Giờ	13
11	Quận Bình Thạnh	16	22	Huyện Bình Chánh	19
Tổng					**420**

Số phiếu điều tra ở các quận huyện không giống nhau do nhiều yếu tố ảnh hưởng đến việc phân bổ mẫu, bao gồm:

- Mật độ dân số và đặc điểm đô thị hóa:

+ Các quận nội thành có mật độ dân số cao và hoạt động kinh tế sôi động hơn, dẫn đến lượng CTRSH phát sinh lớn hơn. Do đó, số phiếu điều tra tại những khu vực này thường cao hơn để phản ánh chính xác đặc điểm phát sinh và thành phần rác thải.

+ Ngược lại, các huyện ngoại thành như Củ Chi, Hóc Môn, Cần Giờ có dân số thưa hơn, lượng CTRSH phát sinh thấp hơn, nên số mẫu điều tra cũng ít hơn.

- Tính đa dạng về loại hình nhà ở và kinh tế:

+ Các quận trung tâm như Quận 1, Quận 3, Quận 5 có sự kết hợp giữa khu thương mại, dịch vụ và khu dân cư, do đó cần lấy mẫu đa dạng để phản ánh đầy đủ các nguồn phát sinh rác.

+ Các huyện vùng ven như Củ Chi, Hóc Môn chủ yếu có mô hình sinh hoạt nông thôn, nên số hộ lấy mẫu ít hơn nhưng vẫn đủ để đảm bảo tính đại diện.

- Tính đại diện và phương pháp chọn mẫu:

Trong nghiên cứu này có thể áp dụng phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên phân tầng, trong đó số mẫu được điều chỉnh dựa trên đặc điểm kinh tế - xã hội của từng khu vực. Các quận có mức độ phát sinh CTRSH lớn hơn có thể được lấy nhiều mẫu hơn để đảm bảo độ tin cậy của kết quả phân tích.

- Hạn chế về nguồn lực và thời gian thu thập dữ liệu:

Việc thu thập và xử lý mẫu rác yêu cầu nhiều nhân lực và kinh phí. Do đó, số mẫu ở một số huyện có thể bị giới hạn do điều kiện khảo sát thực tế.

2.3.3 Phương pháp xác định hệ số phát thải chất thải rắn sinh hoạt

Mỗi quận, huyện nghiên cứu tiến hành phát túi cho 420 hộ đựng rác và đến cân vào cùng giờ ngày hôm sau (thực hiện cân 03 lần/tuần x 01 tháng). Sau khi thu gom, rác được đổ ra bạt để phân loại, tiến hành xác định khối lượng mỗi loại rác bằng cân và ghi kết quả vào biểu mẫu đã chuẩn bị trước.

Ghi lại trọng lượng rác và số nhân khẩu của từng hộ và tính hệ số phát thải chất thải rắn sinh hoạt.

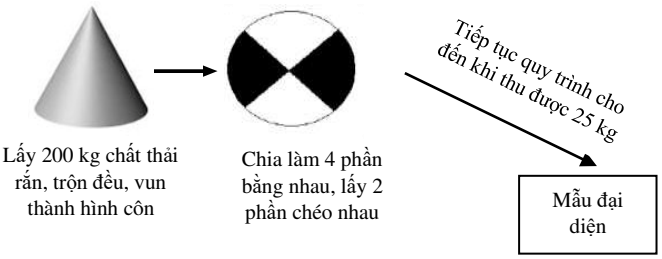
$$\text{Hệ số phát thải CTRSH} = \frac{\text{Trọng lượng rác của hộ}}{\text{Số nhân khẩu}} \text{ (kg/người/ngày)} \qquad (2.2)$$

2.3.4 Phương pháp xác định thành phần chất thải rắn sinh hoạt

Để xác định hệ số phát thải, thành phần và nhiệt trị của CTRSH một cách chính xác, nghiên cứu lấy mẫu tại các quận huyện và Thành phố Thủ Đức khác nhau để đảm bảo tính đại diện của mẫu.

Mẫu rác được lấy từ các hộ gia đình trong nhiều ngày khác nhau, với mỗi khu vực là 12 mẫu, tính giá trị min, max, trung bình và độ lệch chuẩn tại mỗi quận huyện và Thành phố Thủ Đức thể hiện trong Phụ lục 2.1.

Phân tích mẫu rác theo quy tắc của EPA, 2002 [124]. Phương pháp được thực hiện như sau:



Hình 2.4 Phương pháp lấy mẫu chất thải rắn

Sau bước thu được 25 kg rác, tiến hành phân loại và xác định tỷ lệ từng loại (tính theo phần trăm trọng lượng ướt). Phân loại rác theo các tiêu chí rác hữu cơ, rác tái chế, tái sử dụng (giấy, ni lon, nhựa,…), rác còn lại.

$$\text{Thành phần \% theo loại} = \frac{\text{Trọng lượng theo từng loại}}{\text{Tổng lượng rác thải của lấy mẫu}} \text{ x } 100\% \qquad (2.3)$$

2.3.5 Phương pháp xác định nhiệt trị chất thải rắn sinh hoạt

Nhằm có cơ sở đề xuất giải pháp áp dụng công nghệ xử lý, nghiên cứu tiến hành lấy mẫu xác định độ ẩm và nhiệt trị các thành phần CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

* Xác định độ ẩm

Độ ẩm của chất thải rắn được xác định theo phương pháp sấy khô rác ở 105^0C đến khối lượng không đổi (tiêu chuẩn ATSM D3173). Độ ẩm của rác được sử dụng để tính toán nhiệt trị của rác. Công thức tính độ ẩm:

$$x_w = \frac{m_r - m_s}{m_r} . 100\% \quad (2.4)$$

Với x_w - độ ẩm, %;

m_r - khối lượng chất thải rắn trước khi sấy, kg;

m_s - khối lượng chất thải rắn sau khi sấy, kg.

* Xác định nhiệt trị

Nhiệt trị của chất thải là lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy một đơn vị khối lượng chất thải. Đơn vị tính là kJ/kg hoặc kcal/kg. Giá trị này càng lớn thì phương pháp nhiệt phân chất thải càng có hiệu quả. Thành phần cơ bản của rác thải tươi thể hiện trong Phụ lục 2.2. Xác định nhiệt trị thấp theo công thức Dulông:

$$Btu/lb = 145C + 610 (H_2 – 1/8\ O_2) + 40S + 10N \quad (2.5)$$

Hoặc $Q = 0,556 \times [145C + 610 (H_2 – 1/8\ O_2) + 40S + 10N]$; (kCal/kg)

Trong đó, Q: Nhiệt trị (kcal/kg)

C, H, O, S, N: % khối lượng của Carbon, Hydro, Oxy, Sulfua, Nitơ

2.3.6 Phương pháp dự báo chất thải rắn sinh hoạt

Để dự báo tổng lượng CTRSH phát sinh trong khu vực nghiên cứu đến năm 2050, nghiên cứu này dựa vào dân số dự báo trong khu vực. Dự báo dân số được ước tính bằng cách sử dụng công thức Euler cải tiến:

$$N^*_{i+1} = N_i + r.N_i.\Delta t \quad (2.6)$$

$N^*_{i+1} = N_i + r.N_i.\Delta t$

N_i – số dân ban đầu (người)

N^*_{i+1} – số dân sau một năm (người)

r – tốc độ tăng trưởng (%) Với r = 1,02% (2020), r = 0,95% (2021-2050).

Δt – thời gian (năm)

* Lượng CTRSH phát sinh từ hộ gia đình được tính như sau:

$$R_{CTRSH} = N_{i+1}.g.365/1000 \text{ (tấn/năm)} \quad (2.7)$$

Với R_{CTRSH} là lượng chất thải rắn phát sinh trong thời kỳ đang xét (tấn/năm);

N_{i+1} là dân số trong thời kỳ đang xét (người);

g là tiêu chuẩn xử lý chất thải (kg/người/ngày).

* Lượng CTRSH thu gom được tính như sau:

$$R_{thu\ gom} = R_{CTRSH} \text{ x } P \quad (2.8)$$

P là tỷ lệ thu gom 95% (%/năm)

2.3.7 Phương pháp khảo sát chuyên gia

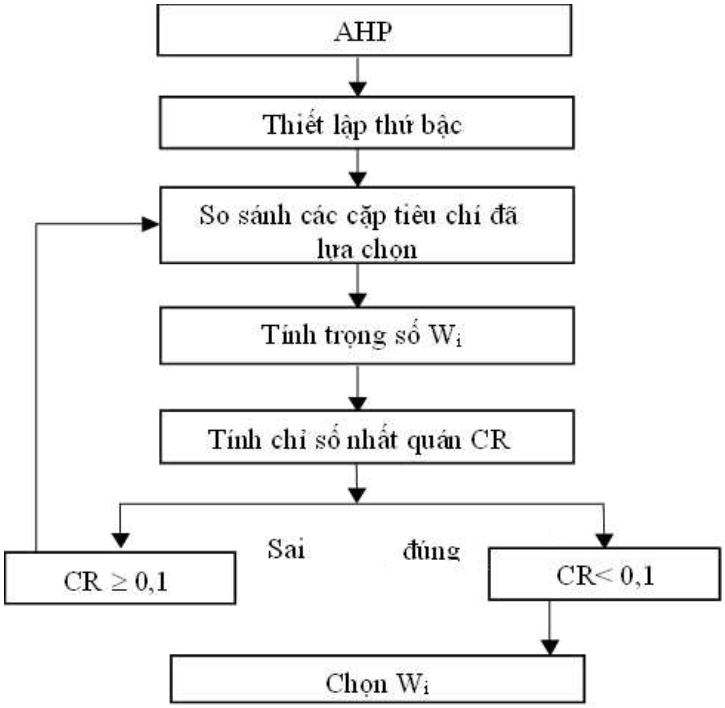
Khảo sát chuyên gia là phương pháp lấy ý kiến của các chuyên gia trong việc nhận định, đánh giá một sản phẩm hoặc một vấn đề thực tiễn. Phương pháp này thu thập các ý kiến khác nhau của các chuyên gia, kiểm tra lẫn nhau để có cái nhìn khách quan hơn về một vấn đề. Trong nghiên cứu này thu thập ý kiến khác nhau của 60 chuyên gia có chuyên môn trong lĩnh vực kinh tế, xã hội và môi trường liên quan đến lĩnh vực quản lý chất thải rắn. Tuy nhiên, số phiếu thu về là 50 phiếu trong đó nhóm kinh tế là 18 phiếu, nhóm xã hội 13 phiếu và nhóm môi trường 19 phiếu.

Tiêu chí lựa chọn chuyên gia như sau: (1) Đối với tiêu chí kinh tế, tác giả lựa chọn 20 chuyên gia có kinh nghiệm về tài chính, quản lý chi phí và phân tích kinh tế làm việc trong lĩnh vực môi trường để đưa ra đánh giá và ước tính chi phí cho các công nghệ xử lý khác nhau; (2) Đối với tiêu chí xã hội, 20 chuyên gia có kinh nghiệm làm việc trong lĩnh vực môi trường và hiểu biết về các vấn đề xã hội như sức khỏe cộng đồng, các nhóm dễ bị tổn thương trước khủng hoảng rác thải và lợi ích của các bên liên quan; (3) Đối với tiêu chí môi trường, 20 chuyên gia làm việc về các vấn đề quản lý và giám sát môi trường, quản lý rủi ro và đánh giá tác động môi trường từ các công nghệ xử lý được lựa chọn. Bên cạnh đó, ý kiến của người tham gia phải khách quan, không bị chi phối bởi lợi ích cá nhân, sự chi phối của lãnh đạo hay của bất kỳ tổ chức/cơ quan nào.

Một trong những điểm quan trọng trong nghiên cứu này là phương pháp khảo sát chuyên gia được áp dụng xuyên suốt trong các giai đoạn khác nhau. Sau quá trình kiểm tra chéo, các câu trả lời hợp lệ được thông qua để phân tích thêm.

2.3.8 Phương pháp phân tích thứ bậc

Một trong hai cách tiếp cận để lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh là Quy trình phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP). Phương pháp AHP định lượng các trọng số cho các vấn đề được phân tách thành các tiêu chí và các lựa chọn thay thế trong một hệ thống phân cấp ở các cấp độ khác nhau. Mức độ của sự ưa thích dựa trên thang điểm của Saaty từ 1 đến 9 [125]. Quy trình xác định trọng số các chí tiêu đánh giá được nêu trên Hình 2.4

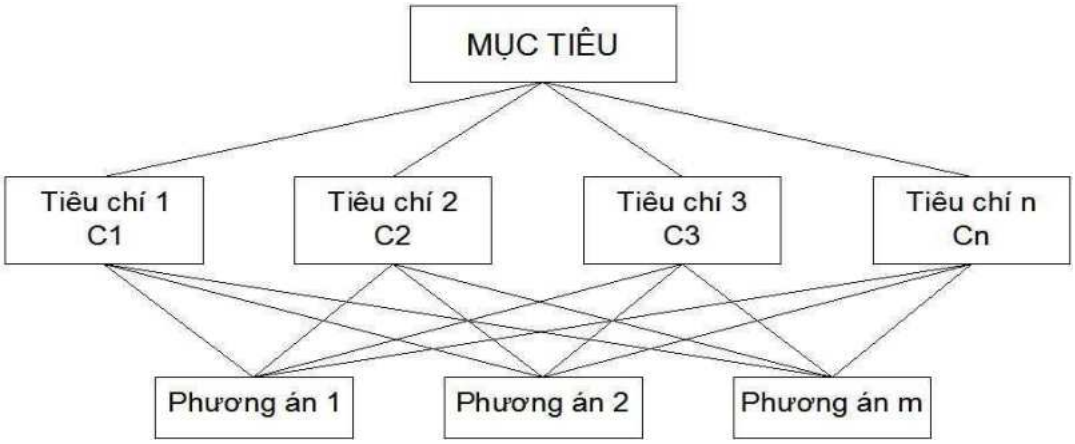


Hình 2.5 Quy trình xác định trọng số bằng phương pháp AHP

Bước 1: Xây dựng cây phân cấp AHP

Xây dựng hệ thống chỉ tiêu cấp bậc để đánh giá, gồm các cấp: Mục tiêu, các tiêu chí, phương án thể hiện trong Hình 2.4. Sau khi trải qua bước này, phân rã vấn đề thành

các thành phần nhỏ, cây phân cấp AHP sẽ được xây dựng dựa trên các tiêu chí và các khả năng lựa chọn.



Hình 2.6 Cây phân cấp AHP

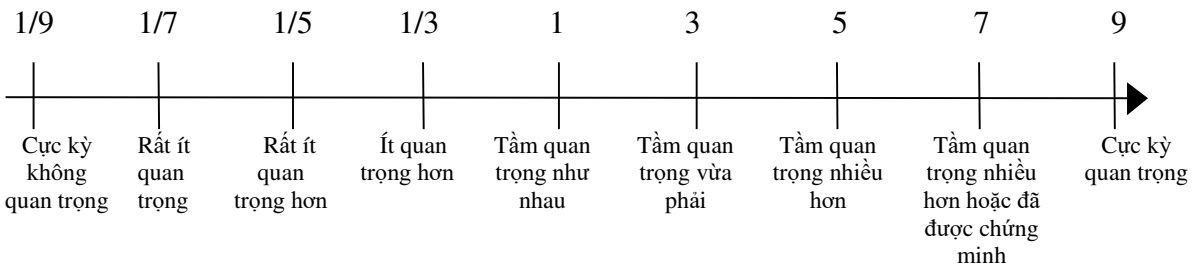
Bước 2: Xây dựng ma trận so sánh các chỉ tiêu

So sánh cặp đôi chỉ tiêu ở từng cấp theo mức độ quan trọng bằng phỏng vấn chuyên gia. Việc so sánh này được thực hiện giữa các cặp chỉ tiêu với nhau và tổng hợp lại thành một ma trận gồm n dòng và n cột (n là số chỉ tiêu). Phần tử a_{ij} thể hiện mức độ quan trọng của chỉ tiêu hàng *i* so với chỉ tiêu cột *j*.

$$A = (a_{ij})_{n\times n} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Mức độ quan trọng tương đối của chỉ tiêu *i* so với *j* được tính theo tỷ lệ *k* (*k* từ 1 đến 9), ngược lại của chỉ tiêu *j* so với *i* là 1/k. Như vậy $a_{ij} > 0$, $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $a_{ii} = 1$.

Bảng 2.2 Điểm so sánh các chỉ tiêu



Bước 3: Tính trọng số của các chỉ tiêu

Để tính toán trọng số cho các chỉ tiêu, AHP có thể sử dụng các phương pháp khác nhau, hai trong số chúng được sử dụng rộng rãi nhất là Lambda Max (λ_{max}) và trung bình nhân.

Hệ số λ_{max} được tính theo công thức:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n}\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} a_{ij.}\, w_i}{w_i}\right) \quad (2.9)$$

Bước 4: Kiểm tra tính nhất quán và tổng hợp kết quả

Để đánh giá tính hợp lý của các giá trị mức độ quan trọng của các chỉ tiêu có thể sử dụng tỷ số nhất quán của dữ liệu (Consistency Ratio - CR). Tỷ số này so sánh mức độ nhất quán với tính khách quan của dữ liệu:

$$\mathrm{CR} = \frac{\mathrm{CI}}{\mathrm{RI}} \quad (2.10)$$

CI: Chỉ số nhất quán (Consistency Index)

RI: Chỉ số ngẫu nhiên (Random Index)

$$\mathrm{CI} = \frac{\lambda\,\mathrm{max} - \mathrm{n}}{\mathrm{n}-1} \quad (2.11)$$

n: Số chỉ tiêu

Đối với mỗi một ma trận so sánh cấp n, Saaty đã thử nghiệm tạo ra các ma trận ngẫu nhiên và tính ra chỉ số RI (chỉ số ngẫu nhiên) tương ứng với các cấp ma trận như Bảng 2.3 dưới đây.

Bảng 2.3 Giá trị chỉ tiêu nhất quán ngẫu nhiên trung bình

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57

Nếu giá trị tỷ số nhất quán CR < 0,1 là chấp nhận được, nếu lớn hơn hoặc bằng đòi hỏi người ra quyết định thu giảm sự không đồng nhất bằng cách thay đổi giá trị mức độ quan trọng giữa các cặp chỉ tiêu.

Sau khi đã tính toán được trọng số của các chỉ tiêu cũng như của các phương án đối với từng chỉ tiêu, các giá trị trên sẽ được tổng hợp lại để thu được chỉ tiêu thích hợp của từng phương án theo công thức sau:

$$W_i^s = \sum_{j=1}^{m} w_{ij}^s * w_j^a \qquad (6) \qquad , i = 1,...$$

w_{ij}^s: Trọng số của phương án i tương ứng với chỉ tiêu j

w_j^a: Trọng số của chỉ tiêu j

m: Số các chỉ tiêu

Trong phương pháp này, 50 chuyên gia của ba nhóm gởi trả bảng tham vấn đánh giá điểm cho phương pháp AHP. Tuy nhiên, có 17 phiếu chuyên gia đánh giá không đúng với yêu cầu bảng khảo sát, 13 phiếu có sự đánh giá trùng, 9 phiếu tính toán tỷ số nhất quán CR>0,1. Do đó, số phiếu hợp lệ và tỷ số nhất quán CR<0,1 đảm bảo tính nhất quán chỉ có 11 phiếu. Tất cả các phép tính trọng số sẽ được trình bày chi tiết trong Phụ lục 3.

**** Phân tích độ nhạy trong phương pháp AHP***

Phân tích độ nhạy là bước quan trọng và cuối cùng để đảm bảo rằng các kết quả từ phương pháp AHP không chỉ đúng đắn mà còn đáng tin cậy và khả thi trong thực tế. Trong luận án này, xem xét độ nhạy của trọng số toàn cục của các tiêu chí kinh tế, xã hội, môi trường đối với trọng số của từng công nghệ xử lý chất thải như đốt thu hồi năng lượng, làm phân compost, chôn lấp.

Để tính độ nhạy trong phương pháp AHP, xem xét sự thay đổi trong kết quả khi giá trị của một chỉ số tăng hoặc giảm một phần trăm so với giá trị ban đầu, thực hiện các bước sau:

a) Xác định mô hình AHP ban đầu

- Xây dựng cấu trúc phân cấp (hierarchy) với mục tiêu, tiêu chí và phương án.

- Thu thập dữ liệu từ các bảng so sánh cặp đôi và tính toán trọng số của các tiêu chí/phương án bằng cách sử dụng ma trận ưu tiên.

b) Tính toán kết quả ban đầu

- Xác định trọng số ưu tiên cuối cùng cho các phương án dựa trên trọng số của tiêu chí và mức độ ưu tiên của từng phương án theo từng tiêu chí.

c) Thực hiện phân tích độ nhạy

Bước 1: Thay đổi trọng số tiêu chí: Điều chỉnh giá trị trọng số của từng tiêu chí một cách có hệ thống, thường tăng hoặc giảm theo một khoảng nhất định (ví dụ: ±5%, ±10%).

Bước 2: Tính lại kết quả ưu tiên: Tính toán lại trọng số cuối cùng của các phương án sau mỗi lần thay đổi trọng số tiêu chí.

Bước 3: Quan sát sự thay đổi kết quả: Xác định xem thứ tự ưu tiên của các phương án có thay đổi hay không.

d) Đánh giá tính nhạy cảm

- Kiểm tra tính ổn định: Nếu thứ tự ưu tiên không thay đổi đáng kể khi điều chỉnh trọng số, mô hình có độ ổn định cao.

- Xác định yếu tố nhạy cảm: Nếu thứ tự ưu tiên thay đổi lớn khi thay đổi trọng số của một tiêu chí cụ thể, tiêu chí đó được coi là yếu tố nhạy cảm.

e) Lập báo cáo kết quả phân tích độ nhạy

- Trình bày các kịch bản thay đổi trọng số và tác động đến kết quả.

- Đề xuất cải thiện hoặc đưa ra khuyến nghị dựa trên các yếu tố nhạy cảm.

2.3.9 Phương pháp chuẩn hóa

Trong nghiên cứu này, phương pháp chuẩn hóa là sự kết hợp giữa khảo sát chuyên gia và cộng đồng. Vì các chỉ số trong tiêu chí đánh giá được đo bằng các đơn vị khác nhau nên nghiên cứu chuẩn hóa các chỉ số này trong phạm vi giá trị từ 1–5, với điểm

cao nhất là 5 là lựa chọn tốt nhất và ngược lại, 1 là lựa chọn kém nhất. Cách chuẩn hóa này được phát minh bởi nhà khoa học xã hội người Mỹ Rensis Likert vào năm 1932 [126]. Tất cả các phép tính điểm số đánh giá của chuyên gia sẽ được trình bày chi tiết trong Phụ lục 4.

Trong quá trình chuẩn hóa, các chỉ số này có chung một phạm vi giá trị, giúp việc so sánh chúng với các công nghệ khác nhau trở nên dễ dàng và thuận tiện hơn. Các bước thực hiện như sau:

• Bước 1: Đánh giá mức độ quan trọng của các chỉ tiêu để xác định điểm thông qua bảng câu hỏi. Mỗi chuyên gia ấn định mức độ quan trọng cho một chỉ số dựa trên chuyên môn và kinh nghiệm của họ.

• Bước 2: Chia tỷ lệ phạm vi tính năng từ 1 đến 5.

• Bước 3: Đánh giá kết quả các chỉ số thành phần theo Công thức (2.12-2.14) [120].

Chỉ số thành phần kinh tế:
$$I_{KT} = \frac{\sum_{i=1}^{4} I_i}{4} \quad (2.12)$$

Chỉ số thành phần xã hội:
$$I_{XH} = \frac{\sum_{i=5}^{8} I_i}{4} \quad (2.13)$$

Chỉ số thành phần môi trường:
$$I_{MT} = \frac{\sum_{i=9}^{12} I_i}{4} \quad (2.14)$$

I_{KT}, I_{XH}, I_{MT} lần lượt là các chỉ số kinh tế, xã hội và môi trường.

Trong đó I_{KT}, I_{XH}, I_{MT} lần lượt là các chỉ số về kinh tế, xã hội và môi trường. Các chỉ số thành phần của lĩnh vực kinh tế, xã hội và môi trường được ước tính bằng công thức bình quân cộng giản đơn. Phép tính bình quân cộng giản đơn phù hợp để tính các chỉ số thành phần và chỉ số tổng hợp trong các lĩnh vực phát triển bền vững vì nó sẽ cân bằng và bù đắp những khác biệt về trị số của các chỉ tiêu, từ đó đưa ra giá trị đại diện nhất cho vấn đề nghiên cứu [120].

• Bước 4: Tính chỉ số tổng hợp cho từng công nghệ xử lý dựa trên kết quả thu được từ Bước 3. Chỉ số tổng hợp (I_{TH}) bao gồm ba chỉ số thành phần là kinh tế, xã hội và môi trường. Việc tính toán được trình bày ở Công thức (2.15).

$$I_{TH} = \frac{I_{KT} + I_{XH} + I_{MT}}{3} \quad (2.15)$$

**** Đánh giá và phân hạng công nghệ xử lý***

Để có cơ sở đánh giá và phân hạng công nghệ xử lý cần đưa ra một thang điểm. Nghiên cứu đề xuất áp dụng thang chia mức độ đánh giá được tính theo hướng dẫn của Tổng cục Môi trường với 5 mức độ từ 10-50 điểm. Các mức giá trị khác nhau sẽ cho thấy sự đánh giá khác nhau thể hiện trong Bảng 2.4.

Bảng 2.4 Đánh giá và phân hạng công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Đánh giá công nghệ xử lý	Điểm đánh giá
Xử lý rất tốt	> 40 – ≤ 50
Xử lý tốt	> 30 – ≤ 40
Xử lý khá tốt	> 20 – ≤ 30
Xử lý trung bình	> 10 – ≤ 20
Xử lý kém	≤ 10

**** Xử lý kết quả thống kê để xác định tính đại diện của kết quả bằng kiểm định Kruskal-Wallis và kiểm định hậu định Anova***

Kiểm định này được sử dụng để xác định ý kiến của 50 chuyên gia trả lời bảng câu hỏi có ý nghĩa thống kê hay không, xác định được tính đại diện của kết quả theo phương pháp chuẩn hóa.

- Kiểm định Kruskal-Wallis được phát triển vào năm 1952 bởi WH Kruskal và WA Wallis. Đây là một phương pháp kiểm định thống kê không tham số được sử dụng để so sánh trung vị của ba hoặc nhiều nhóm độc lập với nhau. Phương pháp này được sử dụng khi dữ liệu không đáp ứng các giả định cần thiết cho kiểm định Anova (phân tích phương sai). Trong kiểm định Anova, giả định chính là dữ liệu tuân theo phân phối chuẩn và các nhóm là độc lập đồng nhất về phương sai. Tuy nhiên, trong một số

trường hợp, các giả định này không được thỏa mãn. Khi đó, Kiểm định Kruskal-Wallis là một lựa chọn thích hợp hơn [127].

Quá trình thực hiện kiểm định Kruskal-Wallis bao gồm các bước sau:

- Sắp xếp tất cả các giá trị dữ liệu từ thấp đến cao và gán hạng cho mỗi giá trị.

- Tính tổng hạng cho từng nhóm.

- Tính giá trị kiểm định (statistic) của Kruskal-Wallis bằng cách sử dụng tổng hạng và kích thước mẫu của các nhóm.

- Xác định giá trị p-value từ phân phối kiểm định Kruskal-Wallis.

- So sánh giá trị p-value với mức ý nghĩa đã chọn (thường là 0,05) để đưa ra kết luận về sự khác biệt giữa các nhóm.

+ Nếu giá trị p-value nhỏ hơn mức ý nghĩa, ta có căn cứ để bác bỏ giả thuyết không có sự khác biệt giữa các nhóm và kết luận rằng có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm.

+ Nếu giá trị p-value lớn hơn mức ý nghĩa, ta không có đủ bằng chứng để bác bỏ giả thuyết không có sự khác biệt giữa các nhóm.

Trong nghiên cứu này, kiểm định Kruskal-Wallis được sử dụng để so sánh điểm số trung bình đánh giá của 50 chuyên gia về các đặc điểm kinh tế, xã hội, môi trường giữa các nhóm công nghệ xử lý CTRSH, kết luận dựa vào:

- Giả thuyết H0 (giả định không): Các công nghệ xử lý CTRSH (chôn lấp, làm phân compost, đốt rác phát điện) được đánh giá là có hiệu quả như nhau.

- Giả thuyết H1 (giả định thay thế): Giả thuyết phản nghiệm H0, tức là có sự đánh giá khác biệt về hiệu quả, sự thích hợp giữa các giải pháp này.

- Nếu giá trị p-value (chỉ số P) $\leq 0,05$, ta bác bỏ giả thuyết H0, kết quả cho thấy có sự khác biệt đáng kể giữa các nhóm, dữ liệu có ý nghĩa thống kê.

- Nếu giá trị p-value (chỉ số P) > 0,05, ta không bác bỏ giả thuyết H0, kết quả cho thấy không có sự khác biệt đáng kể giữa các nhóm, dữ liệu không có ý nghĩa thống kê.

- Kiểm định hậu định Anova (Analysis of Variance) là một phương pháp thống kê được sử dụng để kiểm tra sự khác biệt có ý nghĩa giữa hai hoặc nhiều nhóm trong một biến định lượng. Mục tiêu chính của kiểm định Anova là xác định xem liệu có sự khác biệt đáng kể trong trung bình của các nhóm hay không. Kết quả của kiểm định Anova thường là giá trị p-value. Nếu p-value nhỏ hơn một ngưỡng xác định trước (thường là 0,05), có thể kết luận rằng có sự khác biệt đáng kể giữa ít nhất hai nhóm. Nếu p-value lớn hơn ngưỡng, không có đủ bằng chứng để bác bỏ giả thuyết không có sự khác biệt giữa các nhóm [127].

Như vậy, kiểm định hậu định Anova trong nghiên cứu này được sử dụng để kiểm tra sự tương đồng giữa kết quả của kiểm định Kruskal-Wallis. Nếu kết quả của cả hai kiểm định khớp nhau, có thể củng cố rằng sự khác biệt giữa các nhóm là có ý nghĩa thống kê và không chỉ đơn thuần do hiệu ứng của yếu tố mà Kruskal-Wallis đã kiểm tra. Kết quả kiểm định thể hiện trong Phụ lục 4.

2.3.10 Phương pháp xử lý số liệu

Nghiên cứu ứng dụng phần mềm Microsoft Excel, SigmaPlot 12.0 để xử lý số liệu và vẽ biểu đồ, các tài liệu được trích dẫn nguồn thông qua phần mềm EndNote X9.

Tiểu kết chương 2

Luận án dựa trên cơ sở lý thuyết về phân tích tổng quan các nghiên cứu, thực tiễn và định hướng quy hoạch quản lý CTRSH của Thành phố Hồ Chí Minh, xu hướng phát triển công nghệ xử lý trên thế giới, hệ thống chỉ tiêu phát triển bền vững theo Agenda 21, bộ chỉ số đánh giá công tác bảo vệ môi trường cấp tỉnh để xây dựng bộ tiêu chí với 03 chỉ số và 12 chỉ thị.

Luận án kết hợp sử dụng hệ thống dữ liệu thứ cấp và sơ cấp. Đối với hệ thống dữ liệu thứ cấp, các báo cáo cấp quốc gia của Bộ TN&MT, các báo cáo cấp thành phố của

Sở TN&MT, các nhà máy xử lý chất thải rắn... được sử dụng để xây dựng bộ tiêu chí. Hệ thống dữ liệu sơ cấp cũng được thu thập vào tháng 12 năm 2022 trên địa bàn nghiên cứu nhằm cung cấp thông tin xác thực về hiện trạng quản lý CTRSH hiện tại của thành phố và kết quả hoạt động của các nhà máy xử lý.

Cùng với hệ thống dữ liệu, các phương pháp nghiên cứu được sử dụng linh hoạt theo từng mục tiêu nghiên cứu cụ thể. Trong đó, (1) Phương pháp xác định hệ số phát thải, số lượng, thành phần, nhiệt trị được khai thác để phân tích hiện trạng quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh; (2) Phương pháp dự báo để dự báo lượng rác thải trong tương lai; (3) Phương pháp khảo sát chuyên gia được sử dụng để đề xuất các chỉ tiêu cho bộ tiêu chí; (4) Phương pháp AHP tính trọng số theo ma trận để lựa chọn công nghệ xử lý; (5) Phương pháp chuẩn hóa tính toán chỉ số thành phần và chỉ số tổng hợp để lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH. Các phương pháp nghiên cứu và hệ thống dữ liệu sẽ được thể hiện trong kết quả ở chương 3.

CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả khảo sát tính chất chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh

3.1.1 Kết quả xác định hệ số phát thải chất thải rắn sinh hoạt theo các quận, huyện

Hệ số phát thải CTRSH tại Thành phố Thủ Đức, 16 quận và 5 huyện được xác định thông qua phương pháp cân trực tiếp lượng chất thải phát sinh từ mỗi nguồn xả thải. Cụ thể, quá trình khảo sát được thực hiện trong ba ngày/tuần trong một tháng, từ đó tính toán được lượng chất thải trung bình phát sinh trên mỗi người mỗi ngày. Phương pháp xác định chi tiết được trình bày trong phần phương pháp nghiên cứu.

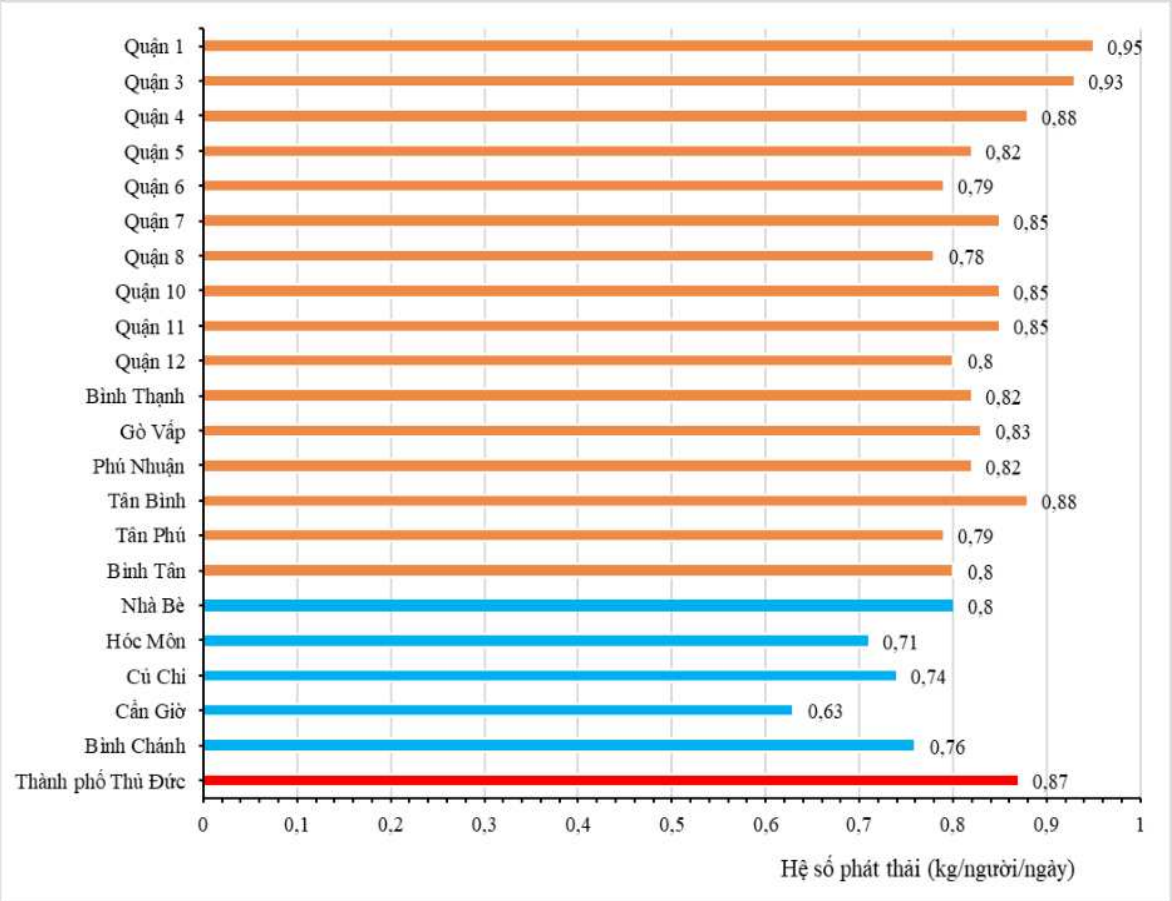
Kết quả tính toán được thể hiện trong Hình 3.1, cho thấy sự khác biệt giữa các khu vực nhưng vẫn duy trì một mức độ tương đồng nhất định.

Hệ số phát thải trung bình tại các quận dao động từ 0,75 - 0,95 kg/người/ngày, với giá trị trung bình là 0,83 kg/người/ngày.

Hệ số phát thải tại các huyện thấp hơn, dao động từ 0,63 - 0,8 kg/người/ngày, do mật độ dân cư thấp hơn và hoạt động kinh tế ít hơn.

Riêng Thành phố Thủ Đức, nơi có cả khu vực đô thị phát triển và khu dân cư ven đô, có mức phát thải trung bình khoảng 0,87 kg/người/ngày.

Từ các số liệu trên, hệ số phát thải trung bình toàn thành phố được xác định là 0,91 kg/người/ngày, không chỉ dựa trên mức trung bình của quận và huyện mà còn tính đến các nguồn phát thải bổ sung như chất thải từ thương mại, dịch vụ và các khu công nghiệp nhỏ. Điều này phản ánh mức độ đô thị hóa cao của Thành phố Hồ Chí Minh, nơi tỷ lệ rác thải từ các nguồn không phải hộ gia đình đóng góp đáng kể vào tổng lượng phát sinh.

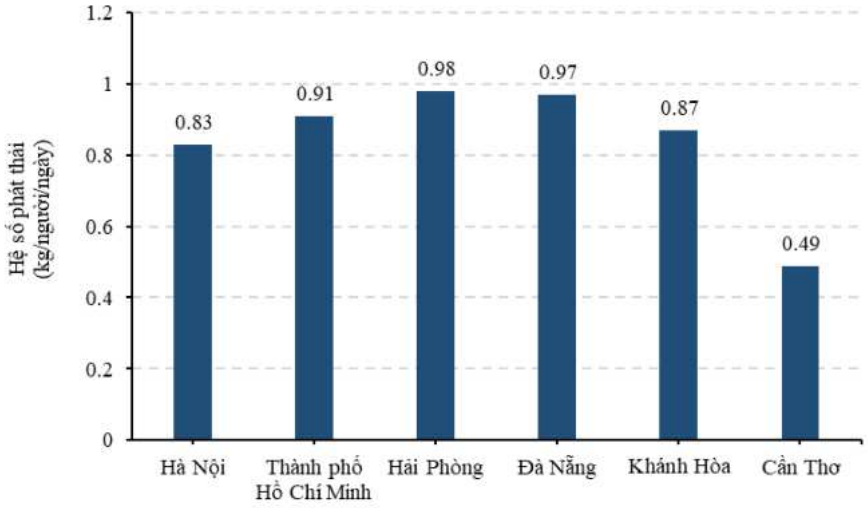


Hình 3.1 Kết quả khảo sát hệ số phát thải chất thải rắn sinh hoạt tại các quận, huyện

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các khảo sát trước đây về hệ số phát thải tại các đô thị lớn có điều kiện tương tự như Hà Nội (0,83 kg/người/ngày) và Đà Nẵng (0,97 kg/người/ngày). Như vậy, con số 0,91 kg/người/ngày phản ánh khá chính xác mức phát sinh rác thải trung bình của một đô thị có tốc độ đô thị hóa nhanh như Thành phố Hồ Chí Minh.

Hệ số này có ý nghĩa quan trọng trong việc xây dựng chiến lược quản lý CTRSH, giúp các nhà quản lý đánh giá khả năng thu gom, xử lý rác thải và tính toán quy mô đầu tư cần thiết cho các công nghệ xử lý phù hợp. Các quận trung tâm có thể cần áp dụng các biện pháp giảm thiểu rác thải tại nguồn, trong khi các huyện cần nâng cao hiệu quả hệ thống thu gom và xử lý để tránh phát sinh lượng rác tồn đọng.

Để so sánh hệ số phát thải của Thành phố Hồ Chí Minh với các khu vực khác, nghiên cứu này đã thu thập thông tin kế thừa về hệ số phát thải của một số thành phố trong cả nước như thể hiện trong Hình 3.2.



Hình 3.2 Biểu đồ so sánh hệ số phát thải các thành phố ở Việt Nam

Dựa trên Hình 3.2, Thành phố Hồ Chí Minh có hệ số phát thải cao hơn Hà Nội do mức độ đô thị hóa và công nghiệp hóa phát triển nhanh. Ngược lại, hệ số phát thải tại Hải Phòng, Đà Nẵng và Khánh Hòa cao do sự phát triển nhanh chóng của các khu công nghiệp, khu đô thị ven biển và các điểm du lịch thu hút một lượng lớn khách du lịch trong và ngoài nước. Mặc dù Thành phố Cần Thơ là một thành phố lớn ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long, nhưng lượng chất thải phát sinh ở đây tương đối thấp so với các đô thị khác. Điều này là do du lịch sông nước của khu vực chưa phát triển đầy đủ và nhiều ngành nghề nông nghiệp theo hợp tác xã. Hơn nữa, cơ sở hạ tầng vẫn chưa được triển khai hoặc nâng cấp đường cao tốc mới vào thị trấn và đầu tư vào tỉnh còn hạn chế. Như vậy, mức sống ở Cần Thơ không cao như các thành phố khác nên tỷ lệ hệ số phát thải thấp hơn.

