

**HOÀNG NGỌC TƯỜNG VÂN, HOÀNG CÔNG TÍN
TRẦN NGỌC TUẤN (Đồng chủ biên)
DƯƠNG THÀNH CHUNG, DƯƠNG THỊ NHUNG
NGÔ HỮU BÌNH, LÊ THỊ THANH THỦY
TRẦN NGỌC KHÁNH NI**

**TÍCH HỢP CÁC CÔNG CỤ
WaCT, WFD VÀ WABI
TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI
RẮN VÀ DÒNG RÁC THẢI NHỰA
(Sách chuyên khảo)**

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC HUẾ
Huế, 2025**

Biên mục trên xuất bản phẩm của Thư viện Quốc gia Việt Nam

Tích hợp các công cụ WaCT, WFD và WABI trong quản lý chất thải rắn và dòng rác thải nhựa: Sách chuyên khảo / Hoàng Ngọc Tường Vân, Hoàng Công Tín, Trần Ngọc Tuấn (ch.b.)... - Huế : Đại học Huế, 2025. - 206 tr. : hình vẽ, ảnh ; 24 cm

1. Chất thải rắn 2. Chất thải nhựa 3. Quản lí 4. Sách chuyên khảo

363.7285068 - dc23

DUH0338p-CIP

Mã số sách: TK/704-2025

Trong hơn nửa thế kỷ qua, quản lý chất thải rắn (CTR) đã trở thành một trong những lĩnh vực quan trọng của phát triển bền vững và bảo vệ môi trường toàn cầu. Ở Việt Nam, cùng với tiến trình công nghiệp hóa, đô thị hóa và tăng trưởng kinh tế, khối lượng chất thải phát sinh ngày càng gia tăng cả về quy mô và tính phức tạp. Trong bối cảnh đó, việc áp dụng các công cụ khoa học hiện đại trong đánh giá và hoạch định quản lý chất thải là yêu cầu cấp thiết. Các công cụ trong đánh giá và hoạch định hiệu quả như *Công cụ Thành phố quản lý chất thải thông minh (WaCT)* của UN-Habitat, *Sơ đồ dòng chất thải (WFD)* của GIZ và Đại học Leeds – Vương quốc Anh và *Bộ chỉ số đánh giá và đối sánh hiệu quả quản lý chất thải (WABI)* của GIZ đã được quốc tế công nhận như những bộ công cụ tiêu chuẩn, giúp đo lường, trực quan hóa và so sánh hiệu quả hệ thống quản lý CTR nói chung và rác thải nhựa (RTN) nói riêng ở các đô thị.

Việc tích hợp 3 công cụ WaCT, WFD và WABI trong cùng một khung phân tích không chỉ giúp định lượng chính xác lượng chất thải rắn phát sinh, chưa được thu gom và thất thoát ra môi trường, mà còn hỗ trợ các nhà quản lý ra quyết định dựa trên bằng chứng. Điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với Việt Nam, quốc gia đang trong giai đoạn chuyển đổi mạnh mẽ sang mô hình kinh tế tuần hoàn và phát triển xanh.

Cuốn sách chuyên khảo *Tích hợp các công cụ WaCT, WFD và WABI trong quản lý chất thải rắn và dòng rác thải nhựa* là kết quả lao động khoa học nghiêm túc và bền bỉ của nhóm tác giả Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, dưới sự tài trợ và đồng hành của Tổ chức Quốc tế về Bảo tồn Thiên nhiên tại Việt Nam (WWF-Việt Nam). Điểm đặc biệt của cuốn sách không chỉ trình bày lý thuyết và hướng dẫn kỹ thuật, mà còn cung cấp minh chứng thực tiễn, bài học kinh nghiệm và khuyến nghị chính sách cụ thể cho các nhà hoạch định, cơ quan quản lý và các nhà nghiên cứu. Đây là một đóng góp quan trọng cho khoa học quản lý môi trường đô thị Việt Nam, thể hiện năng lực tiếp cận phương pháp quốc tế và khả năng hội nhập của đội ngũ nghiên cứu trong nước.

Giá trị của sách chuyên khảo không chỉ nằm ở nội dung học thuật, mà còn ở ý nghĩa định hướng: thúc đẩy các địa phương xây dựng hệ thống dữ

liệu minh bạch, có thể so sánh và theo dõi tiến trình thực hiện Mục tiêu Phát triển Bền vững (SDG 11.6.1) về quản lý chất thải rắn đô thị; đồng thời góp phần hiện thực hóa Chiến lược quốc gia về giảm ô nhiễm nhựa đến năm 2030 và Đề án Phát triển kinh tế tuần hoàn của Việt Nam.

Tôi đánh giá cao nỗ lực của nhóm tác giả trong việc hệ thống hóa, chuẩn hóa các công cụ quốc tế để hình thành một khung đánh giá toàn diện, khả thi và phù hợp với thực tiễn địa phương. Cuốn sách không chỉ là tài liệu tham khảo giá trị dành cho các trường đại học, viện nghiên cứu, nhà nghiên cứu, cán bộ kỹ thuật, mà còn là công cụ hữu ích cho các nhà quản lý đô thị, doanh nghiệp và tổ chức phát triển trong việc nâng cao năng lực quản trị chất thải và bảo vệ môi trường quốc gia, hướng đến một Việt Nam xanh, sạch, văn minh và phát triển bền vững.

Xin trân trọng giới thiệu cuốn sách cùng bạn đọc.

Hà Nội, tháng 12 năm 2025

GS. TS. NGND. Trần Hiếu Nhuệ

Phó Chủ tịch Hội Bảo vệ Thiên nhiên và Môi trường Việt Nam (VACNE)

Nguyên Chủ nhiệm Bộ môn cấp thoát nước, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

LỜI MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh toàn cầu đang đối mặt với những thách thức ngày càng nghiêm trọng về ô nhiễm chất thải rắn và rác thải nhựa, nhu cầu về các công cụ đánh giá khoa học, chuẩn hóa và có khả năng ứng dụng rộng rãi trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Các đô thị là trung tâm của phát triển kinh tế và tiêu dùng - đồng thời cũng là nơi tập trung phát sinh phần lớn chất thải rắn đô thị (CTRĐT). Sự gia tăng dân số, đô thị hóa nhanh và thay đổi lối sống đã khiến lượng chất thải ngày càng tăng nhanh hơn khả năng kiểm soát. Điều này đòi hỏi một phương pháp tiếp cận dựa trên dữ liệu, có hệ thống và có khả năng đo lường - so sánh - cải thiện liên tục nhằm hướng tới các Mục tiêu phát triển bền vững (SDGs) và kinh tế tuần hoàn.

Từ thực tiễn đó, cuốn sách *“Tích hợp các công cụ WaCT, WFD và WABI trong quản lý chất thải rắn và dòng rác thải nhựa”* được biên soạn với mục tiêu giới thiệu, hướng dẫn và minh họa ứng dụng của 3 bộ công cụ quốc tế hàng đầu trong lĩnh vực quản lý chất thải, bao gồm:

Công cụ Thành phố quản lý chất thải thông minh (Waste Wise Cities Tool - WaCT) - Bộ công cụ do UN-Habitat phát triển nhằm hướng dẫn phương pháp khảo sát, thu thập dữ liệu định lượng về đặc điểm thành phần, khối lượng phát sinh, thu gom và xử lý CTRĐT;

Công cụ Sơ đồ dòng chất thải (Waste Flow Diagram - WFD) - Bộ công cụ trực quan hóa dòng chất thải và khối lượng RTN thất thoát ra môi trường, được phát triển bởi GIZ và Đại học Leeds;

Bộ chỉ số đánh giá và đối sánh hiệu quả quản lý chất thải (WasteAware Benchmark Indicators - WABI) - Bộ chỉ số đánh giá tổng hợp hệ thống quản lý chất thải dựa trên 2 nhóm yếu tố kỹ thuật và quản trị, cho phép các đô thị đánh giá điểm mạnh, điểm yếu của mình, theo dõi sự tiến bộ của đô thị theo thời gian cũng như so sánh giữa các đô thị với nhau.

Ba công cụ này khi được tích hợp đồng bộ tạo thành một hệ thống đánh giá 3 cấp độ, cho phép nhận diện toàn diện dòng chất thải - từ phát sinh, thu gom, vận chuyển, xử lý đến thất thoát ra môi trường. Sự kết hợp này giúp chuyển dịch phương thức quản lý chất thải từ *“quan sát hiện*

tượng” sang “*định lượng - phân tích - can thiệp dựa trên bằng chứng*”, hỗ trợ chính quyền địa phương hoạch định chính sách và đầu tư có trọng tâm.

Cuốn sách được biên soạn với sự tài trợ của Dự án “*Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam (gọi tắt là Dự án TVA)*”, do Tổ chức Quốc tế về Bảo tồn Thiên nhiên tại Việt Nam (WWF-Việt Nam) phối hợp cùng Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế thực hiện. Nhóm tác giả xin bày tỏ lòng tri ân sâu sắc tới WWF-Na Uy, WWF-Việt Nam, và các cơ quan, đơn vị địa phương, nhóm nghiên cứu tiêu biểu Đại học Huế về Tài nguyên và môi trường vùng duyên hải (NCTB.DHH.2025.02) đã đồng hành, chia sẻ dữ liệu và tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình triển khai nghiên cứu, thí điểm và hoàn thiện cuốn chuyên khảo này.

Cuốn sách được cấu trúc nhằm phục vụ đồng thời 3 nhóm đối tượng chính: *i)* Nhà quản lý - cần công cụ đánh giá để ra quyết định và xây dựng chính sách quản lý chất thải dựa trên bằng chứng; *ii)* Nhà nghiên cứu, giảng viên và sinh viên - cần tài liệu chuyên sâu để giảng dạy, đào tạo và nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực môi trường; và *iii)* Các tổ chức và dự án phát triển - tìm kiếm mô hình và phương pháp luận thống nhất để triển khai các chương trình QLCTR ở cấp đô thị hoặc quốc gia.

Thông qua các phần nội dung từ tổng quan lý thuyết, hướng dẫn kỹ thuật đến minh họa thực tiễn tại các địa phương ở Việt Nam, cuốn sách không chỉ cung cấp tri thức nền tảng về quản lý chất thải rắn hiện đại, mà còn hướng đến việc hình thành hệ thống dữ liệu thống nhất, có thể so sánh và cập nhật, phục vụ cho công tác hoạch định chính sách, quản trị đô thị và báo cáo tiến độ thực hiện SDG 11.6.1 - Giảm tác động môi trường của đô thị thông qua QLCTR hiệu quả.

Với tinh thần “*khoa học - ứng dụng - chia sẻ*”, nhóm biên soạn kỳ vọng cuốn sách sẽ trở thành tài liệu tham khảo có giá trị cho các cơ quan quản lý, nhà khoa học, sinh viên và các đối tác phát triển trong và ngoài nước. Đây cũng là một bước tiếp nối hành trình hướng đến một tương lai không còn RTN trong thiên nhiên, một hệ thống quản lý chất thải bền vững, minh bạch và bao trùm vì sức khỏe cộng đồng và môi trường đô thị Việt Nam.

Ban Biên tập
Huế, tháng 12 năm 2025

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU.....iii

LỜI MỞ ĐẦU v

MỤC LỤCvii

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT xi

DANH MỤC CÁC BẢNGxiii

DANH MỤC CÁC HÌNH xv

Chương 1..... 1

BỐI CẢNH VÀ CƠ SỞ LÝ LUẬN ÁP DỤNG CÁC CÔNG CỤ TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN..... 1

1.1. Bối cảnh toàn cầu và Việt Nam về quản lý chất thải rắn và rác thải nhựa 1

1.2. Phân loại chất thải rắn tại nguồn và định hướng công nghệ xử lý phù hợp..... 5

1.3. Sự cần thiết quản lý chất thải rắn dựa vào dữ liệu..... 6

Chương 2..... 11

CÔNG CỤ THÀNH PHỐ QUẢN LÝ CHẤT THẢI THÔNG MINH (WaCT)..... 11

2.1. Tổng quan về công cụ Thành phố quản lý chất thải thông minh (WaCT)..... 11

2.2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp tiếp cận của WaCT 14

2.3. Các bước triển khai công cụ WaCT..... 19

2.4. Nghiên cứu điển hình áp dụng WaCT tại các thành phố đang phát triển..... 38

2.5. Hạn chế và thách thức của WaCT..... 44

Chương 3.	47
CÔNG CỤ SƠ ĐỒ DÒNG CHẤT THẢI (WFD)	47
3.1. Khái niệm và ý nghĩa của Sơ đồ dòng chất thải	47
3.2. Các bước xây dựng sơ đồ dòng chất thải	57
3.3. Minh họa bằng nghiên cứu thực tiễn ở một số đô thị trên thế giới...	71
3.4. Điểm mạnh, hạn chế và tiềm năng phát triển của WFD	80
Chương 4.	85
BỘ CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ VÀ ĐỐI SÁNH HIỆU QUẢ QUẢN LÝ CHẤT THẢI (WABI)	85
4.1. Tổng quan về công cụ WABI	85
4.2. Hệ thống các chỉ số và phương pháp đo lường trong WABI	88
4.3. Ứng dụng của bộ chỉ số WABI trong quản lý chất thải rắn đô thị	104
4.4. Những hạn chế và triển vọng phát triển của công cụ WABI	108
4.5. Điển hình áp dụng WABI cho thành phố Huế	109
Chương 5.	113
TÍCH HỢP WaCT, WFD VÀ WABI TRONG ĐÁNH GIÁ CHẤT THẢI RẮN VÀ THẤT THOÁT RÁC THẢI NHỰA	113
5.1. Cơ chế tích hợp WaCT, WFD và WABI	113
5.2. Quy trình triển khai tích hợp các công cụ	116
5.3. Lợi ích của việc tích hợp đồng bộ ba công cụ	120
5.4. Kiến nghị đề xuất áp dụng cho cấp tỉnh, thành phố	123
Chương 6.	129
NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI VIỆT NAM	129
6.1. Nghiên cứu điển hình: Ứng dụng WaCT, WFD và WABI tại thành phố Huế	129
6.2. Kết quả định lượng và phân tích dòng thất thoát rác thải nhựa	138

6.3. Đóng góp cho hoạch định chính sách địa phương	145
6.4. Bài học rút ra cho việc cải tiến công cụ và phương pháp tại Việt Nam.....	148
6.5. Định hướng chính sách, giải pháp và khả năng nhân rộng	150
KẾT LUẬN	155
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	159
PHỤ LỤC	i

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

CTR	: Chất thải rắn
CTRĐT	: Chất thải rắn đô thị
CTRSH	: Chất thải rắn sinh hoạt
DCA	: Data Collection Application (Ứng dụng thu thập dữ liệu)
HEPCO	: Hue Urban Environment and Public Works Joint Stock Company (Công ty Cổ phần Môi trường và Công trình Đô thị Huế)
IUCN	: International Union for Conservation of Nature (Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế)
ND1L	: Nhựa dùng một lần
PLRTN	: Phân loại rác tại nguồn
QLCTR	: Quản lý chất thải rắn
RTN	: Rác thải nhựa
SDGs	: Sustainable Development Goals (Mục tiêu Phát triển Bền vững của Liên hợp quốc)
UNEP	: United Nations Environment Programme (Chương trình Môi trường Liên hợp quốc)
WABI	: WasteAware Benchmark Indicators (Bộ Chỉ số đánh giá và đối sánh hiệu quả quản lý chất thải)
WaCT	: Waste Wise Cities Tool (Công cụ Thành phố quản lý chất thải thông minh)
WFD	: Waste Flow Diagram (Sơ đồ dòng chất thải)

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Thang kiểm soát đánh giá cơ sở tiếp nhận CTRĐT(UN-Habitat, 2020)..... 17

Bảng 2.2. Liên kết dữ liệu WaCT với các chỉ số SDG 18

Bảng 2.3. Loại nhà ở và mức thu nhập..... 23

Bảng 2.4. Kế hoạch lấy mẫu CTRSH hộ gia đình hàng ngày 25

Bảng 2.5. Thành phần CTRSH hộ gia đình..... 26

Bảng 2.6. Đơn vị của hệ số phát thải CTRSH phi hộ gia đình..... 28

Bảng 2.7. Phát sinh CTRĐT tại Mangaluru (UN-Habitat, 2021)..... 39

Bảng 2.8. Bảng so sánh kết quả WaCT giữa hai lần khảo sát (UN-Habitat, 2019; 2023) 40

Bảng 3.1. Yêu cầu dữ liệu và phương pháp tính toán thành phần chất thải rắn đô thị..... 60

Bảng 3.2. Kết quả sơ đồ WFD tại Tututepec, Mexico (GIZ, 2024) 77

Bảng 4.1. Ba chỉ số định lượng cho các thành phần kỹ thuật của một hệ thống QLCTR..... 92

Bảng 4.2. Các tiêu chí dùng để đánh giá Chỉ số 1C: Chất lượng của dịch vụ thu gom CTR và quét dọn đường phố 93

Bảng 4.3. Các tiêu chí để xác định chỉ số 2E: Mức độ bảo vệ môi trường tại các cơ sở thu hồi và xử lý chất thải rắn 94

Bảng 4.4. Các tiêu chí dùng để xác định Chỉ số 3R - Chất lượng của 3R (Tiết giảm - Tái sử dụng - Tái chế) 95

Bảng 4.5. Mức độ bao trùm của người sử dụng dịch vụ 96

Bảng 4.6. Mức độ bao trùm của đơn vị cung cấp dịch vụ..... 97

Bảng 4.7. Mức độ bền vững tài chính 98

Bảng 4.8. Mức độ đầy đủ của khung pháp lý quốc gia cho QLCTR 99

Bảng 4.9. Mức độ gắn kết thể chế cấp địa phương 100

Bảng 4.10. Cách thức đo lường của các chỉ số trong WABI 102

Bảng 4.11. Diễn hình áp dụng công cụ WABI cho Wiengthoeng, Chaing Rai, Thái Lan (Vassanadumrongdee và cs., 2023) 103

Bảng 4.12. Tóm tắt ứng dụng chính công cụ WABI trong CTRĐT 107

Bảng 4.13. Bảng tổng hợp đánh giá tính bền vững hệ thống QLCTR thành phố Huế cũ theo công cụ WABI (Hoàng Công Tín và cs., 2025)..... 110

Bảng 5.1. Tóm tắt các liên kết dữ liệu giữa WaCT, WFD và WABI 120

Bảng 6.1. Bảng so sánh kết quả WaCT qua 2 mốc thời gian 2021 và 2025 130

Bảng 6.2. Nguồn phát sinh và con đường thất thoát RTN..... 140

Bảng 6.3. Bảng so sánh kết quả quản lý CTRĐT giai đoạn nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ..... 141

Bảng 6.4. So sánh kết quả quản lý RTN giai đoạn nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ. 143

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 2.1. Mô hình dòng chất thải rắn sinh hoạt thành phố (UN-Habitat, 2020).. 15

Hình 2.2. Cấu trúc 7 bước triển khai công cụ WaCT (UN-Habitat, 2020)..... 19

Hình 2.3. Thông tin dữ liệu CTRĐT cần thu thập ở bước 4 và bước 5 (UN-Habitat, 2020) 30

Hình 2.4. Các thành phần tham gia dòng thu hồi CTRĐT (UN-Habitat, 2020)30

Hình 2.5. Lấy mẫu và phân tích thành phần CTRĐT..... 36

Hình 2.6. Sơ đồ dòng WaCT thành phố Mangaluru (UN-Habitat, 2021) 39

Hình 2.7. Kết quả phân tích dòng CTRĐT của thành phố Huế năm 2021 44

Hình 3.1. Sơ đồ dòng thải WFD tổng quát (GIZ, 2025)..... 49

Hình 3.2. Sơ đồ hệ thống đường đi của CTR đô thị và RTN (GIZ, 2020) 54

Hình 3.3. Các bước xây dựng sơ đồ dòng thải WFD 57

Hình 3.4. Ví dụ sơ đồ Sankey rác thải nhựa sau khi hoàn thành sơ đồ dòng thải WFD (Hoàng Công Tín và cs, 2021)..... 66

Hình 3.5. Phân bố thất thoát RTN theo kết quả mô hình WFD tại thành phố Huế (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021) 69

Hình 3.6. Dòng thất thoát RTN vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (tấn/năm) (Hoàng Công Tín và cs., 2022, Giang, N. B. và cs., 2023) 70

Hình 3.7. Khối lượng CTR qua hệ thống thu hồi tại vùng Huế mở rộng (Trần Ngọc Tuấn và cs, 2021)..... 73

Hình 3.8. Sơ đồ dòng CTR vùng Huế mở rộng (tấn/năm) (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021) 75

Hình 3.9. Bản đồ phân bố các nghiên cứu điển hình WFD trên thế giới (GIZ, 2023)..... 76

Hình 3.10. Kết quả sơ đồ WFD của RTN tại Niamatpur, Bangladesh (GIZ, 2025)..... 79

Hình 4.1. Khung phân tích quản lý tổng hợp CTR bền vững sử dụng bộ chỉ số đánh giá và đối sánh hiệu quả QLCTR (WABI) (Wilson và cs., 2015) 90

Hình 4.2. Ví dụ kết quả biểu đồ radar của WABI tại thành phố Taian, Shandong, Trung Quốc (Whiteman và cs., 2019) 104

Hình 4.3. Sơ đồ radar các chỉ số đánh giá hệ thống QLCTR theo WABI (Hoàng Công Tín và cs., 2025) 111

Hình 5.1. Mô hình tích hợp dữ liệu của 3 công cụ WaCT, WFD và WABI.... 115

Hình 5.2. Sơ đồ quy trình các bước tích hợp WaCT – WFD – WABI .. 116

Hình 6.1. Sơ đồ WaCT dòng CTRĐT của thành phố Huế năm 2024 (Hoàng Công Tín và cs., 2025) 130

Hình 6.2. Sơ đồ dòng CTRSH trên địa bàn nghiên cứu (tấn/năm) (Hoàng Công Tín và cs., 2025) 133

Hình 6.3. Sơ đồ dòng rác thải nhựa trên địa bàn nghiên cứu (tấn/năm) (Hoàng Công Tín và cs., 2025) 138

BỐI CẢNH VÀ CƠ SỞ LÝ LUẬN ÁP DỤNG CÁC CÔNG CỤ TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN

1.1. Bối cảnh toàn cầu và Việt Nam về quản lý chất thải rắn và rác thải nhựa

1.1.1. Bối cảnh toàn cầu về quản lý chất thải rắn và rác thải nhựa

Xu hướng phát triển và thực trạng QLCTR toàn cầu

Sự gia tăng khối lượng chất thải rắn (CTR) do sự phát triển đô thị, quá trình công nghiệp hóa, dân số gia tăng và tiêu dùng đã trở thành vấn đề môi trường mang tính toàn cầu. Wilson và Scheinberg (2010) chỉ ra rằng mô hình quản lý CTR (QLCTR) đã chuyển từ giai đoạn “*kỹ thuật thuần túy*” (technical fix) sang “*quản lý chất thải tổng hợp và bền vững*” (Integrated Sustainable Waste Management - ISWM). Cách tiếp cận ISWM nhấn mạnh 3 trụ cột kỹ thuật (thu gom - xử lý - tái sử dụng tài nguyên) cùng 3 chiến lược quản trị (bao trùm xã hội, bền vững tài chính và thể chế hiệu quả). Mô hình này trở thành khung tham chiếu cho các đô thị trên thế giới trong quá trình xây dựng hệ thống quản lý CTR hiện đại.

Theo Ngân hàng Thế giới, khối lượng CTRĐT toàn cầu năm 2016 đạt 2,01 tỷ tấn, tương đương 0,74 kg/người/ngày và dự kiến tăng lên 3,40 tỷ tấn vào năm 2050 - tức tăng khoảng 70% (Kaza và cs., 2018). Trong đó, 33% khối lượng CTR toàn cầu không được xử lý an toàn, chủ yếu xử lý bằng chôn lấp hoặc đốt lộ thiên, gây ô nhiễm đất, nước ngầm và phát thải khí nhà kính (World Bank, 2018). Lĩnh vực QLCTR đóng góp khoảng 1,6 tỷ tấn CO₂ tương đương/năm, chiếm tỷ lệ đáng kể trong tổng phát thải toàn cầu (World Bank, 2018).

Đáng chú ý, sự phân hóa về năng lực QLCTR giữa các khu vực là rất lớn: các quốc gia có thu nhập cao chiếm 16% dân số nhưng phát sinh tới 34% tổng lượng CTR, trong khi các nước đang phát triển - đặc biệt ở châu

Phi và Nam Á - vẫn xử lý phần lớn CTR bằng hình thức không kiểm soát, hệ thống thu gom còn hạn chế, chỉ bao phủ khoảng 60 - 70% dân số đô thị và dưới 40% dân số nông thôn (World Bank, 2018; Ferronato & Torretta, 2019).

Wilson (2023) cho rằng thập kỷ 2020 - 2030 đánh dấu sự chuyển dịch toàn cầu từ mô hình “*quản lý chất thải*” sang “*quản lý tài nguyên và chất thải (WaRM)*”, hướng đến kinh tế tuần hoàn và không rác thải (Zero Waste). Mục tiêu không chỉ dừng lại ở việc giảm lượng rác mà còn tái cấu trúc chuỗi giá trị vật liệu - năng lượng, coi CTR là “*nguồn tài nguyên thứ cấp*” cho phát triển bền vững.

1.1.2. Quản lý chất thải rắn nói chung và rác thải nhựa nói riêng ở Việt Nam

Trong bối cảnh ô nhiễm nhựa đang trở thành một trong những thách thức môi trường toàn cầu nghiêm trọng nhất, Việt Nam đã ban hành hàng loạt chính sách nhằm tăng cường hiệu quả quản lý chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) và RTN. Chỉ thị số 41/CT-TTg ngày 01/12/2020 của Thủ tướng Chính phủ đã xác định rõ RTN là vấn đề cấp bách, yêu cầu các bộ, ngành và địa phương triển khai các biện pháp đồng bộ nhằm giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế nhựa, đồng thời thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực môi trường. Tiếp đó, Quyết định số 1316/QĐ-TTg ngày 22/7/2021 phê duyệt Đề án “*Tăng cường công tác quản lý chất thải nhựa tại Việt Nam*” đã đặt ra mục tiêu quốc gia đến năm 2030 giảm đáng kể tỷ lệ sử dụng sản phẩm nhựa dùng một lần (NDIL) và bao bì nhựa khó phân hủy, đồng thời nâng cao tỷ lệ thu gom và tái chế RTN (Thủ tướng Chính phủ, 2021).

Một bước tiến quan trọng trong hoàn thiện khung pháp lý là việc ban hành Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 và Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/01/2022, trong đó quy định chi tiết các nội dung QLCTR theo hướng phân loại tại nguồn, giảm chôn lấp và tăng cường tái chế - thu hồi năng lượng. Các văn bản này đã chuyển đổi tư duy quản lý từ “*thu gom và xử lý*” sang “*ngăn ngừa, phân loại và tái tạo giá trị tài nguyên từ chất thải*”, khẳng định vai trò của công cụ kinh tế trong quản

lý môi trường, đặc biệt thông qua nguyên tắc “*người gây ô nhiễm phải trả tiền*” (Thủ tướng Chính phủ, 2022a). Đồng thời, Quyết định số 318/QĐ-TTg ngày 08/3/2022 về Bộ tiêu chí quốc gia xây dựng nông thôn mới đã đưa quản lý chất thải, vệ sinh môi trường và thu gom rác thải trở thành chỉ số bắt buộc, thể hiện cách tiếp cận tổng hợp giữa phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường (Thủ tướng Chính phủ, 2022b).

Tổng thể, hệ thống chính sách này phản ánh sự chuyển hướng mạnh mẽ của Việt Nam trong giai đoạn hậu 2020, từ QLCTR theo hướng hành chính - kỹ thuật sang quản lý dựa trên vòng đời vật chất, công cụ kinh tế và cơ chế thị trường, nhằm đạt mục tiêu dài hạn về phát triển bền vững, giảm thiểu ô nhiễm nhựa và tiến tới nền kinh tế tuần hoàn không rác thải.

1.1.3. Khủng hoảng rác thải nhựa toàn cầu và trong nước

Nhựa, đặc biệt là ND1L đã trở thành tâm điểm của cuộc khủng hoảng môi trường toàn cầu. Theo nghiên cứu của Jambeck và cs. (2015), năm 2010 có khoảng 275 triệu tấn RTN được tạo ra tại 192 quốc gia, trong đó 4,8 - 12,7 triệu tấn đã trôi ra đại dương. Các quốc gia châu Á chiếm tỷ trọng lớn nhất trong phát thải nhựa ra đại dương, đặc biệt là Trung Quốc, Indonesia, Philippines, Việt Nam và Thái Lan. Nguyên nhân chính do tốc độ tiêu dùng cao nhưng hạ tầng QLCTR yếu kém. Nghiên cứu dự báo nếu không có cải thiện đáng kể, lượng RTN đổ ra biển có thể tăng gấp 10 lần vào năm 2025 (Jambeck và cs., 2015). Kết quả nghiên cứu về nhựa ở đáy sông Hương thành phố Huế cho thấy có sự tích lũy khá lớn, đoạn sông từ cầu Dã Viên đến cầu Chợ Dinh tích lũy 149,1 tấn RTN (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2019).

Song song đó, Geyer và cộng sự đã chỉ ra trong giai đoạn 1950 đến 2015, con người đã sản xuất 8,3 tỷ tấn nhựa, trong đó 79% đã tích lũy trong môi trường hoặc bãi chôn lấp, 12% bị đốt và chỉ 9% được tái chế. Đến năm 2050, tổng lượng nhựa tồn lưu có thể vượt 12 tỷ tấn, trở thành gánh nặng môi trường khổng lồ (Geyer và cs., 2017).

Mô hình dự báo của Lebreton & Andrady (2019) tiếp tục cho thấy xu hướng đáng lo ngại là nếu không có can thiệp chính sách toàn cầu dẫn

đến RTN quản lý không đúng cách (mismanaged plastic waste) có thể tăng lên 155 - 265 triệu tấn/năm vào năm 2060, chủ yếu tập trung ở các nước đang phát triển tại châu Á và châu Phi.

Đề ứng phó, nhiều sáng kiến quốc tế đã được triển khai:

UNEP (2018) công bố *Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability*, khuyến nghị loại bỏ ND1L bằng các công cụ pháp lý, thuế môi trường và thay thế vật liệu sinh học.

EU (2019) thông qua *Chỉ thị số 2019/904*, cấm sản phẩm ND1L và nâng tỷ lệ tái chế lên 55% vào năm 2030.

ASEAN (2021) triển khai *Kế hoạch hành động khu vực về giảm RTN biển 2021 - 2025*, hướng đến giảm 75% RTN đại dương vào năm 2025.

OECD (2022) ban hành báo cáo *Global Plastics Outlook*, nhấn mạnh cần mở rộng Trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR) và định giá các-bon cho chuỗi vòng đời nhựa.

UNEP (2023) trong báo cáo *Turning off the Tap* đặt mục tiêu giảm 80% ô nhiễm nhựa vào năm 2040 thông qua kinh tế tuần hoàn toàn cầu.

Những hành động này phản ánh sự đồng thuận toàn cầu hướng tới “No Plastics in Nature by 2030”, đồng thời khẳng định vai trò trung tâm của kinh tế tuần hoàn trong quản lý vật liệu nhựa.

Thách thức và định hướng tương lai trong QLCTR và RTN

Mặc dù có nhiều tiến bộ về nhận thức và chính sách, các quốc gia đang phát triển vẫn phải đối mặt với những rào cản lớn. Theo Ferronato và Torretta (2019), hơn 90% lượng CTR tại các nước thu nhập thấp vẫn bị chôn lấp hoặc đốt lộ thiên, gây ô nhiễm không khí, đất và nguồn nước nghiêm trọng. Chi phí dành cho QLCTR chiếm khoảng 20 ngân sách đô thị, song vẫn không đủ để bao phủ dịch vụ thu gom cho toàn bộ dân số (World Bank, 2018).

Wilson và Scheinberg (2010) chỉ ra rằng việc chuyển giao các công nghệ “hiện đại” từ phương Tây như xe ép rác tự động hay lò đốt chất thải không phù hợp với đặc điểm rác hữu cơ chiếm tỷ trọng cao (60 - 70%) và khí hậu nhiệt đới ẩm. Do đó, các giải pháp “vừa sức, thích ứng và có tính bao trùm” cần được ưu tiên. Đặc biệt, khu vực phi chính thức

(người nhặt rác, các cơ sở tái chế nhỏ) là thành phần không thể thiếu trong hệ thống kinh tế tuần hoàn đô thị, đóng góp hàng triệu tấn vật liệu tái chế mỗi năm và giúp tiết kiệm hàng tỷ USD chi phí công ích (Wilson & Scheinberg, 2010).

Wilson (2023) cho rằng giai đoạn 2025 - 2035 là “*thập kỷ chuyển đổi hệ thống*” trong QLCTR và RTN, với 4 hướng đi chiến lược:

- Tăng cường năng lực thể chế và tài chính cho các đô thị, đảm bảo dịch vụ thu gom và xử lý toàn diện.

- Thúc đẩy mô hình sản xuất - tiêu dùng bền vững, giảm ND1L, tăng tỷ lệ tái sử dụng.

- Hợp tác quốc tế và tiêu chuẩn hóa dữ liệu CTR, hỗ trợ việc đàm phán và giám sát *Hiệp ước Toàn cầu về Ô nhiễm Nhựa* (Global Plastics Treaty).

- Giáo dục cộng đồng và thay đổi hành vi tiêu dùng, coi “*rác là tài nguyên*”, hướng đến mục tiêu Zero Waste.

Các định hướng này gắn liền với việc thực hiện Mục tiêu Phát triển Bền vững của Liên hợp quốc (SDGs), đặc biệt là SDG 11 (Thành phố bền vững), SDG 12 (Sản xuất - tiêu dùng có trách nhiệm) và SDG 13 (Hành động vì khí hậu).

1.2. Phân loại chất thải rắn tại nguồn và định hướng công nghệ xử lý phù hợp

Công tác phân loại CTRSH tại nguồn là nền tảng cốt lõi của hệ thống QLCTR hiện đại, được cụ thể hóa trong Công văn số 9368/BTNMT-KSONMT ngày 02/11/2023 của Bộ Tài nguyên và Môi trường (nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường). Theo hướng dẫn kỹ thuật này, CTRSH phải được phân loại thành 3 nhóm: (1) chất thải có khả năng tái sử dụng, tái chế; (2) chất thải thực phẩm; và (3) chất thải còn lại, bao gồm rác công kênh và rác nguy hại phát sinh từ hộ gia đình. Quy định này không chỉ hướng đến việc nâng cao hiệu quả thu gom và xử lý, mà còn nhằm tối ưu hóa chuỗi giá trị tái chế và giảm tải cho các cơ sở xử lý cuối cùng. Thời hạn bắt buộc triển khai phân loại CTRSH từ hộ gia đình và cá nhân được quy

định chậm nhất vào ngày 31/12/2024, đánh dấu bước chuyển từ giai đoạn thí điểm sang giai đoạn thực thi bắt buộc theo luật định.

Song song với đó, Công văn số 1760/BNMT-MT ngày 06/5/2025 đã định hướng rõ việc lựa chọn mô hình và công nghệ xử lý CTR phù hợp với điều kiện địa lý - kinh tế của từng vùng. Tại khu vực đô thị, nơi có mật độ dân cư cao và khối lượng rác phát sinh lớn, mô hình xử lý tập trung cấp tỉnh hoặc liên xã được ưu tiên, với các công nghệ hiện đại như đốt thu hồi năng lượng, đồng xử lý trong lò nung xi măng, hoặc tái chế vật liệu. Ngược lại, ở khu vực nông thôn và miền núi, nơi phân tán dân cư và chi phí vận chuyển cao, các mô hình xử lý phân tán quy mô hộ hoặc cụm hộ, như ủ rác hữu cơ tại nguồn hay tái sử dụng phụ phẩm sinh hoạt, được khuyến khích áp dụng.

Đặc biệt, công văn này cũng xác lập thứ tự ưu tiên công nghệ xử lý phân chất thải còn lại: từ các giải pháp thu hồi năng lượng (đồng xử lý, đốt phát điện, đốt thu hồi nhiệt), đến các công nghệ mới thân thiện môi trường, và cuối cùng mới là chôn lấp hợp vệ sinh. Cách tiếp cận này thể hiện tư duy quản lý theo thứ bậc ưu tiên (waste hierarchy), trong đó mục tiêu không chỉ dừng ở việc “*xử lý rác*” mà còn “*tái tạo giá trị tài nguyên*” từ rác thải. Đồng thời, các cơ sở xử lý phải đáp ứng đồng thời hai điều kiện then chốt: (i) tuân thủ quy định pháp lý và tiêu chuẩn kỹ thuật về môi trường, và (ii) đảm bảo hiệu quả kinh tế - thị trường đối với sản phẩm sau xử lý như phân compost, vật liệu tái chế, nhiệt hoặc điện năng.

Tổng hợp các văn bản hiện hành cho thấy, Việt Nam đang thiết lập một mô hình quản lý chất thải tích hợp, trong đó phân loại rác tại nguồn là tiền đề, công nghệ xử lý phù hợp là công cụ, và cơ chế tài chính - thị trường là động lực thúc đẩy. Cách tiếp cận này hướng đến mục tiêu giảm thiểu chất thải phát sinh, tối đa hóa giá trị tái chế và thu hồi tài nguyên, qua đó hiện thực hóa chiến lược kinh tế tuần hoàn và không còn RTN trong thiên nhiên đến năm 2030.

1.3. Sự cần thiết quản lý chất thải rắn dựa vào dữ liệu

Thu gom và xử lý CTRĐT hiệu quả, giảm thiểu ô nhiễm RTN là một thách thức toàn cầu, đặc biệt ảnh hưởng đến các quốc gia có thu

nhập thấp và trung bình (GIZ, 2020). Trên toàn cầu, nhiều nỗ lực đang được triển khai nhằm giảm thiểu ô nhiễm nhựa đại dương như chiến dịch làm sạch bãi biển, cấm ND1L và thúc đẩy các mô hình tái sử dụng - tái chế. Tuy nhiên, những nỗ lực này là chưa đủ để các quốc gia đạt được các mục tiêu Phát triển Bền vững (SDGs), điển hình Mục tiêu SDG 11.6 về giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường tính trên đầu người của các thành phố; Mục tiêu SDG 12.5 về giảm đáng kể lượng chất thải phát sinh thông qua phòng ngừa, giảm thiểu, tái chế và tái sử dụng; và Mục tiêu SDG 14.1 về ngăn chặn và giảm đáng kể ô nhiễm biển từ các hoạt động trên đất liền, bao gồm RTN và sự phú dưỡng hóa. Bước quan trọng đầu tiên là cần hiểu rõ hệ thống và thực tiễn quản lý CTRĐT, đặc biệt là những khâu có nguy cơ làm thất thoát RTN ra môi trường, từ đó xác định các khu vực ưu tiên để can thiệp một cách có hiệu quả (GIZ, 2020).

Một hệ thống thu thập dữ liệu thực tế được đầu tư đúng mức sẽ nâng cao đáng kể hiệu quả của công tác QLCTR và nỗ lực kiểm soát ô nhiễm nhựa. Nguồn dữ liệu này cung cấp thông tin đầu vào thiết yếu cho mọi giai đoạn, bao gồm lập kế hoạch, giám sát và đánh giá kết quả. Nó cũng cho phép phân tích và phát triển các kịch bản định hướng tương lai, so sánh các hệ quả tiềm ẩn. Đây là cơ sở vững chắc cho việc hoạch định chiến lược, điều chỉnh chính sách và nhân rộng các mô hình thành công (Whiteman và cs., 2023). Thông tin chính xác về khối lượng và thành phần CTR giúp chính quyền địa phương lựa chọn công nghệ phù hợp, tối ưu hóa vận chuyển, xây dựng và theo dõi mục tiêu giảm lượng chất thải chôn lấp, đồng thời thích ứng với xu hướng thay đổi trong phát sinh chất thải, đặc biệt trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và gia tăng dân số. Bên cạnh đó, dữ liệu đáng tin cậy còn hỗ trợ phân bổ ngân sách và quỹ đất hợp lý, đánh giá khách quan các lựa chọn công nghệ, cũng như xác định các đối tác chiến lược như doanh nghiệp tư nhân hoặc các tổ chức phi chính phủ để nâng cao hiệu quả cung cấp dịch vụ QLCTR (Sambyal, 2023).

Tuy nhiên, tình trạng thiếu dữ liệu cập nhật và chi tiết là thực tế phổ biến trong QLCTR, đặc biệt ở các đô thị thuộc các nước đang phát triển. Khoảng trống dữ liệu này có thể trở thành rào cản cho hành động, hoặc tệ hơn, dẫn đến những quyết định sai lệch dựa trên các giả định không chính xác (Wilson và cs., 2015). Giữa các địa phương khác nhau,

việc thu thập dữ liệu cũng thường rời rạc và thiếu nhất quán về phương pháp, thường thiếu độ tin cậy, chủ yếu dựa trên các ước tính đã lỗi thời và dữ liệu thiếu cập nhật (Sambyal, 2023). Bên cạnh đó, việc thiếu một phương pháp chuẩn hóa để xây dựng bộ kiểm kê chất thải toàn diện khiến cho bức tranh tổng thể về vấn đề này trở nên mơ hồ và thiếu đầy đủ. Khoảng trống dữ liệu này càng làm gia tăng khó khăn trong việc thiết kế và triển khai các chính sách, gây ra thách thức lớn cho các cơ quan quản lý trong nỗ lực giải quyết ô nhiễm nhựa và các vấn đề chất thải khác.

Để giải quyết thách thức về thiếu dữ liệu, nhiều tổ chức và cá nhân đã đề xuất các phương pháp và công cụ khác nhau với những trọng tâm và ưu nhược điểm khác nhau:

Waste Wise Cities Tool (WaCT) được Chương trình Định cư Con người Liên hợp quốc viết tắt là UN-Habitat giới thiệu lần đầu vào năm 2018, trong khuôn khổ sáng kiến *Waste Wise Cities*, nhằm hỗ trợ các thành phố thu thập dữ liệu định lượng đáng tin cậy về khối lượng chất thải phát sinh, tỷ lệ thu gom, xử lý an toàn và thất thoát ra môi trường. Công cụ này gồm 7 bước hướng dẫn chi tiết, giúp thành phố đánh giá tiến độ thực hiện Chỉ tiêu Phát triển bền vững SDG 11.6.1 liên quan đến QLCTR.

Waste Flow Diagram (WFD) được Cơ quan Hợp tác Phát triển Đức (GIZ) và Đại học Leeds (Vương quốc Anh) phát triển từ năm 2019, như một công cụ trực quan mô tả dòng chảy của chất thải từ nguồn phát sinh đến thu gom, xử lý, cũng như các điểm thất thoát ra môi trường. WFD sử dụng phương pháp đánh giá nhanh (rapid assessment) và sơ đồ Sankey thể hiện tỷ lệ rác được kiểm soát, tái chế, hoặc bị thất thoát ra môi trường, đặc biệt hữu ích trong đánh giá ô nhiễm nhựa và hiệu quả hệ thống quản lý rác đô thị.

WasteAware Benchmark Indicators (WABI) là bộ chỉ số chuẩn hóa quốc tế do nhóm nghiên cứu của Đại học Leeds, Đại học Imperial College London và UN-Habitat phát triển, công bố trong bài báo khoa học của Wilson và cs. (2015) trên *Waste Management*. WABI được xây dựng trên khung Quản lý tổng hợp chất thải rắn (ISWM), gồm 2 nhóm chỉ số chính: nhóm *kỹ thuật* (thu gom, xử lý, tái chế) và nhóm *quản trị* (tính bao trùm, bền vững tài chính, thể chế và chính sách). Bộ công cụ này

cho phép so sánh hiệu quả QLCTR giữa các thành phố, bất kể mức thu nhập, và được coi là nền tảng quan trọng để theo dõi, đánh giá, cũng như định hướng cải thiện hệ thống QLCTR toàn cầu.

Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN) phối hợp với Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP) đã phát triển công cụ *Plastic Hotspotting* vào năm 2020, nằm trong khuôn khổ UNEP-IUCN National Guidance for Plastic Pollution Hotspotting and Shaping Action. Công cụ này giúp xác định “điểm nóng” phát sinh và thất thoát nhựa theo chuỗi vòng đời sản phẩm (sản xuất - tiêu dùng - thải bỏ - thất thoát), từ đó đề xuất hành động ưu tiên giảm thiểu ô nhiễm nhựa theo cách có mục tiêu và hiệu quả hơn (Pucino và cs., 2020).

The Spatio-temporal quantification of Plastic pollution Origins and Transportation (SPOT) model là mô hình định lượng dựa trên hệ thống thông tin địa lý (GIS), được viết bằng ngôn ngữ R, cho phép mô phỏng không gian - thời gian sự phát sinh, vận chuyển và phân bố ô nhiễm nhựa trên toàn cầu. SPOT có thể xác định các “điểm nóng” ô nhiễm nhựa ở nhiều quy mô - từ toàn cầu đến khu vực - tùy theo dữ liệu đầu vào, và đã được ứng dụng thử nghiệm toàn cầu (Manzoni và cs., 2022).

Plastic Pollution Calculator (PPC) là công cụ định lượng do Hiệp hội Quản lý Chất thải Quốc tế (ISWA - International Solid Waste Association) phối hợp với Đại học Leeds (Vương quốc Anh) phát triển năm 2020, nhằm giúp các chính quyền đô thị và tổ chức quản lý môi trường ước tính và lập bản đồ lượng thất thoát nhựa từ hệ thống QLCTR ra môi trường. PPC sử dụng phân tích dòng vật chất (Material Flow Analysis) để mô hình hóa đường đi của các sản phẩm nhựa sau khi trở thành rác - từ thu gom, xử lý đến thoát ra môi trường tự nhiên (đất, sông, biển). Công cụ cho phép xác định các tuyến thất thoát chính, xếp hạng mức độ ưu tiên can thiệp và thử nghiệm các kịch bản cải thiện hệ thống (ISWA, 2020).

Trong khuôn khổ tài liệu này, 3 công cụ WaCT, WFD và WABI sẽ được giới thiệu chi tiết do tính bao quát rộng hơn, tính thực hành cao hơn, và phù hợp với chức năng quản lý nhà nước ở cấp địa phương. Các công cụ khác tuy hữu ích trong phân tích chuyên sâu về dòng nhựa hoặc

mô hình vòng đời sản phẩm, nhưng thường đòi hỏi dữ liệu phức tạp, năng lực mô hình hóa cao và chỉ phù hợp với nghiên cứu quốc gia, doanh nghiệp hoặc các dự án chuyên đề về nhựa. Ngược lại, WaCT, WFD và WABI được thiết kế đơn giản, có hướng dẫn cụ thể, dễ áp dụng tại hiện trường và đã được áp dụng ở nhiều nơi trên thế giới. Chỉ trong vòng 5 năm, kể từ ngày ra đời, 39 thành phố trên thế giới và 19 thành phố tại Ai Cập đã áp dụng WABI. Với công cụ WFD, tính tới năm 2025, đã có hơn 150 thành phố sử dụng. Mạng lưới các thành phố sử dụng WaCT của UN-Habitat cũng có hơn 100 thành phố ở hơn 25 quốc gia trên thế giới. Đây cũng là 3 công cụ mà nhóm tác giả đã từng sử dụng, đúc rút các kinh nghiệm và nhận thấy tiềm năng nhân rộng thực hiện ở nhiều tỉnh, thành phố của Việt Nam.

Việc lựa chọn 3 công cụ này còn nhằm đảm bảo tính nhất quán và so sánh quốc tế về hiệu quả quản lý giữa các thành phố bất kể mức thu nhập của quốc gia đó. Điều này sẽ giúp so sánh các cách tiếp cận chính sách giữa những quốc gia có điều kiện tương đồng để tìm ra những thực hành tốt và thúc đẩy hợp tác quốc tế hướng tới bảo vệ sức khỏe cộng đồng và môi trường, tăng cường tái sử dụng tài nguyên, và cải thiện quản trị đô thị (Wilson và cs., 2015).

Chính vì những thách thức nêu trên và nhu cầu QLCTR một cách bền vững, dựa trên dữ liệu, 3 công cụ WaCT, WFD và WABI sẽ lần lượt được phân tích ở các chương tiếp theo, trước khi được tích hợp trong một khung đánh giá thống nhất.

CÔNG CỤ THÀNH PHỐ QUẢN LÝ CHẤT THẢI THÔNG MINH (WaCT)

2.1. Tổng quan về công cụ Thành phố quản lý chất thải thông minh (WaCT)

2.1.1. Bối cảnh ra đời công cụ WaCT

Trong bối cảnh khủng hoảng chất thải gia tăng, Liên hợp quốc đã đóng vai trò trung tâm trong việc thiết lập các tiêu chuẩn đo lường và báo cáo toàn cầu. Chương trình Định cư Con người Liên hợp quốc (UN-Habitat) là cơ quan đầu mối của Chỉ số Phát triển bền vững (SDG) 11.6.1 và chỉ số này được hiểu là *"Tỷ lệ chất thải rắn đô thị được thu gom và xử lý có kiểm soát trên tổng lượng chất thải rắn đô thị phát sinh của thành phố"*. UN-Habitat đã xác định nhu cầu cần có một phương pháp thống nhất, khả thi và có thể áp dụng toàn cầu, đặc biệt cho các thành phố chưa có hệ thống dữ liệu chuẩn.

Từ năm 2018 đến 2020, UN-Habitat phối hợp cùng các chuyên gia của Wasteaware, Eawag và Đại học Leeds để phát triển một bộ công cụ Thành phố quản lý chất thải thông minh - Waste Wise Cities Tool (WaCT). Sự ra đời của WaCT nhằm giải quyết thách thức trong giám sát và báo cáo chỉ tiêu SDG 11.6.1 một cách thống nhất. WaCT là kết quả của nỗ lực chuẩn hóa phương pháp thu thập và phân tích dữ liệu CTRĐT, đảm bảo tính tương thích với các hệ thống thống kê toàn cầu. WaCT không chỉ là một công cụ kỹ thuật mà còn cung cấp dữ liệu sơ cấp đáng tin cậy, làm cơ sở cho việc xây dựng chiến lược QLCTR dựa trên dữ liệu, giúp các đô thị chuyển hướng từ *"quản lý rác thải"* sang *"quản lý tài nguyên"*, thúc đẩy phát triển nền kinh tế tuần hoàn và đô thị bền vững. Do đó, WaCT đã trở thành công cụ không chỉ phục vụ giám sát SDG mà còn thúc đẩy đổi mới chính sách và

đầu tư thực tế, hướng tới mục tiêu “*thành phố sạch và thông minh về quản lý chất thải rắn*” (UN-Habitat, 2020).

2.1.2. Mục tiêu chính của công cụ WaCT

Mục tiêu chính của việc áp dụng công cụ WaCT là nhằm hỗ trợ các thành phố thực hiện các nội dung:

2.1.2.1. Đánh giá hiệu suất và nâng cao tính bền vững trong quản lý chất thải

Mục tiêu cốt lõi của WaCT là đánh giá hiệu suất hệ thống QLCTR thông qua việc thu thập, phân tích và đối chiếu dữ liệu sơ cấp được thực hiện theo 7 bước được chuẩn hóa. Phương pháp này cho phép xác định chính xác khối lượng, dòng CTR và tỷ lệ chất thải được thu gom, xử lý, tái chế hoặc thất thoát ra môi trường. Dữ liệu thu thập được không chỉ dùng để báo cáo chỉ số SDG 11.6.1, mà còn cung cấp cơ sở khoa học để xây dựng và hoàn thiện hệ thống quản lý CTRĐT phù hợp với điều kiện thực tế của từng địa phương.

Với việc yêu cầu thu thập dữ liệu sơ cấp tại thực địa và đánh giá định tính về kiểm soát môi trường, WaCT đảm bảo tính toàn vẹn, khách quan và phản ánh hiện trạng thực tế tại địa phương - đặc biệt quan trọng đối với các đô thị đang phát triển hoặc thiếu hệ thống dữ liệu chính thức.

2.1.2.2. Tăng cường năng lực hoạch định chính sách và ra quyết định dựa trên bằng chứng

Một trong những mục tiêu trọng yếu của công cụ WaCT là tăng cường năng lực ra quyết định dựa trên bằng chứng cho các đô thị. Trong bối cảnh nhiều thành phố còn thiếu dữ liệu chi tiết về khối lượng phát sinh, thành phần và dòng CTR, việc xây dựng chính sách quản lý hiệu quả thường gặp nhiều hạn chế. WaCT khắc phục vấn đề này bằng cách cung cấp các chỉ số định lượng và định tính có độ tin cậy cao, cho phép xác định các điểm nghẽn trong hệ thống, đánh giá mức độ bao phủ dịch vụ thu gom, xác định tỷ lệ thất thoát, từ đó hỗ trợ ưu tiên đầu tư và phân bổ nguồn lực một cách khoa học và hiệu quả hơn.

Bên cạnh đó, dữ liệu được cung cấp bởi WaCT đóng vai trò nền tảng trong việc xây dựng kế hoạch hành động và chiến lược quản lý tài

nguyên - chất thải ở cả cấp đô thị và quốc gia. Nguồn dữ liệu này giúp đảm bảo sự gắn kết và hài hòa giữa các mục tiêu về bảo vệ môi trường, phát triển kinh tế và tiến bộ xã hội, hướng tới một hệ thống QLCTR toàn diện, bền vững và có cơ sở khoa học.

2.1.2.3. Cầu nối cho đầu tư và kinh tế tuần hoàn

WaCT giữ vai trò cầu nối quan trọng giữa dữ liệu, chính sách và đầu tư, góp phần chuyển hóa các thách thức môi trường phức tạp thành các chỉ số hiệu suất định lượng, minh bạch và có thể so sánh được. Thông qua hệ thống dữ liệu được thu thập và được chuẩn hóa, WaCT cung cấp bằng chứng thực tiễn phục vụ cho quá trình đánh giá rủi ro, tính khả thi và hiệu quả đầu tư của các dự án quản lý CTRĐT. Nhờ đó, công cụ này trở thành nguồn thông tin đáng tin cậy giúp các thành phố huy động nguồn tài chính xanh, tiếp cận các quỹ hỗ trợ quốc tế và phát triển hạ tầng quản lý CTRĐT quy mô lớn theo hướng bền vững.

Ngoài khía cạnh tài chính, WaCT còn đóng góp tích cực vào việc thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn. Thông qua việc xác định chuỗi thu hồi tài nguyên và nhận diện các chủ thể tham gia, bao gồm cả khu vực phi chính thức, công cụ này hỗ trợ quá trình chính thức hóa hoạt động tái chế, tăng cường sự minh bạch và công bằng trong chuỗi giá trị chất thải. Cách tiếp cận này không chỉ giúp tạo việc làm và cải thiện sinh kế cho người lao động, mà còn nâng cao giá trị kinh tế của các dòng vật liệu tái sử dụng và tái chế, góp phần hướng tới một hệ thống QLCTR vừa hiệu quả về môi trường, vừa bền vững về kinh tế - xã hội.

2.1.2.4. Liên kết đa chiều với các Mục tiêu Phát triển Bền vững

Mặc dù được thiết kế chủ yếu nhằm đo lường và hỗ trợ thực hiện chỉ tiêu SDG 11.6.1 về giảm thiểu tác động môi trường của đô thị, công cụ WaCT có phạm vi ảnh hưởng rộng hơn, thể hiện khả năng liên kết đa chiều với nhiều Mục tiêu Phát triển Bền vững khác của Liên hợp quốc.

Trước hết, WaCT góp phần trực tiếp vào SDG 12 - Sản xuất và Tiêu dùng bền vững, thông qua việc cung cấp dữ liệu định lượng chi tiết về khối lượng phát sinh, thành phần và xử lý CTR, cho phép theo dõi và đánh giá tiến độ thực hiện SDG 12.5 (giảm thiểu lượng chất thải phát sinh nhờ giảm thiểu, tái chế và tái sử dụng) cũng như SDG 12.3 (giảm

thất thoát và lãng phí thực phẩm). Các thông tin này giúp định hướng chính sách nhằm chuyển đổi sang mô hình tiêu dùng - sản xuất có trách nhiệm, phù hợp với xu thế kinh tế tuần hoàn.

Đối với SDG 14.1 - Giảm ô nhiễm biển, WaCT và công cụ hỗ trợ WFD cho phép định lượng dòng thất thoát nhựa ra môi trường, qua đó cung cấp bằng chứng định lượng phục vụ các sáng kiến hợp tác quốc tế như Chương trình Đối tác Toàn cầu về RTN đại dương (GPML), Dự án “*Giảm thiểu RTN đại dương*” do WWF-Việt Nam triển khai tại 9 tỉnh thành phố ở Việt Nam. Đây là đóng góp quan trọng giúp kết nối nỗ lực QLCTR trên đất liền với mục tiêu bảo vệ tài nguyên biển.

Ngoài ra, WaCT cũng góp phần thúc đẩy SDG 8 - Tăng trưởng kinh tế và việc làm bền vững, thông qua việc hỗ trợ chính thức hóa khu vực tái chế phi chính thức và tạo cơ hội sinh kế ổn định cho người lao động trong chuỗi thu hồi tài nguyên. Bằng cách làm rõ vai trò và giá trị kinh tế của các chủ thể tham gia, WaCT giúp thúc đẩy công bằng xã hội và gia tăng giá trị trong chuỗi tái chế.

Cuối cùng, WaCT đóng vai trò như một nền tảng hợp tác nhiều bên hướng tới SDG 17 - Quan hệ đối tác vì mục tiêu. Thông qua việc cung cấp bộ dữ liệu thống nhất, minh bạch và so sánh được giữa các đô thị, công cụ này tạo điều kiện để các thành phố, tổ chức phát triển, khu vực tư nhân và nhà tài trợ quốc tế cùng hợp tác trong thiết kế, triển khai và giám sát các giải pháp quản lý CTRĐT bền vững.

Nhờ đó, WaCT không chỉ là công cụ kỹ thuật cho giám sát chỉ tiêu SDG, mà còn tạo tiền đề thúc đẩy sự gắn kết chính sách, kinh tế và xã hội, góp phần xây dựng các đô thị bền vững, toàn diện và có khả năng thích ứng tốt với các thách thức môi trường toàn cầu.

2.2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp tiếp cận của WaCT

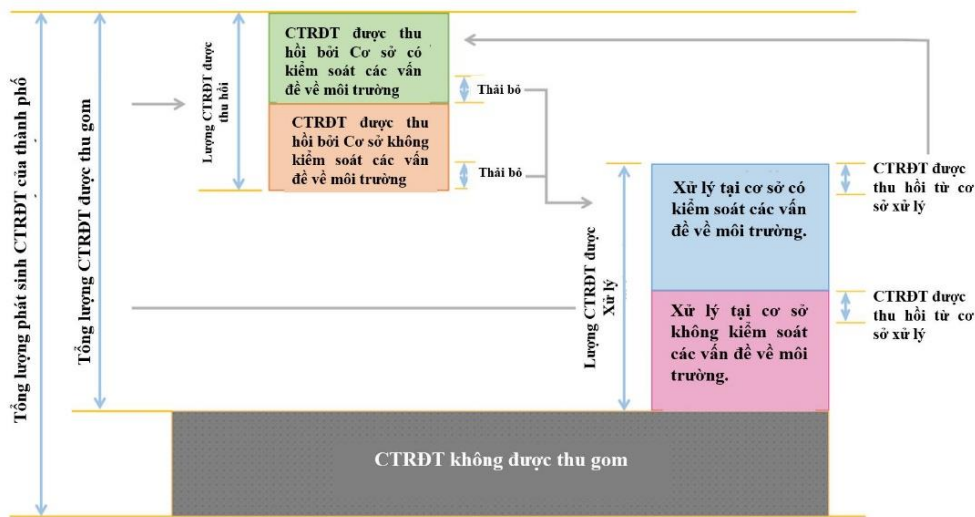
WaCT được thiết kế theo hướng hệ thống tích hợp nhiều tầng dữ liệu, nhằm đảm bảo kết quả cuối cùng (tỷ lệ CTRĐT được thu gom và xử lý có kiểm soát) phản ánh đầy đủ về định lượng dòng CTR và định tính về mức độ kiểm soát của các đơn vị thu gom và xử lý CTR.

Phương pháp luận của WaCT dựa trên 3 thành phần chính, được trình bày ở các mục sau đây:

2.2.1. Tiếp cận dòng vật chất (Material flow approach)

Để định lượng Chỉ số SDG 11.6.1 đô thị, WaCT phân tích chi tiết dòng chất thải từ công đoạn phát sinh - thu gom - thu hồi/tái chế - xử lý - thoát thoát. Mỗi công đoạn được lượng hóa bằng khối lượng (tấn/ngày) và tỷ lệ phần trăm của tổng dòng. Mục tiêu của cách tiếp cận này là:

- Đo lường và đánh giá hiệu suất thu gom và xử lý CTR của hệ thống QLCTR và có thể dùng để so sánh giữa các thành phố với nhau khi áp dụng cùng một sơ đồ dòng CTR.
- Phát hiện được tỷ lệ thất thoát CTR và RTN ở từng giai đoạn trong dòng CTR, tránh bỏ sót CTR “ngoài hệ thống”.
- Nhận diện được “điểm nghẽn” trong hoạt động thu gom, xử lý CTR.



Hình 2.1. Mô hình dòng chất thải rắn sinh hoạt thành phố (UN-Habitat, 2020)

Mô hình dòng CTRĐT được trình bày ở Hình 2.1, minh họa các thành phần chính của hệ thống QLCTR và mối quan hệ giữa chúng với các thành phần cụ thể như sau:

- *CTRĐT phát sinh*: Tổng khối lượng CTRĐT được tạo ra trong thành phố, bao gồm CTR từ hộ gia đình và các nguồn phi hộ gia đình (thương mại, dịch vụ, công cộng, công sở, trường học,...).

- *CTRĐT được thu gom*: Tổng khối lượng CTRĐT phát sinh được thu gom vận chuyển đến các cơ sở thu hồi/tái chế hoặc cơ sở xử lý.

- *CTRĐT không được thu gom (Leakage)*: Phần còn lại của CTRĐT phát sinh mà không được thu gom: rác bị đổ trộm, đốt lộ thiên, chôn dưới đất hoặc trôi ra sông - biển.

- *CTRĐT được thu hồi (Recovery)*: Lượng CTRĐT được đưa vào các cơ sở có chức năng sử dụng rác thải làm nguyên liệu đầu vào để sản xuất các sản phẩm tái chế hoặc các cơ sở thu hồi năng lượng từ rác.

- *CTRĐT được xử lý (Disposal)*: Lượng CTRĐT được đưa vào các cơ sở xử lý cuối cùng mà tại đó mục đích chính không phải tái chế hay thu hồi năng lượng từ CTR. Các loại hình xử lý này bao gồm: bãi chôn lấp CTRĐT, lò đốt rác không thu hồi năng lượng.

WaCT sử dụng các công thức sau để định lượng dòng vật chất:

Chỉ số SDG 11.6.1 được tính bằng công thức:

$$SDG\ 11.6.1 = \frac{\text{Khối lượng CTRĐT thu hồi tại cơ sở có kiểm soát} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}}\right)}{\text{Khối lượng CTRĐT phát sinh} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}}\right)} \times 100\% \quad (1)$$

Công thức này được chia thành 2 chỉ số phụ

- *Tỷ lệ thu gom*:

$$SDG\ 11.6.1.\ a = \frac{\text{Khối lượng CTRĐT được thu gom} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}}\right)}{\text{Khối lượng CTRĐT phát sinh} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}}\right)} \times 100\% \quad (2)$$

- *Tỷ lệ được quản lý có kiểm soát*:

$$SDG\ 11.6.1.\ b = \frac{\text{Khối lượng CTRĐT thu hồi tại cơ sở có kiểm soát} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}}\right)}{\text{Khối lượng CTRĐT phát sinh} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}}\right)} \times 100\% \quad (3)$$

2.2.2. Đánh giá mức độ kiểm soát (Control ladder approach)

Việc thống kê và báo cáo khối lượng CTRĐT được xử lý, dù cần thiết, chưa đủ để phản ánh toàn diện hiệu quả của hệ thống quản lý CTRĐT. Một lượng lớn CTRĐT có thể đã được thu gom và đưa vào các cơ sở xử lý, song nếu các cơ sở này không được vận hành theo những

tiêu chuẩn kỹ thuật và kiểm soát môi trường tối thiểu, thì bản thân quá trình xử lý đó vẫn có thể gây ra các tác động tiêu cực đối với đất, nước, không khí và sức khỏe cộng đồng.

Bảng 2.1. Thang kiểm soát đánh giá cơ sở tiếp nhận CTRĐT
(UN-Habitat, 2020)

Mức độ kiểm soát	Đặc điểm kỹ thuật và quản lý	
	Cơ sở xử lý (Khu chôn lấp, lò đốt)	Cơ sở thu hồi (Tái chế, ủ phân, đốt rác phát điện)
1. Không kiểm soát (No control)	Rác được đổ trực tiếp ra môi trường, không có hàng rào hay kiểm soát ra vào, không có biện pháp chống ô nhiễm.	Cơ sở không đăng ký hoạt động, không có ranh giới phân biệt, không có biện pháp an toàn, vệ sinh và môi trường được áp dụng.
2. Kiểm soát hạn chế (Limited control)	Có người trông coi; có hàng rào tạm; chưa có san gạt, che phủ hay kiểm soát nước rỉ rác.	Cơ sở không đăng ký hoạt động, có ranh giới phân biệt khu vực hoạt động, nhân công có thiết bị bảo hộ.
3. Kiểm soát cơ bản (Basic control)	Có che phủ rác định kỳ, san gạt bằng máy, khu vực làm việc được xác định; có cân hoặc sổ ghi nhận; có bảo hộ lao động cơ bản.	Cơ sở có đăng ký hoạt động; có hàng rào ranh giới có thể phân biệt; nhân công có sử dụng thiết bị bảo hộ.
4. Kiểm soát cải thiện (Improved control)	Có lớp chống thấm đáy, thu gom và xử lý nước rỉ; kiểm soát khí phát sinh; phân khu ô chôn lấp; báo cáo vận hành định kỳ.	Có các biện pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường, có các biện pháp an toàn, vệ sinh, môi trường cho nhân công tại cơ sở.
5. Kiểm soát đầy đủ (Full control)	Được đăng ký/cấp phép; có kiểm soát ô nhiễm môi trường, tuân thủ theo các quy định hiện hành của Quốc gia.	Được đăng ký/cấp phép; có kiểm soát ô nhiễm môi trường, tuân thủ theo các quy định hiện hành của Quốc gia.

Để đánh giá chính xác hơn hiệu quả thực sự của hệ thống quản lý CTRĐT - không chỉ về mặt số lượng, mà còn về chất lượng quản trị và năng lực bảo vệ môi trường đô thị. Công cụ WaCT của UN-Habitat đã

phát triển một khung đánh giá riêng, tập trung vào “*mức độ kiểm soát*” (level of control) của các cơ sở tiếp nhận, thu hồi và xử lý chất thải. Cách tiếp cận này giúp phân biệt giữa “*rác được xử lý*” và “*rác được xử lý an toàn*”. Trên cơ sở đó, WaCT đưa ra hai khái niệm:

“*Cơ sở có kiểm soát*” (controlled facilities) - là các cơ sở thu hồi, xử lý CTR được vận hành với các biện pháp đảm bảo tối thiểu nhằm ngăn ngừa hoặc giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe cộng đồng. Một cơ sở được xếp vào nhóm “*có kiểm soát*” khi đáp ứng tối thiểu bậc 3 - kiểm soát cơ bản trong thang kiểm soát.

“*Thang kiểm soát*” (ladder of control) - là khung đánh giá nhằm chuẩn hóa cách xác định mức độ kiểm soát kỹ thuật - môi trường của các cơ sở tiếp nhận, thu hồi và xử lý CTR. Thang kiểm soát tập trung vào chất lượng vận hành và mức độ giảm thiểu rủi ro môi trường của cơ sở. Bảng 2.1 mô tả chi tiết năm cấp độ quản lý kỹ thuật và môi trường của cơ sở tiếp nhận CTRĐT.

Bảng 2.2. Liên kết dữ liệu WaCT với các chỉ số SDG

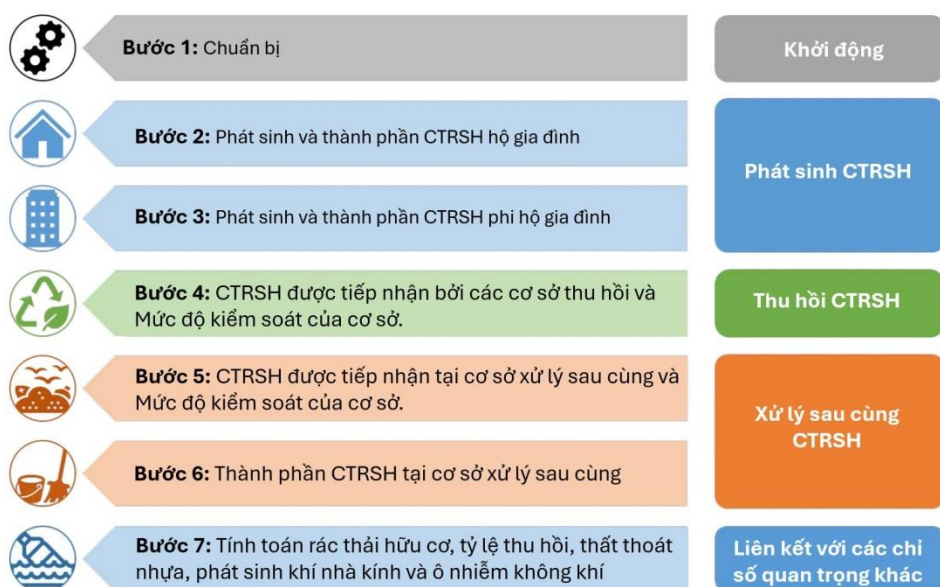
Chỉ số SDG	Tên chỉ số	Dữ liệu WaCT
12.3.1.b	Chỉ số lãng phí thực phẩm hộ gia đình.	WaCT sử dụng tổng CTRĐT phát sinh và tỷ lệ phần trăm chất thải thực phẩm để ước tính lượng lãng phí thực phẩm hộ gia đình bình quân đầu người hàng ngày.
12.5.1	Tỷ lệ thu hồi quốc gia – được áp dụng ở cấp độ thành phố.	WaCT tính tỷ lệ tổng lượng chất thải được thu hồi từ CTRĐT phát sinh. Con số này là cơ sở để đánh giá tỷ lệ phục hồi của thành phố.
12.4.2.a	Hệ số phát sinh chất thải nguy hại trên đầu người quốc gia – được áp dụng ở cấp độ thành phố.	WaCT tính tỷ lệ tổng lượng chất thải nguy hại phát sinh trong năm trên tổng dân số của thành phố trong năm đó.
14.1.1.b	Mật độ mảnh nhựa trôi nổi trong đại dương.	WaCT cung cấp dữ liệu đầu vào cho WFD để định lượng thất thoát RTN trong thành phố vào hệ thống thủy vực và môi trường.

2.2.3. Liên kết các chỉ tiêu phát triển bền vững SDG

Dữ liệu thu thập được thông qua WaCT không chỉ được dùng để tính toán chỉ số SDG 11.6.1 mà còn là đầu vào quan trọng để ước tính các chỉ số SDG liên quan khác trong Chương trình Nghị sự 2030, thể hiện tính tích hợp và khả năng ứng dụng rộng rãi của công cụ này (Bảng 2.2).

2.3. Các bước triển khai công cụ WaCT

Quy trình triển khai WaCT được tổ chức theo 7 bước tuần tự (Hình 2.2), phản ánh toàn bộ chuỗi quản lý CTRĐT, bắt đầu từ giai đoạn phát sinh cho đến thu gom, thu hồi và xử lý sau cùng.



Hình 2.2. Cấu trúc 7 bước triển khai công cụ WaCT (UN-Habitat, 2020)

2.3.1. Bước 1 - Chuẩn bị dữ liệu và kế hoạch khảo sát

Giai đoạn chuẩn bị đóng vai trò nền tảng và then chốt trong việc thiết lập khung nghiên cứu về khía cạnh hành chính, tổ chức và kỹ thuật trước khi tiến hành thu thập dữ liệu định lượng tại thực địa. Việc tuân thủ một cách nghiêm ngặt các yêu cầu trong giai đoạn này đảm bảo sự ủng hộ từ các cấp quản lý, huy động đầy đủ các nguồn lực cần thiết, từ đó nâng cao tính khả thi, dữ liệu đầu ra đáng tin cậy và có thể sử dụng cho các phân tích định lượng phục vụ quản lý đô thị bền vững.

2.3.1.1. Đảm bảo sự ủng hộ từ cấp chính quyền

Đảm bảo cam kết chính trị và thể chế là yếu tố cốt lõi trong việc triển khai WaCT tại các đô thị. UN-Habitat (2020) nhấn mạnh vai trò then chốt của sự ủng hộ từ lãnh đạo cấp cao trong chính quyền địa phương, nhằm thúc đẩy quá trình phê duyệt thủ tục, huy động nguồn lực và tạo điều kiện cho phối hợp các cơ quan, ban ngành hiệu quả trong suốt quá trình thực hiện. Trong giai đoạn này, nhóm triển khai cần chuẩn bị một bản tóm tắt rõ ràng về mục tiêu, lợi ích và ý nghĩa của WaCT đối với thành phố nhằm thể hiện được giá trị khoa học và thực tiễn của công cụ. Đồng thời, việc tổ chức các cuộc họp, hội thảo khởi động là cần thiết để giới thiệu và nhấn mạnh vai trò của bộ công cụ trong việc cải thiện quản lý môi trường đô thị, cũng như đảm bảo sự phối hợp chặt chẽ giữa các sở, ban, ngành liên quan như: môi trường, đô thị, thống kê, tài chính và doanh nghiệp công ích. Các hoạt động này đóng vai trò then chốt trong việc xây dựng sự đồng thuận và cam kết hành động trong toàn hệ thống chính quyền đô thị.

2.3.1.2. Thành lập nhóm làm việc

Để triển khai hoạt động khảo sát hiện trường, thu thập dữ liệu và tổng hợp báo cáo một cách hiệu quả, cần thành lập đội ngũ chuyên trách với các đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật như sau:

- Nhân lực chính: 2 - 3 chuyên gia có kiến thức sâu về quản lý CTRĐT và phương pháp WaCT, làm việc toàn thời gian trong khoảng 6 tuần.

- Nhân lực hỗ trợ: 20 - 30 người làm việc thực địa toàn thời gian trong vòng 8 - 10 ngày. Chia nhóm thành các tổ nhỏ gồm 2 - 3 người, mỗi tổ phụ trách khảo sát tại từng khu vực cụ thể, đồng thời chỉ định một trưởng nhóm có trách nhiệm giám sát và điều phối hoạt động khảo sát.

- Đào tạo và tập huấn: tổ chức khóa huấn luyện để giới thiệu mục tiêu, quy trình khảo sát cũng như quy trình an toàn sức khỏe môi trường và kỹ thuật thao tác lấy mẫu.

- Yêu cầu bổ sung: Đảm bảo đội ngũ khảo sát có thành viên thông thạo ngôn ngữ/tiếng địa phương tại khu vực nghiên cứu, có tính cơ động cao và được trang bị đầy đủ thiết bị bảo hộ cá nhân.

2.3.1.3. Chuẩn bị công cụ, trang thiết bị và hậu cần

Giai đoạn này bao gồm việc lập ngân sách và tổ chức nguồn lực để thuê nhóm chuyên gia, nhân lực, công cụ/thiết bị và vận chuyển/nhiên liệu cho tổng cộng khoảng 6 tuần làm việc. Đội khảo sát cần chuẩn bị đầy đủ các vật dụng và công cụ cần thiết cho việc lấy mẫu, cân, phân loại, ghi chép và vận chuyển CTR. Các dụng cụ, thiết bị cần thiết cho việc lấy mẫu và phân tích thành phần CTR được liệt kê chi tiết trong Bước 2 và Bước 6. Tất cả thiết bị phải được kiểm tra độ chính xác và an toàn sử dụng trước khi ra hiện trường và đội ngũ cần được phổ biến các quy định an toàn sức khỏe môi trường.

2.3.1.4. Xác định các bên liên quan và đối tác chính

Xác định các bên liên quan và đối tác chính là bước thiết yếu nhằm đảm bảo thu thập dữ liệu định lượng chính xác về CTRĐT phát sinh, thu gom, thu hồi và xử lý.

Phạm vi các bên liên quan bao gồm những cá nhân và tổ chức tham gia vào hệ thống quản lý CTRĐT, gồm nhà cung cấp dịch vụ, cơ quan giám sát cũng như người thụ hưởng dịch vụ.

Các bên liên quan chính gồm cơ quan chính quyền địa phương (quản lý chất thải, quy hoạch đô thị, cấp phép kinh doanh); nhà cung cấp dịch vụ thu gom chất thải chính thức và phi chính thức; các doanh nghiệp trong chuỗi giá trị như tái chế, thu hồi và xử lý CTRĐT; các tổ chức cộng đồng (CBOs), tổ chức phi chính phủ (NGOs); các cơ quan quản lý môi trường quốc gia; và các đơn vị phát sinh chất thải như hộ gia đình và phi hộ gia đình. Trong đó, bộ phận QLCTR của chính quyền thành phố giữ vai trò chủ đạo, làm cầu nối để thúc đẩy tiếp cận các đơn vị khai thác dịch vụ và các nguồn phát sinh CTR, bảo đảm sự phối hợp hiệu quả giữa các bên liên quan. Việc thiết lập và duy trì mối quan hệ đối tác này là nền tảng quan trọng cho sự thành công trong quá trình thu thập và xử lý dữ liệu CTRĐT.

2.3.1.5. Chuẩn bị kế hoạch làm việc và ngân sách

Lập kế hoạch chi tiết các hoạt động từ Bước 2 đến Bước 7 theo một lịch trình được thiết kế chi tiết trong vòng 40 ngày. Cần lưu ý nhiều hoạt động có thể được tiến hành đồng thời nhằm tối ưu hóa thời gian thực hiện.

Ngân sách dự kiến phải bao gồm các khoản chi cho nhóm chuyên gia, nhân lực huy động, thiết bị, dụng cụ, cũng như các chi phí vận chuyển.

Việc xây dựng quy trình làm việc có hệ thống và ngân sách phù hợp đảm bảo sự phối hợp hiệu quả giữa các bên liên quan, đồng thời đảm bảo tính khả thi, chất lượng của toàn bộ quá trình khảo sát và thu thập dữ liệu CTRĐT.

2.3.1.6. Thu thập dữ liệu thứ cấp

Cần thu thập các dữ liệu thống kê cơ bản để hỗ trợ việc khảo sát và tính toán bao gồm:

Dân số

Thu thập số liệu điều tra dân số chính thức của thành phố trong vòng 5 năm trở lại, nếu có thể được, phân loại theo tỷ lệ các nhóm thu nhập thấp, trung bình, cao. Nếu dữ liệu dân số cũ hơn 5 năm, cần ước tính tỷ lệ thay đổi dân số trung bình hằng năm để ước tính dân số hiện tại.

Dữ liệu giấy phép kinh doanh

Dữ liệu giấy phép kinh doanh có thể cung cấp số lượng các cơ sở kinh doanh và cơ quan trong thành phố (ví dụ: số giường bệnh tại bệnh viện, số lượng nhà hàng, số lượng phòng khách sạn, diện tích sàn của siêu thị, số học sinh tại trường học,...). Dữ liệu này rất cần thiết để ước tính phát sinh CTR từ các nguồn phi hộ gia đình.

Kiểm tra xem dữ liệu có sẵn từ văn phòng thống kê thành phố hay chính quyền địa phương trong phạm vi khảo sát không, đồng thời xác nhận dữ liệu có được cập nhật (không quá 5 năm) hay không. Nếu dữ liệu không có sẵn hoặc không cập nhật, sử dụng phương pháp đại diện để xác định mức phát sinh CTR từ nguồn phi hộ gia đình (xem Bước 3).

2.3.2. Bước 2 - Khảo sát khối lượng phát sinh và thành phần chất thải rắn sinh hoạt hộ gia đình

Khảo sát khối lượng phát sinh và thành phần CTRSH hộ gia đình là bước nền tảng quan trọng trong triển khai công cụ WaCT. Kết quả của bước này cung cấp dữ liệu trực tiếp để xác định khối lượng CTRĐT phát sinh bình quân đầu người (kg/người/ngày), tỷ lệ thành phần CTRĐT phục vụ cho phân tích sơ đồ dòng chất thải và tính toán tỷ lệ thu hồi.

2.3.2.1. Chuẩn bị

Giai đoạn chuẩn bị tập trung vào việc thiết lập kế hoạch lấy mẫu CTRSH hộ gia đình và nguồn lực cần thiết.

- *Xác định cỡ mẫu:* Đối với thành phố có dân số từ 10.000 đến 10.000.000 dân thì tối thiểu cỡ mẫu phải lấy phải từ 370 đến 384 hộ để đạt mức độ tin cậy thống kê là 95% với biên độ sai số là 5%. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, việc thu mẫu CTRSH từ 384 hộ gia đình trong 7 ngày liên tục cho một thành phố có thể không khả thi và rất tốn kém, do đó WaCT đề xuất lấy mẫu tối thiểu 90 hộ gia đình đối với các thành phố thông thường và 150 hộ gia đình đối với các siêu đô thị. Cỡ mẫu này đạt mức độ tin cậy thống kê là 95% với biên độ sai số là 10%.

- *Lựa chọn khu vực và hộ gia đình khảo sát:* Chọn 3 khu vực (5 khu vực đối với siêu đô thị) đại diện cho các khu vực có thu nhập thấp, trung bình, cao trong thành phố (Bảng 2.3). Sử dụng phương pháp ngẫu nhiên đơn giản để chọn ra 10 hộ gia đình từ mỗi khu vực đã chọn.

Bảng 2.3. Loại nhà ở và mức thu nhập

Mức thu nhập	Ví dụ loại hình nhà ở
Cao	Căn hộ chung cư cao cấp, nhà riêng có sân vườn, hệ thống tự động hiện đại.
Trung bình	Căn hộ chung cư, nhà riêng không có sân vườn.
Thấp	Căn hộ một phòng, nhà thuê.

- *Trang bị công cụ và nguồn lực:* Đảm bảo đầy đủ đội ngũ khảo sát (từ 18 đến 45 người tùy quy mô thành phố), phương tiện vận chuyển, túi đựng mẫu rác đã được ký hiệu mẫu, cân, tấm bạt và các dụng cụ bảo hộ lao động cá nhân (mũ, kính, khẩu trang, găng tay, ủng cao su, kẹp rác).

- *Ký hiệu trên túi đựng rác:* Đánh dấu trên túi đựng CTRSH của mỗi hộ gia đình bao gồm ký hiệu hộ gia đình, ngày khảo sát và khu vực khảo sát. Túi này sẽ chứa toàn bộ lượng CTRSH phát sinh từ hộ gia đình theo đúng ngày ghi trên túi. Lưu ý không ghi tên chủ hộ để bảo mật thông tin của những người đã đồng ý tham gia khảo sát.

- *In bảng ghi và chuẩn bị công cụ thu thập dữ liệu WaCT:* In các mẫu phiếu được cung cấp ở Phụ lục của tài liệu hướng dẫn và tải Ứng dụng thu thập dữ liệu (Data Collection Application - DCA) của WaCT

cũng như Hướng dẫn sử dụng WaCT DCA từ trang web Waste Wise Cities (www.unhabitat.org/waste-wise-cities).

- *Thiết lập vị trí tập kết CTR để khảo sát*: Dựa vào ước tính khối lượng CTRSH hàng ngày thu thập từ các hộ gia đình, chọn địa điểm tập kết có đủ diện tích để lưu trữ, cân khối lượng và phân tích thành phần CTRSH. Địa điểm lý tưởng là nơi bằng phẳng, có mái che, phương tiện xe có thể tiếp cận, đồng thời đảm bảo tránh sự xâm nhập của côn trùng và động vật gây hại.

2.3.2.2. Lấy mẫu và phân tích thành phần chất thải rắn sinh hoạt hộ gia đình

Quy trình lấy mẫu CTRSH hộ gia đình được thực hiện liên tục trong 8 ngày để đảm bảo tính đại diện cho chu kỳ phát sinh CTRSH, chi tiết kế hoạch thực hiện được trình bày ở Bảng 2.4.

Thu gom và lấy mẫu

Ngày đầu tiên: Sau khi chủ hộ đồng ý tham gia khảo sát, nhóm khảo sát cung cấp các túi đựng mẫu rác đã được đánh dấu cho các hộ gia đình và yêu cầu bỏ toàn bộ CTRSH phát sinh hàng ngày của hộ gia đình vào trong các túi đã được ký hiệu tương ứng mỗi ngày. Lưu ý căn dặn không được bán hay chuyển bất kỳ rác thải ra bên ngoài hộ gia đình trong thời gian khảo sát.

Ngày thứ 1: Mẫu CTRSH thu thập trong ngày đầu tiên sẽ không được tính vào kết quả phân tích. Việc này là để loại trừ khả năng rác tồn đọng nhiều ngày trước khi khảo sát bắt đầu, đồng thời ngày này được xem như ngày thử nghiệm để các hộ gia đình làm quen cách thức thực hiện khảo sát của các hộ gia đình tham gia.

Cân khối lượng và xác định thành phần CTRSH hộ gia đình

Từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 8: Cân và ghi nhận khối lượng của từng túi CTRSH thu gom được từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 8 của mỗi hộ gia đình theo từng ngày.

Phân tích thành phần: Mẫu CTRSH hộ gia đình theo khu vực khảo sát được tập trung tại vị trí tập kết và phân loại thành 12 thành phần CTR theo Bảng 2.5. Cân khối lượng của từng thành phần đã phân loại và ghi chép dữ liệu.

Bảng 2.4. Kế hoạch lấy mẫu CTRSH hộ gia đình hàng ngày

Ngày	Hoạt động nhóm khảo sát	Hoạt động hộ gia đình
Ngày đầu tiên	Phát túi đựng mẫu cho ngày thứ 1. Thu thập thông tin số lượng người cư trú tại hộ gia đình.	Cung cấp thông tin số lượng người ở trong gia đình.
Ngày thứ 1	Thu mẫu ngày thứ 1, không cân khối lượng hay phân tích thành phần CTRSH ngày thứ 1. Phát túi đựng mẫu ngày thứ 2 cho hộ gia đình.	Bỏ CTRSH vào túi ngày thứ 1 và chuyển cho người khảo sát.
Ngày thứ 2	Thu túi đựng mẫu ngày 2. Cân khối lượng và phân loại thành phần CTRSH ngày 2. Phát túi đựng mẫu cho ngày 3. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 2 và chuyển cho người khảo sát. Nhận túi đựng mẫu ngày thứ 3.
Ngày thứ 3	Thu túi mẫu ngày thứ 3 và tiến hành cân, phân loại như ngày thứ 2. Phát túi đựng mẫu cho ngày 4. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 3 và chuyển cho người khảo sát. Nhận túi đựng mẫu ngày thứ 4.
Ngày thứ 4	Thu túi mẫu ngày thứ 4 và tiến hành cân, phân loại như ngày thứ 2. Phát túi đựng mẫu cho ngày 5. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 4 và chuyển cho người khảo sát. Nhận túi đựng mẫu ngày thứ 5.
Ngày thứ 5	Thu túi mẫu ngày thứ 5 và tiến hành cân, phân loại như ngày thứ 2. Phát túi đựng mẫu cho ngày 6. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 5 và chuyển cho người khảo sát. Nhận túi đựng mẫu ngày thứ 6.
Ngày thứ 6	Thu túi mẫu ngày thứ 6 và tiến hành cân, phân loại như ngày thứ 2. Phát túi đựng mẫu cho ngày 7. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 6 và chuyển cho người khảo sát. Nhận túi đựng mẫu ngày thứ 7.
Ngày thứ 7	Thu túi mẫu ngày thứ 7 và tiến hành cân, phân loại như ngày thứ 2. Phát túi đựng mẫu cho ngày 8. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 7 và chuyển cho người khảo sát. Nhận túi đựng mẫu ngày thứ 8.
Ngày thứ 8	Thu túi mẫu ngày thứ 8 và tiến hành cân, phân loại như ngày thứ 2. Phát túi đựng mẫu cho ngày 9. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 8 và chuyển cho người khảo sát. Nhận túi đựng mẫu ngày thứ 9.
Ngày thứ 9	Thu túi mẫu ngày thứ 9 và tiến hành cân, phân loại như ngày thứ 2. Nhập dữ liệu khảo sát.	Bỏ CTRSH vào túi đựng mẫu ngày thứ 9 và chuyển cho người khảo sát.

Ghi chú: Nếu có khả năng lưu trữ các mẫu CTRSH đã thu thập trong khu vực mát mẻ và an toàn, được cách ly khỏi ruồi và động vật, thì có thể tiến hành khảo sát thành phần CTR theo lịch trình gộp 2 ngày làm một lần (hoặc 3 lần trong tuần), trong khi đó vẫn tiếp tục thu thập và cân khối lượng CTRSH hàng ngày từ các hộ gia đình.

Bảng 2.5. Thành phần CTRSH hộ gia đình

STT	Thành phần CTRSH hộ gia đình	Sản phẩm thường gặp
1	Rác bếp	Rác hữu cơ từ chế biến và thức ăn thừa: rau, củ, quả, vỏ trái cây, cơm, túi trà, đồ ăn,...
2	Rác vườn	Rác trong sân vườn: lá, hoa, quả, cành cây,...
3	Giấy và bìa cứng	Tờ rơi quảng cáo, báo, tạp chí; giấy/túi gói sản phẩm, khăn giấy, sách, vở, giấy in, phong bì,...
4	Nhựa mỏng, bao bì	Bao bì ni lông, bao bì chứa sản phẩm, màng bọc thực phẩm, băng dính, bì chống sốc, túi đựng rác,...
5	Nhựa cứng	Các vật dụng bằng nhựa cứng: khay thực phẩm, nắp đậy bằng nhựa, thẻ ngân hàng, cọ mỹ phẩm, bút bi,...
6	Kim loại	Lon thức uống; hộp đựng thực phẩm/thức ăn vật nuôi; vật dụng kim loại.
7	Thủy tinh	Chai bia rượu, chai đựng thực phẩm, tấm thủy tinh (ví dụ mặt bàn, cửa sổ, gương, kính chắn gió), kính vỡ hỗn hợp,...
8	Giày dép và dệt may	Quần áo, cuộn len, chăn, thảm, vải, rèm cửa đồ nội thất bằng vải bọc, thảm trải sàn, vỏ gối, khăn tắm, dây thừng, giày thể thao, dép,...
9	Sản phẩm bằng gỗ	Nút chai rượu bằng gỗ, hộp gỗ; đĩa ăn; ván ép; hàng rào gỗ; đồ nội thất gỗ.
10	Chất thải đặc biệt	Thiết bị điện và điện tử, pin/ ắc quy, bình chữa cháy, chai hóa chất, keo và dung môi, các loại thuốc, sản phẩm sơn, khẩu trang và găng tay đã qua sử dụng.
11	Sản phẩm tổng hợp	Các sản phẩm làm từ nhiều thành phần khác nhau khó tách ra; kéo, dao cạo râu, ô dù, đồ chơi trẻ em, giấy có tráng nhựa, ổ cắm điện,...
12	Rác khác	Vật liệu trơ: gạch, sỏi, cát, đất, đá, gốm sứ; cao su, bã lát, bã giấy.

Nhập dữ liệu khảo sát vào bảng tính WaCT DCA

Nhập dữ liệu khảo sát CTRSH hộ gia đình vào bảng tính WaCT DCA, ứng dụng sẽ tự động tính toán và cung cấp kết quả hệ số phát sinh

CTRSH hộ gia đình bình quân theo nhóm thu nhập. Dữ liệu dân số theo từng nhóm người dùng sẽ thu nhập và nhập vào WaCT DCA, ứng dụng sẽ tự tính toán tổng khối lượng CTRSH hộ gia đình của thành phố dựa trên dân số và hệ số phát thải của từng nhóm thu nhập.

2.3.3. Bước 3 - Phát sinh chất thải rắn sinh hoạt phi hộ gia đình

Theo hướng dẫn của WaCT, khối lượng CTRSH phát sinh từ các nguồn phi hộ gia đình được xác định từ 8 nhóm chính, bao gồm: khách sạn, chợ, nhà hàng, siêu thị/trung tâm thương mại, trường học, công sở, bệnh viện và khu vực công cộng. Việc xác định khối lượng CTRSH phi hộ gia đình là một phần quan trọng trong quá trình tính tổng lượng CTRSH phát sinh của thành phố. WaCT đề xuất 3 phương pháp tiếp cận để tính lượng phát sinh CTRSH phi hộ gia đình, dựa trên mức độ nguồn lực sẵn có và độ tin cậy của dữ liệu tại địa phương.

2.3.3.1. Phương pháp sử dụng tỷ lệ ước tính

Đây là phương pháp ít tốn kém nguồn lực nhất và được khuyến nghị khi thành phố/ đô thị không có dữ liệu đầy đủ cấp giấy phép kinh doanh đáng tin cậy hoặc không đủ nguồn lực thực hiện khảo sát toàn diện.

Tỷ lệ ước tính: Dựa trên các nghiên cứu đã thực hiện tại các nước thuộc thành viên Tổ chức Hợp tác và Phát triển kinh tế (OECD, 2022), UN-Habitat đề xuất sử dụng tỷ lệ mặc định là 30% tổng phát sinh CTRSH đô thị được tạo ra là từ các nguồn phi hộ gia đình.

Công thức tính:

Tổng khối lượng CTRĐT = 70% hộ gia đình + 30% phi hộ gia đình

Nếu đã có dữ liệu khối lượng CTRSH hộ gia đình (Bước 2), ta tính được:

$$Tổng\ khối\ lượng\ CTRĐT = \frac{Khối\ lượng\ CTRSH\ từ\ hộ\ gia\ đình}{70\%}$$

2.3.3.2. Phương pháp khảo sát dựa trên phỏng vấn

Đơn vị của hệ số phát sinh CTR phi hộ gia đình không thể tính bằng đơn vị *khối lượng phát sinh bình quân trên đầu người*, cần có đơn

vị phù hợp cho từng nguồn phát sinh, Bảng 2.6 đề xuất các đơn vị cho hệ số phát sinh CTR tại các nguồn phi hộ gia đình.

Bảng 2.6. Đơn vị của hệ số phát thải CTRSH phi hộ gia đình

Nguồn phi hộ gia đình	Đơn vị	Ghi chú
Khách sạn	Số phòng	Nếu có quầy hàng, nhà hàng thì phải tách thêm nguồn phát sinh.
Nhà hàng	Số bàn hoặc ghế	
Trường học	Số học sinh	Nếu có căn tin thì phải tách ra thêm nguồn nhà hàng.
Công sở	Số nhân viên hoặc diện tích mặt bằng	Nếu có căn tin thì phải tách ra thêm nguồn nhà hàng.
Chợ	Số quầy hàng	
Bệnh viện	Số giường bệnh	
Siêu thị/Trung tâm thương mại	Diện tích mặt bằng	
Khu vực công cộng	Diện tích mặt bằng	Lượng rác được thu gom sẽ chia cho diện tích khu vực công cộng được gom rác.

Xác định cơ sở khảo sát CTR nguồn phi hộ gia đình

Sau khi lựa chọn 9 khu vực khảo sát (hoặc 15 đối với siêu đô thị) cho phép lấy mẫu CTRSH hộ gia đình tại Bước 2, tiếp tục tiến hành xác định cơ sở khảo sát của các nguồn phi hộ gia đình. Cụ thể, tại mỗi khu vực khảo sát, lựa chọn 2 khách sạn, 2 nhà hàng, 2 trường học, 2 công sở, 01 chợ, 01 bệnh viện, 01 siêu thị và 01 khu vực công cộng để thực hiện khảo sát CTR phát sinh từ các nguồn này.

Phỏng vấn các nguồn phát sinh

Liên lạc với các cơ sở đã chọn để phỏng vấn, thu thập thông tin về quy mô cơ sở, nơi lưu trữ, khối lượng CTR ước tính hoặc cân khối lượng CTR phát sinh hàng ngày của các cơ sở.

Phòng vấn nhà cung cấp dịch vụ thu gom CTR

Phòng vấn các công ty/đơn vị thu gom được ký hợp đồng với các cơ sở này để xác minh khối lượng CTR họ thu gom hàng ngày.

Thu thập dữ liệu về không gian khu vực công cộng

Liên hệ với đơn vị chịu trách nhiệm vệ sinh hoặc quản lý khu vực công cộng (công viên, đường phố). Lấy dữ liệu về khối lượng CTR thu gom trung bình hàng ngày và diện tích (m^2) của khu vực được vệ sinh để tính toán hệ số phát sinh chất thải từ khu vực không gian công cộng.

Tính toán tổng khối lượng CTR phát sinh từ các nguồn phi hộ gia đình

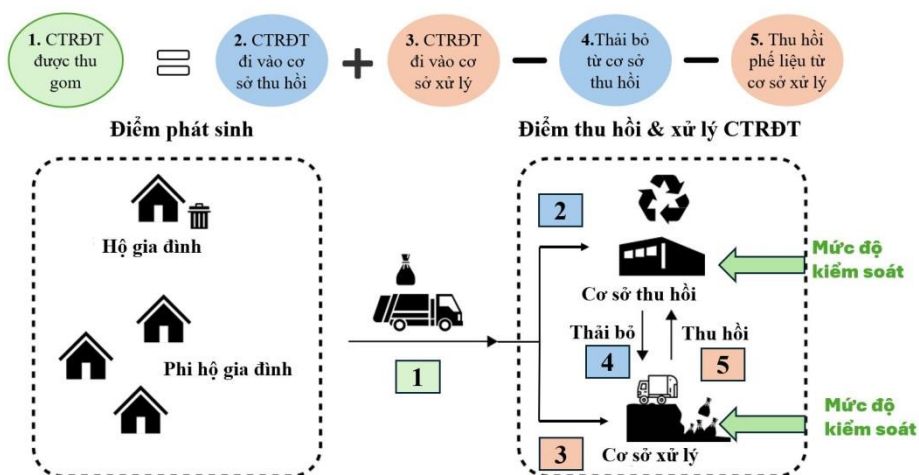
Tính hệ số phát sinh CTR trên mỗi đơn vị hoạt động của từng nguồn phi hộ gia đình: Sau khi đã thu thập dữ liệu từ tất cả các nguồn phi hộ gia đình, nhập số liệu vào ứng dụng WaCT DCA để tính hệ số phát sinh CTR trung bình cho từng loại nguồn.

Ước tính tổng khối lượng CTR phát sinh được thực hiện bằng cách nhập dữ liệu tổng số đơn vị hoạt động tương ứng toàn thành phố (ví dụ: tổng số phòng khách sạn, số ghế nhà hàng, số giường bệnh, tổng diện tích mặt sàn của siêu thị,...) được lấy từ dữ liệu cấp phép kinh doanh và diện tích khu vực công cộng (m^2) nhập vào ứng dụng WaCT DCA để tính tổng khối lượng CTR phát sinh trung bình mỗi ngày từ từng nguồn phi hộ gia đình và từ đó tính tổng khối lượng CTR phát sinh từ nguồn phi hộ gia đình của đô thị.

2.3.4. Bước 4 - chất thải rắn đô thị được tiếp nhận tại các cơ sở thu hồi và mức độ kiểm soát của các cơ sở thu hồi

Việc xác định khối lượng CTRĐT thu gom từ hộ gia đình và phi hộ gia đình được chuyển đến các cơ sở thu hồi và đánh giá mức độ kiểm soát của các cơ sở này là rất quan trọng. Thông tin này để xác định tổng khối lượng CTRĐT được thu gom và tỷ lệ thu hồi CTRĐT của thành phố.

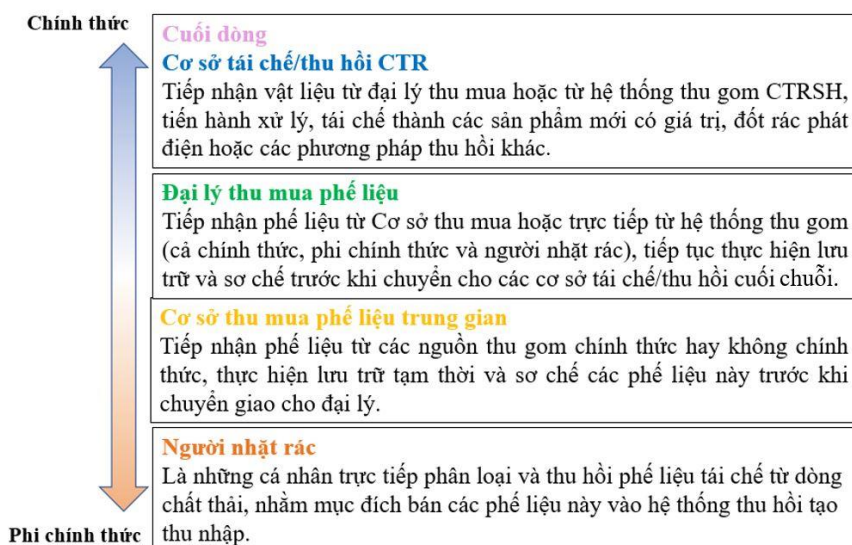
Sơ đồ Hình 2.3 minh họa các dữ liệu cần thu thập trong bước này, bao gồm khối lượng CTRĐT tiếp nhận tại các cơ sở thu hồi và khối lượng chất thải thải bỏ tại các cơ sở thu hồi. Dữ liệu được thu thập thông qua phỏng vấn trực tiếp với các cơ sở thu hồi CTRĐT.



Hình 2.3. Thông tin dữ liệu CTRDT cần thu thập ở bước 4 và bước 5 (UN-Habitat, 2020)

2.3.4.1. Xác định và phân loại cơ sở thu hồi chất thải rắn đô thị

Đầu tiên là thành lập danh sách các cơ sở có thu hồi CTRDT của thành phố thông qua dữ liệu cấp giấy phép kinh doanh và mạng lưới liên hệ trong ngành. Tiếp đến phân loại cơ sở thu hồi trong danh sách đóng vai trò như thế nào trong dòng thu hồi CTRDT (Hình 2.4) như cơ sở thu mua phế liệu, đại lý thu mua phế liệu, cơ sở tái chế/ thu hồi năng lượng cuối chuỗi.



Hình 2.4. Các thành phần tham gia dòng thu hồi CTRDT (UN-Habitat, 2020)

Điểm đầu vào dòng thu hồi (point of entry): là cơ sở thu hồi đầu tiên trong hệ thống thu hồi tiếp nhận CTR có khả năng thu hồi sau khi chúng được tách ra khỏi dòng CTRĐT.

Ví dụ: Trong một khu vực có nhiều tầng trung gian thu hồi phế liệu:

- Người nhặt rác thu gom phế liệu và bán cho điểm thu mua nhỏ (A).
- Cơ sở A sau đó bán lại toàn bộ số chai này cho nhà máy tái chế (B).

Khi thống kê khối lượng phế liệu trong dòng thu hồi, chỉ được tính tại một điểm duy nhất để tránh trùng lặp:

- Nếu cơ sở A có sổ ghi chép, cân đo cụ thể, thì lấy số liệu tại A vì đó là điểm đầu tiên có thể định lượng.
- Nếu cơ sở A không ghi chép hoặc không thể xác minh, thì bỏ qua và lấy khối lượng từ nhà máy B tiếp nhận.

Xác định những cơ sở đóng vai trò là điểm đầu vào đầu tiên của rác tái chế đi vào dòng thu hồi CTRĐT để đảm bảo ở các cơ sở thu hồi không bị tính trùng lặp dữ liệu. Trong dòng thu hồi khá phức tạp, do vậy chỉ có khối lượng CTR được tiếp nhận tại “điểm đầu vào” mới được tính vào tổng khối lượng CTR thu hồi của thành phố. Bằng cách này, đảm bảo rằng một tấn CTR tái chế chỉ được tính một lần khi tham gia vào dòng thu hồi, đảm bảo tính chính xác của chỉ số SDG 11.6.1. Ví dụ: người nhặt rác bán cho cơ sở thu mua trung gian, cơ sở này bán cho đại lý thu mua phế liệu,...

2.3.4.2. Phòng vấn cơ sở thu hồi phế liệu

Tiến hành phỏng vấn trực tiếp các cơ sở thu hồi CTR để thu thập dữ liệu định lượng về dòng phế liệu. Thu thập thông tin khối lượng phế liệu bằng cách phỏng vấn người quản lý cơ sở về khối lượng phế liệu tiếp nhận/thu mua hàng ngày từ dòng CTRĐT.

Xác định nguồn phế liệu bằng cách truy vết nguồn phế liệu thu mua (ví dụ: từ người lượm rác, hệ thống thu gom, hay cơ sở thu hồi khác) để xác minh đó có phải là điểm đầu vào hay không.

Định lượng khối lượng phế liệu bị các cơ sở thu mua thải bỏ sau khi phân loại (rejects/residues): WaCT cho phép sử dụng tỷ lệ ước tính là

10% khối lượng phế liệu đầu vào bị loại bỏ ra khỏi hệ thống thu hồi. Việc áp dụng tỷ lệ ước tính giúp tiết kiệm thời gian và ngân sách, tránh làm phức tạp việc tính toán SDG 11.6.1.

2.3.4.3. Đánh giá mức độ kiểm soát của cơ sở thu hồi chất thải rắn đô thị

Đánh giá chất lượng hoạt động vận hành của từng cơ sở thu hồi để xác định nó có phải là cơ sở được kiểm soát hay không. Thực hiện bằng cách sử dụng thang kiểm soát của WaCT (Bảng 2.1) như một danh sách kiểm tra về các tiêu chí vận hành, môi trường và an toàn.

Cơ sở được kiểm soát là cơ sở đạt mức kiểm soát từ cơ bản (Basic) trở lên. Cơ sở không được kiểm soát là cơ sở đạt mức kiểm soát ở mức hạn chế hoặc không kiểm soát.

2.3.4.4. Tổng hợp thông tin

Nhập tất cả dữ liệu thu thập được ở Bước 4 (khối lượng tiếp nhận và kết quả đánh giá mức độ kiểm soát) vào công cụ thu thập dữ liệu WaCT (DCA). Kết quả đầu ra của bước này cung cấp thông tin quan trọng, (1) khối lượng CTRĐT được tiếp nhận bởi các cơ sở thu hồi và (2) tổng khối lượng CTRĐT được quản lý tại các cơ sở thu hồi được kiểm soát.

2.3.5. Bước 5 – Chất thải rắn đô thị được tiếp nhận tại cơ sở xử lý và mức độ kiểm soát của cơ sở xử lý

Bước 5 trong phương pháp luận WaCT là giai đoạn quan trọng nhằm định lượng dòng CTR đi vào các cơ sở xử lý cuối cùng và đánh giá mức độ kiểm soát vận hành của các cơ sở này. Dữ liệu thu thập được là thành phần cốt lõi để tính toán Chỉ số SDG 11.6.1, bước này được thực hiện như sau:

- Xác định khối lượng CTRĐT được các cơ sở xử lý tiếp nhận.
- Ước tính khối lượng phế liệu được thu hồi tại các cơ sở xử lý sau đó được đưa trở lại dòng thu hồi CTR (điển hình như rác tái chế được nhặt từ bãi rác sau đó bán lại cho các cơ sở thu mua phế liệu).
- Đánh giá mức độ kiểm soát vận hành của các cơ sở xử lý.

Thông qua Bước 5, các đô thị có thể đánh giá khách quan mức độ kiểm soát vận hành hiện tại của từng cơ sở xử lý CTR, từ đó xây dựng và

triển khai các giải pháp cải thiện nhằm nâng cấp các cơ sở chưa đạt mức kiểm soát cơ bản (bao gồm không kiểm soát hoặc kiểm soát hạn chế) lên những mức kiểm soát cao hơn.

2.3.5.1. Xác định các cơ sở xử lý

Xác định toàn bộ các cơ sở xử lý tiếp nhận CTRĐT phát sinh từ thành phố (ví dụ: bãi chôn lấp hợp vệ sinh, bãi chôn lấp có kiểm soát, bãi chôn lấp không kiểm soát, lò đốt chất thải,...), bao gồm cả các cơ sở có thể chưa được cấp phép hợp pháp nhưng được chính quyền địa phương thừa nhận. Nếu cơ sở xử lý nằm ngoài phạm vi thành phố nhưng vẫn tiếp nhận chất thải từ thành phố vẫn đưa vào danh sách khảo sát.

2.3.5.2. Định lượng chất thải rắn đô thị được tiếp nhận bởi cơ sở xử lý

Dữ liệu định lượng về CTRĐT được tiếp nhận tại các cơ sở xử lý có thể thu thập được bằng một trong các phương pháp sau:

- *Thu thập dữ liệu tại trạm cân:* Đối với các cơ sở xử lý có trạm cân đang hoạt động, thu thập dữ liệu khối lượng CTRĐT được tiếp nhận trong khung thời gian tối thiểu 2 tuần (hoặc nhiều hơn theo mùa, thường là 12 tháng). Dữ liệu này có thể tính toán khối lượng CTRĐT trung bình hàng ngày đi vào cơ sở xử lý.

Phương pháp ước tính khối lượng: Trường hợp cơ sở xử lý không có trạm cân để ghi nhận khối lượng đưa vào cơ sở xử lý mỗi ngày thì có thể sử dụng phương pháp đếm phương tiện (đếm tải). Khảo sát viên sẽ quan sát và đếm số lượng phương tiện vận chuyển rác đến cơ sở xử lý trong thời gian 5 - 7 ngày. Đồng thời, đối với mỗi xe ước tính được thể tích của xe và tỷ lệ lấp đầy rác trong xe (%), thông tin này có thể thông qua quan sát nhưng tốt nhất là phỏng vấn tài xế hoặc người vận hành. Để tính được khối lượng rác cần có thông tin về khối lượng riêng, dữ liệu này có thể tham khảo các nghiên cứu trước hoặc nhóm nghiên cứu sẽ tự xác định. Lúc này *Khối lượng CTR vào cơ sở mỗi ngày sẽ được ước tính bằng số xe vào cơ sở × Thể tích xe × Tỷ lệ lấp đầy của xe × Khối lượng riêng của CTR.*

Trong trường hợp không thể đến trực tiếp cơ sở xử lý, các dữ liệu cũng có thể thu thập thông qua phỏng vấn người vận hành hoặc tài xế xe tải của cơ sở xử lý.

2.3.5.3. Định lượng phế liệu được thu hồi từ cơ sở xử lý

Ước tính khối lượng phế liệu thu hồi tại cơ sở bằng cách tiến hành phỏng vấn các bên liên quan về hoạt động thu hồi phế liệu tại cơ sở. Ví dụ phỏng vấn người nhặt rác, thương lái thu mua phế liệu ở gần khu vực bãi chôn lấp để ước tính khối lượng phế liệu được thu hồi hàng ngày.

Để đảm bảo tính toán chính xác chỉ số SDG 11.6.1, khối lượng phế liệu được thu hồi tại một cơ sở xử lý cũng sẽ được tính vào tổng khối lượng CTR được thu gom. Tuy nhiên, khối lượng CTR mà cơ sở xử lý tiếp nhận sẽ trừ đi khối lượng phế liệu này. Quy tắc này là bắt buộc để tránh trùng lặp và phản ánh chính xác lượng CTRĐT thực tế cần xử lý cuối cùng.

2.3.5.4. Đánh giá mức độ kiểm soát cơ sở xử lý

Thực hiện việc khảo sát thực địa để xác minh các quy trình, hoạt động và đánh giá mức độ kiểm soát vận hành của cơ sở so với tiêu chí của thang kiểm soát (Bảng 2.1), từ đó xác định mức độ kiểm soát phù hợp của từng cơ sở khảo sát.

2.3.5.5. Tính toán tỷ lệ chỉ số SDG 11.6.1

Để tính toán chỉ số SDG 11.6.1, các dữ liệu từ Bước 5 được nhập vào ứng dụng WaCT DCA và tính toán các tham số chính:

- Khối lượng CTRĐT được thu gom và xử lý tại cơ sở có kiểm soát.
- Tổng khối lượng CTRĐT được thu gom bởi hệ thống chính thức và phi chính thức.

2.3.6. Bước 6 - Phân tích thành phần chất thải rắn tại cơ sở xử lý

Bước 6 được thiết kế để định lượng thành phần của CTRĐT tiếp nhận tại cơ sở xử lý. Bước này giúp tổng hợp và kiểm chứng dữ liệu đầu ra của hệ thống quản lý CTRĐT, qua đó hình thành bức tranh tổng thể về khối lượng và loại hình CTRĐT được xử lý sau cùng.

Thông qua việc đối chiếu kết quả thực tế tại cơ sở xử lý với dữ liệu thu được ở các bước trước, Bước 6 cho phép đánh giá tính hợp lệ, độ chính xác và tính nhất quán của toàn bộ chuỗi dữ liệu trong công cụ WaCT.

2.3.6.1. Chuẩn bị

Giai đoạn chuẩn bị tập trung vào việc huy động nguồn lực, các trang thiết bị, cơ sở vật chất đảm bảo an toàn lao động, bao gồm:

Tuyển chọn và đào tạo: Tuyển dụng khoảng 15 cộng tác viên cho công tác phân tích thành phần CTRĐT. Nếu có nhiều lao động nhặt rác đang làm việc tại cơ sở xử lý, có thể tuyển dụng họ tham gia hoạt động khảo sát. Tất cả cộng tác viên phải được đào tạo về mục đích khảo sát, các bước chính và quy trình an toàn sức khỏe lao động.

Chuẩn bị dụng cụ: Do môi trường chất thải tiềm ẩn nguy cơ, cần trang bị đầy đủ thiết bị bảo hộ cá nhân (găng tay, khẩu trang, ủng cao su, giày bảo hộ, mũ). Các dụng cụ khác bao gồm: bút viết, sổ ghi chép, cân, xẻng, tấm bạt dày (5×5 m) và thùng chứa có dung tích 60 L.

Chuẩn bị khu vực khảo sát: Chọn khu vực đảm bảo đủ diện tích lưu giữ và thao tác mẫu từ 200 - 300 kg chất thải. Vị trí này cần bằng phẳng, có mái che, phương tiện chở rác dễ tiếp cận. Lót nền bằng bạt trước khi tập kết CTR cần khảo sát.