So sánh với các nghiên cứu quốc tế, hệ số phát thải CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh cao hơn so với mức trung bình của các thành phố tại các nước đang phát triển, chẳng hạn như Bangkok (Thái Lan) hệ số phát thải CTRSH là 0,88 kg/người/ngày [128], Jakarta (Indonesia) là 0,76 kg/người/ngày [129], Manila (Philippines) là 0,74 kg/người/ngày [130]. Điều này cho thấy Thành phố Hồ Chí Minh có mức phát thải CTRSH lớn hơn

các đô thị trong khu vực Đông Nam Á, đặc biệt là các nước đang phát triển có điều kiện kinh tế và xã hội tương đồng.

Nguyên nhân của sự chênh lệch do Thành phố Hồ Chí Minh là đô thị có tốc độ đô thị hóa nhanh, mật độ dân số cao và nền kinh tế phát triển mạnh, dẫn đến mức tiêu dùng lớn hơn, kéo theo lượng rác thải cao hơn. So với Jakarta và Manila, mức sống tại Thành phố Hồ Chí Minh có phần cao hơn, dẫn đến nhu cầu tiêu thụ thực phẩm, hàng hóa và dịch vụ cao hơn, làm tăng lượng rác thải sinh hoạt. Thành phố Bangkok có hệ thống quản lý chất thải và phân loại rác tại nguồn tốt hơn, giúp giảm lượng chất thải sinh hoạt đưa vào hệ thống thu gom chung.

3.1.2 Kết quả xác định khối lượng chất thải rắn sinh hoạt theo các quận, huyện

Khối lượng rác thải tại mỗi quận, huyện năm 2021 được xác định thông qua lượng rác thải và số liệu thống kê dân số như sau:

Bảng 3.1 Khối lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh theo các quận, huyện

STT	Quận/huyện	Số dân (người)	Lượng rác	
			Tấn/ngày	Tấn/năm
1	Quận 1	142.625	135,5	49.457,5
2	Quận 3	196.433	182,5	66.612,5
3	Quận 4	203.006	178,6	65.189
4	Quận 5	187.510	153,8	56.137
5	Quận 6	258.945	204,6	74.679
6	Quận 7	324.620	275,9	100.703,5
7	Quận 8	451.290	352	128.480
8	Quận 10	372.450	316,6	115.559
9	Quận 11	332.536	282,7	103.185,5
10	Quận 12	520.175	416,2	151.913
11	Quận Bình Thạnh	490.618	402,4	146.876
12	Quận Gò Vấp	677.000	561,9	205.093,5
13	Q. Phú Nhuận	182.477	160,6	58.619
14	Quận Tân Bình	470.350	385,7	140.780
15	Quận Tân Phú	464.493	366,9	133.919,5
16	Quận Bình Tân	874.000	699,2	255.208
17	Huyện Nhà Bè	175.360	140,3	51.209,5

STT	Quận/huyện	Số dân (người)	Lượng rác	
			Tấn/ngày	Tấn/năm
18	Huyện Hóc Môn	422.471	299,9	109.463,5
19	Huyện Củ Chi	403.038	298,2	108.843
20	Huyện Cần Giờ	74.960	47,2	17.228
21	Huyện Bình Chánh	706.000	536,6	195.859
22	Thành phố Thủ Đức	1.157.998	882	321.930
Tổng		8.944.152	7.279,3	2.656.944,5

Dựa vào dữ liệu về khối lượng rác thải và dân số tại các quận, huyện Thành phố Hồ Chí Minh, có thể thấy rõ rằng có một mối tương quan trực tiếp giữa dân số và lượng rác thải phát sinh, điều này không hoàn toàn tuyệt đối. Khu vực có mật độ dân số thấp nhưng có hoạt động kinh tế hoặc thương mại mạnh vẫn có thể tạo ra lượng rác thải cao hơn. Ngược lại, các khu vực dân cư đông đúc nhưng chủ yếu là nhà ở có thể có lượng rác thải phát sinh thấp hơn dự kiến. Các quận trung tâm có dân số và khối lượng rác thải cao hơn so với các huyện ngoại ô như huyện Cần Giờ, huyện Củ Chi.

Số liệu cũng cho thấy tổng khối lượng rác thải phát sinh trong Thành phố Hồ Chí Minh vào năm 2021 là khá lớn, lên đến hơn 2,6 triệu tấn. Điều này đặt ra một thách thức lớn cho việc quản lý và xử lý rác thải hiệu quả, đảm bảo vệ sinh môi trường và sức khỏe cộng đồng. Cần có các biện pháp quản lý CTRSH thông minh và hiệu quả nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực của rác thải đến môi trường.

* Dự báo lượng CTRSH phát sinh tại Thành phố Hồ Chí Minh

Theo mục 3.1.1, hệ số phát thải CTRSH của Thành phố Hồ Chí Minh năm 2021 là 0,91 kg/người/ngày. Con số này phản ánh tình hình quản lý chất thải thực tế của thành phố. Xu hướng gia tăng hệ số phát thải từ 1,2 – 1,4 kg/người/ngày vào giai đoạn 2025-2050 được tính toán dựa trên tăng trưởng dân số, thu nhập bình quân đầu người và thay đổi hành vi tiêu dùng.

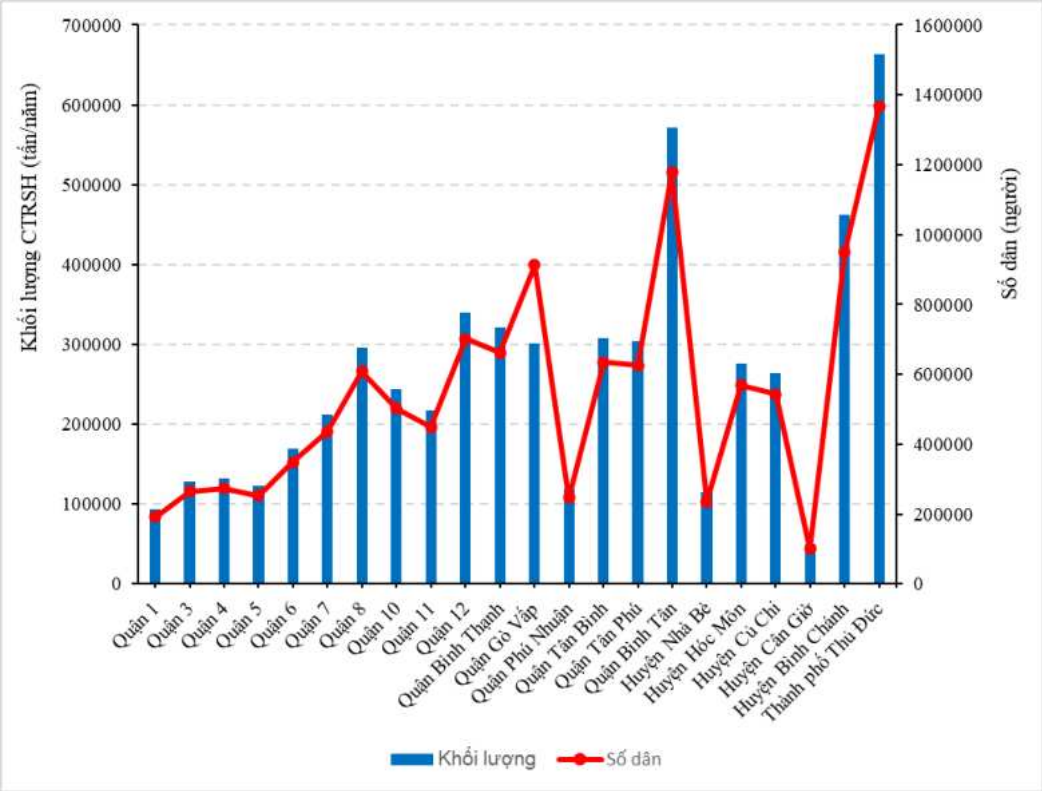
Bảng 3.2 Kết quả dự báo dân số, khối lượng chất thải rắn sinh hoạt Thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 2030-2050

Năm	Số dân (người)	Hệ số phát thải (kg/người/ngày)	Khối lượng (tấn/ngày)	Khối lượng (tấn/năm)
2025	9.400.394	1,2	10.716	3.911.504
2030	9.879.908	1,2	11.263	4.111.030
2035	10.383.883	1,3	12.824	4.680.795
2040	10.913.565	1,3	13.478	4.919.562
2045	11.470.267	1,4	15.255	5.568.241
2050	12.055.366	1,4	16.034	5.852.277

Dự báo dân số Thành phố Hồ Chí Minh tăng đều qua các giai đoạn, từ 9,4 triệu người vào năm 2025 lên 12,05 triệu người vào năm 2050, tăng 28%. Tăng trưởng dân số kéo theo nhu cầu tiêu dùng cao hơn, đồng nghĩa với sự gia tăng lượng chất thải sinh hoạt phát sinh. Nếu không có các biện pháp kiểm soát nguồn thải, tổng khối lượng CTRSH sẽ tăng từ 10.716 tấn/ngày (2025) lên 16.034 tấn/ngày (2050), tăng 49,7%.

Nghiên cứu dự báo hệ số phát thải tăng từ 1,2 kg/người/ngày (2025) lên 1,4 kg/người/ngày (2050). Nguyên nhân của xu hướng tăng này là do gia tăng mức sống và thay đổi thói quen tiêu dùng (nhiều bao bì nhựa, thực phẩm chế biến sẵn, sản phẩm điện tử thải bỏ).

Bảng 3.2 cho thấy một xu hướng tăng nhanh về khối lượng CTRSH, đặt ra thách thức lớn về hệ thống thu gom, vận chuyển và xử lý của Thành phố Hồ Chí Minh. Để tránh rơi vào tình trạng quá tải rác thải trong tương lai, thành phố cần tích hợp nhiều giải pháp từ giảm thiểu, phân loại, tái chế đến nâng cấp công nghệ xử lý. Điều này không chỉ giúp kiểm soát ô nhiễm môi trường mà còn tối ưu hóa chi phí quản lý CTRSH trong dài hạn.



Hình 3.3 Kết quả dự báo dân số, khối lượng chất thải rắn sinh hoạt tại các quận huyện năm 2050

Kết quả dự báo cho thấy rõ sự gia tăng đáng kể về dân số của các quận và huyện trong Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2050. Nhiều quận như Quận Bình Tân và Thành phố Thủ Đức có số dân dự báo năm 2050 vượt quá 01 triệu người, cho thấy xu hướng đô thị hóa và tăng trưởng dân số mạnh mẽ trong các khu vực này.

Mức độ gia tăng lớn về khối lượng rác thải sinh hoạt của các quận và huyện trong Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2050. Với sự tăng trưởng dân số đáng kể, khối lượng rác thải sinh hoạt dự báo cũng tăng theo. Bên cạnh đó, có sự chênh lệch lớn về dân số và khối lượng rác thải giữa các quận và huyện. Các quận nội thành như Quận 1, Quận 3, và Quận Gò Vấp có dân số cao và khối lượng rác thải lớn hơn so với các huyện ngoại ô như Huyện Nhà Bè và Huyện Cần Giờ. Việc phân phối chênh lệch này cần được xem xét để phân bổ đầu tư cơ sở xử lý chất thải cho phù hợp, đáp ứng nhu cầu của từng khu vực.

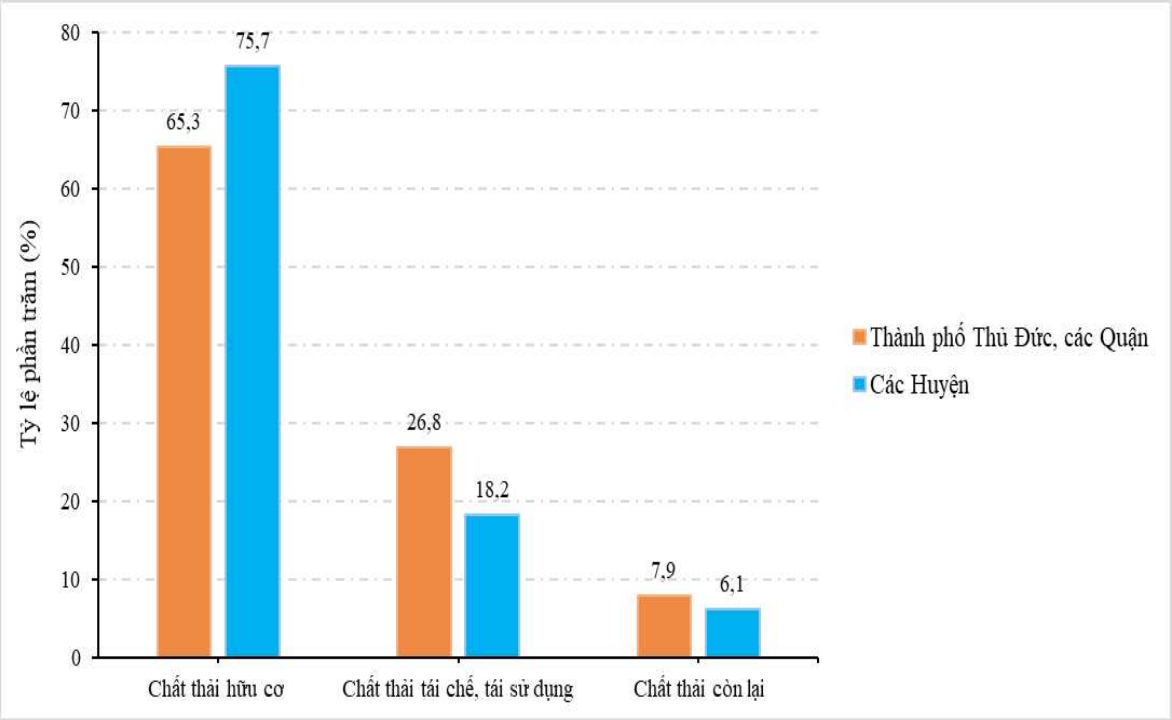
3.1.3 Kết quả xác định thành phần chất thải rắn sinh hoạt

Thành phần CTRSH thu thập được trình bày trong Bảng 3.3, dựa trên phân tích được thực hiện từ quá trình đi khảo sát trên địa bàn nghiên cứu.

Bảng 3.3 Thành phần chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh

Thành phần chất thải	**Tỷ lệ phần trăm (%)**
Chất thải hữu cơ (thực phẩm thừa, vỏ rau củ,…)	58,9÷80,7
Chất thải tái chế, tái sử dụng	
Giấy	1,5÷8,1
Nhựa, nylon	2÷2,6
Thủy tinh (chai lọ, cốc vỡ)	0,5÷9,1
Carton	0,8÷11,9
Kim loại	0,3÷3,9
Chất thải còn lại	
Bê tông, gạch vỡ, đất đá (xà bần)	0,2÷4,2
Bông băng	0,2÷8,9
Vải	0,4÷3,7
Sành sứ	0,2÷2,3
Gỗ	0,3÷3,7
Chất thải nguy hại	0,1÷0,2

Kết quả phân tích thành phần chất thải có sự khác biệt so với kết quả của Sở TN&MT Thành phố Hồ Chí Minh năm 2021 là do phụ thuộc vào nguồn tư liệu thu thập được khi thực hiện báo cáo. Cụ thể, báo cáo hiện trạng môi trường Thành phố Hồ Chí Minh năm 2021 thành phần hữu cơ trong khoảng 61÷88,9% [40], trong khi thành phần hữu cơ xác định trong nghiên cứu dao động trong khoảng 58,9÷80,7%. Nhìn chung, cả hai kết quả có sự chênh lệch nhỏ và đều chiếm tỷ lệ phần trăm cao trong tổng thành phần chất thải.



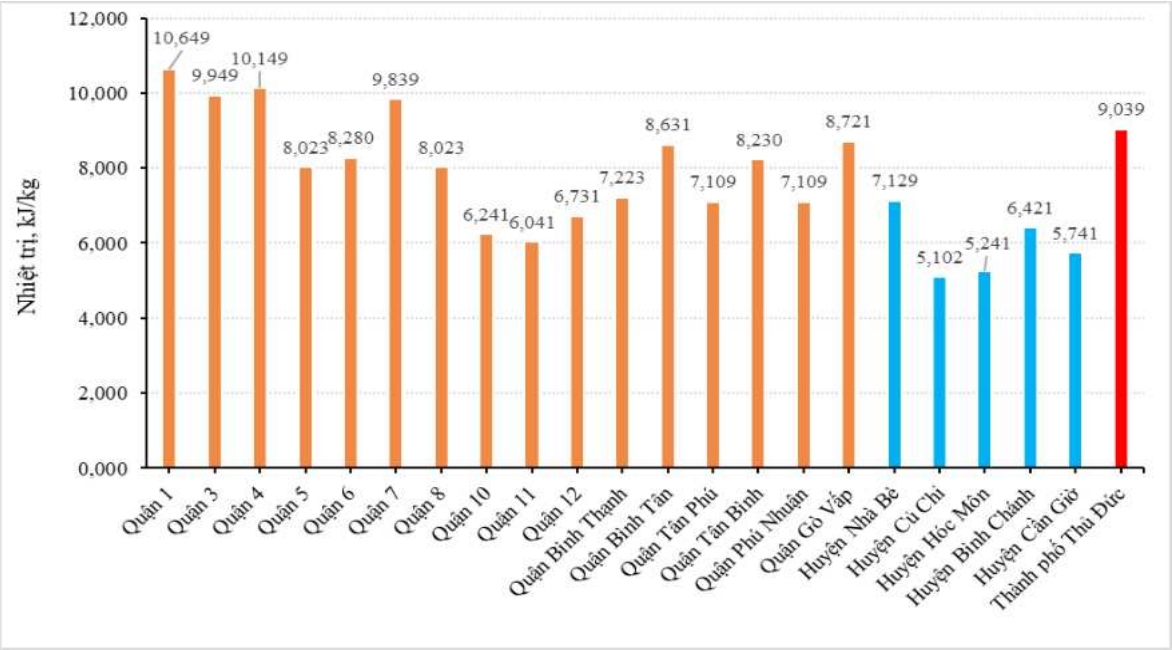
Hình 3.4 Tỷ lệ thành phần chất thải rắn sinh hoạt tại các quận huyện

Thành phần rác thải trên địa bàn quận, huyện rất đa dạng phụ thuộc vào nguồn phát sinh và mức sống của người dân. Ở các quận chất thải dễ phân hủy chiếm tỷ lệ thấp (65,3%) hơn huyện (75,7%) nơi có thêm nguồn sản xuất từ nông nghiệp (huyện Củ Chi, huyện Hóc Môn), chế biến thủy hải sản (huyện Cần Giờ). Tuy nhiên, khu vực quận nơi có xu hướng sử dụng thức ăn nhanh, văn phòng, quán ăn nên thành phần rác tái chế, tái sử dụng (26,8%) sẽ cao hơn các huyện (18,2%). Điều này cho thấy khi có sự đô thị hóa thì điều kiện và thói quen sinh hoạt sẽ thay đổi, hướng tới sự tiện lợi trong cộng đồng, thành phần CTRSH ở mỗi khu vực cũng có tỉ lệ khác nhau. Thành phần chất thải cụ thể cho từng quận huyện thể hiện trong Phụ lục 2. Đây là số liệu quan trọng cho thấy sự cần thiết để xác định công nghệ xử lý phù hợp và hiệu quả trong việc thu gom, xử lý CTRSH ở từng quận huyện trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh.

3.1.4 Kết quả xác định nhiệt trị chất thải rắn sinh hoạt

Kết quả đo đạc độ ẩm tuyệt đối và phân tích nhiệt trị thành phần CTRSH tại các quận huyện cho thấy độ ẩm với giá trị dao động trong khoảng 53-77% và nhiệt trị trung

bình 7.710 kJ/kg (Phụ lục 2.2). Chi tiết kết quả phân tích nhiệt trị được thể hiện như sau:



Hình 3.5 Kết quả nhiệt trị của rác thải sinh hoạt tại các quận huyện

Mẫu rác ở quận 1 có nhiệt trị cao nhất (10.649 kJ/kg), thấp nhất là mẫu rác ở huyện Củ Chi (5.102 kJ/kg). Nhiệt trị của rác thải ở các quận cao hơn từ 1,5 - 2 lần nhiệt trị của rác thải ở các huyện. Sự khác nhau về nhiệt trị rác thải giữa các quận huyện tại có thể được giải thích thông qua các yếu tố như thành phần chất thải, độ ẩm và đặc điểm sinh hoạt của cư dân tại các khu vực đó.

+ Thành phần chất thải ở quận trung tâm như Quận 1,3 có xu hướng có nhiệt trị cao hơn vì thành phần rác thải chủ yếu là vật liệu khô, dễ cháy như giấy, nhựa, kim loại, và ít rác hữu cơ. Trong khi đó, các huyện ngoại thành như Củ Chi, Hóc Môn lại có tỷ lệ rác hữu cơ cao hơn, chủ yếu là chất thải từ nông nghiệp hoặc thực phẩm, dẫn đến nhiệt trị thấp hơn. Thành phần rác hữu cơ có độ ẩm cao, khi đốt sẽ tạo ra ít nhiệt năng hơn do nước trong rác hấp thụ một phần nhiệt lượng, làm giảm khả năng phát nhiệt của chất thải.

+ Độ ẩm là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến nhiệt trị của rác thải. Rác thải có độ ẩm cao sẽ giảm nhiệt trị vì phần nước trong rác sẽ hấp thụ năng lượng khi bị đốt

nóng. Kết quả nghiên cứu cho thấy độ ẩm của rác thải ở các quận dao động từ 53-77% và rác thải ở các huyện, đặc biệt là các khu vực nông thôn như Củ Chi, có thể chứa nhiều chất thải hữu cơ với độ ẩm cao, dẫn đến nhiệt trị thấp hơn so với các quận trung tâm. Rác thải ở các quận đô thị, có ít chất thải hữu cơ, do đó, độ ẩm thấp hơn và nhiệt trị cao hơn.

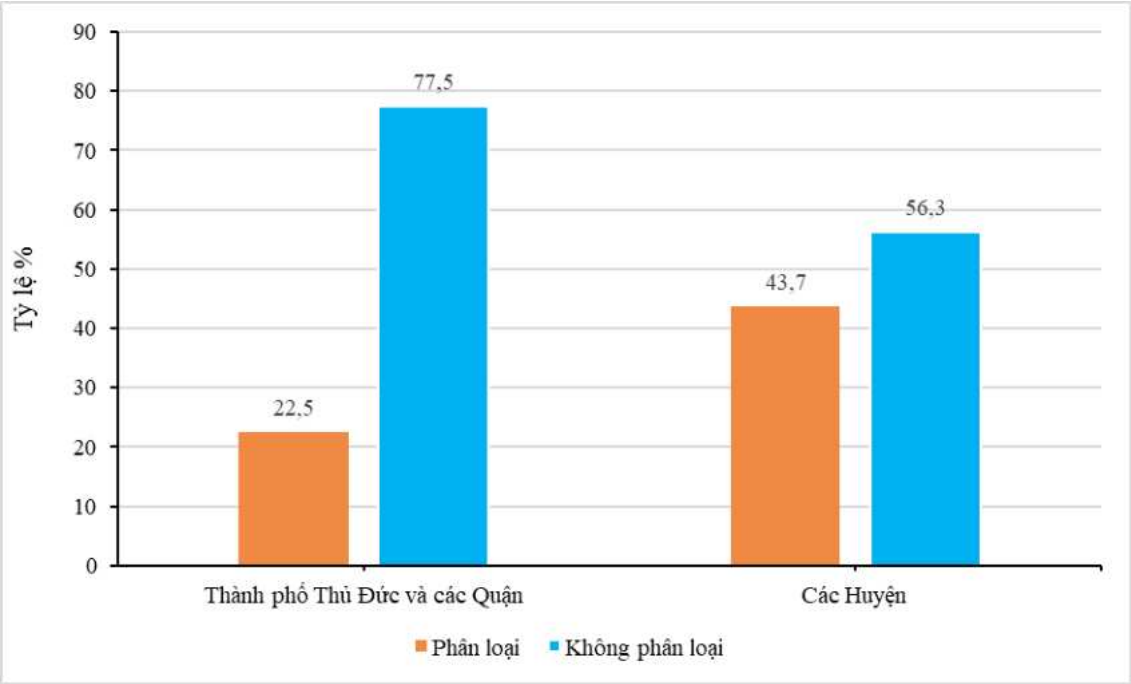
+ Ở các khu vực trung tâm, người dân có xu hướng tiêu thụ nhiều sản phẩm công nghiệp như bao bì nhựa, giấy và các vật liệu dễ cháy. Trong khi các khu vực ngoại thành, tỷ lệ rác hữu cơ như thực phẩm thừa, chất thải nông nghiệp lại cao hơn, dẫn đến sự khác biệt về nhiệt trị. Điều này phản ánh sự khác biệt trong mức độ tiêu dùng và thói quen sinh hoạt của cư dân ở mỗi khu vực.

Sự khác biệt về nhiệt trị giữa các quận huyện tại Thành phố Hồ Chí Minh chủ yếu liên quan đến thành phần rác thải, đặc biệt là tỷ lệ chất thải hữu cơ, độ ẩm và các yếu tố đặc thù về sinh hoạt của cư dân tại các khu vực đó.

3.1.5 Kết quả xác định về tình hình phân loại, thu gom, vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt

Thành phố đã triển khai chương trình nhằm mở rộng quy mô phân loại CTRSH tại nguồn, với mục tiêu đạt tỷ lệ 100% CTRSH được phân loại và xử lý hiệu quả. Mặc dù chương trình đã đạt được một số kết quả tích cực ở các khu vực thí điểm, nhưng hiện nay, việc phân loại vẫn chưa được triển khai rộng rãi và đồng bộ ở tất cả các phường. Các công đoạn thu gom, vận chuyển và xử lý rác thải chưa hoàn toàn đáp ứng yêu cầu về hiệu quả và chưa có sự đồng bộ trong việc thực hiện quy trình phân loại, khiến chương trình chưa đạt được kết quả mong đợi trong việc giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tối ưu hóa quá trình tái chế. Điều này phản ánh rõ nét con số thống kê từ 420 phiếu khảo sát tại Thành phố Thủ Đức, các quận, huyện (phụ lục 1.3). Ở Thành phố Thủ Đức và các quận phần lớn các hộ gia đình đa số vẫn để chung rác vào túi nylon chiếm tỷ lệ 77,5%; số ít có phân loại tại nguồn 22,5% (phụ lục 2.3). Khảo sát tại các huyện như Cần Giờ, Củ Chi, Hóc Môn, Bình Chánh do vẫn còn đất sản xuất nông nghiệp nên rác từ lá cây, rau củ, vỏ tôm cá được người dân giữ lại để

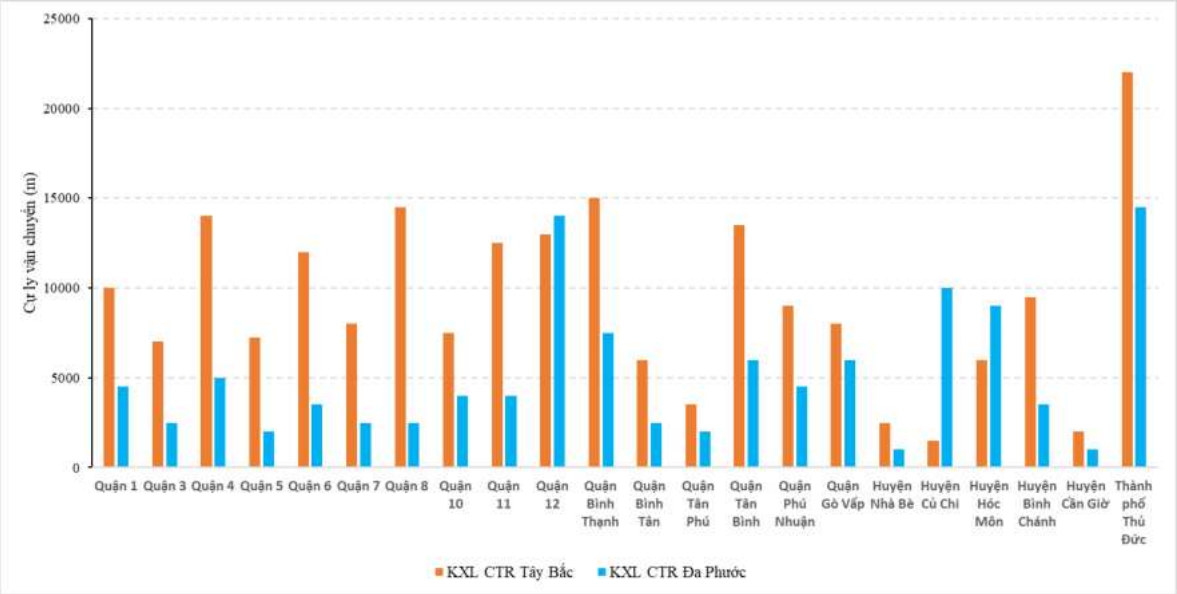
ủ phân; chai nhựa, nylon để bán ve chai, tỷ lệ phân loại khá cao chiếm 43,7%. Kết quả khảo sát phân loại rác tại nguồn từ các hộ gia đình như sau:



Hình 3.6 Kết quả phân loại rác tại Thành phố Thủ Đức và các quận, huyện

Hình thức thu gom rác tại khu dân cư, nhà dân hiện nay mà đơn vị thu gom áp dụng chủ yếu bằng phương pháp thủ công. Rác thải được thu gom vào buổi trưa từ 11h – 12h hoặc chiều từ 16h – 18h30 tùy quận huyện với tần suất là 1-2 ngày/lần. Hiện nay công ty dịch vụ công ích quận đang thu gom chiếm 20% lượng rác, hệ thống dân lập thu gom tất cả lượng CTRSH còn lại chiếm 80% bằng các phương tiện chính là xe ba gác, xe lam, sọt tre…

Đối với công tác vận chuyển, UBND thành phố đã ban hành Quyết định số 4712/QĐ-UBND ngày 20 tháng 10 năm 2018 để ủy quyền cho UBND Thành phố Thủ Đức và các quận, huyện chủ động trong việc tổ chức thực hiện, kiểm tra, giám sát công tác cung ứng dịch vụ thu gom, vận chuyển CTRSH tại từng địa phương [75]. Các điểm tập kết rác và vị trí các trạm trung chuyển được bố trí trên địa bàn quận, huyện. Cự ly trung bình vận chuyển CTRSH từ các quận, huyện đến khu xử lý rác Đa phước và Tây Bắc như sau:



Hình 3.7 Cự ly vận chuyển trung bình từ các quận, huyện về khu xử lý

Qua biểu đồ cho thấy cự ly vận chuyển của các quận huyện đến hai khu xử lý chất thải rắn Tây Bắc và Đa Phước có sự khác biệt. Khu xử lý chất thải rắn Tây Bắc khoảng cách từ gần 2,5 km đến xa hơn 22 km. Quận/huyện gần: Quận 3, Quận 7, Quận 8, Huyện Nhà Bè. Quận/huyện xa: Thành phố Thủ Đức, Quận Bình Thạnh; Khu xử lý rác Đa Phước khoảng cách từ gần 01 km đến xa hơn 14,5 km. Quận/huyện gần: Huyện Cần Giờ, Quận Tân Phú, Quận 6. Quận/huyện xa: Huyện Củ Chi, Thành phố Thủ Đức.

Các quận trung tâm (Quận 1, Quận 3, Quận 4) đến cả 02 khu xử lý rác thường là khoảng từ 7 đến 15 km, cự ly từ Thành phố Thủ Đức đến khu xử lý chất thải rắn Tây Bắc là 22 km, cao hơn nhiều so với các quận trung tâm và Đa Phước. Cự ly từ các huyện ngoại thành (như huyện Củ Chi, huyện Hóc Môn) đến khu xử lý chất thải rắn Đa Phước thường là khoảng từ 3,5 đến 10 km.

Như vậy, khoảng cách đến khu xử lý chất thải rắn có sự biến đổi đáng kể giữa các quận trung tâm, huyện và Thành phố Thủ Đức. Điều này có thể ảnh hưởng đến việc lựa chọn khu xử lý phù hợp dựa trên nhiều yếu tố khác nhau như thời gian, chi phí vận chuyển, tác động môi trường và khả năng hợp nhất vận chuyển.

3.2 Kết quả xây dựng bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Dựa trên khung phân tích DPSIR, bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH đã được xây dựng nhằm phản ánh một cách toàn diện các yếu tố tác động đến hệ thống quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Bảng 3.4 Tóm tắt bảng phân loại bộ tiêu chí theo DPSIR

Nhóm DPSIR	Tiêu chí liên quan
Động lực	Khối lượng rác phát sinh, thành phần CTRSH, tốc độ đô thị hóa, tốc độ tăng dân số, mức tiêu thụ tài nguyên.
Áp lực	Ô nhiễm không khí (NH_3, H_2S, bụi), phát thải CO_2, ô nhiễm nước (BOD_5, COD, Amoni), ô nhiễm đất (kim loại nặng As, Cr, Pb).
Hiện trạng	Hệ số phát thải CTRSH, diện tích đất sử dụng, mức độ ô nhiễm tại các bãi xử lý (không khí, nước, đất).
Tác động	Tác động môi trường (giảm khí nhà kính, giảm ô nhiễm nước, giảm diện tích chôn lấp), tác động kinh tế (chi phí đầu tư, vận hành, doanh thu từ bán điện/phân compost), tác động xã hội (sức khỏe cộng đồng, việc làm, thu nhập).
Đáp ứng	Chính sách hỗ trợ xử lý CTRSH, mức hỗ trợ tài chính, sự chấp nhận của cộng đồng, khuyến khích công nghệ bền vững.

Từ khung phân tích trên, nghiên cứu tiến hành xây dựng danh sách các tiêu chí, các bước thực hiện như sau: (1) Đề xuất danh sách dựa trên các nguyên tắc lý luận; (2) Đề xuất danh sách tiêu chí sơ bộ dựa trên sự kết hợp các tiêu chí đã có; (3) Sử dụng phương pháp chuyên gia để chọn lọc các tiêu chí phù hợp, loại bỏ các tiêu chí không phù hợp. Các chỉ tiêu được xây dựng dựa trên 03 khía cạnh kinh tế, xã hội, môi trường. Với từng khía cạnh, các chỉ tiêu được xác định cụ thể như sau:

Khía cạnh môi trường: Nguyên tắc của lý thuyết quản lý CTRSH đã chỉ rõ: quản lý CTRSH hiệu quả phải tối thiểu hóa ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường. Nguyên tắc này sẽ được cụ thể hóa bằng các chỉ tiêu: (1) "Ô nhiễm không khí" được đề xuất từ các hoạt động xử lý gây ra mùi hôi, khí thải; (2) "Phát thải khí nhà kính" được đề xuất tính toán lượng khí CO_2 trên mỗi tấn rác phát thải vào khí quyển; (3) "Phục hồi năng lượng" từ hệ thống xử lý; (4) "Sử dụng đất đai" được đề xuất định mức sử

dụng đất cho hoạt động xử lý; (5) "Ô nhiễm nguồn nước" được đề xuất từ các hoạt động xử lý gây ra mùi hôi từ nước thải.

Khía cạnh kinh tế: Để lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH có thể vận hành một cách lâu dài thì các chỉ tiêu về (1) "Chi phí cố định" bao gồm chi phí đầu tư cho cơ sở hạ tầng và chi phí cho xử lý rác; (2) "Chi phí vận hành và bảo trì" là chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị máy móc, chi phí cho nguyên vật liệu; (3) "Chi phí tuyển dụng và đào tạo"; (4) "Chi phí lao động" các khoản chi phí này được đề xuất cho đào tạo nguồn nhân lực có trình độ kiến thức để vận hành và kiểm soát hệ thống xử lý; (5) "Doanh thu/lợi ích" được đề xuất từ bán sản phẩm điện và phân compost.

Khía cạnh xã hội: Các chỉ số xã hội liên quan đến các vấn đề xã hội về quản lý chất thải, bao gồm: (1) "Văn hóa của cộng đồng" trong việc quản lý chất thải; (2) "Khả năng hợp tác và nhận thức của cộng đồng" được đề xuất có thể thúc đẩy khả năng chấp nhận của cộng đồng địa phương cho các giải pháp xử lý thay thế không gây tác động tiêu cực đến chất lượng cuộc sống hoặc số vụ thưa kiện trong năm; (3) "Tạo việc làm" được đề xuất là số lượng nhân công làm việc để vận hành thiết bị xử lý và mức thu nhập của họ; (4) "Sức khỏe và an toàn cộng đồng" được đề xuất là số người bị dị ứng, đường hô hấp xung quanh khu vực xử lý rác; (5) "Chính sách" được đề xuất là những chính sách về hỗ trợ giá xử lý chất thải, hỗ trợ giá bán, điện phân.

Sau khi thiết lập, quy trình lựa chọn chỉ tiêu và công nghệ xử lý được dựa theo phương pháp chuyên gia. Đây là kỹ thuật được sử dụng khá phổ biến để lựa chọn các chỉ tiêu thông qua sự đồng thuận của các chuyên gia. Các chuyên gia được lựa chọn trong lĩnh vực kinh tế, xã hội, môi trường và quản lý dựa trên các lĩnh vực của họ. Phần đánh giá ý kiến của các chuyên gia đối với chỉ tiêu được đề xuất bao gồm 2 nội dung: (1) Ý kiến chuyên gia như sau: Đồng ý: "Giữ nguyên"; Không đồng ý: "Bỏ" chỉ tiêu đề xuất (chuyên gia ghi chú lý do đề nghị "Bỏ" hoặc "Thay thế" hoặc "Bổ sung"); (2) Đề nghị bổ sung thêm công nghệ xử lý và chỉ tiêu của chuyên gia hoặc các ý kiến đóng góp.

Kết quả khảo sát đợt 01, sau khi hỏi ý kiến của chuyên gia đánh giá bộ tiêu chí, được trình bày như sau: (1) Chỉ tiêu "Phục hồi năng lượng" do thu thập số liệu giống chỉ tiêu "Doanh thu" từ điện và phân của chỉ số kinh tế nên loại bỏ; (2) Chỉ tiêu "Chi phí tuyển dụng và đào tạo" và "Chi phí lao động" là những chỉ tiêu mang tính định tính, khảo sát thực tế thường không có câu trả lời chính xác nên bỏ 02 chỉ tiêu này. Chỉ tiêu "Chi phí cố định" tách ra bao gồm "Chi phí đầu tư" cho cơ sở hạ tầng và "Chi phí cho xử lý rác"; (3) Chỉ tiêu "Văn hóa của cộng đồng", "Khả năng hợp tác và nhận thức của cộng đồng" được gom chung 01 chỉ tiêu "Sự chấp nhận của công chúng", chỉ tiêu "Sức khỏe và an toàn cộng đồng" được chỉnh sửa "Sức khỏe cộng đồng".

Như vậy, Bộ tiêu chí công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH được trình bày cụ thể trong Bảng 3.5.

Bảng 3.5 Bộ tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý cho mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt

Chỉ số	Chỉ thị	Thông số	Đơn vị đo
Môi trường	Ô nhiễm không khí	Nồng độ khí NH_3	mg
		Nồng độ khí H_2S	mg
		Nồng độ bụi	$\mu m/m^3$
	Phát thải khí nhà kính	Lượng phát thải khí nhà kính vào khí quyển	$kgCO_2$tđ/tấn/năm
	Ô nhiễm nguồn nước	Nồng độ BOD_5	mgO_2/l
		Nồng độ COD	mgO_2/l
		Nồng độ Amoni	mg/l
	Sử dụng đất đai	Diện tích sử dụng đất cho xử lý	m^2/tấn/ngày
		Ô nhiễm kim loại nặng: As	mg/kg
		Ô nhiễm kim loại nặng: Cr	mg/kg
		Ô nhiễm kim loại nặng: Pb	mg/kg
Kinh tế	Chi phí đầu tư	Đầu tư cơ sở hạ tầng	triệu đồng/tấn/năm
		Đầu tư trang thiết bị	triệu đồng/tấn/năm

Chỉ số	Chỉ thị	Thông số	Đơn vị đo
	Chi phí vận hành và bảo trì	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	triệu đồng/tấn/năm
		Chi phí nguyên vật liệu	triệu đồng/tấn/năm
	Chi phí cho xử lý	Mức giá cho xử lý	đồng/tấn/ngày
	Doanh thu/lợi ích	Bán điện Bán phân	triệu đồng/tấn triệu đồng/tấn
Xã hội	Sức khỏe cộng đồng	Số người bị ảnh hưởng	người/năm
	Tạo việc làm	Số lượng công nhân làm việc Mức thu nhập	người/tấn triệu đồng/tháng
	Chính sách	Hỗ trợ xử lý rác Hỗ trợ bán phân Hỗ trợ bán điện	đồng/tấn đồng/tấn đồng/kWh
	Sự chấp nhận của công chúng	Số vụ kiện cáo trong năm	số vụ/năm

Để đánh giá sự phù hợp của bộ tiêu chí quản lý CTRSH với định hướng quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh, nghiên cứu xem xét cả những thuận lợi và khó khăn của việc áp dụng bộ tiêu chí này như sau:

* Thuận lợi

- Tính toàn diện: Bộ tiêu chí này bao gồm các chỉ tiêu không chỉ liên quan đến môi trường mà còn đề cập đến khía cạnh kinh tế và xã hội, giúp đánh giá hiệu quả của các biện pháp quản lý CTRSH từ nhiều khía cạnh.