2.3.6.2. Lấy mẫu và phân tích thành phần chất thải rắn đô thị

Lựa chọn mẫu và khối lượng mẫu:

- Số lượng mẫu cần lấy tối thiểu từ 3 xe thu gom CTRĐT đến từ 3 khu vực thu nhập thấp, trung bình và cao.
- Tổng khối lượng mẫu khoảng 200 - 300 kg từ các xe thu gom đã chọn.

Kỹ thuật lấy mẫu đại diện: Do mẫu ban đầu (200 - 300 kg) quá lớn để phân loại, cần rút gọn thành mẫu đại diện có khối lượng khoảng 50 - 70 kg bằng kỹ thuật chia tư (Quartering technique). Trộn đều mẫu CTRĐT sau đó trải đều thành một lớp phẳng trên tấm bạt. Sau đó chia CTR thành 4 phần bằng nhau (A, B, C, D), loại bỏ 2 phần đối diện (B và D hoặc A và C), trộn đều hai phần còn lại và lặp lại quy trình chia tư một lần nữa để có mẫu cuối cùng khoảng 50 - 70 kg (Hình 2.5).

Phân loại thành phần CTR: Mẫu đại diện được phân loại thành 12 nhóm theo danh mục ở Bảng 2.5, cân khối lượng từng nhóm và ghi nhận số liệu.



Hình 2.5. Lấy mẫu và phân tích thành phần CTRĐT

2.3.7. Bước 7 - Tính toán chất thải thực phẩm, tái chế, thất thoát nhựa, phát thải khí nhà kính và ô nhiễm môi trường

Bước 7 đóng vai trò là cầu nối phân tích, sử dụng dữ liệu định lượng đã thu thập được từ các Bước 1 đến 6 để tính toán các chỉ số SDG liên lĩnh vực (Mục 1.2.4) và liên kết mô hình dòng vật chất với các công cụ đánh giá môi trường chuyên biệt (WFD, SWEET).

2.3.7.1. Định lượng chất thải thực phẩm

Thực phẩm thừa là vấn đề cốt lõi đối với mục tiêu phát triển sản xuất và tiêu dùng bền vững đến 2030. Mục tiêu SDG 12.3 hướng đến giảm một nửa lượng thực phẩm thừa ở các khâu bán lẻ, tiêu dùng cũng như giảm thất thoát trong toàn chuỗi cung ứng. Chỉ số này gồm hai thành phần: thất thoát thực phẩm đo bằng chỉ số SDG 12.3.1.a (tập trung vào

tồn thất từ sản xuất đến trước bán lẻ) và thực phẩm thừa đo bằng chỉ số SDG 12.3.1.b (tập trung ở bán lẻ, tiêu dùng).

Dữ liệu của của WaCT có thể dùng để ước tính SDG 12.3.1.b thông qua công thức dưới đây:

Hệ số phát sinh chất thải thực phẩm (g/người/ngày) = Hệ số phát sinh CTRĐT (g/người/ngày) × Tỷ lệ chất thải thực phẩm (%).

2.3.7.2. Tính toán tỷ lệ thu hồi

Thu hồi là một khái niệm tổng quát, bao gồm toàn bộ các hoạt động nhằm tận dụng lại giá trị của CTRĐT, như tái chế phế liệu, đốt rác thu hồi năng lượng và các quy trình thu hồi khác.

Hoạt động thu hồi giữ vai trò then chốt trong quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế tuần hoàn, khi nó giúp giảm áp lực khai thác tài nguyên thiên nhiên, hạn chế phát thải và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế dựa trên tái sử dụng tài nguyên. Thông qua đó, hệ thống quản lý CTRĐT không chỉ dừng lại ở việc xử lý cuối cùng mà còn hướng tới xây dựng các mô hình phát triển dài hạn, bền vững.

Tỷ lệ thu hồi thành phố (city recovery rate) được sử dụng để định lượng khả năng chuyển hướng phế liệu của thành phố, là một đầu vào cho Mục tiêu SDG 12.5.

$$\text{Tỷ lệ thu hồi thành phố} = \frac{\text{Tổng khối lượng CTRĐT được thu hồi} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}} \right)}{\text{Tổng khối lượng CTRĐT phát sinh} \left(\frac{\text{tấn}}{\text{ngày}} \right)} \times 100 (\%)$$

2.3.7.3. Ước tính thất thoát rác thải nhựa ở thành phố

WaCT được phát triển song song với WFD để đánh giá mức độ ô nhiễm nhựa từ hệ thống quản lý CTRĐT. Dữ liệu WaCT cung cấp các tham số cơ sở cho WFD về tổng khối lượng phát sinh, thành phần và khối lượng CTRĐT không được thu gom. WFD sử dụng các dữ liệu này để mô hình hóa và tính toán tổng khối lượng RTN tiềm năng thất thoát ra môi trường và xác định đường đi cuối cùng của khối lượng RTN không được kiểm soát này.

2.3.7.4. Ước tính phát thải khí nhà kính và ô nhiễm không khí

Solid Waste Emission Estimation Tool (viết tắt là SWEET) là bộ công cụ Excel ước tính phát thải khí mê-tan và cacbon đen (muội than) từ

các nguồn trong ngành quản lý CTRĐT. Công cụ này giúp các thành phố thiết lập kịch bản cơ sở, so sánh các kịch bản thay thế, phân tích các dự án cụ thể, ước tính đóng góp của ngành chất thải vào mục tiêu giảm thiểu khí thải chung và theo dõi tiến độ theo thời gian trong QLCTR.

Dữ liệu WaCT về tổng khối lượng CTRĐT đô thị và phương pháp xử lý sau cùng được sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho SWEET.

2.4. Nghiên cứu điển hình áp dụng WaCT tại các thành phố đang phát triển

Tính đến năm 2025, theo công bố từ cổng thông tin dữ liệu WaCT của UN-Habitat (<https://unh.rwm.global/>), WaCT đã được áp dụng tại gần 50 thành phố của 28 Quốc gia trên toàn cầu, tập trung chủ yếu ở châu Phi và một số nước ở châu Á và châu Mỹ La Tinh.

2.4.1. Áp dụng WaCT tại thành phố Mangaluru, Ấn Độ

Việc áp dụng công cụ WaCT tại thành phố Mangaluru, bang Karnataka, Ấn Độ minh họa rõ cách thức công cụ này giúp chuẩn hóa và lượng hóa toàn bộ chuỗi quản lý CTRĐT, từ khâu phát sinh, thu gom, phân loại đến xử lý cuối cùng. Đây là một trong những nghiên cứu điển hình được triển khai trong năm 2021 trong khuôn khổ hợp tác giữa chính quyền thành phố Mangaluru và văn phòng UN-Habitat tại Ấn Độ để đạt được một số mục tiêu SDG 11 và giúp chính quyền thành phố xây dựng chính sách và lập kế hoạch cho nhu cầu tương lai.

Kết quả áp dụng WaCT của thành phố Mangaluru được trình bày ở Bảng 2.7 và Hình 2.6 cho thấy:

Hệ số phát sinh CTRĐT bình quân hộ gia đình tại Mangaluru đạt 0,47 kg/người/ngày, tổng lượng CTRĐT hộ gia đình phát sinh 284 tấn/ngày; các nguồn phi hộ gia đình ước tính 122 tấn/ngày, tổng cộng lượng CTRĐT phát sinh toàn thành phố lên 406 tấn/ngày (UN-Habitat, 2021).

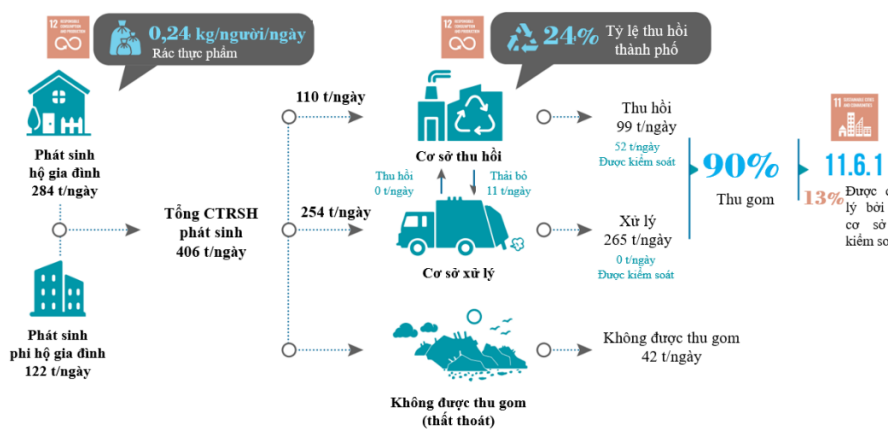
Trong 406 tấn CTRĐT thành phố phát sinh mỗi ngày, thành phố thu gom được 90% (364 tấn/ngày), bao gồm 99 tấn/ngày CTRĐT thu hồi/tái chế (tỷ lệ thu hồi thành phố đạt 24%) và 265 tấn/ngày CTRĐT xử lý chôn lấp. Còn 10% (42 tấn/ngày) không được thu gom, dẫn đến nguy cơ ô nhiễm môi trường, đặc biệt là thất thoát nhựa ra sông, suối (UN-Habitat, 2021).

Khối lượng CTRĐT thu gom, vận chuyển đến cơ sở xử lý, toàn bộ là các bãi đổ thải tự phát, hoặc được chôn lấp tạm thời mà không có lớp lót, hệ thống thu gom nước rỉ, hay quan trắc định kỳ; theo khung “thang kiểm soát” (ladder of control) của WaCT các cơ sở xử lý của thành phố Mangaluru không được kiểm soát vận hành (uncontrolled facilities).

Từ WaCT cho thấy chỉ số SDG 11.6.1 của thành phố đạt chỉ 13% trong khi tỷ lệ thu gom đạt 90%, điều đó có nghĩa chỉ 13% (52 tấn/ngày) lượng CTRĐT được quản lý trong cơ sở có kiểm soát trong vận hành (controlled facilities) (UN-Habitat, 2021).

Bảng 2.7. Phát sinh CTRĐT tại Mangaluru (UN-Habitat, 2021)

Nguồn	Khu vực	Hệ số phát sinh CTRĐT (kg/người/ngày)	Dân số (người)	Tổng phát sinh CTRĐT (tấn/ngày)
Hộ gia đình	Thu nhập cao	0,56	145.010	81
	Thu nhập trung bình	0,48	337.184	162
	Thu nhập thấp	0,33	126.677	42
	Tổng	0,47	608.871	284
Nguồn phi hộ gia đình: Sử dụng hệ số 30% tổng CTRĐT phát sinh				122



Hình 2.6. Sơ đồ dòng WaCT thành phố Mangaluru (UN-Habitat, 2021)

2.4.2. Đánh giá tiến trình quản lý chất thải rắn đô thị thành phố Nairobi (Kenya) thông qua công cụ WaCT giai đoạn 2019-2023

Nairobi là thủ đô và trung tâm kinh tế của đất nước Kenya - là một trong những đô thị đầu tiên ở châu Phi áp dụng công cụ WaCT do UN-Habitat phát triển. Cuộc khảo sát WaCT đầu tiên được tiến hành vào năm 2019, trong bối cảnh thành phố thiếu hệ thống dữ liệu cập nhật về CTRĐT, khi nguồn tham chiếu duy nhất lúc đó là nghiên cứu JICA năm 2010. Kết quả so sánh giữa 2 năm 2019 và 2023 thể hiện ở Bảng 2.8.

Bảng 2.8. Bảng so sánh kết quả WaCT giữa hai lần khảo sát (UN-Habitat, 2019; 2023)

Chỉ tiêu	WaCT 2019	WaCT 2023	Thay đổi/nhận xét
Dân số đô thị (người)	4.397.072	4.397.073	Ổn định, hầu như không biến động.
Phát sinh CTRSH hộ gia đình (kg/người/ngày)	0,49	0,58	Tăng 19%, phản ánh tốc độ đô thị hóa và tiêu dùng tăng.
Tổng khối lượng CTRĐT phát sinh (tấn/ngày)	3.085	3.660	Tăng phù hợp với mức tăng CTRSH hộ gia đình.
Phát sinh chất thải hữu cơ hộ gia đình (kg/người/ngày)	0,25	0,28	Tăng 12%.
Tỷ lệ thu gom CTRĐT (%)	65	69	Có tăng nhẹ, dịch vụ thu gom mở rộng hơn.
Tỷ lệ thu hồi CTRĐT thành phố (%)	15	6	Giảm mạnh, do suy giảm hoạt động thu gom phi chính thức và thiếu nhà máy tái chế.
CTRĐT không được thu gom (tấn/ngày)	1.072	1.144	Có tăng nhẹ, phù hợp với mức tăng phát sinh CTRĐT thành phố.
SDG 11.6.1: Tỷ lệ CTRĐT thu gom trong cơ sở có kiểm soát	15	6	Giảm tương ứng với tỷ lệ thu hồi CTRĐT thành phố, cho thấy sự suy giảm năng lực của các cơ sở thu hồi và xử lý CTRĐT.

Kết quả của WaCT thực hiện năm 2019 đã trở thành cơ sở khoa học cho việc xây dựng Kế hoạch hành động quản lý CTRĐT Nairobi giai đoạn 2020 - 2022, đồng thời mở đường cho sự hợp tác giữa thành phố và Mạng lưới các Thành phố Sạch châu Phi (African Clean Cities Platform – ACCP). Bốn năm sau, vào năm 2023, với mục đích giám sát định kỳ hoạt động quản lý CTRĐT, chính quyền thành phố phối hợp với UN-Habitat tiến hành thực hiện WaCT lần thứ hai.

Kết quả bảng so sánh WaCT năm 2019 và năm 2023 cho thấy mặc dù tỷ lệ thu gom CTRĐT có tăng (từ 65 đến 69%) nhưng tỷ lệ thu hồi CTRĐT và Chỉ số SDG 11.6.1 giảm đáng kể (từ 15 xuống 6%). Điều này cho thấy các Kế hoạch hành động quản lý CTRĐT Nairobi giai đoạn 2020 - 2022 chưa mang lại hiệu quả thiết thực. Nguyên nhân có thể do thu hẹp hoạt động thu hồi CTRĐT trong giai đoạn 2019 - 2023 và dự án xây dựng Nhà máy đốt rác phát điện Dandora Green Park vẫn chưa được thực hiện.

Việc lặp lại đánh giá bằng công cụ WaCT sau 4 năm tại Nairobi mang lại các lợi ích quản lý rõ rệt:

- Cập nhật dữ liệu thực tế giai đoạn 2019 - 2023, đánh giá xu hướng phát sinh, thu gom và xử lý CTRĐT sau giai đoạn triển khai kế hoạch hành động 2020 - 2022 đã giúp thành phố điều chỉnh Kế hoạch hành động quản lý CTRĐT giai đoạn tiếp theo với định hướng đẩy mạnh hoạt động thu hồi CTRĐT và đầu tư xây dựng hạ tầng.

- Nhận diện rõ các lỗ hổng trong cơ sở thu hồi và xử lý CTRĐT. Cảnh báo sự suy giảm năng lực kiểm soát vận hành của các cơ sở, từ đó thúc đẩy yêu cầu cải thiện về năng lực kỹ thuật và mức độ kiểm soát vận hành, môi trường tại các cơ sở thu hồi và xử lý.

- Cập nhật dữ liệu WaCT giúp hiểu rõ hiệu quả chính sách và thúc đẩy hành động để tăng tỷ lệ CTRĐT được thu gom, nâng cao năng lực các cơ sở thu hồi, xử lý để đạt mức cơ sở kiểm soát (controlled facilities) và giảm thất thoát CTRĐT ra môi trường; hướng tới mục tiêu đô thị không rác thải theo tinh thần SDG 11.6.1.

2.4.3. Áp dụng và điều chỉnh phương pháp luận WaCT trong bối cảnh quản lý chất thải rắn thành phố Huế, Việt Nam năm 2021

Dự án "*Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam*" (WWF - Việt Nam) đã tiên phong áp dụng công cụ WaCT tại thành phố Huế nhằm xây dựng một cơ sở dữ liệu khoa học toàn diện về thực trạng QLCTR, đặc biệt là RTN. Tuy nhiên, việc chuyển đổi một khung lý thuyết quốc tế vào điều kiện thực tiễn của một đô thị Việt Nam luôn đi kèm với những thách thức và đòi hỏi sự linh hoạt. Dựa trên 7 bước của phương pháp luận WaCT hướng dẫn (Mục 2.3), nhóm nghiên cứu đã hiệu chỉnh để đảm bảo độ chính xác và phù hợp với đặc thù của địa phương.

Trong bước 1 và 2 - Khảo sát hiện trạng phát sinh và thành phần CTR hộ gia đình: nhóm nghiên cứu tuân thủ các nguyên tắc cốt lõi của WaCT, đồng thời điều chỉnh phù hợp với đặc điểm đô thị hai vùng của Huế: “vùng trung tâm” (thành phố cũ) và “vùng mở rộng” (các xã/phường sáp nhập năm 2021).

Các mẫu CTR được phân loại theo 12 nhóm của sổ tay WaCT và 6 nhóm của Sơ đồ dòng chất thải (WFD), thể hiện sự tích hợp phương pháp luận ngay từ khâu thu thập dữ liệu. Đặc biệt, nhóm nghiên cứu phân tách chi tiết RTN theo loại vật liệu (PE, PP, PET...) và giá trị tái chế (cao, thấp, không tái chế), tạo nên bộ dữ liệu chuyên sâu vượt trên yêu cầu cơ bản của WaCT, phục vụ trực tiếp cho mục tiêu “*đô thị giảm nhựa*” của dự án.

Trong bước 3 - Đánh giá nguồn phát sinh CTR phi hộ gia đình: Đánh giá các nguồn phát sinh chất thải rắn (CTR) phi hộ gia đình là một trong những khâu phức tạp và thách thức nhất trong quá trình áp dụng công cụ WaCT, do đặc điểm nguồn phát thải phân tán và hạn chế về dữ liệu thứ cấp tại địa phương.

Theo hướng dẫn của WaCT, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát 8 nhóm nguồn thải phi hộ gia đình tiêu biểu, bao gồm: khách sạn, nhà hàng, trường học, chợ, siêu thị, văn phòng, khu vực công cộng và bệnh viện. Tuy nhiên, trong quá trình triển khai thực tế tại thành phố Huế, nhiều loại dữ liệu nền tảng theo khuyến nghị của WaCT (như số giường

bệnh, diện tích sàn, số quầy hàng...) chưa được thống kê đầy đủ hoặc cập nhật. Trước khoảng trống dữ liệu này, nhóm nghiên cứu đã điều chỉnh phương pháp luận theo hướng linh hoạt, kết hợp giữa dữ liệu sẵn có, khảo sát thực địa và tham vấn chuyên gia nhằm đảm bảo tính khả thi và độ tin cậy của ước tính. Một điều chỉnh đáng chú ý là việc gộp các cửa hàng, tạp hóa nhỏ lẻ vào nhóm “trung tâm mua sắm”, qua đó tổng hợp một nguồn phát thải phân tán thành nhóm đại diện. Cách tiếp cận này cho phép ước tính khối lượng CTR phát sinh một cách hiệu quả, đồng thời vẫn bảo đảm phù hợp với khung phương pháp WaCT trong điều kiện đô thị Việt Nam.

Trong bước 4 - Xác định lượng CTRĐT thu hồi

Dữ liệu đầu vào cho mô hình được thu thập thông qua khảo sát thực địa tại 23 cơ sở kinh doanh phế liệu, bao gồm 18 cơ sở ở vùng Huế trung tâm và 5 cơ sở ở vùng Huế mở rộng. Nhóm nghiên cứu đã áp dụng cách tiếp cận phương pháp luận hỗn hợp, kết hợp giữa dữ liệu khoa học địa phương và hướng dẫn của WaCT nhằm bảo đảm tính phù hợp bối cảnh và khả năng so sánh.

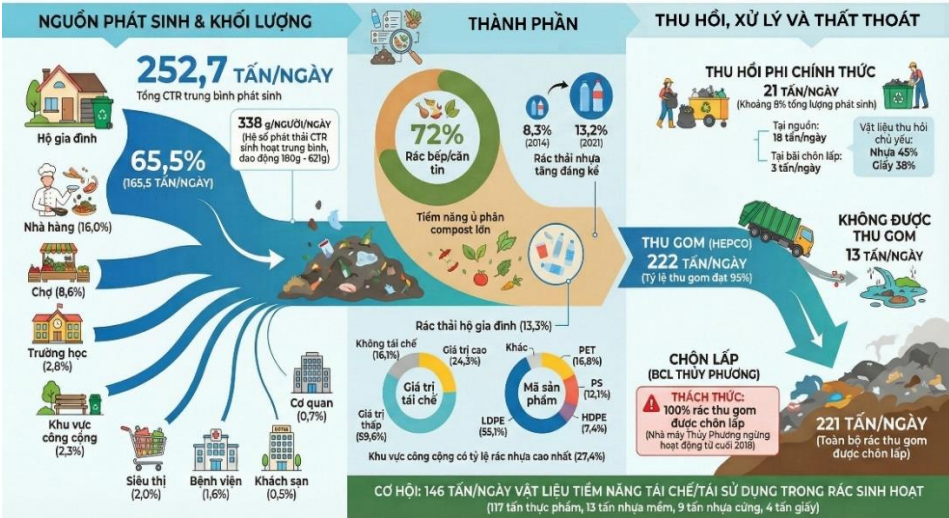
Cụ thể, dòng CTR thu hồi được kế thừa và hiệu chỉnh từ nghiên cứu của Phạm Khắc Lieu và cs (2012), qua đó phản ánh chính xác đặc trưng của hệ thống thu gom và thu hồi phi chính thức tại thành phố Huế, đồng thời tránh việc xây dựng lại từ đầu khi đã có cơ sở dữ liệu đáng tin cậy. Đối với các thông số chưa có dữ liệu, nhóm nghiên cứu tuân thủ hướng dẫn của WaCT, điển hình là việc áp dụng hệ số thất thoát 10% trong quá trình thu hồi CTR.

Cách tiếp cận này cho thấy sự linh hoạt trong ứng dụng phương pháp luận WaCT: ưu tiên dữ liệu địa phương đã được kiểm chứng để nâng cao độ chính xác theo bối cảnh, đồng thời sử dụng chuẩn quốc tế để đảm bảo tính nhất quán và khả năng đối chiếu giữa các địa phương.

Trong bước 5 và 6 - Xác định khối lượng và thành phần CTR tại bãi chôn lấp

Theo hướng dẫn WaCT, dữ liệu về khối lượng CTR được xử lý được lấy trực tiếp từ trạm cân bãi chôn lấp CTR. Tuy nhiên, nhóm nghiên cứu đã xác định rằng do sự phức tạp của các tuyến thu gom và các nguồn

thải phi hộ gia đình ngoài phạm vi khảo sát, nếu sử dụng dữ liệu này sẽ dẫn đến kết quả phi logic (khối lượng CTR thu gom lớn hơn khối lượng CTR phát sinh) và không thể sử dụng được cho việc hoạch định chính sách. Thay vào đó, áp dụng tỷ lệ thu gom do cơ quan nhà nước (Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thừa Thiên Huế - nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Huế) báo cáo để hiệu chỉnh mô hình. Hiệu chỉnh phương pháp ở bước này đảm bảo mô hình WaCT phản ánh đúng thực tế vận hành trong phạm vi các nguồn phát sinh đã được khảo sát, duy trì tính nhất quán logic của toàn bộ sơ đồ dòng chất thải rắn của thành phố Huế (Hình 2.7).



Hình 2.7. Kết quả phân tích dòng CTRĐT của thành phố Huế năm 2021

2.5. Hạn chế và thách thức của WaCT

Phương pháp của WaCT có tính hệ thống và độ tin cậy cao trong đánh giá hiệu quả quản lý CTRĐT và theo dõi tiến độ thực hiện Mục tiêu phát triển bền vững (SDG) 11.6.1. Tuy nhiên, việc triển khai WaCT tại các đô thị đang phát triển, đặc biệt ở khu vực châu Phi và các quốc gia có thu nhập thấp và trung bình vẫn gặp phải nhiều hạn chế và thách thức mang tính đặc thù. Các rào cản này không chỉ mang tính kỹ thuật, mà còn liên quan đến thể chế, tài chính, xã hội và hành vi tiêu dùng. Nhận diện rõ các thách thức này là cơ sở để đề xuất những hướng cải thiện thiết

thực, giúp WaCT phát huy tối đa vai trò trong hoạch định chính sách và chuyển đổi sang kinh tế tuần hoàn.

2.5.1. Hạn chế về dữ liệu và phương pháp thống kê

Cỡ mẫu hộ gia đình nhỏ: Để đạt được độ chính xác thống kê cao (mức tin cậy 95% với biên độ sai số 5%), cần khảo sát 370 đến 384 hộ gia đình; tuy nhiên, WaCT thường đề xuất mẫu nhỏ hơn (90 - 150 hộ gia đình) do hạn chế về chi phí và nguồn lực, dẫn đến biên độ sai số tăng lên 10%.

Thiếu dữ liệu về đơn vị hoạt động của các nguồn phi hộ gia đình: Việc thu thập tổng số lượng đơn vị hoạt động (ví dụ: số ghế nhà hàng, số phòng khách sạn, số lượng học sinh,...) trên toàn thành phố đòi hỏi phải có dữ liệu cấp phép kinh doanh hoạt động đầy đủ, cập nhật, và đáng tin cậy. Rất nhiều thành phố đang phát triển, không sẵn có hoặc không cập nhật dữ liệu này.

Sử dụng hệ số ước tính cho nguồn phi hộ gia đình: Để ước tính lượng CTRĐT từ các nguồn không phải hộ gia đình, WaCT khuyến nghị có thể sử dụng tỷ lệ ước tính 30% tổng lượng chất thải. Tỷ lệ này là một ước tính thô và có thể không phản ánh chính xác tình hình thực tế, vì cơ cấu kinh tế và hành vi tiêu dùng của các thành phố đang phát triển rất khác nhau, dẫn đến sai số trong việc ước tính tổng lượng MSW được tạo ra.

Đánh giá phân loại chất thải theo thu nhập: Việc phân loại chất thải theo mức thu nhập (thấp, trung bình, cao) có thể khó khăn khi ranh giới kinh tế - xã hội và tiêu chí phân loại không được xác định rõ ràng, ảnh hưởng đến độ chính xác của hệ số phát sinh CTSH theo đầu người.

2.5.2. Thách thức trong quá trình triển khai

Một số thách thức trong việc thu thập dữ liệu từ các bên liên quan:

Các đơn vị thu hồi CTRĐT phi chính thức (ví dụ: các cơ sở thu mua phế liệu, người nhặt rác) thường miễn cưỡng hoặc từ chối chia sẻ thông tin vì ảnh hưởng đến việc kinh doanh đã làm gián đoạn quá trình thu thập dữ liệu.

Tại các thành phố đang phát triển, các nguồn thải phi hộ gia đình nhỏ lẻ, phân tán, và thường là ít được thống kê (ví dụ: quây tập hóa, người bán hàng rong, quán ăn trong nhà,...); việc lấy mẫu và phỏng vấn

tất cả các đơn vị này tốn nhiều thời gian vì không có dữ liệu sẵn có, dẫn đến khả năng bỏ sót lượng CTR đáng kể.

Biến động theo mùa và tập quán văn hóa địa phương: khối lượng CTR phát sinh có thể thay đổi theo mùa và các tập quán địa phương (Ví dụ: thói quen rải vàng mã ra đường, nước mưa ngấm vào chất thải,...), có thể khiến dữ liệu thu thập được không mang tính đại diện.

Hạn chế về tài chính và nguồn lực: Việc triển khai WaCT yêu cầu một đội ngũ chuyên gia và nhân sự lớn (khoảng 20 - 30 người) làm việc toàn thời gian trong nhiều tuần, cùng với việc mua sắm trang thiết bị dụng cụ, gây áp lực đáng kể về ngân sách đối với các thành phố có nguồn lực hạn chế. Việc phụ thuộc vào các quỹ tài trợ quốc tế (JICA, UN-Habitat, WWF,...) khiến chương trình dễ gián đoạn và khó mở rộng quy mô áp dụng khi dự án kết thúc.

2.5.3. Thách thức về thể chế và chính sách

Hệ thống quản lý CTRĐT tại nhiều thành phố đang phát triển thường phân tán giữa nhiều cơ quan, như: Sở Nông nghiệp và Môi trường, Sở Xây dựng, hoặc chính quyền cấp phường/xã. Việc thiếu một đầu mối điều phối thống nhất dẫn đến chồng chéo nhiệm vụ, khó tích hợp dữ liệu WaCT vào quy hoạch tổng thể.

Thiếu khung pháp lý địa phương: nhiều thành phố đang phát triển còn thiếu quy định, chính sách hoặc chiến lược quản lý CTRĐT cấp địa phương. Điều này cản trở việc thực hiện các đề xuất hành động dựa trên dữ liệu WaCT, ví dụ như quy định về hoạt động phân loại CTRSH tại nguồn, mức phí thu gom, xử lý CTRSH.

CÔNG CỤ SƠ ĐỒ DÒNG CHẤT THẢI (WFD)

3.1. Khái niệm và ý nghĩa của Sơ đồ dòng chất thải

Sơ đồ dòng chất thải - Waste Flow Diagram (WFD) là một bộ công cụ mở giúp đánh giá nhanh dòng CTRĐT trong phạm vi đô thị. Thông qua việc trực quan hóa các dòng vật chất trong hệ thống QLCTR, WFD cho phép định lượng lượng chất thải cũng như nguồn gốc và điểm đến của CTR và RTN thất thoát. Công cụ này được phát triển bởi nhóm chuyên gia từ GIZ, Đại học Leeds, Eawag-Sandec và Wasteaware với 6 mục đích, bao gồm:

Đánh giá nhanh hệ thống quản lý chất thải rắn đô thị: Cung cấp cái nhìn tổng quát trực quan về dòng CTRĐT của thành phố, bao gồm thông tin phục vụ các chỉ số phụ SDG 11.6.1 (như tỷ lệ thu gom, tỷ lệ xử lý an toàn).

Định lượng thất thoát RTN: Sử dụng khảo sát quan sát thực địa để định lượng lượng RTN thất thoát từ hệ thống quản lý CTRĐT và xác định điểm đến cuối cùng của phần chất thải không được kiểm soát này.

Xác định nguồn ô nhiễm ưu tiên: Nhận diện các nguồn hoặc giai đoạn gây ô nhiễm RTN nghiêm trọng nhất (như điểm nóng thất thoát) để ưu tiên can thiệp dựa trên dữ liệu.

Cho phép so sánh giữa các thành phố: Cung cấp phương pháp đánh giá chuẩn, giúp đối chiếu và học hỏi kinh nghiệm QLCTR giữa các đô thị.

Hỗ trợ xây dựng kịch bản cải thiện: Cho phép chạy các kịch bản giả định để ước tính tác động của các biện pháp can thiệp (tăng tỷ lệ thu gom, cải thiện cơ sở hạ tầng,...) lên hệ thống quản lý CTRĐT và lượng RTN thất thoát. Điều này giúp hoạch định chính sách dựa trên bằng chứng định lượng thay vì cảm tính.

Đánh giá hiệu quả sau can thiệp: Định lượng mức độ cải thiện của hệ thống sau khi áp dụng các biện pháp, qua đó đo lường hiệu quả của đầu tư và điều chỉnh chiến lược nếu cần thiết.

Nói cách khác, WFD hỗ trợ các đô thị đánh giá hiện trạng hệ thống QLCTR, đo lường nhanh khả năng ô nhiễm RTN, từ đó đưa ra quyết định dựa trên dữ liệu nhằm giảm thiểu thất thoát RTN ra môi trường.

Tổng quan về công cụ WFD được minh họa trong Hình 3.1, thể hiện toàn bộ quá trình của hệ thống QLCTR, cách thức các dòng chất thải di chuyển qua từng giai đoạn, đồng thời chỉ ra những phần chất thải bị thất thoát trong hệ thống. WFD được thể hiện dưới dạng ma trận giai đoạn và lớp thông tin. Theo chiều ngang, các giai đoạn bao phủ toàn bộ hệ thống quản lý CTRĐT (1) phát sinh, (2) thu gom, (3) cơ sở phân loại, (4) cơ sở xử lý, (5) vận chuyển, (6) điểm đến cuối cùng của RTN. Theo chiều dọc, 4 lớp thông tin thể hiện lần lượt: (i) dữ liệu đầu vào cần thu thập; (ii) kết quả vận hành (đã/không được thu gom, phân loại, xử lý); (iii) các yếu tố ảnh hưởng đến sự thất thoát RTN; và (iv) các đầu ra RTN không được quản lý. Cách thể hiện ma trận nhiều lớp này giúp người dùng hiểu sâu cơ chế thất thoát RTN trong toàn hệ thống quản lý CTRĐT, thay vì chỉ nhìn nhận các giai đoạn rời rạc.



Hình 3.1. Sơ đồ dòng thải WFD tổng quát (GIZ, 2025)

Dữ liệu đầu vào

Trong công cụ Sơ đồ dòng thải (WFD), dữ liệu đầu vào đóng vai trò nền tảng để định lượng khối lượng chất thải và mô phỏng các dòng vật chất trong hệ thống quản lý CTRĐT. Đây là bước đầu tiên và có tính quyết định đối với độ chính xác của toàn bộ mô hình.

Việc thu thập dữ liệu đầu vào được thực hiện từ 4 nhóm đối tượng chính, phản ánh toàn bộ chuỗi phát sinh - thu gom - phân loại - xử lý chất thải, bao gồm:

- *Nguồn phát sinh*: Tại giai đoạn này, cần thu thập các thông tin về dân số khu vực nghiên cứu, khối lượng CTRĐT phát sinh bình quân đầu người và thành phần CTRĐT. Những dữ liệu này giúp xác định quy mô và đặc điểm phát sinh chất thải, đồng thời phản ánh bức tranh tổng thể về điều kiện kinh tế - xã hội và mô hình tiêu dùng của cộng đồng dân cư trong khu vực.

- *Thu gom*: Dữ liệu thu thập ở giai đoạn này bao gồm tổng khối lượng chất thải được thu gom, tỷ lệ vật liệu được chuyển hướng khỏi quy trình xử lý để tái sử dụng hoặc tái chế, cũng như sự phân tách giữa hệ thống thu gom chính thức và phi chính thức. Ngoài ra, cần xác định khối lượng rác được thu gom và không được thu gom, vì đây là yếu tố quan trọng để đánh giá hiệu quả hoạt động của hệ thống thu gom hiện tại.

- *Cơ sở phân loại*: Cần xác định tỷ lệ chất thải được thu gom phi chính thức so với tổng chuỗi dịch vụ, tỷ lệ vật liệu bị loại bỏ khỏi quá trình phân loại, và mức độ kiểm soát của các cơ sở phân loại. Nhóm dữ liệu này giúp làm rõ hiệu quả của quá trình tách dòng vật chất, cũng như mức độ tổ chức và kiểm soát của khu vực trong việc tái chế, tái sử dụng.

- *Cơ sở xử lý*: Ở bước này, cần thu thập thông tin về thành phần và khối lượng chất thải được xử lý, khối lượng vật liệu được thu hồi, cùng mức độ kiểm soát của các cơ sở xử lý. Những dữ liệu này cho phép đánh giá hiệu suất xử lý, xác định lượng chất thải còn tồn đọng hoặc thất thoát ra môi trường.

Tổng thể, dữ liệu đầu vào chính là “*điểm khởi đầu của dòng thải*”, đóng vai trò định hình toàn bộ quá trình mô phỏng trong WFD. Chất lượng và độ chính xác của dữ liệu này quyết định khả năng phản ánh

thực tế của mô hình, giúp các nhà quản lý và nhà nghiên cứu xác định rõ tổng khối lượng rác cần quản lý, hiệu quả của từng khâu trong chuỗi và mức độ thất thoát chất thải ra môi trường.

Kết quả quản lý chất thải rắn sinh hoạt

Lớp thứ hai của khung WFD mô tả kết quả quản lý CTRĐT. Tại đây, chất thải được phân chia thành hai nhóm lớn: rác thải đã được thu gom và rác thải chưa được quản lý (chưa được thu gom và thất thoát).

Phần chất thải được thu gom có thể đi vào 2 hệ thống khác nhau: hệ thống chính thức và phi chính thức. Hệ thống chính thức thường bao gồm các cơ quan, công ty hoặc tổ chức được cấp phép, hoạt động theo quy chuẩn quản lý đô thị, sử dụng xe chuyên dụng và có lịch trình thu gom định kỳ. Ngược lại, hệ thống phi chính thức gồm các nhóm thu gom nhỏ lẻ, người nhặt rác, hộ thu mua phế liệu hoặc cơ sở tái chế độc lập, hoạt động dựa trên giá trị kinh tế của vật liệu.

Hai hệ thống này vận hành song song và bổ trợ cho nhau trong việc thu hồi vật liệu, nhưng mức độ kiểm soát về mặt môi trường rất khác nhau. Sự phân tách này là điểm đặc trưng trong mô hình WFD, vì nó cho phép nhận diện được tỷ lệ rác thải được quản lý có kiểm soát so với phần chưa được kiểm soát, từ đó tính toán được tỷ lệ RTN thất thoát trong từng giai đoạn của hệ thống thu gom.

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thất thoát của rác thải nhựa

Lớp thông tin thứ ba của khung WFD nêu rõ các yếu tố ảnh hưởng đến sự thất thoát RTN trong từng giai đoạn của chuỗi quản lý.

Trong giai đoạn thu gom, sự thất thoát có thể xuất hiện khi rác thải không được đổ bỏ đúng quy định, phương tiện thu gom không được che chắn kỹ, bị quá tải hoặc phương thức thu gom, các thùng chứa và phương tiện lưu chứa không đảm bảo (thiếu thùng rác, điểm tập kết rác trung chuyển không có tường rào che chắn...). Các loại rác nhẹ như bao ni lông, hộp xốp hoặc nhựa mỏng thường dễ bị cuốn bay theo gió hoặc rơi vãi xung quanh. Bên cạnh đó, thất thoát RTN còn xảy ra trong quá trình trung chuyển từ thu gom sơ cấp - thứ cấp, từ xe đẩy tay/thùng rác lên xe cuốn ép,... Ngoài ra, nếu tần suất thu gom không đảm bảo hoặc dịch vụ

thu gom không bao phủ hết khu dân cư, lượng rác còn sót lại tại nguồn cũng trở thành nguồn phát tán tiềm tàng. Ngoài ra, một số hoạt động nhặt rác tại các thùng rác, xuống rác, các bãi chôn lấp,... cũng là một trong những tác nhân gây ra việc thất thoát CTR và RTN.

Tại giai đoạn phân loại, đặc biệt là trong các cơ sở không chính thức, nhựa có thể bị rơi vãi, thất thoát ra môi trường hoặc lẫn vào các dòng thải không được kiểm soát. Trong các cơ sở phân loại chính thức, nếu thiếu hệ thống thu gom nước rỉ rác, mái che hoặc biện pháp kiểm soát bụi, vật liệu nhẹ vẫn có khả năng phát tán ra không khí hoặc trôi theo nước mưa.

Trong các cơ sở xử lý, sự thất thoát RTN xảy ra khi quá trình đốt, chôn lấp hoặc xử lý sinh học không có biện pháp kiểm soát tốt. Gió có thể cuốn RTN bay khỏi khu xử lý, nước mưa hoặc dòng chảy bề mặt gây cuốn trôi rác vào cống thoát nước hoặc các lưu vực nước (sông, hồ ao, đầm phá, biển). Ngoài ra, trong nhiều trường hợp, việc đốt rác ngoài trời để giảm khối lượng hoặc xử lý tạm thời cũng góp phần tạo ra các dòng RTN không được kiểm soát.

Giai đoạn vận chuyển là nguồn thất thoát phổ biến. Trong quá trình vận chuyển nếu không được che chắn hoặc quá tải, rác có thể rơi vãi hoặc bay theo gió, đặc biệt là những vật liệu nhẹ. Việc che chắn không kín và quá tải trọng là những nguyên nhân chính dẫn đến hiện tượng này.

Cuối cùng, các yếu tố môi trường tự nhiên như mưa lớn, ngập lụt, gió mạnh hoặc dòng chảy bề mặt cũng làm tăng đáng kể lượng RTN bị cuốn vào sông hồ và hệ thống thoát nước. Tại những khu vực có địa hình thấp hoặc hạ tầng thoát nước kém, nhựa có thể tích tụ rồi dần dần đi vào hệ thống thủy vực.

Đầu ra rác thải nhựa không được quản lý

Lớp cuối cùng của khung WFD thể hiện các dòng RTN không được quản lý, là phần RTN đã thoát ra khỏi hệ thống kiểm soát của con người và đi vào môi trường. Các dòng này bao gồm 3 nhóm chính: nhựa tồn đọng trên đất liền, nhựa bị đốt ngoài trời và nhựa đi vào hệ thống thủy vực.

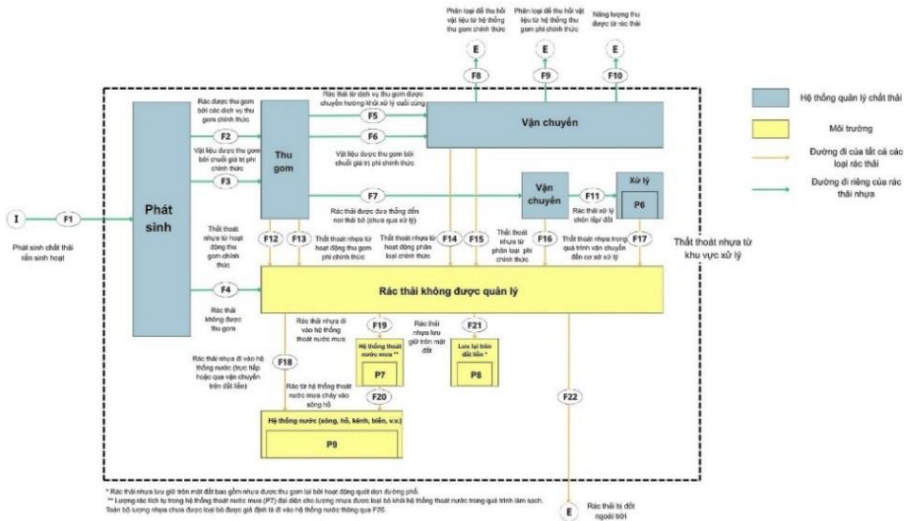
RTN tồn đọng trên đất liền là lượng rác bị đổ bỏ tự phát, bị rơi vãi trong quá trình thu gom hoặc tồn đọng tại các điểm không được xử lý.

Chúng thường nằm dọc đường phố, bãi trống, khu dân cư, hoặc trong các kênh mương khô, nơi thiếu hệ thống thu gom. Dạng tồn lưu này không chỉ ảnh hưởng đến cảnh quan và sức khỏe cộng đồng mà còn là nguồn phát sinh vi nhựa lâu dài khi các vật liệu phân rã chậm trong môi trường tự nhiên.

RTN bị đốt ngoài trời là kết quả của việc xử lý không chính thức, người dân hoặc cơ sở tự đốt rác nhằm giảm khối lượng. Tuy nhiên, quá trình này thường sinh ra khói độc chứa dioxin, furan, tro và vi nhựa, gây hại cho sức khỏe và làm ô nhiễm không khí, đất và nước.

Cuối cùng, RTN đi vào hệ thống thủy vực là biểu hiện rõ nhất của thất thoát RTN đô thị. Khi rác bị cuốn vào cống thoát nước, kênh rạch hoặc sông, nó sẽ được vận chuyển theo dòng chảy và dần trôi ra biển, trở thành một phần của RTN đại dương. Đây là giai đoạn cuối cùng của vòng đời nhựa không được quản lý và cũng là mục tiêu trọng tâm mà WFD hướng đến trong việc đánh giá và giảm thiểu.

Toàn bộ cấu trúc trong Hình 3.2 đóng vai trò là sơ đồ dữ liệu cơ sở và thể hiện các nhóm thông tin đầu vào. Các dữ liệu này được nhập vào mô hình WFD trên nền tảng MS. Excel, qua đó hình thành khung phân tích định lượng cho từng giai đoạn của chuỗi quản lý CTRĐT. Tuy nhiên, ở cấp độ này, Hình 3.1 chưa thể hiện được sự chuyển hóa không gian và động học của dòng chất thải trong toàn bộ hệ thống quản lý. Tiếp đó, WFD được thể hiện dưới sơ đồ hệ thống đường đi của CTRĐT và RTN (Hình 3.2).



Hình 3.2. Sơ đồ hệ thống đường đi của CTR đô thị và RTN (GIZ, 2020)

Khác với Hình 3.1 có cấu trúc dạng ma trận, Hình 3.2 là sơ đồ dòng (flow diagram) thể hiện chuỗi quá trình vật chất liên kết giữa các giai đoạn phát sinh, thu gom, vận chuyển, xử lý và cuối cùng là rác thải không được quản lý. Các mũi tên trong hình biểu thị hướng di chuyển của vật chất, với màu xanh lá cây là đường đi của toàn bộ rác thải, còn màu cam tượng trưng cho đường đi của RTN.

Ở phần đầu tiên của sơ đồ, giai đoạn phát sinh CTRSH (F1) là điểm khởi đầu của toàn bộ dòng vật chất. Đây là lượng rác thải phát sinh từ hộ gia đình, cơ sở thương mại, chợ, trường học và các hoạt động đô thị khác. Phần lớn lượng rác này được thu gom thông qua hai hình thức: Thu gom chính thức (F2) do các đơn vị công ích, hợp tác xã, hoặc doanh nghiệp dịch vụ công thực hiện; và Thu gom phi chính thức (F3) bao gồm người thu mua phế liệu, người nhặt rác, và chuỗi giá trị phi chính thức. Tuy nhiên, vẫn tồn tại một phần rác không được thu gom (F4), tạo nên nguồn thất thoát RTN ban đầu ngay từ giai đoạn phát sinh. Đây là vấn đề phổ biến tại các khu dân cư ngoại vi hoặc vùng chưa có dịch vụ vệ sinh môi trường.

Sau giai đoạn phát sinh, lượng rác được đưa vào hệ thống thu gom (F5 - F7). Trong giai đoạn này, sơ đồ cho thấy rõ hai hướng dòng vật chất: dòng rác được thu gom và chuyển hướng khỏi xử lý cuối cùng (F5),

bao gồm các vật liệu được phân loại và tái chế; và dòng rác được chuyển đến cơ sở xử lý (F7). Tồn tại song song là dòng thất thoát RTN trong quá trình thu gom (F12 - F13). Sự thất thoát có thể xảy ra khi rác bị rơi khỏi thùng xe, khi công nhân thu gom không che chắn đầy đủ hoặc thùng rác bị quá tải.

Khi rác được vận chuyển đến cơ sở xử lý (P6), lượng RTN tiếp tục chịu tác động từ các giai đoạn trung gian. Giai đoạn vận chuyển (F8 - F11) có thể phát sinh thất thoát RTN do xe không kín hoặc đường vận chuyển qua khu dân cư, sông hồ. Ở cuối tuyến, rác được đưa vào cơ sở xử lý (P6), có thể là chôn lấp, đốt hoặc ủ sinh học. Tuy nhiên, kể cả trong các cơ sở có kiểm soát, vẫn có một phần RTN bị thất thoát do gió cuốn, đốt không triệt để, hoặc thất thoát nước rác mang theo hạt vi nhựa.

Khu vực trung tâm màu vàng trong hình đại diện cho “*rác thải không được quản lý*”, phần chất thải nằm ngoài hệ thống chính thức, không được thu gom hoặc xử lý hợp vệ sinh. Đây là vùng mà hầu hết các thất thoát RTN hội tụ trước khi đi vào môi trường. Trong vùng này, sơ đồ thể hiện 4 con đường chính:

RTN đi vào hệ thống thoát nước mưa (F18 - F20) xảy ra khi rác trên mặt đường bị cuốn trôi qua cống, mương trong các trận mưa lớn.

RTN đi vào hệ thống nước (P9) là vị trí cuối của các dòng nhựa trôi nổi, bao gồm sông, hồ, kênh, biển.

RTN lưu giữ trên mặt đất (F21 - P8) là phần RTN nằm lại trên đất liền, thường tích tụ tại các bãi rác tự phát, công viên hoặc ven sông.

Rác bị đốt ngoài trời (F22 - E) phản ánh hành vi phổ biến ở nông thôn và ngoại ô, nơi người dân tự đốt rác thay vì xả thải đúng nơi quy định để được thu gom.

Các nhánh thất thoát màu cam từ các giai đoạn được tổng hợp vào P7, P8, P9 và E tương ứng với hệ thống thoát nước mưa, đất liền, hệ thống nước và khí quyển.

CTRĐT được tạo ra (F1) từ nhà dân, chợ, trường học, quán xá... Sau đó, CTR đi theo hai đường: thu gom chính thức (F2) do công ty/dịch vụ môi trường làm, và thu gom phi chính thức (F3) do người ve chai,

người nhặt rác. Tuy nhiên, vẫn có phần không ai thu gom (F4), thường ở khu ngoại thành hoặc nơi chưa có dịch vụ, tạo ra thất thoát nhựa ngay từ đầu.

Khi đã vào hệ thống, một phần rác được thu hồi để bán/tái chế (F5), phần còn lại chuyển đến nơi xử lý (F7). Trong lúc thu gom và vận chuyển (F12 - F13, F8 - F11), RTN có thể rơi vãi nếu thùng/xe quá tải hoặc không che kín. Đến cơ sở xử lý (P6) như chôn lấp, đốt, ủ sinh học vẫn có thể thất thoát thêm do gió cuốn, đốt chưa hết.

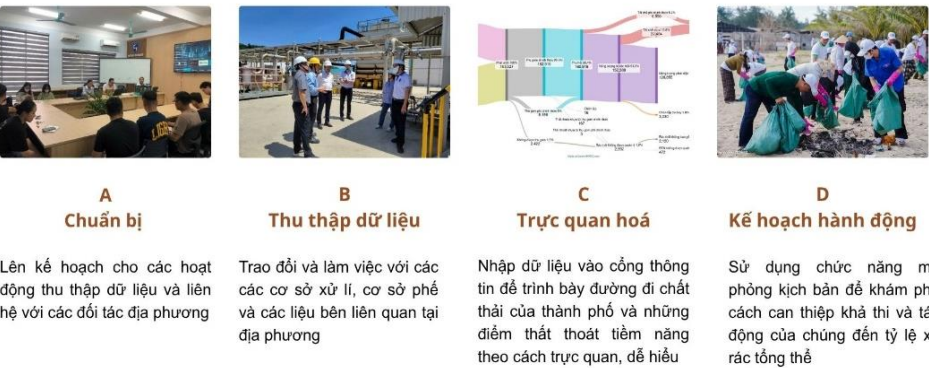
Vùng màu vàng trong hình là phần rác không được quản lý: nằm ngoài hệ thống, không được thu gom/ xử lý đúng cách. Từ đây, RTN đi theo 4 hướng: chảy vào cống thoát nước mưa (F18 – F20), ra sông hồ/biển (P9), tồn lưu trên đất liền (F21→ P8) như bãi rác tự phát, ven sông, công viên, hoặc bị đốt ngoài trời (F22→E). Cuối cùng, mọi dòng thất thoát được gom về các điểm đến cuối cùng, bao gồm: P7 (thoát nước mưa), P8 (đất), P9 (nước), E (không khí).

Cả Hình 3.1 và Hình 3.2 đều minh họa sơ đồ dòng thải. Hình 3.1 phản ánh cơ chế vận hành của mô hình WFD - một hệ thống định lượng theo nguyên lý dòng vật chất. Theo hướng ngang, mỗi giai đoạn trong sơ đồ tương ứng với một khối cân bằng vật chất, trong đó tổng lượng đầu vào phải bằng tổng lượng đầu ra cộng với phần thất thoát. Theo hướng dọc, các yếu tố ảnh hưởng được gắn lên từng giai đoạn để điều chỉnh hệ số thất thoát theo điều kiện thực tế. Hình 3.2 minh chứng trực quan sự thất thoát RTN không phải là hiện tượng đơn lẻ mà là kết quả tổng hợp của nhiều “*sự thất thoát nhỏ*” trên toàn chuỗi hệ thống. Nhờ vậy, WFD có khả năng mô phỏng cả dòng vật chất lẫn dòng thất thoát môi trường, giúp người sử dụng không chỉ biết khối lượng nhựa bị thất thoát mà còn xác định được nó bị thất thoát ở đâu và tại sao. Khi thực hành, dữ liệu đầu vào cho mỗi giai đoạn có thể được thu thập từ nhiều nguồn: khảo sát hiện trường, phỏng vấn công nhân thu gom, báo cáo của các cơ sở xử lý, và các quan sát không chính thức tại các điểm nóng. Khi được đưa vào mô hình, những dữ liệu này tạo nên bức tranh toàn diện về hệ thống quản lý chất thải, phản ánh cả mặt chính thức lẫn phi chính thức của chuỗi vận hành. Đáng chú ý, WFD tập trung chủ yếu vào việc ngăn chặn ô nhiễm RTN kích cỡ lớn ngay tại nguồn phát sinh, trước khi chúng phân rã thành

vi nhựa hoặc trôi dạt trong môi trường. Bằng cách đó, WFD góp phần giảm lượng RTN đi vào hệ thống sông ngòi và đại dương.

3.2. Các bước xây dựng sơ đồ dòng chất thải

Để xây dựng được sơ đồ dòng thải cho một đô thị cụ thể, cần thực hiện tuần tự các bước theo hướng dẫn của WFD. Quy trình này bao gồm 4 giai đoạn chính: Chuẩn bị - Thu thập dữ liệu - Trực quan hóa - Xây dựng kế hoạch hành động. Dưới đây là tóm tắt các bước chính (Hình 3.3):



Hình 3.3. Các bước xây dựng sơ đồ dòng thải WFD

3.2.1. Bước chuẩn bị

3.2.1.1. Xác định phạm vi hệ thống

Phạm vi hệ thống nên được thiết lập ở cấp đô thị (thành phố/thị xã) và đủ nhỏ để đảm bảo tính đồng nhất, nhưng cũng không quá hẹp để bỏ sót các nguồn phát thải lân cận.

3.2.1.2. Xác định phương pháp thu thập dữ liệu

Trước khi tiến hành định lượng thất thoát nhựa bằng công cụ WFD, người dùng cần biên soạn 10 thông tin định lượng cụ thể về hệ thống quản lý CTRĐT. Các thông tin này cần đảm bảo mới nhất và đáng tin cậy nhất có thể, 10 thông tin định lượng cần thiết bao gồm:

- Dân số.

- Khối lượng CTRĐT phát sinh bình quân đầu người.
- Thành phần CTRĐT.
- Khối lượng từng loại vật liệu được thu hồi từ bãi chôn lấp.
- Phân chia giữa thu gom tái chế chính thức và phi chính thức.
- Phân chia giữa chuỗi dịch vụ và chuỗi giá trị đối với vật liệu được phân loại phi chính.
- Vật liệu bị loại bỏ từ các cơ sở phân loại chính thức và phi chính thức.
- Khối lượng vật liệu đưa đến bãi chôn lấp.
- Thành phần chất thải được thải bỏ.
- Mức độ kiểm soát của các cơ sở phân loại và thải bỏ.

Khi dữ liệu quản lý CTRĐT đáng tin cậy và cập nhật không có sẵn, người dùng có thể lựa chọn một trong 4 phương pháp tiếp cận, được sắp xếp theo mức độ ưu tiên sau: Thu thập dữ liệu sơ cấp, thu thập dữ liệu từ các đô thị lân cận, sử dụng giá trị mặc định, không cập nhật.

Bên cạnh đó, người dùng cần đánh giá độ tin cậy của dữ liệu thu thập được và nhập vào bảng “*Baseline data entry*” (Nhập dữ liệu cơ sở). Độ tin cậy được phân loại như sau:

- + *Cao (High)*: Dữ liệu sơ cấp đã được thực hiện theo phương pháp luận trong sổ tay và người dùng tự tin với kết quả.
- + *Trung bình (Medium)*: Dữ liệu gần đây nhưng không được thu thập cụ thể cho dự án này, hoặc có thể có sai sót nhỏ.
- + *Thấp (Low)*: Dữ liệu cũ, nguồn không rõ ràng, hoặc giá trị giả định (giá trị không chắc chắn về độ chính xác).

3.2.1.3. Liên hệ với các đối tác địa phương

Trước khi bắt đầu công việc thực địa, cần thiết lập liên hệ với các đối tác địa phương có hiểu biết sâu sắc về tình hình quản lý chất thải tại khu vực.

Thời gian đề xuất: Cần tối thiểu 2 đến 3 tháng để kết nối các bên liên quan và tổ chức công việc thực địa.

Mục tiêu của bước này bao gồm:

- Làm quen với phương pháp WFD ngay từ giai đoạn đầu.

- Năm vững bối cảnh và điều kiện địa phương.
- Chuẩn bị chương trình dự kiến cho việc đánh giá thực địa.
- Phối hợp các giấy phép và thủ tục cần thiết.

3.2.2. Thu thập dữ liệu và ước tính khối lượng thất thoát chất thải rắn

Đây là bước thu thập dữ liệu đầu vào cho WFD theo khu vực nghiên cứu. Nguồn dữ liệu có thể bao gồm cả số liệu thứ cấp (báo cáo, thống kê sẵn có) và dữ liệu sơ cấp thông qua khảo sát thực địa. WFD cần thu thập dữ liệu đầu vào định lượng và định tính.

Về dữ liệu định lượng, WFD yêu cầu trước hết phải tính được thành phần của tổng lượng CTRĐT theo từng nhóm vật liệu (giấy/bìa, nhựa, thủy tinh, kim loại, hữu cơ và các loại khác). Đối với mỗi nhóm chất thải, cần thu thập khối lượng theo 4 dòng chính: (i) Khối lượng được thu hồi; (ii) Khối lượng được thải bỏ vào hệ thống xử lý chính thức (iii) Khối lượng không được thu gom; (iv) Khối lượng thu hồi từ bãi chôn lấp.

Bảng 3.1 thể hiện cách tính thành phần CTRĐT theo hướng dẫn của WFD. Dữ liệu đầu vào bao gồm khối lượng từng loại chất thải: thu hồi (D), thải bỏ (R), không thu gom (U) và thu hồi từ bãi chôn lấp (ED). Từ đó, tính ra tổng phát sinh (T) và % thành phần từng loại trong tổng CTRĐT.

Bảng 3.1. Yêu cầu dữ liệu và phương pháp tính toán thành phần chất thải rắn đô thị

STT	Dữ liệu / Phương pháp tính	Giấy/Bìa (Paper/Card)	Nhựa (Plastics)	Thủy tinh (Glass)	Kim loại (Metal)	Khác (Other)	Hữu cơ (Organic)	Tổng (Total)
1	CTRĐT thu hồi (khối lượng/ngày)	PC_D	P_D	G_D	M_D	O_{tD}	O_D	T_D
2	CTRĐT thải bỏ (khối lượng/ngày)	PC_R	P_R	G_R	M_R	O_{tR}	O_R	T_R
3	CTRĐT không thu gom (khối lượng/ngày)	PC_U	P_U	G_U	M_U	O_{tU}	O_U	T_U
4	Thu hồi từ bãi chôn lấp (nếu có)	PC_{ED}	P_{ED}	G_{ED}	M_{ED}	O_{tED}	O_{ED}	T_{ED}
5	Tổng CTRĐT (phát sinh)	$PC_T = PC_D + PC_R + PC_U - PC_{ED}$	$P_T = P_D + P_R + P_U - P_{ED}$	$G_T = G_D + G_R + G_U - G_{ED}$	$M_T = M_D + M_R + M_U - M_{ED}$	$O_{tT} = O_{tD} + O_{tR} + O_{tU} - O_{tED}$	$O_T = O_D + O_R + O_U - O_{ED}$	$T_T = T_D + T_R + T_U - T_{ED}$
6	Thành phần CTRĐT (%)	$(PC_T/T_T) \times 100$	$(P_T/T_T) \times 100$	$(G_T/T_T) \times 100$	$(M_T/T_T) \times 100$	$(O_{tT}/T_T) \times 100$	$(O_T/T_T) \times 100$	100%

Giải thích ký hiệu: *D (Derived)* - Lượng chất thải được thu hồi (ví dụ nhựa tái chế); *R (Residual)* - Lượng chất thải còn lại được xử lý chính thức (đưa chôn lấp, đốt có kiểm soát); *U (Uncollected)* - Lượng chất thải không được thu gom, thất thoát tự do ra môi trường; *ED (Extracted from disposal)* - Lượng vật liệu được thu hồi từ bãi chôn lấp (ví dụ người nhặt rác tìm phế liệu trong bãi rác); *T (Total)* - Tổng khối lượng chất thải (của từng loại) phát sinh.

Trong trường hợp nghiên cứu tại Huế (dự án “*Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam*” do WWF-Việt Nam tài trợ), nhóm nghiên cứu đã phối hợp sử dụng công cụ WaCT của UN-Habitat để thu thập nhiều thông tin định lượng làm đầu vào cho WFD, bao gồm: dân số đô thị, hệ số phát sinh CTRĐT (kg/người/ngày), tỷ lệ thu gom chính thức CTR được thu gom bởi HEPCO), tỷ lệ thu gom phi chính thức được người nhặt rác, ve chai thu gom khu vực phi chính thức, thành phần CTRĐT và thành phần nhựa trong dòng chất thải. Ngoài ra, dữ liệu WaCT cung cấp thông tin về khối lượng CTR được thu hồi (ví dụ: nhựa, giấy được tái chế) tại các cơ sở xử lý hoặc bởi khu vực phi chính thức, cũng như lượng chất thải được chuyển hóa thành năng lượng (như đốt rác phát điện). Các dữ liệu này là cơ sở để tính tổng dòng chất thải phát sinh và phân chia dòng chất thải theo sơ đồ WFD.

Về dữ liệu định tính, WFD áp dụng cách tiếp cận dựa trên quan sát thực địa kết hợp mô hình quyết định nhằm tính lượng nhựa bị thất thoát ra môi trường. Các bước cụ thể bao gồm:

• **Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến sự thất thoát:** Trong hệ thống QLCTRĐT, mỗi giai đoạn của dòng chất thải đều gắn liền với một tập hợp yếu tố có khả năng gây thất thoát RTN. Hiện tượng này có thể xảy ra ở bất kỳ mắt xích nào của quá trình, từ khâu phát sinh, thu gom, vận chuyển cho đến xử lý cuối cùng. Các yếu tố tác động bao gồm tình trạng cơ sở hạ tầng, đặc điểm phương tiện thu gom, phương thức quản lý, hành vi của người dân và cả điều kiện tự nhiên.

Ở khâu thu gom chính thức, những yếu tố hạ tầng và vận hành đóng vai trò quyết định. Thùng chứa không kín, nắp hỏng hoặc quá tải khiến

RTN dễ bị gió cuốn, tràn ra xung quanh hoặc rơi xuống đất. Tàn suất thu gom không hợp lý càng làm thùng rác thường xuyên đầy, gia tăng nguy cơ phát tán. Bên cạnh đó, phương pháp lấy rác thủ công hoặc bán thủ công thường gây rơi vãi trong quá trình bốc dỡ, đặc biệt khi thùng chứa đã hư hỏng hoặc khó di chuyển. Ở giai đoạn vận chuyển, nguy cơ thất thoát tiếp tục gia tăng. Xe chở rác không có nắp đậy hoặc có khe hở khiến các vật liệu nhựa nhẹ như túi ni lông, bao bì mỏng dễ bị gió cuốn bay. Xe quá tải hoặc xuống cấp càng làm tình trạng này trầm trọng hơn. Tại nhiều địa phương, rác phải trung chuyển qua nhiều phương tiện khác nhau trước khi đến điểm xử lý, và quá trình dồn, chuyển rác nếu thiếu kiểm soát sẽ tạo ra điểm thất thoát đáng kể.

Song song với hệ thống chính thức, chuỗi thu gom và phân loại phi chính thức cũng góp phần vào thất thoát RTN. Người nhặt rác thường mở thùng, tìm kiếm vật liệu tái chế ngay tại điểm tập kết hoặc dọc đường, khiến các vật liệu nhựa nhẹ bị rơi vãi. Phương tiện thô sơ như xe kéo, xe đạp, bao tải không có nắp hoặc che chắn cũng làm rác phát tán trong quá trình di chuyển. Tại các cơ sở phân loại phi chính thức, vật liệu không thể tái chế thường bị thải trực tiếp xuống đất, vào cống hoặc gần nguồn nước mà không có biện pháp kiểm soát. Ngay cả tại các cơ sở phân loại và xử lý chính thức, thất thoát vẫn diễn ra. Nhựa không phù hợp để tái chế, nếu bị thải bỏ ở khu vực thiếu mái che hoặc rào chắn, dễ bị gió và nước mưa phát tán. Một số nơi vẫn tồn tại hiện tượng đốt rác lộ thiên, khiến mảnh nhựa chưa cháy hết phát tán ra môi trường. Rủi ro càng tăng khi cơ sở xử lý nằm trong vùng thường xuyên chịu ảnh hưởng của thiên tai như bão, lũ, sạt lở, bởi gió lớn và dòng chảy bề mặt có thể cuốn theo lượng RTN chưa được che chắn hoặc lưu trữ đúng cách.

Hệ thống thoát nước đô thị cũng là một điểm thất thoát quan trọng. Mưa lớn, đặc biệt trong mùa bão, làm trôi RTN từ mặt đất xuống cống nước mưa. Nếu song chắn rác không được vệ sinh thường xuyên, lượng nhựa tích tụ sẽ bị cuốn vào dòng chảy, mang theo vào sông, kênh hoặc đầm phá. Hiệu quả quản lý cống rãnh và tần suất dọn vệ sinh vì thế ảnh hưởng trực tiếp đến lượng RTN thoát ra môi trường thủy sinh.

Cuối cùng, ở những khu vực không có dịch vụ thu gom chất thải, thất thoát xảy ra gần như hoàn toàn không được kiểm soát. Người dân thường đốt rác lộ thiên, vứt trực tiếp xuống đất, xuống cống hoặc vào thủy vực gần nhà. Các hành vi này làm RTN phát tán rộng và khó có khả năng thu gom lại. Đặc biệt, các hộ gia đình sống gần sông, kênh nhưng không được phục vụ bởi hệ thống thu gom chính thức có nguy cơ cao gây thất thoát nhựa trực tiếp ra nguồn nước.

- **Đánh giá mức độ thất thoát tiềm năng:** Dựa trên quan sát và kinh nghiệm, người thực hiện đánh giá từng yếu tố theo thang “Không – Thấp – Trung bình – Cao – Rất cao” về khả năng gây thất thoát nhựa. Mỗi mức được gắn với một hệ số thất thoát % tương ứng. Ví dụ, “Tần suất thu gom thấp (1 lần/tuần)” có thể được đánh giá là nguy cơ *Cao*, tương ứng hệ số thất thoát giả định 20% (nghĩa là 20% lượng nhựa ở giai đoạn này có thể thất thoát ra ngoài).

- Trong công cụ WFD, mỗi giai đoạn của hệ thống quản lý chất thải (từ thu gom, phân loại đến xử lý) đều được tích hợp một cây quyết định giúp tính toán tỷ lệ thất thoát nhựa. Các cây này sử dụng những hệ số thất thoát được xác định ở bước (2) để ước tính tổng tỷ lệ nhựa bị thất thoát ra môi trường tại từng giai đoạn. Kết quả cuối cùng là tỷ lệ phần trăm nhựa thất thoát từ giai đoạn đó, so với tổng lượng nhựa đi qua cùng giai đoạn. Tỷ lệ này sẽ được dùng làm đầu vào cho bước tiếp theo trong mô hình WFD nhằm tính tổng lượng nhựa thất thoát của toàn hệ thống.

- **Tính khối lượng nhựa thất thoát:** Cuối cùng, lấy tỷ lệ % thất thoát kết hợp nhân với khối lượng nhựa (tấn/năm) có mặt ở giai đoạn đó, sẽ ra khối lượng nhựa thất thoát (tấn/năm) từ giai đoạn. Quá trình này thực hiện cho từng giai đoạn một, sau đó tổng hợp lại sẽ cho tổng lượng nhựa thất thoát của cả hệ thống.

Tổng thất thoát nhựa của cả hệ thống là tổng cộng tất cả các giai đoạn, cộng thêm lượng rác không được thu gom. Cuối cùng, lượng nhựa thất thoát được phân loại theo nơi nó đi đến: đốt, rơi ra đất, chảy xuống cống, bị đốt ngoài trời hoặc trôi ra sông, hồ.

- **Đốt (Burn):** Nhựa bị đốt lộ thiên ngoài môi trường (thường do người dân tự đốt rác hoặc cháy bãi rác). Tỷ lệ này chỉ áp dụng cho phần chất thải không được quản lý, vì chất thải đốt trong lò kiểm soát đã tính ở giai đoạn xử lý.
- **Trên đất liền (Land):** Nhựa tồn tại trên mặt đất trong môi trường đô thị – ví dụ mắc lại trên cây cỏ, vỉa hè, bãi đất trống – hoặc được thu gom tạm thời qua các chiến dịch dọn vệ sinh và chất đống (nhưng chưa đưa đi xử lý).
- **Cống thoát nước (Storm drains):** Nhựa chảy vào hệ thống thoát nước mưa, sau đó được lấy ra (trong quá trình nạo vét cống định kỳ) và để trên bờ. Số nhựa này tạm thời được loại khỏi hệ thống nước, nhưng vẫn nằm ngoài môi trường đất liền (thường được thu gom đưa đi chôn lấp sau nạo vét).
- **Hệ thống thủy vực (Water systems):** Nhựa đi vào các hệ thống nước tự nhiên (sông, hồ, kênh). Đây là phần RTN có thể trở thành rác thải đại dương.

Việc đánh giá định tính về mức độ thất thoát RTN và khu vực tiếp nhận RTN thất thoát tại địa bàn nghiên cứu được thực hiện theo phụ lục 5 và phụ lục 6, mỗi chỉ tiêu đánh giá cần kèm theo các hình ảnh minh họa và giải thích. Ngoài ra, nội dung chi tiết của các bảng và các chỉ tiêu đánh giá có thể được tham khảo thông qua mã QR được cung cấp ở cuối sách.

Trường hợp nghiên cứu tại Huế, sau khi thu thập dữ liệu định lượng theo công cụ WaCT, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát thực tế để đánh giá nguy cơ thất thoát nhựa tại từng giai đoạn của hệ thống. Nhóm chuyên gia đã khảo sát 23 cơ sở thu mua phế liệu (ve chai) để đánh giá tỷ lệ RTN có thể bị rơi vãi khi thu gom, lưu trữ tại các điểm thu mua nhỏ lẻ. Bên cạnh đó, nhóm chuyên gia đã tiến hành phỏng vấn cán bộ vận hành HEPCO nhằm hiểu rõ quy trình tiếp nhận và xử lý rác, năng lực hoạt động, các vấn đề tồn đọng và đánh giá mức độ thất thoát nhựa tại HEPCO theo hướng dẫn WFD. Nhóm cũng quan sát hiện trường dọc tuyến thu gom và vận chuyển rác: từ các điểm tập kết rác, trên xe chở rác, dọc các tuyến đường vận chuyển đến bãi rác, và tại khu vực cống thoát nước ở các khu dân cư. Mục tiêu là xác định xem RTN có bị rơi vãi,

thất thoát ra xung quanh không (ví dụ: bao tải rác rơi khỏi xe, rác vương vãi quanh thùng). Cuối cùng, nhóm khảo sát một số tuyến sông, kênh chính trong thành phố để tìm bằng chứng về RTN lưu lại như điểm nghẽn rác tại các cống xả ra sông. Mỗi quan sát hiện trường đều được đánh giá theo thang bậc mức độ thất thoát (không, thấp, trung bình, cao, rất cao) dựa trên Sổ tay hướng dẫn WFD (GIZ, 2020), tương ứng với một hệ số thất thoát định lượng trong mô hình.

Độ tin cậy của kết quả WFD phụ thuộc trực tiếp vào chất lượng của dữ liệu đầu vào. Đối với dữ liệu định tính, kết quả mô hình chịu ảnh hưởng lớn từ quan sát và đánh giá của chuyên gia. Nếu việc quan sát không đầy đủ, không đồng nhất, hoặc chỉ dựa trên mô tả gián tiếp trong báo cáo, mức độ thất thoát được xác định có thể không phản ánh đúng thực tế. Đối với dữ liệu định lượng, WFD vẫn có thể vận hành khi sử dụng số liệu lấy từ các nguồn thứ cấp như báo cáo cũ, thống kê chưa cập nhật hoặc giá trị ước tính từ các tài liệu khác. Tuy nhiên, những số liệu này thường không được đo đạc trực tiếp tại địa phương, có thể không đại diện cho tình trạng hiện tại, hoặc không phù hợp với bối cảnh của khu vực nghiên cứu. Vì vậy, kết quả mô phỏng trong trường hợp này chỉ mang tính ước lượng và độ tin cậy thấp.

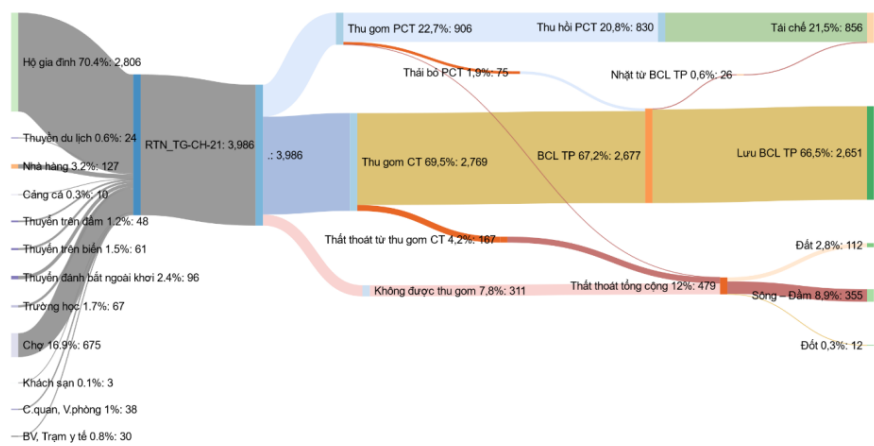
Khi cả dữ liệu định tính và định lượng đều chỉ tham khảo từ tài liệu thứ cấp, mô hình WFD có nguy cơ sai lệch ở nhiều bước: từ phân loại thành phần rác, xác định tỷ lệ thu gom, đến ước tính khối lượng thất thoát nhựa. Điều này dẫn đến khả năng đánh giá sai mức độ ô nhiễm và có thể khiến các quyết định quản lý hoặc chính sách đề ra không phù hợp với thực tế địa phương. Vì vậy, để WFD cho kết quả chính xác và có giá trị sử dụng, dữ liệu đầu vào cần được thu thập bằng các phương pháp đo đạc thực tế và đáng tin cậy, chẳng hạn như quy trình thu thập dữ liệu theo bộ công cụ WaCT, kết hợp khảo sát thực địa, cân đo khối lượng rác, quan sát hoạt động thu gom vận chuyển, và đánh giá mức độ thất thoát ngay tại từng điểm trong hệ thống quản lý chất thải.

3.2.3. Bước trực quan hóa

Sau khi có đủ dữ liệu, nhóm nhập các số liệu vào bảng tính WFD. Mô hình sẽ tự động định lượng dòng của toàn bộ hệ thống:

Tổng phát sinh = (tổng thu gom chính thức + thu gom phi chính thức + không được thu gom) và phân bổ khối lượng đến các luồng khác nhau (thu hồi, chôn lấp, thất thoát).

WFD tự động tổng hợp các kết quả tính toán vào bảng Results Summary, bao gồm các chỉ số chính về khối lượng chất thải và RTN thất thoát. Để trực quan hóa, công cụ cung cấp sơ đồ dòng (flow diagram) dạng Sankey, có thể thực hiện dễ dàng bằng cách xuất dữ liệu sang công cụ trực tuyến như SankeyMATIC như Hình 3.4. Biểu đồ Sankey sẽ biểu diễn các dòng chất thải bằng các dải màu với độ dày tỷ lệ với khối lượng, giúp truyền tải kết quả một cách trực quan tới người đọc.



Hình 3.4. Ví dụ sơ đồ Sankey rác thải nhựa sau khi hoàn thành sơ đồ dòng thải WFD (Hoàng Công Tín và cs, 2021)

3.2.4. Kế hoạch hành động

Sau khi có kết quả cơ sở, WFD cho phép người dùng chạy các kịch bản giả định nhằm đánh giá tác động của các biện pháp can thiệp hoặc các thay đổi điều kiện. Ví dụ, có thể tạo kịch bản “tăng tỷ lệ thu gom từ 80% lên 95%” hoặc “nâng cấp bãi rác từ không kiểm soát lên kiểm soát cơ bản”. Mô hình sẽ tính toán lại dòng chất thải và dự báo lượng nhựa thất thoát tương ứng với kịch bản mới. Kết quả kịch bản có thể được so sánh với kết quả cơ sở để thấy mức cải thiện tương đối, hoặc chạy độc lập để có cái nhìn định lượng về hệ thống trong điều kiện giả định. Chúc

năng kích bản hỗ trợ các nhà quản lý ra quyết định trên cơ sở dự báo thay vì chỉ dựa vào hiện trạng.

Kết quả đầu ra:

Khi hoàn thành các bước trên, WFD sẽ cung cấp 2 nhóm kết quả quan trọng: (i) *Tổng quan dòng CTRĐT* trong đô thị, và (ii) *Định lượng thất thoát RTN* từ hệ thống CTRĐT ra môi trường. Các kết quả này không chỉ phục vụ quản lý địa phương mà còn hướng tới các tiêu chí báo cáo trong bộ chỉ số Phát triển bền vững (SDG).

Định lượng dòng CTRĐT và chỉ số SDG 11.6.1: WFD tính toán sự cân bằng vật chất của hệ thống chất thải, từ đó suy ra các chỉ số tổng quát về hiệu quả quản lý. Đáng chú ý, công cụ này tích hợp với phương pháp SDG 11.6.1 bằng việc cung cấp các giá trị cho các chỉ số thành phần của 11.6.1, cụ thể:

Tỷ lệ chất thải được thu gom: Phần trăm tổng CTRĐT phát sinh được thu gom, bao gồm cả thu gom chính thức bởi đô thị và thu gom phi chính thức bởi người dân. Chỉ số này cho thấy mức độ bao phủ dịch vụ thu gom của thành phố (lý tưởng là 100%).

Tỷ lệ chất thải được xử lý an toàn: Phần trăm tổng CTRĐT được đưa vào các cơ sở xử lý có kiểm soát đạt chuẩn (ít nhất mức “cơ bản”). Ví dụ, chôn lấp hợp vệ sinh hoặc nhà máy đốt rác kiểm soát được tính là xử lý an toàn; ngược lại, đổ ra bãi lộ thiên không lót đáy không tính là an toàn.

Tỷ lệ thu hồi: Đây là tỷ lệ vật liệu được thu hồi/tái chế từ dòng chất thải, thường tính bằng (tổng khối lượng vật liệu tái chế được/tổng phát sinh). WFD hiển thị con số này để tham khảo vì WFD chỉ tính chất thải được tách ra đến điểm phân loại đầu tiên trong phạm vi đô thị. Sau đó những chất thải này có thể được bán đi nơi khác và thực sự tái chế hoặc không tái chế, WFD không theo dõi tiếp. Vì vậy, tỷ lệ thu hồi của WFD thường cao hơn con số tái chế thực tế được báo cáo ở cấp quốc gia.

Ngoài ra, WFD còn cung cấp các thông kê khác như tổng lượng CTR phát sinh (tấn/ngày, hoặc kg/người/ngày), cơ cấu thành phần rác (% theo trọng lượng) và hiệu suất thu gom thực tế (so với công suất hệ

thống). Những số liệu này hữu ích cho quản lý địa phương, giúp đánh giá hiệu quả dịch vụ và nhận diện loại chất thải nào chiếm tỷ trọng lớn cần ưu tiên (chẳng hạn tỷ lệ RTN trong thành phần CTR).

Định lượng thất thoát RTN: Trọng tâm của WFD là xác định lượng RTN không được quản lý, tức phần RTN thất thoát ra môi trường do hệ thống CTRĐT chưa kiểm soát được. Các kết quả chính gồm:

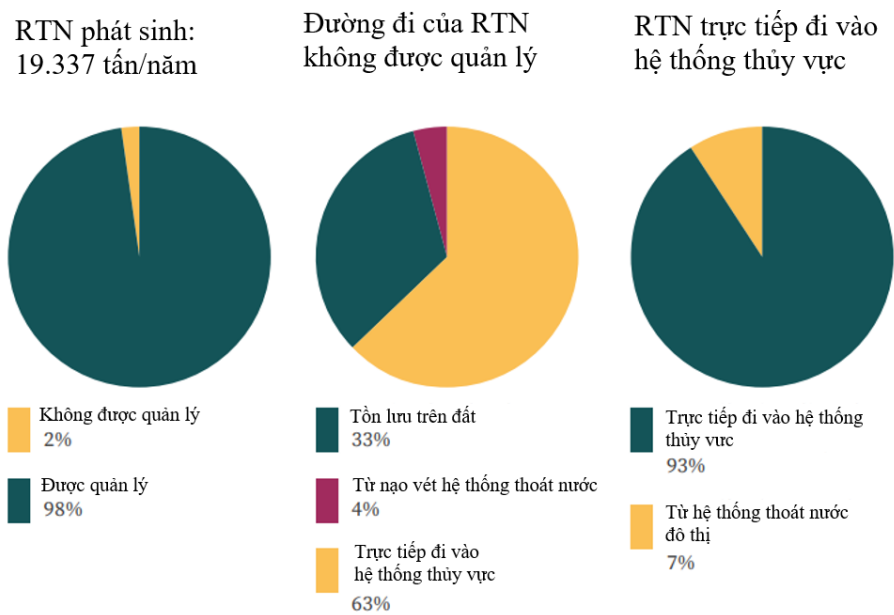
Tổng lượng RTN thất thoát: Tổng hợp RTN thất thoát từ tất cả các nguồn (giai đoạn phát sinh không thu gom, thu gom, phân loại, vận chuyển, xử lý). Đơn vị thường tính bằng tấn/năm.

Nguồn gốc thất thoát theo giai đoạn: WFD chi tiết hóa đóng góp của từng giai đoạn CTRĐT vào tổng lượng RTN thất thoát. Ví dụ, RTN thất thoát do không thu gom ban đầu thường chiếm tỷ trọng lớn nhất, tiếp đến là do đổ rác bừa bãi/đốt rác tại các hộ gia đình không được phục vụ,... Nhìn vào nguồn gốc thất thoát, nhà quản lý sẽ biết điểm yếu lớn nhất của hệ thống nằm ở đâu, từ đó ưu tiên nguồn lực (ví dụ: nếu thất thoát chủ yếu do 15% rác không thu gom, thì giải pháp trọng tâm là mở rộng mạng lưới thu gom tới 100% hộ dân).

Điểm đến cuối cùng của RTN thất thoát: Kết quả WFD cho biết trong tổng số RTN thất thoát, ước tính bao nhiêu phần trăm bị đốt ngoài trời, bao nhiêu % vương vãi trên mặt đất (tồn đọng trên mặt đất), bao nhiêu % chảy vào cống thoát nước (và được nạo vét ra) và bao nhiêu % đi vào hệ thống nước (sông, biển). Đây là thông tin quan trọng, đặc biệt là phần nhựa vào hệ thống nước được coi là RTN đại dương đóng góp vào chỉ số SDG 14.1. Ví dụ, một nghiên cứu cho thấy một khu vực đô thị thải khoảng 219 tấn RTN/năm vào hệ thống nước, tương đương 322 xe tải rác đầy hoặc khoảng 21 chai nhựa PET mỗi người mỗi năm. Những cách biểu diễn này (xe tải, chai nước) giúp đơn giản hóa khái niệm hàng trăm tấn RTN thành hình ảnh dễ hình dung, qua đó nâng cao nhận thức và quyết tâm hành động của cộng đồng.

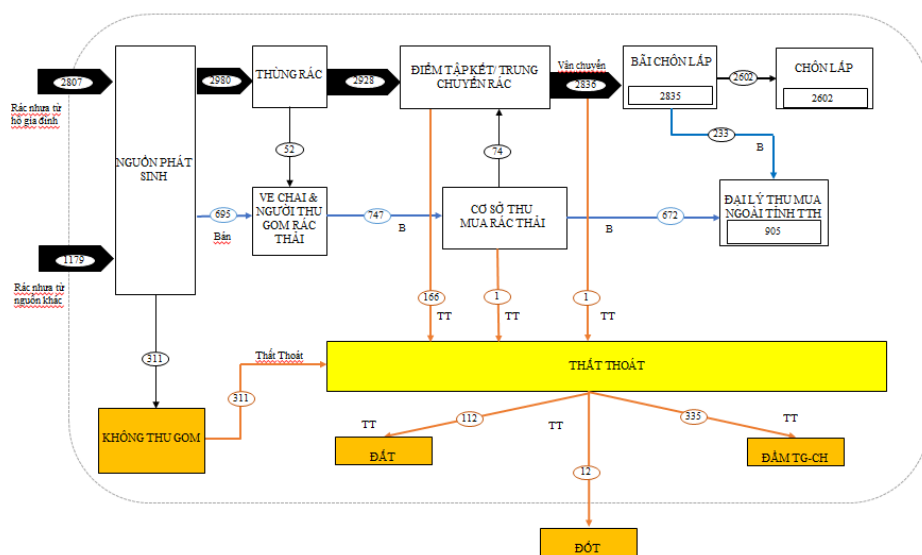
Trực quan hóa kết quả: Tất cả các kết quả định lượng trên đều được WFD thể hiện qua biểu đồ Sankey hoặc các biểu đồ tròn, cột minh họa. Ví dụ, Hình 3.2 dưới đây cho thấy kết quả WFD tóm tắt cho khu vực

đô thị Huế (2021): 98% RTN được quản lý, 2% thất thoát; trong phần thất thoát, 63% lượng RTN cuối cùng đi vào hệ thống thủy vực, 33% lưu lại trên đất, 4% thất thoát ra hệ thống cống thoát nước (biểu đồ 2); và 93% lượng RTN đi vào hệ thống thủy vực, chỉ 7% qua hệ thống cống thoát nước (Hình 3.5). Cách trình bày này giúp các bên liên quan nắm bắt nhanh tỷ lệ thất thoát RTN.



Hình 3.5. Phân bố thất thoát RTN theo kết quả mô hình WFD tại thành phố Huế (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021)

Ví dụ kết quả sau khi ứng dụng sơ đồ dòng thải WFD nhằm xác định nguồn và đường đi của rác thải nhựa từ các phường/xã thành phố Huế vào đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (Hình 3.6). Hình này mô tả toàn bộ dòng RTN từ thời điểm phát sinh, thu gom, xử lý đến thất thoát ra môi trường, giúp nhận diện rõ mức độ và cơ chế thất thoát RTN tại khu vực ven đầm phá, có đặc trưng địa hình bán ngập nước, mật độ dân cư thấp và hạ tầng thu gom hạn chế.



Hình 3.6. Dòng thất thoát RTN vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (tấn/năm) (Hoàng Công Tín và cs., 2022, Giang, N. B. và cs., 2023)

Thông qua biểu đồ dòng thải, có thể thấy rằng nguồn phát sinh chính của RTN là hộ gia đình, chiếm tỷ trọng lần lượt 70,4% (2.807 tấn/năm). Đáng chú ý, tổng lượng RTN thất thoát ra môi trường tại khu vực này đạt 478 tấn/năm, tương ứng 12% tổng lượng RTN phát sinh, cho thấy mức độ thất thoát nhựa cao hơn đáng kể so với trung bình toàn đô thị. Các kết quả định lượng này minh chứng cho hiệu quả ứng dụng của WFD trong việc mô hình hóa dòng RTN, từ đó cung cấp bức tranh toàn diện về mối quan hệ giữa hệ thống quản lý rác và dòng thất thoát ra môi trường tự nhiên.

Kết quả phân tích WFD tại khu vực đầm phá Tam Giang - Cầu Hai không chỉ dừng lại ở việc định lượng các dòng vật chất, mà còn giúp xác định rõ các điểm thất thoát chính chẳng hạn như vùng ven biển chưa được thu gom đầy đủ, điểm tập kết tạm thời không che chắn, hay quá trình vận chuyển bằng phương tiện không được che phủ đảm bảo theo quy định hoặc vượt tải trọng cấp phép. Những phát hiện này cho phép so sánh và đối chiếu trực tiếp giữa khu vực này với khu vực đô thị trung tâm Huế với hệ thống quản lý rác thải hoạt động hiệu quả hơn, với tỷ lệ RTN được kiểm soát lên đến 98% và chỉ 2% bị thất thoát.

Nhìn chung, kết quả WFD đem lại bức tranh định lượng toàn diện từ hiệu suất hệ thống đến quy mô và cơ chế ô nhiễm do RTN. Những con số này vừa giúp thành phố tự đánh giá nội bộ, vừa có thể dùng để so sánh với các đô thị khác nhờ phương pháp chuẩn hóa, tạo động lực cải thiện quản lý CTRĐT hướng tới các mục tiêu SDG.

3.3. Minh họa bằng nghiên cứu thực tiễn ở một số đô thị trên thế giới

Dự án WWF “Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam”, nhóm nghiên cứu đã sử dụng công cụ WFD nhằm ước tính khối lượng thất thoát CTRĐT và rác thải nhựa. Nghiên cứu này đã xây dựng sơ đồ dòng thải theo bước A (chuẩn bị). Tuy nhiên, tại phần B (Thu thập dữ liệu và ước tính khối lượng thất thoát CTR), nghiên cứu đã có sự điều chỉnh định tính và định lượng cho phù hợp với tình hình địa phương.

Về định lượng, phần lớn số liệu được kế thừa từ bộ công cụ WaCT, vốn là nguồn dữ liệu chuẩn cho WFD. Riêng thành phần CTRĐT không được thu gom, do thiếu số liệu trực tiếp, nhóm giả định thành phần này tương tự như rác tại cơ sở xử lý để tính toán. Đây là cách tiếp cận hợp lý trong bối cảnh dữ liệu không đầy đủ, giúp mô hình có đủ thông số để vận hành mà vẫn giữ được tính nhất quán với thực tế địa phương.

So với hướng dẫn WFD gốc của GIZ, cách áp dụng WFD trong báo cáo Huế khác biệt chủ yếu ở cách xử lý dữ liệu đầu vào và cách mô tả dòng chất thải, do điều kiện thực địa phức tạp và dữ liệu không đầy đủ. Trước hết, Báo cáo kỹ thuật Đánh giá kỹ thuật về hệ thống QLCTR ở thành phố Huế 2021 sử dụng tỷ lệ hao hụt mặc định 10% trong hệ thống thu hồi theo WaCT, thay vì đo lường trực tiếp như WFD gốc yêu cầu (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021). Số liệu 10% không phản ánh đúng thực tế vì mỗi cơ sở thu hồi ở trung tâm thành phố Huế có mức hao hụt rất khác nhau: cơ sở nhỏ lẻ thường hao hụt cao do phân loại thủ công và nhiều tạp chất, trong khi cơ sở thu gom lớn có thể có hao hụt thấp hơn nhiều. Phần lớn các cơ sở thu hồi nhỏ không có hệ thống cân, ghi chép hay khả năng hợp tác để đo đầu vào - đầu ra nhiều ngày, nên việc thu thập số liệu thực tế gần như không khả thi trong thời gian nghiên cứu hạn chế. Bên cạnh đó, mô hình WFD chỉ cho phép nhập một tỷ lệ hao hụt duy nhất cho toàn bộ hệ thống thu hồi, thay vì cho phép nhập các giá trị khác nhau cho từng

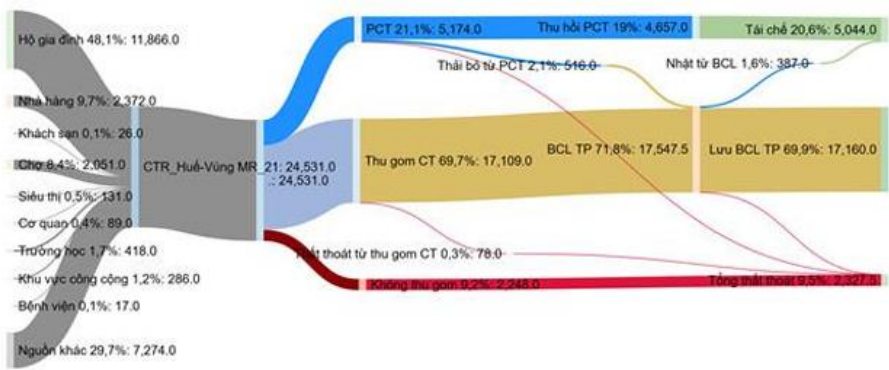
loại cơ sở. Trong bối cảnh đó, việc dùng giá trị 10% được chuẩn hóa từ WaCT cho các đô thị có hệ thống thu hồi tương tự, nên dù chưa hoàn hảo, tỷ lệ này vẫn là một lựa chọn hợp lý và thực tế. Việc dùng một con số duy nhất cũng giúp mô hình WFD chạy ổn định, nhất quán với khung WaCT đang được tích hợp và cho phép nhóm nghiên cứu xây dựng bức tranh tổng thể về dòng nhựa của Huế mà không phải thực hiện các khảo sát phức tạp và tốn kém. Vì vậy, con số 10% có thể được xem như một giải pháp khả thi để khởi tạo đường cơ sở (baseline), dù chưa đủ chi tiết để phản ánh các khác biệt giữa những loại cơ sở thu hồi khác nhau. Đến năm 2025, trong báo cáo đánh giá cuối kỳ Dự án Huế đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam giai đoạn 2021 - 2024 phương pháp đã được chuyển từ cách tiếp cận mặc định sang cách tiếp cận thực địa: thay vì sử dụng tỷ lệ ước lượng, nhóm nghiên cứu tính toán dựa trên kết quả phỏng vấn trực tiếp các cơ sở thu hồi. Kết quả cho thấy tỷ lệ hao hụt thực tế chỉ khoảng 1%, bởi các cơ sở thu hồi ở Huế thường rất kỹ lưỡng ngay từ khâu thu gom để tránh lẫn tạp chất hoặc vật liệu không bán được (Hoàng Công Tín và cs., 2025). Điều này phản ánh rõ hơn thực tiễn địa phương, nâng cao độ tin cậy của mô hình WFD và cho phép xây dựng bức tranh dòng nhựa chính xác hơn. Như vậy, so với năm 2021, việc chuyển từ giá trị mặc định (10%) sang số liệu thực tế (1%) là một bước tiến quan trọng, cho thấy sự cải thiện về chất lượng dữ liệu, tính phù hợp với thực địa và độ chính xác của kết quả mô phỏng.

Khác biệt rõ nhất nằm ở WFD là mô hình tuyến tính, trong khi dòng chất thải ở Huế thực tế có vòng lặp và dòng ngược, nhưng mô hình không thể hiện được. WFD chỉ cho phép mô tả rác từ phát sinh → thu gom → vận chuyển → xử lý → thất thoát, theo một chiều duy nhất để tránh đếm trùng. Mô hình này cố ý giản lược để tránh đếm 2 lần và làm rối hệ thống. Tuy nhiên, thực tế dòng chất thải tại Huế phức tạp hơn nhiều với sự tồn tại của vòng lặp và dòng ngược. Hình 3.7 thể hiện dòng CTR qua hệ thống thu hồi tại vùng Huế mở rộng.

cách biểu diễn của WFD. WFD chỉ giữ lại dòng chính và loại bỏ các vòng ngược để đảm bảo tính toán không lặp lại. Nhưng thực tế Huế thì có nhiều vòng thu hồi lại từ bãi rác, nhiều tầng phân loại phi chính thức, nhiều hướng vận chuyển ra ngoài tỉnh, và mức độ thải bỏ ở từng điểm rất khác nhau. Vì vậy, khi áp dụng WFD tại Huế, nhóm nghiên cứu phải mô tả bổ sung ngoài sơ đồ. WFD trong báo cáo Huế vẫn giữ nguyên khung phương pháp của GIZ nhưng nghiên cứu đã linh hoạt hơn trong cách sử dụng dữ liệu và cách giải thích dòng thực tế. Mô hình vẫn là tuyến tính, nhưng nhóm nghiên cứu phải bổ sung thêm mô tả định tính và sơ đồ chi tiết (Hình 3.7) để giải thích các vòng lặp và dòng ngược vốn rất phổ biến trong hệ thống thu gom – tái chế của vùng Huế mở rộng. Nói cách khác, phương pháp không thay đổi, nhưng cách đưa tình hình thu gom thực tế Huế vào khung WFD cần linh hoạt, vừa đảm bảo tính nhất quán của WFD, vừa phản ánh đúng điều kiện vận hành tại địa phương.

Về định tính, trong quá trình thu thập và nhập dữ liệu vào phần mềm WFD, nhóm nghiên cứu gặp một số hạn chế kỹ thuật liên quan đến 2 nhóm chỉ tiêu: chỉ tiêu 19 (thất thoát RTN từ phân loại chính thức) và chỉ tiêu 21 (thất thoát RTN tại cơ sở xử lý). Theo thực tế tại Huế, cả 2 nhóm chỉ tiêu này đều không phát sinh thất thoát vì trên địa bàn không tồn tại hệ thống phân loại chính thức, và tại khu xử lý rác của nhà máy điện rác Phú Sơn khả năng thất thoát gần như bằng không. Tuy nhiên, phần mềm WFD không cho phép người dùng chọn “None” cho toàn bộ các tiêu chí tiêu trong cùng một nhóm. Nếu tất cả các mục đều được đánh dấu là “None”, hệ thống sẽ báo lỗi và không thể chạy mô hình. Để khắc phục, nhóm nghiên cứu tạm chọn mức “Very low” cho một tiêu chí tiêu trong mỗi nhóm, nhằm đảm bảo mô hình vận hành ổn định. Cụ thể, với chỉ tiêu 19, nhóm chọn “Very low” cho tiêu chí tiêu 19.2 – mức độ xả thải ra đất. Với chỉ tiêu 21, nhóm chọn “Very low” cho tiêu chí tiêu 21.1 – mức độ xả thải ra đất. Tại Nhà máy điện rác Phú Sơn, trong một số trường hợp hệ thống đốt rác gặp trục trặc, có thể phát sinh một lượng nhỏ nhựa chưa cháy hết, có thể thất thoát ra môi trường đất. Đây là ví dụ điển hình cho thấy quá trình áp dụng WFD tại Huế cần có sự linh hoạt trong thao tác kỹ thuật, nhưng vẫn đảm bảo tính phù hợp với hiện trạng QLCTR tại địa phương.

Đến các bước C (trực quan hóa) và D (kế hoạch hành động), báo cáo tiếp tục thực hiện đầy đủ theo quy trình đã nêu tại Mục 3.2, bảo đảm sự nhất quán về phương pháp và cách triển khai WFD. Tất cả các kết quả định lượng trên đều được WFD thể hiện qua biểu đồ Sankey hoặc các biểu đồ tròn, cột minh họa. Hình 3.8 dưới đây cho thấy kết quả WFD tóm tắt cho khu vực Huế mở rộng (2021): khoảng 69,9% CTR được lưu tại bãi chôn lấp, 20,6% được tái chế và 9,5% bị thất thoát vào hệ thống thủy vực, lưu lại trên đất, và hệ thống công thoát.



Hình 3.8. Sơ đồ dòng CTR vùng Huế mở rộng (tấn/năm)
(Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021)

Công cụ WFD đã được áp dụng tại các đô thị khác trải rộng trên nhiều châu lục, cụ thể 50 đô thị thuộc 22 quốc gia trên thế giới tính đến năm 2025 được thể hiện ở Hình 3.9. Các khu vực nghiên cứu này bao gồm thành phố ở mọi mức thu nhập (thấp, trung bình, cao) và thuộc nhiều nhóm phát triển khác nhau. Điều này chứng tỏ khả năng thích ứng linh hoạt của WFD trong các bối cảnh khác nhau, từ thị trấn nhỏ như Kep (Campuchia, khoảng 21.000 dân) đến siêu đô thị như Karachi (Pakistan, hơn 24 triệu dân).

Một ví dụ cụ thể là Tututepec, Mexico (2024) - địa phương sử dụng WFD để phân tích dòng CTRSH. Kết quả cho thấy tổng lượng CTR phát sinh khoảng 20.771 tấn/năm; trong đó hệ thống thu gom chính thức thu được khoảng 90%, còn khoảng 10% (2.171 tấn) không thu gom. Lượng chất thải được đưa qua phân loại tái chế rất ít (chỉ khoảng 2% tổng lượng, chủ yếu do khu vực phi chính thức tự thực hiện thu hồi phế liệu). Thành phố không có hoạt động thu hồi năng lượng từ rác và phần lớn rác thải (khoảng 88%) được đưa đến bãi chôn lấp hoặc nơi xử lý cuối.

Bảng 3.2. Kết quả sơ đồ WFD tại Tututepec, Mexico (GIZ, 2024)

Chỉ tiêu	Giá trị cơ sở	Đơn vị
Phát sinh chất thải rắn sinh hoạt	20.771	Tấn/năm
	57	Tấn/ngày
Chất thải được thu gom	18.600	Tấn/năm
	90	% khối lượng chất thải phát sinh
Chất thải chưa được thu gom	2.171	Tấn/năm
	10	% khối lượng chất thải phát sinh
Chất thải được phân loại để tái chế <i>(không bao gồm năng lượng từ rác)</i>	329	Tấn/năm
	2	% khối lượng chất thải phát sinh
Chất thải được phân loại bởi khu vực chính thức	1	% khối lượng chất thải phát sinh
	1	% khối lượng chất thải phát sinh
Năng lượng thu hồi từ rác	0	Tấn/năm
	0	% khối lượng chất thải phát sinh
Chất thải chuyển đến cơ sở xử lý cuối cùng	18.250	Tấn/năm
	88	% khối lượng chất thải phát sinh
Chất thải được quản lý trong các cơ sở có kiểm soát	18.487	Tấn/năm
	89	% khối lượng chất thải phát sinh

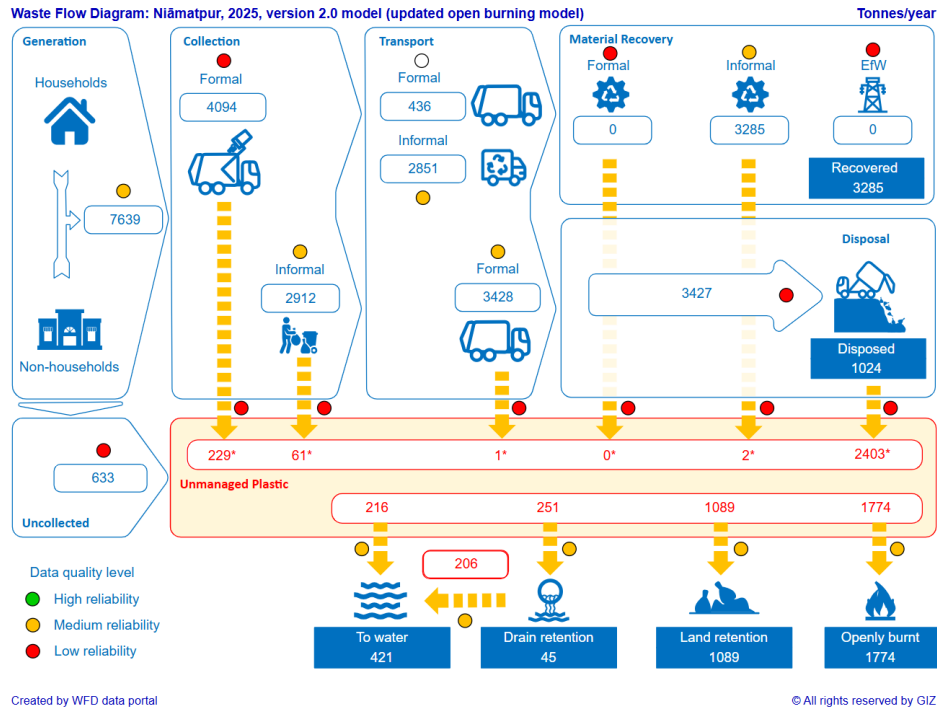
Tuy nhiên, chỉ 89% trong số đó được xử lý ở cơ sở có kiểm soát (đạt tiêu chuẩn), 11% còn lại vẫn ở những bãi rác lộ thiên, không được kiểm soát. Thông số này giúp địa phương nhận ra rằng mặc dù tỷ lệ thu

gom khá cao, nhưng giai đoạn tái chế và xử lý còn yếu - rất ít rác được tái chế, và còn một phần rác xử lý chưa an toàn. Dựa trên kết quả, Tututepec đã đề ra chiến lược tăng cường thu gom tái chế (nhằm nâng tỷ lệ thu hồi vật liệu từ 2% lên cao hơn) và cải thiện điều kiện bãi rác để tất cả rác đem chôn lấp đều ở trạng thái kiểm soát (tiệm cận 100%). Đây là ví dụ cho thấy WFD không chỉ cho biết con số, mà quan trọng hơn là gợi ý hành động; số liệu đã chỉ rõ điểm nào cần ưu tiên (ở khu vực này là nâng cấp giai đoạn phân loại tái chế).

Một trường hợp điển hình khác được mô phỏng trong WFD 2.0 (2025) là đô thị Niamtupur, Ấn Độ, đại diện cho mô hình thành phố đang phát triển với hệ thống quản lý CTR hỗn hợp chính thức và phi chính thức. Kết quả phân tích WFD cho thấy tổng lượng RTN phát sinh của Niamtupur khoảng 7.639 tấn/năm, trong đó phần lớn từ hộ gia đình, một phần nhỏ từ nguồn phi sinh hoạt (chợ, cơ quan). Hệ thống thu gom chia thành 2 nhóm gồm thu gom chính thức thu khoảng 4.094 tấn và phi chính thức thu khoảng 2.912 tấn. Tuy nhiên, vẫn còn 633 tấn (gần 8%) không được thu gom, tức thất thoát ngay từ nguồn. Ngược lại, các cơ sở thu gom phi chính thức thu gom được phần lớn đem đi bán phế liệu (tới 2.851 tấn), chỉ khoảng 61 tấn kết thúc ở bãi rác. Điều này cho thấy lực lượng phi chính thức đã thu hồi rất nhiều vật liệu (đặc biệt là nhựa) trước khi rác đến bãi. Tổng cộng, hoạt động tái chế phi chính thức giúp thu hồi 3.285 tấn vật liệu có giá trị - trong khi hệ thống chính thức hầu như không làm việc này. Sau khi tái chế và thu hồi, còn khoảng 1.024 tấn chất thải phải xử lý/chôn lấp cuối cùng.

Điểm đáng lưu ý là lượng RTN không được quản lý đúng cách ở Niamtupur vẫn rất cao, ước tính 2.696 tấn/năm. Trong đó, khoảng 1.774 tấn RTN bị người dân đốt lộ thiên (để xử lý CTRSH do không có dịch vụ thu gom hoặc thói quen), 1.089 tấn tồn đọng trên đất (vương vãi trên đường, bãi rác phát sinh tạm thời, đồng ruộng) và 421 tấn theo nước chảy ra sông ngòi. Những con số này phản ánh nguy cơ ô nhiễm môi trường nghiêm trọng: đất đai bị ô nhiễm, nguồn nước tiếp nhận lượng lớn RTN và không khí chịu tác động từ khói đốt rác.

Đồng thời, nghiên cứu đã đánh giá độ tin cậy của kết quả ước tính lượng rác thải nhựa không được quản lý ở Niamtupur bằng cách sử dụng WFD gắn nhãn độ tin cậy dữ liệu cho từng giai đoạn bằng mã màu: màu *xanh lá* nghĩa là số liệu đáng tin cậy cao (dựa trên đo đạc trực tiếp), màu *vàng* là độ tin cậy trung bình (ước tính), còn màu *đỏ* là độ tin cậy thấp (phỏng đoán). Ở Niamtupur, dữ liệu tổng lượng rác phát sinh và thu gom khá chắc chắn (màu xanh), nhưng tỷ lệ RTN thất thoát qua từng đường thì có phần ước lượng (màu vàng/đỏ) do hạn chế quan sát trực tiếp tất cả điểm. Điều này nhắc nhở người dùng rằng kết quả WFD tuy định lượng, nhưng không tránh khỏi sai số, nhất là khi thiếu dữ liệu và phải dựa vào giả định chuyên gia.



Hình 3.10. Kết quả sơ đồ WFD của RTN tại Niamatpur, Bangladesh (GIZ, 2025)

Trường hợp Niamtupur cho thấy bức tranh chung của nhiều đô thị đang phát triển: hệ thống chính thức còn hạn chế về thu gom và hạ tầng xử lý, khu vực phi chính thức đóng vai trò quan trọng trong việc thu hồi vật liệu tái chế, nhưng vẫn còn một tỷ lệ lớn chất thải, đặc biệt là RTN

thất thoát ra môi trường do khoảng trống dịch vụ. Thông qua mô hình định lượng WFD, chính thức về địa phương dễ dàng thấy được ưu tiên đầu tư ở đâu (ví dụ: mở rộng thu gom đến 100% hộ dân sẽ giảm ngay hàng trăm tấn RTN thất thoát), cũng như có cơ sở để thiết kế chính sách (hỗ trợ người ve chai thu gom hiệu quả hơn, xây dựng điểm trung chuyển có kiểm soát để giảm rơi vãi,...). Khi các biện pháp được thực thi, WFD cũng chính là công cụ theo dõi tiến độ, bằng cách thực hiện lại đánh giá sau can thiệp để đo lường sự thay đổi (tương tự cách Huế đã làm từ 2021 đến 2024).

3.4. Điểm mạnh, hạn chế và tiềm năng phát triển của WFD

3.4.1. Điểm mạnh

Đánh giá nhanh, chi phí thấp: WFD được thiết kế tối ưu cho đánh giá nhanh hệ thống quản lý chất thải, đặc biệt hữu ích ở các thành phố nguồn lực hạn chế. Bằng cách kết hợp dữ liệu sẵn có và quan sát thực địa ngắn ngày, công cụ cho ra kết quả định lượng chỉ sau vài tuần, thay vì phải nghiên cứu dài.

Tập trung vào ô nhiễm nhựa vĩ mô: Không giống nhiều phương pháp quản lý chất thải truyền thống, WFD đặt trọng tâm vào việc ngăn chặn RTN thất thoát. Công cụ này chỉ xét các chất thải nhựa kích thước đủ lớn (túi nilong, chai nhựa, bao bì) là nguồn chính gây ô nhiễm môi trường và đại dương. Cách tiếp cận này giúp thành phố tập trung giải quyết những vấn đề cấp bách, thay vì phân tán nguồn lực.

Dựa trên dữ liệu và quan sát thực tế: WFD kết hợp số liệu định lượng với đánh giá hiện trường nhằm phản ánh thực tiễn vận hành. Ví dụ, chỉ ra khu vực/ giai đoạn nào rác rơi vãi nhiều nhất. Điều này tạo niềm tin cho nhà quản lý vào tính khả thi của các khuyến nghị đưa ra.

Công cụ hoạch định chiến lược: Bằng việc xác định rõ điểm nóng ô nhiễm RTN, WFD trao sẽ giúp cơ quan chính quyền ưu tiên xử lý khu vực/ giai đoạn nào trước nhằm giảm thiểu rác thải nhựa cho thành phố. Nguồn lực có hạn sẽ được tập trung đúng chỗ thay vì dàn trải. Về lâu dài, điều này giúp nâng cao hiệu quả quản lý chất thải và giảm chi phí môi trường do ô nhiễm gây ra.

Hỗ trợ mô phỏng và theo dõi: Các kịch bản cho phép dự đoán tác động của các can thiệp trước khi thực hiện, ví dụ tăng 10% thu gom sẽ giảm bao nhiêu tấn RTN thất thoát. Điều này rất hữu ích khi thuyết phục các bên liên quan (nhà tài trợ, cộng đồng) ủng hộ một dự án nào đó. Đồng thời, lặp lại WFD định kỳ (hàng năm) giúp theo dõi, giám sát mức độ phần trăm RTN thất thoát so với mốc ban đầu.

Phù hợp với khung chỉ số SDG: WFD được phát triển hài hòa với phương pháp SDG 11.6.1 nên các chỉ số tính ra có thể dùng trực tiếp cho báo cáo SDG (như đã nêu: tỷ lệ thu gom, tỷ lệ xử lý an toàn). Ngoài ra, WFD còn gián tiếp cung cấp dữ liệu cho SDG 12.5 (tái chế CTRĐT) và SDG 14.1 (giảm ô nhiễm biển) giúp địa phương đóng góp vào các mục tiêu phát triển bền vững toàn cầu.

3.4.2. Hạn chế

Mô hình tuyến tính, giản lược: WFD áp dụng cách tiếp cận tuyến tính (dòng một chiều) để dễ hình dung và tránh trùng lặp dữ liệu. Thực tế, dòng chất thải có thể có vòng lặp (ví dụ: RTN bị vớt ra môi trường rồi lại được quét dọn thu gom sau đó), hoặc dòng ngược (như những người nhặt rác vào bãi rác bới lấy RTN bán cho cơ sở tái chế rồi nhựa đó lại quay về thành sản phẩm mới). Những vòng lặp này không được hiển thị trên sơ đồ WFD để tránh đếm 2 lần và làm rối hình. Thay vào đó, WFD tính toán cân bằng khối lượng. Sự đơn giản hóa này giúp mô hình dễ sử dụng, nhưng cũng là hạn chế khi phân tích những hệ thống phức tạp có nhiều luồng tuần hoàn (như thành phố phát triển cao với hệ thống thu hồi chất thải sau tiêu dùng).

Độ chính xác của kịch bản hạn chế: Khi chạy kịch bản trong WFD, do một số khác biệt trong công thức tính toán (ví dụ: làm tròn số, giả định thay đổi đồng thời nhiều biến), kết quả kịch bản đôi khi không khớp hoàn toàn với trường hợp cơ sở nếu nhập cùng dữ liệu. Nghĩa là có thể có sai số nhỏ khi so sánh trực tiếp kịch bản với cơ sở.

WFD phụ thuộc nhiều vào chất lượng của cả dữ liệu định tính và định lượng. Tuy nhiên, dữ liệu định tính thu từ quan sát và khảo sát thực địa thường bị ảnh hưởng bởi quan điểm và kinh nghiệm riêng của từng chuyên gia, dẫn đến kết quả thu thập không thống nhất. Trong khi đó, dữ

liệu định lượng như số liệu thu gom, tái chế hay xử lý rác thải lại cần có phương pháp thu thập đầy đủ, nhưng những số liệu định lượng này khó đầy đủ trong thực tế, đặc biệt tại các khu vực có hệ thống quản lý chất thải chưa đồng bộ hoặc nhiều hoạt động thu gom phi chính thức không được ghi nhận. Những hạn chế này khiến dữ liệu đầu vào dễ sai lệch, từ đó làm giảm độ tin cậy của sơ đồ dòng chất thải.