- Cụ thể và đo lường được: Mỗi chỉ tiêu được xác định rõ ràng cùng với thông số đo lường và đơn vị đo, giúp việc đánh giá và so sánh kết quả trở nên chính xác và dễ dàng hơn.

- Phản ánh định hướng phát triển bền vững: Việc đặt ra các chỉ tiêu về môi trường, kinh tế và xã hội giúp thúc đẩy việc phát triển bền vững trong quản lý chất thải, đồng thời tạo điều kiện cho sự phát triển của cộng đồng và kinh tế địa phương.

- Sự phản hồi từ các chuyên gia: Việc sử dụng phương pháp chuyên gia để lựa chọn

và điều chỉnh các chỉ tiêu trong bộ tiêu chí giúp đảm bảo tính chính xác và sự hiểu biết sâu sắc từ các chuyên gia trong lĩnh vực.

* Khó khăn

- Điều kiện hạ tầng và nguồn lực: Áp dụng bộ tiêu chí này có thể đòi hỏi đầu tư vào hạ tầng và nguồn lực để thu thập dữ liệu và thực hiện đánh giá. Điều này có thể là thách thức đối với các địa phương có nguồn lực hạn chế.

- Khả năng đo lường và thu thập dữ liệu: Một số chỉ tiêu trong bộ tiêu chí yêu cầu khả năng đo lường và thu thập dữ liệu chính xác, nhưng việc này có thể gặp khó khăn do hạn chế về cơ sở hạ tầng và nguồn lực ở một số khu vực.

- Khả năng tích hợp với hệ thống quản lý hiện có: Việc tích hợp bộ tiêu chí này vào hệ thống quản lý CTRSH hiện có ở Thành phố Hồ Chí Minh có thể đòi hỏi sự điều chỉnh và cải thiện đáng kể, cũng như sự hỗ trợ từ các cấp quản lý trên.

- Khả năng hiểu và áp dụng của người quản lý và cộng đồng: Cần có sự nỗ lực trong việc giáo dục và tăng cường hiểu biết của người quản lý và cộng đồng về việc áp dụng và thực thi các tiêu chí này.

Bên cạnh đó, nghiên cứu đánh giá sự phù hợp với định hướng quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh như sau: Bộ tiêu chí này có thể phù hợp với định hướng quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh với điều kiện được thích ứng và điều chỉnh phù hợp với điều kiện cụ thể của thành phố, bao gồm cả việc đảm bảo tính khả thi về nguồn lực, tính toàn vẹn của dữ liệu, và khả năng tích hợp với hệ thống quản lý hiện tại. Đồng thời, việc tăng cường giáo dục và tạo sự nhận thức từ cộng đồng cũng là yếu tố quan trọng trong việc thúc đẩy sự thành công của việc áp dụng bộ tiêu chí này.

3.3 Kết quả áp dụng phương pháp AHP trong xác định các trọng số đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Trên cơ sở danh mục các tiêu chí đã được sàng lọc ở trên, nghiên cứu tiến hành tính toàn trọng số của các tiêu chí. Để tính toán các trọng số, phương pháp phân tích thứ

bậc AHP và phương pháp chuyên gia được áp dụng. Kết quả thể hiện chi tiết việc tính toán các trọng số trong Phụ lục 3.

3.3.1 Kết quả trọng số giữa các nhóm chỉ số

Xây dựng ma trận so sánh tổng hợp các chỉ số kinh tế, xã hội, môi trường. Từ kết quả với tỉ số nhất quán CR<10%, Phụ lục 3.1, nên bộ trọng số tiêu chí đảm bảo tính nhất quán.

Bảng 3.6 Kết quả trọng số của các nhóm chỉ số

Chỉ số	Kinh tế	Xã hội	Môi trường	Trọng số
Kinh tế	1,00	1,26	0,98	0,355
Xã hội	0,79	1,00	0,73	0,275
Môi trường	1,02	1,37	1,00	0,370

Theo đánh giá của các chuyên gia, yếu tố môi trường được xem là tác nhân quan trọng nhất trong việc xây dựng hệ thống quản lý chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) tại khu vực nghiên cứu, với tỷ lệ ảnh hưởng lên tới 37%. Tiếp theo là yếu tố kinh tế, đóng góp 35,5% vào quyết định xây dựng hệ thống, trong khi yếu tố xã hội, mặc dù có ảnh hưởng, nhưng lại chiếm tỷ trọng thấp nhất, chỉ đạt 27,5%.

Chỉ số môi trường là cao nhất điều này hoàn toàn phù hợp với thực tế. Chỉ số này tối quan trọng và cần thiết đối với hệ thống quản lý chất thải. Tiêu chí và trọng số được cho điểm theo từng khía cạnh dựa vào nhu cầu của địa phương mà các chuyên gia nhận thấy rõ, thực tế cho thấy việc ra quyết định hầu hết dựa vào quá trình phân tích này.

3.3.2 Kết quả trọng số giữa các nhóm chỉ thị

Mười hai chỉ thị từ ba chỉ số môi trường, xã hội, kinh tế được xác định trọng số để đánh giá mức độ ưu tiên từ các chuyên gia được trình bày trong Bảng 3.7-3.9.

3.3.2.1 Nhóm chỉ thị về môi trường

Thiết lập ma trận so sánh 04 yếu tố đánh giá: Ô nhiễm không khí, ô nhiễm nguồn nước, phát thải khí nhà kính, sử dụng đất đai từ các chuyên gia lựa chọn kết quả có tỉ

số nhất quán CR<10% được tính trong Phụ lục 3.2. Bảng 3.7 thể hiện ma trận so sánh trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số môi trường.

Bảng 3.7 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số môi trường

Chỉ số môi trường	Ô nhiễm không khí	Phát thải khí nhà kính	Ô nhiễm nguồn nước	Sử dụng đất đai	Trọng số
Ô nhiễm không khí	1,00	2,62	3,65	4,17	0,513
Phát thải khí nhà kính	0,38	1,00	2.50	2,34	0,252
Ô nhiễm nguồn nước	0,27	0,40	1,00	1,34	0,128
Sử dụng đất đai	0,24	0,43	0,75	1,00	0,108

Kết quả Bảng 3.6 cho thấy, các chỉ số môi trường thì ô nhiễm môi trường không khí được xếp hạng cao nhất thể hiện tầm quan trọng vượt trội của nó so các chỉ thị còn lại. Điều này cho thấy mối quan tâm của những chuyên gia về khả năng gây ô nhiễm (nước rỉ) từ chất thải rắn. Hơn nữa, điều đó có nghĩa là mối quan tâm đến việc bảo vệ nguồn nước mặt và nước ngầm đối với đời sống là quan trọng hàng đầu và sẽ ảnh hưởng lớn đến việc lựa chọn và thực hiện bất kỳ kế hoạch hoặc công nghệ xử lý chất thải rắn nào. Tương tự, phát thải các khí nhà kính ra môi trường có ảnh hưởng đến xếp hạng đối với môi trường sống tự nhiên và đa dạng sinh học.

3.3.2.2 Nhóm chỉ thị về kinh tế

Thiết lập ma trận so sánh 04 yếu tố đánh giá: Chi phí đầu tư, chi phí vận hành và bảo trì, chi phí xử lý, doanh thu từ các chuyên gia và lựa chọn những kết quả có tỉ số nhất quán CR<10% được tính trong Phụ lục 3.3. Bảng 3.8 thể hiện ma trận so sánh trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số kinh tế.

Bảng 3.8 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số kinh tế

Chỉ số kinh tế	Chi phí đầu tư	Chi phí vận hành và bảo trì	Chi phí xử lý	Doanh thu	Trọng số
Chi phí đầu tư	1,00	2,00	4,85	4,56	0,500
Chi phí vận hành và bảo trì	0,50	1,00	3,59	3,43	0,306
Chi phí xử lý	0,21	0,28	1,00	1,09	0,098
Doanh thu	0,22	0,29	0,92	1,00	0,096

Chi phí đầu tư là yếu tố then chốt, chiếm tỷ lệ lớn trong tổng chi phí, đặc biệt khi xét đến việc sử dụng đất. Mặc dù bãi chôn lấp tiêu tốn diện tích đất đáng kể, nhưng việc xây dựng nhà máy MBT và công nghệ đốt rác phát điện, dù không yêu cầu diện tích đất lớn, lại đòi hỏi một nguồn vốn đầu tư lớn để triển khai và vận hành hiệu quả. Chi phí vận hành và bảo trì các thiết bị máy móc có ảnh hưởng quan trọng đến việc lựa chọn và thực hiện xử lý, để đảm bảo tuân thủ khi vận hành xử lý chất thải an toàn và bền vững đóng một vai trò quan trọng. Doanh thu có được từ việc bán điện, bán phân và bán phế liệu mang lại các hoạt động quản lý bền vững tích cực mặc dù kinh phí chi tiêu không ảnh hưởng sự phán xét của chuyên gia.

3.3.2.3 Nhóm chỉ thị về xã hội

Thiết lập ma trận so sánh 04 yếu tố đánh giá: Sức khỏe cộng đồng, tạo việc làm, chính sách, sự chấp nhận của công chúng từ các chuyên gia, lựa chọn những kết quả có tỉ số nhất quán CR<10% được tính trong Phụ lục 3.4. Bảng 3.9 thể hiện ma trận so sánh trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số xã hội, cho thấy sức khỏe và nhận thức cộng đồng có mối quan tâm quan trọng nhất từ sự đánh giá. Nó được thực hiện từ việc thay đổi thái độ và hành vi, nhận thức cộng đồng thông qua các chương trình tuyên truyền, vận động giáo dục tại địa phương bằng phương tiện truyền thông hoặc các phương tiện khác như trường học, tổ chức và khu vực kinh doanh. Việc làm được tạo ra cũng là một vấn đề được quan tâm từ sự nhận xét, đánh giá.

Bảng 3.9 Kết quả trọng số các chỉ thị thuộc chỉ số xã hội

Chỉ số xã hội	**Sức khỏe cộng đồng**	**Tạo việc làm**	**Chính sách**	**Sự chấp nhận của công chúng**	**Trọng số**
Sức khỏe cộng đồng	1,00	1,41	2,05	1,16	0,328
Tạo việc làm	0,71	1,00	1,65	1,01	0,253
Chính sách	0,49	0,61	1,00	0,67	0,162
Sự chấp nhận của công chúng	0,86	0,99	1,49	1,00	0,257

Việc tham vấn và nhận được sự ủng hộ của cộng đồng đóng vai trò then chốt trong mọi quyết định, bao gồm cả việc lựa chọn địa điểm đặt cơ sở xử lý chất thải, và quá trình này luôn cần tuân theo các chính sách hiện hành. Tuy nhiên, theo ý kiến của các

chuyên gia, dù một chính sách có tầm ảnh hưởng đến đâu, nếu không đạt được sự đồng thuận từ cộng đồng, thì việc thực thi cũng sẽ gặp nhiều trở ngại và khó có thể thành công.

3.3.3 Kết quả trọng số tổng hợp của các tiêu chí

Kết quả trọng số tổng hợp các tiêu chí được tính toán bằng cách nhân ma trận nhóm chỉ số và nhóm chỉ thị.

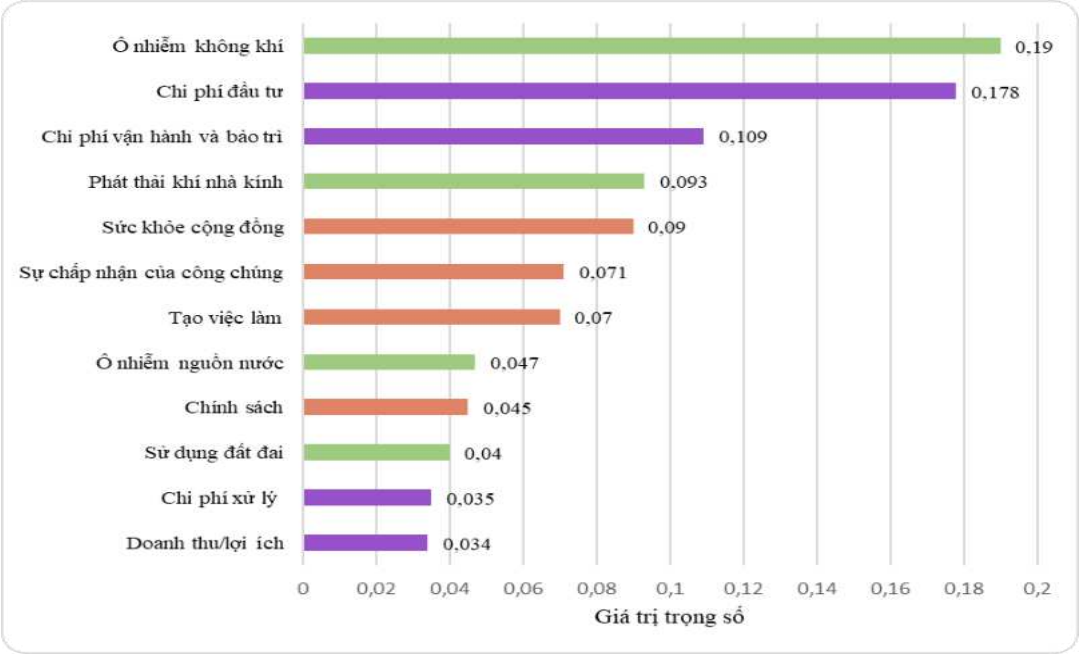
Bảng 3.10 Kết quả trọng số tổng hợp của các tiêu chí

Chỉ số	**Trọng số chỉ số (wi)**	**Chỉ thị**	**Trọng số của nhóm chỉ thị (wj)**	**Trọng số tổng hợp của các tiêu chí W = wi * wj**
Môi trường	0,370	Ô nhiễm không khí	0,513	0,190
		Phát thải khí nhà kính	0,252	0,093
		Ô nhiễm nguồn nước	0,128	0,047
		Sử dụng đất đai	0,108	0,040
Kinh tế	0,355	Chi phí đầu tư	0,500	0,178
		Chi phí vận hành và bảo trì	0,306	0,109
		Chi phí xử lý	0,098	0,035
		Doanh thu	0,096	0,034
Xã hội	0,275	Sức khỏe cộng đồng	0,328	0,090
		Tạo việc làm	0,253	0,070
		Chính sách	0,162	0,045
		Sự chấp nhận của công chúng	0,257	0,071

Trong các chỉ thị về chỉ số kinh tế, 02 yếu tố chi phí đầu tư (wj = 0,500) và chi phí vận hành bảo dưỡng (wj = 0,306) có tác động rõ rệt nhất đến công nghệ xử lý. Phát hiện này cũng cho thấy doanh thu trong lĩnh vực kinh tế tại các cơ sở xử lý ít được quan tâm hơn so với mô hình kinh doanh truyền thống luôn ưu tiên doanh thu hoặc lợi nhuận lên hàng đầu. Trước tình trạng rác thải ngày càng gia tăng trong thành phố, chính phủ và người dân mong muốn có các công nghệ bền vững để xử lý rác thải với

chi phí hợp lý ở giai đoạn bắt đầu và vận hành. Về khía cạnh xã hội, không có nhiều khác biệt giữa các chỉ thị. Sức khỏe cộng đồng (wj = 0,328) là mối quan tâm lớn nhất khi vận hành cơ sở xử lý, tiếp theo là sự đồng thuận của cộng đồng, tạo việc làm và các chỉ số chính sách. Rõ ràng, sức khỏe và sự tham gia của cộng đồng là những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp hoặc đang bị ảnh hưởng trong giai đoạn thiết lập và vận hành cơ sở xử lý xung quanh môi trường sống của họ. Cuối cùng, ô nhiễm không khí (wj = 0,513) và phát thải khí nhà kính (wj = 0,252) đóng vai trò quan trọng nhất đối với công nghệ xử lý CTRSH xét về tiêu chí môi trường. Điều này có nghĩa là chất lượng khí thải từ hệ thống xử lý cần được quản lý tốt trước khi thải ra môi trường.

Hình 3.8 mô tả trọng số tổ hợp của 12 chỉ thị thuộc 3 tiêu chí theo thứ tự giảm dần về mức độ ảnh hưởng của các chỉ số đối với công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh. Các chỉ số thuộc tiêu chí môi trường, kinh tế, xã hội được đánh dấu bằng màu xanh lá, tím và cam đất tương ứng. Ô nhiễm không khí, chi phí đầu tư và chi phí vận hành và bảo trì là ba chỉ số hàng đầu với trọng số lần lượt là 0,190, 0,178 và 0,109. Chúng cũng đại diện cho những quan tâm hàng đầu của người đứng đầu địa phương và cộng đồng khi quyết định về công nghệ xử lý CTRSH.



Hình 3.8 Tác động của các chỉ số đến công nghệ xử lý tại Thành phố Hồ Chí Minh

3.3.3.1 Tác động của chỉ số môi trường đến công nghệ xử lý

Kết quả ở hình 3.8 cho thấy ô nhiễm không khí (0,190) có mức độ ô nhiễm cao nhất trong các chỉ số môi trường, tiếp đến là phát thải khí nhà kính (0,093), ô nhiễm nước (0,047) và sử dụng đất đai (0,040) có mức độ ô nhiễm thấp nhất và trọng số gần bằng nhau. Kết quả này còn cho thấy chỉ số môi trường (0,370) là một trong ba chỉ số có ảnh hưởng nhất đến hệ thống quản lý CTRSH.

3.3.3.2 Tác động của chỉ số kinh tế đến công nghệ xử lý

Kết quả hình 3.8 cho thấy trọng số tổng hợp của các yếu tố ảnh hưởng của chỉ số kinh tế thứ tự giảm dần như sau: Chi phí đầu tư (0,178), chi phí vận hành và bảo trì (0,109), chi phí xử lý (0,035) và doanh thu (0,034). Trong đó, hai yếu tố chi phí đầu tư và vận hành có mức độ ảnh hưởng nhất. Trước xu hướng ngày càng hội nhập và phát triển của xã hội hiện nay, lượng CTRSH ngày càng gia tăng, một mô hình bền vững về môi trường được xã hội chấp nhận nhưng đảm bảo hiệu quả kinh tế luôn là bài toán cho các nhà hoạch định trong việc quản lý, nhà nước và người dân mong muốn có được một hệ thống quản lý CTRSH bền vững trong giai đoạn này.

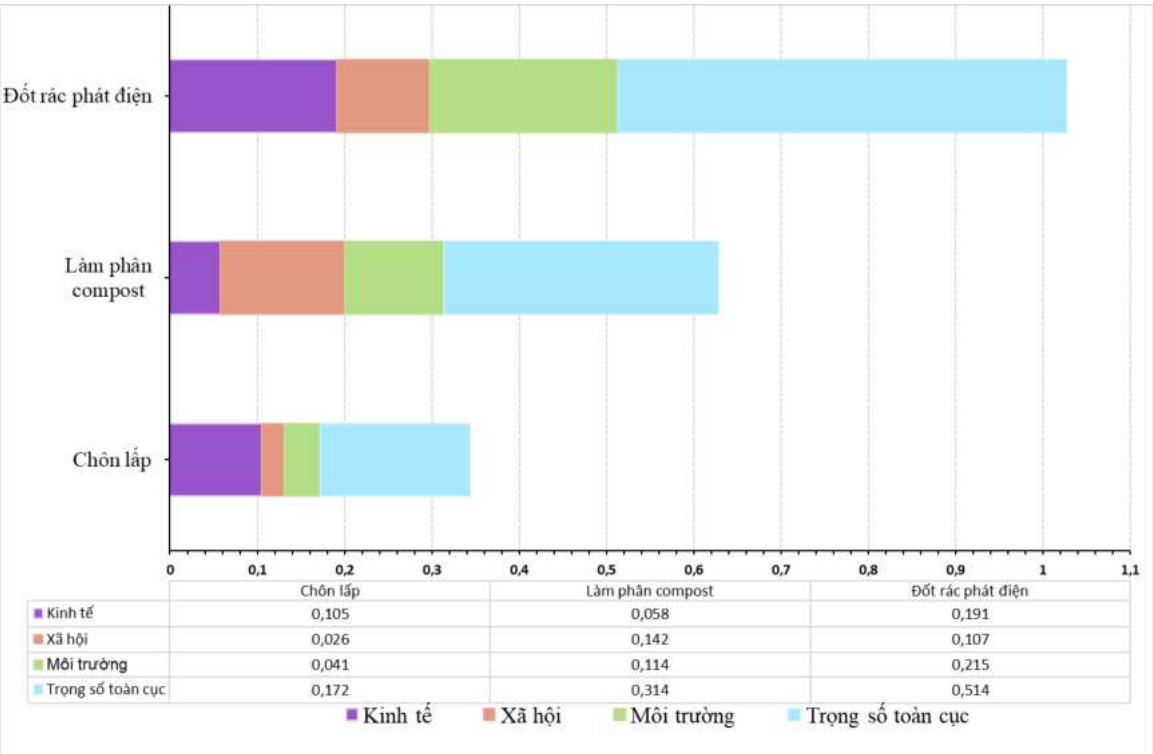
3.3.3.3 Tác động của chỉ số xã hội đến công nghệ xử lý

Trong hình 3.8 chỉ số tổng hợp, các chỉ số xã hội được đánh giá theo thứ tự từ cao xuống thấp như sau: Sức khỏe cộng đồng (0,090), sự chấp nhận của cộng đồng (0,071), tạo việc làm (0,070), chính sách (0,045). Vấn đề cấp bách ảnh hưởng đến hệ thống quản lý CTRSH xét về chỉ tiêu xã hội là tác động của các cơ sở xử lý đến sức khỏe cộng đồng và sự đồng thuận của cộng đồng khi triển khai.

3.3.4 Kết quả xếp hạng trọng số của các công nghệ xử lý

Kết quả tính trọng số tổng hợp của ba công nghệ xử lý được trình bày trong Hình 3.9. Công nghệ đốt rác phát điện (0,514) có trọng số lớn nhất, tiếp theo là làm phân compost (0,314) và chôn lấp (0,172). Điều này cho thấy đốt rác phát điện là công nghệ xử lý CTRSH được ưu tiên nhất đối với tình trạng hiện tại của thành phố. Làm phân compost cũng là một giải pháp thay thế đáng quan tâm so với công nghệ chôn lấp không phải là giải pháp hiệu quả cho hệ thống quản lý hiện tại ở Thành phố Hồ

Chí Minh. Việc tính toán trọng số tổng hợp của 03 công nghệ xử lý CTRSH sẽ được trình bày chi tiết trong Phụ lục 3.5-3.6.



	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
Kinh tế	0,105	0,058	0,191
Xã hội	0,026	0,142	0,107
Môi trường	0,041	0,114	0,215
Trọng số toàn cục	0,172	0,314	0,514

Hình 3.9 Trọng số tổng hợp của ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Phương pháp phân tích thứ bậc AHP đánh giá mức độ ưu tiên cho thấy việc xử lý CTRSH nói chung có hầu hết các ảnh hưởng đến môi trường sống. Việc xây dựng các cơ sở xử lý có liên quan đến nguồn nước tự nhiên, đến chất lượng không khí xung quanh. Do đó, các chuyên gia cho rằng ảnh hưởng này sẽ làm suy giảm chất lượng không khí, đất, nước ảnh hưởng đến chất lượng môi trường sống của cộng đồng. Sự suy giảm môi trường sống cũng áp dụng cho việc lựa chọn nơi đặt cơ sở xử lý và lựa chọn công nghệ xử lý vì nó liên quan đến phát thải khí nhà kính trong quá trình xử lý.

Các chỉ số xã hội của việc xử lý CTRSH đã được đánh giá. Sức khỏe và sự chấp nhận của cộng đồng được xác định là quan trọng. Điều này phù hợp với các lý do tại sao cần phải thực hiện hoặc thực thi quy định để việc xử lý CTRSH thành công. Vai trò của nhận thức cộng đồng cũng rất quan trọng, giúp thuyết phục và giáo dục công

chúng về cách thức và lý do nên áp dụng công nghệ xử lý một cách bền vững. Thành công của chính sách chính là hỗ trợ mức giá cho xử lý.

Các chỉ số kinh tế, chi phí đầu tư được coi là có ảnh hưởng nhất, luôn là chi phí có ảnh hưởng đối với các cơ sở xử lý. Mối quan tâm tương tự cũng được đặt ra về chi phí vận hành và bảo trì.

Sự lựa chọn giải pháp xử lý chất thải rắn từ các chuyên gia bằng phương pháp AHP đều chỉ ra rằng công nghệ xử lý bằng phương pháp đốt rác phát điện và làm phân compost là lựa chọn ưu tiên vì ba lý do: (1) Ít phát thải chất ô nhiễm hơn; (2) Thu hồi năng lượng; (3) Mang lại doanh thu/lợi ích cho xã hội. Ở đây đốt rác thành năng lượng có lợi hơn vì sản xuất thêm năng lượng điện. Tuy nhiên đây là biện pháp xử lý rác tốn kém về chi phí đầu tư và vận hành công nghệ. So với chôn lấp hợp vệ sinh thì chi phí để đốt 01 tấn rác cao hơn khoảng 10 lần. Mặt khác, nếu công nghệ đốt rác không đảm bảo, sẽ phát sinh nhiều chất thải độc hại khác như: CO, CO_2 và nguy hiểm hơn là sinh ra dioxin. Chi phí lắp đặt lò đốt gấp 3 lần so với chi phí bảo trì và gấp 10 lần so với chi phí quản lý một bãi chôn lấp có cùng công suất [116]. Tuy nhiên, các lò đốt có thể được đặt gần các thành phố hơn và có giá trị đất khấu hao ít hơn so với các bãi chôn lấp. Việc chôn lấp không được ưa thích và được cho là gây ô nhiễm môi trường nhất, cũng không bền vững về mặt kinh tế và xã hội.

3.3.5 Phân tích độ nhạy

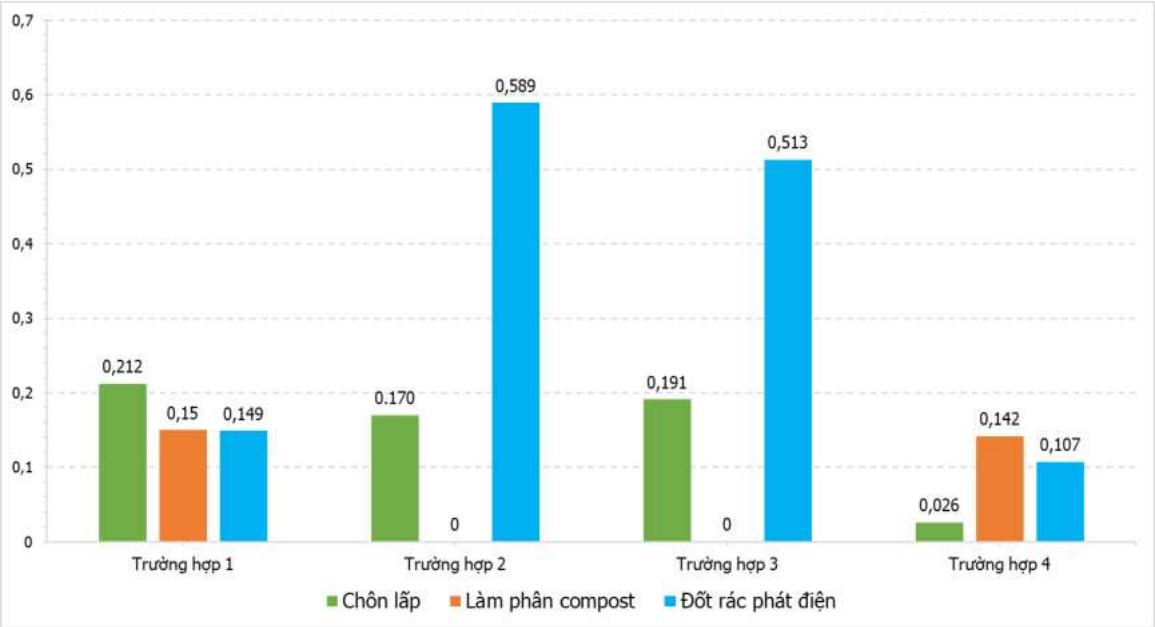
Phân tích độ nhạy là một bước cuối cùng và quan trọng trong việc đánh giá độ tin cậy và độ chắc chắn của kết quả phương pháp AHP bằng cách thay đổi các giả định liên quan đến dữ liệu đầu vào của trọng số tiêu chí. Dữ liệu này được sử dụng từ biểu bảng Hình 3.9, được sửa đổi tỷ lệ % trọng số để quan sát tác động của chúng đến kết quả. Trong nghiên cứu này, xem xét độ nhạy của trọng số toàn cục của các chỉ số môi trường, kinh tế, xã hội đối với trọng số của từng công nghệ xử lý CTRSH. Dưới đây là phân tích độ nhạy cho 04 trường hợp chỉ số của mỗi công nghệ xử lý.

Trường hợp 1: Tất cả các chỉ số đều có trọng số bằng nhau (10%).

Trường hợp 2: Nhóm chỉ số môi trường có trọng số là 100%, còn các nhóm chỉ số khác có trọng số là 0%.

Trường hợp 3: Nhóm chỉ số kinh tế có trọng số là 100%, còn các nhóm chỉ số khác trọng số là 0%.

Trường hợp 4: Nhóm chỉ số xã hội có trọng số là 100%, trong khi tất cả các nhóm chỉ số khác trọng số là 0%.



Hình 3.10 Phân tích độ nhạy cho bốn trường hợp

Khi thay đổi trọng số cho nhóm chỉ số, độ nhạy của các công nghệ đều có sự biến động, điều này thể hiện sự nhạy cảm của kết quả so với giá trị ban đầu. Đánh giá về độ nhạy của phương pháp AHP trong 04 trường hợp nhận thấy:

Trường hợp 1: Độ nhạy của các lựa chọn khá gần nhau, cho thấy chúng không quá nhạy cảm đối với sự thay đổi trong hệ số trọng số.

Trường hợp 2: Trong trường hợp này nếu để chỉ số môi trường có trọng số là 100%, thì độ nhạy của chôn lấp rất cao, rất nhạy cảm đối với sự thay đổi trong hệ số trọng số, trong khi Đốt rác phát điện không quá nhạy cảm và làm phân compost không thay đổi.

Trường hợp 3: Độ nhạy của đốt rác phát điện cao, nhưng không đến mức rất cao so với chôn lấp trong trường hợp 2. Chôn lấp cũng khá nhạy cảm, trong khi làm phân compost không thay đổi.

Trường hợp 4: Chôn lấp có độ nhạy thấp nhất, làm phân compost có độ nhạy cao hơn, và đốt rác phát điện có độ nhạy trung bình.

Như vây, phương pháp AHP có thể cung cấp thông tin quan trọng về độ nhạy của các lựa chọn đối với sự thay đổi trọng số, giúp người ra quyết định hiểu rõ hơn về cách mà sự thay đổi trong đầu vào có thể ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng. Kết quả này cho thấy có sự thay đổi nhưng thay đổi không đáng kể, trong xếp hạng công nghệ xử lý kết quả được cho là tin cậy.

3.4 Kết quả áp dụng phương pháp chuẩn hóa đánh giá tính bền vững của công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

3.4.1 Kết quả thang đo của chỉ số môi trường

Kết quả từ cơ sở lý luận chuẩn hóa chỉ số môi trường trong mục 1.5.1, bảng tổng hợp thang đo cho chỉ số môi trường như sau:

Bảng 3.11 Tổng hợp thang đo cho chỉ số môi trường

Chỉ thị	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện	Điểm đánh giá
1. Ô nhiễm không khí Nồng độ H_2S (ppm)	> 80 > 8 - ≤ 80 > 4 - ≤ 8 > 2 - ≤ 4 ≤ 2	> 80 > 8 - ≤ 80 > 4 - ≤ 8 > 2 - ≤ 4 ≤ 2	> 80 > 8 - ≤ 80 > 4 - ≤ 8 > 2 - ≤ 4 ≤ 2	1 2 3 4 5
1. Ô nhiễm không khí Nồng độ NH_3 (ppm)	> 1720 > 700 - ≤ 1720 > 400 - ≤ 700 > 37 - ≤ 400 ≤ 37	> 1720 > 700 - ≤ 1720 > 400 - ≤ 700 > 37 - ≤ 400 ≤ 37	> 1720 > 700 - ≤ 1720 > 400 - ≤ 700 > 37 - ≤ 400 ≤ 37	1 2 3 4 5
1. Ô nhiễm không khí Nồng độ bụi ($\mu m/m^3$)	> 55 > 35 - ≤ 55 > 12 - ≤ 35 > 2 - ≤ 12 ≤ 2	> 55 > 35 - ≤ 55 > 12 - ≤ 35 > 2 - ≤ 12 ≤ 2	> 55 > 35 - ≤ 55 > 12 - ≤ 35 > 2 - ≤ 12 ≤ 2	1 2 3 4 5

Chỉ thị	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện	Điểm đánh giá
2. Ô nhiễm nguồn nước Nồng độ BOD_5 (mgO_2/l)	> 300 > 200 - ≤ 300 > 100 - ≤ 200 > 50 - ≤ 100 ≤ 50	> 300 > 200 - ≤ 300 > 100 - ≤ 200 > 50 - ≤ 100 ≤ 50	> 300 > 200 - ≤ 300 > 100 - ≤ 200 > 50 - ≤ 100 ≤ 50	1 2 3 4 5
2. Ô nhiễm nguồn nước Nồng độ COD (mgO_2/l)	> 3000 > 2000 - ≤ 3000 > 1000 - ≤ 2000 > 300 - ≤ 1000 ≤ 300	> 3000 > 2000 - ≤ 3000 > 1000 - ≤ 2000 > 300 - ≤ 1000 ≤ 300	> 3000 > 2000 - ≤ 3000 > 1000 - ≤ 2000 > 300 - ≤ 1000 ≤ 300	1 2 3 4 5
2. Ô nhiễm nguồn nước Nồng độ Amoni (mgO_2/l)	> 10 > 6 - ≤ 8 > 4 - ≤ 6 > 2 - ≤ 4 ≤ 2	> 10 > 6 - ≤ 8 > 4 - ≤ 6 > 2 - ≤ 4 ≤ 2	> 10 > 6 - ≤ 8 > 4 - ≤ 6 > 2 - ≤ 4 ≤ 2	1 2 3 4 5
3. Phát thải khí nhà kính (kg tấn CO_2tđ/tấn rác/năm)	> 2000 > 1500 - ≤ 2000 > 1000 - ≤ 1500 > 500 - ≤ 1000 ≤ 500	> 2000 > 1500 - ≤ 2000 > 1000 - ≤ 1500 > 500 - ≤ 1000 ≤ 500	> 2000 > 1500 - ≤ 2000 > 1000 - ≤ 1500 > 500 - ≤ 1000 ≤ 500	1 2 3 4 5
4. Sử dụng đất Diện tích sử dụng đất cho xử lý (m^2/tấn/ngày)	> 3000 > 2000 - ≤ 3000 > 1000 - ≤ 2000 > 500 - ≤ 1000 ≤ 500	> 170 >150 - ≤ 170 > 130 - ≤ 150 > 110 - ≤ 130 ≤ 110	> 120 > 100 - ≤ 120 > 80 - ≤ 100 > 60 - ≤ 80 ≤ 60	1 2 3 4 5
4. Sử dụng đất Ô nhiễm kim loại nặng-As (mg/kg)	> 30 > 25 - ≤ 30 > 20 - ≤ 25 > 15 - ≤ 20 ≤ 15	> 30 > 25 - ≤ 30 > 20 - ≤ 25 > 15 - ≤ 20 ≤ 15	> 30 > 25 - ≤ 30 > 20 - ≤ 25 > 15 - ≤ 20 ≤ 15	1 2 3 4 5
4. Sử dụng đất Ô nhiễm kim loại nặng-Cr (mg/kg)	> 300 > 250 - ≤ 300 > 200 - ≤ 250 > 150 - ≤ 200 ≤ 150	> 300 > 250 - ≤ 300 > 200 - ≤ 250 > 150 - ≤ 200 ≤ 150	> 300 > 250 - ≤ 300 > 200 - ≤ 250 > 150 - ≤ 200 ≤ 150	1 2 3 4 5
4. Sử dụng đất Ô nhiễm kim loại nặng-Pb (mg/kg)	> 160 > 130 - ≤ 160 > 100 - ≤ 130 > 70 - ≤ 100 ≤ 700	> 160 > 130 - ≤ 160 > 100 - ≤ 130 > 70 - ≤ 100 ≤ 700	> 160 > 130 - ≤ 160 > 100 - ≤ 130 > 70 - ≤ 100 ≤ 700	1 2 3 4 5

Tổng hợp thang điểm đánh giá của các chuyên gia về chỉ số môi trường cho 03 công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh thể hiện như sau:

Bảng 3.12 Tổng số thang điểm đánh giá chỉ số môi trường cho ba công nghệ xử lý

Chỉ thị	Thông số	Thang điểm		
		Chôn lấp	Làm phân	Đốt rác phát điện
Ô nhiễm không khí	Nồng độ khí NH_3	108	148	177
	Nồng độ khí H_2S	93	168	173
	Bụi	92	140	183
Ô nhiễm nguồn nước	Nồng độ BOD_5	110	130	166
	Nồng độ COD	115	123	159
	Nồng độ Amoni	115	158	159
Phát thải khí nhà kính	Lượng khí CO_2 phát thải vào khí quyển	116	135	171
Sử dụng đất đai	Diện tích sử dụng đất cho xử lý	112	167	172
	Ô nhiễm kim loại nặng -As	113	112	174
	Ô nhiễm kim loại nặng -Cr	105	167	165
	Ô nhiễm kim loại nặng -Pb	113	167	164
Điểm số trung bình		21,67	29,33	42,33

Kết quả Bảng 3.12, điểm số trung bình thể hiện thứ tự như sau: chôn lấp (21,67 điểm) thấp hơn làm phân compost (29,33 điểm) và đốt rác phát điện (42,33 điểm). Đối với chỉ số ô nhiễm môi trường, công nghệ đốt rác phát điện được đánh giá không hoặc ít có mùi hôi có mức điểm cao (159-183 điểm) so với bãi chôn lấp (92-116 điểm) và làm phân (112-168 điểm).

Đối với lượng khí CO_2 phát thải vào khí quyển gây tiềm năng nóng lên toàn cầu, bãi chôn lấp gây tác động mạnh nhất đến môi trường, điểm số đánh giá thấp chỉ đạt 26% làm phân compost là một trong những giải pháp xử lý tốt vì giải pháp này có điểm đánh giá cao 36% với 26% chôn lấp, đốt rác phát điện 38%. Nhận định lựa chọn giải pháp xử lý làm phân compost và đốt rác phát điện và hơn chôn lấp về mặt môi trường phù hợp với hầu hết các nghiên cứu về sự phát thải khí nhà kính giải pháp xử lý rác thải cho vùng ĐBSCL [131], chôn lấp chất thải rắn hữu cơ là nguồn phát thải khí nhà kính lớn nhất từ hệ thống quản lý chất thải rắn đô thị Việt Nam [132]. Với mỗi phương pháp xử lý chất thải rắn khác nhau sẽ có mức độ phát thải khí nhà kính khác nhau. Việc ưu tiên áp dụng phương pháp xử lý nào đó trong chiến lược xử lý CTRSH ở tương lai sẽ ảnh hưởng đến kết quả dự báo lượng phát thải khí nhà kính.

Ở những đô thị lớn, lượng rác thải ngày càng nhiều, diện tích dành cho xử lý cũng là mối quan tâm của các chuyên gia khi lựa chọn công nghệ xử lý thay thế. Với lượng CTRSH ngày càng tăng, lựa chọn xử lý đốt rác phát điện cho Thành phố Hồ Chí Minh là phù hợp vì diện tích đất cho xử lý rất hiếm và đắt đỏ [133] và công nghệ đốt rác phát điện không cần phân loại rác, hiệu suất chuyển đổi năng lượng cao, diện tích nhà máy xử lý không quá lớn [134]. Điều này đã được chứng minh bằng thang điểm cho diện tích sử dụng đất là ít của đốt rác với điểm số khá cao (172 điểm), diện tích đất trung bình cho làm phân (167 điểm) và chôn lấp với diện tích sử dụng đất rất lớn và có điểm số thấp nhất (112 điểm).

* Thảo luận

Theo lý thuyết quản lý chất thải rắn tổng hợp và bền vững, chỉ số này liên quan trực tiếp đến nguyên tắc "tối thiểu hóa ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường". Chỉ số về môi trường trong xử lý chất thải rắn được xem là quan trọng hàng đầu trong tất cả các chỉ số khác vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe người dân, suy thoái môi trường nghiêm trọng.