WFD được xây dựng dựa trên dữ liệu được thu thập tại một thời điểm. Khi một số điều kiện thực tế trong đô thị thay đổi như sự xuất hiện các nhà máy xử lý rác thải, phát sinh các hoạt động thu gom phi chính thức, mô hình WFD không tự động cập nhật theo những thay đổi này. Để cập nhập sự thất thoát RTN, nhóm thực hiện cần thu thập lại dữ liệu, phân tích lại các dòng chất thải và chỉnh sửa mô hình. Việc này tốn thêm kinh phí và thời gian, dẫn đến WFD khó cập nhập trong bối cảnh đô thị thay đổi.

3.4.3. Tiềm năng phát triển

Đóng góp cho SDG 11.6.1: WFD không chỉ cung cấp dữ liệu cho báo cáo SDG 11.6.1 hiện tại, mà về lâu dài còn có thể mở rộng hỗ trợ các thành phố theo dõi liên tục chỉ số này. Khi nhiều thành phố cùng áp dụng WFD định kỳ, một cơ sở dữ liệu toàn cầu sẽ hình thành, hỗ trợ đánh giá tiến bộ chung về quản lý chất thải đô thị bền vững.

Hỗ trợ SDG 14.1 (giảm RTN biên từ đất liền): Mặc dù SDG 14.1 chưa có hướng dẫn tính toán cụ thể về lượng rác biển, WFD vẫn đóng vai trò hỗ trợ quan trọng bằng cách cung cấp một thước đo gián tiếp - đó là lượng RTN thất thoát vào hệ thống thủy vực như sông, kênh rạch ở mỗi thành phố. Việc xác định nguồn thất thoát từ thủy vực ra biển giúp đề xuất ngăn ngừa giải pháp ngay tại nguồn, thay vì chỉ tập trung vào việc làm sạch bờ biển. Do vậy, WFD có thể là công cụ hỗ trợ khi các quốc gia xây dựng chỉ số theo dõi SDG 14.1 về giảm rác nhựa biển.

Bên cạnh đó, dữ liệu về lượng rác thất thoát vào thủy vực do WFD cung cấp cũng là đầu vào quan trọng cho các mô hình thủy văn và thủy động lực học. Đây là những mô hình chuyên dự đoán cách nước và rác thải nhựa di chuyển trong môi trường tự nhiên. Mô hình thủy văn mô phỏng cách nước chảy trong lưu vực, tính toán dòng chảy, lượng nước đổ

vào sông, tốc độ dòng chảy theo mùa. Những yếu tố này quyết định việc rác được cuốn đi nhanh hay chậm, dễ tích tụ hay dễ phát tán. Mô hình thủy động lực học mô phỏng chuyển động của dòng nước trong sông, cửa sông và biển, bao gồm dòng chảy, thủy triều, sóng, độ sâu đáy và hướng di chuyển của các vật thể trôi nổi. Từ đó, mô hình có thể dự báo rác sẽ bị giữ lại ở khu vực nào, phân tán theo hướng nào, và bao nhiêu phần trôi ra vùng biển ven bờ hoặc xa bờ. Do đó, khi kết hợp dữ liệu WFD và các mô hình này, các nhà nghiên cứu có thể ước tính lượng rác thải nhựa ra đại dương. Kết quả mô phỏng cung cấp cái nhìn toàn diện về mức độ ô nhiễm RTN biển và là nguồn thông tin đáng tin cậy cho các báo cáo quốc tế như SDG 14.1.

Xây dựng cộng đồng dữ liệu và thực hành: Nhóm phát triển WFD khuyến khích mạnh mẽ việc chia sẻ kết quả và dữ liệu giữa các người dùng. Khi một thành phố hoàn thành báo cáo WFD, việc công bố rộng rãi (trên WFD Portal) sẽ giúp các thành phố khác tham khảo và học hỏi mô hình. Đồng thời, nhóm phát triển có thể hỗ trợ kiểm tra chéo nhằm nâng cao chất lượng dữ liệu. Về lâu dài, điều này hình thành một cộng đồng thực hành dựa trên dữ liệu trong lĩnh vực quản lý chất thải và chống RTN. Những kinh nghiệm, sáng kiến mới (ví dụ: phương pháp thu gom hiệu quả do một thành phố triển khai thành công) có thể nhanh chóng lan tỏa và được áp dụng rộng rãi.

Chương 4.

BỘ CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ VÀ ĐỐI SÁNH HIỆU QUẢ QUẢN LÝ CHẤT THẢI (WABI)

4.1. Tổng quan về công cụ WABI

4.1.1. Bối cảnh ra đời và sự cần thiết của một công cụ đánh giá chuẩn hóa

Trong nhiều thập kỷ, công tác QLCTR ở các đô thị tập trung chủ yếu vào các hoạt động kỹ thuật theo các công đoạn như phân loại, thu gom, vận chuyển và xử lý cuối cùng CTR thu gom được. Tuy nhiên, cách tiếp cận truyền thống này vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế khi không phản ánh đầy đủ các yếu tố liên quan đến quản trị, tính bền vững tài chính và tác động xã hội của hệ thống QLCTR, tính toàn diện của người sử dụng, mức độ tham gia của người dân đối với các kế hoạch, chiến lược QLCTR của địa phương, tính toàn diện của nhà cung cấp dịch vụ (Wilson và cs., 2015). Ngoài ra, cùng với sự gia tăng nhanh của dân số ở các đô thị, tốc độ đô thị hóa mạnh mẽ ở các quốc gia đang phát triển, kèm theo đó các áp lực đến môi trường do nguồn phát CTR ngày càng lớn đã ra yêu cầu phải có sự đánh giá để thể hiện chính xác và tính toàn diện của hệ thống QLCTR của các địa phương của từng thời điểm hoặc qua các giai đoạn khác nhau.

Ngân hàng Thế giới đã dự báo khối lượng CTRĐT toàn cầu sẽ tăng từ 2,01 tỷ tấn năm 2016 lên 3,40 tỷ tấn vào năm 2050 mà nguyên nhân là do sự gia tăng mạnh mẽ dân số đô thị và tốc độ đô thị hóa cao (World Bank, 2018). Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết phải có các công cụ đánh giá hiệu quả hệ thống QLCTR cho các đô thị.

Trong bối cảnh đó, bộ chỉ đánh giá và đối sánh hiệu quả QLCTR (WasteAware Benchmark Indicators và được viết tắt là WABI) ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu thực tiễn của các đô thị hiện nay. Trước khi WABI

ra đời, các công cụ đánh giá hệ thống QLCTR chủ yếu tập trung vào khía cạnh hiệu quả kỹ thuật, trong khi đó bỏ qua các yếu tố thuộc khung thể chế, luật pháp, mức độ tham gia của cộng đồng, sự tham gia của khu vực phi chính thức, vai trò và sự công bằng của lĩnh vực tư nhân khi tham gia hoạt động QLCTR và khả năng bền vững tài chính của hệ thống (Wilson và cs., 2015). Sự thiếu vắng một hệ thống chỉ số đánh giá thống nhất khiến các quốc gia và đô thị gặp khó khăn trong việc so sánh mức độ hiệu quả của hệ thống QLCTR một cách khách quan, đồng thời gặp khó khăn trong nhận diện được những ưu và nhược điểm của hệ thống QLCTR của địa phương để có những can thiệp, cải thiện các hạn chế cũng như ưu tiên phát huy những điểm mạnh. Thực tế cho thấy có sự khác biệt lớn đối với việc cung cấp dịch vụ thu gom CTR trên phạm vi toàn cầu, trong đó các quốc gia thu nhập thấp tỷ lệ thu gom CTR trung bình chỉ đạt 39%, ngược lại các quốc gia có thu nhập cao có tỷ lệ thu gom đạt 96% (World Bank, 2018). Sự chênh lệch lớn này đặt ra yêu cầu cần có một công cụ đánh giá mang tính chuẩn hóa như WABI để từ đó có thể so sánh một cách công bằng giữa các đô thị khác nhau trên thế giới mà khi đô thị này có các điều kiện kinh tế - xã hội khác nhau. Từ đó, có sự hỗ trợ cải thiện QLCTR một cách rõ ràng, có định hướng.

WABI được phát triển nhằm xây dựng một khung đánh giá chuẩn hóa, có khả năng áp dụng cho nhiều điều kiện khác nhau của các đô thị khác nhau trên thế giới. Công cụ này cung cấp bộ tiêu chí đánh giá có cấu trúc, dựa trên phương pháp tiếp cận quản lý tổng hợp CTR bền vững, đồng thời tạo ra tiếng nói chung cho việc phân tích và so sánh hệ thống QLCTR giữa các đô thị (Whiteman và cs, 2019). Sự ra đời của WABI vì thế mang tính cần thiết và kịp thời, đặc biệt trong bối cảnh QLCTR đã trở thành một trong những thách thức môi trường hàng đầu thế giới ở thế kỷ XXI.

4.1.2. Mục tiêu chính và phạm vi của công cụ WABI

Công cụ WABI được xây dựng với mục tiêu cung cấp một phương pháp đánh giá chuẩn hóa, có hệ thống và có khả năng ứng dụng rộng rãi để phân tích mức độ hiệu quả cũng như so sánh sự thay đổi, phát triển của hệ thống QLCTR của các đô thị trên thế giới (Wilson và cs., 2015).

Công cụ WABI sẽ góp phần thay đổi cách thức đánh giá các hệ thống QLCTR, thay vì chỉ tập trung vào các hoạt động kỹ thuật như các mô hình đánh giá trước đây, WABI hướng đến quan điểm tiếp cận mang tính hệ thống, xem hệ thống QLCTR là một cấu trúc nhiều chiều gồm yếu tố kỹ thuật, yếu tố xã hội, thể chế pháp luật và cơ chế tài chính (Whiteman và cs., 2019).

Mục tiêu quan trọng đầu tiên của WABI là chuẩn hóa công tác đánh giá hệ thống QLCTR ở cấp đô thị thông qua một bộ tiêu chí linh hoạt nhưng vẫn đảm bảo tính khoa học. Điều này giúp xây dựng một cơ sở chung để so sánh hiệu quả quản lý giữa các đô thị có điều kiện phát triển khác nhau mà vẫn bảo đảm công bằng và khách quan (Wilson và cs., 2015). Thông qua khả năng chuẩn hóa, các đô thị có thể dễ dàng xác định vị trí phát triển của mình trong tiến trình hoàn thiện hệ thống quản lý chất thải.

Mục tiêu thứ hai của WABI là đánh giá toàn diện tính bền vững của hệ thống quản lý chất thải đô thị, không chỉ ở kết quả vận hành mà còn ở năng lực duy trì hệ thống trong dài hạn thông qua hiệu quả tài chính, quản trị và mức độ tham gia xã hội (Whiteman và cs., 2019). WABI vì vậy chia bộ chỉ số thành 2 nhóm chính: nhóm chỉ số kỹ thuật và nhóm chỉ số quản trị, phản ánh đầy đủ hiệu suất vận hành hệ thống và nền tảng quản lý.

Một mục tiêu quan trọng khác của công cụ WABI là hỗ trợ hoạch định chiến lược quản lý chất thải dựa trên cơ sở dữ liệu và phân tích định lượng - định tính. Bằng cách xác định mức độ phát triển của từng đô thị và chỉ ra các khoảng trống trong hệ thống, WABI cung cấp thông tin đầu vào quan trọng cho việc ra quyết định chính sách và đầu tư ưu tiên (Wilson và cs., 2015). Phạm vi ứng dụng của WABI vì thế không chỉ dừng lại ở nghiên cứu học thuật mà còn mở rộng sang thực tiễn quản lý đô thị và các chương trình cải cách hệ thống chất thải quốc gia.

Để đảm bảo tính nhất quán và khả năng so sánh giữa các hệ thống QLCTR trên thế giới, công cụ WABI xác định phạm vi áp dụng rõ ràng, phạm vi được xác định dựa trên 3 phương diện là loại chất thải, ranh giới của hệ thống và các bên liên quan tham gia vào hệ thống (Wilson và cs., 2015):

- Về loại chất thải, phạm vi nhất quán của công cụ WABI là CTRĐT (bao gồm CTR sinh hoạt từ hộ gia đình và phi hộ gia đình) và để

đảm bảo tính đồng nhất, công cụ này cũng loại trừ các nguồn phát sinh CTR đặc thù như CTR công nghiệp, CTR xây dựng (Scheinberg và cs., 2010; Wilson và cs., 2015).

- Về phạm vi hệ thống, WABI thường giới hạn trong phạm vi địa giới hành chính, ranh giới này có thể hiểu là khu vực cung cấp dịch vụ quản lý CTR và thường trùng với ranh giới của đô thị. Tuy nhiên, ranh giới này cũng được mở rộng bao gồm cả các cơ sở xử lý CTR cho đô thị mà nằm ngoài địa giới hành chính của đô thị (Wilson và cs., 2015). Cách tiếp cận này đảm bảo rằng công cụ có thể đánh giá toàn bộ vòng đời của CTR trong hệ thống quản lý của thành phố, từ khâu thu gom tại nguồn, vận chuyển cho đến xử lý và thải bỏ cuối cùng, qua đó cung cấp một bức tranh toàn cảnh của hệ thống QLCTR.

- Phạm vi các bên liên quan trong hệ thống (đây là một trong những điểm tiến bộ của WABI), công cụ này áp dụng một cách tiếp cận toàn diện, bao trùm tất cả các bên liên quan đến cung cấp dịch vụ của hệ thống QLCTR, bao gồm cả khu vực tư nhân và nhà nước, khu vực thu gom, xử lý, tái chế CTR chính thức và phi chính thức (thu mua ve chai, các đại lý thu mua phế liệu,...) (Scheinberg và cs., 2010). Điển hình như hoạt động tái chế, ở các nước đang phát triển khu vực tái chế chính thức giữ vai trò nòng cốt, trong khi đó ở các nước đang phát triển, hoạt động thu hồi, tái chế thường khu vực phi chính thức đóng vai trò chủ chốt, tuy nhiên tỷ lệ tái chế này cũng có giá trị như đối với khu vực chính thức khi đánh giá theo công cụ WABI.

Tóm lại, mục tiêu và phạm vi của WABI hướng tới việc xây dựng một công cụ đánh giá hiện trạng và định hướng cải thiện hệ thống QLCTR dựa trên tiếp cận bền vững, phù hợp với các quốc gia ở nhiều mức thu nhập khác nhau và có thể áp dụng trong cả nghiên cứu lẫn thực tiễn hoạch định chính sách môi trường đô thị.

4.2. Hệ thống các chỉ số và phương pháp đo lường trong WABI

4.2.1. Khung phân tích quản lý tổng hợp chất thải rắn bền vững

Khung quản lý tổng hợp CTR bền vững là cơ sở lý luận quan trọng của việc xây dựng và sự phát triển của công cụ WABI. Quản lý tổng hợp

CTR bền vững được hình thành nhằm mở rộng phạm vi đánh giá hệ thống QLCTR vượt ra ngoài mô hình kỹ thuật thông thường, vốn chỉ tập trung vào thu gom, vận chuyển và xử lý cuối cùng CTR (Wilson và cs., 2015). Thay vào đó, quản lý tổng hợp CTR bền vững nhấn mạnh cách tiếp cận hệ thống, xem QLCTR là một quá trình kết nối giữa các yếu tố kỹ thuật, thể chế, tài chính và các yếu tố xã hội, là các yếu tố quyết định mức độ bền vững của hệ thống QLCTR của một thành phố.

Quản lý tổng hợp CTR bền vững dựa trên cấu trúc 2 hình tam giác ngược thể hiện thành phần kỹ thuật và khía cạnh quản trị được tổng hòa trong hệ thống QLCTR (Hình 4.1). Trong đó tam giác thứ nhất đại diện thành phần kỹ thuật (phần cứng), mỗi cạnh tam giác tương ứng với mỗi động lực chính trong hệ thống QLCTR:

- *Sức khỏe cộng đồng*: Đây là động lực cơ bản, CTRĐT không được thu gom là nguồn gốc của ô nhiễm môi trường, dịch bệnh gây ra các vấn đề sức khỏe đối với cộng đồng. Do vậy, cạnh này đại diện cho độ bao phủ và chất lượng dịch vụ thu gom CTRĐT.

- *Bảo vệ môi trường*: Khi CTR được thu gom, xử lý và thải bỏ đúng cách, an toàn sẽ không gây ra các vấn đề môi trường tiếp theo. Cạnh tam giác này thể hiện mức độ kiểm soát các tác động tiêu cực đến môi trường của hệ thống QLCTR.

- *Giá trị tài nguyên* (3T - Tiết giảm, Tái sử dụng, Tái chế): Trong bối cảnh nguồn tài nguyên thiên nhiên ngày càng suy giảm thì rác thải được xem như là một nguồn tài nguyên, điều này thể hiện rõ ở nguyên tắc 3T. Cạnh tam giác này thể hiện việc thu hồi, tái chế CTR và đưa chúng quay trở lại vòng tuần hoàn kinh tế.

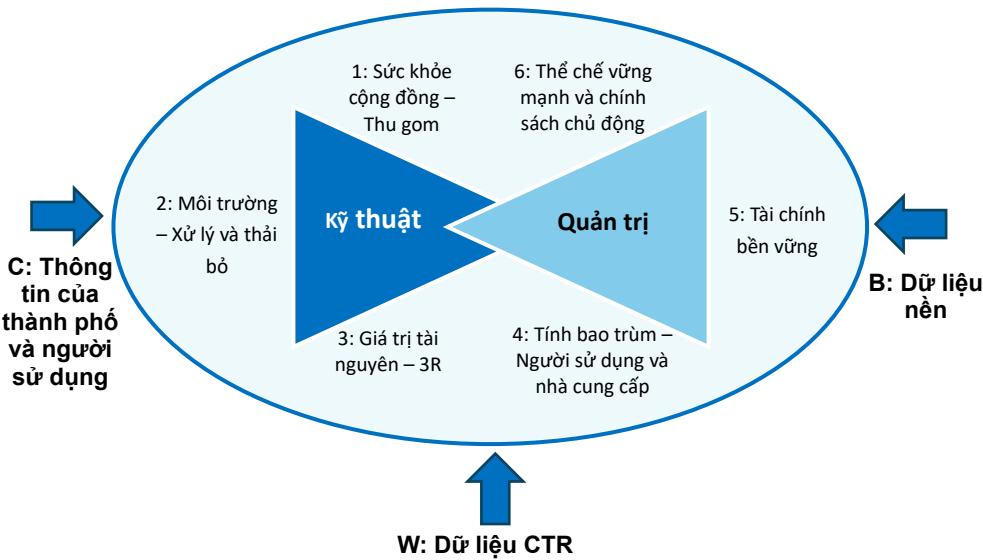
Tam giác thứ hai đại diện cho khía cạnh quản trị (phần mềm), tam giác này hết sức quan trọng, quyết định sự thành công của các giải pháp kỹ thuật, mỗi cạnh tam giác đại diện cho mỗi chiến lược quản trị cần thiết trong hệ thống QLCTR:

- *Tính bao trùm (tính bao quát của nhà cung cấp dịch vụ thu gom cũng như người sử dụng dịch vụ)*: Một hệ thống QLCTR bền vững phải đảm bảo các bên liên quan có vai trò phù hợp, bao gồm sự công bằng trong việc cung cấp dịch thu gom cho mọi người dân (vùng trung tâm đô

thị cũng như vùng ngoại ô) và cả sự công bằng đối với các nhà cung cấp dịch vụ tham gia vào hệ thống (khu vực tư nhân và khu vực công; khu vực chính thức và phi chính thức).

- *Bền vững về tài chính*: Hệ thống QLCTR cần có nguồn kinh phí ổn định để hoạt động. Cạnh tranh giá này thể hiện bao gồm xây dựng một hệ thống tài chính hiệu quả, cơ chế nguồn thu hợp lý, công bằng và nhận được sự chấp nhận của người dân.

- *Thể chế vững mạnh, chính sách chủ động*: Khía cạnh này là nền tảng cho toàn bộ hệ thống, đòi hỏi khung pháp lý rõ ràng, minh bạch và các chính sách tốt để thúc đẩy sự cải tiến, thích ứng với các thách thức mới.



Hình 4.1. Khung phân tích quản lý tổng hợp CTR bền vững sử dụng bộ chỉ số đánh giá và đối sánh hiệu quả QLCTR (WABI) (Wilson và cs., 2015)

Mô hình “*hai tam giác*” này nhấn mạnh một nguyên tắc cốt lõi các cải tiến về kỹ thuật (phần cứng) sẽ khó có thể thành công và bền vững nếu không được hỗ trợ bởi một hệ thống quản trị (phần mềm) vững mạnh (Scheinberg và cs., 2010). Một nhà máy xử lý rác hiện đại nhất cũng không thành công nếu không có chính sách khuyến khích phân loại rác tại nguồn, không có cơ chế tài chính phù hợp để vận hành cũng như thiếu sự tham gia của cộng đồng.

Điểm mạnh của quản lý tổng hợp CTR bền vững là nhấn mạnh mối quan hệ tương hỗ giữa hiệu quả của khía cạnh kỹ thuật và nền tảng quản trị của hệ thống QLCTR. Theo cách tiếp cận này, một hệ thống QLCTR có tỷ lệ thu gom cao nhưng thiếu năng lực thể chế hoặc cơ chế tài chính phù hợp sẽ cũng không đạt được tính bền vững lâu dài (Wilson và cs., 2015). Do đó, quản lý tổng hợp CTR bền vững được xem là một bước tiến quan trọng trong lý thuyết QLCTR, bởi nó giúp nhận diện chính xác nguyên nhân gây ra sự yếu kém trong hệ thống, điều này không chỉ từ năng lực công nghệ, kỹ thuật mà còn từ cơ chế vận hành và chính sách quản lý. Nhờ sự hợp đồng thời 2 nhóm yếu tố kỹ thuật và quản trị, quản lý tổng hợp CTR bền vững cung cấp góc nhìn toàn diện hơn trong phân tích hệ thống quản lý CTRSH, đặc biệt trong các bối cảnh đô thị ở các nước mức thu nhập trung bình và thấp.

Sự ra đời của WABI dựa trên nền tảng phương pháp luận của quản lý tổng hợp CTR bền vững. Bộ chỉ số WABI kế thừa cấu trúc 2 nhóm chính của quản lý tổng hợp CTR bền vững (kỹ thuật và quản trị) và chuyển đổi thành hệ thống chỉ số đo lường có thể áp dụng trong thực tiễn (Whiteman và cs., 2019). Như vậy, quản lý tổng hợp CTR bền vững đóng vai trò là cơ sở lý luận, còn WABI trở thành công cụ ứng dụng cho đánh giá chuẩn hóa và hỗ trợ ra quyết định trong quản lý CTRĐT.

4.2.2. Các chỉ số WABI thuộc nhóm kỹ thuật

4.2.2.1. Các chỉ số định lượng

Nhóm chỉ số kỹ thuật trong bộ chỉ số của công cụ WABI phản ánh hiệu quả hoạt động của hệ thống quản lý CTRĐT thông qua các tiêu chí đo lường dịch vụ thu gom, xử lý và hoạt động tái chế CTR ở Bảng 4.1. Các chỉ số kỹ thuật cung cấp cơ sở đánh giá trực tiếp năng lực cung cấp dịch vụ thu gom và mức độ kiểm soát môi trường của hệ thống QLCTR (Wilson và cs., 2015).

Bảng 4.1. Ba chỉ số định lượng cho các thành phần kỹ thuật của một hệ thống QLCTR

TT	Thành phần kỹ thuật	Tên chỉ số và định nghĩa	Mã màu theo tín hiệu đèn giao thông				
			Thấp	Thấp/ Trung bình thấp	Trung bình	Trung bình/ Cao	Cao
1	Sức khỏe cộng đồng - Thu gom CTR	Độ bao phủ của dịch vụ thu gom: % hộ gia đình tiếp cận dịch vụ thu gom	0-49%	50-69%	70-89%	90-98%	99-100%
2	Kiểm soát môi trường - Thu hồi và xử lý	CTR được quản lý trong các cơ sở được kiểm soát: % CTRĐT phát sinh được quản lý trong các cơ sở được kiểm soát	0-24%	25-49%	50-74%	75-94%	95-100%
3	Giá trị tài nguyên - 3R	Tỷ lệ tái chế: % CTRĐT được tái chế (bao gồm chính thức, phi chính thức, cả rác tái chế và rác hữu cơ)	0-9%	10-19%	20-29%	30-49%	Từ 50% trở lên

Chỉ số 1 - Mức độ bao phủ của dịch vụ thu gom CTR

Chỉ số 1 đo lường tỷ lệ dân số đô thị được tiếp cận dịch vụ thu gom chất thải chính thức. Đây là chỉ số cơ sở phản ánh mức độ đáp ứng dịch vụ môi trường của chính quyền đô thị (Whiteman và cs., 2019). Nếu tỷ lệ bao phủ thấp, CTR dễ bị tồn lưu, không được thu gom gây ô nhiễm đất, nước và ảnh hưởng sức khỏe cộng đồng.

Chỉ số 2 - Xử lý và tiêu hủy an toàn

Chỉ số 2 đánh giá mức độ xử lý CTR an toàn, bao gồm chôn lấp hợp vệ sinh, đốt có kiểm soát hoặc các công nghệ xử lý đảm bảo bảo vệ môi trường khác như ủ phân hữu cơ,... (Whiteman và cs., 2019). Chỉ số này cho thấy hệ thống QLCTR có ngăn ngừa được nguy cơ ô nhiễm môi trường hay không.

4.2.2.2. Các chỉ số định tính

Bảng 4.2. Các tiêu chí dùng để đánh giá Chỉ số 1C: Chất lượng của dịch vụ thu gom CTR và quét dọn đường phố

STT	Chỉ số phụ	Mô tả
1C.1	Tình trạng tại các điểm tập kết rác	Sự hiện diện của rác thải bị tồn đọng, dồn ứ xung quanh các điểm tập kết/thùng rác công cộng.
1C.2	Hiệu quả của hoạt động quét dọn đường phố	Sự hiện diện của rác vương vãi sau khi thực hiện hoạt động quét dọn đường phố và tình trạng thùng rác công cộng bị tràn và rơi vãi xung quanh.
1C.3	Hiệu quả thu gom rác tại khu vực thu nhập thấp	Sự hiện diện của rác bị tồn đọng, các điểm đổ rác tự phát không đúng quy định, hoặc tình trạng đốt rác tự phát.
1C.4	Hiệu quả và tính hiệu suất của hoạt động vận chuyển chất thải	Có các biện pháp kiểm soát vệ sinh môi trường và sức khỏe cộng đồng phù hợp đối với việc vận chuyển rác.
1C.5	Tính phù hợp của kế hoạch và giám sát dịch vụ thu gom	Công tác triển khai, quản lý và giám sát dịch vụ thu gom một cách phù hợp.
1C.6	Sức khỏe và an toàn lao động của công nhân thu gom	Việc sử dụng thiết bị bảo hộ cá nhân phù hợp và thực hiện các quy trình hỗ trợ đi kèm.

Chỉ số 3 - Tỷ lệ tái chế

Chỉ số này phản ánh hiệu quả thu hồi tài nguyên trong QLCTR. Nó đo lường tỷ lệ vật liệu được tái chế chính thức và phi chính thức so với tổng lượng CTR phát sinh của đô thị (Wilson và cs., 2015). Chỉ số 3

góp phần đánh giá sự chuyển dịch sang mô hình QLCTR theo xu hướng kinh tế tuần hoàn.

Chỉ số 1C - Chất lượng dịch vụ thu gom

Đây là chỉ số định tính đánh giá hiệu quả dịch vụ thu gom như tần suất thu gom, khả năng tiếp cận dịch vụ thu gom của các khu vực dân cư và mức độ tin cậy của dịch vụ (Whiteman và cs., 2019). Chỉ số này phản ánh chất lượng chứ không chỉ số lượng của hệ thống thu gom. Các chỉ số phụ của chất lượng dịch vụ thu gom được thể hiện ở Bảng 4.2.

Bảng 4.3. Các tiêu chí để xác định chỉ số 2E: Mức độ bảo vệ môi trường tại các cơ sở thu hồi và xử lý chất thải rắn

STT	Chỉ số phụ	Mô tả
2E.1	Mức độ kiểm soát việc tiếp nhận CTR và quản lý tại cơ sở	Tiêu chí này áp dụng cho tất cả các địa điểm thu hồi và xử lý CTR, không phân biệt quy trình cụ thể được sử dụng tại cơ sở là gì.
2E.2	Mức độ kiểm soát việc thu hồi và xử lý CTR	Tập trung vào quy trình thu hồi hoặc xử lý đang được áp dụng tại từng cơ sở và đối với khả năng phát thải tiềm ẩn (khí thải, nước thải, tro bay,...). Bao gồm cả việc có công nghệ cần thiết và quy trình vận hành phù hợp thông lệ quốc tế.
2E.3	Mức độ giám sát và minh chứng cho việc kiểm soát môi trường	Bao gồm sự tồn tại và việc triển khai thường xuyên: các thủ tục cấp phép/cấp giấy phép môi trường; việc lưu giữ hồ sơ, giám sát và kiểm tra xác nhận thường xuyên được thực hiện bởi chính cơ sở đó; việc giám sát, thanh tra và kiểm tra xác nhận bởi một cơ quan quản lý độc lập.
2E.4	Hiệu quả sử dụng và tạo ra năng lượng (<i>chỉ áp dụng cho các cơ sở thu hồi năng lượng</i>)	Đánh giá hiệu suất năng lượng tại các cơ sở có chức năng chính là thu hồi năng lượng.
2E.5	Năng lực kỹ thuật trong lập kế hoạch, quản lý và vận hành cơ sở thu hồi và xử lý CTR	Đánh giá năng lực kỹ thuật tại 3 vị trí của hệ thống: (i) cơ quan phụ trách cung cấp dịch vụ (ii) bộ phận/ban quản lý cơ sở thu hồi/xử lý; và (iii) nhân viên vận hành trực tiếp tại hiện trường.
2E.6	An toàn và sức khỏe nghề nghiệp	Sử dụng trang bị bảo hộ cá nhân phù hợp và quy trình hỗ trợ.

Chỉ số 2E - Mức độ bảo vệ môi trường trong các cơ sở xử lý

Chỉ số này đo lường mức độ kiểm soát tác động môi trường trong quá trình xử lý CTR tại các cơ sở thu hồi, xử lý CTR, đặc biệt là kiểm soát nước rỉ rác, khí thải và các tác động đến môi trường (Wilson và cs., 2015). Các chỉ số phụ của chỉ số 2E được thể hiện ở Bảng 4.3.

Bảng 4.4. Các tiêu chí dùng để xác định Chỉ số 3R - Chất lượng của 3R (Tiết giảm - Tái sử dụng - Tái chế)

STT	Tiêu chí	Mô tả
3R.1	Phân loại tại nguồn các “rác tái chế khô”	Đánh giá dựa trên tỷ lệ tổng lượng rác được thu gom để tái chế mà là rác sạch, được phân loại tại nguồn, phù hợp với rác tái chế được thu mua bởi những người thu mua phế liệu (ve chai).
3R.2	Phân loại tại nguồn chất thải hữu cơ	Đánh giá định tính mức độ phân loại tại nguồn đối với chất thải hữu cơ. Điều này ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm tái chế (ví dụ: thức ăn chăn nuôi, phân compost, hoặc sản phẩm từ quá trình phân hủy kỵ khí).
3R.3	Tập trung vào các thứ bậc cao của hệ thống thứ bậc ưu tiên trong QLCTR	Đánh giá mức độ chú trọng trong chính sách và thực tiễn vào việc giảm thiểu và tái sử dụng chất thải - tức là ở “đỉnh tháp” của thứ bậc ưu tiên trong hệ thống QLCTR.
3R.4	Việc lồng ghép cộng đồng và/hoặc khu vực tái chế phi chính thức vào hệ thống QLCTR chính thức	Đánh giá mức độ và hiệu quả của các nỗ lực nhằm lồng ghép khu vực thu gom phi chính thức và cộng đồng vào hệ thống QLCTR chính thức.
3R.5	Bảo vệ môi trường trong hoạt động tái chế	Đánh giá tác động môi trường của chuỗi tái chế, từ khâu thu gom đến xử lý rác tái chế đã phân loại. <i>Lưu ý:</i> Tác động môi trường từ các cơ sở sản xuất sản phẩm tái chế (ví dụ: cơ sở ủ phân compost, ủ kỵ khí) được đánh giá ở chỉ số 2E.
3R.6	Tập trung vào quản lý chất thải hữu cơ	Đánh giá mức độ chú trọng về mặt chính sách và thực tiễn đối với xử lý riêng chất thải hữu cơ.

Chỉ số 3R - Hiệu quả thực hiện 3R (Reduce - Reuse - Recycle)

Chỉ số 3R đánh giá mức độ áp dụng các biện pháp giảm thiểu CTR phát sinh tại nguồn, tái sử dụng và tái chế trong hệ thống QLCTR (Whiteman và cs., 2019). Đây là chỉ số định tính thể hiện định hướng bền vững trong công tác QLCTR. Các chỉ số phụ của chỉ số 3R được trình bày ở Bảng 4.4.

Bảng 4.5. Mức độ bao trùm của người sử dụng dịch vụ

STT	Tiêu chí	Mô tả
4U.1	Công bằng trong cung cấp dịch vụ	Mức độ mà tất cả người dân (người sử dụng và người có khả năng sử dụng), không phân biệt thu nhập, được tiếp cận dịch vụ quản lý CTRĐT tốt - tức là dịch vụ mà họ có khả năng chi trả, đáp ứng được nhu cầu của họ (rác được thu gom) và bảo vệ sức khỏe cộng đồng cũng như chất lượng môi trường.
4U.2	Quyền được lắng nghe	Chính quyền có nghĩa vụ pháp lý trong việc tham vấn và cho phép người dân tham gia vào các quyết định có ảnh hưởng trực tiếp đến họ hay không?
4U.3	Mức độ tham gia của cộng đồng	Bằng chứng về sự tham gia thực tế của cộng đồng ở các giai đoạn phù hợp của quá trình ra quyết định, lập kế hoạch và triển khai QLCTR.
4U.4	Cơ chế phản hồi của cộng đồng	Sự tồn tại và việc sử dụng các cơ chế phản hồi/tiếp nhận ý kiến của cộng đồng về các dịch vụ QLCTR.
4U.5	Giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng	Việc triển khai các chương trình giáo dục và/hoặc nâng cao nhận thức cho cộng đồng toàn diện và phù hợp với văn hóa địa phương.
4U.6	Mức độ hiệu quả trong việc thay đổi hành vi	Sự thay đổi trong thói quen và hành vi của cả cộng đồng và doanh nghiệp liên quan đến các hoạt động quản lý/xử lý chất thải của họ.

4.2.3. Các chỉ số WABI thuộc nhóm quản trị

Nhóm chỉ số quản trị trong bộ chỉ số WABI phản ánh cơ sở tổ chức và năng lực vận hành hệ thống QLCTR của đô thị. Khác với nhóm chỉ số kỹ thuật là đo lường hiệu quả hoạt động thực tiễn, nhóm chỉ số quản trị đánh giá mức độ bền vững của hệ thống thông qua hệ thống quản lý, về

tài chính và sự tham gia của cộng đồng, xã hội (Wilson và cs., 2015). Bộ chỉ số nhấn mạnh rằng một hệ thống QLCTR không thể duy trì hiệu quả nếu thiếu nền tảng quản trị vững chắc, minh bạch và có sự phối hợp giữa các bên liên quan (Whiteman và cs., 2019), đây cũng là các yếu tố cốt lõi đã được UNEP xác định là nền tảng bảo đảm tính bền vững trong QLCTR theo định hướng pháp lý - thể chế (UNEP, 2016).

Chỉ số 4U - Tính bao trùm của người sử dụng dịch vụ

Chỉ số 4U đánh giá mức độ công bằng trong tiếp cận dịch vụ thu gom CTR giữa các nhóm, khu vực dân cư khác nhau, bao gồm cả khu vực trung tâm đô thị, những khu vực thu nhập thấp hoặc khó tiếp cận dịch vụ thu gom CTR (Whiteman và cs., 2019). Bảng 4.5 là chi tiết các chỉ số phụ của chỉ số 4U.

Bảng 4.6. Mức độ bao trùm của đơn vị cung cấp dịch vụ

STT	Tiêu chí	Mô tả
4P.1	Khung pháp lý	Mức độ mà luật pháp và/hoặc các công cụ pháp lý khác được ban hành và thực thi ở cấp quốc gia và địa phương cho phép cả khu vực công và tư nhân cung cấp các dịch vụ QLCTR trên cơ sở ổn định.
4P.2	Sự đại diện của khu vực tư nhân	Các tổ chức hoặc cấu trúc được thiết lập để đại diện cho khu vực tư nhân (hoạt động trong lĩnh vực) chất thải và tích cực tham gia trong các diễn đàn, nhóm đặc nhiệm (task forces), ủy ban và/hoặc các nhóm điều hành (steering-groups) về lập kế hoạch QLCTR.
4P.3	Vai trò của khu vực phi chính thức và cộng đồng	Có bằng chứng về việc thừa nhận và ghi nhận vai trò của khu vực phi chính thức và cộng đồng trong hoặc song hành cùng hệ thống QLCTR chính thức.
4P.4	Cân bằng giữa lợi ích khu vực công và tư trong cung cấp dịch vụ	Mức độ có các cơ chế kiểm soát và cân bằng phù hợp tại địa phương nhằm đảm bảo dịch vụ được cung cấp bởi khu vực công hoặc tư theo cách đôi bên cùng có lợi và không gây ra các bất lợi đáng kể cho nhau.
4P.5	Quy trình đấu thầu	Mức độ minh bạch, công khai và trách nhiệm giải trình trong quy trình đấu thầu.

Chỉ số 4P - Tính bao trùm của đơn vị cung cấp dịch vụ

Chỉ số này đánh giá mức độ tham gia của nhiều thành phần trong hệ thống cung cấp dịch vụ QLCTR như khu vực công (nhà nước), khu vực tư nhân và đặc biệt là khu vực thu gom phi chính thức - lực lượng thu gom, phân loại và tái chế đóng vai trò quan trọng nhưng thường bị bỏ qua trong hệ thống QLCTR chính thức (Wilson và cs., 2015). Tính bao trùm của đơn vị cung cấp dịch vụ giúp nâng cao hiệu quả hệ thống và góp phần thúc đẩy hợp tác cộng đồng. Bảng 4.6 cụ thể hóa các chỉ số phụ của chỉ số 4P.

Bảng 4.7. Mức độ bền vững tài chính

STT	Tiêu chí	Mô tả
5F.1	Hạch toán chi phí	Mức độ mà hệ thống kế toán QLCTR phản ánh chính xác toàn bộ chi phí cung cấp dịch vụ và chi phí liên quan của các hoạt động khác nhau trong QLCTR; và các báo cáo tài chính có được công khai hay không.
5F.2	Mức độ bao phủ của ngân sách hiện có	Ngân sách hằng năm có đủ để trang trải toàn bộ chi phí dịch vụ cung cấp không?
5F.3	Thu phí từ khối thương mại và cơ sở kinh doanh và cơ quan	Tỷ lệ phần trăm chi phí QLCTR được thu từ các cơ sở thương mại và cơ quan, tổ chức chi trả cho các dịch vụ QLCTR cho họ tạo ra. Mục tiêu là tăng cường thu hồi chi phí từ nhóm này để tránh việc ngân sách công trợ cấp gián tiếp cho khu vực thương mại/cơ quan.
5F.4	Đa dạng hóa công cụ tài chính	Các cơ hội tài chính đa dạng như phí vệ sinh môi trường, quỹ tái chế, cơ chế thị trường carbon, EPR,... có đang được sử dụng để tài trợ cho các dịch vụ và hạ tầng QLCTR không?
5F.5	Định giá xử lý chất thải	Mức độ mà mức phí áp dụng cho tất cả chất thải đưa đến cơ sở xử lý hoặc thải bỏ cuối cùng được chi trả ở mức ít nhất đủ để bù đắp chi phí vận hành.
5F.6	Tiếp cận vốn đầu tư	Việc đầu tư vốn có được đảm bảo để mở rộng phạm vi thu gom tới các khu vực chưa có dịch vụ; nâng cấp tiêu chuẩn xử lý chất thải; thay thế phương tiện, thiết bị và cơ sở hạ tầng đã hết vòng đời không.

Bảng 4.8. Mức độ đầy đủ của khung pháp lý quốc gia cho QLCTR

STT	Tiêu chí	Mô tả
6N.1	Luật và các quy định dưới luật	Đã có luật quốc gia toàn diện nào quy định về QLCTR chưa? Để thi hành luật này, có cần phải ban hành thêm các quy định (hoặc văn bản hướng dẫn) cụ thể không? Nếu có, thì các quy định/văn bản đó đã được ban hành và đưa vào áp dụng chưa?
6N.2	Chiến lược/ Chính sách	Có chiến lược quốc gia về QLCTR gần đây được phê duyệt, cùng với các chính sách rõ ràng được ban hành và thực hiện chưa?
6N.3	Hướng dẫn và quy trình triển khai	Có hướng dẫn rõ ràng cho chính quyền địa phương về cách triển khai luật và chiến lược không? Có cơ chế hiệu quả cho việc lựa chọn địa điểm xây dựng cơ sở xử lý không?
6N.4	Cơ quan cấp quốc gia phụ trách thực hiện chính sách QLCTR	Có một cơ quan duy nhất ở cấp quốc gia được giao trách nhiệm thực hiện hoặc điều phối việc thực hiện chiến lược/chính sách QLCTR không?
6N.5	Kiểm soát/ thực thi pháp luật	Có cơ quan quản lý môi trường hoạt động tốt và đủ nguồn lực không? Cơ quan đó có thực thi luật pháp nhằm đảm bảo công bằng cho mọi bên không?
6N.6	Trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR) hoặc quản lý sản phẩm (PS)	Đã có sự phối hợp với các công ty trong nước và quốc tế sản xuất bao bì, thiết bị điện tử và các sản phẩm khác mà sau đó các sản phẩm đóng góp vào CTR chưa? Những đơn vị này có chia sẻ ít nhất một phần chi phí của dịch vụ QLCTR và/hoặc tái chế không?

Chỉ số 5F - Bền vững tài chính

Chỉ số 5F phản ánh khả năng duy trì hệ thống QLCTR thông qua cơ chế tài chính ổn định, minh bạch và hiệu quả. Các chỉ số phụ của chỉ số 5F được trình bày ở Bảng 4.7. Đối với nhiều đô thị, thiếu nguồn lực tài chính là nguyên nhân chính dẫn đến gián đoạn dịch vụ QLCTR (thu gom, vận chuyển, xử lý) (Whiteman và cs., 2019). Chỉ số này xem xét nguồn phí thu được, tính hiệu quả trong sử dụng ngân sách và khả năng huy động nguồn lực tài chính khác bổ sung cho hệ thống QLCTR.

Bảng 4.9. Mức độ gắn kết thể chế cấp địa phương

STT	Tiêu chí	Mô tả
6L.1	Cơ cấu tổ chức/Tính thống nhất	Mức độ mà tất cả các trách nhiệm QLCTR giao cho 1 đầu mối duy nhất, hoặc trong trường hợp nếu có nhiều tổ chức/đơn vị cùng chịu trách nhiệm thì có 1 đơn vị chịu trách nhiệm chính và được phân công rõ ràng.
6L.2	Năng lực thể chế	Đánh giá về sự vững mạnh của tổ chức và năng lực của các đơn vị/tổ chức chịu trách nhiệm về QLCTR.
6L.3	Chiến lược và kế hoạch QLCTR cấp thành phố	Có một chiến lược hoặc kế hoạch gần đây đang được thực hiện ở cấp thành phố (hoặc khu vực) cho QLCTR không?
6L.4	Tính sẵn có và chất lượng của dữ liệu QLCTR	Có hệ thống quản lý thông tin nào đang triển khai không? Dữ liệu có được đo lường, thu thập và theo dõi thường xuyên không?
6L.5	Quản lý, kiểm soát và giám sát việc cung cấp dịch vụ	Đo lường mức độ kiểm soát của thành phố, với tư cách là “khách hàng” của dịch vụ QLCTR. Dịch vụ có thể do khu vực công, tư nhân hoặc kết hợp cả hai cung cấp.
6L.6	Hợp tác giữa các đô thị (hoặc khu vực)	Việc thu gom chất thải thường được thực hiện ở cấp địa phương, trong khi xử lý và tiêu hủy chất thải có thể đòi hỏi sự hợp tác ở cấp toàn thành phố hoặc cấp khu vực. Công tác kiểm soát và quản lý theo quy định có thể được tổ chức ở cấp khu vực hoặc cấp quốc gia. Vậy mức độ hiệu quả của sự hợp tác này như thế nào?

Chỉ số 6N - Khung chính sách quốc gia

Chỉ số 6N đánh giá mức độ hoàn thiện của hệ thống pháp luật và chính sách quốc gia liên quan đến quản lý chất thải. Một hệ thống chính sách mạnh tạo điều kiện thuận lợi cho việc thực thi hoạt động QLCTR có

hiệu quả ở cấp địa phương (Wilson và cs., 2015). Bảng 4.8 thể hiện các chỉ số phụ của chỉ số 6N.

Chỉ số 6L - Năng lực quản lý cấp địa phương

Chỉ số này đo lường mức độ tổ chức, điều phối và năng lực quản lý của chính quyền đô thị trong thực thi các chương trình QLCTR (Whiteman và cs., 2019). Đây là chỉ số đóng vai trò trung tâm trong nhóm quản trị vì quyết định khả năng áp dụng chính sách vào thực tiễn. Bảng 4.9 thể hiện các chỉ số 6L.

Nhóm chỉ số quản trị có vai trò then chốt trong hệ thống WABI vì xác định năng lực duy trì và phát triển hệ thống QLCTR trong dài hạn. Nếu nhóm chỉ số kỹ thuật cho thấy rằng hệ thống QLCTR đang hoạt động như thế nào, thì nhóm chỉ số quản trị giải thích vì sao hệ thống QLCTR hoạt động như vậy (tình trạng hoạt động) và hệ thống QLCTR có thể cải thiện được không (Wilson và cs., 2015). Nhờ đó, WABI trở thành một công cụ có chiều sâu phân tích thay vì chỉ mô tả hiệu suất kỹ thuật bề nổi.

4.2.4. Phương pháp đo lường và thể hiện kết quả trong WABI

Bộ chỉ số WABI sử dụng phương pháp đo lường bán định lượng, kết hợp cả dữ liệu thực nghiệm và đánh giá chuyên gia, nhằm đảm bảo tính khách quan nhưng vẫn linh hoạt khi áp dụng trong các hoàn cảnh khác nhau của các đô thị (Wilson và cs., 2015). Phương pháp này cho phép đánh giá mức độ phát triển hệ thống QLCTR một cách chuẩn hóa ngay cả trong trường hợp nguồn dữ liệu thống kê còn hạn chế, đặc biệt tại các quốc gia đang phát triển (Whiteman và cs., 2019).

Phương pháp đo lường của WABI dựa trên các nguyên tắc cốt lõi là sự minh bạch dữ liệu, chuẩn hóa kết quả, khả năng so sánh giữa các đô thị với nhau và đặc biệt là khả năng theo dõi tiến độ phát triển theo thời gian của một đô thị (Wilson và cs., 2015). Công cụ này không chỉ đánh giá hiện trạng mà còn đóng vai trò là hệ thống giám sát cải tiến theo chu kỳ.

Phân loại chỉ số theo phương pháp đo lường

Các chỉ số trong WABI (Bảng 4.10) được chia thành 2 nhóm dựa trên bản chất dữ liệu là chỉ số định tính và chỉ số định lượng:

Bảng 4.10. Cách thức đo lường của các chỉ số trong WABI

Nhóm chỉ số	Cách thức đo lường	Ví dụ
Chỉ số định lượng	Sử dụng số liệu thống kê chính thức hoặc tính toán trực tiếp.	Tỷ lệ thu gom (1), Tỷ lệ rác thải xử lý ở các cơ sở được kiểm soát (2), Tỷ lệ tái chế (3).
Chỉ số định tính	Đánh giá theo phương pháp định lượng hóa các yếu tố định tính và có mô tả, minh chứng. Hướng dẫn đánh giá cụ thể từng chỉ tiêu tại Phần B, Phụ lục 8 Các chỉ số chuẩn của Wasteaware cho quản lý tổng hợp CTR bền vững tại các thành phố Trung Quốc (Whiteman và cs., 2019). Các chỉ số định tính thường có các điểm số 0, 5, 10, 15 và 20.	Chất lượng thu gom (1C); Mức độ bảo vệ môi trường ở các cơ sở thu gom và thu CTR (2E); Chất lượng của 3R; Tính bao trùm của người sử dụng (4U), bao trùm của nhà cung cấp dịch vụ (4P); Bền vững tài chính (5F); Khung quản lý CTR quốc gia (6N) và thể chế vững mạnh của địa phương (6L).

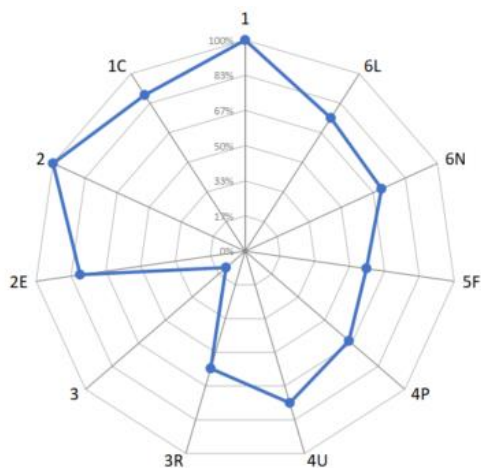
Công cụ WABI sử dụng tám chỉ số định tính tổng hợp, mỗi chỉ số định tính được đánh giá từ năm hoặc sáu tiêu chí. Việc đánh giá dựa trên thang đo theo khoảng, sau đó chấm điểm và chuẩn hóa theo các mức điểm 0, 5, 10, 15 và 20. Điểm của từng tiêu chí trong một chỉ số sẽ được cộng lại để tạo thành tổng điểm cuối cùng của chỉ số đó. Sau đó điểm số này sẽ được quy đổi thành một mức đánh giá chất lượng (định tính) của hệ thống theo năm mức khác nhau. Các mức đánh giá này được mã hóa bằng màu theo kiểu màu của hệ thống đèn giao thông (đỏ - cam - xanh lá cây) để trực quan và dễ dàng theo dõi. Nhờ vậy, người đọc có thể nhìn nhanh để biết lĩnh vực nào đang hoạt động tốt và lĩnh vực nào cần cải thiện, trong đó màu đỏ thể hiện mức đáng báo động và màu xanh lá cây là rất tốt. Quy ước sử dụng như sau:

- Thấp: màu đỏ.
- Thấp/Trung bình: màu đỏ/cam.
- Trung bình: màu cam.
- Trung bình/Cao: màu cam/xanh lá cây.
- Cao: màu xanh lá cây.

Bảng 4.11. Điền hình áp dụng công cụ WABI cho Wiengthoeng, Chaing Rai, Thái Lan (Vassanadumrongdee và cs., 2023)

Thông tin của thành phố							
Thành phố		Wiengtheong Sub-district Municipality					
Quốc gia		Thailand					
Ngày áp dụng các chỉ số:				Chưa áp dụng chỉ số này trước đó			
B1	Phân loại thu nhập của quốc gia	Theo World Bank		GNI/đầu người			
		Thu nhập trung bình cao		7260			
B2	Dân số của thành phố	Tổng dân số		5.092			
B3	Khối lượng rác phát sinh	Tổng khối lượng rác phát sinh (tấn/năm)		714,9			
Stt	Danh mục	Dữ liệu/ Chỉ số Benchmark		Kết quả	Code		Progress
Dữ liệu chính liên quan đến chất thải		Dữ liệu			-	-	-
W1	Khối lượng CTR/người	Khối lượng CTR/người	kg/năm	200,75	-	-	
			kg/ngày	0,55	-	-	
W2	Thành phần	Thành phần chất thải rắn cho 3 loại chính – tính theo % khối lượng của tổng lượng chất thải phát sinh		-	-	-	-
W2.1	Hữu cơ	Hữu cơ (thực phẩm và rác xanh) %		30,2	-	-	-
W2.2	Giấy	Giấy %		22	-	-	-
W2.3	Nhựa	Nhựa %		49	-	-	-
W2.4	Kim loại	Kim loại %		10	-	-	-
W2.5	Khối lượng riêng	Khối lượng riêng		180	-	-	-
W2.6	Độ ẩm	Độ ẩm		25-30%	-	-	-
Thành phần		Chỉ số Benchmark		-	-	-	-
1	Sức khỏe cộng đồng - Thu gom rác	Mức độ thu gom chất thải rắn		100			
		CTR được hệ thống thu gom		100			
1C		Chất lượng dịch vụ thu gom		92			
2	Kiểm soát môi trường - thu hồi và xử lý	Xử lý có kiểm soát		68			
2E		Mức độ bảo vệ môi trường ở cơ sở xử lý		70			
3	Quản lý tài nguyên - 3R	Tỷ lệ tái chế		100			
3R		Chất lượng của 3R		79			
Yếu tố quản lý		Benchmark Indicator		-	-	-	-
4U	Tính bao quát	Tính toàn diện của người dùng		96			
4P		Tính toàn diện của nhà cung cấp dịch vụ		75			
5F	Bền vững tài chính	Bền vững về mặt tài chính		71			
6N	Thể chế và chính sách	Mức độ phù hợp của quy định quốc gia về CTR		46			
6L		Sự phối hợp thể chế ở cấp địa phương		79			

Một cách thể hiện trực quan hơn, kết quả công cụ WABI biểu diễn dưới dạng biểu đồ radar, thể hiện hiệu suất của một thành phố theo 11 chỉ số bao gồm cả kỹ thuật và quản trị trên thang điểm từ 0 đến 100.



Hình 4.2. Ví dụ kết quả biểu đồ radar của WABI tại thành phố Taian, Shandong, Trung Quốc (Whiteman và cs., 2019)

4.3. Ứng dụng của bộ chỉ số WABI trong quản lý chất thải rắn đô thị

Bộ chỉ số WABI không chỉ là công cụ đo lường hiệu quả QLCTR bao gồm định lượng và định tính, mà còn có giá trị ứng dụng thực tiễn trong lập kế hoạch quản lý CTRĐT, hoạch định chiến lược môi trường và giám sát chính sách ở nhiều cấp độ quản lý (Wilson và cs., 2015). Nhờ cấu trúc đánh giá rõ ràng, dễ so sánh và có khả năng theo dõi tiến bộ theo thời gian cho các đô thị, WABI đã được áp dụng tại nhiều đô thị trên thế giới như một nền tảng phân tích hệ thống QLCTR một cách toàn diện (Whiteman và cs., 2019). Bảng 4.11 là điển hình kết quả ở Wiengthoeng, Chiang Rai, Thái Lan, chỉ số sức khỏe cộng đồng rất tốt (biểu thị màu xanh lá cây) trong khi đó chỉ số xử lý chất thải có kiểm soát là vấn đề đáng lo lắng nhất (màu đỏ). Để trực quan, dễ so sánh giữa các chỉ số kết quả WABI của thành phố Taian, Shandong, Trung Quốc được trình bày theo biểu đồ radar như Hình 4.2.

4.3.1. So sánh hiệu suất (Benchmarking) giữa các đô thị

Một trong những ứng dụng quan trọng của WABI là hỗ trợ so sánh hiệu suất QLCTR giữa các đô thị có đặc điểm kinh tế - xã hội khác

n nhau. Thông qua bộ chỉ số chuẩn hóa và thang điểm chung từ 0 đến 100, WABI cho phép đánh giá khách quan mức độ phát triển hệ thống QLCTR giữa các thành phố ở các quốc gia khác nhau (Whiteman và cs., 2019). Ứng dụng này đặc biệt hữu ích trong việc xác định các mô hình QLCTR tiên tiến để nhân rộng, cũng như nhận diện các điểm yếu, hạn chế của hệ thống để ưu tiên cải thiện.

Không giống các phương pháp đánh giá truyền thống vốn thiên về mô tả kỹ thuật, WABI cho phép so sánh đa chiều thông qua 2 nhóm chỉ số kỹ thuật và quản trị. Điều này giúp làm rõ sự khác biệt về trình độ phát triển của hệ thống QLCTR giữa các đô thị, không chỉ ở hiệu quả thu gom hay tái chế, mà còn ở mức độ rõ ràng, minh bạch quản lý, sự vững mạnh năng lực thể chế và tính bền vững tài chính (Wilson và cs., 2015). Nhờ đó, WABI tạo ra như là tiếng nói chung và sử dụng cho việc so sánh giữa đô thị trên thế giới.

Ví dụ, khi áp dụng WABI vào một nghiên cứu so sánh giữa các đô thị tại châu Á và châu Phi, kết quả cho thấy các thành phố có cùng tỷ lệ thu gom nhưng có mức điểm thể hiện tính bền vững hệ thống rất khác nhau do sự khác biệt về quản trị địa phương và cơ chế tài chính (Whiteman và cs., 2019). Điều này khẳng định WABI không chỉ đánh giá hiệu quả ngắn hạn mà còn phản ánh năng lực vận hành trong dài hạn của từng hệ thống.