Tuy nhiên, thực tế cho thấy nếu đầu tư công nghệ đốt rác phát điện, xử lý triệt để khí thải thì đây là một hướng đi mới trong công nghệ xử lý hiện nay về mặt môi trường. Theo như quyết định số 1485/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt nhiệm vụ quy hoạch xử lý chất thải rắn Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050 hướng tới quy hoạch các cơ sở xử lý CTRSH với công nghệ tiên tiến, hiện đại, hạn chế chôn lấp để tiết kiệm tài nguyên đất, thu hồi được năng lượng, sinh khối, giảm phát thải khí nhà kính trong quá trình xử lý, tỷ lệ chôn lấp sau xử lý không quá 10%. Chính nhờ sự cải tiến hiện đại trong công nghệ đốt rác, các chất ô nhiễm được xử lý và thải ra theo tiêu chuẩn khí thải thân thiện với môi trường. Điển hình Nhà máy đốt rác phát điện Cần Thơ, các chỉ số khí thải phát thải được quan trắc trực tuyến đạt tiêu chuẩn EU 2010, nước rỉ rác sau xử lý được tái sử dụng toàn bộ, tro xỉ được sàng lọc xử lý và tận dụng, tro bay được xử lý hóa rắn an toàn, thực hiện có hiệu quả việc xử lý giảm lượng hóa, tài nguyên hóa và vô hại hóa rác thải sinh hoạt. Giải phóng

khí nhà kính góp phần vào biến đổi khí hậu là một điểm khác biệt so với các bãi chôn lấp, một trong những lý do đã làm cho việc lựa chọn bãi chôn lấp không được ưa chuộng và có thể là lý do tại sao nó ít được ưa thích nhất hiện nay. Sản xuất phân compost đang được quan tâm tuy nhiên chất lượng phân hiện nay không đạt, giá thị trường cao, chiếm diện tích đất lớn, cho nên nó cũng không phải là sự lựa chọn ưu tiên.

3.4.2 Kết quả thang đo của chỉ số kinh tế

Kết quả từ cơ sở lý luận chuẩn hóa chỉ số kinh tế trong mục 1.5.2, bảng tổng hợp thang đo cho chỉ số kinh tế như sau:

Bảng 3.13 Tổng hợp thang đo cho chỉ số kinh tế

Chỉ thị	**Chôn lấp**	**Làm phân compost**	**Đốt rác phát điện**	**Điểm đánh giá**
1. Chi phí đầu tư (triệu đồng/tấn) Đầu tư cơ sở hạ tầng	> 300 > 250 - ≤ 300 > 200 - ≤ 250 > 140 - ≤ 200 ≤ 140	> 550 > 500 - ≤ 550 > 450 - ≤ 500 > 400 - ≤ 450 ≤ 400	> 550 > 500 - ≤ 550 > 450 - ≤ 500 > 400 - ≤ 450 ≤ 400	1 2 3 4 5
1. Chi phí đầu tư (triệu đồng/tấn) Đầu tư trang thiết bị	> 300 > 250 - ≤ 300 > 200 - ≤ 250 > 140 - ≤ 200 ≤ 140	> 550 > 500 - ≤ 550 > 450 - ≤ 500 > 400 - ≤ 450 ≤ 400	> 550 > 500 - ≤ 550 > 450 - ≤ 500 > 400 - ≤ 450 ≤ 400	1 2 3 4 5
2. Chi phí xử lý rác (đồng /tấn/ngày)	> 400.000 > 300.000 - ≤ 400.000 > 200.000 - ≤ 300.000 > 90.000 - ≤ 200.000 ≤ 90.000	> 500.000 > 400.000 - ≤ 500.000 > 300.000 - ≤ 400.000 > 250.000 - ≤ 300.000 ≤ 250.000	> 550.000 > 450.000 - ≤ 550.000 > 350.000 - ≤ 450.000 > 230.000 - ≤ 350.000 ≤ 230.000	1 2 3 4 5
3. Chi phí vận hành và bảo trì (triệu đồng) Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	> 550.000 > 450.000 - ≤ 550.000 > 350.000 - ≤ 450.000 > 230.000 - ≤ 350.000 ≤ 230.000	> 550.000 > 450.000 - ≤ 550.000 > 350.000 - ≤ 450.000 > 230.000 - ≤ 350.000 ≤ 230.000	> 550.000 > 450.000 - ≤ 550.000 > 350.000 - ≤ 450.000 > 230.000 - ≤ 350.000 ≤ 230.000	1 2 3 4 5
3. Chi phí vận hành và bảo trì (triệu đồng) Chi phí nguyên vật liệu	> 550.000 > 450.000 - ≤ 550.000 > 350.000 - ≤ 450.000 > 230.000 - ≤ 350.000 ≤ 230.000	> 550.000 > 450.000 - ≤ 550.000 > 350.000 - ≤ 450.000 > 230.000 - ≤ 350.000 ≤ 230.000	> 550.000 > 450.000 - ≤ 550.000 > 350.000 - ≤ 450.000 > 230.000 - ≤ 350.000 ≤ 230.000	1 2 3 4 5
4. Doanh thu/lợi ích Doanh thu bán điện (triệu đồng)	Rất thấp Thấp Vừa phải Cao Rất cao	Rất thấp Thấp Vừa phải Cao Rất cao	Rất thấp Thấp Vừa phải Cao Rất cao	1 2 3 4 5

Chỉ thị	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện	Điểm đánh giá
4. Doanh thu/lợi ích Doanh thu bán phân (triệu đồng)	Rất thấp Thấp Vừa phải Cao Rất cao	Rất thấp Thấp Vừa phải Cao Rất cao	Rất thấp Thấp Vừa phải Cao Rất cao	1 2 3 4 5

Tổng hợp thang điểm đánh giá của các chuyên gia về chỉ số kinh tế cho 03 công nghệ xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh thể hiện như sau:

Bảng 3.14 Tổng số thang điểm đánh giá chỉ số kinh tế cho ba công nghệ xử lý

Chỉ thị	Thang điểm		
	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
Chi phí đầu tư			
+ Đầu tư cơ sở hạ tầng	149	172	109
+ Trang thiết bị	126	153	124
Chi phí xử lý rác	145	152	121
Chi phí vận hành và bảo trì			
+ Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	114	167	112
+ Chi phí nguyên vật liệu	124	117	106
Doanh thu			
+ Bán điện	106	125	136
+ Bán phân	106	149	142
Tổng điểm trung bình	25,20	30,20	24,50

Kết quả Bảng 3.14, điểm số tổng hợp cho chi phí đầu tư, chi phí xử lý, chi phí vận hành và bảo trì, chi phí nguyên vật liệu với mức chi phí càng cao thì điểm số đánh giá càng thấp. Qua các điểm số cho thấy công nghệ đốt rác phát điện và chôn lấp có mức chi phí cao. Chi phí đầu tư cho diện tích của nhà máy đốt rác phát điện là ít nhưng đầu tư trang thiết bị, máy móc khá cao so với các phương án thay thế khác. Manaf cũng đưa ra nhận định tương tự và cho rằng mọi người không ủng hộ việc đốt rác một phần do chi phí vốn ban đầu và lắp đặt, bảo trì cao và là lý do đằng sau sự phản đối của công chúng đối với phương án xử lý này [135]. Kết quả điểm đánh giá trên hoàn toàn phù hợp cho tổng chi phí cho đốt rác phát điện nhà máy Nam Sơn rất cao (1353,09 tỷ đồng), chôn lấp đứng thứ 2 (6913,55 tỷ đồng), trong khi làm phân

compost thấp nhất (71,895 tỷ đồng) [105]. Công nghệ chôn lấp có mức chi phí đứng thứ 2 sau công nghệ đốt rác phát điện, điều này là do chi phí đầu tư vào bãi chôn lấp chi phí vốn bao giờ cũng cao hơn các chi phí khác là do quỹ đất khan hiếm và chi phí để có được đất rất cao như bãi chôn lấp Đa Phước với diện tích 138 ha, tổng mức vốn đầu tư cho khu vực chôn lấp 2.538,6 tỷ đồng.

Doanh thu có nhiều khả năng thành hiện thực hơn trong việc bán phân và điện khi áp dụng công nghệ làm phân compost và đốt thu hồi năng lượng và khả thi hơn so với công nghệ chôn lấp. Làm phân compost doanh thu cho bán phân điểm số cao nhất (149 điểm) so với chôn lấp (106 điểm). Trong khi đó, doanh thu từ bán điện của công nghệ đốt rác phát điện được ưu tiên lựa chọn có điểm số cao nhất là 136 điểm so với 2 công nghệ còn lại.

* Thảo luận

Kết quả tổng hợp số liệu tính toán được từ các công nghệ xử lý CTRSH tại Bảng 3.13, có thể thấy với đốt rác phát điện không hiệu quả về mặt kinh tế. Nếu xét riêng từ góc độ hiệu quả kinh tế thì làm phân compost với mức chi phí thấp nhất và có doanh thu từ bán phân. Chi phí đầu tư ban đầu và vận hành không lớn đã góp phần tăng hiệu quả kinh tế của cở sở xử lý. Đây chính là tiêu chí và cơ sở ra quyết định phù hợp trong điều kiện ngân sách hạn chế. Tuy nhiên, sản xuất phân compost trên thực tế hiệu quả của các cở sở này phụ thuộc khá nhiều vào doanh thu của sản phẩm phân compost bán ra trên thị trường nên có nguy cơ không khả thi nếu thị trường gặp bất ổn hoặc các chỉ số kinh tế vĩ mô thay đổi trong tương lai. Thực tế, thị trường tiêu thụ sản phẩm của các cở sở này cũng rất khó khăn, giá cả sụt giảm dẫn đến không giải quyết được đầu ra của sản phẩm và nhiều cơ sở xử lý đã phải dừng hoạt động.

Tóm lại, xét ở các góc độ về kinh tế, xử lý CTRSH thì công nghệ được ưu tiên lựa chọn là công nghệ làm phân compost. Tuy nhiên, công nghệ này có những hạn chế trong thực tiễn như thị trường tiêu thụ sản phẩm, kỹ thuật, công suất… nên việc triển khai hiện nay chưa nhiều. Ví dụ khu xử lý chất thải rắn Đa Phước công suất sản xuất phân 100 tấn/ngày nhưng trên thực tế chỉ đạt 10 tấn/ngày. Các công nghệ ưu tiên sau

đó sẽ là phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh (nếu có thu hồi khí cho phát điện) và đốt rác phát điện. Bên cạnh đó, mỗi công nghệ chỉ có ưu thế trong xử lý các thành phần khác nhau của CTRSH như da, vải và nhựa đối với công nghệ sản xuất RDF đối với nhà máy đốt rác phát điện, chất thải hữu cơ đối với sản xuất phân compost hay chất thải thực phẩm đối với xử lý kỵ khí ở các bãi chôn lấp. Do đó, việc phân loại rác tại nguồn cần được quan tâm như yếu tố tiên quyết trong quy hoạch xử lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh. Trong tương lai gần, do yếu tố về chi phí, sức ép xử lý lượng CTRSH hàng năm tăng cao nên có thể công nghệ chôn lấp hợp vệ sinh vẫn tiếp tục được áp dụng nhiều, tuy nhiên nên cân nhắc ở quy mô nhỏ để có thể kiểm soát hiệu quả các tác động tiêu cực đến môi trường. Thêm vào đó, giá cả của công nghệ đốt rác phát điện được cho là không quá cao so với công nghệ chôn lấp. Hiện đơn giá được áp dụng cho chôn lấp rác ở Đa Phước khoảng 500.000 đồng (tương ứng gần 22 USD/tấn).

3.4.3 Kết quả thang đo của chỉ số xã hội

Kết quả từ cơ sở lý luận chuẩn hóa chỉ số xã hội trong mục 1.5.3, bảng tổng hợp thang đo cho chỉ số kinh tế như sau:

Bảng 3.15 Tổng hợp thang đo cho chỉ số xã hội

Chỉ thị	**Chôn lấp**	**Làm phân compost**	**Đốt rác phát điện**	**Điểm đánh giá**
1. Tạo việc làm Số công nhân làm việc (người/tấn)	Rất thiếu Thiếu Vừa đủ Đủ Dư	Rất thiếu Thiếu Vừa đủ Đủ Dư	Rất thiếu Thiếu Vừa đủ Đủ Dư	1 2 3 4 5
1. Tạo việc làm Mức thu nhập (triệu đồng/tháng)	Hoàn toàn không hài lòng Không hài lòng Bình thường Hài lòng Rất hài lòng	Hoàn toàn không hài lòng Không hài lòng Bình thường Hài lòng Rất hài lòng	Hoàn toàn không hài lòng Không hài lòng Bình thường Hài lòng Rất hài lòng	1 2 3 4 5
2. Sự chấp nhận của cộng đồng Số vụ kiện trong năm (số vụ/năm)	> 50 > 30 - ≤ 40 > 20 - ≤ 30 > 10 - ≤ 20 ≤ 10	> 50 > 30 - ≤ 40 > 20 - ≤ 30 > 10 - ≤ 20 ≤ 10	> 50 > 30 - ≤ 40 > 20 - ≤ 30 > 10 - ≤ 20 ≤ 10	1 2 3 4 5

Chỉ thị	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện	Điểm đánh giá
3. Chính sách Hỗ trợ xử lý (đồng/tấn)	≤ 230.000 > 230.000 – ≤ 350.000 > 350.000 – ≤ 450.000 > 450.000 – ≤ 550.000 > 550.000	≤ 230.000 > 230.000 – ≤ 350.000 > 350.000 – ≤ 450.000 > 450.000 – ≤ 550.000 > 550.000	1.000 1.500 2.000 2.500 3.000	1 2 3 4 5
4. Sức khỏe cộng đồng Số người bị ảnh hưởng (người/năm)	> 2.000 > 1.500 – ≤ 2.000 > 1.000 – ≤ 1.500 > 500 – ≤ 1.000 ≤ 10	> 2.000 > 1.500 – ≤ 2.000 > 1.000 – ≤ 1.500 > 500 – ≤ 1.000 ≤ 10	> 2.000 > 1.500 – ≤ 2.000 > 1.000 – ≤ 1.500 > 500 – ≤ 1.000 ≤ 10	1 2 3 4 5

Tổng hợp thang điểm đánh giá của các chuyên gia cho chỉ số xã hội thể hiện trong Bảng 3.16.

Bảng 3.16 Tổng số thang điểm đánh giá chỉ số xã hội cho ba công nghệ xử lý

Chỉ thị	Thông số	Thang điểm		
		Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
Tạo việc làm	Số công nhân làm việc	172	170	157
	Mức thu nhập	153	159	149
Sự chấp nhận của cộng đồng	Số vụ kiện cáo trong năm	107	160	163
Chính sách	Hỗ trợ cho xử lý rác	121	-	-
	Hỗ trợ bán phân	-	147	-
	Hỗ trợ bán điện	-	-	149
Sức khỏe cộng đồng	Số người bị ảnh hưởng	94	148	149
	Tổng điểm trung bình	25,86	31,33	38,33

Có thể nhận thấy chôn lấp tạo việc làm cho người lao động (172 điểm) cao hơn so với 2 công nghệ còn lại (170 và 157 điểm). Điều này bắt nguồn từ nhiều việc làm từ bãi rác (lượm ve chai để bán phế liệu). Số lượng vụ kiện cáo trong năm và số lượng người bị ảnh hưởng từ nhà máy đốt rác phát điện cũng ít hơn từ bãi chôn lấp. Tuy nhiên, khi xét đến mức xử lý rác thì chính sách hỗ trợ vẫn ưu tiên cho xử lý từ bãi chôn lấp vì những yếu tố của nó ảnh hưởng đến môi trường. Ở các nước đang phát triển, khi chuyển đổi công nghệ xử lý từ chôn lấp thông thường sang đốt rác phát điện

đều có sự hỗ trợ giá bán điện từ chính phủ (25 USD/tấn rác) [97]. Ở Việt Nam hiện tại giá hỗ trợ được đánh giá điểm số cao vào khoảng 23 USD/tấn rác.

* Thảo luận

Đốt rác phát điện được ưa thích nhất về mặt xã hội (38,33 điểm) vì sự chuyển đổi đặc trưng của CTRSH thành năng lượng có thể được sử dụng. Có sự lựa chọn này nhằm giảm lượng chất thải và quỹ đất dành cho chôn lấp. Việc làm phân compost được ưa thích về mặt xã hội (31,33 điểm) vì sự chuyển đổi đặc trưng của CTRSH thành phân hữu cơ được coi là hữu ích như phân compost. Có sự lựa chọn này nhằm giảm lượng chất thải đến bãi chôn lấp và phân loại chất thải khác để hình thành RDF và chôn lấp (25,86 điểm) ít được ưa thích nhất vì một mặt yêu cầu biến rác thành năng lượng, thời gian để tái chế và mặt khác là ảnh hưởng đến đất đai đối với việc chôn lấp.

Đối với nhóm chỉ số xã hội thì chỉ số về sức khỏe cộng đồng được quan tâm hàng đầu. Điều này phù hợp với các lý do tại sao cần phải thực hiện hoặc thực thi quy định để việc xử lý CTRSH thành công. Bên cạnh xây dựng cơ sở xử lý vừa xử lý chất thải đồng thời tạo việc làm cho người lao động tại địa phương. Thành công của chính sách hỗ trợ của nhà nước và sự chấp nhận của công chúng phụ thuộc vào sự tuân thủ chung của công chúng và các bên liên quan để quản lý chất thải [25].

Các vấn đề về sức khỏe và an toàn cộng đồng ngày càng được quan tâm hơn khi áp dụng phương pháp chôn lấp và làm phân compost, thể hiện qua số vụ tranh chấp liên quan đến ô nhiễm không khí. Mùi hôi phát sinh chủ yếu từ các bãi chôn lấp và quá trình ủ phân do sự phân hủy và lên men của chất thải hữu cơ, tạo ra các khí có mùi khó chịu như amoniac, hydro sunfua và mêtan. Khi lựa chọn công nghệ xử lý, các chuyên gia đặc biệt chú trọng đến yếu tố tạo việc làm cho người dân, do đó ưu tiên các phương án có khả năng duy trì việc làm ở mức cao. Đồng thời, sự đồng thuận và chấp nhận của cộng đồng đóng vai trò quan trọng trong việc triển khai thành công các giải pháp công nghệ xử lý chất thải.

3.4.4 Kết quả chỉ số thành phần cho ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Từ hệ thống các chỉ số được tính toán ở Bảng 3.12; Bảng 3.14 và Bảng 3.16, chỉ số môi trường, kinh tế, xã hội cho 03 công nghệ xử lý CTRSH được tính toán theo công (2.12-2.14) bình quân cộng giản đơn. Dưới đây tổng hợp kết quả tính toán các chỉ số thành phần.

Bảng 3.17 Kết quả đánh giá các chỉ số thành phần theo công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Chỉ số	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
1. Kinh tế	25,20	30,20	24,50
1.1 Chi phí đầu tư			
+ Đầu tư cơ sở hạ tầng	149	172	109
+ Trang thiết bị	124	153	124
1.2 Chi phí xử lý rác	145	152	121
1.3 Chi phí vận hành và bảo trì			
+ Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	114	167	112
+ Chi phí nguyên vật liệu	124	117	106
1.4 Doanh thu/lợi ích			
+ Bán điện	106	125	136
+ Bán phân	106	149	142
2. Xã hội	25,86	31,33	38,33
2.1 Tạo việc làm			
+ Số công nhân làm việc	172	170	157
+ Mức thu nhập	153	159	149
2.2 Sự chấp nhận của cộng đồng	107	160	163
2.3 Chính sách			
+ Hỗ trợ xử lý rác	121	-	-
+ Hỗ trợ bán phân	-	147	-
+ Hỗ trợ bán điện	-	-	149
2.4 Sức khỏe cộng đồng	94	148	149
3. Môi trường	21,67	29,33	42,33
3.1 Ô nhiễm không khí			
+ Nồng độ khí NH_3	108	148	177
+ Nồng độ khí H_2S	93	168	173
+ Nồng độ Bụi	92	140	183
3.2 Ô nhiễm nguồn nước			
+ Nồng độ BOD	110	130	166
+ Nồng độ COD	115	123	159
+ Nồng độ Amoni	115	158	159

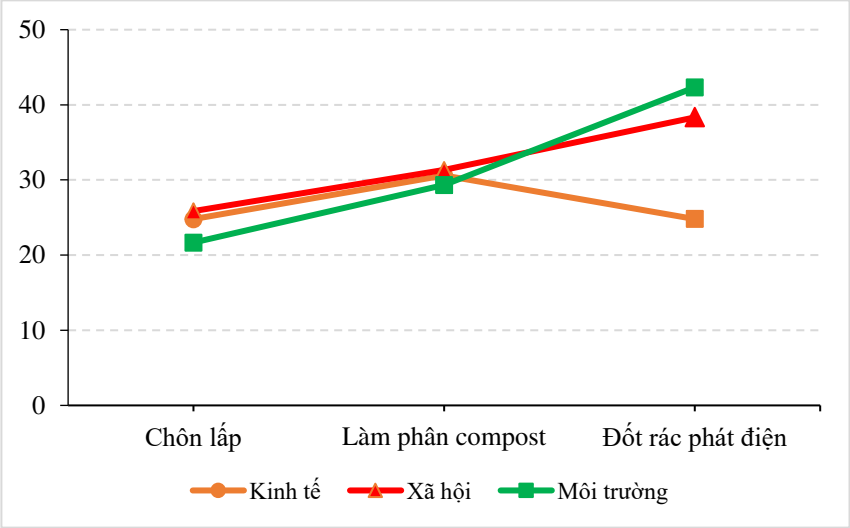
Chỉ số	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
3.3 Phát thải khí nhà kính	116	135	171
3.4 Sử dụng đất đai			
+ Diện tích sử dụng đất cho xử lý	112	167	172
+ Ô nhiễm kim loại nặng - As	113	112	174
+ Ô nhiễm kim loại nặng - Cr	105	167	165
+ Ô nhiễm kim loại nặng - Pb	113	167	164

Kết quả cho thấy chỉ số thành phần kinh tế cho thấy chi phí đầu tư, chi phí xử lý, chi phí vận hành và bảo dưỡng càng cao thì điểm đánh giá càng thấp, theo thứ tự như sau: đốt rác thải phát điện có điểm thấp nhất, tiếp theo là chôn lấp, trong khi làm phân compost có số điểm cao nhất so với hai giải pháp còn lại. Điểm số cho thấy nhà máy đốt rác phát điện có chi phí cao nhất. Chi phí đầu tư cho khu vực nhà máy đốt rác phát điện thấp nhưng mức đầu tư cho thiết bị, máy móc khá cao so với các công nghệ xử lý khác. Bãi chôn lấp có chi phí cao thứ hai sau nhà máy đốt rác thành năng lượng, đó là do chi phí đầu tư cho khu vực bãi chôn lấp rác luôn cao hơn các chi phí khác do quỹ đất khan hiếm và chi phí mua đất cao. Doanh thu dễ trở thành hiện thực khi bán sản phẩm phân bón, điện khi áp dụng công nghệ làm phân compost, đốt rác thải thành năng lượng và khả thi hơn so với phương pháp chôn lấp. Doanh thu bán phân bón của công nghệ làm phân compost đạt điểm cao nhất (149 điểm) so với công nghệ chôn lấp (106 điểm) và đốt (142 điểm). Trong khi đó, doanh thu bán điện tại nhà máy đốt rác phát điện được ưu tiên cao nhất với số điểm cao nhất là 136 điểm so với 2 công nghệ còn lại.

Có thể thấy, đối với chỉ số xã hội thì công nghệ chôn lấp tạo ra nhiều cơ hội việc làm hơn (172 điểm) so với 2 công nghệ còn lại. Số vụ kiện và số người bị ảnh hưởng bởi nhà máy đốt rác phát điện cũng ít hơn nên đạt điểm khá cao (163 và 149 điểm). Làm phân compost nhận được số điểm 160 và 148 điểm xếp thứ hai, trong khi chôn lấp chỉ nhận được 107 và 94 điểm.

Bảng 3.17 cho kết quả chỉ số môi trường của công nghệ đốt rác phát điện được đánh giá là không có hoặc ít mùi (173-183 điểm) so với chôn lấp (92-108 điểm) và làm phân compost (140-168 điểm). Có thể thấy rằng các bãi chôn lấp luôn được xếp hạng

thấp về mức độ ô nhiễm xét về nồng độ mùi, khí thải CO_2 vào khí quyển gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu và cần có diện tích lớn để xử lý chất thải, dẫn đến sự phát tán ô nhiễm trên diện rộng.



Hình 3.11 Chỉ số thành phần theo công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Như vậy, chỉ số thành phần cho công nghệ chôn lấp thấp nhất, tiếp đến là công nghệ làm phân compost, công nghệ đốt rác phát điện có chỉ số thành phần cao nhất cho cả 03 khía cạnh môi trường, kinh tế, xã hội.

3.4.5 Kết quả chỉ số tổng hợp cho ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Từ kết quả của chỉ số thành phần kinh tế, xã hội và môi trường được trình bày trong Bảng 3.17, chỉ số tổng hợp sau đó được tính toán từ công thức (2.15), được trình bày trong Bảng 3.18. Rõ ràng, đốt rác phát điện đứng đầu do có điểm số cao nhất thu được từ các chỉ số thành phần, tiếp theo là làm phân compost và chôn lấp.

Bảng 3.18 Kết quả đánh giá các chỉ số tổng hợp cho ba công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt

Chỉ số	Chôn lấp	Làm phân compost	Đốt rác phát điện
1. Kinh tế	25,20	30,20	24,50
2. Xã hội	25,86	31,33	38,33
3. Môi trường	21,67	29,33	42,33
Chỉ số tổng hợp	24,24	30,29	35,05

Kết quả tính toán các chỉ số tổng hợp của 03 công nghệ xử lý CTRSH đã đưa ra một bức tranh đa chiều với những nhận định cụ thể ở từng chỉ số kinh tế, xã hội, môi trường như sau:

3.4.5.1 Chỉ số tổng hợp của công nghệ chôn lấp

Với chỉ số thành phần 25,86 có thể nhận thấy hệ thống quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh đạt cao nhất về xã hội. Mặc dù có những ưu điểm về tạo việc làm cho lao động địa phương và chính sách hỗ trợ cho xử lý rác nhưng 03 chỉ tiêu thể hiện sự kém bền vững là (i) thu nhập của người lao động, (ii) sự chấp nhận của cộng đồng, (iii) số lượng người bị ảnh hưởng đến sứu khỏe. Với mức lương khoảng 5.700.000 đồng/tháng, có thể nhận thấy thu nhập của người làm việc trong bãi chôn lấp không phải là cao. Với công nghệ chôn lấp không nhận được sự ủng hộ từ cộng đồng thể hiện ở số vụ kiện cáo trong năm rất cao hơn 50 vụ/năm. Chìa khóa thành công của quản lý chất thải rắn ở bất kỳ khu đô thị nào là sự hợp tác và tham gia của cộng đồng. Có thể thấy, mức độ tham gia thấp của cộng đồng sẽ ảnh hưởng đến sự chấp nhận công nghệ xử lý. Nhân tố thứ 3 rất đáng lo ngại là số người bị ảnh hưởng bởi mùi hôi thối từ bãi chôn lấp đến sức khỏe của người dân.

Khía cạnh kinh tế có chỉ số thành phần 25,20 cao không chênh lệch nhiều so với chỉ số xã hội. Tuy có mức đầu tư khá cao cho diện tích chứa rác nhưng chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị và chi phí nguyên vật liệu thấp hơn nhiều so với đầu tư nhà máy đốt rác phát điện.

Kết quả tính toán chỉ số cũng cho thấy mảng tối trong quản lý CTRSH của công nghệ chôn lấp, đó là khía cạnh môi trường đạt chỉ số thành phần thấp nhất 21,67. Điều này là do sự ô nhiễm không khí, đất, nước ngày nghiêm trọng của bãi chôn lấp, ảnh hưởng mùi trên diện rộng đến sức khỏe, cuộc sống của người dân.

3.4.5.2 Chỉ số tổng hợp của công nghệ làm phân compost

Tương tự như chôn lấp, với chỉ số thành phần 31,33 về xã hội của công nghệ làm phân compost là điểm sáng trong bức tranh về quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh. Số vụ kiện cáo trong năm và ảnh hưởng từ làm phân compost đến sức khỏe

của người dân cũng giảm hẳn so với chôn lấp. Nhân tố thứ 2 có sự đóng góp ấn tượng của 2 chỉ tiêu "Chi phí đầu tư"' và "Chi phí vận hành và bảo trì". Tuy nhiên, khía cạnh kinh tế ở làm phân compost còn chứa đựng những yếu tố chưa đạt đó là: doanh thu và chất lượng phân bán ra. Đây là nhân tố then chốt vì đứng dưới góc độ thị trường, chất lượng phân phục vụ cho sản xuất nông nghiệp được xem là thứ hàng hóa quan trọng. Một khi hàng hóa kém chất lượng, người dân sẽ không sẵn lòng chi trả. Dưới góc độ kinh tế, chất lượng phân kém có thể ảnh hưởng đến nguồn thu vốn của các nhà máy sản xuất phân compost, đây là một điểm quan trọng cần khắc phục.

Với chỉ số thành phần 29,33 có thể nhận thấy hệ thống quản lý CTRSH ở Thành phố Hồ Chí Minh theo công nghệ làm phân compost không đạt về môi trường. Hầu hết đều nhận định quá trình lưu trữ và làm phân gây ảnh hưởng đến chất lượng môi trường, diện tích dành cho lưu trữ phân khá lớn.

3.4.5.3 Chỉ số tổng hợp của công nghệ đốt rác phát điện

Với chỉ số thành phần 42,33, có thể nhận thấy hệ thống quản lý CTRSH cho công nghệ đốt rác phát điện cao nhất về môi trường. Điều đó bắt nguồn từ các kết quả hết sức khả quan mà những chỉ tiêu thành phần đạt được. Do đây là công nghệ đốt rác nên diện tích đất sử dụng cho nhà máy đốt chỉ bằng ¼ so với bãi chôn lấp. Đây là những điều kiện nền tảng để giảm thiểu tác động tiềm ẩn của hệ thống quản lý CTRSH đến môi trường và sức khỏe cộng đồng.

Đứng ở vị trí kém nhất trong lựa chọn là khía cạnh kinh tế với chỉ số thành phần là 25,20, trong đó chỉ tiêu "Chi phí đầu tư" và “Chi phí vận hành và bảo trì” là hai nhân tố chính ít được lựa chọn. Thể hiện ở chỗ: (1) Với mức chi phí đầu tư khá cao sẽ là trở ngại cho nhà nước và các doanh nghiệp đầu tư, so với chôn lấp hợp vệ sinh thì chi phí để đốt một tấn rác cao hơn khoảng 10 lần, trong khi nguồn thu từ bán sản phẩm điện lại quá ít; (2) Chi phí cho vận hành, bảo trì thiết bị tùy thuộc vào công nghệ, nếu công nghệ đốt rác phát điện không đảm bảo, sẽ phát sinh nhiều chất thải độc hại khác nhau như: CO, CO_2 và nguy hiểm hơn là sinh ra dioxin [107].

Như vậy, có thể nhận thấy đánh giá công nghệ xử lý cho mô hình quản lý CTRSH,

các chỉ số thành phần về môi trường, kinh tế và xã hội của mỗi công nghệ là khác nhau. Điểm khó khăn đang gặp phải đó là ít lựa chọn của chuyên gia về môi trường của chôn lấp và làm phân compost, nhân tố chính là sự ô nhiễm không khí, nước và phát thải khí nhà kính. Trong khi đó, đốt rác phát điện là công nghệ được đánh giá thấp về kinh tế, nhân tố chính là mức chi phí cho đầu tư và vận hành quá cao, nhưng kết quả này cũng phản ánh được sự thay đổi tích cực về môi trường, về sức khỏe cộng đồng khi triển khai ở các khu đô thị lớn. Điều này đặt ra câu hỏi làm thế nào để cân bằng giữa 03 yếu tố kinh tế, xã hội, môi trường cho một mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Dựa vào phương pháp phân nhóm để đánh giá các công nghệ xử lý, chỉ số tổng hợp dao động trong khoảng [10-50]. Kết quả bảng 3.18 cho thấy điểm đánh giá tổng hợp của các chuyên gia cho 03 công nghệ xử lý lớn hơn 10, thỏa điều kiện xét phân loại công nghệ xử lý. Công nghệ chôn lấp, làm phân compost, đốt rác phát điện đã được đánh giá và xếp hạng từ các chuyên gia như sau: Chôn lấp có tổng điểm 24,24 nằm trong khoảng [20-30] theo qui ước được cho là công nghệ xử lý khá; Làm phân compost và đốt rác phát điện có tổng điểm lần lượt là 30,29 và 35,05 nằm trong khoảng [30-40] theo qui ước được cho là phương án xử lý tốt.

Từ số điểm đánh giá cho thấy đốt rác phát điện và làm phân compost đều cho thấy hiệu quả thân thiện hơn với môi trường, nên việc kết hợp chúng vào mô hình quản lý CTRSH trong khu vực nghiên cứu cũng như trên toàn quốc được khuyến nghị. Mặc dù công nghệ này có chi phí vốn đầu tư ban đầu cao nhưng mang lại nhiều lợi ích về môi trường như giảm khối lượng chất thải, giảm thiểu ô nhiễm không khí và giá trị đất đai sau khi sử dụng. Việc chôn lấp không được ưa thích và được cho là gây ô nhiễm môi trường nhất, cũng không đạt về mặt kinh tế và xã hội.

3.4.6 Xử lý kết quả thống kê để xác định tính đại diện của kết quả

3.4.6.1 Kiểm định Kruskal-Wallis

Trong nghiên cứu này, kiểm định sự khác biệt giữa các nhóm công nghệ xử lý trong kiểm định Kruskal-Wallis cho mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh

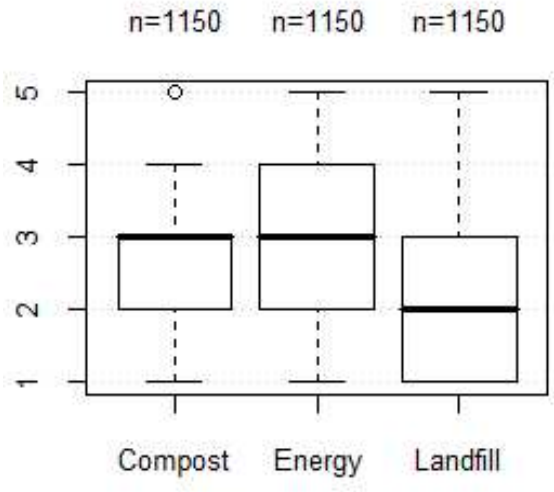
được thực hiện để xác định xem có sự khác biệt đáng kể về điểm số (Score). Bằng cách so sánh giá trị trung bình (mean) và phân phối của điểm số giữa các nhóm, có thể đánh giá sự tương đồng hoặc khác biệt giữa các công nghệ xử lý. Bên cạnh đó, kiểm định Kruskal-Wallis được sử dụng để xác định ý kiến của 50 chuyên gia trả lời bảng câu hỏi có ý nghĩa thống kê hay không. Kết quả kiểm định Kruskal-Wallis chạy trên phần mềm R chi tiết trong Phụ lục 4.4.

Bảng 3.19 Kết quả phân tích Kruskal-Wallis cho ba công nghệ xử lý

	Môi trường		
	Chôn lấp (N=550)	Đốt rác phát điện (N=550)	Làm phân compost (N=550)
Điểm			
Mean (SD)	2,10 (0,860)	3,17 (1,17)	2,52 (1,10)
Median [Min, Max]	2,00 [1, 4]	3,00 [1, 5]	2,00 [1, 5]
	Kinh tế		
	Chôn lấp (N=250)	Đốt rác phát điện (N=250)	Làm phân compost (N=250)
Mean (SD)	2,22 (0.993)	2,72 (1.10)	2,89 (1,12)
Median [Min, Max]	2,00 [[1, 5]	3,00 [1, 5]	3,00 [1, 5]
	Xã hội		
	Chôn lấp (N=350)	Đốt rác phát điện (N=350)	Làm phân compost (N=350)
Mean (SD)	2,14 (0,951)	2,69 (1,02)	2,69 (1,02)
Median [Min, Max]	2,00[1, 5]	3,00 [1, 5]	3,00[1, 5]
	Tổng hợp		
	Chôn lấp (N=1150)	Đốt rác phát điện (N=1150)	Làm phân compost (N=1150)
Mean (SD)	2,14 (0,919)	3,03 (1,175)	2,65 (1,089)
Median [Min, Max]	2,00 [1, 5]	3,00 [1, 5]	3,00 [1, 5]
Kiểm tra tổng xếp hạng Kruskal-Wallis:	p-value < 0.00000000000000022		

Với giá trị p-value rất nhỏ, có đủ bằng chứng để bác bỏ giả thuyết không có sự khác biệt giữa các công nghệ xử lý. Điều này cho thấy có sự khác biệt đáng kể về điểm số giữa các công nghệ xử lý. Mô hình quản lý chất thải có điểm số trung bình cao nhất là công nghệ đốt rác phát điện (3,028), tiếp theo là làm phân compost (2,650) và thấp nhất là chôn lấp (2,139). Sự phân tán của điểm số trong các nhóm được thể hiện bằng độ lệch chuẩn với đốt rác phát điện có độ lệch chuẩn cao nhất (1,175) và chôn lấp có

độ lệch chuẩn thấp nhất (0,919). Từ kết quả này, có thể kết luận rằng các công nghệ đốt rác phát điện được đánh giá cao nhất, kế đến là làm phân compost, chôn lấp không phải là sự lựa chọn của hầu hết các chuyên gia, điểm số thể hiện rõ nét như sau:



Hình 3.12 So sánh ba công nghệ xử lý

3.4.6.2 Kiểm định hậu định Anova

Trong nguồn dữ liệu này, mặc dù kiểm định Kruskal-Wallis đã được sử dụng để đánh giá sự khác biệt giữa các nhóm, nhưng kiểm định hậu định Anova vẫn cung cấp một số thông tin có ý nghĩa với mức tin cậy 95%. Kiểm định Anova đã được thực hiện và cho kết quả trong Bảng 3.20 để kiểm tra phần dư sau khi kiểm định Kruskal-Wallis. Kiểm định Anova trong nguồn dữ liệu này được sử dụng để kiểm tra sự tương đồng giữa kết quả của kiểm định Kruskal-Wallis và kiểm định trên phần dư. Nếu kết quả của cả hai kiểm định khớp nhau, có thể củng cố rằng số liệu phân tích sự khác biệt giữa các nhóm là có ý nghĩa thống kê.

Bảng 3.20 Kết quả phân tích hậu định Anova cho ba công nghệ xử lý

Công nghệ	Mức khác biệt về giá trị trung bình điểm số	Khoảng tin cậy dưới	Khoảng tin cậy trên	Giá trị p hiệu chỉnh
1. Đốt rác phát điện-Làm phân compost	0,05043478	-0,0597653	0,16063487	0,5308719
2. Chôn lấp-Làm phân compost	-0,20869565	-0,3188957	-0,09849557	0,0000276
3. Chôn lấp-Đốt rác phát điện	-0,25913043	-0,3693305	-0,14893035	0,0000001

So sánh giữa công nghệ đốt rác phát điện và công nghệ làm phân compost cho thấy không thấy sự khác biệt đáng kể. Giá trị p hiệu chỉnh 0,5308719 lớn hơn ngưỡng ý nghĩa thống kê 0,05. Kết quả này không có đủ bằng chứng để khẳng định sự khác biệt ý nghĩa giữa 02 công nghệ này. Như vậy kết luận rằng đốt rác phát điện và compost có hiệu quả tương đương trong việc xử lý chất thải.

Tiếp theo, so sánh giữa công nghệ chôn lấp và công nghệ làm phân compost, kết quả cho thấy có sự khác biệt đáng kể. Giá trị p hiệu chỉnh 0,0000276, nhỏ hơn ngưỡng ý nghĩa thống kê 0,05, cho thấy có đủ bằng chứng để khẳng định sự khác biệt ý nghĩa giữa 02 công nghệ này. Điểm trung bình của công nghệ chôn lấp thấp hơn đáng kể so với công nghệ làm phân compost. Do đó, có thể kết luận rằng công nghệ làm phân compost có hiệu quả cao hơn trong việc xử lý chất thải so với công nghệ chôn lấp.

Cuối cùng, khi so sánh giữa công nghệ chôn lấp và công nghệ đốt rác phát điện. Giá trị p hiệu chỉnh 0,0000001, nhỏ hơn ngưỡng ý nghĩa thống kê 0,05. Như vậy, có đủ bằng chứng để khẳng định sự khác biệt ý nghĩa giữa 02 công nghệ này. Điểm trung bình của công nghệ chôn lấp cũng thấp hơn đáng kể so với công nghệ đốt rác phát điện. Điều này cho thấy công nghệ đốt rác phát điện có hiệu quả cao hơn trong việc xử lý chất thải so với công nghệ chôn lấp.

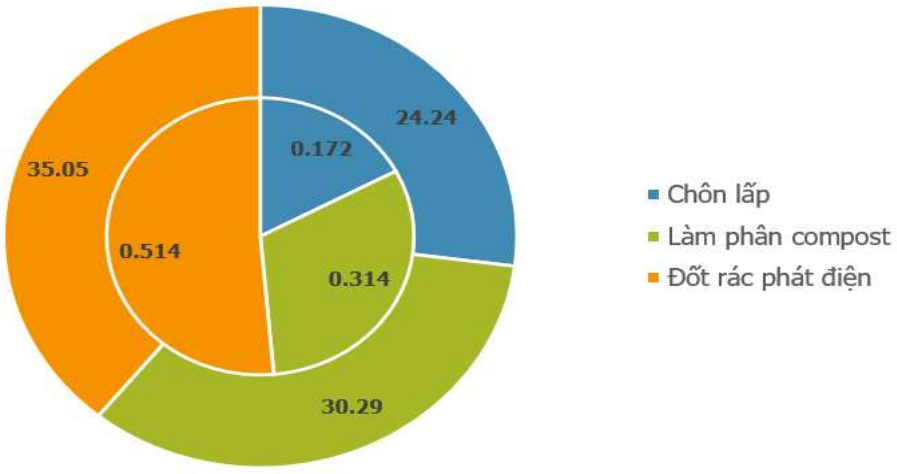
Sau khi phân tích kiểm định Kruskal-Wallis và kiểm định Anova cho 50 đánh giá của chuyên gia với thang điểm từ 1 đến 5, kết quả cho thấy có sự khác biệt đáng kể về điểm số trung bình giữa các công nghệ xử lý ở 03 khía cạnh kinh tế, xã hội và môi

trường. Nhóm đốt rác phát điện và làm phân compost so sánh không có sự khác biệt, nhóm chôn lấp và làm phân compost, nhóm chôn lấp và đốt rác phát điện so sánh có sự khác biệt giữa các nhóm, số liệu có ý nghĩa thống kê. Vì vậy, kiểm định Kruskal-Wallis và Anova trong nghiên cứu này khẳng định đánh giá của 50 chuyên gia có ý nghĩa thống kê, xác định được tính đại diện của kết quả theo phương pháp chuẩn hóa.

3.5 Kết quả đánh giá phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa

3.5.1 Kết quả so sánh tích hợp công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt của hai phương pháp

Kết quả Hình 3.13 có thể thấy rằng cả 02 phương pháp AHP và chuẩn hóa qua sự đánh giá của chuyên gia đều có sự lựa chọn tương tự nhau. Phương pháp AHP (vòng tròn nhỏ) cho kết quả điểm trọng số công nghệ chôn lấp thấp nhất (0,172), kế đến là làm phân compost (0,314) và đốt rác phát điện được lựa chọn nhiều nhất (0,514). Kết quả này cũng cho thấy phương pháp chuẩn hóa (vòng tròn lớn), tổng điểm số đánh giá của chuyên gia cho công nghệ công lấp nhỏ nhất (24,24), kế đến làm phân compost (30,29) và đốt rác phát điện có tổng điểm cao nhất trong ba công nghệ (35,05). Như vậy cả 02 phương pháp đều lựa chọn công nghệ đốt rác phát điện là công nghệ được ưu tiên lựa chọn hàng đầu.



Hình 3.13 Tổng hợp lựa chọn công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt bằng phương pháp AHP và chuẩn hóa

Kết quả nghiên cứu trên cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây đã chọn đốt rác phát điện là giải pháp trong bối cảnh thiếu diện tích bãi chôn lấp và các bất lợi liên quan đến môi trường. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu về quản lý CTRSH tại các nước ASEAN đã đề xuất công nghệ xử lý bằng đốt rác phát điện cho các đô thị lớn [25, 94]. Hơn nữa, công nghệ xử lý này cũng phù hợp với Quy hoạch quản lý chất thải rắn của Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050 nhằm hạn chế các bãi chôn lấp dưới 10% và ưu tiên chuyển hóa chất thải thành năng lượng. Mới đây, Quyết định số 09/2021/QĐ-UBND của UBND Thành phố Hồ Chí Minh ngày 04/05/2021 quy định việc phân loại rác tại nguồn thành 02 nhóm: rác có thể tái sử dụng hoặc tái chế và rác thải khác. Đây là một trong những bước chuẩn bị cho việc triển khai đốt rác phát điện trên toàn thành phố trong thời gian tới. Giải pháp này cũng được áp dụng tại một số thành phố ở các nước như Malaysia, Thái Lan, Philippines với công nghệ và điều kiện khí hậu tương tự Thành phố Hồ Chí Minh [23, 26, 27]. Cuối cùng, mỗi công nghệ xử lý đều có những ưu nhược điểm riêng phù hợp với từng loại thành phần chất thải. Do đó, sự thành công của chương trình phân loại rác tại nguồn trên địa bàn thành phố đóng vai trò then chốt thúc đẩy sự thành công của các công nghệ xử lý chất thải.

3.5.2 Kết quả so sánh ưu và nhược điểm của hai phương pháp

* Ưu điểm

Sự kết hợp 02 phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa đánh giá bộ tiêu chí trong việc lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH là một quá trình tương hỗ và bổ sung lẫn nhau. Cả 02 phương pháp đều có mục tiêu chung là đánh giá và xếp hạng công nghệ xử lý CTRSH tối ưu cho khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp AHP cho phép đánh giá mức độ quan trọng của mỗi tiêu chí đối với quyết định cuối cùng. Điều này giúp trọng số được phân bổ đúng mức, dựa trên sự ảnh hưởng của từng tiêu chí đến mục tiêu cuối cùng. Bên cạnh đó, AHP có thể tổng hợp ý kiến từ nhiều liên kết bên trong quy trình để quyết định. Điều này có thể giúp tạo ra sự đồng ý và chấp nhận quyết định được đưa ra.

- Phương pháp chuẩn hóa đánh giá bộ tiêu chí giúp chuẩn hóa các chỉ thị và yếu tố liên quan đến công nghệ xử lý về cùng 01 đơn vị đo và miền giá trị. Điều này giúp đưa dữ liệu vào một phạm vi đồng nhất để tiến hành so sánh và phân tích dễ dàng hơn. Phương pháp chuẩn hóa giúp người đánh giá nhận diện vấn đề tương đối đơn giản và dễ hiểu. Điều này làm cho phương pháp này trở thành một công cụ hữu ích cho các quyết định phức tạp mà không đòi hỏi kiến thức chuyên sâu về toán học hoặc thống kê. Bên cạnh đó, phương pháp chuẩn hóa thích hợp cho các mô hình và phương pháp thống kê cụ thể: Các mô hình thống kê như hồi quy tuyến tính hoặc phân tích phương sai (ANOVA) thường yêu cầu dữ liệu đáp ứng được chuẩn hóa để đảm bảo tính phân phối chuẩn và độ tin cậy của kết quả.

Như vậy, nghiên cứu sử dụng phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa đánh giá bộ tiêu chí bổ sung nhau trong việc đánh giá toàn diện các yếu tố liên quan đến công nghệ xử lý. Phương pháp AHP giúp xác định mức độ quan trọng của các yếu tố, trong khi phương pháp chuẩn hóa giúp đưa các chỉ thị và dữ liệu vào cùng một đơn vị đo và miền giá trị để thực hiện so sánh và xếp hạng. Sự bổ sung này giúp cho quá trình đánh giá toàn diện hơn và đảm bảo tính khách quan và chính xác của quyết định. Việc kết hợp cả hai phương pháp giúp thể hiện sự tương tác giữa các chỉ số và chỉ thị, từ đó tăng tính chính xác và đáng tin cậy của quyết định lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH cho Thành phố Hồ Chí Minh.

* Nhược điểm

- Phương pháp AHP

+ Phụ thuộc vào đánh giá chủ quan: Kết quả của AHP phụ thuộc vào các đánh giá chủ quan từ các chuyên gia hoặc nhóm ra quyết định. Sự khác biệt trong đánh giá có thể dẫn đến kết quả khác nhau.

+ Khó khăn trong việc xác định trọng số: Quá trình xác định trọng số của các tiêu chí và lựa chọn có thể phức tạp và đòi hỏi sự khéo léo trong việc thu thập thông tin và phân tích dữ liệu.

- Khả năng xử lý giới hạn: Khi số lượng tiêu chí và lựa chọn tăng lên, phức tạp hóa của phương pháp AHP cũng tăng, và quá trình tính toán có thể trở nên khó khăn và tốn nhiều thời gian.

+ Khả năng chấp nhận của người dùng: Do tính chủ quan và phức tạp của phương pháp, có thể khó để người dùng chấp nhận kết quả cuối cùng hoặc hiểu được quá trình đưa ra quyết định.

+ Khả năng giả lập kém: AHP có thể không phản ánh được mức độ không chắc chắn hoặc sự biến động trong dữ liệu hoặc ý kiến, dẫn đến kết quả không chính xác hoặc không phản ánh thực tế.

- Phương pháp chuẩn hóa

+ Cần số lượng dữ liệu lớn: chuẩn hóa yêu cầu một lượng lớn dữ liệu và thông tin đầy đủ về các tiêu chí và lựa chọn để có thể thực hiện phân tích một cách chính xác. Việc thu thập dữ liệu có thể tốn kém và mất thời gian.

+ Khó khăn trong việc xác định phương pháp chuẩn hóa phù hợp: Việc lựa chọn phương pháp chuẩn hóa phù hợp có thể phức tạp và đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về tính chất của dữ liệu và mục tiêu của phân tích.

+ Có thể tạo ra giả định không chính xác: Trong một số trường hợp, việc chuẩn hóa dữ liệu có thể dẫn đến giả định không chính xác về tính chất của dữ liệu, dẫn đến kết quả không chính xác hoặc không thể áp dụng trong thực tế.

Để giải quyết điểm yếu của từng phương pháp, trong nghiên cứu này đã đưa ra một số giải pháp như sau:

- Thay vì dựa chỉ vào một phương pháp duy nhất thì nghiên cứu đã tích hợp 02 phương pháp để đánh giá và lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH. Điều này có thể giúp cân nhắc lại các quyết định và giảm thiểu ảnh hưởng của các nhược điểm riêng lẻ từ mỗi phương pháp.

- Để đảm bảo tính chính xác và đáng tin cậy của quá trình đánh giá, nghiên cứu đã thu thập thông tin đa dạng và chính xác về các tiêu chí để hỗ trợ quyết định. Tham khảo ý kiến, đánh giá từ các chuyên gia và người có kinh nghiệm trong lĩnh vực xử lý CTRSH để đảm bảo rằng quyết định được đưa ra là hợp lý và có tính khả thi.

- Để đảm bảo quá trình đánh giá và lựa chọn công nghệ xử lý được thực hiện với kiểm định nhất quán và độ tin cậy cao, nghiên cứu đã sử dụng các mô hình hỗ trợ quyết định như phân tích độ nhạy cho phương pháp AHP, kiểm định Kruskal-Wallis và Anova cho phương pháp chuẩn hóa để kiểm tra và đánh giá lại các kết quả và phương pháp sử dụng trong quá trình lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH.

3.6 Đề xuất công nghệ xử lý cho mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt cho Thành phố Hồ Chí Minh

Trong tương lai, chính sách quản lý CTRSH của Thành phố Hồ Chí Minh có những thay đổi trước công đoạn xử lý sẽ tập trung vào quy hoạch và thực hiện toàn diện hệ thống quản lý và xử lý chất thải. Để hạn chế phát thải các thành phần không thể tái sinh, tái chế và giảm thiểu chôn lấp, các yếu tố sau sẽ được xem xét:

- Quy định về phát thải: Áp dụng các tiêu chuẩn nghiêm ngặt hơn về phát thải từ các nguồn công nghiệp và tiêu dùng, khuyến khích sử dụng công nghệ sạch;

- Lựa chọn nguyên vật liệu bao bì: Khuyến khích sử dụng bao bì thân thiện với môi trường, có khả năng phân hủy sinh học hoặc dễ dàng tái chế;

- Giảm thiểu và tái sử dụng: Tăng cường các biện pháp nhằm giảm lượng rác thải phát sinh thông qua tái sử dụng;

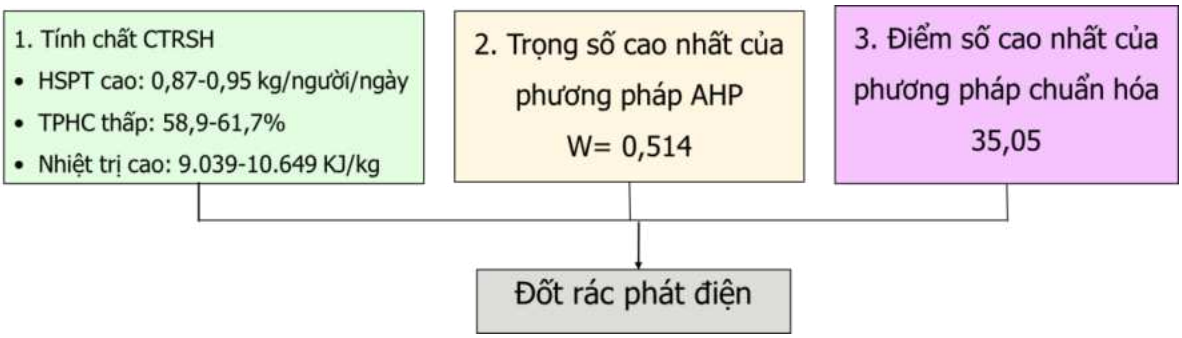
- Phân loại tại nguồn: Đẩy mạnh việc phân loại rác thải ngay từ nguồn, hỗ trợ quá trình tái chế và giảm thiểu rác thải cần xử lý;

- Giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng: Thúc đẩy việc giáo dục cộng đồng về quản lý rác thải, ý thức bảo vệ môi trường và các phương pháp giảm thiểu rác thải;

- Công nghệ xử lý rác hiện đại: Từ kết quả nghiên cứu của quá trình thực nghiệm đã cho thấy lựa chọn công nghệ xử lý tại Thành phố Hồ Chí Minh chuyển đổi từ chôn lấp sang các công nghệ xử lý hiện đại như đốt rác phát điện và sản xuất phân compost từ rác hữu cơ.

Dựa vào kết quả nghiên cứu khảo sát tính chất CTRSH, kết quả xác định trọng số cao nhất của phương pháp AHP, kết quả xác định thang điểm cao nhất của phương pháp chuẩn hóa. Từ đó, nghiên cứu đề xuất công nghệ xử lý phù hợp cho từng khu vực như sau:

(1) Mô hình công nghệ đốt rác phát điện cho các quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức



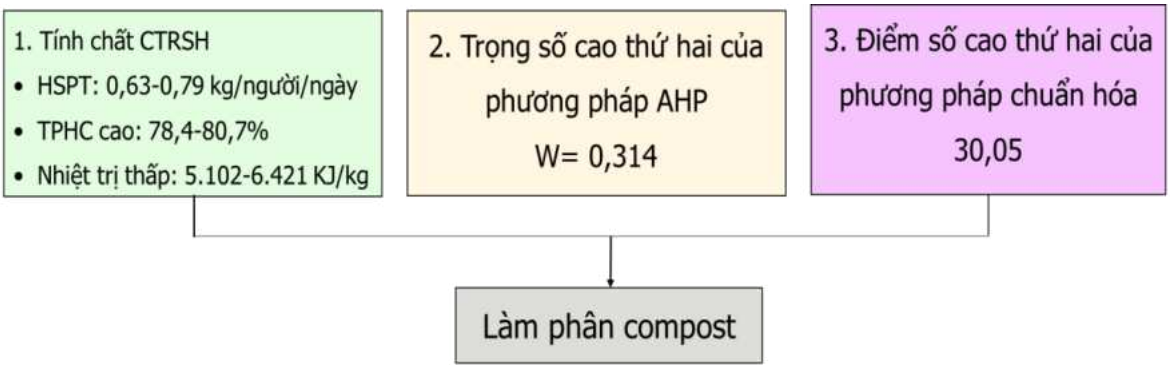
Hình 3.14 Mô hình công nghệ đốt rác phát điện cho các quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức

Dành một phần diện tích để xây dựng nhà máy đốt rác phát điện hiện đại. Nhà máy cần được thiết kế để xử lý lượng rác thải phù hợp với quy hoạch giảm chôn lấp trong tương lai, với hệ thống xử lý khí thải đạt chuẩn môi trường. Với lượng rác đã dự báo cho các quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức:

+ Giai đoạn 1 năm 2025 (5.122 tấn/ngày) và năm 2030 (5.384 tấn/ngày) sẽ đề xuất xây dựng 02 nhà máy đốt rác phát điện có công suất 2.000 tấn/ngày.

+ Giai đoạn 2 nâng lên 04 nhà máy vào năm 2050 (7.527 tấn/ngày) sẽ giải quyết được lượng rác thải ra.

(2) Mô hình công nghệ làm phân compost cho các quận và huyện còn lại



Hình 3.15 Mô hình công nghệ đốt rác phát điện cho các quận trung tâm và Thành phố Thủ Đức

Xây dựng một khu vực riêng biệt cho việc xử lý rác hữu cơ để sản xuất phân compost. Khu vực này cần có hệ thống phân loại rác hữu cơ từ nguồn, cũng như các thiết bị ủ và xử lý compost hiện đại. Lượng rác dự báo các huyện và quận còn lại có hệ số phát thải hàng ngày thấp (0,63-0,79 kg/người/ngày), thành phần hữu cơ chiếm tỷ lệ cao (78,4-80,7%), nhiệt trị thấp (5.102-6.421 KJ/kg). Lượng chất thải hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học đề xuất công nghệ làm phân compost sẽ phù hợp hơn để giải quyết lượng rác có độ ẩm cao. Công nghệ này phù hợp ở những vùng ngoại thành vẫn còn diện số tích đất cho làm phân compost, đồng thời cung cấp lượng phân phục vụ cho nông nghiệp (huyện Củ Chi, huyện Hóc Môn). Hiện nay, lượng chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học tại nhà máy chế biến phân compost chiếm 35-64% và chất thải còn lại (không sử dụng) chiếm 36-65% trên tổng số chất thải đưa về các nhà máy chế biến compost. Như vậy, với lượng rác đã dự báo cho các quận còn lại và huyện là 5.425 tấn/ngày (năm 2025 - nhà máy hoạt động vào năm này), 5.702 tấn/ngày (năm 2030), 8.117 tấn/ngày (năm 2050). Với thành phần có thể chế biến thành phân là 60% (thành phần hữu cơ), nên khối lượng thực tế để chế biến là:

- Năm 2025: 5.425 tấn/ngày x 60% = 3.255 tấn/ngày

- Năm 2030: 5.702 tấn/ngày x 60% = 3.421 tấn/ngày

- Năm 2050: 8.117 tấn/ngày x 60% = 4.870 tấn/ngày

Từ khối lượng rác thực tế hàng ngày có thể lựa chọn công suất nhà máy:

- Giai đoạn 1 (từ năm 2025 đến năm 2030) sẽ là 4.000 tấn/ngày.

- Giai đoạn 2 (từ 2030 đến năm 2050) sẽ là 5.000 tấn/ngày.

Ứng dụng công nghệ thông minh để quản lý và tối ưu hóa quá trình vận hành của nhà máy đốt rác và làm phân compost, bao gồm theo dõi lượng rác, hiệu suất xử lý và chất lượng sản phẩm đầu ra. Tích hợp các công nghệ tuần hoàn để tận dụng tối đa các nguồn tài nguyên từ rác thải, chẳng hạn như sử dụng khí sinh học sinh ra từ quá trình xử lý rác hữu cơ để sản xuất năng lượng.

Quy hoạch lại bãi rác Đa Phước cần phải tích hợp các giải pháp công nghệ, môi trường và quản lý để đáp ứng nhu cầu xử lý rác thải trong tương lai. Việc chuyển đổi từ chôn lấp sang đốt rác phát điện và làm phân compost sẽ giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên đất, giảm thiểu tác động môi trường và đóng góp xây dựng một mô hình quản lý CTRSH bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh.

Tiểu kết chương 3

Chương 3 đã khắc họa rõ nét tình hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh trong giai đoạn 2019-2022. Dữ liệu phân tích cung cấp một cái nhìn toàn diện về thành phần và đặc điểm CTRSH, từ đó làm nền tảng cho các đề xuất mô hình quản lý mới.

Nghiên cứu sử dụng phương pháp và phạm vi nghiên cứu khác với báo cáo của Sở TN&MT. Điều này có thể dẫn đến sự khác biệt trong số liệu. Tuy nhiên, điểm đáng chú ý là sự tương đồng về đánh giá thành phần CTRSH, đặc biệt là tỷ lệ chất thải hữu cơ cao (58,9÷80,7%) và hệ số phát thải trung bình là 0,91 kg/người/ngày. Đây là những yếu tố quan trọng trong việc thiết kế và lựa chọn công nghệ xử lý phù hợp.

Một phát hiện quan trọng là nhiệt trị của rác thải ở các quận cao hơn từ 1,5 đến 2 lần so với ở các huyện. Điều này cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa khu vực đô thị và nông thôn, đồng thời khẳng định sự cần thiết phải có những giải pháp xử lý rác thải khác

nhau cho từng khu vực.

Bộ tiêu chí của luận án, khi áp dụng vào khung phân tích DPSIR, đã giúp làm rõ nguyên nhân của vấn đề CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh, xác định giải pháp công nghệ tối ưu, đồng thời đề xuất hướng quản lý hiệu quả và bền vững cho tương lai.

Nghiên cứu đã xây dựng bộ tiêu chí hoàn chỉnh, áp dụng phương pháp AHP và phương pháp chuẩn hóa để lựa chọn công nghệ xử lý rác thải. Kết quả từ hai phương pháp này đều chỉ ra rằng công nghệ đốt rác phát điện và làm phân compost là giải pháp tối ưu, đảm bảo hiệu quả về môi trường, kinh tế và xã hội.

Dựa trên các quy định về phát thải và kết quả phân tích, nghiên cứu đã đề xuất một mô hình quản lý CTRSH kết hợp giữa công nghệ đốt rác phát điện và làm phân compost. Mô hình này không chỉ tối ưu hóa việc xử lý rác thải mà còn phù hợp với mục tiêu giảm thiểu chôn lấp và phát triển bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh.

Như vậy, chương 3 đã cung cấp một nền tảng vững chắc để đưa ra các giải pháp cải thiện quản lý CTRSH, đặc biệt là việc lựa chọn công nghệ xử lý hiệu quả và bền vững. Sự rõ ràng trong đánh giá hiện trạng, kết hợp với phân tích chi tiết về nhiệt trị rác thải và kết quả lựa chọn công nghệ, đã tạo nên một cơ sở khoa học và thực tiễn cho các đề xuất mô hình quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

- Bộ tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH được xây dựng có tính toàn diện, bao gồm 03 chỉ số môi trường, kinh tế và xã hội; 12 chỉ thị và 25 thông số. Quá trình xây dựng tiêu chí dựa trên các nghiên cứu lý thuyết, kinh nghiệm quốc tế và thực tiễn quản lý CTRSH tại Thành phố Hồ Chí Minh.

- Bộ tiêu chí có độ tin cậy cao, giúp đánh giá và lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH phù hợp với điều kiện cụ thể của địa phương.

- Kết quả nghiên cứu đã khẳng định AHP là phương pháp phù hợp trong việc xác định trọng số của các tiêu chí, đảm bảo tính khách quan và khoa học trong quá trình ra quyết định. Phân tích trọng số bằng AHP cho thấy tiêu chí "tác động môi trường" có trọng số cao nhất (0,370), tiếp theo là "hiệu quả kinh tế" (0,355) và "tác động xã hội" (0,275). Điều này khẳng định rằng yếu tố môi trường là ưu tiên hàng đầu trong việc lựa chọn công nghệ xử lý CTRSH.

- Phương pháp chuẩn hóa giúp hiệu chỉnh và đồng nhất các dữ liệu đầu vào, tạo cơ sở khoa học để so sánh và lựa chọn công nghệ xử lý tối ưu. Kết quả tính toán cho thấy chỉ số tổng hợp của công nghệ đốt rác phát điện đạt 35,05, cao hơn so với làm phân compost (30,29) và chôn lấp (24,24), khẳng định tính phù hợp và hiệu quả của công nghệ này.

- Kết quả phân tích cho thấy công nghệ đốt rác phát điện và làm phân compost là lựa chọn tối ưu cho mô hình quản lý CTRSH bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh, đáp ứng yêu cầu về môi trường, kinh tế và xã hội với lộ trình phát triển cụ thể từ năm 2025 đến 2050.

2. Kiến nghị

- Thành phố Hồ Chí Minh cần hoàn thiện khung chính sách và tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý CTRSH, đảm bảo tính toàn diện về môi trường, kinh tế và xã hội. Đồng

thời, cần cập nhật bộ tiêu chí theo thực tiễn và xu hướng công nghệ, kết hợp ứng dụng phương pháp AHP và chuẩn hóa dữ liệu để nâng cao tính khách quan trong quá trình lựa chọn công nghệ xử lý.

- Thành phố cần ưu tiên triển khai công nghệ đốt rác phát điện và làm phân compost theo lộ trình từ năm 2025 đến 2050, đồng thời đầu tư vào hạ tầng xử lý, xây dựng các nhà máy hiện đại tập trung và thúc đẩy cơ chế khuyến khích doanh nghiệp tham gia vào lĩnh vực này.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA HỌC VIÊN

1. Phuong Giang Le, Hung Anh Le, Xuan Thang Dinh, Kieu Lan Phuong Nguyen, "Development of Sustainability Assessment Criteria in Selection of Municipal Solid Waste Treatment Technology in Developing Countries: A Case of Ho Chi Minh City, Vietnam," *Sustainability.* ISSN: 2071-1050. Vol. 15, 7917, 2023. https://doi.org/10.3390/su15107917. (Q1)

2. Phuong Giang Le, Hung Anh Le, Xuan Thang Dinh, Huu Hai Trinh, "An assessment of the current situation and recommendation scenarios for municipal solid waste management in Ho Chi Minh City," *VMOST Journal of Social Sciences and Humanities.* Vol. 65, pp. 45-56, 2023. DOI: 10.31276/VMOSTJOSSH. (ACI)

3. Lê Phượng Giang, Đinh Xuân Thắng, Lê Hùng Anh, "Chiến lược quản lý chất thải rắn bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh," *Tạp chí Môi trường và Đô thị*. Số 148, ISSN: 1859-3674, 2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Thủ tướng Chính phủ nước CHXHCNVN, "Quyết định về Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến 2025," Quyết định số 491/QĐ-TTg, ngày 7/5/2018.

[2] Quốc hội nước CHXHCNVN, "Quyết định về luật Bảo vệ Môi trường," Luật số 72/2020/QH14, ngày 17/11/2020.

[3] Thủ tướng Chính phủ nước CHXHCNVN, "Quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ Môi trường," Nghị định số 08/2022/NĐ-CP, ngày 10/01/2022.

[4] Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Bảo vệ Môi trường," Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT, ngày 10/01/2022.

[5] P. Schneider *et al.*, "Solid waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam: Moving towards a circular economy?," *Sustainability*, vol. 9, no. 2, p. 286, 2017.

[6] A. van de Klundert and J. Anschutz, "Integrated sustainable waste management - The concept," *Waste*, The Netherlands, 2001.

[7] G. Tchobanoglous *et al.*, Wastewater engineering: Treatment and reuse. Boston: McGraw-Hill, 2003, p. 25.

[8] Trần Huế Nhuệ, *Quản lý tổng hợp chất thải ở Campuchia, Lào và Việt Nam: Lý luận và thực tiễn,* Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.

[9] N. T. K. Thai, "Municipal solid waste management in Vietnam: Challenges and solutions," *Springer,* Singapore, pp. 355-377, 2014.

[10] J. Aleluia and P. Ferrão, "Characterization of urban waste management practices in developing Asian countries: A new analytical framework based on waste characteristics and urban dimension," *Waste Management*, vol. 58, pp. 415-429, 2016.

[11] R.A. Patil *et al.*, "Renewable energy and circular economy: Application of life cycle costing to building integrated solar energy systems in Singapore," in

Sustainable Energy and Green Finance for a Low-carbon Economy, Springer, Singapore, pp. 201–218, 2021.

[12] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2019: Chuyên đề Quản lý chất thải rắn sinh hoạt*, Nhà xuất bản Dân Trí, Hà Nội, p. 104, 2020.

[13] S. Goyal *et al.*, "Circular economy business models in developing economies: Lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms," *Bus. Strategy Environ.*, vol. 60, no. 5, pp. 729–740, 2018.

[14] N. H. Hoang and C. Fogarassy, "Sustainability evaluation of municipal solid waste management system for Hanoi (Vietnam)—Why to choose the 'Waste-to-Energy' concept," *Sustainability*, vol. 12, no. 3, p. 1085, 2020.

[15] C. Wong and J. Wood, "Managing waste in the smart city of Singapore," *Tropical Constrained Environments Sustainable Adaptations: Businesses Communities*, pp. 225–241, 2021.

[16] UN-Habitat, *Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities 2010*, United Nations Human Settlements Programme, Earthscan, 2010.

[17] Ngân hàng Thế giới, *Đánh giá công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt và chất thải công nghiệp nguy hại: Các phương án và hành động nhằm thực hiện chiến lược quốc gia*, Nhà xuất bản Hồng Đức, Hà Nội, p. 156, 2018.

[18] P. Rathore and S. P. Sarmah, "Economic, environmental and social optimization of solid waste management in the context of circular economy," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 145, p. 106510, 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106510.

[19] Nguyễn Tuấn Anh, "Bài học xử lý rác thải của Singapore," *VietnamNet*, 21 tháng 7, 2022. https://vietnamnet.vn/bai-hoc-xu-ly-rac-thai-cua-singapore-2041681.html. [Truy cập: 03 tháng 5, 2023].

[20] S. Boonpa and A. Sharp, "Conversion of solid waste-to-energy (WtE) in Thailand," in *Sustainable Energy and Environmental Engineering*, Atlantis Press, 2015, pp. 42–45.

[21] W. Jutidamrongphan, “Sustainable waste management and waste-to-energy recovery in Thailand,” *J. Adv. Biofuels Bioenergy*, vol. 217, 2018.

[22] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Báo cáo đánh giá tình hình thực hiện Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020*, 2011.

[23] M. Gonzalez, “Ayala Foundation’s solid waste management programme,” presented at the *Regional Conference on Civil Society—Business Collaboration*, Foundation Sustainable Society, Inc., and the Sasakawa Peace Foundation, 2002.

[24] O. C. Aja and H. H. Al-Kayiem, “Review of municipal solid waste management options in Malaysia, with an emphasis on sustainable waste-to-energy options,” *J. Mater. Cycles Waste Manag.*, vol. 16, no. 4, pp. 693–710, 2014.

[25] A. H. Abba *et al.*, “Assessing environmental impacts of municipal solid waste of Johor by analytical hierarchy process,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 73, pp. 188-196, 2013.

[26] M. A. A. Samah *et al.*, “Solid waste management: Analytical hierarchy process (AHP) application of selecting treatment technology in Sepang Municipal Council, Malaysia,” *Curr. World Environ.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2011.

[27] N. Sun *et al.*, “Implementation of analytic hierarchy process for sustainable municipal solid waste management: A case study of Bangkok,” *Int. Energy J.*, vol. 20, pp. 325-336, 2020.

[28] Lê Văn Khoa, *Phân loại chất thải rắn sinh hoạt tại nguồn, tái chế và tái sử dụng là giải pháp có ý nghĩa kinh tế, xã hội và môi trường ở các đô thị*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2010.

[29] Nguyễn Tố Lăng, *Quản lý phát triển đô thị bền vững - Một số bài học kinh nghiệm*, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2004.

[30] M. A. Karim and J. T. Wetterhan, “A comparative study of solid waste management in the United States, Europe, and Asia,” *Ann. Civ. Environ. Eng.*, vol. 4, pp. 003-011, 2020.

[31] A. Hiratsuka-Sasaki *et al.*, "Inter-municipal cooperation on solid waste management in Japan: Its challenges and implications for ASEAN countries," *J. Urban Environ. Eng.*, vol. 19, p. 61, 2020.

[32] B. D. Azevedo *et al.*, "Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience," *Waste Manag.*, vol. 120, pp. 772-783, 2021.

[33] W. Guo *et al.*, "Solid waste management in China: Policy and driving factors in 2004–2019," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 173, p. 105727, 2021.

[34] Trần Thị Giang, "Các công nghệ xử lý và tiêu hủy chất thải rắn sinh hoạt ở Thái Lan và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam," *Tạp chí Môi trường*, 2022. https://tapchimoitruong.vn/nhin-ra-the-gioi-65/cong-nghe-xu-ly-va-tieu-huy-chat-thai-ran-sinh-hoat-o-thai-lan-va-bai-hoc-kinh-nghiem-cho-viet-nam-26798. [Truy cập: 23/11/2023].

[35] F. L. B Tchobanoglous *et al.*, *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. New York: McGraw-Hill, 1993, pp. 120–125.

[36] Lê Trung Tuấn Anh, "Tìm giải pháp đột phá trong công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh," *Tạp chí Môi trường*, tập 10, pp. 15–18, 2019.

[37] Bui Tan Dat *et al.*, "Effective municipal solid waste management capability under uncertainty in Vietnam: Utilizing economic efficiency and technology to foster social mobilization and environmental integrity," *J. Clean. Prod.*, vol. 259, p. 120981, 2020.

[38] N. K. L. Phuong *et al.*, "Impacts of socioeconomic changes on municipal solid waste characteristics in Taiwan," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 161, p. 104931, 2020.

[39] Tống Minh, "Hơn 900 bãi chôn lấp rác, Việt Nam xử lý cách nào?" *Báo Tài nguyên và Môi trường*, Apr. 11, 2020. https://baotainguyenmoitruong.vn/hon-900-bai-chon-lap-rac-viet-nam-xu-ly-cach-nao-302818.html. [Truy cập: 05/3/2023].

[40] Sở Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh, *Báo cáo hiện trạng môi trường Thành phố Hồ Chí Minh năm 2021*, 2021, p. 167.

[41] Nguyễn Văn Phước, *Giáo trình Quản lý và xử lý chất thải rắn*, Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội, 2008.

[42] Nguyễn Thị Thanh Mỹ, "Nghiên cứu, xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại vùng đất ngập nước ven biển phía Nam," Luận án Tiến sĩ, Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2011.

[43] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Báo cáo phát triển kinh tế tuần hoàn trong nông nghiệp, nông thôn Việt Nam*, Viện Chiến lược, Chính sách Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, 2020.

[44] Y. D. Tong *et al.*, "Understanding the role of informal sector for sustainable development of municipal solid waste management system: A case study in Vietnam," *Waste Manag.*, vol. 124, pp. 118-127, 2021.

[45] H. T. Hai *et al.*, "Circular economy in Vietnam," *Circular Economy: Global Perspective*, pp. 423-452, 2020.

[46] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Báo cáo tổng quan thực trạng công tác quản lý chất thải rắn trong thời gian qua và một số giải pháp triển khai trong thời gian tới*, Hà Nội, 2019.

[47] Công ty Môi trường Đô thị, *Phòng Quản lý chất thải rắn*, Hà Nội, 2019.

[48] Sở Tài nguyên và Môi trường Đà Nẵng, *Báo cáo Quy hoạch và định hướng quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Đà Nẵng*, 2019.

[49] Hội đồng Nhân dân Thành phố Đà Nẵng, "Nghị quyết về Quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn Thành phố Đà Nẵng," Nghị quyết số 204/NQ-HĐND ngày 19/12/2018

[50] Sở Tài nguyên và Môi trường Cần Thơ, *Báo cáo về Quản lý chất thải rắn sinh hoạt hàng năm*, 2019.

[51] Trần Ngọc Tuấn, "Tối ưu hóa hệ thống quản lý chất thải rắn ở Thành phố Huế bằng công cụ đánh giá vòng đời (LCA)," Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Khoa học, Huế, 2023.

[52] Sở Tài nguyên và Môi trường Bà Rịa - Vũng Tàu, *Quy hoạch và định hướng quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Bà Rịa - Vũng Tàu*, 2020.

[53] Ủy ban Nhân dân tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, "Quyết định phê duyệt đề án quản lý chất thải rắn và phân loại CTRSH tại nguồn trên địa bàn tỉnh giai đoạn đến năm 2025, định hướng đến 2030," Quyết định số 2066/QĐ-UBND, ngày 22/8/2023.

[54] Ủy ban Nhân dân tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, "Quyết định về việc quản lý chất thải trên địa bàn tỉnh," Quyết định số 17/2024/QĐ-UBND, ngày 27/5/2024:

[55] Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Long An, *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Long An*, 2021.

[56] Ủy ban Nhân dân tỉnh Long An, "Quyết định về việc thu gom, vận chuyển chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Long An," Quyết định số 22/2023/QĐ-UBND, ngày 02/6/2023.

[57] Ủy ban Nhân dân tỉnh Bình Dương, "Quyết định về kế hoạch phân loại chất thải rắn sinh hoạt tại nguồn giai đoạn 2023-2025," Quyết định số 1734/QĐ-UBND, ngày 04/7/2023:

[58] T. My và V. Công, "Khu Liên hợp Xử lý chất thải Nam Bình Dương: Nỗ lực cải tiến để hoàn thiện và phát triển," *Báo Bình Dương*, https://baobinhduong.vn/khu-lien-hop-xu-ly-chat-thai-nam-binh-duong-no-luc-cai-tien-de-hoan-thien-va-phat-trien-a262474.html?utm_source=chatgpt.com. [Truy cập: 20/02/2025].

[59] Ủy ban Nhân dân tỉnh Đồng Nai, "Quyết định về việc quản lý CTRSH trên địa bàn tỉnh," Quyết định số 04/2024/QĐ-UBND, ngày 18/01/2024.

[60] Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Tiền Giang, *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Tiền Giang*, 2022.

[61] Ủy ban Nhân dân tỉnh Tiền Giang, "Quyết định về việc quản lý CTRSH trên địa bàn tỉnh," Quyết định số 05/2023/QĐ-UBND, ngày 03/3/2023.

[62] Ủy ban Nhân dân tỉnh Tiền Giang, "Kế hoạch triển khai hoạt động phân loại CTRSH phát sinh từ tổ chức, hộ gia đình và cá nhân trên địa bàn tỉnh," Kế hoạch số 544/KH-UBND, ngày 29/12/2023.

[63] Ủy ban Nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh, "Quyết định về việc sửa đổi, bổ sung, bãi bỏ một số điều của quy định quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh," Quyết định số 09/2021/QĐ-UBND, ngày 04/5/2021.

[64] Sở Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh, *Báo cáo hiện trạng môi trường Thành phố Hồ Chí Minh năm 2021*, p. 167, 2021.

[65] Bộ Chính trị nước CHXHCNVN, "Nghị quyết về phương hướng, nhiệm vụ phát triển Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045," Nghị quyết số 31-NQ/TW, ngày 30/12/2022.

[66] Cục Thống kê Thành phố Hồ Chí Minh, *Niên giám thống kê Thành phố Hồ Chí Minh*, 2022.

[67] Cục Thống kê Thành phố Hồ Chí Minh, *Báo cáo số 783/BC-CTK ngày 28/12/2023: Tình hình kinh tế - xã hội quý IV và năm 2023*, 2023.

[68] Quốc hội nước CHXHCNVN, "Nghị quyết thí điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù phát triển Thành phố Hồ Chí Minh," Nghị quyết số 98/2023/QH15, ngày 24/6/2023.

[69] Ủy ban Nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh, "Quyết định về việc ban hành Chương trình điều chỉnh mức sinh đến năm 2030 tại Thành phố Hồ Chí Minh," Quyết định số 09/2021/QĐ-UBND, ngày 04/5/2021.

[70] Lê Văn Hưng và Nguyễn Đình Hòe, “Xây dựng bộ tiêu chí xác định các khu vực trọng điểm cần quan tâm trong quy hoạch bảo tồn đa dạng sinh học ở Việt Nam,” *Tạp chí Sinh học*, vol. 36, no. 2, pp. 189–202, 2014.

[71] Chế Đình Lý, “Hệ thống chỉ thị và chỉ số môi trường để đánh giá và so sánh hiện trạng môi trường giữa các thành phố trên lưu vực sông,” *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ: Môi trường và Tài nguyên*, tập 9, 2006.

[72] M. G. Kharat *et al.*, “The application of Delphi and AHP method in environmentally conscious solid waste treatment and disposal technology selection,” *Manag. Environ. Qual. Int. J.*, vol. 27, no. 4, pp. 427–440, 2016.

[73] M. A. Babalola, “A multi-criteria decision analysis of waste treatment options for food and biodegradable waste management in Japan,” *Environments*, vol. 2, no. 4, pp. 471–488, 2015.

[74] R. Intharathirat, *Sustainable municipal solid waste management systems for small and medium sized cities in Thailand*, Energy Doctor of Engineering dissertation, 2017.

[75] A. Generowicz, “Multi-criteria analysis of waste management in Szczecin,” *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 23, no. 1, pp. 57–63, 2014.

[76] M. L. MacDonald, “Bias issues in the utilization of solid waste indicators,” *Journal of the American Planning Association*, vol. 62, no. 2, pp. 236–242, 1996.

[77] S. Desmond, “Municipal solid waste management in Ireland: assessing for sustainability,” *Irish Geography*, vol. 39, no. 1, pp. 22–33, 2006.

[78] R. Batagarawa *et al.*, “Use of analytic hierarchy process (AHP) as an instrument to develop a solid waste management assessment tool,” *Glob. J. Adv. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 2, p. 70, 2015.

[79] R. Intharathirat and P. A. Salam, “Analytical hierarchy process-based decision making for sustainable MSW management systems in small and medium cities,” in *Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies*, 2020, pp. 609–624.

[80] H. D. Atmanti and R. D. Handoyo, “Strategy for sustainable solid waste management in Central Java Province, Indonesia,” *International Journal of Advances in Scientific Research Engineering*, vol. 4, no. 8, pp. 215–223, 2018.

[81] Thủ tướng Chính phủ nước CHXHCN Việt Nam, "Nghị định về quản lý chất thải và phế liệu," Nghị định số 38/2015/NĐ-CP, ngày 24/04/2015.

[82] Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Quy định chi tiết thi hành một số điều của Nghị định số 40/2019/NĐ-CP," Thông tư số 25/2019/TT-BTNMT, ngày 31/12/2019.

[83] Nguyễn Thị Phương Loan, "Lựa chọn công nghệ trong quản lý chất thải rắn bền vững – Nghiên cứu điển hình tại Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam",

Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng về Công nghệ và Quản lý Môi Trường, Trường Đại học Văn Lang, 2016.