4.3.2. Giám sát tiến độ và đánh giá tác động của chính sách

Bên cạnh vai trò so sánh hiệu quả QLCTR bền vững giữa các đô thị, bộ chỉ số WABI còn là công cụ hữu hiệu hỗ trợ giám sát tiến độ phát triển hệ thống QLCTR theo thời gian. Nhờ cấu trúc đánh giá theo thang điểm mô tả theo mức độ phát triển hệ thống (từ Mức 0 - không có hệ thống đến Mức 5 - hệ thống phát triển bền vững), WABI cho phép theo dõi sự cải thiện hoặc suy giảm chất lượng dịch vụ QLCTR qua từng giai đoạn (Wilson và cs., 2015).

Không giống các phương pháp đánh giá chỉ phản ánh kết quả hiện trạng, WABI được thiết kế phù hợp sử dụng định kỳ để đo lường tiến trình cải thiện của hệ thống theo từng mục tiêu chiến lược cụ thể

(Whiteman và cs., 2019). Điều này giúp các đô thị không chỉ đánh giá xem hệ thống QLCTR của địa phương đang ở mức nào mà còn theo dõi được hệ thống đang đi theo xu hướng nào.

WABI đặc biệt hữu ích trong đánh giá tác động của chính sách hoặc các chương trình can thiệp. Khi được áp dụng trước và sau khi thực hiện các biện pháp QLCTR như mở rộng vùng thu gom, đầu tư cơ sở xử lý hợp vệ sinh hoặc thực hiện phân loại rác tại nguồn, WABI có thể phản ánh sự thay đổi thông qua sự biến động của các chỉ số như:

- Tăng điểm tiêu chí 1 (mức độ bao phủ của dịch vụ thu gom) sau khi cải thiện hệ thống thu gom.
- Tăng điểm tiêu chí 2 (xử lý CTR an toàn) như khi đưa vào vận hành bãi chôn lấp hợp vệ sinh, vận hành nhà máy điện rác.
- Tăng điểm tiêu chí 3 (tỷ lệ tái chế) khi triển khai mô hình phân loại tại nguồn, nâng cao tỷ lệ tái chế.
- Tăng điểm tiêu chí 6L (năng lực quản lý) sau khi triển khai chương trình tăng cường quản trị địa phương.

Minh chứng từ các nghiên cứu áp dụng WABI ở một số quốc gia trên thế giới cho thấy công cụ này đã được sử dụng để đánh giá kết quả cải thiện hệ thống QLCTR sau 3 - 5 năm cải cách và cung cấp bằng chứng thuyết phục cho các quyết định quản lý tiếp theo (Wilson và cs., 2015). Đây là ưu điểm quan trọng giúp WABI được các tổ chức quốc tế và chính quyền đô thị xem như khung đánh giá theo dõi tiến độ phù hợp với mục tiêu phát triển bền vững (SDG) và chiến lược đô thị xanh.

4.3.3. Hỗ trợ hoạch định chiến lược và ra quyết định đầu tư

Bên cạnh vai trò so sánh và giám sát, bộ chỉ số WABI còn được sử dụng như công cụ phân tích chiến lược nhằm hỗ trợ các đô thị xác định ưu tiên đầu tư và xây dựng lộ trình cải thiện hệ thống QLCTR (Wilson và cs., 2015). Nhờ khả năng chỉ ra các điểm mạnh và điểm yếu trong từng nhóm chỉ số, WABI giúp các nhà quản lý xác định điểm yếu trong hệ thống - ví dụ: thiếu cơ chế tài chính ổn định (chỉ số 5F), quản lý phân tán (6L), năng lực tái chế yếu (3R) hoặc xử lý chưa an toàn (2).

Một ưu điểm quan trọng của WABI là giúp định hướng đầu tư theo giai đoạn phát triển hệ thống thay vì đầu tư dàn trải. Trên cơ sở mức điểm đánh giá từng chỉ số, công cụ cho phép xây dựng lộ trình cải thiện theo mức độ ưu tiên:

- Ưu tiên mở rộng dịch vụ thu gom tại các đô thị mà mức độ bao phủ dịch vụ thu gom chưa cao (điểm 1.1 thấp).
- Đầu tư cơ sở xử lý hợp vệ sinh khi chỉ số xử lý an toàn (2) chỉ ở mức trung bình.
- Xây dựng hệ thống phân loại, thu gom, tái chế chính thức đối với địa phương mà hoạt động tái chế phụ thuộc nhiều vào khu vực phi chính thức (chỉ số 3R thấp).
- Tăng cường quản trị và minh bạch tài chính nếu hệ thống thiếu nền tảng quản lý (5F và 6L thấp).

WABI đã được nhiều đô thị đang phát triển sử dụng trong hoạch định chiến lược QLCTR, trong đó kết quả đánh giá WABI được sử dụng như cơ sở khoa học trong lập kế hoạch đầu tư công, cải cách dịch vụ công ích và thu hút vốn đầu tư, hỗ trợ cho lĩnh vực CTR.

Bảng 4.12. Tóm tắt ứng dụng chính công cụ WABI trong CTRĐT

STT	Lĩnh vực ứng dụng	Mục đích sử dụng	Ý nghĩa thực tiễn
1	So sánh (Benchmarking)	So sánh hiệu suất giữa các đô thị	Hỗ trợ học hỏi mô hình tốt.
2	Giám sát tiến độ	Theo dõi thay đổi theo thời gian	Đánh giá hiệu quả chính sách.
3	Hoạch định chiến lược	Xác định ưu tiên đầu tư	Tránh đầu tư dàn trải, không đúng mục đích.
4	Quản trị minh bạch	Công bố kết quả đánh giá	Tăng trách nhiệm giải trình.
5	Hỗ trợ chính sách	Làm căn cứ lập kế hoạch QLCTR	Hỗ trợ ra quyết định quản lý.

4.4. Những hạn chế và triển vọng phát triển của công cụ WABI

Mặc dù bộ chỉ số WABI đã chứng minh được tính hiệu quả và khả năng ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn quản lý CTRĐT, công cụ này vẫn tồn tại một số hạn chế nhất định. Việc phân tích những hạn chế này giúp định hướng hoàn thiện bộ công cụ trong tương lai, đồng thời làm rõ triển vọng cải tiến nhằm đáp ứng tốt hơn các yêu cầu quản lý chất thải trong bối cảnh mới (Wilson và cs., 2015).

4.4.1. Những hạn chế và lưu ý khi sử dụng công cụ

- WABI phụ thuộc mạnh vào chất lượng dữ liệu đầu vào. Tại nhiều đô thị ở các nước đang phát triển, dữ liệu chất thải thường thiếu đầy đủ hoặc không thống nhất, khiến việc tính toán các chỉ số như tỷ lệ thu gom (1) hay tỷ lệ tái chế (3) phải dựa trên ước tính thay vì thống kê chính xác (Whiteman và cs., 2019).

- Việc đánh giá các chỉ số định tính về quản trị và chất lượng dịch vụ thu gom CTR thường dễ chịu ảnh hưởng bởi tính chủ quan trong quá trình chấm điểm. Điều này xảy ra bởi vì việc đưa ra quyết định dựa trên tài liệu thu thập được, kết quả phỏng vấn và khảo sát thực địa có thể bị chi phối bởi thiên hướng suy luận và kinh nghiệm của người sử dụng hoặc nhóm chuyên gia. Để giảm thiểu hạn chế này và tăng cường tính khách quan, cần thiết tham vấn và hiệu chỉnh kết quả thông qua ý kiến của các chuyên gia độc lập.

- Để đánh giá đầy đủ công cụ WABI người thực hiện phải tiến hành khảo sát thực địa từ hệ thống thu gom CTR, vận hành của các cơ sở xử lý CTR, các cơ sở thu hồi tái chế,... Việc quan sát thực địa đối với thành phố rộng lớn tốn kém về mặt thời gian, chi phí và nhân lực. Nếu việc quan sát không bao quát, kết quả đánh giá chất lượng dịch vụ có thể chưa phản ánh đúng thực trạng toàn thành phố dẫn đến nhận định chưa được chính xác.

- Để áp dụng hiệu quả WABI, người triển khai công cụ phải có sự am hiểu sâu về hệ thống QLCTR, bao gồm khía cạnh kỹ thuật (thu gom, xử lý CTR), quản trị (chính sách, thể chế,...). Ngoài ra người sử dụng hoặc nhóm chuyên gia đánh giá phải hiểu và nắm rõ địa bàn nghiên cứu

lúc đó mới xây dựng kế hoạch khảo sát, đánh giá ở thực địa hiệu quả và đưa ra những nhận định xác với thực tế.

4.4.2. Triển vọng phát triển và khả năng tích hợp trong tương lai

Thứ nhất, WABI có tiềm năng mở rộng phạm vi đánh giá theo hướng kinh tế tuần hoàn, thông qua bổ sung các chỉ số liên quan tới giảm thiểu chất thải tại nguồn, thiết kế sản phẩm tăng cường tái sử dụng, tái chế và tối ưu vòng đời vật liệu (Whiteman và cs., 2019).

Thứ hai, WABI có khả năng tích hợp với các chính sách môi trường toàn cầu, như các mục tiêu phát triển bền vững (SDG), đánh giá việc áp dụng chính sách Trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR). Điều này giúp công cụ trở nên phù hợp hơn với yêu cầu quản lý tài nguyên và tuân thủ cam kết quốc tế (Whiteman và cs., 2019).

Thứ ba, công cụ có thể được khai thác trong mô hình quản lý đô thị thông minh (Plastic Smart City Initiative) khi kết hợp với dữ liệu số, GIS và hệ thống giám sát vận hành thời gian thực. Điều này sẽ tăng tính linh hoạt và độ chính xác trong đánh giá (Whiteman và cs., 2019).

Thứ tư, WABI có thể phát triển thành công cụ hỗ trợ ra quyết định chính sách công nếu được kết hợp với các mô hình tài chính môi trường hoặc công cụ phân tích chi phí - lợi ích đối với các dự án đầu tư về quản lý CTRĐT (Wilson và cs., 2015).

Nhìn chung, WABI là một công cụ có giá trị cả về lý luận và thực tiễn nhưng vẫn đang trong quá trình hoàn thiện. Với khả năng mở rộng phương pháp luận và tích hợp với các khung quản trị môi trường hiện đại, công cụ này có triển vọng trở thành hệ thống giám sát và lập kế hoạch chiến lược trong quản lý CTRĐT ở nhiều quốc gia, bao gồm cả các nước đang phát triển (Whiteman và cs., 2019).

4.5. Diễn hình áp dụng WABI cho thành phố Huế

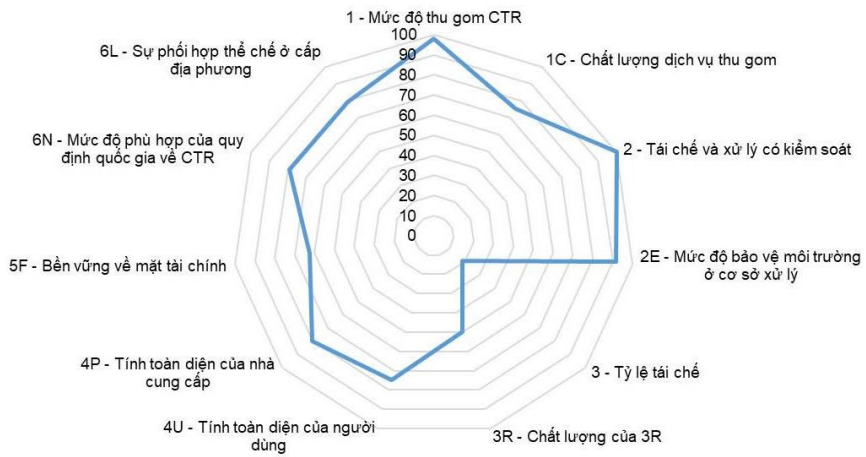
Kết quả tóm tắt đánh giá hiệu quả mức độ bền vững QLCTR ở thành phố Huế theo công cụ WABI được thể hiện ở Hình 4.3 và Bảng 4.13, trong đó màu là lĩnh vực, chỉ số đánh giá cần cải thiện; màu cam chỉ thị cho lĩnh vực, chỉ số đó ở mức chấp nhận được, tuy nhiên cần cải

tiến và theo dõi theo thời gian; màu xanh thể hiện lĩnh vực, chỉ số số đó ở mức tốt. Kết quả mô hình WABIs đã phản ánh các điểm mạnh và điểm yếu trong hệ thống QLCTR của thành phố Huế. Thành công lớn nhất nằm ở khâu thu gom toàn diện, xử lý đạt QCVN về môi trường và đảm bảo sức khỏe cộng đồng. Trong tổng thể các chỉ số thì tỷ lệ tái chế vẫn còn thấp, nhất là đối với rác thải hữu cơ. Sự hạn chế trong tham gia của cộng đồng đối với việc ra quyết định trong lĩnh vực QLCTR và nguy cơ thiếu bền vững về tài chính cũng là điểm hạn chế của Huế.

Bảng 4.13. Bảng tổng hợp đánh giá tính bền vững hệ thống QLCTR thành phố Huế cũ theo công cụ WABI (Hoàng Công Tín và cs., 2025)

Thành phố		Thông tin nền của thành phố				
Quốc gia		Huế				
		Việt Nam				
		Ngày áp dụng các chỉ số:		30/8/2025		
B1	Phân loại thu nhập của quốc gia	Theo World Bank		GNI/đầu người		
B2	Dân số của thành phố	Tổng dân số		2680		
B3	Khối lượng rác phát sinh	Tổng khối lượng rác phát sinh (tấn/năm)		578.240		
B3	Khối lượng rác phát sinh	Tổng khối lượng rác phát sinh (tấn/năm)		173740		
Stt	Danh mục	Dữ liệu/ Chỉ số Benchmark		Kết quả	Code	Progress
Dữ liệu chính liên quan đến chất thải		Dữ liệu		-	-	-
W1	Khối lượng CTR/người	Khối lượng CTR/người	kg/năm	288	-	-
			kg/ngày	0,79	-	-
W2	Thành phần	Thành phần chất thải rắn cho 3 loại chính – tính theo % khối lượng của tổng lượng chất thải phát sinh		-	-	-
W2.1	Hữu cơ	Hữu cơ (thực phẩm và rác vườn %		58	-	-
W2.2	Giấy	Giấy %		6	-	-
W2.3	Nhựa	Nhựa %		16	-	-
W2.4	Kim loại	Kim loại %		2	-	-
W2.5	Khối lượng riêng	Khối lượng riêng		126	-	-
W2.6	Độ ẩm	Độ ẩm		46	-	-
Thành phần		Chỉ số Benchmar		-	-	-
1	Sức khỏe cộng đồng - Thu gom rác	Mức độ thu gom chất thải rắn		98		
1C		Chất lượng dịch vụ thu gom		75		
2		Tái chế, xử lý có kiểm soát		93		
2E	Kiểm soát môi trường - thu hồi và xử lý	Mức độ bảo vệ môi trường ở cơ sở xử lý		92		
3		Tỷ lệ tái chế		19		
3R	Quản lý tài nguyên - 3R	Tỷ lệ tái chế		19		
		Chất lượng của 3R		50		
Yếu tố quản lý		Benchmark Indicator		-	-	-
4U	Tính bao quát	Tính toàn diện của người dùng		75		
4P		Tính toàn diện của nhà cung cấp dịch vụ		80		
5F	Bền vững tài chính	Bền vững về mặt tài chính		63		
6N	Thể chế và chính sách	Mức độ phù hợp của quy định quốc gia về CTR		79		
6L		Sự phối hợp thể chế ở cấp địa phương		79		

Kết quả mô hình WABIs của thành phố Huế 2024



Hình 4.3. Sơ đồ radar các chỉ số đánh giá hệ thống QLCTR theo WABI (Hoàng Công Tín và cs., 2025)

TÍCH HỢP WaCT, WFD VÀ WABI TRONG ĐÁNH GIÁ CHẤT THẢI RẮN VÀ THẤT THOÁT RÁC THẢI NHỰA

5.1. Cơ chế tích hợp WaCT, WFD và WABI

5.1.1. *Khái quát ba công cụ WaCT, WFD và WABI*

Như đã phân tích ở phần trước, QLCTR đang gặp thách thức lớn trong bối cảnh gia tăng nhanh dân số, quá trình đô thị hóa mạnh mẽ và xu hướng gia tăng tiêu dùng. Cùng với đó tình trạng ô nhiễm môi trường do QLCTR chưa tốt ở các nước đang phát triển, sự gia tăng ô nhiễm RTN đã gây ra nhiều nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Tuy nhiên, nỗ lực cải thiện hệ thống QLCTR ở các quốc gia đang phát triển gặp khó khăn do sự thiếu hụt dữ liệu nền liên quan đến CTR, từ đó gây khó khăn cho công tác QLCTR của các quốc gia này. Do vậy, cần có phương pháp tiếp cận mang tính toàn diện nhằm hỗ trợ các đô thị ở các quốc gia đang phát triển đánh giá và hiểu rõ hơn hệ thống QLCTR của mình, giúp địa phương có dữ liệu đồng bộ. Ngoài ra, cần phân tích để thấy được đường đi của dòng CTR, tình trạng thất thoát RTN những mối đe dọa đến môi trường do CTR gây ra. Việc đánh giá yếu tố quản trị cũng rất quan trọng để hiểu tình trạng hoạt động của hệ thống QLCTR có hiệu quả hay không. Từ yêu cầu này, cần có các công cụ để hỗ trợ hoàn thiện công tác QLCTR cho các đô thị, và các bộ công cụ WaCT, WFD và WABI đã được phát triển nhằm cung cấp dữ liệu tin cậy và hỗ trợ hoạch định chính sách.

- *Công cụ Thành phố quản lý chất thải thông minh (WaCT)* do UN-Habitat phát triển hướng dẫn phương pháp khảo sát đặc thành phần CTR hộ gia đình, phi hộ gia đình, quản lý CTRĐT để đánh giá hiệu suất quản lý CTRĐT, hỗ trợ nhận diện những hạn chế và cải thiện hệ thống QLCTR (UN-Habitat, 2020).

- Công cụ Sơ đồ dòng chất thải (WFD) được phát triển bởi GIZ, Đại học Leeds, Eawag và Wasteaware với mục đích cung cấp phương pháp đánh giá nhanh để lập sơ đồ dòng CTR, định lượng RTN thất thoát ra môi trường (Velis và cs., 2020).
- Bộ chỉ số đánh giá và đối sánh hiệu quả quản lý chất thải (WABI), bộ chỉ số này cung cấp cái nhìn toàn diện của hệ thống QLCTR của một đô thị bao gồm cả khía cạnh kỹ thuật và quản trị. WABI cho phép các đô thị tự đánh giá để xác định các điểm yếu, điểm mạnh của mình, theo dõi tiến bộ của đô thị theo gian cũng như so sánh giữa các đô thị với nhau (Wilson và cs., 2015).

Mỗi công cụ đều có những đặc tính, ưu điểm và hạn chế riêng, phản ánh các khía cạnh khác nhau của hệ thống quản lý CTRĐT. Tuy nhiên, khi được tích hợp và sử dụng đồng bộ, 3 công cụ này có thể bổ trợ lẫn nhau, giúp khai thác tối đa thế mạnh của từng công cụ, đồng thời khắc phục các hạn chế riêng lẻ. Sự kết hợp này không chỉ mang lại cái nhìn toàn diện hơn về hệ thống quản lý CTR mà còn nâng cao hiệu quả trong việc đánh giá, hoạch định và ra quyết định quản lý đô thị.

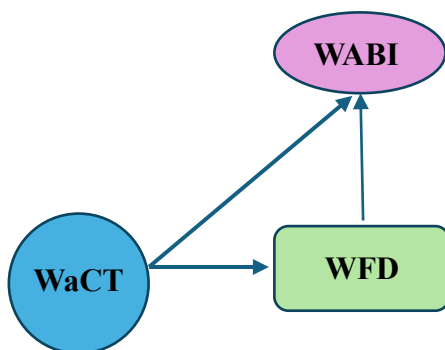
5.1.2. Khung đánh giá tích hợp

Việc tích hợp WaCT, WFD, và WABI không phải là việc sử dụng 3 công cụ một cách song song và độc lập, mà có một quy trình tuần tự cho việc tích hợp, lồng ghép; trong đó kết quả của công cụ này sẽ là đầu vào của công cụ kia, tạo ra chuỗi kết nối dữ liệu và kết quả cho hệ thống QLCTR. Hình 5.1 thể hiện mô hình lý thuyết cho sự tích hợp giữa các công cụ này được thể hiện qua các bậc như sau:

- Cấp 1: Thông tin, dữ liệu nền được xây dựng bởi công cụ WaCT, các dữ liệu sơ cấp mà WaCT cung cấp như đặc điểm thành phần, CTR của hộ gia đình, các nguồn phi hộ gia đình, tổng khối lượng CTR phát sinh của đô thị,... Như vậy có thể thấy WaCT là công cụ nền tảng cung cấp dữ liệu cho các công cụ còn lại.
- Cấp 2: Công cụ WFD sử dụng cả dữ liệu định tính và định lượng, trong đó dữ liệu định lượng được kế thừa từ WaCT. Trên cơ sở đó, WFD mô hình hóa hệ thống QLCTR, qua đó xây dựng sơ đồ dòng CTR và thất thoát RTN. WFD phản ánh bức tranh tổng thể

và trực quan về dòng chất thải, đồng thời xác định phân bố thất thoát RTN theo các điểm đến (lưu giữ trên mặt đất, bị đốt, đi vào hệ thống thoát nước và hệ thống thủy vực).

- Cấp 3. Công cụ WABI sử dụng 2 nhóm dữ liệu là dữ liệu định lượng và dữ liệu định tính, trong đó nhóm dữ liệu định lượng sử dụng kết quả từ WaCT (cấp 1) và WFD (cấp 2). Kết quả của WABI giúp đánh giá toàn diện hiệu quả của hệ thống QLCTR, xác định những mặt hoạt động tốt cũng như những điểm tồn tại, hạn chế cần được cải thiện.



Hình 5.1. Mô hình tích hợp dữ liệu của 3 công cụ WaCT, WFD và WABI

Cơ chế tích hợp tổng thể các công cụ mang lại nhiều lợi ích so với việc sử dụng các công cụ một cách riêng rẽ.

- Có thể nhận thấy là 2 công cụ WFD và WABI được thiết kế để có thể sử dụng độc lập bằng cách sử dụng dữ liệu thứ cấp từ các nghiên cứu, các công bố khác hoặc có thể ước tính. Tuy nhiên, điều này dẫn đến nhiều sai số khi sử dụng các dữ liệu không đồng bộ. Ngược lại nếu được thừa kế dữ liệu gốc từ công cụ WaCT, kết quả sẽ có độ tin cậy cao hơn nhiều vì các dữ liệu này được xác minh, khảo sát kỹ lưỡng.

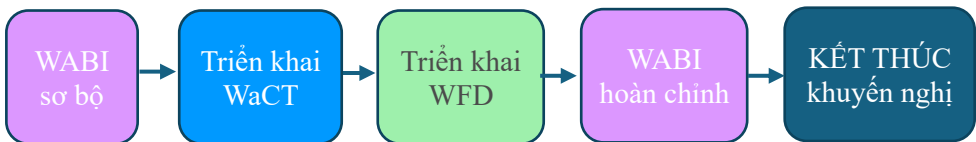
- Trong trường hợp nghiên cứu công cụ WaCT một cách độc lập sẽ cho cái nhìn thực trạng của hệ thống QLCTR, điển hình như xác định được tỷ lệ thu gom, nhưng không nhận diện được phần không thu gom còn lại nằm ở đâu và lý do tại sao lượng rác đó chưa/không được thu gom. Như vậy, WaCT cung cấp rất tốt bộ dữ

liệu nền những hạn chế về việc tìm ra nguyên nhân và hướng giải quyết vấn đề.

- Mục tiêu cuối cùng của đánh giá hệ thống QLCTR để cung cấp thông tin cho các hành động, can thiệp tiếp theo và tích hợp sẽ đủ mạnh để xác định các can thiệp hiệu quả. Ví dụ như *phát hiện* tỷ lệ rác thải được xử lý ở các cơ sở được kiểm soát thấp, nếu chỉ dựa vào thông tin này để kêu gọi hoặc đầu tư dự án xử lý CTR hiện đại. Điều này chưa hẳn đã đúng nếu như thực trạng tỷ lệ thu gom còn thấp. Để nâng tỷ lệ thu gom chúng ta có thể mở rộng mạng lưới thu gom, và WABI có thể cho chúng ta biết lý do vì sao mạng lưới thu gom chưa được mở rộng, có thể là do yếu tố tài chính cũng có thể là do yếu tố công bằng đối với các nhà cung cấp dịch vụ.

5.2. Quy trình triển khai tích hợp các công cụ

Để hiện thực hóa khung đánh giá theo nhiều cấp, một quy trình triển khai được đề xuất gồm 5 bước và được thiết kế để tối ưu hóa nguồn lực và hiệu quả nguồn dữ liệu được trình bày ở Hình 5.2. Cụ thể liên kết dữ liệu giữa công cụ WaCT, WFD và WABI được trình bày chi tiết ở Bảng 5.1.



Hình 5.2. Sơ đồ quy trình các bước tích hợp WaCT – WFD – WABI

5.2.1. Bước 1 - Khởi động và đánh giá WABI sơ bộ

Trước khi triển khai các hoạt động đòi hỏi nhiều chi phí như khảo sát thực địa, thu thập số liệu cũng như làm việc với các bên liên quan, cần thiết phải hiểu được bối cảnh và thực trạng của địa phương về công tác QLCTR, xác định các bên liên quan cần phối hợp. Đây là bước lập kế hoạch chiến lược cho nghiên cứu.

Bước đầu tiên là thu thập dữ liệu, quy trình này bắt đầu bằng một đánh giá sơ bộ theo công cụ WABI, việc này tập trung vào nhóm chỉ số quản trị. Các chỉ số này bao gồm sự tham gia của người sử dụng dịch vụ

thu gom CTR, đơn vị/nhà cung cấp dịch vụ, mức độ bền vững tài chính, luật pháp và chính sách quốc gia liên quan đến QLCTR, thể chế của địa phương. Đánh giá sơ bộ này mang đến những lợi ích nhất định như hiểu rõ hơn về thể chế, chính sách, luật pháp hiện hành của cả quốc gia và địa phương. Hiểu được cách thức vận hành hiện nay của hệ thống QLCTR. Tiếp đến là xác định được danh sách các bên liên quan (bao gồm cả khu vực chính thức và phi chính thức) để tiến hành làm việc. Những thông tin này hết sức quan trọng cho việc lập kế hoạch, chuẩn bị nhân sự, vật lực cho việc triển khai công cụ WaCT và WFD tiếp theo một cách hiệu quả, đảm bảo đúng đối tượng, thu thập đủ dữ liệu cần thiết cho các công cụ.

5.2.2. Bước 2 - Khảo sát, thu thập dữ liệu thực địa

Sau khi đã định hình được bức tranh tổng thể về thực trạng công tác QLCTR của địa phương, bước tiếp theo là triển khai công cụ WaCT theo 7 bước như đã hướng dẫn trong tài liệu của UN-Habitat (UN-Habitat, 2020). Đây là giai đoạn yêu cầu đầu tư nhiều nguồn lực nhất, bao gồm lựa chọn các hộ gia đình và khảo sát khối lượng phát sinh, đặc điểm thành phần CTR hộ gia đình. Nội dung tiếp theo là khảo sát đặc điểm thành phần CTR các nguồn phi hộ gia đình (trường học, cơ sở y tế, nhà hàng, khách sạn, siêu thị - khu mua sắm, chợ truyền thống, cơ quan và khu vực công cộng), khảo sát đặc điểm thành phần CTR trước khi đưa đến các cơ sở xử lý, điều tra các cơ sở thu mua phế liệu, đánh giá mức kiểm soát của các cơ sở xử lý. Kết quả đầu ra của WaCT là bộ dữ liệu bao gồm tổng khối lượng CTR phát sinh (tấn/ngày), khối lượng CTR thu gom, khối lượng CTR xử lý tại các cơ sở được kiểm soát (tấn/ngày), đặc điểm thành phần CTRĐT, hệ số phát thải CTR trên đầu người (kg/người/ngày),...

5.2.3. Bước 3 – Xây dựng sơ đồ dòng chất thải rắn (WFD)

WFD là một công cụ linh hoạt, cho phép người dùng nhập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau trong trường hợp đô thị không triển khai công cụ WaCT. Các dữ liệu thứ cấp được thu thập từ các công bố, kết quả nghiên cứu hoặc báo cáo từ các cơ quan chuyên môn, cơ quan quản lý nhà nước cũng có thể là dữ liệu đầu vào cho WFD. Ngoài ra, WFD cho phép sử dụng các giá trị mặc định, ví dụ như những thành phố thuộc quốc gia

có mức thu nhập thấp sử dụng hệ số phát sinh CTR mặc định là 0,43 kg/người/ngày, tỷ lệ phần trăm thành phần của CTR (Giấy = 6%, Nhựa = 7%, Thủy tinh = 2%, Kim loại = 2%, Hữu cơ = 53%, Nhóm khác = 21%) cũng được sử dụng mặc định (Kaza và cs., 2018). Tuy nhiên, khi thiết kế 2 công cụ WaCT và WFD được phát triển song song với nhau và việc liên kết trực tiếp dữ liệu từ WaCT sang WFD mang đến sự nhất quán, đồng bộ và phản ánh sát thực tế của địa phương.

Bộ dữ liệu về CTR từ bước 2 sẽ được sử dụng và trở thành một phần đầu vào của mô hình WFD:

- Dữ liệu dân số được thừa kế từ WaCT (thông thường dữ liệu WaCT thu thập thứ cấp từ thống kê của địa phương).

- Hệ số phát sinh CTRSH (kg/người/ngày) là kết quả đầu ra từ WaCT.

- Tỷ lệ phần trăm CTRĐT được tính toán theo hướng dẫn của WFD, dựa trên kết quả khảo sát từ WaCT tại các cơ sở xử lý và cơ sở phế liệu. Thành phần chất thải không được thu gom được giả định tương tự như tại cơ sở xử lý để đảm bảo tính nhất quán của mô hình.

- Khối lượng, thành phần CTR đến các cơ sở thu hồi, tái chế thừa kế và tính toán cho phù hợp với WFD.

- Khối lượng, thành phần CTR đến các cơ sở xử lý.

- Tỷ lệ % rác chuyển đến các cơ sở xử lý được quản lý.

Với bộ dữ liệu được liên kết từ WaCT, cần bổ sung các đánh giá định tính về hệ thống quản thu gom, vận chuyển, xử lý CTR,... để hoàn thiện công cụ WFD (*nội dung này đã được trình bày cụ thể ở Chương 3*).

5.2.4. Bước 4 – Thực hiện Bộ chỉ số đánh giá và đối sánh hiệu quả quản lý chất thải (WABI)

Đây là bước tổng hợp cuối cùng, các kết quả dữ liệu nên được thừa kế và liên kết như sau:

- Dữ liệu về dân số, đặc điểm thành phần CTRĐT, hệ số phát sinh CTRĐT (kg/người/năm) được thừa kế từ WaCT và tính toán theo cách như WFD, 2 chỉ số khối lượng riêng và độ ẩm của CTR được khảo sát bổ sung cùng với WaCT ở bước 2.

- Ba chỉ số định lượng quan trọng trong WABI thuộc nhóm chỉ số kỹ thuật đã được liên kết trực tiếp từ WaCT bao gồm: tỷ lệ bao phủ của dịch vụ thu gom CTR (%), tỷ lệ CTR được xử lý ở các cơ sở được kiểm soát (%) và tỷ lệ tái chế (%).

5.2.5. Bước 5 – Tổng hợp kết quả và khuyến nghị

Giai đoạn này chuyển đổi các kết quả của các công cụ thành sơ đồ trực quan và dễ hiểu.

- Đối với công cụ WaCT sẽ biểu diễn trực quan sơ đồ dòng CTR, trong đó thể hiện được sự đóng góp của các nguồn phát sinh CTR (nguồn hộ gia đình và phi hộ gia đình), khối lượng CTR được chôn lấp, CTR đến cơ sở thu hồi hay khối lượng CTR không được thu gom; thể hiện được tỷ lệ % của CTR được thu gom cũng như khối lượng CTR được quản lý tại các cơ sở được kiểm soát.

- Đối với công cụ WFD, các kết quả dữ liệu đầu ra được sử dụng để tạo sơ đồ Sankey một cách trực quan, mô hình này cũng thể hiện dòng CTR qua 2 hệ thống thu gom (chính thức và phi chính thức) và đặc biệt đã lượng hóa được dòng thất thoát RTN đến từ nguồn nào và thất thoát vào đâu (thủy vực, hệ thống thoát nước, ở môi trường đất hay đốt lộ thiên).

- Công cụ WABI đã xuất dữ liệu thành 2 dạng khác nhau, dạng thứ nhất là giá trị kết quả của mỗi chỉ số được mã hóa theo màu theo mô phỏng tín hiệu đèn giao thông (đỏ - cam - xanh lá cây), trong đó màu đỏ là chỉ số yếu kém cần có giải pháp can thiệp, màu cam là cần được cải thiện và màu xanh lá cây là chỉ số đang hoạt động tốt. Song song là kết quả được biểu diễn theo biểu đồ mạng nhện (biểu đồ radar), biểu đồ này trực quan hóa 2 nhóm chỉ số kỹ thuật và quản trị. Điểm số mỗi giá trị được chuẩn hóa thành đơn vị %. Sơ đồ mạng nhện sẽ thuận lợi hơn khi so sánh giữa các đô thị khác nhau hoặc cùng một đô thị nhưng ở các thời điểm khác nhau.

Bảng 5.1. Tóm tắt các liên kết dữ liệu giữa WaCT, WFD và WABI

Nguồn dữ liệu liên kết	Liên kết dữ liệu đến WFD	Điểm kết nối (đầu vào) tại WFD
WaCT	Dân số	Mục 1. Dân số (thừa kế dữ liệu thứ cấp WaCT thu thập)
WaCT	Hệ số phát sinh CTR bình quân (kg/người/ngày)	Mục 2: Hệ số phát sinh CTR/người
WaCT	Thành phần CTR (%) (6 loại: giấy, nhựa, thủy tinh, kim loại, hữu cơ dễ phân hủy và rác khác).	Các mục 3.1 - 3.6. Đây là dữ liệu then chốt để WFD tính toán thất thoát nhựa
WaCT	Khối lượng chôn lấp, đốt phát điện, thu hồi chính thức, thu hồi phi chính thức	Các mục từ 4.1 - 4.6, 5.1 - 5.6, 6.1 - 6.6, 7.1 - 7.6
WaCT	Tỷ lệ % CTRĐT được thu gom bởi các cơ sở không chính thức so với tổng chuỗi dịch vụ	Mục 8.2
	Kết nối đến WABI	Điểm kết nối (đầu vào) tại WABI
WaCT	Dân số	Mục B2 tại sheet dữ liệu nền
WaCT	Tổng lượng CTR phát sinh (tấn/năm)	Mục B3 tại sheet dữ liệu nền
WaCT	Tỷ lệ phát sinh bình quân (kg/người/ngày)	Mục W1 tại sheet dữ liệu nền
WaCT	Thành phần chất thải (%)	Các mục W2.1 - W2.4 tại sheet dữ liệu nền
WaCT	Tỷ lệ thu gom (%)	Mục 1 sheet 1&1C
WaCT	Tỷ lệ xử lý có kiểm soát (%)	Mục 2 sheet 2&2E
WaCT	Tỷ lệ tái chế (%)	Mục 3 3&3R
WaCT	Đánh giá mức kiểm soát cho từng cơ sở xử lý CTR	Tham khảo đánh giá Mục 2E sheet 2&2E
	Kết nối giữa WFD - WABI	
WFD	Mục 10.1 - 10.4	Mục C1 - C5 sheet 1&1C

5.3. Lợi ích của việc tích hợp đồng bộ ba công cụ

Hiệu quả của hệ thống QLCTR đô thị thường được xem như một chỉ báo thay thế cho năng lực quản trị đô thị, phản ánh mức độ tin cậy, năng lực điều hành của chính quyền địa phương, cũng như khả năng thu

hút niềm tin và hợp tác từ các đối tác. Việc xây dựng các bộ chỉ số chuẩn hóa như WaCT, WFD và WABI giúp các thành phố tự đánh giá hiệu quả cung cấp dịch vụ QLCTR, xác định ưu tiên trong việc phân bổ nguồn lực tài chính hạn chế và theo dõi sự thay đổi theo thời gian (Wilson và cs., 2015). Đặc biệt, khi có đủ nguồn lực, có thể kết hợp 3 công cụ này sẽ giúp cung cấp một bức tranh hài hòa về tổng thể lẫn chi tiết, toàn diện về kỹ thuật lẫn quản trị của một hệ thống quản lý tổng hợp CTR. Các công cụ có thể bổ trợ lẫn nhau, khắc phục hạn chế của từng công cụ, tăng cường tính chính xác của dữ liệu, tối ưu hóa việc sử dụng thời gian và nguồn lực, đảm bảo tính nhất quán và tin cậy của kết quả phân tích và giúp trả lời nhiều câu hỏi cho quản lý và nghiên cứu về QLCTR (Whiteman và cs., 2023).

Được phát triển bởi UN-Habitat, WaCT tập trung vào việc thu thập dữ liệu định lượng cơ bản về khối lượng và thành phần chất thải phát sinh, thu gom, xử lý, lượng được quản lý an toàn và cung cấp số liệu khái quát về lượng rác không được thu gom. WFD là công cụ do GIZ và Đại học Leeds giới thiệu, mở rộng phân tích sang dòng của chất thải (đặc biệt là nhựa), giúp xác định nguyên nhân gây thất thoát, tỷ lệ, mức độ nghiêm trọng của thất thoát ra môi trường và các kịch bản. Trong khi đó, WABI dịch chuyển trọng tâm sang đánh giá năng lực quản lý, thể chế, tài chính, các bên liên quan và mức độ bao trùm xã hội. Việc kết hợp giữa các phương pháp này trong một đánh giá sẽ truyền tải các thông điệp quan trọng rằng một hệ thống QLCTR không chỉ nên được nhìn nhận ở khía cạnh kỹ thuật, mà còn ở khả năng quản trị, hiệu quả sử dụng nguồn lực, tính bền vững thể chế, và theo dõi sự thay đổi theo thời gian trong hiệu quả quản lý chất thải, điều mà không công cụ đơn lẻ nào có thể cung cấp trọn vẹn.

Thông điệp này cũng hết sức cần thiết cho việc hoạch định chính sách và xây dựng chiến lược về QLCTR. Nghiên cứu tại 20 thành phố trên thế giới từ các nước nghèo tới các nước phát triển của UN-Habitat (2010) cho thấy cam kết chính trị mạnh mẽ có ảnh hưởng lớn hơn nhiều so với nguồn lực tài chính sẵn có trong việc đạt được mục tiêu QLCTR bền vững. Ví dụ, những thành phố nhỏ như Moshi (Tanzania) và Ghorahi (Nepal) đã xây dựng được hệ thống quản lý chất thải hiệu quả dù chỉ có

rất ít hoặc hầu như không có nguồn tài trợ bên ngoài (Wilson & Scheinberg, 2010). Ngược lại, một số thủ đô lớn được hỗ trợ bởi các nhà tài trợ quốc tế lại chỉ đạt được tiến triển hạn chế, do thiếu sự sở hữu thể chế rõ ràng và thiếu cam kết dài hạn trong việc duy trì các giải pháp bền vững. Không phải chỉ có quốc gia phát triển mới có thực hành tốt và chỉ tập trung phát triển công nghệ cũng chưa đủ để giải quyết vấn nạn ô nhiễm từ CTR (Wilson & Scheinberg, 2010). Khái niệm “*thực hành tốt*” trong QLCTR theo quan điểm phương Tây vẫn chủ yếu tập trung vào giải pháp công nghệ, với các công cụ hiện đại như xe ép rác, hệ thống thu gom tự động, lò đốt và nhà máy đốt rác phát điện được quảng bá mạnh mẽ tại các quốc gia có thu nhập trung bình và thấp. Tuy nhiên, dưới góc nhìn của Quản lý tổng hợp CTR (ISWM), những công nghệ nhập khẩu này nhìn chung không phù hợp với hầu hết các đô thị đang phát triển. Thành phần chất thải ở các khu vực này thường có tỷ lệ hữu cơ cao hơn (khoảng 67%), nhiệt trị thấp hơn và độ ẩm lớn hơn do khí hậu nhiệt đới, những yếu tố khiến các hệ thống công nghệ cao trở nên kém hiệu quả, tốn kém và thiếu bền vững nếu không được điều chỉnh đáng kể. Vì vậy, các quốc gia thu nhập thấp và trung bình cần những giải pháp phù hợp với bối cảnh địa phương, thay vì sao chép hoàn toàn các mô hình quản lý chất thải được thiết kế cho Bắc Âu, Bắc Mỹ, Nhật Bản hay Úc (Wilson, & Scheinberg, 2010). Kết hợp WaCT, WFD và WABI sẽ giúp tìm ra những khoảng trống thiếu hụt của hệ thống để tìm ra những giải pháp phù hợp với bối cảnh mỗi địa phương này. Kết quả từ WaCT và WFD giúp minh chứng cho nhu cầu đầu tư hạ tầng và dịch vụ. Dữ liệu chỉ số từ WABI cho thấy những khoảng trống thể chế và tài chính, giúp thiết kế các chính sách hỗ trợ phù hợp. Điều này thúc đẩy quá trình hoạch định chính sách dựa trên căn cứ khoa học, thay vì đánh giá mang tính ước lượng.

Do ưu điểm của các công cụ này đều là các đánh giá nhanh, dễ tiếp cận và kinh tế, đòi hỏi nguồn lực thấp hơn so với các công cụ đánh giá chi tiết khác nên việc kết hợp cả 3 công cụ cùng một lúc là hoàn toàn khả thi. Khi được triển khai định kỳ, 3 công cụ này trở thành công cụ giám sát chính sách, đo lường mức độ cải thiện và hiệu quả của các chương trình quản lý rác. Thêm vào đó, lợi thế của 3 công cụ này là kết quả đầu

ra thường ở dạng sơ đồ, bảng chỉ số trực quan, sinh động dễ hiểu. Điều này giúp người dân, doanh nghiệp và các tổ chức xã hội có thể tham gia giám sát và đánh giá tiến độ quản lý rác của địa phương, tăng cường tính minh bạch, giải trình và tham gia của cộng đồng cũng như hỗ trợ cho công tác truyền thông.

Tuy nhiên, tùy thuộc vào nhu cầu và điều kiện thực tế của địa phương để thực hiện tích hợp 3 công cụ này. Giai đoạn đầu có thể chỉ triển khai công cụ WaCT, sau đó phát triển sử dụng thêm công cụ WFD để có cái nhìn tổng quát về dòng rác thải và thất thoát RTN. Để đánh giá tính toàn diện và bền vững hệ thống QLCTR, công cụ WABI sẽ được áp dụng cho mục đích này cũng như góp phần đánh giá chính sách của địa phương.

5.4. Kiến nghị đề xuất áp dụng cho cấp tỉnh, thành phố

Trong hệ thống chính sách và pháp luật hiện hành của Việt Nam, việc xây dựng cơ sở dữ liệu về chất thải rắn, báo cáo tỷ lệ thu gom và phân loại rác sinh hoạt đã được quy định rõ ràng trong luật và nhiều văn bản dưới luật, phản ánh định hướng quản lý chất thải dựa trên dữ liệu minh bạch và gắn với mục tiêu phát triển bền vững. Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp CTR đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050, phê duyệt tại Quyết định số 491/QĐ-TTg ngày 7/5/2018 của Thủ tướng Chính phủ nêu rõ nhiệm vụ *“xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia về chất thải rắn, từng bước thiết lập hệ thống quản lý thông tin thống nhất từ trung ương đến địa phương; cập nhật định kỳ và công khai các chỉ tiêu về phát sinh, thu gom, tái chế và xử lý chất thải”*. Đây là định hướng quan trọng giúp kết nối dữ liệu quản lý chất thải trong nước theo một phương pháp thống nhất (Thủ tướng Chính phủ, 2018).

Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/01/2022 của Chính phủ về Quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ Môi trường tại Điều 83, khoản 5 làm rõ trách nhiệm của Ủy ban nhân dân cấp tỉnh và Sở Tài nguyên và Môi trường (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường) trong việc xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu về CTRSH trên địa bàn; định kỳ tổng hợp, báo cáo Bộ Nông nghiệp và Môi trường. Các dữ liệu này sẽ là nền tảng cho việc kiểm kê phát thải, báo cáo môi trường, giám sát tiến độ

thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững và chiến lược phát triển kinh tế-xã hội trong từng giai đoạn.

Ở cấp độ chương trình mục tiêu, việc báo cáo tỷ lệ thu gom và phân loại rác sinh hoạt còn được đưa vào Chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới giai đoạn 2021-2025, được quy định tại Quyết định số 318/QĐ-TTg ngày 8/3/2022 của Thủ tướng Chính phủ ban hành Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới. Trong Tiêu chí số 17 (Môi trường và an toàn thực phẩm), phần nội dung 17.5 yêu cầu các xã đạt chuẩn phải bảo đảm *“tỷ lệ thu gom, xử lý CTRĐT đạt tối thiểu 90%, trong đó rác được phân loại tại nguồn và xử lý phù hợp”* (Thủ tướng Chính phủ, 2022b). Quy định này gắn trực tiếp với trách nhiệm của Ủy ban nhân dân cấp xã trong việc theo dõi, ghi chép, thống kê và báo cáo định kỳ lượng rác phát sinh, thu gom, phân loại, và tỷ lệ xử lý hợp vệ sinh. Hệ thống dữ liệu này không chỉ phục vụ đánh giá tiêu chí Nông thôn mới mà còn là đầu vào quan trọng cho cơ sở dữ liệu môi trường của tỉnh, theo yêu cầu tại Điều 83 của Nghị định số 08/2022/NĐ-CP nêu trên (Chính phủ, 2022a).

Quyết định số 1746/QĐ-TTg ngày 4/12/2019 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Kế hoạch hành động quốc gia về quản lý RTN đại dương đến năm 2030 cũng nhấn mạnh nhiệm vụ cần xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu quốc gia về nguồn phát sinh, đường vận chuyển và điểm nóng RTN ra biển (Thủ tướng Chính phủ, 2019). Đặc biệt, Quyết định số 1316/QĐ-TTg ngày 22/7/2021 phê duyệt Đề án tăng cường quản lý RTN ở Việt Nam, đã xác định các mục tiêu cụ thể: đến năm 2025, giảm 50% lượng RTN phát sinh tại đô thị, thu gom, tái chế 85% lượng RTN, và đến năm 2030, loại bỏ hoàn toàn sản phẩm ND1L và túi ni lông khó phân hủy trong các trung tâm thương mại, siêu thị. Đề án này cũng yêu cầu thiết lập cơ sở dữ liệu và hệ thống giám sát RTN trên phạm vi toàn quốc, đặc biệt là dữ liệu theo vùng biển, vùng sông và khu vực ven biển, nơi có nguy cơ cao phát sinh và thất thoát nhựa ra đại dương (Thủ tướng Chính phủ, 2021).

Việt Nam đã cam kết đạt mục tiêu NetZero vào năm 2050 tại Hội nghị COP26, đồng thời tham gia nhiều sáng kiến quốc tế khác như cam

kết giảm phát thải mê-tan toàn cầu. Trong Đóng góp quốc gia tự quyết (NDC) cập nhật năm 2022 của Việt Nam, lĩnh vực chất thải được xác định là một trong năm lĩnh vực trọng tâm phát thải khí nhà kính với mục tiêu giảm 9% phát thải vào năm 2030 bằng nguồn lực trong nước và có thể đạt tới 27% nếu có hỗ trợ quốc tế (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2022). NDC nhấn mạnh nhóm giải pháp chủ chốt bao gồm thực hiện các biện pháp quản lý, giảm phát sinh chất thải rắn; phát triển và áp dụng công nghệ tái chế chất thải rắn; sản xuất phân compost và nhiên liệu có nguồn gốc từ chất thải (RDF); thu hồi, đốt và sử dụng khí mê-tan từ bãi chôn lấp chất thải rắn. Ủy ban nhân dân cấp tỉnh, thành phố có trách nhiệm kiểm tra, giám sát việc thực hiện kế hoạch giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và tuân thủ các quy định về đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính của các cơ sở trên địa bàn quản lý; cung cấp thông tin, số liệu liên quan phục vụ đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ khí nhà kính cấp quốc gia, lĩnh vực theo yêu cầu của các bộ quản lý lĩnh vực. Việc sử dụng các công cụ và chỉ số của quốc tế nên được khuyến khích sử dụng để đảm bảo dữ liệu của Việt Nam phù hợp và nhất quán với các hướng dẫn của quốc tế.

Tổng hợp các quy định này cho thấy sự cần thiết áp dụng các công cụ như WaCT, WFD, WABI trong việc đánh giá, giám sát, báo cáo và thẩm định tình hình QLCTR ở các địa phương. Đây là hướng tiếp cận hiện đại, giúp các địa phương hiểu sâu hơn về hệ thống QLCTR, xác định những điểm nghẽn, cải thiện hiệu quả thu gom - xử lý của địa phương, góp phần thực hiện các mục tiêu chính sách ở cấp tỉnh/thành phố, cấp quốc gia và các cam kết quốc tế.

Tuy nhiên, để áp dụng thành công tại cấp tỉnh, thành phố - nơi điều kiện nhân lực, tài chính, và dữ liệu còn hạn chế - cần có những cách tiếp cận linh hoạt, tiết kiệm và phù hợp với thực tiễn. Các địa phương nên thành lập “*tổ công tác*” liên ngành, quy mô nhỏ bao gồm đại diện Sở Nông nghiệp và Môi trường, đại diện các đơn vị thu gom chính thức, một số chuyên gia về QLCTR để thực hiện hoạt động thu thập dữ liệu và đánh giá. Sự đồng hành của các cơ quan quản lý Nhà nước trong quá trình đánh giá hết sức quan trọng vừa để giúp thu thập được đầy đủ dữ liệu, tránh lãng phí khi thu thập những dữ liệu đã có sẵn vừa đảm bảo sự

làm chủ của địa phương với kết quả và quá trình đánh giá, phương pháp thực hiện phù hợp với hướng dẫn của các cơ quan chuyên môn và sẽ được sử dụng, tích hợp vào các kế hoạch, chính sách, chiến lược và văn bản của địa phương. Mặt khác, các đơn vị được hợp đồng thu gom, vận chuyển, xử lý chính thức sẽ hỗ trợ rất hữu ích quá trình nghiên cứu thông qua việc cung cấp số liệu lượng rác được thu gom, vận chuyển tới nơi xử lý (dữ liệu của trạm cân nếu có), mạng lưới thu gom, kinh nghiệm và các nhận định về thuận lợi, khó khăn, thách thức khi tổ chức thu gom. Tổ công tác có thể nghiên cứu các tài liệu có sẵn, hướng dẫn, khóa học trực tuyến và giáo trình chi tiết về áp dụng WaCT, WFD, WABI cũng như liên hệ các tổ chức xây dựng công cụ nếu cần hỗ trợ thêm tại các website của UN-Habitat.

Tùy theo số liệu và mục đích điều tra, thời gian và nguồn lực sẵn có, lựa chọn công cụ phù hợp và khả thi nhất. WABI là một công cụ tương đối dễ sử dụng, có thể được áp dụng nhanh chóng (vài giờ hoặc trong vài ngày), ngay cả khi thiếu dữ liệu. Người đánh giá chỉ cần một chuyên gia địa phương trong lĩnh vực QLCTR, vận dụng khả năng đánh giá chuyên môn tốt nhất của mình, dựa trên hiểu biết về tình hình địa phương và ý kiến đóng góp từ các bên liên quan tại địa phương, đồng thời ghi chép rõ ràng cách thức thực hiện là có thể hoàn thành. Kết quả thu được từ WABI trở thành một điểm khởi đầu để thảo luận giải pháp với các bên liên quan, xác định các ưu tiên can thiệp cho giai đoạn tiếp theo để cải thiện hệ thống hoặc có thể được kiểm chứng tiếp theo bởi các công cụ WaCT và WFD.

Nếu mục tiêu của hoạt động đánh giá là thu thập các số liệu báo cáo các chỉ số liên quan tới SDG, tiêu chí nông thôn mới, có thể triển khai công cụ WaCT để đưa ra các tính toán về khối lượng và tỷ lệ các loại rác phát sinh, thu gom và xử lý trong các cơ sở có kiểm soát. Để hiểu rõ hơn về dòng chất thải, đặc biệt là tình trạng ô nhiễm RTN, công cụ WFD có thể tiếp tục được sử dụng để tìm ra các nguồn và tác nhân gây thất thoát, dòng rác không được thu gom tới đâu, khối lượng RTN bị thất thoát ra ngoài môi trường hằng năm. Nếu điều kiện cho phép, việc kết hợp cả 3 công cụ WaCT, WFD và WABI rất được khuyến khích vì các lợi ích đã nêu ở trên.

Một điểm cần lưu ý là 3 công cụ này sẽ phát huy hết thế mạnh khi được cập nhật định kỳ để phục vụ cho việc giám sát, đánh giá hiệu quả các can thiệp, tuy nhiên sẽ tiêu tốn nhiều tài chính, gây áp lực cho các địa phương. Các tỉnh, thành nên chọn chu kỳ 5 năm để cập nhật dữ liệu mới. Trong quá trình cập nhật, không cần làm lại toàn bộ từ đầu, mà chỉ cần điều chỉnh số liệu biến động lớn: dân số, khối lượng rác, công nghệ xử lý mới, hoặc thay đổi trong chính sách phân loại, thu gom vào tệp Excel và phần mềm sẽ hỗ trợ phân tích kết quả.

Khi nhiều tỉnh thành cùng áp dụng, có thể thành lập mạng lưới liên tỉnh qua các nền tảng trực tuyến để chia sẻ kết quả đánh giá, các thực hành tốt và bài học kinh nghiệm rút ra. Không giống các mô hình phức tạp đòi hỏi chuyên gia quốc tế, 3 công cụ này đều được thiết kế với hướng dẫn chi tiết, dễ áp dụng và có thể tự vận hành tại địa phương. Qua quá trình áp dụng, đội ngũ cán bộ tỉnh, thành phố sẽ được nâng cao năng lực về điều tra, xử lý dữ liệu, phân tích dòng vật chất và đánh giá chính sách, hình thành đội ngũ kỹ thuật bền vững để duy trì hệ thống sau khi dự án kết thúc.

Việc đưa WaCT, WFD, WABI vào chương trình hành động của các tỉnh, thành phố vì thế sẽ là bước đi thực tiễn và khả thi, giúp chuẩn hóa cơ sở dữ liệu CTR nói chung và RTN trên cả nước gắn kết chặt chẽ giữa mục tiêu phát triển bền vững, chiến lược giảm phát thải khí nhà kính, thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và minh bạch quản trị môi trường ở Việt Nam trong thập kỷ tới.

NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI VIỆT NAM

6.1. Nghiên cứu điển hình: Ứng dụng WaCT, WFD và WABI tại thành phố Huế

6.1.1. Ứng dụng WaCT tại thành phố Huế giai đoạn 2021 – 2024

6.1.1.1. Tóm tắt kết quả đạt được

Năm 2021, trong khuôn khổ hợp tác giữa chính quyền thành phố và dự án “Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam” (do WWF-Việt Nam tài trợ), WaCT được áp dụng tại thành phố Huế nhằm đánh giá hiệu suất quản lý CTRĐT, cung cấp dữ liệu cơ sở cho sơ đồ dòng chất thải (WFD) và bộ chỉ số WABI, xây dựng kế hoạch hành động giảm thất thoát nhựa cho thành phố giai đoạn 2022 - 2024.

Dữ liệu đã được thu thập và chuẩn hóa theo hướng dẫn của WaCT qua 2 giai đoạn nghiên cứu: giai đoạn cơ bản năm 2021 (Baseline 2021) và giai đoạn đánh giá cuối kỳ (Endline 2024).

Kết quả so sánh các dữ liệu của WaCT cho thấy sự cải thiện đáng kể trong hệ thống quản lý CTRĐT của thành phố trong giai đoạn 2021 - 2024, đặc biệt là ở khâu xử lý cuối cùng.

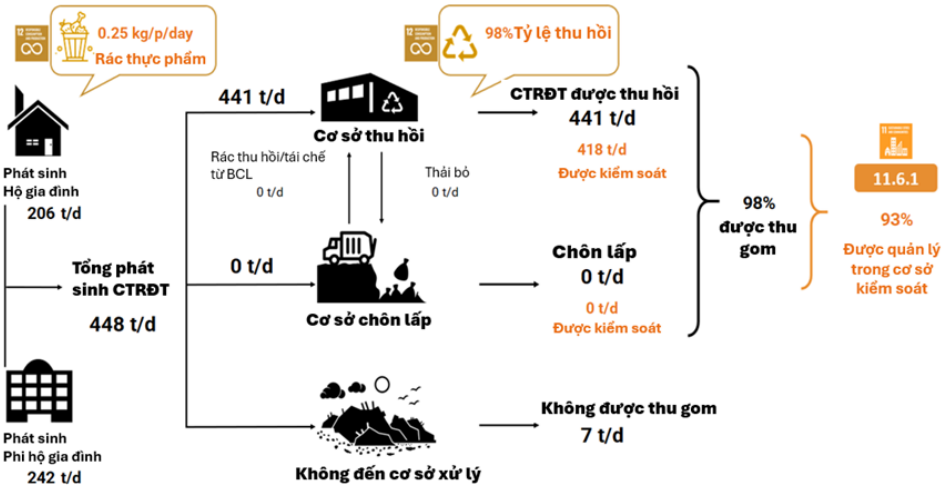
Tổng khối lượng phát sinh tăng từ 408 tấn/ngày (2021) lên 448 tấn/ngày (2024). Mức tăng này chủ yếu do sự gia tăng dân số, mặc dù hệ số phát thải CTRĐT bình quân đầu người đã giảm 7,2% (từ 0,83 kg/người/ngày xuống 0,77 kg/người/ngày).