[84] Z. Fang, "Research on development pattern of low-carbon economy industrial park in economic zone of Guangxi Beibu Gulf," *The Open Cybernetics and Systemics Journal*, vol. 9, no. 1, 2015.

[85] Thủ tướng Chính phủ nước CHXHCNVN, "Chỉ thị về việc theo dõi, giám sát và đánh giá tình hình thực hiện các chỉ tiêu kế hoạch về tài nguyên - môi trường và phát triển bền vững," Chỉ thị số 26/CT-TTg, ngày 26/11/2007.

[86] Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Quy định về chỉ thị môi trường quốc gia đối với môi trường không khí, nước mặt lục địa và nước biển ven bờ," Thông tư số 10/2009/TT-BTNMT, ngày 11/8/2009.

[87] Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Quy định về báo cáo hiện trạng môi trường và quản lý số liệu quan trắc môi trường," Thông tư số 43/2015/TT-BTNMT, ngày 29/9/2015.

[88] Bộ Tài nguyên và Môi trường, "Quyết định về việc ban hành bộ chỉ số đánh giá kết quả bảo vệ môi trường của các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương," Quyết định số 2782/QĐ-BTNMT, ngày 31/10/2019.

[89] Ngô Thanh Mai, "Quản lý chất thải rắn sinh hoạt đô thị dựa vào cộng đồng: Nghiên cứu điển hình ở Thành phố Hà Nội," Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Kinh tế Quốc dân, Hà Nội, 2018

[90] T. L. Saaty, "The Analytic Hierarchy Process," *Agricultural Economics Review*, vol. 70, p. 34, 1980.

[91] T. L. Saaty, *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, 2000.

[92] S. N. S. S. Azahari *et al.*, "Developing a sustainable solid waste management system using analytical hierarchy process (AHP) method at Pondok Institutions in Kelantan," *Earth and Environmental Science*, vol. 842, no. 1, p. 60, 2021.

[93] A. Badi *et al.*, "Evaluation of solid waste treatment methods in Libya by using the analytic hierarchy process," *Applications in Management and Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 38–54, 2019.

[94] N. Tsydenova *et al.*, "Sustainability assessment of waste management system for Mexico City (Mexico)—based on analytic hierarchy process," *Recycling*, vol. 3, no. 3, p. 45, 2018.

[95] S. Bapat and R. K. Bhatia, "Evaluation of weight of indicator for development of performance index of municipal solid waste in the developing Indian cities," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 5, no. 9, pp. 565–570, 2018.

[96] H. Parekh *et al.*, "Identification and assigning weight of indicator influencing performance of municipal solid waste management using AHP," *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 19, no. 1, pp. 36–45, 2015.

[97] I. Izonin *et al.*, "A two-step data normalization approach for improving classification accuracy in the medical diagnosis domain," *Mathematics*, vol. 10, no. 11, p. 1942, 2022.

[98] L. Yu, "Research on data normalization methods in multi-attribute evaluation," *Proceedings of the IEEE Conference*, pp. 1–5, 2009.

[99] L. Hudrlíková and J. Kramulová, "Do transformation methods matter? The case of sustainability indicators in Czech regions," *Metodološki Zvezki*, vol. 10, no. 1, p. 31, 2013.

[100] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2019*, 2020.

[101] Mai Thị Thu Thảo và cộng sự, "Nghiên cứu xây dựng hệ số phát thải các khí ô nhiễm từ bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt," *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - ĐHQG TPHCM, Chuyên san Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 18, trang 115–125, 2015.

[102] Lương Văn Việt, "Xác định tải lượng phát thải các khí gây mùi từ bãi chôn lấp rác thải sinh hoạt của Thành phố Hồ Chí Minh," *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 33, số 2, trang 108–117, 2017.

[103] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *QCVN 25:2009/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải*, 2009.

[104] Hồ Công Danh, "Nghiên cứu xử lý nước rỉ rác của bãi chôn lấp Phước Hiệp bằng phương pháp keo tụ," Khóa luận tốt nghiệp, Trường Đại học Xây dựng, 2012.

[105] Trần Phương, "Nghiên cứu hiệu quả kinh tế của các giải pháp công nghệ giảm phát thải khí nhà kính trong xử lý chất thải rắn sinh hoạt ở Thành phố Hà Nội," Luận án Tiến sĩ, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, 2020.

[106] Thái Thị Thanh Minh và cộng sự, "Đánh giá tiềm năng và hiệu quả kinh tế giảm nhẹ phát thải khí nhà kính từ công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt hữu cơ: Nghiên cứu thí điểm khu xử lý Nam Sơn và Cầu Diễn, Thành phố Hà Nội," *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 33, số 4, trang 103-116, 2017.

[107] J. Z., "Integrating Analytical Hierarchy Process (AHP) and Grey Relativity Analysis (GRA) in suitable landfill site selection," *Geoinformatics & Geostatistics: An Overview*, vol. 9, no. 6, 2021.

[108] Bộ Xây dựng, *Thông tư số 01/2021/TT-BXD ngày 19/5/2021 - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng*, 2021.

[109] Hoàng Ngọc Hà, "Ô nhiễm kim loại nặng từ bãi chôn lấp rác thải đến môi trường đất: Bãi chôn lấp Kiêu Kỵ, Gia Lâm, Hà Nội," *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 34, số 2, trang 86-94, 2018.

[110] P. Wachirawongsakorn *et al.*, "Assessment of heavy metal distribution in soil and groundwater surrounding municipal solid waste dumpsite in Nai Muang Sub-district Administrative Organization, Amphur Phichai, Uttaradit," *NU International Journal of Science*, vol. 10, no. 1, pp. 18–29, 2013.

[111] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *QCVN 03-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép đối với kim loại nặng trong đất*, 2015.

[112] Hà Mạnh Thắng, “Kết quả nghiên cứu hàm lượng Cd trong đất tại một số vùng nguy cơ ô nhiễm do chất thải đô thị và công nghiệp,” *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, tập 3, số 24, 2011.

[113] Vũ Đức Toàn, “Đánh giá ảnh hưởng của bãi chôn lấp rác Xuân Sơn, Hà Nội đến môi trường nước và đề xuất giải pháp,” *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, tập 28, số 39, 2012.

[114] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *QCVN 09:2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm*, 2008.

[115] Bộ Xây dựng, "Quyết đinh về việc công bố suất vốn đầu tư xây dựng và mức chi phí xử lý chất thải rắn sinh hoạt," Quyết định số 1354/QĐ-BXD, ngày 29/12/2017.

[116] J. K. Z. Xiang, “Incinerator for municipal solid waste in Kuala Lumpur,” *Malaysia Green and Blue Environment Protection Society*, 2012.

[117] Thủ tướng Chính phủ nước CHXHCNVN, "Quyết định về cơ chế hỗ trợ phát triển các dự án phát điện sử dụng chất thải rắn tại Việt Nam," Quyết định số 31/2014/QĐ-TTg, ngày 05/5/2014.

[118] Justine Anschütz, “Community-based solid waste management and water supply projects: Problems and solutions compared,” *Urban Waste Expertise Programme, Community Participation in Waste Management, UWEP Working Document*, vol. 2, 1996.

[119] Bộ Tài chính, *Thông tư số 02/2017/TT-BTC ngày 06/01/2017 - Hướng dẫn quản lý kinh phí sự nghiệp bảo vệ môi trường*, 2017.

[120] Nguyễn Minh Thu, "Nghiên cứu thống kê đánh giá phát triển bền vững ở Việt Nam," Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Kinh tế Quốc dân, Hà Nội, 2013.

[121] Thủ tướng Chính phủ, “Quyết định về việc phê duyệt Nhiệm vụ Quy hoạch xử lý chất thải rắn Thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050, " Quyết đinh số 1485/QĐ-TTg, ngày 06/11/2018.

[122] A. P. V. P. Kristensen, “EEA core set of indicators,” *European Environment Agency*, pp. 11–12, 2003.

[123] Yamane and Taro, *Statistics, An Introductory Analysis*, 2nd ed. New York: Harper and Row, 1967.

[124] Environmental Protection Agency, *RCRA Waste Sampling Technical Guidance: Planning, Implementation, and Assessment*, Office of Solid Waste, Washington, DC, 2002.

[125] T. L. Saaty, *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications, 1994.

[126] E. George, "What Is a Likert Scale? Definition, Types, and Examples," 2024.

[127] W. H. Kruskal and W. A. Wallis, "Use of ranks in one-criterion variance analysis," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 47, pp. 583–621, 1952.

[128] Japan International Cooperation Agency (JICA), "The Project for Promotion of Bangkok Master Plan on Waste Management," 2019.

[129] United Nations Environment Programme (UNEP), "Jakarta Waste Management Assessment Report," 2020.

[130] Asian Development Bank (ADB), "Solid Waste Management in Manila: Challenges and Opportunities," 2018.

[131] Nguyễn Phúc Thanh và Lê Hoàng Việt. "Đánh giá đánh động của các phương pháp xử lý rác thải đô thị vùng ĐBSLC – Việt Nam," *Science & Technology Development*. vol. 15, 2012.

[132] Hoàng Minh Giang, "Nghiên cứu khả năng cắt giảm khí nhà kính từ hệ thống quản lý chất thải rắn đô thị ở Việt Nam," Luận án Tiến sĩ, Bộ Giáo dục và Đào tạo, Trường Đại học Xây dựng, 2013.

[133] T. T. Hoang *et al.*, "Potential of greenhouse gas emissions reduction associated with municipal solid waste management in Hanoi City, Vietnam," *J. Sci. Res. Rep.*, vol. 8, no. 3, pp. 1–10, 2015.

[134] Lương Thị Mai Hương, "Ứng dụng đánh giá vòng đời sản phẩm để nâng cao hiệu quả quản lý chất thải rắn ở Hà Nội," Luận án Tiến sĩ, Bộ Giáo dục và Đào tạo, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 2017.

[135] L. A. Manaf *et al.*, “Municipal solid waste management in Malaysia: Practices and challenges,” *Waste Management*, vol. 29, no. 11, pp. 2902–2906, 2009.

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1.1

PHIẾU ĐIỀU TRA VỀ CƠ SỞ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT

(Dành cho cơ sở xử lý)

1. Họ và tên người cung cấp thông tin: . . . . . .
2. Cơ quan: . . . . . .
3. Điện thoại: . . . . . .

I. ĐỐI VỚI HOẠT ĐỘNG CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN

1. Diện tích và sức chứa của bãi chôn lấp:

Tổng diện tích bãi chôn lấp (ha)	Diện tích chôn lấp (ha)	Tổng khối lượng rác (tấn)

2. Tổng vốn đầu tư của cơ sở xử lý? . . . . . (VNĐ)
3. Chi phí cho xử lý chất thải rắn? . . . . . (VNĐ/tấn)
4. Chi phí cho vận hành và bảo trì? . . . . . (VNĐ)
5. Số lượng công nhân làm việc trong cơ sở xử lý? . . . . . (người)
6. Mức thu nhập trung bình? . . . . . (VNĐ/người/tháng)
7. Số người lao động ở địa phương tham gia vào hoạt động chôn lấp chất thải rắn và thu nhập bình quân của họ?

   Số người: . . . . . (người)

   Thu nhập: . . . . . (VNĐ/người)

8. Nhà nước có chính sách cho cơ sở xử lý chất thải rắn? . . . . . (VNĐ/tấn)
9. Thông tin về tình hình sức khỏe của người dân tại địa phương có cơ sở xử lý?

□ Số người mắc bệnh về hô hấp: . . . . . (người)
□ Số người mắc bệnh ngoài da: . . . . . (người)
□ Số người mắc bệnh về mắt: . . . . . (người)
□ Số người mắc các bệnh khác: . . . . . (người)

10. Thông số về khí thải của cơ sở:

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Bụi tổng	mg/Nm^3	
Khí H_2S	mg/Nm^3	
Mùi	mg/Nm^3	

11. Thông số về nước thải của cơ sở

Thông số	BOD_5	COD	Tổng Nitơ
Trị số			

II. ĐỐI VỚI HOẠT ĐỘNG SẢN XUẤT PHÂN HỮU CƠ

1. Sản lượng phân hữu cơ: . . . . . (tấn/năm)
2. Tổng vốn đầu tư của cơ sở xử lý? . . . . . (VNĐ)
3. Chi phí cho xử lý CTR? . . . . . (VNĐ/tấn)
4. Chi phí cho vận hành và bảo trì? . . . . . (VNĐ)
5. Số lượng công nhân làm việc trong cơ sở xử lý? . . . . . (người)

6. Mức thu nhập trung bình? . . . . . (VNĐ/người/tháng)
7. Số người lao động ở địa phương tham gia vào hoạt động chôn lấp chất thải rắn và thu nhập bình quân của họ?

Số người: . . . . . (người)

Thu nhập: . . . . . (VNĐ/người)

8. Nhà nước có chính sách cho cơ sở xử lý chất thải rắn? . . . . . (VNĐ/tấn)
9. Nhà nước có chính sách hỗ trợ giá bán phân? . . . . . (VNĐ/tấn)
10. Thông tin về tình hình sức khỏe của người dân tại địa phương có cơ sở xử lý?
□ Số người mắc bệnh về hô hấp: . . . . . (người)
□ Số người mắc bệnh ngoài da: . . . . . (người)
□ Số người mắc bệnh về mắt: . . . . . (người)
□ Số người mắc các bệnh khác: . . . . . (người)
11. Thông số về khí thải của cơ sở:

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Bụi tổng	mg/Nm^3	
Khí H_2S	mg/Nm^3	
Mùi	mg/Nm^3	

III. ĐỐI VỚI HOẠT ĐỘNG ĐỐT RÁC PHÁT ĐIỆN

1. Diện tích, khối lượng chất thải rắn và sản lượng điện:

Tổng diện tích nhà máy xử lý (ha)	Công suất (tấn/ngày)	Sản lượng điện sản xuất được hàng năm (kWh/năm)

2. Tổng vốn đầu tư của cơ sở xử lý? . . . . . (VNĐ)
3. Chi phí cho xử lý chất thải rắn? . . . . . (VNĐ/tấn)
4. Chi phí cho vận hành và bảo trì? . . . . . (VNĐ)
5. Số lượng công nhân làm việc trong cơ sở xử lý? . . . . . (người)
6. Mức thu nhập trung bình? . . . . . (VNĐ/người/tháng)
7. Số người lao động ở địa phương tham gia vào hoạt động chôn lấp chất thải rắn và thu nhập bình quân của họ?

Số người: . . . . . (người)

Thu nhập: . . . . . (VNĐ/người)

8. Nhà nước có chính sách cho cơ sở xử lý chất thải rắn? . . . . . (VNĐ/tấn)
9. Nhà nước có chính sách hỗ trợ giá bán điện? . . . . . (VNĐ/kWh)
10. Thông tin về tình hình sức khỏe của người dân tại địa phương có cơ sở xử lý?
□ Số người mắc bệnh về hô hấp: . . . . . (người)
□ Số người mắc bệnh ngoài da: . . . . . (người)
□ Số người mắc bệnh về mắt: . . . . . (người)
□ Số người mắc các bệnh khác: . . . . . (người)
11. Thông số về khí thải của cơ sở:

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Bụi tổng	mg/Nm^3	
Khí H_2S	mg/Nm^3	
Mùi	mg/Nm^3	

PHỤ LỤC 1.2

PHIẾU ĐIỀU TRA VỀ CƠ SỞ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT

(Dành cho người dân)

I. Thông tin cá nhân

1. Họ và tên người cung cấp thông tin: . . . .
2. Địa chỉ: . . . . . .

II. Thông tin cần thu thập về ô nhiễm

1. Xin ông/bà vui lòng cho biết về chất lượng môi trường xung quanh nơi mình đang sinh sống có bị ô nhiễm hay không với các loại hình ô nhiễm sau đây:

Loại ô nhiễm	Có	Không
Ô nhiễm không khí		
Ô nhiễm đất		
Ô nhiễm nguồn nước		

2. Ông/bà vui lòng cho biết tác nhân gây ô nhiễm?

□ Bụi □ Mùi □ Hóa chất
□ Khói □ Nước rỉ rác □ Khác

3. Ông/bà có thể vui lòng cho biết mức độ ô nhiễm mùi như thế nào?

□ Không có mùi hôi □ Ít mùi hôi □ Hôi
□ Rất hôi □ Cực kỳ hôi

4. Ông/bà có thể vui lòng cho biết mức độ ô nhiễm nước thải như thế nào?

□ Không có mùi hôi □ Ít mùi hôi □ Hôi
□ Rất hôi □ Cực kỳ hôi

5. Ông/bà có thể vui lòng cho biết vùng bị ô nhiễm là bao xa tính từ cơ sở xử lý CTR?

□ < 1km □ 1 – 3km □ 3 – 5km
□ 5 – 10km □ Khác

6. Theo Ông/bà, biện pháp nào cần được áp dụng để giảm thiểu ô nhiễm từ các cơ sở xử lý?

□ Thay đổi công nghệ □ Di dời hoặc đóng cửa
□ Trồng cây xanh □ Khác…….

III. Thông tin cần thu thập về quản lý CTRSH hộ gia đình

1. Thành phần rác thải sinh hoạt gia đình Anh/Chị thải ra chủ yếu là:

□ Rác hữu cơ: thực phẩm, thức ăn thừa, vỏ hoa quả.
□ Rác vô cơ: túi nilon, chai lọ nhựa, thủy tinh, sắt vụn.
□ Rác thải nguy hại: phin, bình acquy, đồ điện tử.

2. Hình thức thu gom và xử lý rác thải sinh hoạt tại gia đình ông/bà, anh/chị?

□ Tự thu gom
□ Đơn vị thu gom rác thu gom

3. Nếu có sử dụng, thì đó là dịch vụ do đơn vị nào cung cấp?

□ Công ty Môi trường Đô thị cung cấp □ Tổ/đội trong cộng đồng cung cấp
□ Doanh nghiệp/HTX cung cấp □ Khác.....
□ Không biết

4. Nếu tham gia xin Anh/Chị cho biết sẽ tham gia vào phương thức xử lý nào sau đây:

 Làm phân compost Tái chế và tái sử dụng

 Đốt Chôn lấp

5. Nhà Anh/Chị có phân loại rác tại nguồn trước khi thải bỏ không?

□ Có □ Không

6. Trung bình lượng rác sinh hoạt gia đình Anh/Chị thải ra (kg/ngày)

□ < 1kg □ 1 - 2kg

□ 2 - 3kg □ > 3kg

7. Anh/Chi cho tôi xin cân rác hàng ngày để xác định lượng rác thực tế (thời gian 7 ngày). Đơn vị tính (kg/ngày)

Ngày 1..... ..... Ngày 2..... .....

Ngày 3..... ..... Ngày 4..... .....

Ngày 5..... ..... Ngày 6..... .....

Ngày 7..... .....

IV. Đánh giá tác hại của ô nhiễm môi trường đến người dân trong khu vực xử lý CTR

1. Ông/bà vui lòng cho biết tiền sử bệnh của các thành viên trong gia đình

Bệnh liên quan đến ô nhiễm	**Số người mắc bệnh/năm**				
Ho	1 người	2 người	3 người	4 người	Khác
Viêm họng	1 người	2 người	3 người	4 người	Khác
Viêm mũi dị ứng	1 người	2 người	3 người	4 người	Khác
Hen phế quản	1 người	2 người	3 người	4 người	Khác
Bệnh ngoài da	1 người	2 người	3 người	4 người	Khác
Mắt	1 người	2 người	3 người	4 người	Khác

2. Ông/bà vui lòng cho biết gia đình có gởi đơn kiện đến cơ quan chức năng về cơ sở xử lý gây ô nhiễm môi trường?

 Có Không

3. Nếu có thì số lần khởi kiện

 1 lần 2 lần 3 lần

 4 lần Khác

PHỤ LỤC 1.3

DANH SÁCH HỘ DÂN KHẢO SÁT

tt	Họ và tên		Địa chỉ	
			Quận/huyện	Số nhà, đường
1	Nguyễn Công	Dinh	1	109/15 Trần Khắc Nhu
2	Ngô Trần	Duy	1	109/17 Trần Khắc Nhu
3	Nguyễn Văn	Hiếu	1	109/21Trần Khắc Nhu
4	Bùi Việt	Huân	1	109/30 Trần Khắc Nhu
5	Đàng Năng	Huân	1	109/4 Trần Khắc Nhu
6	Nguyễn Đức	Huy	1	109/7 Trần Khắc Nhu
7	Phạm Tuấn	Kiệt	1	109/8 Trần Khắc Nhu
8	Phạm Đình	Lệnh	1	45/27 Đinh Tiên Hoàng
9	Phan Tiến	Minh	1	45/11 Đinh Tiên Hoàng
10	Trần Hoàng	Tấn	1	45/8 Đinh Tiên Hoàng
11	Nguyễn Minh	Pháp	1	45/20 Đinh Tiên Hoàng
12	Ngô Phong	Phú	1	45/25 Đinh Tiên Hoàng
13	Nguyễn Hữu	Phước	1	457/5 Trần Hưng Đạo
14	Nguyễn Văn	Thái	1	457/7 Trần Hưng Đạo
15	Phạm Thị Mỹ	Thuận	1	457/23 Trần Hưng Đạo
16	Nguyễn Văn	Thức	1	457/25 Trần Hưng Đạo
17	Huỳnh Duy	Thương	1	457/27 Trần Hưng Đạo
18	Trần Thị	Nga	1	457/29 Trần Hưng Đạo
19	Nguyễn Vũ	Luân	3	242/101 Nguyễn Thiện Thuật
20	Nguyễn Hoàng	Ngân	3	242/98 Nguyễn Thiện Thuật
21	Trần Phước	Quân	3	242/100 Nguyễn Thiện Thuật
22	Hoàng Cao	Sang	3	242/112 Nguyễn Thiện Thuật
23	Nguyễn Bảo	Thiên	3	242/104 Nguyễn Thiện Thuật
24	Lê Văn	Em	3	242/91 Nguyễn Thiện Thuật
25	Nguyễn Ngọc	Mới	3	242/111 Nguyễn Thiện Thuật
26	Võ Đặng Hoàng	Phúc	3	164/37 Trần Quốc Thảo
27	Lâm Trường	Hồ	3	164/33 Trần Quốc Thảo
28	Nguyễn Tấn	Long	3	164/35 Trần Quốc Thảo
29	Đoàn Trung	Kiên	3	164/38 Trần Quốc Thảo
30	Trương Đức	Thịnh	3	164/39 Trần Quốc Thảo
31	Phạm Thị Hồng	Thuý	3	164/43 Trần Quốc Thảo
32	Nguyễn Tiến	Nam	3	62/1 Lý Chính Thắng
33	Thạch Trung	Kiên	3	62/4 Lý Chính Thắng
34	Nguyễn Phát	Đạt	3	62/3 Lý Chính Thắng
35	Nguyễn Phước Lam	Trường	3	62/7 Lý Chính Thắng
36	Trần Văn	Hưng	3	62/9 Lý Chính Thắng
37	Lê Tấn	Hiền	3	62/15 Lý Chính Thắng
38	Nguyễn Quốc	Đạt	3	62/19 Lý Chính Thắng
39	Nguyễn Văn	Khương	4	92B/20 Tôn Thất Thuyết
40	Bùi Văn	Đức	4	92B/22 Tôn Thất Thuyết

41	Phạm Nguyễn Minh	Tiến	4	92B/24 Tôn Thất Thuyết
42	Trần Thanh	Trí	4	92B/26 Tôn Thất Thuyết
43	Lê Hòa	Bình	4	92B/6 Tôn Thất Thuyết
44	Nguyễn Phước	Long	4	92B/10 Tôn Thất Thuyết
45	Nguyễn Ngọc	Hiếu	4	92B/12 Tôn Thất Thuyết
46	Nguyễn Duy	Anh	4	C200/20 Xóm Chiếu
47	Tạ Ngọc	Nho	4	C200/24 Xóm Chiếu
48	Trần Thanh	Tân	4	C200/23 Xóm Chiếu
49	Ngô Hoàng	Lên	4	C200/7 Xóm Chiếu
50	Lê Ngô Anh	Pha	4	C200/26 Xóm Chiếu
51	Nguyễn Phúc	Thịnh	4	C200/28 Xóm Chiếu
52	Tạ Tấn	Tài	4	C200/9 Xóm Chiếu
53	Nguyễn Trí	Thức	4	360/7 Bến Vân Đồn
54	Phạm Chí	Thanh	4	360/9 Bến Vân Đồn
55	Nguyễn Minh	Khang	5	565/9 Nguyễn Trãi
56	Nguyễn Phương	Long	5	565/11 Nguyễn Trãi
57	Bùi Thanh	Sang	5	565/13 Nguyễn Trãi
58	Trần Thái	Tài	5	565/8 Nguyễn Trãi
59	Lê Trương	Hoàng	5	565/12 Nguyễn Trãi
60	Nguyễn Hoàng Nhật	Vỹ	5	565/14 Nguyễn Trãi
61	Hà Hữu	Lộc	5	451/25 Nguyễn Trãi
62	Hồ Thành	Đạt	5	451/27 Nguyễn Trãi
63	Hà Văn	Thiết	5	451/34 Nguyễn Trãi
64	Phạm Trọng	Tín	5	451/23 Nguyễn Trãi
65	Nguyễn Văn	Vinh	5	451/2 Nguyễn Trãi
66	Huỳnh Công	Hiền	5	451/5 Nguyễn Trãi
67	Huỳnh Văn	Vinh	5	451/9 Nguyễn Trãi
68	Cao Minh	Tiến	5	809/7 Trần Hưng Đạo
69	Nguyễn Đoàn Công	Nhật	5	809/9 Trần Hưng Đạo
70	Lê Thị Ngọc	Loan	5	809/11 Trần Hưng Đạo
71	Hồ Hữu	Trường	5	809/8 Trần Hưng Đạo
72	Nguyễn Đăng	Vinh	5	809/14 Trần Hưng Đạo
73	Trần Văn	Hùng	6	231/6 Bình Tiên
74	Nguyễn Văn	Vị	6	231/23 Bình Tiên
75	Nguyễn Hữu	Danh	6	231/21 Bình Tiên
76	Trương Văn	Phúc	6	231/12 Bình Tiên
77	Nguyễn Trọng	Nhân	6	231/41 Bình Tiên
78	Quảng Trọng	Tấn	6	231/8 Bình Tiên
79	Vũ Trọng	Phụng	6	231/16 Bình Tiên
80	Nguyễn Công	Chính	6	136/7 Hậu Giang
81	Võ Văn	Đức	6	136/9 Hậu Giang
82	Lý Tuấn	Kiệt	6	136/11 Hậu Giang
83	Nguyễn Văn	Phú	6	136/6 Hậu Giang
84	Nguyễn Phúc	Trình	6	136/12 Hậu Giang
85	Trương Gia	Huy	6	136/14 Hậu Giang
86	Phạm Hữu	Đạt	6	136/16 Hậu Giang

87	Phạm Đình	Tuân	6	311/9 Minh Phụng
88	Võ Hồng	Trọng	6	311/11 Minh Phụng
89	Đinh Hoài	Văn	6	311/13 Minh Phụng
90	Trịnh Đình	Long	6	311/4 Minh Phụng
91	Liêu Quang	Đạt	6	311/6 Minh Phụng
92	Nguyễn Văn	Hùng	6	311/8 Minh Phụng
93	Hà Nhân	Hậu	6	45/21 Bình Tiên
94	Phan Anh	Tuấn	6	45/23 Bình Tiên
95	Đặng Đức	Huy	6	45/24 Bình Tiên
96	Nguyễn Tuấn	Phát	6	45/13 Bình Tiên
97	Nguyễn Thanh	Sơn	6	45/25 Bình Tiên
98	Lê Hoàng	Nam	7	1015/62/2 Huỳnh Tấn Phát
99	Trần Đức	Quyn	7	1015/62/6 Huỳnh Tấn Phát
100	Nguyễn Thành	Nhân	7	1015/62/12 Huỳnh Tấn Phát
101	Lê Minh	Khánh	7	1015/62/7 Huỳnh Tấn Phát
102	Nguyễn Tiến	Phát	7	1015/62/9 Huỳnh Tấn Phát
103	Nguyễn Minh	An	7	60/5 Lâm Văn Bền
104	Ngư Hồng	Bi	7	60/8 Lâm Văn Bền
105	Phan Lê Đăng	Khoa	7	60/6 Lâm Văn Bền
106	Đoàn Đình	Khang	7	60/11 Lâm Văn Bền
107	Lưu Hoàng Duy	Khánh	7	60/13 Lâm Văn Bền
108	Đặng Minh	Vương	7	60/15 Lâm Văn Bền
109	Trần Anh	Tuấn	7	1135/7 Huỳnh Tấn Phát
110	Bùi Tấn	Hoàng	7	1135/9 Huỳnh Tấn Phát
111	Nguyễn Quốc	Huy	7	1135/11 Huỳnh Tấn Phát
112	Nguyễn Quốc	Hùng	7	1135/6 Huỳnh Tấn Phát
113	Nguyễn Tấn	Đạt	7	1135/12 Huỳnh Tấn Phát
114	Vũ Cao	Sang	7	1135/17 Huỳnh Tấn Phát
115	Hà Thanh	Hải	7	1041/22 Trần Xuân Soạn
116	Lê Quý	Toàn	7	1041/24 Trần Xuân Soạn
117	Phạm Thành	Phong	7	1041/28 Trần Xuân Soạn
118	Nguyễn Phước	Hiền	7	1041/30 Trần Xuân Soạn
119	Đinh Hoài	Nam	7	1041/32 Trần Xuân Soạn
120	Nguyễn Thanh	Ân	7	487/35/6 Võ Thị Nhờ
121	Võ Thành	Nhân	7	487/35/9 Võ Thị Nhờ
122	Trần Minh	Trí	7	487/35/11 Võ Thị Nhờ
123	Phan Tấn	Đạt	7	487/35//13 Võ Thị Nhờ
124	Nguyễn Minh	Thiện	8	40 Lương Văn Can
125	Kiều Ngọc	An	8	42 Lương Văn Can
126	Huỳnh Tấn	Cường	8	44 Lương Văn Can
127	Trần Đức	Hương	8	46 Lương Văn Can
128	Nguyễn Thành	Lam	8	41 Lương Văn Can
129	Phan Thanh	Long	8	43 Lương Văn Can
130	Lâm Tuấn	Đạt	8	45 Lương Văn Can
131	Hồ Thanh	Phong	8	47 Lương Văn Can
132	Nguyễn Đình	Quảng	8	236/5 An Dương Vương

133	Nguyễn Văn	Thiệp	8	236/7 An Dương Vương
134	Nguyễn Bá	Thuận	8	236/8 An Dương Vương
135	Lê Doãn	Trung	8	236/12 An Dương Vương
136	Đỗ Thành	Vĩnh	8	236/14 An Dương Vương
137	Nguyễn	Cảm	8	236/16 An Dương Vương
138	Cao Việt	Dương	8	1429/3 Phạm Thế Hiển
139	Phạm Hoàng	Hạnh	8	1429/5 Phạm Thế Hiển
140	Vương Đình	Hợp	8	1429/4 Phạm Thế Hiển
141	Trần	Tây	8	1429/9 Phạm Thế Hiển
142	Nguyễn	Tài	8	1429/12 Phạm Thế Hiển
143	Nguyễn Tấn	Thắng	8	210/45 Trương Đình Hội
144	Nguyễn Minh	Pha	8	210/47 Trương Đình Hội
145	Trần Thanh	Hải	10	435/5 Nguyễn Tri Phương
146	Đinh Quốc	Bảo	10	435/7 Nguyễn Tri Phương
147	Ngô Đức	Bình	10	435/9 Nguyễn Tri Phương
148	Đặng Văn	Dũng	10	435/15 Nguyễn Tri Phương
149	Trần Quang	Lưu	10	435/17 Nguyễn Tri Phương
150	Mai Trọng	Nhất	10	499/6 Bà Hạt
151	Trần Ngọc	Anh	10	499/8 Bà Hạt
152	Phan Trần Tuấn	Anh	10	499/10 Bà Hạt
153	Dương Văn	Cang	10	499/12 Bà Hạt
154	Lê Cao	Cường	10	499/14 Bà Hạt
155	Trần Đức	Cường	10	499/20/12 CMT8
156	Nguyễn Trọng	Hiền	10	499/20/14 CMT8
157	Vũ Văn	Hiền	10	499/20/13 CMT8
158	Nguyễn Cảnh	Hiếu	10	499/20/15 CMT8
159	Nguyễn Anh	Hùng	10	7/65 Thành Thái
160	Bùi Văn	Khởi	10	7/67 Thành Thái
161	Vũ Trọng	Nghĩa	10	7/70 Thành Thái
162	Nguyễn Quốc	Nhất	10	7/73 Thành Thái
163	Nguyễn Trọng	Sơn	10	7/75 Thành Thái
164	Nguyễn Thanh	Tịnh	11	39/4 Phú Thọ
165	Vũ Văn	Vương	11	39/6 Phú Thọ
166	Nguyễn Văn	Dự	11	39/8 Phú Thọ
167	Nguyễn Hữu	Huấn	11	39/7 Phú Thọ
168	Trương Thanh	Lê	11	39/11 Phú Thọ
169	Võ Bá	Nguyên	11	125/9 Hàn Hải Nguyên
170	Nguyễn Thanh	Phong	11	125/11 Hàn Hải Nguyên
171	Hồ Ngọc	Phong	11	125/14 Hàn Hải Nguyên
172	Huỳnh Chí	Phú	11	125/16 Hàn Hải Nguyên
173	Võ Minh	Phủ	11	125/19 Hàn Hải Nguyên
174	Võ Đình	Quý	11	125/21 Hàn Hải Nguyên
175	Hoàng Minh	Tâm	11	125/22 Hàn Hải Nguyên
176	Trần Quốc	Tuấn	11	86/15 Ông Ích Khiêm
177	Nguyễn Văn	Cường	11	86/17 Ông Ích Khiêm
178	Vũ Xuân	Giao	11	86/19 Ông Ích Khiêm

179	Nguyễn Quang	Hải	11	86/23 Ông Ích Khiêm
180	Lê Hoài	Nhơn	11	86/25 Ông Ích Khiêm
181	Ngư Vạn	Đức	12	75/7 Đông Hưng Thuận 6
182	Nguyễn Trọng	Sang	12	75/9 Đông Hưng Thuận 6
183	Phạm Quốc	Sở	12	75/11 Đông Hưng Thuận 6
184	Trình Văn	Thi	12	75/12Đông Hưng Thuận 6
185	Nguyễn Xuân	Trứ	12	75/17 Đông Hưng Thuận 6
186	Nguyễn Lê Anh	Tuấn	12	75/19 Đông Hưng Thuận 6
187	Vũ Văn	Tiến	12	26/17 Thạnh Lộc 26
188	Giang Mạnh	Cường	12	26/19 Thạnh Lộc 26
189	Nguyễn Lê	Cường	12	26/21 Thạnh Lộc 26
190	Võ Nhân	Dũng	12	26/25 Thạnh Lộc 26
191	Nguyễn Siêu	Ghin	12	26/22 Thạnh Lộc 26
192	Ngô Như	Giáp	12	26/14 Thạnh Lộc 26
193	Trần	Giữ	12	338/2 Lê Văn Khương
194	Nguyễn Thanh	Hải	12	338/4 Lê Văn Khương
195	Trần Minh	Hoàng	12	338/6 Lê Văn Khương
196	Vương Đức	Hoàng	12	338/8 Lê Văn Khương
197	Phan Bùi	Liên	12	338/10 Lê Văn Khương
198	Lê Tôn Thất	Lĩnh	12	338/12 Lê Văn Khương
199	Hồ Văn	Nghĩa	Bình Thạnh	60/2 Vạn Kiếp
200	Nguyễn	Đoái	Bình Thạnh	60/4 Vạn Kiếp
201	Nguyễn Đức	Phi	Bình Thạnh	60/5 Vạn Kiếp
202	Hoàng Sĩ	Phong	Bình Thạnh	60/9 Vạn Kiếp
203	Trần Thanh	Phương	Bình Thạnh	60/12 Vạn Kiếp
204	Đặng Giang	Tân	Bình Thạnh	60/15 Vạn Kiếp
205	Lê Văn	Thanh	Bình Thạnh	27/5 Điện Biên Phủ
206	Cáp Thành	Trung	Bình Thạnh	27/9 Điện Biên Phủ
207	Nguyễn Hữu	Tuấn	Bình Thạnh	27/11 Điện Biên Phủ
208	Trần Thanh	Cường	Bình Thạnh	27/15 Điện Biên Phủ
209	Đào Văn	Danh	Bình Thạnh	27/8 Điện Biên Phủ
210	Nguyễn Phạm Minh	Giảng	Bình Thạnh	27/16 Điện Biên Phủ
211	Nguyễn Xuân	Hiếu	Bình Thạnh	27/18 Điện Biên Phủ
212	Mai Thanh	Khiêm	Bình Thạnh	29/23 Nguyễn Gia Trí
213	Trần Đình	Luân	Bình Thạnh	29/25 Nguyễn Gia Trí
214	Bùi Ngọc	Đạt	Bình Thạnh	29/27 Nguyễn Gia Trí
215	Vũ Hoài	Nam	Bình Tân	173/12 An Dương Vương
216	Nguyễn Công	Nguyên	Bình Tân	173/14 An Dương Vương
217	Lê Văn	Phong	Bình Tân	173/15 An Dương Vương
218	Trần Văn	Quân	Bình Tân	173/19 An Dương Vương
219	Hoàng Xuân	Quang	Bình Tân	173/22 An Dương Vương
220	Lê Văn	Quang	Bình Tân	230/55/4 Mã Lò
221	Đậu Đức	Quang	Bình Tân	230/55/6 Mã Lò
222	Huỳnh Tấn	Quyền	Bình Tân	230/55/8 Mã Lò
223	Tạ Thế	Quyên	Bình Tân	230/55/5 Mã Lò
224	Hạp Tiến	Sĩ	Bình Tân	230/55/7 Mã Lò

225	Trần Đức	Sơn	Bình Tân	230/55/9 Mã Lò
226	Đinh Hồng	Sơn	Bình Tân	230/55/11 Mã Lò
227	Lê Hữu	Tài	Bình Tân	151/34/4 *Liên Khu 4-5*
228	Lý Hiếu	Thanh	Bình Tân	151/34/6 *Liên Khu 4-5*
229	Nguyễn Tường	Thọ	Bình Tân	151/34/5 *Liên Khu 4-5*
230	Tạ Anh	Tuấn	Bình Tân	151/34/7 *Liên Khu 4-5*
231	Nguyễn Văn	Tuệ	Bình Tân	151/34/11 *Liên Khu 4-5*
232	Phan Đình	Cẩn	Bình Tân	246/9 Liên Khu 4 5
233	Nguyễn Văn	Chức	Bình Tân	246/11 Liên Khu 4 5
234	Trần Văn	Chung	Bình Tân	246/13 Liên Khu 4 5
235	Trần Hồng	Hoàng	Bình Tân	246/15 Liên Khu 4 5
236	Vũ Xuân	Lâm	Bình Tân	246/19 Liên Khu 4 5
237	Từ Minh	Lâm	Tân Phú	20/2 Hồ Đắc Di
238	Nguyễn Hoàng	Nam	Tân Phú	20/4 Hồ Đắc Di
239	Nguyễn Duy	Nam	Tân Phú	20/6 Hồ Đắc Di
240	Dương Thị Thu	Nga	Tân Phú	20/8 Hồ Đắc Di
241	Đặng Hữu	Phước	Tân Phú	20/5 Hồ Đắc Di
242	Nguyễn Xuân	Thắng	Tân Phú	20/9 Hồ Đắc Di
243	Ngô Anh	Thế	Tân Phú	285/9 Âu Cơ
244	Nguyễn Thanh	Thiện	Tân Phú	285/11 Âu Cơ
245	Trần Anh	Tiến	Tân Phú	285/13 Âu Cơ
246	Võ Văn	Tiến	Tân Phú	285/32 Âu Cơ
247	Nguyễn Vy	Tùng	Tân Phú	285/26 Âu Cơ
248	Vũ Văn	Tuyển	Tân Phú	111/9 Vườn Lài
249	Trần Đình	Việt	Tân Phú	111/14 Vườn Lài
250	Nguyễn Tiến	Vịnh	Tân Phú	111/16 Vườn Lài
251	Võ Vương	Vũ	Tân Phú	111/18 Vườn Lài
252	Trần Lê Hùng	Bá	Tân Phú	111/13 Vườn Lài
253	Võ Như Thái	Bình	Tân Phú	111/17 Vườn Lài
254	Lê Văn	Hên	Tân Phú	111/22 Vườn Lài
255	Hồ Minh	Luân	Tân Phú	185 Kênh Tân Hóa
256	Lê Quang	Đạo	Tân Phú	187 Kênh Tân Hóa
257	Nguyễn Tấn	Đạt	Tân Phú	188 Kênh Tân Hóa
258	Mai Phương	Thảo	Tân Phú	190 Kênh Tân Hóa
259	Trần Quốc	Thiết	Tân Phú	192 Kênh Tân Hóa
260	Phan Lâm	Tiến	Tân Phú	194 Kênh Tân Hóa
261	Hoàng Thanh	Tùng	Tân Phú	196 Kênh Tân Hóa
262	Nguyễn Duy	Vũ	Tân Bình	68/4 Bùi Thị Xuân
263	Nguyễn Văn	Chương	Tân Bình	68/6 Bùi Thị Xuân
264	Lê Quốc	Dũng	Tân Bình	68/8 Bùi Thị Xuân
265	Lý Tiến	Đạt	Tân Bình	68/9 Bùi Thị Xuân
266	Nguyễn Quốc	Hoàng	Tân Bình	68/11 Bùi Thị Xuân
267	Lê Văn	Huy	Tân Bình	68/15 Bùi Thị Xuân
268	Bùi Trọng	Hữu	Tân Bình	68/20 Bùi Thị Xuân
269	Nguyễn Huỳnh	Long	Tân Bình	68/23 Bùi Thị Xuân
270	Ngô Đức	Tuấn	Tân Bình	18/2 Nguyễn Đức Thuận