Trong giai đoạn 2021 - 2024, rác hữu cơ hộ gia đình tăng nhẹ từ 0,24 kg/người/ngày lên 0,25 kg/người/ngày, tuy nhiên tỷ lệ rác thải hữu cơ tăng đáng kể so với năm 2017 là 0,19 kg/người/ngày (Tran Ngoc Tuan và cs., 2017). Tỷ lệ rác hữu cơ trong CTRSH hộ gia đình về cơ bản vẫn duy trì ở mức cao và ổn định, chiếm gần 70% thành phần CTRSH, không có nhiều khác biệt so với kết quả nghiên cứu năm 2023 là 71,2% (Hoàng Công Tín và cs, 2023). Điều này cho thấy rác hữu cơ vẫn là thành phần

chính và nguồn tài nguyên tiềm năng trong dòng CTRĐT của thành phố Huế, Bảng 6.1 tổng hợp các chỉ tiêu của WaCT của năm 20221 và 2024.

Bảng 6.1. Bảng so sánh kết quả WaCT qua 2 mốc thời gian 2021 và 2024

Chỉ tiêu/Thông số	Kết quả WaCT 2021	Kết quả WaCT 2024	Tăng/giảm
Dân số (người)	488.157	578.240	Tăng 18,5%
Tổng khối lượng phát sinh (tấn/ngày)	408	448	Tăng 9,8%
Hệ số phát thải CTRĐT thành phố Huế (kg/người/ngày)	0,83	0,77	Giảm 7,2%
Hệ số phát thải CTRĐT hộ gia đình (kg/người/ngày)	0,34	0,36	Tăng 5,9%
Hệ số phát thải rác thực phẩm hộ gia đình (kg/người/ngày)	0,24	0,25	Tăng 4,2%
Rác thải thực phẩm hộ gia đình (kg/người/ngày)	0,24	0,25	Tăng 4,2%
Khối lượng CTRĐT không được thu gom (tấn/ngày)	13	7	Giảm 46%
Tỷ lệ thu gom CTRĐT (%)	95	98	+1,0%
Tỷ lệ thu hồi (%)	8	98	Tăng nhiều
Tỷ lệ CTRĐT thu hồi và xử lý trong cơ sở có kiểm soát: SDG 11.6.1 (%)	87	93	Tăng 6,9%



Hình 6.1. Sơ đồ WaCT dòng CTRĐT của thành phố Huế năm 2024 (Hoàng Công Tín và cs., 2025)

Tỷ lệ thu gom của thành phố đạt 98% (441 tấn/ngày được thu gom), tăng nhẹ so với 97% năm 2021. Lượng rác không được thu gom giảm đáng kể từ 13 tấn/ngày (2021) xuống còn 7 tấn/ngày (2024).

Sự thay đổi trong phương thức xử lý CTRĐT đã dẫn đến sự gia tăng đáng kể trong tỷ lệ thu hồi/tái chế. Cụ thể, tỷ lệ này đã tăng từ 8% vào năm 2021 lên 98% vào năm 2024. Mức tăng đột biến này phản ánh việc thành phố Huế đã chuyển đổi công nghệ xử lý cuối cùng từ chôn lấp truyền thống sang phương pháp thu hồi năng lượng từ CTRĐT thông qua việc vận hành Nhà máy điện rác Phú Sơn (năm 2024), thay vì ghi nhận là thải bỏ, hoạt động này được tính là thu hồi năng lượng trong cơ sở được kiểm soát theo tiêu chuẩn của công cụ WaCT (Hình 6.1).

Chỉ số SDG 11.6.1 đã ghi nhận sự cải thiện đáng kể, tăng từ 87% vào năm 2021 lên 93% vào năm 2024. Sự gia tăng này cho thấy thành phố Huế đã nâng cao mức độ kiểm soát vận hành và giải quyết hiệu quả hơn các vấn đề môi trường tại các cơ sở thu hồi CTRĐT. Điều đó cho thấy, tỷ lệ CTRĐT được chuyển đến các cơ sở đạt mức "được kiểm soát" (Controlled Facilities) đã gia tăng so với giai đoạn trước đây.

6.1.1.2. Đánh giá vai trò của WaCT cho thành phố Huế

WaCT đã thực hiện vai trò trọng yếu trong việc cung cấp cơ sở dữ liệu và khung đánh giá khoa học cho công tác quản lý CTRĐT tại thành phố Huế trong giai đoạn 2021 - 2024. WaCT không chỉ là một công cụ đo lường mà còn là cơ chế minh bạch hóa và định hướng chiến lược cho chính quyền thành phố, thể hiện qua các điểm sau:

WaCT đã giúp Huế định lượng hóa một cách khoa học hiệu suất quản lý CTRĐT:

- Thiết lập dữ liệu cơ sở (Baseline 2021): WaCT cung cấp bức tranh toàn diện về hiện trạng phát sinh, thu gom, và xử lý rác thải. Điều này giúp thành phố nhận diện chính xác các nút thắt về hạ tầng và công nghệ.

- Đánh giá cuối kỳ (Endline 2024): Công cụ này cho phép so sánh trực tiếp hiệu quả của các chương trình hành động trong hoạt động quản lý CTRĐT. Sự tăng trưởng ấn tượng của tỷ lệ thu hồi CTRĐT thành phố từ 8% lên 98% là bằng chứng cụ thể nhất về tác động của việc chuyển đổi sang công nghệ đốt rác thu hồi năng lượng.

- Bằng cách sử dụng phương pháp luận quốc tế được chuẩn hóa (UN-Habitat), dữ liệu WaCT giúp các bên liên quan (chính quyền, nhà đầu tư, tổ chức quốc tế) có một ngôn ngữ chung để đánh giá và báo cáo về tiến trình đạt được các mục tiêu phát triển bền vững.

Dữ liệu do WaCT cung cấp đóng vai trò là cơ sở khoa học để chính quyền thành phố đưa ra các quyết định chính sách và đầu tư có trọng tâm:

- Thẩm định công nghệ thu hồi CTRĐT: WaCT đã chứng minh tính hiệu quả của việc chuyển đổi công nghệ xử lý cuối cùng sang đốt rác phát điện trong việc nâng cao các chỉ số SDG.

- Xác định nhóm thành phần CTRĐT cần quan tâm: Việc WaCT chỉ ra rằng rác hữu cơ là thành phần phát sinh lớn nhất đã khẳng định sự cần thiết phải ưu tiên đầu tư vào các chương trình phân loại tại nguồn để giảm tải cho hoạt động thu gom và thu hồi.

- Nhận diện khoảng trống thu hồi vật liệu: WaCT cũng làm nổi bật khoảng trống về thu hồi phế liệu tái chế chính thức, khuyến nghị thành phố cần có cơ chế hỗ trợ và tích hợp khu vực phi chính thức tốt hơn.

6.1.2. Kết quả sơ đồ dòng chất thải thành phố Huế

Theo kết quả từ công cụ Sơ đồ dòng chất thải (WFD), tổng lượng CTRĐT phát sinh trên địa bàn nghiên cứu năm 2024 là 163.527 tấn/năm. Trong đó, nguồn thải từ hộ gia đình chiếm 46% (75.193 tấn/năm) và từ khu vực phi hộ gia đình (chợ, cơ sở kinh doanh, bệnh viện...) chiếm 54% tương đương 88.334 tấn/năm (Hình 6.2) (Hoàng Công Tín và cs., 2025).

Dòng thu gom chính thức: Phần lớn khối lượng chất thải (93,5%, tương đương 152.919 tấn/năm) được thu gom thông qua hệ thống dịch vụ thu gom chính thức (HEPCO). Ngoài ra, HEPCO còn tiếp nhận khoảng 16 tấn/năm từ bộ thùng phân loại rác do dự án TVA tài trợ và vận chuyển đến BCL Thủy Phương để xử lý, trong đó rác thủy tinh chiếm 15,3 tấn/năm và rác thải nguy hại chiếm 0,7 tấn/năm (Hoàng Công Tín và cs., 2025).

Dòng thu gom phi chính thức: khu vực phi chính thức (các cơ sở thu mua phế liệu) thu hồi khoảng 5% (8.186 tấn/năm), chủ yếu là các vật liệu có giá trị tái chế như giấy, bìa các tông, nhựa, kim loại, vỏ lon và

Dòng xử lý: tổng cộng 160.919 tấn/năm (chiếm 98,4% khối lượng phát sinh) được xử lý bằng nhiều phương thức, trong đó tỷ lệ lớn nhất được xử lý theo hướng thu hồi năng lượng tại Nhà máy điện rác Phú Sơn (93,2% khối lượng phát sinh, tương ứng 152.369 tấn/năm), tro xỉ được tái chế tại Nhà máy điện rác Phú Sơn 22.484 tấn/năm (13,8%) và một phần được tái chế trực tiếp ở khu vực phi chính thức (5,2%, tương ứng 8.550 tấn/năm) (Hoàng Công Tín và cs., 2025).

The Sankey diagram illustrates the flow of revenue from household fees to various services and taxes. The flows are as follows:

- Hộ gia đình 46% (75,193)** flows into **Phát sinh 100% (163,527)**.
- Phí hộ gia đình 54% (88,334)** flows into **Phát sinh 100% (163,527)**.
- Phát sinh 100% (163,527)** flows into **Thu gom chính thức 93.5% (152,919)**.
- Thu gom chính thức 93.5% (152,919)** flows into **Thu hồi 98.4% (160,919)**.
- Thu hồi 98.4% (160,919)** flows into **Năng lượng từ rác thải 93.2% (152,369)**.
- Năng lượng từ rác thải 93.2% (152,369)** flows into **Năng lượng phát điện 77.6% (126,855)**.
- Năng lượng từ rác thải 93.2% (152,369)** flows into **Chôn lấp 16 (16)**.
- Chôn lấp 16 (16)** flows into **Chôn lấp tro bay 1.8% (3,030)**.
- Chôn lấp 16 (16)** flows into **Rác thải không bao gồm nhựa 1.3% (2,120)**.
- Chôn lấp 16 (16)** flows into **RTN không được quản lý 0.3% (472)**.
- Chôn lấp 16 (16)** flows into **Rác thải không được quản lý 1.6% (2,592)**.
- Rác thải không được quản lý 1.6% (2,592)** flows into **Rác thải không bao gồm nhựa 1.3% (2,120)**.
- Rác thải không được quản lý 1.6% (2,592)** flows into **RTN không được quản lý 0.3% (472)**.
- Thu gom chính thức 93.5% (152,919)** flows into **Thu gom phi chính thức 5% (8,186)**.
- Thu gom phi chính thức 5% (8,186)** flows into **Thất thoát nhựa từ thu gom chính thức (167)**.
- Thu gom phi chính thức 5% (8,186)** flows into **Thất thoát nhựa từ thu gom phi chính thức (3)**.
- Thất thoát nhựa từ thu gom chính thức (167)** flows into **Không được thu gom 1.5% (2,422)**.
- Thất thoát nhựa từ thu gom phi chính thức (3)** flows into **Không được thu gom 1.5% (2,422)**.
- Không được thu gom 1.5% (2,422)** flows into **Tài chất chính thức 5.2% (8,550)**.
- Không được thu gom 1.5% (2,422)** flows into **Tài chất tro xỉ 13.8% (22,484)**.
- Tài chất chính thức 5.2% (8,550)** flows into **Tài chất thành phố 19% (31,034)**.
- Tài chất tro xỉ 13.8% (22,484)** flows into **Tài chất thành phố 19% (31,034)**.

Tổng thể, sơ đồ dòng chất thải cho thấy hệ thống quản lý CTRĐT tại thành phố Huế đạt hiệu quả cao với tỷ lệ thu gom và xử lý lên đến 98,4% được xếp loại “*kiểm soát tốt*” theo khung WFD/SDG 11.6.1. Tuy

nhiên, khối lượng rác chưa được quản lý và tình trạng thất thoát nhựa, dù chiếm tỷ lệ nhỏ nhưng vẫn là thách thức cần lưu ý, đòi hỏi giải pháp đồng bộ như phân loại tại nguồn, nâng cao vai trò khu vực phi chính thức và củng cố chuỗi giá trị tái chế.

6.1.3. Ứng dụng WABI trong nghiên cứu diễn hình đầu kỳ và cuối kỳ ở thành phố Huế

6.1.3.1. Bối cảnh và phương pháp luận áp dụng WABI tại thành phố Huế

thành phố Huế được lựa chọn triển khai Dự án "*Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam*" (giai đoạn 2021 - 2024), với mục tiêu của dự án là giảm 30% thất thoát RTN ra môi trường vào năm 2024. Để đạt được mục tiêu này thì việc hiểu một cách toàn diện hệ thống QLCTR của thành phố Huế là điều hết sức cần thiết.

Trong giai đoạn nghiên cứu đầu kỳ của dự án, bộ chỉ số WABI đã được lựa chọn làm công cụ đánh giá hệ thống QLCTR cho thành phố Huế. Đây là một phương pháp luận được sử dụng rộng rãi trên thế giới, cho phép đánh giá toàn diện tính bền vững của hệ thống QLCTR một cách có hệ thống. WABI không chỉ đánh giá vào các khía cạnh kỹ thuật, mà còn phân tích sâu về các khía cạnh quản trị như thể chế, chính sách, tài chính và sự tham gia của các bên liên quan.

Công cụ WABI đã được sử dụng đánh giá tại thành phố Huế qua 2 thời điểm là 2021 và 2024:

- Giai đoạn cơ bản năm 2021 thực hiện thiết lập dữ liệu cơ sở (Baseline assessment) của dự án Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam và được thể hiện ở Báo cáo đánh giá xã hội về hệ thống QLCTR tại thành phố Huế do WWF-Việt Nam triển khai. Mục tiêu của đánh giá này là phân tích, đánh giá hiện trạng hệ thống QLCTR của thành phố Huế trước khi triển khai các can thiệp chính của dự án, xác định các điểm mạnh, điểm yếu và các vấn đề ưu tiên.
- Đánh giá cuối kỳ (Endline assessment) của dự án, báo cáo đánh giá cho năm 2024 (dữ liệu được phân tích trong Báo cáo đánh giá cuối kỳ năm 2025). Mục tiêu là đo lường sự thay đổi, tiến bộ và hiệu quả của các

can thiệp sau 3 năm dự án được triển khai ở thành phố Huế, đồng thời cũng xác định những hạn chế, tồn tại của hệ thống.

6.1.3.2. Kết quả đánh giá đầu kỳ - Hiện trạng hệ thống

Báo cáo đánh giá WABI đầu kỳ đã phác họa một bức tranh chi tiết về hệ thống QLCTR của thành phố Huế với nhiều điểm tích cực đã thực hiện, nhưng cũng chỉ ra được các tồn tại của hệ thống:

Các chỉ số về khía cạnh kỹ thuật

- Tỷ lệ thu gom: thành phố Huế có tỷ lệ thu gom CTRĐT tương đối cao, đạt 95% vào năm 2021. Dịch vụ thu gom chủ yếu do HEPCO đảm nhiệm và hoạt động hiệu quả ở khu vực trung tâm của thành phố (khu vực các phường trước khi mở rộng thành phố Huế theo Nghị quyết số 1264/NQ-UBTVQH14 về việc điều chỉnh địa giới hành chính các đơn vị hành chính cấp huyện và sắp xếp, thành lập các phường thuộc thành phố Huế, tỉnh Thừa Thiên Huế). Tuy nhiên, chất lượng dịch vụ thu gom khu vực mở rộng và vùng ven lại thấp hơn nhiều so với khu vực trung tâm (86%).

- Thu hồi và tái chế: Hoạt động thu hồi và tái chế rác thải (chủ yếu là nhựa, giấy, kim loại) gần như hoàn toàn phụ thuộc vào khu vực phi chính thức, bao gồm những người thu mua phế liệu lưu động (ve chai) và các cơ sở thu mua, sau đó tiếp tục phân loại và bán cho các cơ sở tái chế. Hệ thống này hoạt động hiệu quả về mặt kinh tế nhưng thiếu sự công nhận và hỗ trợ chính thức, điều kiện lao động chưa đảm bảo.

- Xử lý và tiêu hủy: Phần lớn CTR của thành phố không thuộc nhóm tái chế được thu gom và xử lý bằng phương pháp chôn lấp, khối lượng CTR lớn gây áp lực lớn lên các bãi chôn lấp và tiềm ẩn các nguy cơ ô nhiễm môi trường.

Về khía cạnh quản trị

- Các bên liên quan và thể chế: Hệ thống QLCTR có sự tham gia của nhiều bên gồm Sở Tài nguyên và Môi trường (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường), Sở Xây dựng, UBND thành phố Huế, các đơn vị thu gom (HEPCO và Công ty TNHH Hằng Trung). Tuy nhiên, sự phối hợp đôi khi còn chồng chéo và vai trò của khu vực phi chính thức chưa được định hình rõ ràng trong các văn bản chính sách.

- Tính bền vững tài chính: Đây được xác định là điểm yếu chính của hệ thống QCTR. Phí vệ sinh môi trường thu từ người dân chỉ bù đắp được một phần rất nhỏ (khoảng 20 - 30%) chi phí vận hành. Hệ thống phụ thuộc phần lớn vào ngân sách nhà nước, đi ngược lại nguyên tắc *"người gây ô nhiễm phải trả tiền"*.

Sự tham gia của người sử dụng: Người dân có nhận thức về các vấn đề môi trường và đã sử dụng các kênh phản hồi (như ứng dụng Hue-S) để phản ánh tình trạng tồn đọng trong quá trình thu gom, ô nhiễm môi trường do rác thải,... Tuy nhiên, mức độ hài lòng về dịch vụ và sự sẵn lòng chi trả thêm cho một dịch vụ tốt hơn vẫn chưa thật sự rõ ràng.

6.1.3.3. Kết quả đánh giá cuối kỳ và phân tích, so sánh với đánh giá đầu kỳ

Sau 3 năm triển khai dự án với nhiều can thiệp như truyền thông, mô hình thí điểm phân loại rác tại nguồn, hỗ trợ cơ sở vật chất, hỗ trợ kỹ thuật,... đánh giá WABI cuối kỳ (2024) cho thấy những chuyển biến đáng kể được ghi nhận trong Báo cáo đánh giá cuối kỳ. Các phân tích, so sánh các chỉ số của WABI giữa đầu kỳ và cuối kỳ:

- *Cải thiện về khía cạnh kỹ thuật*: Tỷ lệ thu gom CTR sinh hoạt tăng nhẹ từ 97% năm 2021 đã cải thiện đáng kể lên 98,4% vào năm 2024, kết quả này cho thấy sự nỗ lực trong việc mở rộng phạm vi dịch vụ thu gom CTR của thành phố. Thành công nổi bật nhất phải kể đến khối lượng RTN thất thoát ra hệ thống thủy vực (sông, ao, hồ) đã giảm mạnh 64%, từ thất thoát 493 tấn/năm ở năm 2021 giảm xuống chỉ còn 178 tấn/năm vào năm 2024. Đây là một minh chứng rõ ràng cho hiệu quả của các can thiệp cải thiện hệ thống thu gom như: Hỗ trợ xe ép rác và bộ thùng phân loại rác, xây dựng khuôn viên nhà chứa xuống rác tránh thất thoát rác thải ra môi trường, hỗ trợ thùng chứa và thu gom bao bì thuốc bảo vệ thực vật, túi đựng rác cho ngư dân mang rác về bờ, ngôi nhà xanh tăng cường thu hồi rác tái chế ở các trường học, điểm công cộng, xây dựng trạm nhà chờ cấp nước miễn phí ở các điểm du lịch,... (Lê Ngọc Phương Quý và cs., 2021; Hoàng Công Tín và cs., 2025).

Cải thiện về khía cạnh quản trị: Nhận thức và hành vi của cộng đồng có sự chuyển biến tích cực, đặc biệt trong việc giảm sử dụng đồ ND1L và tăng cường phân loại rác tại nguồn.

Khung pháp lý quốc gia và các chính sách địa phương đã được cập nhật, cung cấp một nền tảng vững chắc hơn cho quản lý CTR. Một số điển hình như: Kế hoạch số 1121/KH-UBND Hành động giảm thiểu RTN của thành phố Huế đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2030 của UBND thành phố Huế về việc quản lý RTN một cách bền vững, theo nguyên tắc quản lý tổng hợp CTR; Kế hoạch số 4130/KH-UBND về nâng cao ý thức cộng đồng và xây dựng thói quen PLRTN; Kế hoạch số 5881/KH-UBND của UBND thành phố về tổ chức, triển khai Chương trình phân loại CTRSH tại nguồn trên địa bàn thành phố Huế đến 2025; Sở Du lịch ban hành Kế hoạch số 1741/KH-SDL về giảm thiểu RTN trong ngành du lịch Thừa Thiên Huế giai đoạn 2023 - 2025.

Các thách thức còn tồn tại

- *Bền vững tài chính:* Sự bền vững về tài chính vẫn là thách thức lớn nhất đối với hệ thống QLCTR của thành phố Huế hiện nay. Mặc dù có nhiều nỗ lực, hệ thống vẫn phụ thuộc lớn vào ngân sách nhà nước. Nguyên tắc "*người gây ô nhiễm phải trả tiền*" vẫn chưa được áp dụng cơ chế định giá dịch vụ thu gom rác dựa trên khối lượng hoặc thể tích.

- *Chênh lệch dịch vụ:* Sự khác biệt về chất lượng và tần suất thu gom giữa khu vực trung tâm và các phường/xã vùng ven vẫn còn tồn tại. Mặc dù thành phố đã nhận được sự hỗ trợ về cơ sở vật chất (hệ thống thùng phân loại rác, phương tiện vận chuyển, xây dựng nâng cấp các điểm đặt xuống tập kết rác) nhưng chất lượng dịch vụ thu gom vùng ven, xa trung tâm vẫn có sự khác biệt so với vùng trung tâm. Tần suất thu gom thấp nên tình trạng tồn đọng rác cao, nguy cơ thất thoát rác thải nói chung và RTN nói riêng lớn.

- *Tích hợp khu vực phi chính thức:* Hoạt động mua bán phế liệu (rác tái chế) mặc dù được ghi nhận là một ngành nghề kinh doanh, nhưng việc lồng ghép hoạt động thu mua phế liệu (hay còn gọi là khu vực phi chính thức) vào hệ thống quản lý chung vẫn chưa được ghi nhận. Điều

này dẫn đến tỷ lệ tái chế (cao hay thấp) được chi phối bởi thị trường mua bán phế liệu mà ít có sự kiểm soát hay thúc đẩy của chính quyền.

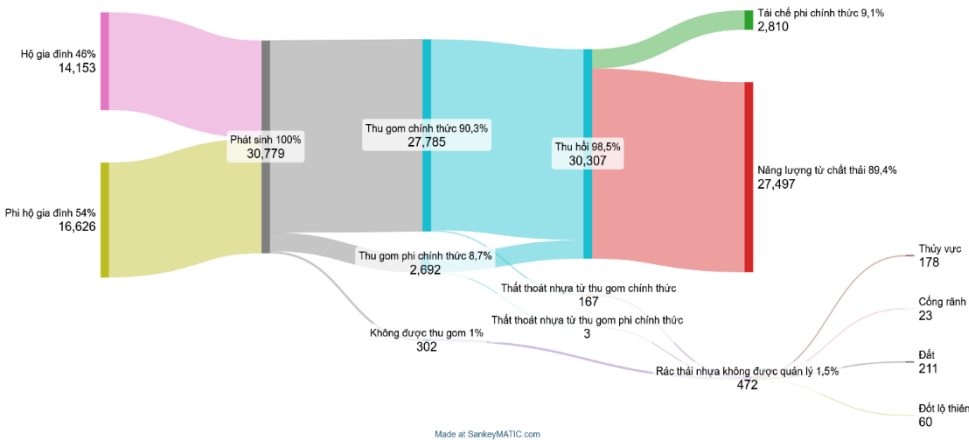
6.2. Kết quả định lượng và phân tích dòng thất thoát rác thải nhựa

6.2.1. Kết quả định lượng dòng rác thải nhựa

Theo sơ đồ Sankey (Hình 6.3), tổng lượng RTN phát sinh năm khảo sát (2024) ước tính là 30.779 tấn/năm, trong đó 46% từ hộ gia đình (14.153 tấn) và 54% từ khu vực ngoài hộ gia đình (16.626 tấn).

Về thu gom, có 90,3% (27.785 tấn/năm) được thu gom bởi hệ thống chính thức, trong khi 8,7% (2.692 tấn/năm) đi vào chuỗi giá trị phi chính thức, chủ yếu thông qua hoạt động thu gom, phân loại và mua bán phế liệu của người dân và người thu mua ve chai, khoảng 1% (302 tấn) không được thu gom.

Ở giai đoạn xử lý, nhờ sự vận hành của Nhà máy điện rác Phú Sơn, 89,3% (27.497 tấn) khối lượng rác được chuyển đổi thành năng lượng, góp phần giảm thiểu đáng kể lượng chôn lấp truyền thống. Song song, 2.810 tấn (9,1%) được phân loại và thu hồi từ khu vực phi chính thức. Nhờ đó, tỷ lệ thu hồi tài nguyên đạt 98,5% (30.307 tấn).



Hình 6.3. Sơ đồ dòng rác thải nhựa trên địa bàn nghiên cứu (tấn/năm) (Hoàng Công Tín và cs., 2025)

Như vậy, hệ thống quản lý RTN ở Huế đã đạt tỷ lệ thu gom và xử lý rất cao (trên 98%), đạt ngưỡng “*kiểm soát tốt*” theo tiêu chí WFD/SDG 11.6.1 với sự tham gia bổ sung đáng kể của khu vực phi chính thức. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại một lượng RTN bị thất thoát ra môi trường tự nhiên (474 tấn/năm), gây áp lực đến hệ sinh thái thủy sinh và đất. Đây chính là các nội dung cần có thêm giải pháp giảm thiểu, chẳng hạn tăng cường PLRTN, hỗ trợ khu vực phi chính thức quản lý hiệu quả hơn và tăng cường hỗ trợ các sáng kiến, ý tưởng về vật liệu xanh nhằm thay thế nhựa, góp phần giảm lượng nhựa phát sinh.

Thất thoát rác thải nhựa

Theo kết quả của mô hình WFD, hiệu quả quản lý CTRĐT được tăng lên đáng kể, tuy nhiên vẫn tồn tại hiện tượng thất thoát RTN ra môi trường. Cụ thể, có 167 tấn thất thoát trong quá trình thu gom chính thức, 3 tấn từ chuỗi giá trị phi chính thức và 302 tấn nhựa không được thu gom. Tổng cộng 472 tấn (1,5% phát sinh) trở thành RTN không được quản lý, trong đó 178 tấn đi vào hệ thống thủy vực, 23 tấn theo đường thoát nước, 211 tấn tồn lưu trên đất và 60 tấn đốt lộ thiên.

Theo kết quả mô hình WFD cho thấy tổng lượng nhựa chưa được quản lý tại Huế ước tính khoảng 472 tấn/năm. Trong đó, RTN thất thoát ra môi trường từ nguồn không được thu gom lớn nhất với 302 tấn (chiếm 64% tổng lượng RTN thất thoát), nguyên nhân chính của phần rác không được thu gom là ở khu vực ven đô nơi có tần suất thu gom thấp và thời gian rác tồn lưu tại các điểm tập kết lớn. Nguồn thất thoát thứ hai là từ hoạt động thu gom, vận chuyển của hệ thống thu gom chính thức (167 tấn/năm, chiếm 35%), thất thoát này xảy ra do một số nguyên nhân do xuống tập kết rác, thùng rác công cộng hở (xuống rác hở, thùng rác không đậy nắp) dẫn đến rơi vãi, gió thổi bay hoặc bị nước mưa cuốn trôi. Nguồn thứ ba, từ hệ thống phi chính thức (3 tấn/năm, ~1%), chủ yếu do người nhặt rác mở bao chứa hoặc nghiêng thùng để tìm vật liệu có giá trị, làm phát sinh thất thoát ra môi trường xung quanh.

Trong tổng lượng RTN thất thoát 472 tấn/năm, nhựa tồn lưu trên đất chiếm 211 tấn/năm (45%), chủ yếu do rác chưa được thu gom và người dân thải trực tiếp ra môi trường và một phần thất thoát trong quá

trình thu gom, vận chuyển. RTN thất thoát vào hệ thống cống thoát nước là 23 tấn/năm, phần lớn do rác rơi vãi khi thu gom và vận chuyển, đặc biệt tại khu vực đô thị trung tâm.

Bảng 6.2. Nguồn phát sinh và con đường thất thoát RTN

STT	Nội dung	Tấn/năm
1	Nguồn phát sinh RTN không được quản lí	472
1.1	RTN thất thoát từ dịch vụ thu gom chính thức	167
1.2	RTN thất thoát từ dịch vụ thu gom phi chính thức	3
1.3	RTN không được thu gom	302
2	Con đường thất thoát RTN	
2.1	Hệ thống thủy vực	178
2.2	Cống thoát nước	23
2.3	Tồn lưu trên đất	211
2.4	Đốt lộ thiên	60

RTN thất thoát vào thủy vực 178 tấn/năm chủ yếu do rác không được thu gom sau đó theo nước mưa cuốn trôi trực tiếp cũng như một phần từ hệ thống thoát nước. RTN bị đốt ngoài trời (đốt lộ thiên) cũng bắt gặp các khu vực vùng ven, nơi có tần suất thu gom thấp, khối lượng RTN đốt lộ thiên 60 tấn/năm và việc đốt lộ thiên gây ra những tiềm ẩn nguy hại như phát thải khí độc hại (dioxin, furan), khí nhà kính,...

Các bằng chứng gần đây cho thấy hoạt động đốt RTN hờ (khoảng 60 tấn/năm) tại thành phố Huế không chỉ phản ánh tình trạng thu gom rác chưa đầy đủ ở các khu vực ven đô, mà còn bắt nguồn từ thói quen xử lý rác nhằm giảm khối lượng hoặc giải phóng mặt bằng khi thiếu lựa chọn xử lý phù hợp. Theo một số người dân, đốt rác là cách dễ dàng và nhanh chóng nhất để xử lý với ít công sức. Tuy nhiên, hành vi này khiến người dân tiếp xúc với nhiều chất ô nhiễm không khí và sức khỏe con người.

6.2.2. So sánh sơ đồ dòng rác thải ở Huế qua các giai đoạn

Bảng 6.3. Bảng so sánh kết quả quản lý CTRĐT giai đoạn nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ

Dữ liệu	Đơn vị	Kết quả nghiên cứu cơ bản (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021)		Tổng kết quả nghiên cứu cơ bản	Kết quả đánh giá cuối kỳ (Hoàng Công Tín và cs., 2025)	Giá trị chênh lệch	% tăng/giảm	Ghi chú
		Khu vực trung tâm	Khu vực mở rộng					
Chất thải được thu gom	Tấn/năm	122.222	22.283	144.505	161.105	16.600	10	tăng
	% lượng chất thải phát sinh	98,5	91,8	97,2	98,5	1,3	1,3	tăng
Chất thải không được thu gom	Tấn/năm	1.892	2.248	4.140	2.422	-1.718	-41	giảm
	% lượng chất thải phát sinh	1,5	9,2	2,8	1,5	-1,3	-1,3	
Chất thải được phân loại để thu hồi (không bao gồm năng lượng từ chất thải)	Tấn/năm	3.871	1.095	4.965	7.820	2.855	57	Số liệu năm 2021 và 2025 đều đã loại trừ lượng hữu cơ thu hồi để đảm bảo so sánh đồng nhất.
	% lượng chất thải phát sinh	3,1	4,5	3,3	4,8	1,4	1,4	
Chất thải được phân loại để thu hồi bởi khu vực chính thức (không bao gồm năng lượng từ chất thải)	% lượng chất thải phát sinh	3,1	4,5	3,3	4,8	1,4	1,4	
Năng lượng từ chất thải	Tấn/năm	-	-	-	152.369	152.369	100	Dữ liệu 2025 là số liệu rác thải (thủy tinh và rác thải nguy hại) đã được phân loại tại bộ thùng TVA và được vận chuyển về xử lý tại bãi chôn lấp Thủy Phương (16 tấn/năm).
	% lượng chất thải phát sinh	-	-	-	93,2	93,2	100	
Xử lý tại các cơ sở xử lý chất thải	Tấn/năm	99.180	17.548	116.728	16	-116.712		
	% lượng chất thải phát sinh	79,9	71,8	78,5	0,010	-78.5		
Quản lý tại các cơ sở có kiểm soát	Tấn/năm	98.263	17.160	115.423	152.080	36.657	32	
	% lượng chất thải phát sinh	79,2	69,9	77,7	93	15	20	

Theo Tổ chức Không khí sạch châu Á và UNEP (2021) việc đốt rác hỗn hợp, trong đó có nhựa, phát sinh nhiều khí nhà kính, bụi mịn và các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, đặc biệt gây ô nhiễm nghiêm trọng ở vùng nông thôn và ngoại thành (Clean Air Asia & UNEP, 2021). Bên cạnh đó, bài viết của Trung tâm SOS Môi trường “*Tại sao không nên đốt RTN?*” chỉ ra rằng nhựa khi đốt sinh ra đi-ô-xin, ảnh hưởng bất lợi đến hệ nội tiết, hệ miễn dịch và hệ sinh sản; đồng thời các chất độc này có thể lắng đọng trong đất, nước và tích lũy vào chuỗi thức ăn. Những phát hiện này cho thấy cần thiết phải có các biện pháp can thiệp kịp thời nhằm giảm thiểu tình trạng đốt RTN ngoài trời tại Huế.

So sánh kết quả nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ về quản lý chất thải rác đô thị

Bảng 6.3. so sánh kết quả nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ cho thấy hiệu quả quản lý CTRĐT tại thành phố Huế có sự cải thiện rõ rệt. Khối lượng rác được thu gom tăng từ 144.505 tấn/năm (97,2% tổng phát sinh) năm 2021 lên 161.105 tấn/năm (98,5%) vào năm 2024, tức tăng khoảng 16.600 tấn (10%), góp phần giảm mạnh lượng rác không được thu gom từ 4.140 tấn/năm (2,8%) xuống còn 2.422 tấn/năm (1,5%), tương ứng giảm 41% (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021; Hoàng Công Tín và cs., 2025).

Đáng chú ý, lượng rác được phân loại để tái chế, thu hồi cũng có sự chuyển biến tích cực, tăng từ 4.965 tấn/năm (3,3% phát sinh) vào năm 2021 lên 7.820 tấn/năm (4,8%), tức tăng thêm 57% vào năm 2024. Đây là tín hiệu khả quan, phản ánh vai trò ngày càng quan trọng của khu vực phi chính thức và các giải pháp hỗ trợ phân loại, tái chế (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021; Hoàng Công Tín và cs., 2025)..

Ở khâu xử lý, một bước ngoặt đáng kể là sự xuất hiện của Nhà máy điện rác Phú Sơn, giúp chuyển đổi 152.369 tấn rác/năm (chiếm 93,2%) thành năng lượng, thay thế cho phương thức chôn lấp truyền thống. Điều này làm giảm lượng chất thải chôn lấp từ 116.728 tấn/năm (78,5%) xuống chỉ còn 16 tấn/năm. Đồng thời, khối lượng chất thải được quản lý trong các cơ sở đạt chuẩn về môi trường tăng từ 115.423 tấn/năm (77,6%) lên 152.080 tấn/năm (93%), tức tăng thêm 32% so với năm 2021 (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021; Hoàng Công Tín và cs., 2025).

Bảng 6.4. So sánh kết quả quản lý RTN giai đoạn nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021; Hoàng Công Tín và cs., 2025)

Dữ liệu	Đơn vị	Nghiên cứu cơ bản	Đánh giá cuối kỳ	Giá trị chênh lệch	% tăng/ - giảm
Tổng khối lượng nhựa phát sinh	(tấn/năm)	22.853	30.779	7.926	35
RTN chưa được thu gom	(tấn/năm)	531	302	-229	-43
	(% lượng phát sinh)	2,3	1	-1,3	-1,3
RTN chưa được quản lý	(tấn/năm)	716	472	244	-34
	(% lượng phát sinh)	3,1	1,5	-2	-2
Đóng góp từ CTR chưa được thu gom	% RTN chưa được quản lý	74,2	64,0	-10,2	-10,2
Đóng góp từ dịch vụ thu gom		24,9	35,4	10,5	10,5
Đóng góp từ thu gom của khu vực phi chính thức		0,5	0,64	0,14	0,14
Đóng góp từ phân loại chính thức		0	0	-	
Đóng góp từ phân loại phi chính thức		0	0	-	
Đóng góp từ quá trình vận chuyển		0	0	-	
Đóng góp từ cơ sở xử lý		0,49	0	0,51	0,51
RTN tồn lưu trên đất	tấn/năm	209	211	2	1
	% RTN chưa được quản lý	29,2	44,7	16	
RTN đốt lộ thiên	tấn/năm	-	60	60	
	% RTN chưa được quản lý	-	13	13	13
RTN được nạo vét từ cống rãnh	tấn/năm	14	23	9	64
	% RTN chưa được quản lý đúng cách	2,0	4,9	2,9	
RTN vào hệ thống thủy vực	tấn/năm	493	178	-315	-64
	% RTN chưa được quản lý đúng cách	68,9	38	-30,9	-30,9
	% lượng RTN phát sinh	2,2	0,6	-1,6	-1,6
Đóng góp trực tiếp vào hệ thống thủy vực	% nhựa trong hệ thống thủy vực	92,4	87,1	-5,3	-5,3
Đóng góp qua hệ thống thoát nước mưa	% nhựa trong hệ thống thủy vực	7,6	12,9	5,7	5,7
RTN vào hệ thống thủy vực tính theo đầu người	Kg/người/ năm	1,0	0,3	-0,7	-0,7

Nhìn chung, so sánh giữa giai đoạn baseline và endline cho thấy hệ thống quản lý CTRĐT Huế đã nâng cao tỷ lệ thu gom, giảm đáng kể lượng rác không được quản lý và tăng cường tái chế, xử lý theo hướng bền vững. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại lượng nhỏ chất thải thất thoát và RTN chưa được kiểm soát, cần tiếp tục có giải pháp hạn chế trong tương lai.

So sánh kết quả nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ về quản lý RTN

Tổng khối lượng nhựa phát sinh tăng từ 22.853 tấn/năm (nghiên cứu cơ bản) lên 30.779 tấn/năm (đánh giá cuối kỳ), tức tăng thêm 7.926 tấn (35%). Tuy nhiên, mặc dù phát sinh tăng mạnh, các chỉ số về RTN không được quản lý lại có xu hướng cải thiện (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021; Hoàng Công Tín và cs., 2025).

Cụ thể, lượng nhựa không được thu gom giảm từ 531 tấn/năm xuống còn 302 tấn/năm, giảm 229 tấn, tương ứng tỷ lệ giảm từ 2,3% xuống 1% so với tổng phát sinh. Tương tự, lượng nhựa không được quản lý cũng giảm từ 716 tấn/năm xuống 472 tấn/năm, tức giảm 244 tấn (34%), tỷ lệ so với tổng phát sinh giảm từ 3,1% xuống 1,5% (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2021; Hoàng Công Tín và cs., 2025).

Xét về nguồn gốc đóng góp, nhóm chất thải chưa được thu gom vẫn chiếm tỷ trọng lớn nhất nhưng đã giảm từ 74,2% xuống 64,0% tổng lượng chưa được quản lý, với khối lượng giảm hơn 200 tấn/năm. Nguồn từ dịch vụ thu gom tăng về tỷ lệ (từ 24,9% lên 35,4%) nhưng khối lượng thực tế vẫn giảm (từ 178 tấn/năm xuống còn 167 tấn/năm), cho thấy cơ sở hạ tầng và dịch vụ thu gom đã được cải thiện. Các nguồn còn lại hầu như không có biến động đáng kể. Những thay đổi này cho thấy lượng RTN thất thoát từ mọi nguồn đều giảm, phản ánh mức độ kiểm soát chất thải đã được cải thiện trong giai đoạn nghiên cứu, dù cơ cấu phần trăm giữa các nguồn có sự dịch chuyển do chênh lệch tốc độ giảm.

Bên cạnh đó, kết quả so sánh cho thấy có sự thay đổi rõ rệt trong cách thức RTN bị thất thoát ra môi trường giữa giai đoạn nghiên cứu cơ bản và đánh giá cuối kỳ. Khối lượng RTN tồn lưu trên đất hầu như ổn định, tăng nhẹ từ 209 tấn/năm ở giai đoạn nghiên cứu cơ bản lên 211 tấn/năm ở giai đoạn đánh giá cuối kỳ (tăng 1%). Tỷ lệ RTN chưa được quản lý trong nhóm này giảm từ 29,2% xuống 44,7%, cho thấy một phần

chất thải đã được thu gom và quản lý tốt hơn dù tổng khối lượng không thay đổi nhiều.

Đối với RTN bị đốt ngoài trời, hoạt động này không được ghi nhận ở giai đoạn nghiên cứu cơ bản nhưng đã xuất hiện ở giai đoạn đánh giá cuối kỳ với khối lượng khoảng 60 tấn/năm. Theo khảo sát, các khu vực thường xuyên diễn ra việc đốt RTN chủ yếu là các khu vực có tần suất thu gom rác thấp, gần sông hoặc đồng ruộng như xã/phường Hương Phong, Hương Sơ và Long Hồ. Việc phát sinh hình thức xử lý này phản ánh xu hướng thay đổi hành vi của một bộ phận người dân, có thể nhằm giảm lượng rác tồn lưu trên đất, song cũng làm tăng nguy cơ phát thải khí gây hại môi trường không khí và sức khỏe con người.

RTN được vớt từ cống rãnh tăng từ 14 tấn/năm lên 23 tấn/năm (tăng 64%). Sự gia tăng này nhiều khả năng xuất phát từ việc tăng cường các hoạt động thu gom, cho thấy năng lực quản lý và can thiệp chủ động đã được nâng cao so với giai đoạn đầu.

Đáng chú ý, RTN vào hệ thống thủy vực giảm mạnh từ 493 tấn/năm xuống 178 tấn/năm (giảm 64%). Tỷ lệ chất thải chưa được quản lý trong dòng chảy thủy vực giảm từ 68,9% xuống 38%, tương ứng giảm hơn 300 tấn/năm. Đóng góp trực tiếp vào hệ thống thủy vực giảm từ 2,2% xuống 0,6% tổng lượng RTN phát sinh, và đóng góp từ hệ thống thoát nước mưa cũng giảm cả về tỷ trọng (từ 92,4% xuống 87,1%) lẫn khối lượng (giảm 5 tấn/năm). Lượng nhựa tính theo đầu người phát thải vào hệ thống thủy vực giảm từ 1,0 kg/người/năm xuống 0,3 kg/người/năm.

Tổng hợp số liệu cho thấy dòng thất thoát RTN vào thủy vực đã được kiểm soát rõ rệt, trong khi sự xuất hiện của hoạt động đốt ngoài trời là một xu hướng mới cần được theo dõi và quản lý để tránh phát sinh các tác động tiêu cực khác lên môi trường.

6.3. Đóng góp cho hoạch định chính sách địa phương

Việc áp dụng công cụ WABI tại thành phố Huế không chỉ dừng lại ở việc thu thập dữ liệu học thuật mà giá trị lớn nhất nằm ở việc cung cấp bằng chứng cụ thể và các khuyến nghị thực tiễn, trực tiếp đóng góp vào quá trình hoạch định chính sách của thành phố.

6.3.1. Vai trò của WABI: Từ công cụ đánh giá thực trạng giám sát chính sách

- *Công cụ đánh giá thực trạng dựa trên bằng chứng (baseline):* Thay vì dựa trên các nhận định cảm tính, kết quả WABI năm 2021 đã cung cấp cho chính quyền thành phố Huế một bản đồ rõ ràng về các điểm nóng của hệ thống. Nó chỉ ra rằng, vấn đề của Huế không chỉ là kỹ thuật thu gom, mà là tính bền vững tài chính và sự thiếu liên kết với khu vực phi chính thức, điều này giúp các can thiệp của dự án đi đúng trọng tâm.

- *Công cụ theo dõi và đánh giá tác động (endline):* Bằng cách so sánh dữ liệu WABI giữa 2 thời điểm (2021 và 2024), chính quyền thành phố có thể lượng hóa được tác động của các chính sách và can thiệp. Số liệu tổng lượng RTN thất thoát ra môi trường năm 2024 (472 tấn) giảm còn bằng 64% của năm 2021 (716 tấn) là một bằng chứng cho kết quả dự án mang lại, minh chứng cho hiệu quả của sự đầu tư vào truyền thông cũng như cải thiện hệ thống. Tuy nhiên, chỉ số bền vững tài chính chưa có nhiều thay đổi là một khuyến nghị rõ ràng rằng cần phải có những cải cách chính sách mạnh mẽ hơn để giảm gánh nặng ngân sách nhà nước hỗ trợ cho hoạt động QLCTR của địa phương.

6.3.2. Các khuyến nghị chính sách cho thành phố Huế

Dựa trên những phân tích so sánh từ WABI (Báo cáo đánh giá cuối kỳ), các khuyến nghị chính sách cụ thể đã được xây dựng, tập trung vào việc giải quyết các thách thức còn tồn tại để đảm bảo tính bền vững sau khi dự án kết thúc:

Về thể chế hóa và bền vững của mô hình

- *Thể chế hóa:* Các mô hình thành công đã được thí điểm, điển hình như Mô hình trường học giảm nhựa, Mô hình phân loại rác tại nguồn ở cộng đồng, Ngôi nhà xanh cần được chính thức hóa bằng các văn bản chính sách của UBND thành phố và bố trí ngân sách để nhân rộng, thay vì chỉ dựa vào nguồn lực dự án.

- Lồng ghép khu vực phi chính thức: Xây dựng cơ chế chính thức để công nhận, hỗ trợ và tích hợp mạng lưới thu mua phế liệu vào hệ thống quản lý CTR của thành phố để thúc đẩy và nâng cao tỷ lệ tái chế.

Về bền vững tài chính

- Điều chỉnh giá dịch vụ: Đây là yêu cầu cấp bách và cần xây dựng lộ trình điều chỉnh mức giá vệ sinh môi trường, chuyển đổi từ cơ chế thu ngang bằng sang mức thu dựa trên khối lượng hoặc thể tích (theo Luật BVMT 2020) để thực thi nguyên tắc "*người gây ô nhiễm phải trả tiền*". Giai đoạn đầu có thể áp dụng mức giá dịch vụ thu gom rác thải trên người. Định mức giá riêng đối với chất thải công kênh, chất thải xây dựng góp phần tăng nguồn thu cho hoạt động QLCTR.

Về kỹ thuật và hạ tầng

Đầu tư cho vùng ven: Ưu tiên nguồn lực để cải thiện hạ tầng và nâng cao tần suất thu gom tại các khu vực vùng ven, đảm bảo sự công bằng trong tiếp cận dịch vụ. Căn cứ trên nền tảng kỹ thuật xử lý CTR địa phương hiện có, chương trình thúc đẩy thu hồi tái chế định hướng và hướng dẫn cách phân loại tại nguồn phù hợp với đặc thù địa phương và theo luật pháp hiện hành để hoàn thiện chương trình PLRTN ở thành phố Huế.

Về xã hội và cộng đồng

- Duy trì truyền thông: Tiếp tục các chiến dịch truyền thông thay đổi hành vi một cách thường xuyên, liên tục. Đối với việc nâng cao hiệu quả chương trình PLRTN, hình thức truyền thông phù hợp ở các hộ gia đình là việc thiết kế các poster hướng dẫn nhỏ, đơn giản và sinh động kích cỡ nhỏ (A5 hoặc A4) có thể dán được ở phòng bếp là cách thức khá hiệu quả.

- Tăng cường giám sát: Nâng cao hiệu quả của các kênh tiếp nhận và phản hồi thông tin từ người dân, giám sát cộng đồng (như Hue-S) để đảm bảo chất lượng dịch vụ và xử lý kịp thời các vấn đề liên quan đến thu gom, xử lý rác thải cũng như các trường hợp vi phạm.

6.4. Bài học rút ra cho việc cải tiến công cụ và phương pháp tại Việt Nam

6.4.1. Bài học kinh nghiệm và khả năng nhân rộng công cụ WaCT

Tăng cường phối hợp liên ngành: việc triển khai WaCT đòi hỏi sự hợp tác chặt chẽ giữa chính quyền, doanh nghiệp dịch vụ môi trường, các nhà nghiên cứu và cộng đồng. Sự phối hợp hiệu quả giúp đảm bảo tính đại diện và độ tin cậy của dữ liệu thu thập.

Chuẩn hóa quy trình và dữ liệu: WaCT giúp xây dựng bộ chỉ tiêu thống nhất, khắc phục sự phân tán trong báo cáo quản lý chất thải giữa các cấp, góp phần hướng tới hệ thống cơ sở dữ liệu quốc gia về CTRĐT.

Kết hợp đa công cụ: Khi tích hợp với các công cụ WFD (ước tính thất thoát nhựa) và WABI (đánh giá tính bền vững), công cụ WaCT phát huy tối đa hiệu quả, làm tăng giá trị sử dụng và tính toàn diện trong quản lý CTRĐT.

Duy trì cập nhật định kỳ: Cần thực hiện cập nhật dữ liệu WaCT 2 - 3 năm/lần để theo dõi tiến trình đạt các Mục tiêu Phát triển Bền vững, đặc biệt mục tiêu SDG 11.6.1, đồng thời điều chỉnh chiến lược quản lý CTRĐT theo thực tế địa phương.

Thúc đẩy minh bạch dữ liệu và ra quyết định dựa trên bằng chứng: bằng cách định lượng hóa một cách khoa học hiệu quả hoạt động quản lý CTRĐT, WaCT cho phép chính quyền thành phố theo dõi và báo cáo chính xác các kết quả của công tác quản lý. Những dữ liệu định lượng này, bao gồm cả tỷ lệ thu gom, thành phần rác thải, và tỷ lệ quản lý có kiểm soát, là cơ sở khoa học thiết yếu để đánh giá hiệu suất, điều chỉnh các chiến lược đang thực hiện, và làm nền tảng vững chắc cho việc đầu tư cũng như hoạch định các chính sách quản lý CTRĐT trong tương lai.

Việc áp dụng công cụ WaCT tại thành phố Huế giai đoạn 2021 - 2024 là một trong những ví dụ điển hình về việc nội địa hóa công cụ quốc tế nhằm phục vụ quản lý CTRĐT và theo dõi tiến trình Mục tiêu Phát triển Bền vững (SDG) 11.6.1. Kinh nghiệm từ nghiên cứu ở Huế cho thấy, khả năng ứng dụng linh hoạt của công cụ WaCT ở nhiều quy mô khác nhau - từ cấp thành phố đến cấp vùng, mở ra cơ hội nhân rộng trên phạm vi quốc gia Việt Nam và khu vực châu Á.

6.4.2. Bài học kinh nghiệm và khả năng nhân rộng công cụ WFD

Khi áp dụng công cụ WFD tại Việt Nam, một số hạn chế kỹ thuật đã được ghi nhận. Trước hết, phần mềm WFD hiển thị lỗi DIV#0 khi người dùng chọn giá trị “None”, nguyên nhân là do thiếu các dịch vụ hoặc hoạt động quản lý chất thải tương ứng (chẳng hạn như phân loại tại nguồn hoặc xử lý chính thức). Lỗi này khiến mô hình không thể tiếp tục tính toán kết quả cho toàn bộ sơ đồ dòng vật liệu, làm gián đoạn quá trình hiển thị dữ liệu tổng thể cho khu vực nghiên cứu.

Hạn chế này phản ánh kỹ thuật của công cụ và thực tiễn quản lý chất thải tại Việt Nam, nơi nhiều hoạt động thu gom, xử lý vẫn còn phi chính thức hoặc chưa được ghi nhận trong hệ thống dữ liệu.

Từ đó, có thể rút ra một số bài học quan trọng cho việc cải tiến công cụ và phương pháp:

Thứ nhất, cần ưu tiên điều chỉnh kỹ thuật và cơ chế xử lý lỗi trong phần mềm WFD để đảm bảo mô hình vẫn hoạt động khi một số dòng chất thải hoặc hoạt động quản lý không tồn tại, tránh làm gián đoạn quá trình tính toán.

Thứ hai, nên bổ sung các chức năng linh hoạt hơn, chẳng hạn như cảnh báo hoặc tự động bỏ qua giá trị thiếu (None), giúp duy trì khả năng hiển thị kết quả tổng thể.

Thứ ba, cần phát triển các phiên bản WFD với chức năng tùy chỉnh theo bối cảnh của từng khu vực. Việc này cần sự tham gia của các nhà phát triển công cụ và tổ chức hỗ trợ kỹ thuật. Khi phiên bản mới được đưa vào sử dụng, người dùng sẽ có khả năng lựa chọn các thiết lập phù hợp với điều kiện hạ tầng, dữ liệu và hệ thống quản lý chất thải tại Việt Nam. Điều này sẽ giúp kết quả mô hình phản ánh sát thực tế hơn và tăng tính ứng dụng trong hỗ trợ ra quyết định.

Như vậy, việc khắc phục các hạn chế kỹ thuật và điều chỉnh công cụ theo bối cảnh địa phương sẽ giúp WFD trở thành một phương pháp hiệu quả hơn trong đánh giá và quy hoạch quản lý chất thải tại Việt Nam.

6.4.3. Bài học kinh nghiệm và khả năng nhân rộng công cụ WABI

Nghiên cứu điển hình tại thành phố Huế có thể rút ra bài học như sau:

Tầm quan trọng của việc có dữ liệu cơ sở và các đánh giá trước khi thực hiện bất kỳ can thiệp nào vào hệ thống QLCTR là hết sức quan trọng. Nếu không có đánh giá WABI năm 2021, sẽ thiếu sót trong các định hướng can thiệp cũng như khó khăn đo lường chính xác thành công của năm 2024. Quản lý dựa trên dữ liệu là chìa khóa cho chính sách công hiệu quả.

Các nghiên cứu WABI có thể thực hiện độc lập, dựa trên thu thập dữ liệu định lượng thứ cấp, tuy nhiên để triển khai WABI hiệu quả các đô thị nên triển khai công cụ WaCT và kết quả của WaCT sẽ cung cấp dữ liệu nền của địa phương giúp cho kết quả WABI sát thực với thực tế của địa phương hơn.

WABI đã chứng minh là một công cụ linh hoạt, hiệu quả, có thể áp dụng trong bối cảnh các đô thị Việt Nam. Nó cung cấp một tiếng nói chung để các nhà quản lý, các nhà khoa học và cộng đồng cùng nhìn nhận về một vấn đề phức tạp. Từ thành công của Huế, mô hình áp dụng WABI để tính toán, theo dõi và hoạch định chính sách QLCTR để có thể được nhân rộng ra các đô thị khác, giúp các thành phố xây dựng lộ trình QLCTR bền vững và phù hợp với bối cảnh địa phương của mình.

6.5. Định hướng chính sách, giải pháp và khả năng nhân rộng

6.5.1. Định hướng tích hợp bộ ba công cụ vào các chương trình và chính sách quốc gia về chất thải rắn và dòng rác thải nhựa

Việc tích hợp WaCT, WFD và WABI cần được thực hiện theo nhóm chính sách trọng tâm gồm: quản lý CTRĐT, phân loại tại nguồn, giảm RTN và thúc đẩy kinh tế tuần hoàn. Việc đạt được mục tiêu giảm RTN, nâng cao PLRTN, phát triển kinh tế tuần hoàn và thực thi EPR đòi hỏi chính sách dựa trên dữ liệu đo lường được và có khả năng theo dõi hiệu quả qua thời gian. Bộ 3 công cụ WaCT, WFD và WABI cung cấp bộ giải pháp hỗ trợ từ cấu trúc và thành phần CTRĐT thông qua hình ảnh trực quan về dòng CTRĐT và các điểm, khu vực thất thoát CTRĐT và

dòng RTN cũng như nhận diện và đo lường được hành vi và trách nhiệm của các bên liên quan chính. Kết hợp chúng giúp hoạch định, giám sát và điều chỉnh chính sách một cách minh bạch, có hiệu quả và phù hợp với thực tiễn địa phương và tương thích với hạ tầng hiện có của địa bàn triển khai. Việc tích hợp vào chính sách quốc gia có thể được thực hiện theo các lĩnh vực ưu tiên như sau:

6.5.1.1. Quản lý chất thải rắn tổng thể

WaCT hỗ trợ thiết lập bộ dữ liệu quốc gia về đặc tính và khối lượng CTRĐT và dòng RTN; WFD giúp bố trí hạ tầng hợp lý; WABI giám sát hiệu quả dịch vụ. Bộ 3 công cụ tạo cơ sở khoa học để thiết kế chiến lược giảm chôn lấp, tăng thu gom, thu hồi - tái chế và xử lý bền vững.

- Sử dụng WaCT để thiết lập cơ sở dữ liệu quốc gia/địa phương về thành phần chất thải theo vùng và theo loại nguồn (hộ gia đình, thương mại, y tế). Dùng kết quả để xác định tiêu chuẩn kỹ thuật cho hệ thống thu gom và xử lý (ví dụ: tỷ lệ hữu cơ cao → cần đầu tư cho xử lý sinh học; tăng cường thu gom và tái chế).

- WFD dùng để lập sơ đồ dòng chất thải cho từng đô thị/tỉnh, từ đó xây kế hoạch hạ tầng (vị trí bãi, lò đốt, cơ sở tiên phân loại và tái chế) tối ưu theo khoảng cách - chi phí - rủi ro môi trường.

- WABI cung cấp chỉ số theo dõi việc thực hiện chính sách: tỷ lệ thu gom, tỷ lệ đưa vào cơ sở hợp pháp, tỉ lệ thất thoát ra môi trường. Đây là những chỉ số này nên được tích hợp vào KPI của cơ quan quản lý.

6.5.1.2. Phân loại rác tại nguồn

Dữ liệu từ WaCT xác định nhóm vật liệu ưu tiên phân loại; WFD xác định điểm thu gom hợp lý; WABI theo dõi hành vi phân loại.

- WaCT cho biết nhóm vật liệu ưu tiên phân loại (ví dụ: loại nhựa dễ tái chế và nhựa khó tái chế).

- Thiết kế lộ trình phân loại: sử dụng WFD để xác định điểm thu gom phù hợp (thu gom riêng, điểm trung chuyển, túi vàng/túi xanh), và WABI để định nghĩa chỉ số hành vi (tỷ lệ hộ gia đình phân loại đúng, tần suất phân loại sai).

- Chính sách hỗ trợ: quy định bắt buộc phân loại ở các khu vực đô thị; kèm theo chương trình truyền thông, hướng dẫn và chế tài; dùng dữ liệu WABI để nhằm mục tiêu can thiệp giáo dục.

6.5.1.3. Giảm nhựa và thúc đẩy thu hồi và tái chế

WaCT xác định các loại RTN phát sinh cao; WFD mô phỏng tác động chính sách; WABI đánh giá hiệu quả truyền thông và hành vi. Tích hợp bộ 3 công cụ vào lộ trình giảm nhựa giúp ưu tiên các dòng vật liệu có rủi ro thất thoát cao như hộp xốp, các ly nhựa, túi ni lông mỏng, polystyrene.

- Định hướng ưu tiên bằng WaCT: Xác định loại nhựa chiếm tỷ trọng lớn trong dòng RTN (ví dụ: các sản phẩm ND1L như túi ni lông, nhựa đóng gói một lần) để ban hành lệnh cấm, áp dụng thuế, hay các ưu đãi thay thế.

- Mô phỏng kịch bản bằng WFD: Đánh giá tác động của chính sách (ví dụ cấm một số loại ND1L như ống hút, hộp xốp...) lên CTRĐT và dòng RTN, khối lượng rác đến bãi chôn lấp/nhà máy xử lý.

- Đo lường bằng WABI: Theo dõi thay đổi hành vi (giảm sử dụng sản ND1L, sử dụng túi tái sử dụng, các sản phẩm thay thế khác) và hiệu quả chính sách qua thời gian.

6.5.1.4. Kinh tế tuần hoàn và trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất

Bộ 3 công cụ hỗ trợ cung cấp dữ liệu đầu vào để ước tính mức phí EPR, cơ chế thu hồi vật liệu và giám sát tuân thủ. WABI đặc biệt hữu ích trong đánh giá tỷ lệ thu hồi thực tế.

- Cơ sở dữ liệu WaCT là đầu vào để xác định loại sản phẩm/vật liệu có tiềm năng thu hồi và thị trường tái chế.

- EPR thiết kế dựa trên WaCT/WFD: mức phí EPR có thể tính theo khối lượng/tỷ lệ khó tái chế do WaCT cung cấp; WFD giúp xác định cơ sở hạ tầng thu gom phù hợp để thực hiện nghĩa vụ tái thu gom.

- WABI là công cụ đánh giá tuân thủ EPR: tỷ lệ thu hồi do nhà sản xuất đạt được, tỷ lệ vật liệu thực tế được tái chế, mức độ báo cáo minh bạch. Kết quả này có thể liên kết với cơ chế thưởng/phạt hành chính hoặc tài chính.

6.5.2. Giải pháp tăng cường năng lực địa phương và khả năng nhân rộng

Các giải pháp được đề xuất dựa trên các phân tích và đánh giá thực tiễn từ kết quả nghiên cứu của thành phố Huế giai đoạn 2021 - 2024 nhằm đảm bảo khả năng vận hành bền vững và nhân rộng mô hình.

6.5.2.1. Tổ chức và nhân sự

Thành lập Tổ công tác/Ban điều phối liên ngành tại tỉnh/thành phố về quản lý RTN (cấp tỉnh/thành phố) gồm: Sở Nông nghiệp và Môi trường, Sở Du lịch, Sở Giáo dục và Đào tạo, đại diện doanh nghiệp tái chế, đại diện lực lượng thu gom phi chính thức (ve chai), chuyên gia độc lập.

Triển khai nhiệm vụ: duy trì dữ liệu WaCT/WFD/WABI hằng năm; giám sát KPI; điều phối quỹ EPR/Hệ thống đặt cọc hoàn trả (DRS).

6.5.2.2. Nâng cao năng lực kỹ thuật

Tổ chức các lớp đào tạo ToT về cách thu thập dữ liệu WaCT, vận hành WFD và hoàn thiện WABI dành cho cán bộ cấp phường xã phụ trách lĩnh vực tài nguyên, môi trường, nhân viên đơn vị thu gom và tư vấn.

Biên soạn tài liệu hướng dẫn sử dụng/ quy trình vận hành chuẩn (Standard Operating Procedures - SOPs) cho các đối tượng khảo sát trọng điểm để bảo đảm so sánh theo năm và giữa địa phương.

6.5.2.3. Hệ thống dữ liệu & tích hợp nền tảng

Xây dựng hệ thống số hóa thống nhất: Hue-S, cơ sở dữ liệu dùng chung về CTR và dòng RTN, hồ sơ dữ liệu quốc gia về RTN,... để tích hợp đầu vào từ WaCT (báo cáo định lượng), WFD (sơ đồ thất thoát CTRĐT và dòng RTN), WABI (báo cáo hiệu suất).

Kết nối nền tảng mGreen/GreenPoint và các ứng dụng thu gom phi chính thức để theo dõi khối lượng phế liệu thu mua, giao dịch và kết nối lực lượng thu gom phi chính thức.

6.5.2.4. Tài chính và cơ chế khuyến khích

Quỹ Hỗ trợ Tái chế địa phương: nguồn từ đóng góp EPR, phí dịch vụ thu gom, ngân sách địa phương và các đối tác công tư để ưu tiên: (i) hỗ trợ trang thiết bị cho lực lượng thu gom không chính thức; (ii) đầu

tư trạm phân loại - tái chế; (iii) bù chi phí logistics cho việc triển khai thử nghiệm đặt cọc-hoàn trả.

Khuyến khích các doanh nghiệp xã hội, doanh nghiệp có trách nhiệm với môi trường, doanh nghiệp tái chế và khu vực phi chính thức tham gia vào quá trình thu gom và tái chế CTRĐT và dòng RTN chính quy bằng cách áp dụng cơ chế thưởng - tích điểm - quà (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2025).

6.5.2.5. Hạ tầng và công nghệ

Xây dựng/thiết lập hoặc mở rộng các cơ sở phân loại - tái chế (MRF) gần nguồn phát sinh lớn: khu chợ, khách sạn, trường học để nâng tỷ lệ tái chế chính thức (Trần Ngọc Tuấn và cs., 2022).

Xây dựng và phát triển hệ thống đặt cọc - hoàn trả (DRS), các máy thu gom và phân loại vật liệu tái chế tại các khu vực công cộng nhằm khuyến khích các hành vi và thói quen tốt về PLRTN: điểm hoàn tiền thuận tiện (siêu thị, trường học, khu vực công cộng) và tuyến thu gom tập trung cho nhà máy tái chế. Bằng chứng quốc tế cho thấy hệ thống DRS nâng cao tỷ lệ thu hồi đáng kể (Na Uy, Đức).

6.5.2.6. Truyền thông và thay đổi hành vi

Nhận diện các điểm yếu cần cải thiện từ kết quả WABI và WFD để xây dựng các chương trình và chiến lược truyền thông phù hợp với các bên liên quan, các đối tượng được nhận diện “cần” được cải thiện (Hoàng Công Tín và cs., 2024a, b).

Xây dựng chiến dịch truyền thông kết hợp “phân loại tại nguồn - đổi điểm - hoàn tiền” dùng dữ liệu WFD để tập trung khu vực nhiều thất thoát, dùng khảo sát hộ gia đình để tinh chỉnh thông điệp.

Xây dựng các Quy trình chuẩn cho truyền thông và chuẩn hóa các ấn phẩm và bộ nhận diện truyền thông (hình ảnh, màu sắc và thông điệp,...) nhằm chuyển tải thông tin một cách chính xác, lặp lại và tăng cường độ nhận diện và hiệu quả truyền thông.

6.5.2.7. Hợp tác với khối tư nhân và học thuật

Hợp tác với trường/viện trong đào tạo, nghiên cứu và vận hành các công cụ.

Nhân rộng các mô hình tổ hợp tác ve chai và các sáng kiến trong du lịch nhằm nâng cao nhận thức và thay đổi hành vi thông qua thực hành áp dụng các công cụ.

KẾT LUẬN

Trong bối cảnh ô nhiễm CTR và RTN đã trở thành một trong những thách thức môi trường toàn cầu, mà một trong những nguyên nhân chính đến từ việc thiếu sự đánh giá và cách thức QLCTR hiệu quả. Do vậy, việc áp dụng các công cụ đánh giá có cơ sở khoa học, được chuẩn hóa, có khả năng trực quan hóa và nhận diện các điểm mạnh, điểm yếu là hết sức cần thiết. Những công cụ này sẽ giúp các đô thị định hướng các can thiệp phù hợp nhằm cải thiện và nâng cao hiệu quả công tác QLCTR. Cuốn sách chuyên khảo “*Ứng dụng các công cụ WaCT, WFD và WABI trong quản lý chất thải rắn và dòng rác thải nhựa*” được biên soạn nhằm đáp ứng nhu cầu đó, với mục tiêu giới thiệu phương pháp, quy trình và giá trị thực tiễn của 3 công cụ quốc tế trong việc đo lường, trực quan hóa và đánh giá hiệu quả hệ thống QLCTR. Đây là kết quả nghiên cứu ứng dụng được triển khai tại thành phố Huế trong khuôn khổ Dự án *Huế - Đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam (TVA)* do WWF-Việt Nam chủ trì, với sự hỗ trợ kỹ thuật của các chuyên gia quốc tế.

Sáu chương của cuốn sách được sắp xếp logic, phản ánh toàn diện từ nền tảng lý thuyết đến ứng dụng thực tiễn. Chương 1 khái quát bối cảnh toàn cầu và quốc gia về QLCTR và RTN, chỉ ra xu hướng chuyển dịch từ mô hình “*thu gom - xử lý*” sang “*quản lý tài nguyên và kinh tế tuần hoàn*”. Phần này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc thu thập dữ liệu đáng tin cậy, đo lường dòng vật chất và thiết lập hệ thống chỉ số đồng bộ phục vụ mục tiêu phát triển bền vững (SDG 11.6.1).

Kết quả của Chương 2 trong việc ứng dụng công cụ WaCT giúp đô thị xác định chính xác các khu vực có nguy cơ thất thoát RTN, từ đó hình thành cơ sở dữ liệu nền phục vụ lập kế hoạch và đầu tư công. Chương 3 tiếp nối bằng việc ứng dụng công cụ WFD để mô phỏng dòng CTR và RTN trên địa bàn thành phố. Mô hình WFD minh họa trực quan dòng thất thoát RTN và định hình các được các ưu tiên can thiệp. Công cụ này đồng thời là phương tiện truyền thông mạnh mẽ giúp cộng đồng và chính quyền cùng nhận thấy một cách cụ thể về dòng CTRĐT.

Chương 4 sử dụng bộ chỉ số WABI để đánh giá hiệu quả QLCTR của Huế trên các khía cạnh kỹ thuật, thể chế và xã hội. Kết quả cho thấy hệ thống QLCTR của thành phố điểm mạnh, hạn chế tương đối rõ ràng như năng lực thu gom ổn định và khung pháp lý tương đối hoàn thiện, song còn hạn chế về tính bền vững tài chính, quản lý dữ liệu cũng như sự thừa nhận của hoạt động tái chế thuộc khu vực phi chính thức. Tính năng, điểm mạnh và điểm yếu của các công cụ riêng biệt được giới thiệu, phân tích trong các chương 2, 3 và 4. Thế mạnh cũng như cơ chế tích hợp bộ 3 công cụ này trong đánh giá CTR và RTN được giới thiệu ở chương 5.

Để minh họa thực tiễn triển khai áp dụng bộ 3 công cụ đã được giới thiệu trong các chương đó, Chương 6 đi sâu vào chi tiết thực hành áp dụng thông qua giới thiệu các nghiên cứu điển hình tại Việt Nam. Đề từ đó rút ra bài học kinh nghiệm và đề xuất nhóm giải pháp chính sách, trong đó nhấn mạnh việc tích hợp 3 công cụ trên vào quy trình quản lý nhà nước và báo cáo theo SDG 11.6.1. Các kết quả thực tiễn từ Huế cho thấy sự kết hợp giữa WaCT, WFD và WABI đã giúp xây dựng bộ dữ liệu thống nhất, định lượng rõ lượng RTN thất thoát ra môi trường, đồng thời tạo nền tảng cho các chiến lược giảm nhựa trong tương lai. Chương 6 định hướng khả năng mở rộng mô hình ra phạm vi quốc gia và khu vực, đề xuất lồng ghép các công cụ này vào hệ thống chỉ số QLCTR của Bộ Nông nghiệp và Môi trường, cũng như trong các chương trình về kinh tế tuần hoàn, giảm nhựa và trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR).

Từ kết quả của 6 chương, có thể khẳng định rằng việc ứng dụng 3 công cụ WaCT, WFD và WABI không chỉ giúp đo lường và đánh giá hiệu quả hệ thống QLCTR, mà còn góp phần thay đổi cách tiếp cận quản lý – từ “*quan sát hiện trạng*” sang “*quản trị dựa trên bằng chứng*”. Sự kết hợp đồng bộ giữa 3 công cụ tạo nên một khung phân tích toàn diện: WaCT cung cấp dữ liệu định lượng; WFD giúp trực quan hóa dòng chất thải; và WABI cho phép đánh giá hiệu suất và xác định khoảng trống cần cải thiện. Qua đó, các đô thị có thể xác định rõ mức độ thất thoát rác thải, hiệu quả thu gom, mức độ bao phủ dịch vụ và hiệu quả quản lý, làm cơ sở cho quy hoạch, đầu tư và chính sách môi trường phù hợp.

Về mặt khoa học, cuốn sách đóng góp vào hệ thống hóa tri thức về quản lý CTRĐT theo chuẩn quốc tế, chứng minh khả năng vận dụng các công cụ toàn cầu trong bối cảnh Việt Nam. Về mặt thực tiễn, kết quả triển khai tại Huế đã tạo ra bộ dữ liệu minh chứng đầu tiên của một đô thị Việt Nam được đánh giá đồng bộ bằng 3 công cụ trên, cung cấp cơ sở cho việc theo dõi tiến độ thực hiện SDG 11.6.1 và Chiến lược quốc gia về giảm ô nhiễm nhựa. Kinh nghiệm này cho thấy khi các công cụ khoa học được kết hợp với cam kết chính trị, sự tham gia của cộng đồng và doanh nghiệp, hệ thống quản lý CTRĐT có thể vận hành hiệu quả, minh bạch và hướng đến bền vững.

Trong giai đoạn 2025 - 2030, việc nhân rộng mô hình tích hợp WaCT, WFD và WABI cần được xem là hướng ưu tiên trong công tác QLCTR tại Việt Nam. Cụ thể, cần (i) mở rộng áp dụng tại các đô thị khác trong mạng lưới *Plastic Smart Cities Việt Nam* để hình thành cơ sở dữ liệu liên vùng; (ii) thể chế hóa khung công cụ này trong hướng dẫn kỹ thuật quốc gia về QLCTR và RTN; và (iii) ứng dụng chuyển đổi số, công nghệ GIS và cơ sở dữ liệu mở để giám sát và ra quyết định. Khi đó, QLCTR sẽ không còn là hoạt động xử lý thụ động, mà trở thành một phần của quản trị tài nguyên đô thị và phát triển kinh tế tuần hoàn.

Tóm lại, cuốn sách này minh chứng cho sự gắn kết giữa khoa học, chính sách và thực tiễn. Việc áp dụng 3 công cụ WaCT, WFD và WABI đã mang lại một cách tiếp cận mới, vừa định lượng vừa quản trị giúp đô thị Việt Nam tiến gần hơn đến mục tiêu “*Không còn RTN trong thiên nhiên*”, đồng thời góp phần hiện thực hóa tầm nhìn phát triển bền vững quốc gia. Đây không chỉ là kết quả của một chương trình dự án, mà còn là bước khởi đầu cho một hệ thống đánh giá mở, minh bạch và bao trùm, phục vụ thể hệ tương lai trong hành trình xây dựng các thành phố xanh, sạch và đáng sống./.

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2022). *Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) cập nhật năm 2022*. Hà Nội: Bộ Tài nguyên và Môi trường.
2. Clean Air Asia, & UNEP. (2021). *Open burning in Viet Nam: A case study on status, impacts, and solutions*. 23 pages. <https://cleanairasia.org/>
3. Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
4. Giang, N. B., Tuan, T. N., Tin, H. C., Chung, D. T., Ni, T. N. K., Binh, N. H., Nhung, D. T., Tuan, L. C., Son, T. M., & Khuyen, N. T. B. (2023). Current plastic waste status and its leakage at Tam Giang–Cau Hai Lagoon System in Central Vietnam. *Urban Science*, 7(3), 89. <https://doi.org/10.3390/urbansci7030089>
5. Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
6. GIZ. (2023). *The Waste Flow Diagram: Identifying Leakages from Municipal Waste Management Systems: Compendium of Case Studies*. <https://wfd.rwm.global/wp-content/uploads/2023/05/en-giz-wfd-compendium-2023.pdf>
7. GIZ, University of Leeds, Eawag-Sandec, & Wasteaware. (2020). *User manual: Waste Flow Diagram (WFD): A rapid assessment tool for mapping waste flows and quantifying plastic leakage (Version 1.0)*.
8. GIZ. (2024). *Case study: Tututepec, Mexico, Americas*. In *The Waste Flow Diagram: Identifying leakages from municipal waste management systems – Compendium of case studies (Waste Flow Diagram Version 2.0)*. GIZ.
9. GIZ. (2025). *Case study: Niāmatpur, Bangladesh, Asia*. In *The Waste Flow Diagram: Identifying leakages from municipal waste*

management systems – Compendium of case studies (Waste Flow Diagram Version 2.0). GIZ.

10. ISWA. (2020). Global Initiatives to Beat Plastic Pollution. *ISWA combats plastic pollution*.
11. Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
12. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank.
13. Lebreton, L., & Andrady, A. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, 5(6), 1–11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>
14. Pham Khac Lieu, Tran Ngoc Tuan, Le Vu Khanh Hoa. (2012). *A study on material flow of recyclables handled by informal sectors and their operational efficiencies in Hue* (44 pages). Project report submitted to Okayama University, Japan.
15. Manzoni, C., Paruta, P., Boucher, J., & EA-EA. (2022). *Benchmark of plastic hotspotting methodologies: Quick guide and review of existing plastic material flow and leakage methodologies*.
16. OECD. (2022). *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
17. Pucino, M., Boucher, J., Bouchet, A., Paruta, P., & Zgola, M. (2020). *Plastic Pollution Hotspotting and Shaping Action: Regional results from Eastern and Southern Africa, the Mediterranean, and Southeast Asia*.
18. Lê Ngọc Phương Quý, Mai Thị Khánh Vân, Đỗ Thị Thu Trang, Trần Ngọc Tuấn, Lê Đình Cường, Lê Đình Huy. (2021). *Synthesis report: Social Assessment of Solid Waste Management System in Hue City* (85 trang). WWF-Việt Nam.
19. Sambyal, S. S. (2023). Waste management has a data problem: This approach can fix it. *World Economic Forum*.

20. Scheinberg, A., Wilson, D. C., & Rodic, L. (2010). *Solid Waste Management in the World's Cities*. UN-Habitat.
21. Thủ tướng Chính phủ. (2018). *Quyết định số 491/QĐ-TTg ngày 7 tháng 5 năm 2018 phê duyệt điều chỉnh Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050*. Hà Nội: Văn phòng Chính phủ.
22. Thủ tướng Chính phủ. (2019). *Quyết định số 1746/QĐ-TTg ngày 4 tháng 12 năm 2019 phê duyệt Kế hoạch hành động quốc gia về quản lý rác thải nhựa đại dương đến năm 2030*. Hà Nội: Văn phòng Chính phủ.
23. Thủ tướng Chính phủ. (2021). *Quyết định số 1316/QĐ-TTg ngày 22 tháng 7 năm 2021 phê duyệt Đề án tăng cường quản lý rác thải nhựa ở Việt Nam*. Hà Nội: Văn phòng Chính phủ.
24. Thủ tướng Chính phủ. (2022a). *Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10 tháng 01 năm 2022 quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ Môi trường*. Hà Nội: Chính phủ nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam.
25. Thủ tướng Chính phủ. (2022b). *Quyết định số 318/QĐ-TTg ngày 8 tháng 3 năm 2022 ban hành Bộ tiêu chí quốc gia về xã nông thôn mới giai đoạn 2021–2025*. Hà Nội: Văn phòng Chính phủ.
26. Hoàng Công Tín, Nguyễn Bắc Giang, Trần Ngọc Tuấn, Trần Anh Tuấn, Lê Văn Thắng, Đặng Thị Thanh Lộc, Đường Văn Hiếu, Lê Công Tuấn, Lê Thị Phương Chi, Phạm Phú Song Toàn, Lê Thị Tịnh Chi, Hoàng Thị Mỹ Hằng, Mai Ngọc Châu, Đỗ Thị Việt Hương, Dương Thành Chung, Tề Minh Sơn, Trần Ngọc Khánh Ni, Dương Thị Nhung. (2021). *Báo cáo kỹ thuật: Nghiên cứu tình hình thất thoát rác thải nhựa từ thành phố Huế và tác động đến môi trường đầm phá Tam Giang - Cầu Hai* (131 trang). WWF-Việt Nam.
27. Hoàng Công Tín, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Bắc Giang, Trần Ngọc Tuấn, Huỳnh Thị Ánh Phương, Dương Thành Chung, Nguyễn Trần Bảo Khuyên (2023). *Báo cáo tổng kết: Nghiên cứu ban đầu và thực hành thử nghiệm cải thiện hành vi (TIPS) phân loại chất thải rắn tại*

- nguồn ở 02 phường Hương Long và Thủy Biều, thành phố Huế (Chương trình CCBO) (69 trang). Ham Long Centre, USAID.
28. Hoàng Công Tín, Trần Ngọc Tuấn, Hoàng Ngọc Tường Vân, Vũ Trần Ngọc Cẩm, Lê Thị Thanh Thủy, Lê Thị Mỹ Thuyên. (2024). *Cẩm nang trường học giảm nhựa*. Nxb. Đại học Huế. WWF-Việt Nam.
 29. Hoàng Công Tín, Trần Ngọc Tuấn, Nguyễn Bắc Giang, Dương Thành Chung, Hoàng Ngọc Tường Vân, Lê Thị Thanh Thủy, Vũ Trần Ngọc Cẩm, Nguyễn Ngự Giao, Lê Hoàng Thủy Tiên, Trần Bảo Thi. (2024). *Huế và Hành trình giảm nhựa*. Nxb. Đại học Huế (77 trang). WWF-Việt Nam.
 30. Hoàng Công Tín, Trần Ngọc Tuấn, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Bắc Giang, Dương Thành Chung, Ngô Hữu Bình, Dương Thị Nhung. (2025). *Báo cáo đánh giá cuối kỳ: Dự án Huế đô thị giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam giai đoạn 2021–2024* (96 trang). WWF-Việt Nam.
 31. Tran Ngoc Tuan, Le Van Thang, Duong Van Hieu, Le Quang Long (2017). *Characteristics of households solid waste in Hue city*. Vietnam Journal of Science and Technology, 55(4C), pp.168-173.
 32. Trần Ngọc Tuấn, Nguyễn Đắc Hoàng Long, Đường Văn Hiếu, Lê Văn Thắng. (2019). *Hiện trạng rác thải nhựa bề mặt đáy sông Hương, thành phố Huế. Kỷ yếu hội thảo khoa học quốc gia: Ô nhiễm rác thải nhựa trên biển Việt Nam: Thực trạng và giải pháp*. Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học quốc gia Hà Nội.
 33. Trần Ngọc Tuấn, Dương Thành Chung, Lê Thị Tịnh Chi, Tề Minh Sơn. (2022). *Báo cáo kỹ thuật: Hiện trạng quản lý chất thải rắn tại chợ Đông Ba, thành phố Huế* (57 trang). WWF-Việt Nam.
 34. Trần Ngọc Tuấn, Hoàng Công Tín, Dương Thành Chung, Ngô Hữu Bình, Dương Thị Nhung. (2025). *Báo cáo kỹ thuật: Hỗ trợ kỹ thuật xây dựng kế hoạch triển khai phân loại chất thải rắn sinh hoạt tại nguồn và giảm thiểu rác thải nhựa trên địa bàn xã Hương Thủy, huyện Phú Vang, thành phố Huế* (99 trang). WWF-Việt Nam.

35. Trần Ngọc Tuấn, Lê Thị Tịnh Chi, Trần Anh Tuấn, Hoàng Công Tín, Lê Văn Thắng, Lê Công Tuấn, Dương Thành Chung, Nguyễn Bắc Giang, Mai Ngọc Châu, Đặng Thị Thanh Lộc, Đường Văn Hiếu, Đỗ Thị Việt Hương, Hoàng Thị Mỹ Hằng, Lê Thị Phương Chi, Tề Minh Sơn, Trần Ngọc Khánh Ni, Dương Thị Nhung, Phạm Phú Song Toàn. (2021). *Báo cáo kỹ thuật: Đánh giá kỹ thuật về hệ thống quản lý chất thải rắn ở thành phố Huế* (134 trang). WWF-Việt Nam.
36. UN-Habitat. (2019). *Waste Wise Cities Tool in Nairobi, Kenya: Factsheet*. UN-Habitat.
37. UN-Habitat. (2020). *Waste Wise Cities Tool: Step-by-step guide to assess a city's municipal solid waste management performance through SDG indicator 11.6.1 monitoring*. Nairobi: UN-Habitat.
38. UN-Habitat. (2021). *Waste Wise Cities Tool in Mangaluru, India: Factsheet*. UN-Habitat.
39. UN-Habitat. (2023). *Waste Wise Cities Tool in Nairobi, Kenya: Factsheet*. UN-Habitat.
40. UNEP. (2016). *Guidelines for Framework Legislation for Integrated Waste Management*. United Nations Environment Programme.
41. UNEP. (2018). *Single-use plastics: A roadmap for sustainability*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
42. UNEP. (2023). *Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
43. Vassanadumrongdee, S., Kallayanapattarasit, R., Lekkharn, A., & Unroj, P. (2023). Utilizing Wasteaware Benchmark Indicators to Improve Municipal Solid Waste Management in Northern Thailand. *Applied Environmental Research*, 45(1). <https://doi.org/10.35762/AER.2023006>
44. Velis, C. A. (2017). Waste-informed policy: The missing link to a circular economy. *Waste Management & Research*, 35(8), 781–782.
45. Velis, C. A., Cottom, J., Zurbrugg, C., Zabaleta, I., Blume, S., & Stretz, J. (2020). *Waste Flow Diagram: A rapid assessment for*

- mapping waste flows and quantifying plastic leakage – User manual*. GIZ, University of Leeds, Eawag, Wasteaware.
46. Whiteman, A. D., Wilson, D. C., Qian, M., Mitiaieva, N., Liu, X., & Li, X. (2019). *Wasteaware benchmark indicators for integrated sustainable waste management in Chinese cities (Edition 3.0)*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
 47. Whiteman, A., Cottom, J., Baias-Oros, A., Blume, S., Nagy, M., Velis, C., Newby, D., Zurbrügg, C., Pintea, A., Tosi-Robinson, D., Zaatar, M., & Weber, N. (2023). *The Waste Flow Diagram: Identifying leakages from municipal waste management systems*.
 48. Wilson, D. C., & Scheinberg, A. (2010). What is good practice in solid waste management? *Waste Management*, 28, 1055–1056.
 49. Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A.,... & Oelz, B. (2015). ‘Wasteaware’ benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management*, 35, 329–342.
 50. Wilson, D. C. (2023). Learning from the past to plan for the future: An historical review of the evolution of waste and resource management 1970–2020 and reflections on priorities 2020–2030. *Waste Management & Research*, 41(12), 1754–1813. <https://doi.org/10.1177/0734242X231205144>
 51. World Bank. (2018). *What a Waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank.

PHỤ LỤC

1. Phiếu ghi chép lấy mẫu chất thải rắn sinh hoạt hộ gia đình

Khu vực khảo sát:	Hộ 1	Hộ 2	Hộ 3	Hộ 4	Hộ 5	Hộ 6	Hộ 7	Hộ 8	Hộ 9	Hộ 10
Số người/hộ gia đình										
Khối lượng rác (kg)										
Ngày thu mẫu thứ 2										
Ngày thu mẫu thứ 3										
Ngày thu mẫu thứ 4										
Ngày thu mẫu thứ 5										
Ngày thu mẫu thứ 6										
Ngày thu mẫu thứ 7										
Ngày thu mẫu thứ 8										

2. Phiếu ghi chép phân tích thành phần chất thải rắn sinh hoạt

Khu vực khảo sát	Phân tích thành phần CTR đợt 1 (kg)	Phân tích thành phần CTR đợt 2 (kg)	Phân tích thành phần CTR đợt 3 (kg)	Tổng cộng	Trung bình
Thành phần CTR					
1. Rác bếp/căn tin					
2. Rác vườn					
3. Giấy, bìa cứng					
4. Nhựa màng mỏng					
5. Nhựa cứng					
6. Kim loại					
7. Thủy tinh					
8. Giày dép và dệt may					
9. Gỗ					
10. Chất thải đặc biệt					
11. Sản phẩm tổng hợp					
12. Rác khác					

3. Phiếu khảo sát phát sinh chất thải rắn sinh hoạt phi hộ gia đình

Họ tên điều tra viên:

Khu vực khảo sát:

Câu hỏi dành cho cơ sở kinh doanh/dịch vụ

Tên cơ sở:

Loại hình kinh doanh và quy mô (đánh dấu ô bên trái và cung cấp quy mô cụ thể):

	Loại hình	Quy mô	
☐	Khách sạn	Số phòng	
☐	Nhà hàng	Số ghế/khách hàng	
☐	Siêu thị	Mét vuông	
☐	Cửa hàng	Mét vuông	
☐	Chợ	Số quầy	
☐	Trung tâm thương mại	Mét vuông	
☐	Trường học	Số học sinh	
☐	Văn phòng	Số nhân viên	
☐	Bệnh viện	Số giường bệnh	

Câu hỏi 1: Cơ sở phát sinh bao nhiêu CTRSH mỗi ngày?

... kg/ngày ☐ Không biết

Câu hỏi 2: Đơn vị nào thu gom CTRSH của cơ sở?

□ Chính quyền đô thị

☐ Đơn vị thu gom chất thải thương mại (Tên: ..., SĐT liên hệ: ...)

Câu hỏi dành cho đơn vị thu gom CTRSH của cơ sở

Tên đơn vị thu gom chất thải:

Câu hỏi 1: Đơn vị thu gom được bao nhiêu chất thải từ cơ sở này và tần suất thu gom thế nào? (... kg mỗi ...ngày).

4. Phiếu khảo sát cơ sở thu hồi/tái chế phế liệu

Tên cơ sở/công ty:

Địa chỉ:

Người liên hệ:

Điện thoại/Email:

Câu 1. Cơ sở của anh/chị thuộc nhóm nào trong dòng thu hồi và tái chế phế liệu?

☐ **Cơ sở thu hồi cuối chuỗi/đơn vị tái chế cuối chuỗi:** Tiếp nhận phế liệu từ các đại lý thu mua phế liệu cấp cao (apex traders) hoặc trực tiếp từ cả hệ thống thu gom CTRSH chính thức và phi chính thức, và xử lý chúng thành các vật liệu hoặc sản phẩm có giá trị kinh tế, thông qua các hình thức như tái chế, đốt có thu hồi năng lượng, hoặc các quy trình thu hồi khác.”

☐ **Cơ sở/đại lý thu mua cấp cao:** Tiếp nhận vật liệu từ các đại lý trung gian hoặc trực tiếp từ hệ thống thu gom phế liệu chính thức và phi chính thức (bao gồm cả người nhặt rác), sau đó phân loại, sơ chế và bán lại cho cơ sở tái chế cuối cùng.

☐ **Cơ sở/đại lý thu mua:** Nhận phế liệu từ người thu gom hoặc các điểm tập kết nhỏ, sau đó phân loại, lưu kho và bán lại cho đại lý cấp cao.

Câu 2. Cơ sở thu mua loại vật liệu phục hồi/tái chế nào? (Chọn tất cả các loại phù hợp)

- ☐ PET
- ☐ HDPE
- ☐ PP
- ☐ PVC
- ☐ LDPE & Films
- ☐ EPS
- ☐ Nhựa khác
- ☐ Giấy và bìa cứng
- ☐ Thủy tinh
- ☐ Kim loại
- ☐ Rác hữu cơ
- ☐ Rác hỗn hợp
- ☐ Khác: (_____)

Câu 3. Vui lòng cho biết khối lượng từng loại vật liệu tái chế/thu hồi mà Cơ sở thu mua, theo từng nhà cung cấp và từng địa phương (ghi riêng từng loại vật liệu – nhà cung cấp – địa phương).

Thành phần CTRSH thu hồi	Tên cơ sở cung cấp phế liệu	Loại hình cơ sở cung cấp phế liệu *	Khối lượng nhận được (Kg/ngày)	Nguồn từ thành phố	Có phải là điểm đầu vào hệ thống thu hồi không? **

* *Loại nhà cung cấp*: Hệ thống thu gom chất thải rắn sinh hoạt; Nhóm nhà cung cấp nhỏ lẻ; Cơ sở thu mua; Cơ sở/đại lý thu mua cấp cao.

** *Điểm đầu vào hệ thống thu hồi CTRĐT*:

- Đánh dấu ‘Có’ nếu đây là lần đầu vật liệu được ghi nhận trong hệ thống thu hồi (từ nhà cung cấp chưa khảo sát).

- Đánh dấu ‘Không’ nếu nhà cung cấp đã nằm trong danh sách điều tra.

- Nếu vật liệu đã được tính là điểm đầu vào ở phiếu khác, bỏ trống ô này.

Câu 4. Đối với từng loại vật liệu có thể thu hồi hoặc tái chế mà đơn vị tiếp nhận từ các nguồn không thuộc dòng chất thải rắn sinh hoạt, vui lòng cho biết khối lượng nhận được và tên công ty hoặc đơn vị cung cấp.

Thành phần CTR thu hồi	Tên đơn vị cung cấp	Khối lượng thu nhận (kg/ngày)

Câu 5. Trong tổng khối lượng vật liệu cơ sở tiếp nhận, ước tính tỷ lệ được thu gom bởi khu vực phi chính thức là bao nhiêu?

- ☐ 0% – 19% ☐ 20% – 39% ☐ 40% – 59% ☐ 60% – 79%
☐ 80% – 100%

Câu 6. Theo ước tính của cơ sở, tỷ lệ vật liệu thu hồi trong toàn thành phố mà cơ sở hiện đang xử lý chiếm khoảng bao nhiêu?

- ☐ 0% – 19%
- ☐ 20% – 39%
- ☐ 40% – 59%
- ☐ 60% – 79%
- ☐ 80% – 100%

Câu 7. Vui lòng cho biết khối lượng chất thải còn lại hoặc vật liệu bị loại bỏ (residue/rejects) phát sinh trong quá trình thu hồi, tính theo tấn mỗi ngày, và địa điểm mà lượng chất thải này được vận chuyển đi.

Mô tả thành phần CTR	CTR này được đem đi đâu	Khối lượng phát sinh (kg/ngày)

Câu 8. Công suất dư hiện tại của cơ sở (phần công suất còn trống chưa sử dụng) là bao nhiêu? ... tấn/ngày

5. Đánh giá các yếu tố gây thất thoát nhựa tại địa bàn nghiên cứu

STT	Mục	Yếu tố ảnh hưởng đến sự thất thoát	Mức độ	Nội dung khảo sát	Phụ lục đánh giá
10.1	Mức độ thất thoát RTN từ các dịch vụ thu gom	Thùng rác		Nắp đầy Mức độ hư hỏng của thùng rác. Tần suất thu gom. Dung tích Đổ chất thải xuống thùng rác. Bao bì chứa chất thải. Mức độ thất thoát.	Bảng 6. Mức độ thất thoát RTN từ thùng rác.
10.2		Phương pháp lấy rác		Khảo sát hiện trường về phương thức lấy rác (bóc bằng tay, bóc thủ công, bóc bằng hệ thống tự động). Khả năng di chuyển của các thùng chứa.	Bảng 7. Mức độ thất thoát RTN từ phương pháp lấy rác.
10.3		Phương tiện vận chuyển		Thể tích/dung tích xe vận tải. Hiện trạng thùng xe (có nắp đầy, mái che). Sức tải xe rác.	Bảng 8. Mức độ thất thoát RTN từ phương tiện vận chuyển.
10.4		Trung chuyển rác qua các phương tiện		Phương tiện chuyên dụng để vận chuyển chất thải. Tần suất thu	Bảng 9. Mức độ thất thoát RTN trong quá trình di chuyển bằng nhiều

				gom. Quá trình vận chuyển. Quản lý rác thải.	phương tiện.
11.1	Mức độ thất thoát RTN từ chuỗi thu gom phi chính thức	Cách thức thu hồi vật liệu tái chế		Mức độ ảnh hưởng của các cơ sở phi chính thức đến phát sinh CTR trong quá trình thu gom. Hoạt động của người nhặt rác đối với thùng rác.	Bảng 10. Mức độ thất thoát RTN từ phương pháp thu gom.
11.2		Phương tiện vận chuyển		Mức độ an toàn và phù hợp của phương tiện và vật dụng chứa đựng rác thải trong quá trình vận chuyển.	Bảng 11. Mức độ thất thoát RTN từ phương tiện vận chuyển.
12.1	Tỷ lệ % RTN được thu gom chính thức	Tỷ lệ thải bỏ RTN từ dòng xử lý chính thức		Xác định cơ sở phân loại chính thức trên địa bàn. Tính toán tỉ lệ thải bỏ trên cơ sở thu thập các thông tin.	
12.2		Thải bỏ các vật liệu không thu hồi		Xác định cơ sở phân loại chính thức trên địa bàn. Mức độ thường xuyên bảo dưỡng hệ thống thùng rác.	Bảng 12. Mức độ thất thoát RTN từ quá trình thải bỏ chất thải trong các cơ sở chính thức.
13.1	Thất thoát RTN từ chuỗi	Tỷ lệ thải bỏ rác thải nhựa từ		Khối lượng hao hụt/thải bỏ vật liệu qua hệ	

	phân loại phi chính thức	dòng xử lý phi chính thức		thống thu hồi theo sổ tay hướng dẫn WaCT.	
13.2		Thải bỏ các vật liệu không thu hồi		Mức độ thải bỏ của các vật liệu thu hồi.	Bảng 13. Mức độ thất thoát RTN từ quá trình thải bỏ chất thải trong các cơ sở phi chính thức.
14.1	Mức độ thất thoát RTN trong quá trình vận chuyển đến nơi xử lý	Sức chứa và tải trọng		Mức độ tải trọng và sức chứa.	Bảng 14. Công suất của phương tiện thu gom.
14.2		Vật dụng chứa rác (từ nguồn phát sinh, như hộ gia đình)		Mức độ chất thải được chứa trong các túi và không được mở ra trong quá trình vận chuyển.	Bảng 15. Mức độ thất thoát RTN trong quá trình xử lý chất thải.
14.3		Độ che phủ của các phương tiện thu gom		Đánh giá độ che phủ của phương tiện thu gom.	Bảng 16. Mái che của các phương tiện thu gom.
15.1	Mức độ thất thoát RTN từ các cơ sở xử lý	Rủi ro môi trường		Đánh giá địa điểm của cơ sở xử lý có nằm trong khu vực thường xuyên ảnh bị ảnh hưởng bởi bão lũ, sạt lở đất Mức độ ảnh hưởng của các thiên tai đối với cơ sở xử lý.	Bảng 17. Khả năng thất thoát RTN khi thiên tai xảy ra.
15.2		Tiếp xúc với thời tiết		Mức độ chịu ảnh hưởng bởi những cơn gió lớn hoặc dòng chảy bề mặt.	Bảng 18. Khả năng thất thoát RTN khi tiếp xúc với thời tiết.
15.3		Xử lý chất		Khảo sát hiện	Bảng 19. Mức

		thải		trường về khu vực vứt rác, người nhặt rác, vị trí rác thải.	độ thất thoát RTN khi xử lý chất thải.
15.4		Độ bao phủ		Khảo sát hiện trường cơ sở xử lý có được che phủ hay không, tần suất che phủ.	Bảng 20. Mái che của các cơ sở xử lý.
15.5		Đốt		Khảo sát hiện trường về hiện tượng đốt chất thải.	Bảng 21. Mức độ thất thoát RTN trong quá trình đốt chất thải.
15.6		Rào chắn		Khảo sát hiện trường về hiện trạng hàng rào.	Bảng 22. Hàng rào của các cơ sở xử lý.
16.1	Mức độ thất thoát RTN từ cống thoát nước	Tần suất mưa và bão		Tìm hiểu đặc điểm mưa, gió và kiểu khí hậu của khu vực nghiên cứu.	Bảng 23. Mức độ tiềm năng thất thoát do yếu tố tác động “tần suất mưa và các sự kiện bão”.
16.2	mưa vào dòng chảy thủy vực	Phương pháp vệ sinh cống rãnh		Hoạt động làm sạch cống, song chắn rác, tần suất làm sạch.	Bảng 24. Mức độ thất thoát RTN trong quá trình làm sạch cống thoát nước.

6. Đánh giá các yếu tố định tính về con đường thất thoát rác thải nhựa tại địa bàn nghiên cứu

STT	Mục	Miêu tả	Mức độ	Nội dung khảo sát	Phụ lục đánh giá
17.1	Con đường RTN không được thu gom	Mức độ đốt CTR lộ thiên RTN		Khảo sát hiện trường về việc đốt chất thải của một số khu vực không có dịch vụ thu gom (tần suất đốt).	Bảng 27. Mức độ khuếch tán từ việc đốt chất thải lộ thiên → Đối với các khu vực không có dịch vụ thu gom.
17.2		Mức độ thải bỏ trực tiếp vào đất		Mức độ và tần suất chất thải thải bỏ vào đất.	Bảng 28. Mức độ khuếch tán từ việc thải bỏ chất thải vào đất.
17.3		Mức độ thải bỏ trực tiếp vào cống rãnh		Số lượng cư dân thải bỏ CTR vào cống, tần suất thải bỏ, tần suất dọn dẹp/làm sạch cống thoát nước.	Bảng 29. Mức độ khuếch tán từ việc thải bỏ chất thải vào cống rãnh.
17.4		Mức độ thải bỏ trực tiếp vào thủy vực		Khảo sát số lượng các hộ gia đình sống gần thủy vực (<500m) đối với những khu vực không có dịch vụ thu gom	Bảng 30. Mức độ khuếch tán từ việc thải bỏ chất thải vào hệ thống thủy vực
18.1	Con đường	Mức độ thải bỏ RTN vào đất		Đánh giá lượng nhựa trên đất, phân bố RTN trên khu vực, tần suất quét đường phố.	Bảng 31. Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào đất.
18.2		Mức độ		Đánh giá lượng	Bảng 32.

	RTN thất thoát trong quá trình thu gom và vận chuyển	thải bỏ RTN vào cống thoát nước mưa		RTN vào cống thoát nước mưa, tần suất nạo vét cống.	Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào cống thoát nước mưa.
18.3		Mức độ thải bỏ RTN vào thủy vực		Khảo sát vị trí các khu vực so với hệ thống thủy vực và sự phân bố của các thảm thực vật trên bờ.	Bảng 33. Mức độ khuếch tán từ việc thải bỏ chất thải vào hệ thống thủy vực.
19.1	Con đường RTN thất thoát từ quá trình phân loại chính thức	Mức độ đốt RTN lộ thiên		Xác định các cơ sở phân loại chính thức. Tần suất đốt chất thải lộ thiên và phương pháp xử lý chất thải bỏ.	Bảng 34. Mức độ thất thoát từ việc đốt chất thải lộ thiên.
19.2		Mức độ thải bỏ RTN trực tiếp vào đất		Lượng rác thải phân loại thải bỏ vào đất, tần suất thải bỏ chất thải, tần suất dọn dẹp ở các vùng lân cận cơ sở phân loại.	Bảng 35. Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào đất.
19.3		Mức độ thải bỏ RTN trực tiếp vào cống rãnh		Đánh giá lượng nhựa vào cống thoát nước mưa, tần suất nạo vét cống.	Bảng 36. Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào cống thoát nước mưa.
19.4		Mức độ thải bỏ RTN trực tiếp vào thủy vực		Khảo sát vị trí các khu vực so với hệ thống thủy văn và sự phân bố của các thảm thực vật trên bờ.	Bảng 37. Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào hệ thống thủy vực.

20.1	Con đường RTN thoát từ quá trình phân loại phi chính thức	Mức độ đốt RTN lộ thiên		Xác định các cơ sở phân loại chính thức Tần suất đốt chất thải lộ thiên và phương pháp xử lý chất thải bỏ.	Bảng 34. Mức độ thất thoát từ việc đốt chất thải lộ thiên.
20.2		Mức độ thải bỏ RTN trực tiếp vào đất		Lượng rác thải phân loại được thải bỏ vào đất, Tần suất thải bỏ chất thải. Tần suất dọn dẹp ở các vùng lân cận cơ sở phân loại.	Bảng 35. Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào đất.
20.3		Mức độ thải bỏ RTN vào cống rãnh		Đánh giá lượng nhựa vào cống thoát nước mưa, tần suất nạo vét cống.	Bảng 36. Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào cống thoát nước mưa.
20.4		Mức độ thải bỏ trực tiếp vào thủy vực		Khảo sát vị trí các khu vực so với hệ thống thủy văn và sự phân bố của các thảm thực vật trên bờ.	Bảng 37. Mức độ thất thoát từ việc thải bỏ chất thải vào hệ thống thủy vực.
21.1	Con đường RTN thoát từ các cơ sở xử lý	Mức độ thải bỏ RTN vào đất		Khảo sát lượng nhựa trên đất/tần suất quét đường phố.	Bảng 38. Mức độ thất thoát RTN từ cơ sở xử lý vào đất.
21.2		Mức độ thải bỏ RTN vào cống rãnh		Đánh giá lượng nhựa vào cống thoát nước mưa, tần suất nạo vét cống.	Bảng 39. Mức độ thất thoát RTN từ cơ sở xử lý vào cống thoát nước mưa.

21.3		Mức độ thải bỏ RTN vào thủy vực		Khảo sát vị trí các khu vực so với hệ thống thủy vực và sự phân bố của các thảm thực vật trên bờ.	Bảng 40. Mức độ thất thoát RTN từ cơ sở xử lý vào hệ thống thủy vực.
------	--	--	--	---	---

**7. Đánh giá các yếu tố định tính về mức độ thất thoát nhựa
và khu vực tiếp nhận rác thải nhựa thất thoát tại địa bàn nghiên cứu**

C1. Mức độ thất thoát RTN từ dịch vụ thu gom

Mức độ thất thoát RTN từ thùng rác (10.1)

Thùng rác	Không có	Hầu hết đều có			Tất cả xã/ phường đều có
Nắp đậy	NA	Không có			Có
Mức độ hư hỏng của thùng rác	NA	Cao	Thấp		Rất thấp
Tần suất thu gom	NA	Thấp	Trung bình	Vừa đủ	Đủ
Dung tích	NA	Không đủ	Vừa đủ	Đủ	Đủ
Đổ chất thải xuống thùng rác	NA	Thường xuyên	1 số trường hợp	Số lượng nhỏ	Ít hoặc không có
Xử lý chất thải	Lỏng lẻo	1 lượng nhỏ được bỏ vào túi	1 số được xử lý	Thường được bỏ vào túi	Chủ yếu được bỏ vào túi
Mức độ thất thoát	<i>Rất cao</i>	<i>Cao</i>	<i>Trung bình</i>	<i>Thấp</i>	<i>Rất thấp</i>

Chứng cứ: ảnh chụp gần của thùng rác; ảnh chụp toàn cảnh; ảnh chụp túi rác; phỏng vấn người dân tần suất thu gom rác thải.

Mức độ thất thoát RTN từ phương pháp lấy rác (10.2)

Khả năng thất thoát	Mô tả
Cao	Hầu hết chất thải được bốc bằng tay lên xe vận chuyển. Rác thải được chuyển đến xe thu gom từ địa điểm thu gom cố định.
Trung Bình	Hầu hết chất thải phải được bốc xếp thủ công lên các phương tiện vận chuyển. Các thùng rác thường có thể di chuyển được và được vận chuyển đến xe thu gom chất thải.
Thấp	Hầu hết chất thải được bốc bằng hệ thống tự động. Các thùng chứa có thể di chuyển và được vận chuyển đến xe thu gom chất thải.

Chứng cứ: ảnh chụp gần của thùng rác; ảnh chụp toàn cảnh; ảnh chụp xe thu gom chất thải, phỏng vấn người dân cách vận chuyển CTR.

Mức độ thất thoát RTN từ phương tiện vận chuyển (10.3)

Thể tích/ dung tích xe vận tải	< 5 m ³	> 5 m ³	> 5 m ³	Chất sau khi thu gom được chuyển đến nơi xử lý
Thùng xe	Tất cả không có nắp đậy, hở bên hông	1 số thùng xe không có nắp đậy	Có nắp đậy/ mái che	
Vận chuyển	Thường quá dung tích	Đôi khi quá dung tích	Chở đúng dung tích	
Mức độ thất thoát	<i>Cao</i>	<i>Trung bình</i>	<i>Thấp</i>	<i>N/A</i>

Chứng cứ: ảnh chụp gần của xe thu gom chất thải; ảnh chụp thùng xe thu gom chất thải.

Mức độ thất thoát RTN trong quá trình di chuyển bằng nhiều phương tiện (10.4)

Phương tiện chuyên dụng để vận chuyển chất thải	Không có, thường để rác ở ven đường	Có phương tiện chuyên dụng		Chất thải sau khi thu gom được chuyển đến nơi xử lý
Tần suất thu gom	Ít (thời gian chờ lâu)	Trung bình	Nhiều	
Quá trình vận chuyển	Thường bỏ dưới đất trước khi đưa lên phương tiện	Thường bỏ dưới đất trước khi đưa lên phương tiện	Được đưa trực tiếp vào phương tiện	
Quản lý rác thải	Không có người quản lý	Quản lý đầy đủ	Quản lý tốt	
Mức độ thất thoát	<i>Cao</i>	<i>Trung bình</i>	<i>Thấp</i>	<i>NA</i>

Chứng cứ: ảnh chụp quá trình vận chuyển, phỏng vấn người dân về quá trình vận chuyển, phỏng vấn người dân tần suất thu gom.

GHI CHÚ: Các bảng đánh giá chi tiết được cung cấp trong phụ lục mở rộng. *Quét mã QR để xem đầy đủ các bảng và dữ liệu chi tiết trong phụ lục mở rộng.*



Link dự phòng: <https://drive.google.com/file/d/13Ej6Eu8pffzI-KAbC7VOcIcgeFSvLzou/view?usp=sharing>

8. Các thông tin cơ bản trong WABI

B: Dữ liệu nền

STT	Hạng mục	Chỉ số	Ghi chú hướng dẫn
B.1	GNI/người	Tổng thu nhập quốc gia (GNI) bình quân đầu người của quốc gia, tính bằng USD	Sử dụng dữ liệu của Ngân hàng Thế giới (World Bank) cho quốc gia và thành phố/tỉnh nếu có, đồng thời nêu rõ nguồn dữ liệu.
B.2	Dân số	Tổng dân số của thành phố	Sử dụng dữ liệu điều tra dân số mới nhất (ghi chú năm). Nếu không có sẽ ước tính và ghi rõ phương pháp ước tính.
B.3	Khối lượng CTR phát sinh	Tổng khối lượng CTRSH phát sinh (tấn/năm)	Sử dụng số liệu chính thức về khối lượng CTRSH phát sinh, điển hình như từ WaCT. Hoặc ước tính tốt nhất về tổng khối lượng CTRSH phát sinh bằng cách ngoại suy từ các cuộc phỏng vấn các bên liên quan, cũng như quan sát, đếm xe chở rác.

W: Các chỉ số dữ liệu rác thải

STT	Hạng mục	Chỉ số	Ghi chú hướng dẫn
W.1	Hệ số phát thải CTR bình quân đầu người.	Khối lượng CTR phát thải bình quân đầu người (kg/người ngày và kg/người/năm.	Cung cấp số liệu chính thức điển hình như từ kết quả WaCT hoặc số liệu đã công bố và nêu rõ nguồn dữ liệu. Nếu có nhiều nguồn dữ liệu (cả dữ liệu đã công bố và tính toán từ B2/B3 ở trên), hãy so sánh các số liệu và giải thích cách ước tính.

W.2	Thành phần CTR	Tóm tắt thành phần của CTR phát thải. Tỷ lệ % của nhóm rác thải chính (hữu cơ, giấy, nhựa và kim loại).	Cung cấp đầy đủ các bộ dữ liệu có sẵn về thành phần CTR phát sinh với tài liệu giải thích kèm theo. Tỷ lệ thành phần xác định như thế nào? Các biến động theo mùa có được xem xét không? Dữ liệu đáng tin cậy đến mức nào? Nếu có dữ liệu theo chuỗi thời gian thì cung cấp dữ liệu này.
W.2.1	Hữu cơ	Chất hữu cơ (rác thực phẩm và rác vườn)	Chất hữu cơ được định nghĩa là rác nhà bếp, rác thực phẩm và rác vườn (bao gồm lá, cành rụng, cắt tỉa trong vườn, đường phố, công viên).
W.2.2	Giấy	Giấy	Bao gồm giấy, bìa nhưng không bao gồm bao bì nhiều lớp (đồ đựng thức uống).
W.2.3	Nhựa	Nhựa	RTN bao gồm chất thải bao bì phổ biến như PET, PVC, polypropylen (PP), polyetylen mật độ cao và thấp (HDPE/LDPE) và polystyren (PS).
W.2.4	Kim loại	Kim loại	Rác kim loại bao gồm kim loại (sắt, đồng, nhôm, chì, thiếc) và hợp kim.
W.2.5	Khối lượng riêng của CTR	Khối lượng riêng của CTR	Cung cấp dữ liệu hiện có, hoặc các ước tính nếu các dữ liệu không sẵn có. Khối lượng riêng cũng dễ dàng thực hiện ngoài thực địa phù hợp với quá trình thu mẫu.
W.2.6	Độ ẩm	Độ ẩm	Cung cấp dữ liệu hiện có hoặc cung cấp các ước tính nếu dữ liệu không có sẵn (cần giải thích rõ cách thức ước tính).

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC HUẾ

07 Hà Nội, thành phố Huế - Điện thoại: 0234. 3834486; Fax: 0234.3819886

Website: huph.hueuni.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc - Tổng Biên tập: Trần Bình Tuyên

Thẩm định nội dung

PGS.TS. Trần Anh Tuấn

PGS.TS. Kiều Thị Kính

Biên tập viên: Trần Thị Hồng My

Biên tập kỹ thuật: Tôn Nữ Quỳnh Chi

Trình bày bìa: Nguyễn Ngự Giao

Sửa bản in: Minh Hưng

Đối tác liên kết xuất bản

Hoàng Ngọc Tường Vân, Dự án “Huế - Đô thị Giảm nhựa ở miền Trung Việt Nam”.
Văn phòng đại diện Tổ chức Quốc tế về Bảo tồn Thiên nhiên tại Việt Nam. Địa
chỉ: Số 6, Ngõ 18, Nguyễn Cơ Thạch, Từ Liêm, Thành phố Hà Nội, Việt Nam

TÍCH HỢP CÁC CÔNG CỤ WaCT, WFD VÀ WABI TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN VÀ DÒNG RÁC THẢI NHỰA

(Sách chuyên khảo)

In 100 bản, khổ 16 x 24 cm tại Công ty TNHH Thương mại và Dịch vụ
Vân Thái, 89 Nguyễn Huệ, thành phố Huế. Số xác nhận đăng ký xuất bản:
5081-2025/CXBIPH/4-78/ĐHH. Quyết định xuất bản số 704/QĐ-NXB, cấp
ngày 16 tháng 12 năm 2025. In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2026.

Mã số ISBN: 978-632-627-194-2