271	Nguyễn Thanh	Tuấn	Tân Bình	18/4 Nguyễn Đức Thuận
272	Nguyễn Nhân	Chiến	Tân Bình	18/6 Nguyễn Đức Thuận
273	Dương Chí	Chơn	Tân Bình	18/3 Nguyễn Đức Thuận
274	Trà Thái	Duy	Tân Bình	18/5 Nguyễn Đức Thuận
275	Phạm Thanh	Hậu	Tân Bình	18/7 Nguyễn Đức Thuận
276	Nguyễn Quang	Hiển	Tân Bình	52/5 Nguyễn Sỹ Sách
277	Cao Văn	Hoan	Tân Bình	52/7 Nguyễn Sỹ Sách
278	Lê Ngọc	Kha	Tân Bình	52/19 Nguyễn Sỹ Sách
279	Bùi Bách	Khoa	Tân Bình	52/23 Nguyễn Sỹ Sách
280	Nguyễn Hoàng	Lai	Tân Bình	52/25 Nguyễn Sỹ Sách
281	Lê Thành	Lộc	Tân Bình	52/27 Nguyễn Sỹ Sách
282	Nguyễn Văn	Phú	Tân Bình	70/6 Cách Mạng Tháng 8
283	Hồ Thiện	Tâm	Tân Bình	70/8 Cách Mạng Tháng 8
284	Nguyễn Thành	Tín	Tân Bình	70/10 Cách Mạng Tháng 8
285	Huỳnh Đức	Thành	Tân Bình	108/23 Cách Mạng Tháng 8
286	Nguyễn Đình	Trọng	Tân Bình	108/25 Cách Mạng Tháng 8
287	Lê Hoàng	Vũ	Tân Bình	108/27 Cách Mạng Tháng 8
288	Hồ Thanh	Xuân	Tân Bình	108/29 Cách Mạng Tháng 8
289	Nguyễn Quốc	Cường	Phú Nhuận	778/7 Nguyễn Kiệm
290	Nguyễn Thành	Duy	Phú Nhuận	778/9 Nguyễn Kiệm
291	Phan Dương	Hậu	Phú Nhuận	778/11 Nguyễn Kiệm
292	Nguyễn Trang Minh	Hoàng	Phú Nhuận	778/24 Nguyễn Kiệm
293	Hà Thanh	Hộp	Phú Nhuận	778/26 Nguyễn Kiệm
294	Lê Thanh	Huy	Phú Nhuận	778/28 Nguyễn Kiệm
295	Phan Tấn	Huy	Phú Nhuận	117C Nguyễn Đình Chính
296	Võ Thanh	Huy	Phú Nhuận	119 Nguyễn Đình Chính
297	Nguyễn Hữu	Lợi	Phú Nhuận	121 Nguyễn Đình Chính
298	Võ Thái	Nguyên	Phú Nhuận	69/7 Nguyễn Đình Chính
299	Phan Thanh	Phong	Phú Nhuận	69/8 Nguyễn Đình Chính
300	Thái Ngọc	Quý	Phú Nhuận	69/9 Nguyễn Đình Chính
301	Nguyễn Văn	Thắng	Phú Nhuận	69/12 Nguyễn Đình Chính
302	Nguyễn Mậu	Trực	Phú Nhuận	69/17 Nguyễn Đình Chính
303	Lê Quốc	Chinh	Phú Nhuận	207/32 Nguyễn Văn Đậu
304	Nguyễn Văn	Dung	Phú Nhuận	207/34 Nguyễn Văn Đậu
305	Lê Anh	Dũng	Phú Nhuận	207/38 Nguyễn Văn Đậu
306	Trần Đắc	Đạt	Phú Nhuận	207/41 Nguyễn Văn Đậu
307	Trương Văn	Hiển	Phú Nhuận	207/43 Nguyễn Văn Đậu
308	Lê Võ Duy	Hoàng	Phú Nhuận	19/11 Lam Sơn
309	Hàn Đăng	Huân	Phú Nhuận	19/13 Lam Sơn
310	Nguyễn Hoàng	Khánh	Phú Nhuận	19/15 Lam Sơn
311	Nguyễn Phúc	Minh	Gò Vấp	579/12 Phạm Văn Chiêu
312	Võ Trọng	Nghĩa	Gò Vấp	579/14 Phạm Văn Chiêu
313	Huỳnh Phúc	Nhân	Gò Vấp	579/16 Phạm Văn Chiêu
314	Ngô Toàn	Phát	Gò Vấp	579/18 Phạm Văn Chiêu
315	Thập Thanh	Thoáng	Gò Vấp	579/11 Phạm Văn Chiêu
316	Nguyễn Văn	Thương	Gò Vấp	579/13 Phạm Văn Chiêu

317	Đỗ Cao	Duy	Gò Vấp	579/17 Phạm Văn Chiêu
318	Nguyễn Bá	Dương	Gò Vấp	246 Nguyễn Văn Lượng
319	Hồ Minh	Khoa	Gò Vấp	248 Nguyễn Văn Lượng
320	Phan Văn	Lâm	Gò Vấp	250 Nguyễn Văn Lượng
321	Võ Huyền	Linh	Gò Vấp	252 Nguyễn Văn Lượng
322	Trương Ngọc Thanh	Sang	Gò Vấp	254 Nguyễn Văn Lượng
323	Trần Tạ Thanh	Tú	Gò Vấp	606 Phan Văn Trị
324	Nguyễn Hoàng	Thắng	Gò Vấp	610 Phan Văn Trị
325	Nguyễn Ngọc Hoài	Thương	Gò Vấp	612 Phan Văn Trị
326	Lê Anh	Trang	Gò Vấp	614 Phan Văn Trị
327	Võ Trần Phúc	Trân	Gò Vấp	153/6 Lê Văn Thọ
328	Huỳnh Minh	Triều	Gò Vấp	153/8 Lê Văn Thọ
329	Nguyễn Xuân	Trung	Gò Vấp	153/10 Lê Văn Thọ
330	Nguyễn Tấn	Vĩnh	Gò Vấp	32/2 Lê Thị Hồng
331	Bùi Âu Thanh	Vũ	Gò Vấp	32/8 Lê Thị Hồng
332	Nguyễn Chính	Yên	TP.Thủ Đức	34 Thống Nhất
333	Đào Ngọc	Zét	TP.Thủ Đức	36 Thống Nhất
334	Nguyễn Xuân	Bách	TP.Thủ Đức	38 Thống Nhất
335	Lê Huỳnh Thành	Đạt	TP.Thủ Đức	40 Thống Nhất
336	Trần Thái	Lảm	TP.Thủ Đức	48 Thống Nhất
337	Nguyễn Hoàng	Long	TP.Thủ Đức	52 Thống Nhất
338	Huỳnh Nhật	Nam	TP.Thủ Đức	139/27 Đặng Văn Bi
339	Giang Đình	Nhân	TP.Thủ Đức	139/29 Đặng Văn Bi
340	Dương Quốc	Pháp	TP.Thủ Đức	139/31 Đặng Văn Bi
341	Lê Hải	Phong	TP.Thủ Đức	139/33 Đặng Văn Bi
342	Lê Dương Hoàng	Tuấn	TP.Thủ Đức	139/35 Đặng Văn Bi
343	Lê Nguyễn Anh	Tuấn	TP.Thủ Đức	139/37 Đặng Văn Bi
344	Phan Hoài	Thương	TP.Thủ Đức	781 Kha Vạn Cân
345	Nguyễn Triều	Vỹ	TP.Thủ Đức	783 Kha Vạn Cân
346	Nguyễn Đình	Giang	TP.Thủ Đức	785 Kha Vạn Cân
347	Ngô Đức	Mạnh	TP.Thủ Đức	787 Kha Vạn Cân
348	Đỗ Thiện	Phước	TP.Thủ Đức	33/5 Đặng Văn Bi
349	Đặng Thành	Đạt	TP.Thủ Đức	33/23 Đặng Văn Bi
350	Nguyễn Huỳnh	Đức	TP.Thủ Đức	33/25 Đặng Văn Bi
351	Đỗ Quốc	Thới	TP.Thủ Đức	33/27 Đặng Văn Bi
352	Huỳnh Quốc	Thuận	TP.Thủ Đức	33/29 Đặng Văn Bi
353	Cao Văn	Thùy	TP.Thủ Đức	379/4 Thống Nhất
354	Đào Phan Công	Trí	TP.Thủ Đức	379/8 Thống Nhất
355	Trà Thái	An	TP.Thủ Đức	379/10 Thống Nhất
356	Nguyễn Tấn	Đạt	TP.Thủ Đức	379/12 Thống Nhất
357	Nguyễn Tuấn	Phát	Nhà Bè	843 Lê Văn Lương
358	Lê Hoàng	Nam	Nhà Bè	845 Lê Văn Lương
359	Nguyễn Thanh	Sơn	Nhà Bè	847 Lê Văn Lương
360	Võ Nhựt	Toán	Nhà Bè	849 Lê Văn Lương
361	Lê Thị Thanh	Hương	Nhà Bè	18/3 Lê Văn Lương
362	Nguyễn Xuân	Khang	Nhà Bè	18/5 Lê Văn Lương

363	Nguyễn Quốc	Hải	Nhà Bè	18/9 Lê Văn Lương
364	Trần Việt	Anh	Nhà Bè	18/13 Lê Văn Lương
365	Trần Văn Duy	Sơn	Nhà Bè	6/18 Nguyễn Hữu Thọ
366	Trương Gia	Huy	Nhà Bè	6/20 Nguyễn Hữu Thọ
367	Trương Hoài	Văn	Nhà Bè	6/22 Nguyễn Hữu Thọ
368	Trần Đức	Anh	Nhà Bè	2/2B Nguyễn Bình
369	Nguyễn Lê	Hưng	Nhà Bè	2/6 Nguyễn Bình
370	Bùi Thiên	Hào	Nhà Bè	2/8 Nguyễn Bình
371	Trần Quốc	Bửu	Củ Chi	261 Quốc lộ 22
372	Hồ Văn	Vĩ	Củ Chi	263 Quốc lộ 22
373	Nguyễn Đăng	Khoa	Củ Chi	265 Quốc lộ 22
374	Nguyễn Minh	Trí	Củ Chi	60 Nguyễn Văn Khạ
375	Trần Minh	Sang	Củ Chi	62 Nguyễn Văn Khạ
376	Đào Gia	Bảo	Củ Chi	68 Nguyễn Văn Khạ
377	Nguyễn Văn	Chất	Củ Chi	72 Nguyễn Văn Khạ
378	Nguyễn Văn	Đệ	Củ Chi	74 Nguyễn Văn Khạ
379	Nguyễn Văn	Dĩnh	Củ Chi	76 Nguyễn Văn Khạ
380	Lương Văn	Được	Hóc Môn	34/10 Lê Thị Hà
381	Ngô Văn	Hai	Hóc Môn	34/16 Lê Thị Hà
382	Lê Thanh	Hải	Hóc Môn	34/18 Lê Thị Hà
383	Vũ Minh	Hùng	Hóc Môn	34/20 Lê Thị Hà
384	Lê Bảo	Huy	Hóc Môn	32/5 Ấp Trung đông
385	Nguyễn Anh	Khang	Hóc Môn	32/12 Ấp Trung đông
386	Nguyễn Tuấn	Khanh	Hóc Môn	32/4 Ấp Trung đông
387	Nguyễn Anh	Kiệt	Hóc Môn	32/15 Ấp Trung đông
388	Nguyễn Đức	Mạnh	Hóc Môn	32/17 Ấp Trung đông
389	Nguyễn Văn	Nam	Cần Giờ	23/1 Giồng Ao
390	Trần Đức	Nhật	Cần Giờ	23/13 Giồng Ao
391	Võ Hữu	Phước	Cần Giờ	23/17 Giồng Ao
392	Bùi Hữu	Quyền	Cần Giờ	23/20 Giồng Ao
393	Trần Minh	Thành	Cần Giờ	23/21 Giồng Ao
394	Đoàn Công	Tuấn	Cần Giờ	23/26 Giồng Ao
395	Đinh Quốc	Tuấn	Cần Giờ	161 Long Thạnh
396	Trương Nguyễn Đức	Vinh	Cần Giờ	163 Long Thạnh
397	Phạm Văn	Vũ	Cần Giờ	165 Long Thạnh
398	Nguyễn Tiến	Dũng	Cần Giờ	919 Duyên Hải
399	Nguyễn Văn	Hiếu	Cần Giờ	925 Duyên Hải
400	Nguyễn Trung	Hiếu	Cần Giờ	927 Duyên Hải
401	Ngô Thành	Nhân	Cần Giờ	929 Duyên Hải
402	Nguyễn Minh	Trai	Bình Chánh	13A Tân Long
403	Nguyễn Hữu	Cảnh	Bình Chánh	13B Tân Long
404	Đỗ Nguyên	Hào	Bình Chánh	13C Tân Long
405	Lê Công	Thành	Bình Chánh	13D Tân Long
406	Viên Nhựt	Bình	Bình Chánh	9 Bà Điểm
407	Trương Tấn	Đạt	Bình Chánh	11 Bà Điểm
408	Bùi Thái	Sơn	Bình Chánh	13 Bà Điểm

409	Phạm Gia	Bảo	Bình Chánh	15 Bà Điểm
410	Lê Huy	Hậu	Bình Chánh	17 Bà Điểm
411	Lê Trọng	Phúc	Bình Chánh	B23/474 Trần Đại Nghĩa
412	Nguyễn Minh	Nhật	Bình Chánh	B23/476 Trần Đại Nghĩa
413	Võ Minh	Nhựt	Bình Chánh	B23/478 Trần Đại Nghĩa
414	Nguyễn Ngọc	Sơn	Bình Chánh	B23/479 Trần Đại Nghĩa
415	Vũ Tuấn	Anh	Bình Chánh	B23/481 Trần Đại Nghĩa
416	Trương Thanh	Tâm	Bình Chánh	23 Tân Long
417	Nguyễn Tuấn	Duy	Bình Chánh	25 Tân Long
418	Trần Thanh	Duy	Bình Chánh	27 Tân Long
419	Nguyễn Hữu Bình	Lợi	Bình Chánh	29 Tân Long
420	Vũ Thụy Tuyết	Hằng	Bình Chánh	31 Tân Long

PHỤ LỤC 1.4

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TPHCM
--ଓ৩---

PHIẾU KHẢO SÁT CHUYÊN GIA (ĐỢT 1) XÁC ĐỊNH TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP SỰ HOẠT ĐỘNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

*Kính chào quý chuyên gia, tôi là Lê Phượng Giang – Học viên Nghiên cứu sinh khóa 1, chuyên ngành Quản lý Tài nguyên và Môi trường, trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh. Hiện tại tôi đang thực hiện Luận án Tiến sĩ với đề tài "**Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh**" với sự hướng dẫn của PGS.TS Đinh Xuân Thắng và PGS.TS Lê Hùng Anh.*

Tôi xin cam kết chỉ sử dụng thông tin tham vấn cho mục đích nghiên cứu. Kính mong sự hỗ trợ của quý chuyên gia.

I. THÔNG TIN CHUNG:

Tên người được phỏng vấn:

Học hàm, học vị:

Cơ quan:

Chức vụ:

Điện thoại:

Email:

II. PHẦN GIỚI THIỆU CHUNG

Trong đề tài này, việc lựa chọn giải pháp xử lý chất thải rắn phù hợp và bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh được đánh giá dựa trên các yếu tố môi trường, xã hội và kinh tế. Để đánh giá tốt hơn, các yếu tố này tiếp tục được phân tách thành các tiêu chí thành phần.

III. CÁC TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ

Các tiêu chí phục vụ đánh giá môi trường, xã hội, kinh tế được đề xuất như trong bảng 1.

3.1. Các tiêu chí đánh giá chỉ số kinh tế

Bảng 1: Bảng các tiêu chí đánh giá chỉ số kinh tế

Nhóm tiêu chí	Tiêu chí thành phần	Mã số	Ý kiến chuyên gia			
			Giữ nguyên	Bỏ	Thay bằng tiêu chí khác (ghi rõ)	Ghi chú lý do đề nghị bỏ hoặc thay thế hoặc bổ sung
Chi phí cố định	Chí phí đầu tư				....	....
	Chi phí cho xử lý				....	....
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			
			....			
Chi phí vận hành và bảo trì	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị và chi phí nguyên vật liệu				....	....
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			
Doanh thu/lợi ích	Bán điện				....	....
	Bán phân				....	....
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			
			....			

3.2. Các tiêu chí đánh giá chỉ số xã hội

Bảng 2: Bảng các tiêu chí đánh giá chỉ số xã hội

Nhóm tiêu chí	Tiêu chí thành phần	Mã số	Ý kiến chuyên gia			
			Giữ nguyên	Bỏ	Thay bằng tiêu chí khác (ghi rõ)	Ghi chú lý do đề nghị bỏ hoặc thay thế hoặc bổ sung
Tạo việc làm	Số lượng nhân công				....	....
	Mức thu nhập				....	....
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			
Sự chấp nhận của công chúng	Số vụ kiện cáo trong năm					
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			
Chính sách	Hỗ trợ xử lý rác					
	Hỗ trợ bán điện, phân					
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			

Nhóm tiêu chí	Tiêu chí thành phần	Mã số	Ý kiến chuyên gia			
			Giữ nguyên	Bỏ	Thay bằng tiêu chí khác (ghi rõ)	Ghi chú lý do đề nghị bỏ hoặc thay thế hoặc bổ sung
Sức khỏe cộng đồng	Số lượng người bị ảnh hưởng					
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			

3.3. Các tiêu chí đánh giá chỉ số môi trường

Bảng 3: Bảng các tiêu chí đánh giá chỉ số môi trường

Nhóm tiêu chí	Tiêu chí thành phần	Mã số	Ý kiến chuyên gia			
			Giữ nguyên	Bỏ	Thay bằng tiêu chí khác (ghi rõ)	Ghi chú lý do đề nghị bỏ hoặc thay thế hoặc bổ sung
Ô nhiễm không khí	Nồng độ khí H_2S				....	....
	Mức cường độ mùi				....	....
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			
Phát thải khí nhà kính	Lượng khí CO_2 phát thải vào khí quyển				....	....
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					

Nhóm tiêu chí	Tiêu chí thành phần	Mã số	Ý kiến chuyên gia			
			Giữ nguyên	Bỏ	Thay bằng tiêu chí khác (ghi rõ)	Ghi chú lý do đề nghị bỏ hoặc thay thế hoặc bổ sung
			....			
Sử dụng đất đai	Diện tích sử dụng đất cho xử lý					....
	Đề nghị bổ sung thêm tiêu chí					
			....			

Chân thành cám ơn sự hợp tác của Chuyên gia.

TpHCM, ngày.....tháng.....năm

Chuyên gia

PHỤ LỤC 1.5

PHIẾU KHẢO SÁT CHUYÊN GIA (ĐỢT 2)

Xác định trọng số các tiêu chí đánh giá tổng hợp sự hoạt động hệ thống quản lý chất thải rắn sinh hoạt Thành phố Hồ Chí Minh

I. THÔNG TIN CHUNG

Tên người được phỏng vấn:
Học hàm, học vị:
Cơ quan:
Chức vụ:
Chuyên môn:
Điện thoại:

II. PHẦN GIỚI THIỆU CHUNG

Thang điểm so sánh mức độ ưu tiên của các tiêu chí

Điểm	**Mức độ**	**Giải thích**
1	Quan trọng như nhau	2 thành phần có tính chất bằng nhau
3	Quan trọng vừa phải	Kinh nghiệm và nhận định hơi nghiêng về một thành phần hơn thành phần kia
5	Hơi quan trọng	Kinh nghiệm và nhận định nghiêng mạnh về cái này hơn cái kia
7	Rất quan trọng	Một thành phần được ưu tiên rất nhiều hơn cái kia và được biểu lộ trong thực hành
9	Vô cùng quan trọng	Sự quan trọng hơn hẳn mức có thể
2,4,6,8	Mức trung gian giữa các mức nêu trên	Cần sự thỏa hiệp giữa hai mức độ nhận định

Ví dụ:
Nếu tiêu chí A ***vô cùng quan trọng*** so với tiêu chí B → A ở mức 9, B tương ứng là 1/9.
Tương tự, A ***hơi quan trọng hơn*** C →A ở mức 5 và C ở mức 1/5.
B kém quan trọng hơn C (so sánh ở mức độ: ***"Rất quan trọng"***) → B ở mức 1/7, C ở mức 7. *Quy ước: So sánh từ trái qua phải, tức a-2, a-3..., b-1, b-3..., c-1, c-2...*

		1	2	3
	Tiêu chí	**A**	**B**	**C**
a	**A**		*9*	*5*
b	**B**	*1/9*		*1/7*
c	**C**	*1/5*	*7*	

III. CÁC TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ

3.1 Ma trận so sánh giữa các nhóm tiêu chí môi trường, xã hội, kinh tế

Bảng 1. So sánh mức độ quan trọng của yếu tố i với yếu tố j

j / i	Môi trường	Xã hội	Kinh tế
Môi trường	1		
Xã hội		1	
Kinh tế			1

3.2 Đánh giá tác động để lựa chọn "Một phương án xử lý chất thải rắn phù hợp và bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh"

1. Các tác động môi trường

Vui lòng sử dụng các tiêu chí môi trường được liệt kê dưới đây để đánh giá tầm quan trọng (ảnh hưởng) của chúng khi lựa chọn phương án xử lý chất thải rắn tốt nhất cho Thành phố Hồ Chí Minh.

Bảng 2. So sánh mức độ quan trọng giữa các yếu tố Môi trường

j / i	Ô nhiễm không khí	Ô nhiễm nguồn nước	Phát thải khí nhà kính	Sử dụng đất đai
Ô nhiễm không khí	1			
Ô nhiễm nguồn nước		1		
Phát thải khí nhà kính			1	
Sử dụng đất đai				1

2. Các tác động xã hội

Vui lòng sử dụng các tiêu chí xã hội được liệt kê dưới đây để đánh giá tầm quan trọng (ảnh hưởng) của chúng khi lựa chọn phương án xử lý chất thải rắn tốt nhất cho Thành phố Hồ Chí Minh.

Bảng 3. So sánh mức độ quan trọng giữa các yếu tố Xã hội

j / i	Tạo việc làm	Sự chấp nhận của công chúng	Chính sách	Sức khỏe cộng đồng
Tạo việc làm	1			
Sự chấp nhận của công chúng		1		
Chính sách			1	
Sức khỏe cộng đồng				1

3. Các tác động kinh tế

Vui lòng sử dụng các tiêu chí kinh tế được liệt kê dưới đây để đánh giá tầm quan trọng (ảnh hưởng) của chúng khi lựa chọn phương án xử lý chất thải rắn tốt nhất cho Thành phố Hồ Chí Minh.

Bảng 4. So sánh mức độ quan trọng giữa các yếu tố Kinh tế

j / i	Chi phí đầu tư	Chí phí bảo trì và vận hành	Chi phí xử lý	Doanh thu
Chi phí đầu tư	1			
Chí phí bảo trì và vận hành		1		
Chi phí xử lý			1	
Doanh thu				1

3.3 Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các tiêu chí đối với các công nghệ

1. Tác động môi trường

(i) Vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của các tác động môi trường đến việc lựa chọn công nghệ chôn lấp

Bảng 5. So sánh công nghệ chôn lấp với các tác động môi trường

Chôn lấp	**Ô nhiễm không khí**	**Ô nhiễm nguồn nước**	**Phát thải khí nhà kính**	**Sử dụng đất đai**
Ô nhiễm không khí	1			
Ô nhiễm nguồn nước		1		
Phát thải khí nhà kính			1	
Sử dụng đất đai				1

(ii) Theo cách tương tự, vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc lựa chọn công nghệ làm phân compost đối với môi trường

Bảng 6. So sánh làm phân compost với các tác động môi trường

Làm phân compost	**Ô nhiễm không khí**	**Ô nhiễm nguồn nước**	**Phát thải khí nhà kính**	**Sử dụng đất đai**
Ô nhiễm không khí	1			
Ô nhiễm nguồn nước		1		
Phát thải khí nhà kính			1	
Sử dụng đất đai				1

(iii) Theo cách tương tự, vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc lựa chọn công nghệ đốt rác phát điện đối với môi trường

Bảng 7. So sánh đốt rác phát điện với các tác động môi trường

Đốt rác phát điện	**Ô nhiễm không khí**	**Ô nhiễm nguồn nước**	**Phát thải khí nhà kính**	**Sử dụng đất đai**
Ô nhiễm không khí	1			
Ô nhiễm nguồn nước		1		
Phát thải khí nhà kính			1	
Sử dụng đất đai				1

2. Tác động xã hội

(i) Vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của các tác động xã hội đến việc lựa chọn phương án xử lý rác thải theo công nghệ chôn lấp

Bảng 8. So sánh công nghệ chôn lấp với các tác động xã hội

Chôn lấp	**Tạo việc làm**	**Sự chấp nhận của công chúng**	**Chính sách**	**Sức khỏe cộng đồng**
Tạo việc làm	1			
Sự chấp nhận của công chúng		1		
Chính sách			1	

Sức khỏe cộng đồng				1

(ii) Theo cách tương tự, vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc lựa chọn công nghệ làm phân compost đối với xã hội

Bảng 9. So sánh làm phân compost với các tác động xã hội

Làm phân compost	**Tạo việc làm**	**Sự chấp nhận của công chúng**	**Chính sách**	**Sức khỏe cộng đồng**
Tạo việc làm	1			
Sự chấp nhận của công chúng		1		
Chính sách			1	
Sức khỏe cộng đồng				1

(iii) Theo cách tương tự, vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc lựa chọn công nghệ đốt rác phát điện đối với xã hội

Bảng 10. So sánh đốt rác phát điện với các tác động xã hội

Đốt rác phát điện	**Tạo việc làm**	**Sự chấp nhận của công chúng**	**Chính sách**	**Sức khỏe cộng đồng**
Tạo việc làm	1			
Sự chấp nhận của công chúng		1		
Chính sách			1	
Sức khỏe cộng đồng				1

3. Tác động kinh tế

(i) Vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của các tác động xã hội đến việc lựa chọn phương án xử lý rác thải theo công nghệ chôn lấp

Bảng 11. So sánh công nghệ chôn lấp với các tác động kinh tế

Chôn lấp	**Chi phí đầu tư**	**Chí phí bảo trì và vận hành**	**Chi phí xử lý**	**Doanh thu**
Chi phí đầu tư	1			
Chí phí bảo trì và vận hành		1		
Chi phí xử lý			1	
Doanh thu				1

(ii) Theo cách tương tự, vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc lựa chọn công nghệ làm phân compost đối với kinh tế

Bảng 12. So sánh làm phân compost với các tác động kinh tế

Làm phân compost	**Chi phí đầu tư**	**Chí phí bảo trì và vận hành**	**Chi phí xử lý**	**Doanh thu**
Chi phí đầu tư	1			
Chí phí bảo trì và vận hành		1		
Chi phí xử lý			1	
Doanh thu				1

(iii) Theo cách tương tự, vui lòng đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc lựa chọn công nghệ đốt rác phát điện đối với kinh tế

Bảng 13. So sánh đốt rác phát điện với các tác động kinh tế

Đốt rác phát điện	**Chi phí đầu tư**	**Chí phí bảo trì và vận hành**	**Chi phí xử lý**	**Doanh thu**
Chi phí đầu tư	1			
Chí phí bảo trì và vận hành		1		
Chi phí xử lý			1	
Doanh thu				1

Chân thành cám ơn sự hợp tác của Chuyên gia./.

PHỤ LỤC 1.6

PHIẾU KHẢO SÁT CHUYÊN GIA (Đợt 3)

XÁC ĐỊNH TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP SỰ HOẠT ĐỘNG HỆ THỐNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

I. THÔNG TIN CHUNG

*Kính chào quý chuyên gia, tôi là Lê Phượng Giang – Học viên Nghiên cứu sinh khóa 1, chuyên ngành Quản lý Tài nguyên và Môi trường, trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh. Hiện tại tôi đang thực hiện Luận án Tiến sĩ với đề tài "**Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh**" với sự hướng dẫn của PGS.TS Đinh Xuân Thắng và PGS.TS Lê Hùng Anh.*

Tôi xin cam kết chỉ sử dụng thông tin tham vấn cho mục đích nghiên cứu. Kính mong sự hỗ trợ của quý chuyên gia.

Tên người được phỏng vấn:
Học hàm, học vị:
Cơ quan:
Chức vụ:
Điện thoại:
Email:

II. PHẦN GIỚI THIỆU CHUNG

Trong đề tài này, việc lựa chọn giải pháp xử lý chất thải rắn phù hợp và bền vững cho Thành phố Hồ Chí Minh được đánh giá dựa trên các yếu tố môi trường, xã hội và kinh tế. Để đánh giá tốt hơn, các yếu tố này tiếp tục được phân tách thành các tiêu chí thành phần.

III. CÁC TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ

Các tiêu chí phục vụ đánh giá môi trường, xã hội, kinh tế được đề xuất như trong bảng 1,2,3.

1.1. Các tiêu chí đánh giá chỉ số Kinh tế

Bảng 1. Bảng các tiêu chí đánh giá chỉ số kinh tế

Nhóm tiêu chí	Thang đo/Chôn lấp	Thang đo/Làm phân compost	Thang đo/Đốt rác phát điện
1. Chí phí đầu tư (triệu đồng/tấn/năm) Đầu tư cơ sở hạ tầng	1 > 300 2 > 250 - ≤ 300 3 > 200 - ≤ 250 4 > 140 - ≤ 200 5 ≤ 140	1 > 550 2 > 500 - ≤ 550 3 > 450 - ≤ 500 4 > 400 - ≤ 450 5 ≤ 400	1 > 550 2 > 500 - ≤ 550 3 > 450 - ≤ 500 4 > 400 - ≤ 450 5 ≤ 400
1. Chí phí đầu tư (triệu đồng/tấn/năm) Đầu tư trang thiết bị	1 > 300 2 > 250 - ≤ 300 3 > 200 - ≤ 250 4 > 140 - ≤ 200 5 ≤ 140	1 > 550 2 > 500 - ≤ 550 3 > 450 - ≤ 500 4 > 400 - ≤ 450 5 ≤ 400	1 > 550 2 > 500 - ≤ 550 3 > 450 - ≤ 500 4 > 400 - ≤ 450 5 ≤ 400
2. Chi phí xử lý rác (đồng/tấn/ngày)	1 > 400.000 2 > 300.000 - ≤ 400.000 3 > 200.000 - ≤ 300.000 4 > 90.000 - ≤ 200.000 5 ≤ 90.000	1 > 500.000 2 > 400.000 - ≤ 500.000 3 > 300.000 - ≤ 400.000 4 > 250.000 - ≤ 300.000 5 ≤ 250.000	1 > 550.000 2 > 450.000 - ≤ 550.000 3 > 350.000 - ≤ 450.000 4 > 230.000 - ≤ 350.000 5 ≤ 230.000
3. Chi phí vận hành và bảo trì (triệu đồng/tấn/năm) Chi phí bảo dưỡng, bảo trì	1 > 550.000 2 > 450.000 - ≤ 550.000 3 > 350.000 - ≤ 450.000 4 > 230.000 - ≤ 350.000 5 ≤ 230.000	1 > 550.000 2 > 450.000 - ≤ 550.000 3 > 350.000 - ≤ 450.000 4 > 230.000 - ≤ 350.000 5 ≤ 230.000	1 > 550.000 2 > 450.000 - ≤ 550.000 3 > 350.000 - ≤ 450.000 4 > 230.000 - ≤ 350.000 5 ≤ 230.000
3. Chi phí vận hành và bảo trì (triệu đồng/tấn/năm) Chi phí nguyên vật liệu	1 > 550.000 2 > 450.000 - ≤ 550.000 3 > 350.000 - ≤ 450.000 4 > 230.000 - ≤ 350.000	1 > 550.000 2 > 450.000 - ≤ 550.000 3 > 350.000 - ≤ 450.000 4 > 230.000 - ≤ 350.000	1 > 550.000 2 > 450.000 - ≤ 550.000 3 > 350.000 - ≤ 450.000 4 > 230.000 - ≤ 350.000

Nhóm tiêu chí	Thang đo/Chôn lấp	Thang đo/Làm phân compost	Thang đo/Đốt rác phát điện
	5 ≤ 230.000	5 ≤ 230.000	5 ≤ 230.000
4. Doanh thu/lợi ích Doanh thu bán điện (triệu đồng/tấn rác)	1 Rất thấp 2 Thấp 3 Vừa phải 4 Cao 5 Rất cao	1 Rất thấp 2 Thấp 3 Vừa phải 4 Cao 5 Rất cao	1 Rất thấp 2 Thấp 3 Vừa phải 4 Cao 5 Rất cao
4. Doanh thu/lợi ích Doanh thu bán phân (triệu đồng/tấn rác)	1 Rất thấp 2 Thấp 3 Vừa phải 4 Cao 5 Rất cao	1 Rất thấp 2 Thấp 3 Vừa phải 4 Cao 5 Rất cao	1 Rất thấp 2 Thấp 3 Vừa phải 4 Cao 5 Rất cao
Tổng điểm			

1.2. Các tiêu chí đánh giá chỉ số Xã hội

Bảng 2. Bảng các tiêu chí đánh giá chỉ số xã hội

Nhóm tiêu chí	Thang đo/Chôn lấp	Thang đo/Làm phân compost	Thang đo/Đốt rác phát điện
1. Tạo việc làm Số công nhân làm việc (người/tấn)	1 Rất thiếu 2 Thiếu 3 Vừa đủ 4 Đủ 5 Dư	1 Rất thiếu 2 Thiếu 3 Vừa đủ 4 Đủ 5 Dư	1 Rất thiếu 2 Thiếu 3 Vừa đủ 4 Đủ 5 Dư
1. Tạo việc làm Mức thu nhập (triệu đồng/tháng)	1 Hoàn toàn không hài lòng 2 Không hài lòng 3 Bình thường 4 Hài lòng 5 Rất hài lòng	1 Hoàn toàn không hài lòng 2 Không hài lòng 3 Bình thường 4 Hài lòng 5 Rất hài lòng	1 Hoàn toàn không hài lòng 2 Không hài lòng 3 Bình thường 4 Hài lòng 5 Rất hài lòng

Nhóm tiêu chí	Thang đo/Chôn lấp	Thang đo/Làm phân compost	Thang đo/Đốt rác phát điện
2. Sự chấp nhận của cộng đồng Số vụ kiện trong năm (số vụ/năm)	1 > 50 2 > 30 - ≤ 40 3 > 20 - ≤ 30 4 > 10 - ≤ 20 5 ≤ 10	1 > 50 2 > 30 - ≤ 40 3 > 20 - ≤ 30 4 > 10 - ≤ 20 5 ≤ 10	1 > 50 2 > 30 - ≤ 40 3 > 20 - ≤ 30 4 > 10 - ≤ 20 5 ≤ 10
3. Chính sách Hỗ trợ xử lý (đồng/tấn)	1 ≤ 230.000 2 > 230.000 – ≤ 350.000 3 > 350.000 – ≤ 450.000 4 > 450.000 – ≤ 550.000 5 > 550.000	1 ≤ 230.000 2 > 230.000 – ≤ 350.000 3 > 350.000 – ≤ 450.000 4 > 450.000 – ≤ 550.000 5 > 550.000	1 1.000 2 1.500 3 2.000 4 2.500 5 3.000
4. Sức khỏe cộng đồng Số người bị ảnh hưởng (người/năm)	1 > 2.000 2 > 1.500 – ≤ 2.000 3 > 1.000 – ≤ 1.500 4 > 500 – ≤ 1.000 5 ≤ 10	1 > 2.000 2 > 1.500 – ≤ 2.000 3 > 1.000 – ≤ 1.500 4 > 500 – ≤ 1.000 5 ≤ 10	1 > 2.000 2 > 1.500 – ≤ 2.000 3 > 1.000 – ≤ 1.500 4 > 500 – ≤ 1.000 5 ≤ 10
Tổng điểm			

1ll.3. Các tiêu chí đánh giá chỉ số Môi trường

Bảng 3. Bảng các tiêu chí đánh giá chỉ số môi trường

Nhóm tiêu chí	Thang đo/Chôn lấp	Thang đo/Làm phân compost	Thang đo/Đốt rác phát điện
1. Ô nhiễm không khí Nồng độ H_2S (ppm)	1 > 80 2 > 8 - ≤ 80 3 > 4 - ≤ 8 4 > 2 - ≤ 4 5 ≤ 2	1 > 80 2 > 8 - ≤ 80 3 > 4 - ≤ 8 4 > 2 - ≤ 4 5 ≤ 2	1 > 80 2 > 8 - ≤ 80 3 > 4 - ≤ 8 4 > 2 - ≤ 4 5 ≤ 2
1. Ô nhiễm không khí	1 > 1720	1 > 1720	1 > 1720

Nhóm tiêu chí	Thang đo/Chôn lấp	Thang đo/Làm phân compost	Thang đo/Đốt rác phát điện
Nồng độ NH_3 (ppm)	2 > 700 - ≤ 1720 3 > 400 - ≤ 700 4 > 37 - ≤ 400 5 ≤ 37	2 > 700 - ≤ 1720 3 > 400 - ≤ 700 4 > 37 - ≤ 400 5 ≤ 37	2 > 700 - ≤ 1720 3 > 400 - ≤ 700 4 > 37 - ≤ 400 5 ≤ 37
1. Ô nhiễm không khí Nồng độ bụi ($\mu m/m^3$)	1 > 55 2 > 35 - ≤ 55 3 > 12 - ≤ 35 4 > 2 - ≤ 12 5 ≤ 2	1 > 55 2 > 35 - ≤ 55 3 > 12 - ≤ 35 4 > 2 - ≤ 12 5 ≤ 2	1 > 55 2 > 35 - ≤ 55 3 > 12 - ≤ 35 4 > 2 - ≤ 12 5 ≤ 2
2. Ô nhiễm nguồn nước Nồng độ BOD_5 (mgO_2/l)	1 > 300 2 > 200 - ≤ 300 3 > 100 - ≤ 200 4 > 50 - ≤ 100 5 ≤ 50	1 > 300 2 > 200 - ≤ 300 3 > 100 - ≤ 200 4 > 50 - ≤ 100 5 ≤ 50	1 > 300 2 > 200 - ≤ 300 3 > 100 - ≤ 200 4 > 50 - ≤ 100 5 ≤ 50
2. Ô nhiễm nguồn nước Nồng độ COD (mgO_2/l)	1 > 3000 2 > 2000 - ≤ 3000 3 > 1000 - ≤ 2000 4 > 300 - ≤ 1000 5 ≤ 300	1 > 3000 2 > 2000 - ≤ 3000 3 > 1000 - ≤ 2000 4 > 300 - ≤ 1000 5 ≤ 300	1 > 3000 2 > 2000 - ≤ 3000 3 > 1000 - ≤ 2000 4 > 300 - ≤ 1000 5 ≤ 300
2. Ô nhiễm nguồn nước Nồng độ Amoni (mgO_2/l)	1 > 10 2 > 6 - ≤ 8 3 > 4 - ≤ 6 4 > 2 - ≤ 4 5 ≤ 2	1 > 10 2 > 6 - ≤ 8 3 > 4 - ≤ 6 4 > 2 - ≤ 4 5 ≤ 2	1 > 10 2 > 6 - ≤ 8 3 > 4 - ≤ 6 4 > 2 - ≤ 4 5 ≤ 2
3. Khí thải nhà kính (nghìn tấn CO_2tđ/tấn rác/năm)	1 > 2000 2 > 1500 - ≤ 2000 3 > 1000 - ≤ 1500	1 > 2000 2 > 1500 - ≤ 2000 3 > 1000 - ≤ 1500	1 > 2000 2 > 1500 - ≤ 2000 3 > 1000 - ≤ 1500

Nhóm tiêu chí	Thang đo/Chôn lấp	Thang đo/Làm phân compost	Thang đo/Đốt rác phát điện
	4 > 500 - ≤ 1000 5 ≤ 500	4 > 500 - ≤ 1000 5 ≤ 500	4 > 500 - ≤ 1000 5 ≤ 500
4. Sử dụng đất Diện tích sử dụng đất cho xử lý (m^2/tấn rác/ngày)	1 > 3000 2 > 2000 - ≤ 3000 3 > 1000 - ≤ 2000 4 > 500 - ≤ 1000 5 ≤ 500	1 > 170 2 >150 - ≤ 170 3 > 130 - ≤ 150 4 > 110 - ≤ 130 5 ≤ 110	1 > 120 2 > 100 - ≤ 120 3 > 80 - ≤ 100 4 > 60 - ≤ 80 5 ≤ 60
4. Sử dụng đất Ô nhiễm kim loại nặng-As (mg/kg)	1 > 30 2 > 25 - ≤ 30 3 > 20 - ≤ 25 4 > 15 - ≤ 20 5 ≤ 15	1 > 30 2 > 25 - ≤ 30 3 > 20 - ≤ 25 4 > 15 - ≤ 20 5 ≤ 15	1 > 30 2 > 25 - ≤ 30 3 > 20 - ≤ 25 4 > 15 - ≤ 20 5 ≤ 15
4. Sử dụng đất Ô nhiễm kim loại nặng-Cr (mg/kg)	1 > 300 2 > 250 - ≤ 300 3 > 200 - ≤ 250 4 > 150 - ≤ 200 5 ≤ 150	1 > 300 2 > 250 - ≤ 300 3 > 200 - ≤ 250 4 > 150 - ≤ 200 5 ≤ 150	1 > 300 2 > 250 - ≤ 300 3 > 200 - ≤ 250 4 > 150 - ≤ 200 5 ≤ 150
4. Sử dụng đất Ô nhiễm kim loại nặng-Pb (mg/kg)	1 > 160 2 > 130 - ≤ 160 3 > 100 - ≤ 130 4 > 70 - ≤ 100 5 ≤ 700	1 > 160 2 > 130 - ≤ 160 3 > 100 - ≤ 130 4 > 70 - ≤ 100 5 ≤ 700	1 > 160 2 > 130 - ≤ 160 3 > 100 - ≤ 130 4 > 70 - ≤ 100 5 ≤ 700
Tổng điểm			

Chân thành cám ơn sự hợp tác của Chuyên gia.

Chuyên gia

PHỤ LỤC 1.7

DANH SÁCH CHUYÊN GIA

Stt	Họ và tên	Chuyên môn	Đơn vị công tác	Chức vụ
1	Nguyễn Thúy Lan Chi	BVMT sống trong hoạt động công nghiệp	Trường KT&CN Văn Lang	Hiệu trưởng
2	Nguyễn Xuân Dũ	Môi trường Đất và nước	Trường ĐH Sài Gòn	Phó phòng
3	Nguyễn Phước Dân	KTMT	Trường ĐH Bách Khoa	Giảng viên
4	Đào Minh Trung	KTMT	Trường ĐH Thủ Dầu Một	Giám đốc
5	Mai Thị Thu Thảo	Môi trường	Trường ĐH Tôn Đức Thắng	Giảng viên
6	Nguyễn T.Thanh Hương	KTMT	Trường ĐH Tôn Đức Thắng	Giảng viên
7	Hồ Quốc Bằng	Khoa học và quản lý môi trường	ĐHQG TPHCM	Giám đốc TT NC.ONKK và BĐKH
8	Nguyễn Thị Tuyết Nhung	QLTN&MT	Công ty TNHH Xây dựng và Công nghệ Môi trường Nam Nhật	Nhân viên
9	Dương Thị Ngọc Hân	QLMT	Phòng Tài nguyên và Môi trường Quận 3	Chuyên viên
10	Nguyễn Phương Nhã	KTMT	Trung tâm Công nghệ Môi trường – Viện Môi trường và Tài nguyên	Phó Giám đốc Trung tâm CMTN
11	Phạm Anh Đức	Khoa học và Kỹ thuật môi trường	Đại học Văn Lang	Trưởng ngành
12	Nguyễn Thị Mai Linh	Khoa học và kỹ thuật môi trường	Trường ĐH Tôn Đức Thắng	Giảng viên
13	Hồ Ngô Anh Đào	KTMT	Trường ĐH Tôn Đức Thắng	Giảng viên
14	Lê Thu Hằng	KTMT	Trường Cao Đẳng GTVT TW 6, TP.HCM	Giảng viên
15	Đoàn Thị Diễm	Môi trường	Sở TN&MT Trà Vinh	Chuyên viên
16	Đặng Quốc Cường	QLMT	Công ty CP BTTV Delta	Giám đốc
17	Trịnh Hữu Hải	Quản lý xây dựng	Trường GTVT TP.HCM	Giảng viên
18	Võ Thị Minh	Quản lý kinh tế xây dựng	Trường GTVT TP.HCM	Giảng viên
19	Nguyễn Thị Trà Giang	QLMT	Trường GTVT TP.HCM	Giảng viên

20	PhanThị Hồng Phấn	Chuyên viên	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
21	Hà Thị Hồng Thắm	Chuyên viên	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
22	Lưu Văn Thân	Quản lý xây dựng	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
23	Nguyễn Đức Duy	Quản lý xây dựng	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
24	Nguyễn Nguyên Thảo	Quản lý xây dựng	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
25	Nguyễn Thị Vân	Quản lý xây dựng	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
26	Nguyễn Phương Linh	Quản lý xây dựng	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
27	Trần Hoàng Thành	Quản lý xây dựng	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
28	Trần Quốc Hùng	Quản lý xây dựng	BQL CTR KCN Tân Bình	Nhân viên
29	Vũ Diệu Linh	KTMT	CT TP.HCM	Nhân viên
30	Hoàng Quốc Công	KTMT	CT MTĐT TP.HCM	Nhân viên
31	Vũ Minh Tuấn	KTMT	CT MTĐT TP.HCM	Nhân viên
32	Hồ Thị Phương Lan	KTMT	CT MTĐT TP.HCM	Nhân viên
33	Nguyễn Thị Phương Linh	KTMT	CT MTĐT TP.HCM	Nhân viên
34	Nguyễn Hoàng Vũ	KTMT	CT MTĐT TP.HCM	Nhân viên
35	Đoàn Tuân	KTMT	Trường Đại học Sài Gòn	Giảng viên
36	Nguyễn Trung Kiên	KTMT	Công ty điện lực 3-TP.HCM	Trưởng phòng
37	Cấn Thị Thu Hà	KTMT	Công Ty CP Xây Dựng Và Môi Trường Đại Phú	Nhân viên
38	Lương Mỹ Liên	KTMT	Công Ty CP Xây Dựng Và Môi Trường Đại Phú	Nhân viên
39	Nguyễn Thị Oanh	KTMT	Công Ty CP Xây Dựng Và Môi Trường Đại Phú	Nhân viên
40	Trần Thị Huệ Chi	Kinh tế	Công Ty CP Xây Dựng Và Môi Trường Đại Phú	Nhân viên
41	Trần Lê Trinh	Chuyên viên	Công Ty TNHH Giải Pháp MT Đại Nam	Nhân viên
42	Nguyễn Thị Tuyết Nga	Chuyên viên	Công Ty TNHH Giải Pháp MT Đại Nam	Nhân viên
43	Lê Hằng Giang	Chuyên viên	Công Ty TNHH Giải Pháp MT Đại Nam	Nhân viên
44	Nguyễn Thị Thanh Mỹ	Cán bộ giảng dạy	Khoa học môi trường	Sở TN&MT
45	Phan Thu Nga	Cán bộ nghiên cứu	Công nghệ môi trường	TT. KT MTTN và Biển

46	Lê Xuân Hải	Cán bộ giảng dạy	Công nghệ hóa học	
47	Nguyễn Minh Ngọc	Chuyên viên	Công ty MT Á Châu	Nhân viên
48	Trịnh Minh Thư	Chuyên viên	Công ty MT Á Châu	Nhân viên
49	Trần Thanh Tưởng	Chuyên viên	Công ty MT Á Châu	Nhân viên
50	Nguyễn Thanh Xuân	Chuyên viên	Công ty MT Á Châu	Nhân viên

PHỤ LỤC 2.1

KẾT QUẢ THÀNH PHẦN CTRSH

STT	Địa điểm lấy mẫu	Tỷ lệ phần trăm chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh												
		Chất hữu cơ	**Giấy**	**Nhựa**	**Nylon**	**Thủy tinh**	**Carton**	**Kim loại**	**Xốp**	**Bông băng**	**Vải**	**Sành sứ**	**Gỗ**	**Tổng**
1	Quận 1	58.9	3.3	2.5	9.6	1.3	11.9	0.8	0.7	8.9	1.5	0.6	0,8	**100**
2	Quận 3	60.2	2.6	7.9	11.1	6.7	4	0.3	0.5	2.4	1.6	0.9	1.8	**100**
3	Quận 4	59.1	5.9	8.4	9.3	9.1	2,75	0.4	0.9	4.5	0.5	0.7	1.2	**100**
4	Quận 5	66.3	4.7	5.7	5.9	7.8	3.6	2.1	0.3	2.5	0.5	0.3	0.3	**100**
5	Quận 6	65.5	3.1	3.8	15.2	3.6	4.2	0.4	0.5	1.6	0.7	0.5	0.9	**100**
6	Quận 7	60.4	1.6	3.9	6.9	8.3	6.8	1.7	0.8	5.8	2.6	0.4	0.8	**100**
7	Quận 8	66.3	1.6	1.4	5.8	3.6	3.6	2.3	1.6	7.1	2.1	0.9	3.7	**100**
8	Quận 10	70.6	5.4	3.7	6.8	4.5	2.7	0.6	3.7	1.2	0.3	0.2	0.3	**100**
9	Quận 11	71.5	3.9	1.3	5.9	5.7	2.8	2.1	1.9	3.2	0.4	0.9	0.4	**100**
10	Quận 12	70.2	1.5	4.5	4.7	1.8	6.1	1.3	4.2	3.7	0.6	0.5	0.9	**100**
11	Quận Bình Thạnh	68.1	2.5	7.4	4.7	3.9	5.8	1.7	2.4	1.6	0.2	0.5	1.2	**100**
12	Quận Bình Tân	64.1	4.8	3.2	4.6	3.6	2.3	2.8	1.5	4.7	2.5	3.2	2.7	**100**
13	Quận Tân Phú	68.9	5.1	9.4	1.3	1.6	5.2	3.4	0.4	2.5	0.4	0.4	1.4	**100**
14	Quận Tân Bình	65.4	2.3	5.7	4.5	6.7	8.5	1.8	1.6	0.3	0.5	0.4	2.3	**100**
15	Quận Phú Nhuận	68.9	4.8	3.6	8.5	3.2	1.2	0.8	0.4	1.5	3.2	1.7	2.2	**100**
16	Quận Gò Vấp	63.5	5.9	4.7	9.3	6.9	3.6	3.5	0.3	0.2	1.4	0.4	0.3	**100**
17	Huyện Nhà Bè	68.9	6.7	4.1	4	3.4	3.4	2.5	1.4	2.3	0.6	1.2	1.5	**100**
18	Huyện Củ Chi	80.7	3.6	2.3	1.4	0.5	0.8	1.7	1.8	2.7	2.2	1.9	0.4	**100**
19	Huyện Hóc Môn	79.9	8.1	0.7	3.2	0.6	2.6	1.5	0.5	0.4	0.7	1.4	0.4	**100**
20	Huyện Bình Chánh	70.4	2.7	2.8	3.4	6.3	2.5	3.9	1.2	2.7	2.6	1.1	0.4	**100**
21	Huyện Cần Giờ	78.4	3.4	4.1	7.1	2.1	1.6	0.3	0.2	1.4	0.3	0.4	0.7	**100**
22	Thành phố Thủ Đức	61.7	4.7	6.5	3.6	5.9	4.6	3.2	3.4	2.8	2.1	0.6	0.9	**100**
	Khoảng dao động	**58.9÷ 80.7**	**1.5 ÷ 8.1**	**0.7 ÷ 9.4**	**1.3 ÷ 15.2**	**0.5÷ 9.1**	**0.8 ÷ 11.9**	**0.3 ÷3.9**	**0.2 ÷ 4.2**	**0.2 ÷ 8.9**	**0.2 ÷ 3.7**	**0.2 ÷ 2.3**	**0.3 ÷ 3.7**	

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CÁC GIÁ TRỊ MIN, MAX, TRUNG BÌNH VÀ ĐỘ LỆCH CHUẨN CHO CÁC CHỈ SỐ HỆ SỐ PHÁT THẢI, TỶ LỆ RÁC HỮU CƠ, NHIỆT TRỊ

Khu vực	Min – HSPT kg/người/ngày	Max – HSPT kg/người/ngày	Mean – HSPT kg/người/ngày	Std – HSPT kg/người/ngày	Min – Tỷ lệ RHC (%)	Max – Tỷ lệ RHC (%)	Mean – Tỷ lệ RHC (%)	Std – Tỷ lệ RHC (%)	Min-Nhiệt trị kcal/kg	Max-Nhiệt trị kcal/kg	Mean-Nhiệt trị kcal/kg	Std-Nhiệt trị kcal/kg
Quận 1	0.703	0.989	0.854	0.094	51.18	74.75	62.33	7.10	812.02	1471.14	1135.73	201.97
Quận 3	0.707	0.999	0.843	0.083	50.82	74.83	62.42	7.11	816.84	1478.07	1127.77	199.68
Quận 4	0.703	0.996	0.850	0.083	50.48	74.77	62.03	7.12	806.32	1490.73	1126.47	197.21
Quận 5	0.704	0.994	0.861	0.081	50.15	74.90	62.20	6.99	812.89	1492.52	1118.19	192.33
Quận 6	0.715	0.999	0.850	0.084	50.77	74.89	62.01	7.23	807.56	1485.22	1128.11	199.99
Quận 7	0.714	0.991	0.849	0.080	50.45	74.53	61.51	6.90	806.02	1479.12	1116.45	197.24
Quận 8	0.715	0.993	0.866	0.082	50.04	74.93	62.40	7.15	816.79	1476.79	1134.55	202.35
Quận 10	0.702	0.995	0.866	0.092	50.37	74.90	63.16	7.17	800.21	1476.86	1128.26	202.34
Quận 11	0.700	0.996	0.866	0.083	50.46	74.94	62.59	7.05	804.54	1474.88	1131.82	201.58
Quận 12	0.708	0.997	0.855	0.084	50.13	74.70	61.64	7.09	804.19	1485.36	1125.28	197.30
Q.B Tân	0.705	0.996	0.851	0.085	50.31	74.79	62.61	7.13	805.61	1485.88	1127.80	199.66
Q.BThạnh	0.709	0.999	0.854	0.086	50.50	74.87	62.38	7.07	802.41	1489.98	1124.98	195.94
Q.Gò Vấp	0.701	0.998	0.867	0.083	50.54	74.96	62.86	7.15	800.01	1495.12	1129.99	198.22
Q.PNhuận	0.705	0.994	0.853	0.083	50.43	74.92	62.77	7.15	803.29	1494.79	1126.16	199.95
Q.T Bình	0.704	0.997	0.865	0.086	50.16	74.86	62.43	7.14	811.26	1476.98	1130.78	202.48
Q.Tân Phú	0.706	0.999	0.861	0.088	50.40	74.86	62.94	7.13	816.52	1489.17	1130.66	201.97
TP.T Đức	0.706	0.994	0.865	0.084	50.16	74.95	62.73	7.05	813.10	1486.18	1128.57	199.35
Q.BChánh	0.707	0.997	0.865	0.085	50.03	74.68	62.04	7.13	806.55	1478.50	1131.64	200.13
H.Cần Giờ	0.706	0.997	0.858	0.084	50.35	74.94	62.77	7.02	804.94	1496.95	1129.85	197.56
H.Củ Chi	0.702	0.993	0.862	0.084	50.15	74.73	62.48	7.09	803.88	1477.65	1125.52	198.64
H.H Môn	0.702	0.992	0.855	0.089	50.61	74.91	62.96	7.15	809.02	1483.97	1133.56	202.00
H.Nhà Bè	0.707	0.998	0.859	0.089	50.18	74.97	62.92	7.13	808.71	1488.52	1133.30	202.75

PHỤ LỤC 2.2

KẾT QUẢ ĐỘ ẨM VÀ NHIỆT TRỊ CTRSH

Stt	Địa điểm lấy mẫu	Nhiệt trị	Độ ẩm
1	Quận 1	10.649	53
2	Quận 3	9.949	56
3	Quận 4	10.149	54
4	Quận 5	8.023	64
5	Quận 6	8.280	63
6	Quận 7	9.839	57
7	Quận 8	8.023	64
8	Quận 10	6.241	72
9	Quận 11	6.041	73
10	Quận 12	6.731	71
11	Quận Bình Thạnh	7.223	67
12	Quận Bình Tân	8.631	62
13	Quận Tân Phú	7.109	69
14	Quận Tân Bình	8.230	63
15	Quận Phú Nhuận	7.109	69
16	Quận Gò Vấp	8.721	61
17	Huyện Nhà Bè	7.129	69
18	Huyện Củ Chi	5.102	77
19	Huyện Hóc Môn	5.241	76
20	Huyện Bình Chánh	6.421	71
21	Huyện Cần Giờ	5.741	75
22	Thành phố Thủ Đức	9.039	59
	Khoảng dao động	**7.710**	**66**

THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA RÁC THẢI TƯƠI

Thành phần cơ bản trong rác thải	% KL	W, %	Thành phần nguyên tố, db (dry basic): mẫu khô						Cộng
			C, db	H, db	O, db	N, db	S, db	A, db	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Lá cây + cỏ	10,00	40	42,50	5,86	42,99	0,98	0,39	7,28	100
Thức ăn thừa	15,00	65	45,06	6,98	40,28	2,90	0,27	4,51	100
Rau thừa	22,80	85	45,06	6,98	40,28	2,90	0,27	4,51	100
Hoa quả thừa	18,00	80	48,50	6,20	39,50	1,40	0,20	4,20	100
Nhựa	5,00	1,7	62,50	4,76	32,00	0,03	0,09	0,62	100
Giấy	6,50	6,23	34,96	4,60	48,51	0,08	0,08	11,77	100
Gỗ	3,20	35	41,93	5,72	44,40	0,70	0,10	7,15	100
vải	3,20	10	52,54	5,69	40,71	0,44	0,21	0,41	100
Cao su	0,50	11	45,72	6,67	30,80	1,45	0,39	14,97	100
Da	0,50	11	60,00	8,00	11,60	10,00	0,40	10,00	100
Chất cháy khác	4,40	15	46,00	6,00	38,00	3,40	0,30	6,30	100
kim loại	0,80	3	4,50	0,60	4,30	0,10	0,00	90,50	100
Thủy tinh	1,40	2	0,50	0,10	0,40	0,10	0,00	98,90	100
Chất trơ khác	8,70	20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100
Cộng	100								

PHỤ LỤC 2.3

KẾT QUẢ KHẢO SÁT HỘ GIA ĐÌNH VỀ PHÂN LOẠI CTRSH

STT	Địa điểm khảo sát	Số phiếu khảo sát	Có phân loại	Không phân loại
1	Quận 1	18	4	14
2	Quận 3	20	3	17
3	Quận 4	16	5	11
4	Quận 5	18	4	14
5	Quận 6	25	5	20
6	Quận 7	26	7	19
7	Quận 8	21	4	17
8	Quận 10	19	6	13
9	Quận 11	17	4	13
10	Quận 12	18	5	13
11	Quận Bình Thạnh	16	4	12
12	Quận Bình Tân	22	5	17
13	Quận Tân Phú	25	4	21
14	Quận Tân Bình	27	6	21
15	Quận Phú Nhuận	22	4	18
16	Quận Gò Vấp	21	6	15
17	Thành phố Thủ Đức	25	4	21
18	Huyện Nhà Bè	14	7	7
19	Huyện Củ Chi	9	5	4
20	Huyện Hóc Môn	9	6	3
21	Huyện Cần Giờ	13	4	9
22	Huyện Bình Chánh	19	6	13
	Tổng	**420**	**108**	**312**

	Tỷ lệ có phân loại (%)	Tỷ lệ không phân loại (%)
Thành phố Thủ Đức và các quận	22,5	77,5
Các huyện	43,7	56,3

PHỤ LỤC 3.1

MA TRẬN SO SÁNH MỨC ĐỘ QUAN TRỌNG GIỮA CÁC NHÓM TIÊU CHÍ

So sánh		Kết quả đánh giá của chuyên gia thứ											Aij
i	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
XH	MT	7.00	0.33	0.50	1.00	3.00	1.00	0.50	0.33	0.50	0.50	0.20	0.725
KT	MT	0.20	0.50	5.00	1.00	0.20	0.20	2.00	0.11	7.00	5.00	5.00	0.977
	XH	0.11	3.00	4.00	1.00	0.14	0.33	3.00	0.20	6.00	7.00	8.00	1.257
CR (%)		4.6	4.6	4.2	0.0	3.7	2.5	0.8	2.5	3.5	1.2	3.8	3.7

	KT	XH	MT
KT	1.00	1.26	0.98
XH	0.79	1.00	0.73
MT	1.02	1.37	1.00

	MT	XH	KT	Tổng	Trọng số (W)	vector tổng trọng số	Vector nhất quán	λmax	Chỉ số nhất quán (CI)	Tỷ số nhất quán (CR)	CR (%)
MT	0.36	0.35	0.36	1.06	0.355	1.064	2.999	2.999	0.00	-0.001	-0.1
XH	0.28	0.28	0.27	0.83	0.275	0.826	2.999				
KT	0.36	0.38	0.37	1.11	0.370	1.109	2.999				

PHỤ LỤC 3.2

SO SÁNH MỨC ĐỘ QUAN TRỌNG CỦA CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG

So sánh		**Kết quả đánh giá của Chuyên gia thứ**											**Aij**
i	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ô nhiễm không khí	Khí nhà kính	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	7.00	5.00	4.00	3.00	1.00	1.00	2.622
	Ô nhiễm nguồn nước	5.00	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00	3.00	3.00	5.00	2.00	3.00	3.647
	Sử dụng đất đai	5.00	4.00	4.00	4.00	8.00	3.00	6.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.170
Khí nhà kính	Ô nhiễm nguồn nước	4.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	0.50	3.00	4.00	3.00	3.00	2.495
	Sử dụng đất đai	4.00	2.00	2.00	3.00	2.00	0.50	4.00	3.00	5.00	4.00	1.00	2.340
Ô nhiễm nguồn nước	Sử dụng đất đai	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	0.33	3.00	2.00	1.00	4.00	0.33	1.335
CR (%)		1.03	1.70	4.65	2.13	8.32	7.18	6.38	9.09	6.24	5.81	5.72	5.30

	TC1.1	TC1.2	TC1.3	TC1.4
Ô nhiễm không khí	1	2.62	3.65	4.17
Khí nhà kính	0.38	1	2.5	2.34
Ô nhiễm nguồn nước	0.27	0.4	1	1.34
Sử dụng đất đai	0.24	0.43	0.75	1

	TC1.1	TC1.2	TC1.3	TC1.4	Tổng	**trọng số (W)**	vector tổng trọng số	Vector nhất quán	λmax	Chỉ số nhất quán (CI)	Tỷ số nhất quán (CR)	CR (%)
TC1.1	0.53	0.59	0.46	0.47	2.05	0.513	2.09	4.07	4.04	0.01	0.01	1.43
TC1.2	0.20	0.22	0.32	0.26	1.01	0.252	1.02	4.05	3.02			
TC1.3	0.14	0.09	0.13	0.15	0.51	0.128	0.51	4.00	2.01			
TC1.4	0.13	0.10	0.09	0.11	0.43	0.108	0.43	4.03	1.01			

PHỤ LỤC 3.3

SO SÁNH MỨC ĐỘ QUAN TRỌNG CỦA CÁC YẾU TỐ KINH TẾ

So sánh		Kết quả đánh giá của Chuyên gia thứ											Aij
i	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Chi phí đầu tư	Chi phí vận hành và bảo trì	3.00	0.33	3.00	3.00	0.33	4.00	5.00	4.00	0.33	5.00	5.00	1.996
	Chi phí xử lý	7.00	5.00	7.00	5.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	6.00	7.00	4.847
	Doanh thu	5.00	7.00	5.00	3.00	5.00	4.00	7.00	3.00	3.00	3.00	9.00	4.563
Chi phí vận hành và bảo trì	Chi phí xử lý	5.00	6.00	4.00	3.00	5.00	3.00	2.00	4.00	5.00	2.00	3.00	3.595
	Doanh thu	7.00	7.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.426
Chi phí xử lý rác	Doanh thu	0.50	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.33	0.33	1.00	3.00	1.093
CR (%)		9.34	5.84	2.16	8.37	8.44	9.09	6.18	6.70	7.37	8.58	6.25	7.44

Chỉ thị	Chi phí đầu tư	Chi phí vận hành và bảo trì	Chi phí xử lý	Doanh thu
Chi phí đầu tư	1	2	4.85	4.56
Chi phí vận hành và bảo trì	0.5	1	3.59	3.43
Chi phí xử lý	0.21	0.28	1	1.09
Doanh thu	0.22	0.29	0.92	1

	TC3.1	TC3.2	TC3.3	TC3.4	Tổng	**trọng số (W)**	vector tổng trọng số	Vector nhất quán	λmax	Chỉ số nhất quán (CI)	Tỷ số nhất quán (CR)	CR (%)
TC3.1	0.52	0.56	0.47	0.45	2.00	0.500	2.02	4.05	4.029	0.010	0.011	1.07
TC3.2	0.26	0.28	0.35	0.34	1.23	0.306	1.24	4.03				
TC3.3	0.11	0.08	0.10	0.11	0.39	0.098	0.39	4.01				
TC3.4	0.11	0.08	0.09	0.10	0.38	0.096	0.38	4.02				

PHỤ LỤC 3.4

SO SÁNH MỨC ĐỘ QUAN TRỌNG CỦA CÁC YẾU TỐ XÃ HỘI

So sánh		Kết quả đánh giá của Chuyên gia thứ											Aij
i	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Tạo việc làm	Sự chấp nhận công chúng	2.00	0.20	0.50	0.20	5.00	3.00	3.00	5.00	5.00	0.20	5.00	1.413
	Chính sách	0.50	1.00	4.00	2.00	2.00	7.00	7.00	0.33	7.00	0.50	6.00	2.054
	Sức khỏe cộng đồng	1.00	0.33	0.20	0.20	4.00	5.00	4.00	0.33	6.00	0.33	7.00	1.157
Sự chấp nhận công chúng	Chính sách	0.50	5.00	2.00	3.00	0.33	3.00	3.00	0.20	3.00	3.00	3.00	1.648
	Sức khỏe cộng đồng	0.50	2.00	0.33	1.00	1.00	3.00	3.00	0.25	0.50	0.50	6.00	1.011
Chính sách	Sức khỏe cộng đồng	1.00	0.33	0.17	0.25	5.00	0.25	2.00	1.00	0.33	0.33	3.00	0.667
CR (%)		2.24	0.15	8.41	5.79	2.80	8.45	6.73	7.37	6.51	5.79	9.72	5.81

	TC2.1	TC2.2	TC2.3	TC2.4
Sức khỏe cộng đồng	1	1.41	2.05	1.16
Tạo việc làm	0.71	1	1.65	1.01
Chính sách	0.49	0.61	1	0.67
Sự chấp nhận của công chúng	0.86	0.99	1.49	1

	TC2.1	TC2.2	TC2.3	TC2.4	Tổng	**Trọng số (W)**	vector tổng trọng số	Vector nhất quán	λmax	Chỉ số nhất quán (CI)	Tỷ số nhất quán (CR)	CR (%)
TC2.1	0.33	0.35	0.33	0.30	1.31	0.328	1.31	4.01	4.008	0.003	0.003	0.29
TC2.2	0.23	0.25	0.27	0.26	1.01	0.253	1.01	4.01				
TC2.3	0.16	0.15	0.16	0.17	0.65	0.162	0.65	4.01				
TC2.4	0.28	0.25	0.24	0.26	1.03	0.257	1.03	4.01				

PHỤ LỤC 3.5

SO SÁNH CÁC CÔNG NGHỆ THAY THẾ VỚI TIÊU CHÍ MÔI TRƯỜNG, KINH TẾ, XÃ HỘI

Môi trường	Chôn lấp	Làm phân	Đốt
Chôn lấp	1.00	0.33	0.20
Làm phân	3.00	1.00	0.50
Đốt	5.00	2.00	1.00

	Chôn lấp	Làm phân	Đốt	Tổng	Trọng số (W)
Chôn lấp	0.111	0.100	0.118	0.329	0.110
Làm phân	0.333	0.300	0.294	0.927	0.309
Đốt	0.556	0.600	0.588	1.744	0.581

Xã hội	Chôn lấp	Làm phân	Đốt
Chôn lấp	1.00	0.33	0.20
Làm phân	3.00	1.00	2.00
Đốt	5.00	0.50	1.00

	Chôn lấp	Làm phân	Đốt	Tổng	Trọng số (W)
Chôn lấp	0.111	0.104	0.063	0.278	0.095
Ủ phân	0.333	0.545	0.625	1.504	0.515
Đốt	0.556	0.273	0.313	1.141	0.390

Kinh tế	Chôn lấp	Làm phân	Đốt
Chôn lấp	1.00	2.00	0.50
Làm phân	0.50	1.00	0.33
Đốt	2.00	3.00	1.00

	Chôn lấp	Làm phân	Đốt	Tổng	Trọng số (W)
Chôn lấp	0.286	0.333	0.273	0.892	0.297
Ủ phân	0.143	0.167	0.180	0.490	0.163
Đốt	0.571	0.500	0.546	1.618	0.539

PHỤ LỤC 3.6

So sánh từng cặp phương án với tiêu chí chính

Phương án	Môi trường	Xã hội	Kinh tế
Chôn lấp	0.110	0.095	0.297
Làm phân	0.309	0.515	0.163
Đốt	0.581	0.39	0.539

So sánh từng căp giữa các nhóm tiêu chí chính

Môi trường	0.370
Xã hội	0.275
Kinh tế	0.355

Hai ma trận nhân với nhau

Phương án	**Môi trường**	**Xã hội**	**Kinh tế**	**Trọng số (W)**	**Xếp hạng**	**Tỷ lệ (%)**
Chôn lấp	0.041	0.026	0.105	0.172	3	17.2
Làm phân	0.114	0.142	0.058	0.314	2	31.4
Đốt	0.215	0.107	0.191	0.514	1	51.4

PHỤ LỤC 4.1

ĐIỂM SỐ ĐÁNH GIÁ CỦA CHUYÊN GIA CHO ĐỐT RÁC PHÁT ĐIỆN

| Chỉ số | Nhóm tiêu chí | Tiêu chí thành phần | Kết quả đánh giá của chuyên gia thứ | | |

PHỤ LỤC 4.2

ĐIỂM SỐ ĐÁNH GIÁ CỦA CHUYÊN GIA CHO LÀM PHÂN COMPOST

| Chỉ số | Nhóm tiêu chí | Tiêu chí thành phần | Kết quả đánh giá của chuyên gia thứ | | |

PHỤ LỤC 4.3

ĐIỂM SỐ ĐÁNH GIÁ CỦA CHUYÊN GIA CHO CHÔN LẤP

| Chỉ số | Nhóm tiêu chí | Tiêu chí thành phần | Kết quả đánh giá của chuyên gia thứ | | |

PHỤ LỤC 4.4

KIỂM ĐỊNH KRUSKAL-WALLIS

Bảng 1. Bảng dữ liệu tổng

	Overall (N=3450)
ID	
Mean (SD)	25.5 (14.4)
Median [Min, Max]	25.5 [1.00, 50.0]
Type	
Eco	750 (21.7%)
Env	1650 (47.8%)
Soc	1050 (30.4%)
Model	
Compost	1150 (33.3%)
Waste-to-energy	1150 (33.3%)
Landfill	1150 (33.3%)
Indicator	
Air pollution—Dust concentration	150 (4.3%)
Air pollution—H2S concentration	150 (4.3%)
Air pollution—NH3 concentration	150 (4.3%)
Community consensus—Number of lawsuits in a given year	150 (4.3%)
Community health—Number of people affected	150 (4.3%)
Greenhouse gas emissions	150 (4.3%)
Investment cost	150 (4.3%)
Job creation—Income	150 (4.3%)
Job creation—Number of employees	150 (4.3%)
Land quota—Land use area for treatment	150 (4.3%)
Land quota—Soil pollution - As	150 (4.3%)
Land quota—Soil pollution - Cr	150 (4.3%)
Land quota—Soil pollution - Pb	150 (4.3%)
Operation and maintenance costs	150 (4.3%)
Revenue/benefits—Compost sales revenue	150 (4.3%)
Revenue/benefits—Electricity sales revenue	150 (4.3%)
Support policy—Support for selling compost	150 (4.3%)
Support policy—Support for selling electricity	150 (4.3%)

	Overall (N=3450)
Support policy—Support for waste treatment	150 (4.3%)
Treatment cost	150 (4.3%)
Water pollution—Amoni concentration	150 (4.3%)
Water pollution—BOD5 concentration	150 (4.3%)
Water pollution—COD concentration	150 (4.3%)
Code	
AC	150 (4.3%)
As	150 (4.3%)
BOD5	150 (4.3%)
CC	150 (4.3%)
CH	150 (4.3%)
COD	150 (4.3%)
Cr	150 (4.3%)
CSR	150 (4.3%)
DC	150 (4.3%)
ESR	150 (4.3%)
GHG	150 (4.3%)
H2S	150 (4.3%)
IC	150 (4.3%)
IN	150 (4.3%)
LT	150 (4.3%)
NE	150 (4.3%)
NH3	150 (4.3%)
OC	150 (4.3%)
Pb	150 (4.3%)
SC	150 (4.3%)
SE	150 (4.3%)
TC	150 (4.3%)
WT	150 (4.3%)
Score	
Mean (SD)	2.61 (1.13)
Median [Min, Max]	2.00 [1.00, 5.00]

Bảng 2. Bảng điểm trung bình theo nhóm tiêu chí và công nghệ xử lý

	Eco			Env			Soc			Overall		
	Compost (N=250)	**Energy (N=250)**	**Landfill (N=250)**	**Compost (N=550)**	**Energy (N=550)**	**Landfill (N=550)**	**Compost (N=350)**	**Energy (N=350)**	**Landfill (N=350)**	**Compost (N=1150)**	**Energy (N=1150)**	**Landfill (N=1150)**
Score												
Mean (SD)	2.89 (1.12)	2.72 (1.10)	2.22 (0.993)	2.52 (1.10)	3.17 (1.17)	2.10 (0.860)	2.69 (1.02)	3.02 (1.20)	2.14 (0.951)	2.65 (1.09)	3.03 (1.18)	2.14 (0.919)
Median [Min, Max]	3.00 [1.00, 5.00]	3.00 [1.00, 5.00]	2.00 [1.00, 5.00]	2.00 [1.00, 5.00]	3.00 [1.00, 5.00]	2.00 [1.00, 4.00]	3.00 [1.00, 5.00]	3.00 [1.00, 5.00]	2.00 [1.00, 5.00]	3.00 [1.00, 5.00]	3.00 [1.00, 5.00]	2.00 [1.00, 5.00]

Bảng 3: Tần suất và phân phối của biến 'Score' trong dữ liệu

Score (character)

length	n	NAs	unique	levels	dupes
3'450	3'450	0	5	5	y
		100.0%	0.0%		

	level	freq	perc	cumfreq	cumperc
1	2	1'155	33.5%	1'155	33.5%
2	3	915	26.5%	2'070	60.0%
3	1	607	17.6%	2'677	77.6%
4	4	565	16.4%	3'242	94.0%
5	5	208	6.0%	3'450	100.0%

Bảng 4. So sánh điểm số giữa các công nghệ xử lý chất thải

```
Score ~ Model (dat)

Summary:
n pairs: 3'450, valid: 3'450 (100.0%), missings: 0 (0.0%), g
roups: 3

         Compost    Energy  Landfill
mean       2.650     3.028     2.139
median     3.000     3.000     2.000
sd         1.089     1.175     0.919
IQR        1.000     2.000     2.000
n          1'150     1'150     1'150
np        33.333%   33.333%   33.333%
NAs             0         0         0
0s              0         0         0

Kruskal-Wallis rank sum test:
  Kruskal-Wallis chi-squared = 341.75, df = 2, p-value < 0.0
0000000000000022
```

KIỂM ĐỊNH ANOVA

Bảng 1. Kết quả kiểm định ANOVA giữa các nhóm công nghệ xử lý t

rên biến phụ thuộc (Score)

```
Df Sum Sq Mean Sq F value       Pr(>F)
Model          2     43   21.71   17.09 0.0000000412 ***
Residuals   3447   4378    1.27
---
Signif. codes:
0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Bảng 2. Phân tích hậu định Anova

```
Tukey multiple comparisons of means
    95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = Score ~ Model)

$Model
                     diff        lwr         upr     p adj
Energy-Compost    0.05043478 -0.0597653  0.16063487 0.5308719
Landfill-Compost -0.20869565 -0.3188957 -0.09849557 0.0000276
Landfill-Energy  -0.25913043 -0.3693305 -0.14893035 0.0000001
```

MỘT SỐ HÌNH ẢNH CÔNG TÁC LẤY MẪU VÀ HIỆN TRƯỜNG PHÂN TÍCH MẪU



Điểm tập kết rác tại Huyện Bình Chánh

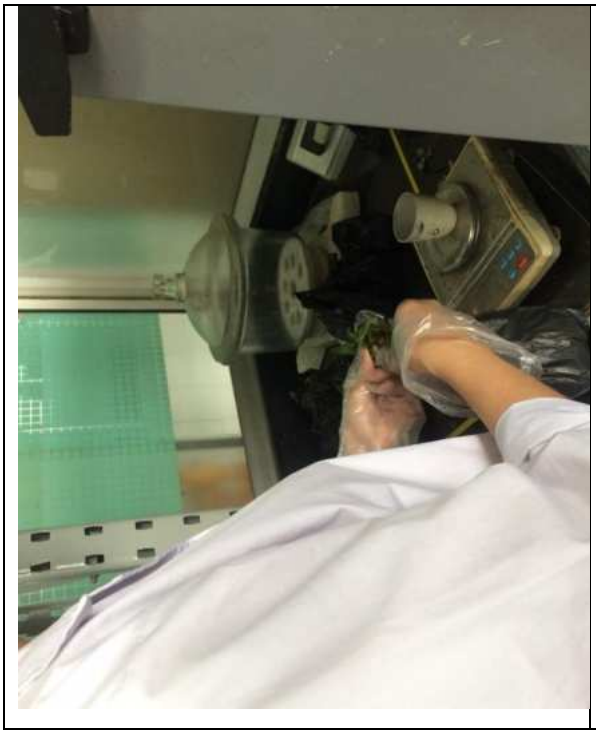


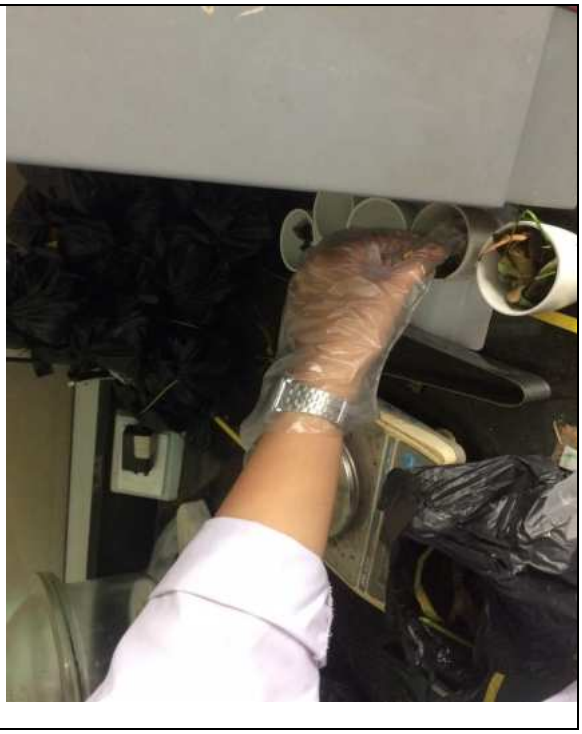


Điểm tập kết rác tại Quận Gò Vấp



Phân loại mẫu rác





Phân tích rác trong phòng thí nghiệm



Mẫu rác sau khi đốt

LÝ LỊCH TRÍCH NGANG CỦA HỌC VIÊN

I. LÝ LỊCH SƠ LƯỢC:

Họ và tên: Lê Phượng Giang Giới tính: Nữ

Ngày, tháng, năm sinh: 19/02/1979 Nơi sinh: Thành phố Cần Thơ

Email: lephgiang@gmail.com Điện thoại: 0989180216

II. QUÁ TRÌNH ĐÀO TẠO:

1. Đại học

Hệ đào tạo: Chính quy

Nơi đào tạo: Đại học Cần Thơ

Ngành học: Khoa học Môi trường

Nước đào tạo: Việt Nam

Năm tốt nghiệp: 2002

2. Sau đại học

- Thạc sỹ chuyên ngành: Công nghệ Môi trường

Năm cấp bằng: 2008

Nơi đào tạo: Viện Tài nguyên và Môi trường – Trường Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Tên luận văn: Nghiên cứu, đề xuất công nghệ đốt chất thải rắn nhiễm dầu sinh ra từ các cơ sở sửa chữa và đóng tàu tại Thành phố Cần Thơ.

- Nghiên cứu sinh chuyên ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường

Nơi đào tạo: Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường – Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh.

Tên luận án: Nghiên cứu xây dựng mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại Thành phố Hồ Chí Minh.

III. QUÁ TRÌNH CÔNG TÁC CHUYÊN MÔN:

Thời gian	Nơi công tác	Công việc đảm nhiệm
2002 - 2003	Sở KHCN&MT Cần Thơ	Thẩm định hồ sơ Đánh giá tác động môi trường.
2003 - 2004	Phòng KHCN – Sở KHCN Cần Thơ	Quản lý các đề tài dự án khoa học.
2004 đến nay	Khoa Xây dựng Công trình - Trường CĐ GTVT TW VI	Giảng dạy các môn: An toàn lao động và bảo vệ môi trường; Bảo hộ lao động trong ngành xây dựng; Đảm bảo an toàn lao động, vệ sinh và xếp đặt công trường xây dựng; Quản lý và xử lý chất thải rắn; Thủy lực thủy văn.

Tp. HCM, ngày 19 tháng 02 năm 2025

Người khai

Lê Phượng Giang