การศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการขยะมูลฝอย: กรณีศึกษาโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโฉลง จังหวัดสมุทรปราการ

Study of Environmental Impact from Municipal Solid Waste Management: A Case Study of Bang Chalong Housing, Samut Prakan

ปกรณ์เกียรติ หมื่นสิทธิโรจน์ / Pakornkeat Muensitthiroj
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย / Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
E-mail: pakornkeat.mue@gmail.com

ภาวินี พงศ์พันธ์พฤทธิ์ / Pavinee Pongpunpurt
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย / Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
E-mail: pavinee.kimchi@gmail.com

พิสุทธิ์ เพียรมนกุล / Pisut Painmanakul
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย / Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
E-mail: pisut.p@chula.ac.th

ณัฐวิญญ์ ชวเลิศพรศิยา / Nattawin Chawaloesphonsiya
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย / Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
E-mail: nattawin_ch@hotmail.com

ประวัติบทความ
ได้รับบทความ: 23 พฤศจิกายน 2564 **แก้ไข:** 2 ธันวาคม 2564 **ตีพิมพ์:** 3 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

ขยะมูลฝอยเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนโดยใช้การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (MFA) และการประเมินวัฏชีวิต (LCA) โดยมุ่งเน้นขยะพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (PET) และ พอลิเอทิลีน (PE) ผลการศึกษา MFA พบว่า ในสถานการณ์ปัจจุบัน ทางชุมชนมีสัดส่วนการรีไซเคิล PET และ PE เท่ากับ 15.81 และ 2.54% ตามลำดับ และมีสัดส่วนการฝังกลบ PET และ PE เท่ากับ 84.19 และ 97.46% ตามลำดับ นอกจากนี้ มีการกำหนดสถานการณ์จำลองสำหรับการวิเคราะห์ MFA และ LCA เพิ่มเติม คือ ขยะทั้งหมดถูกนำไปรีไซเคิล (S1) ขยะทั้งหมดถูกนำไปฝังกลบ (S2) ขยะทั้งหมดถูกนำไปเผา (S3) และการมีโรงคัดแยกขยะมูลฝอย (S4) ซึ่งทำให้มีสัดส่วนการรีไซเคิล PET และ PE เป็น 83.08 และ 80.49% ตามลำดับ ส่วนที่เหลือจะถูกจัดการด้วยการฝังกลบ จากผลการศึกษา LCA พบว่า S1 ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำที่สุด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง S0 และ S4 พบว่า S4 สามารถลดผลกระทบโดยรวมได้ โดยเฉพาะด้านการทำให้เกิดภาวะโลก

ข้อมูลอ้างอิง: ปกรณ์เกียรติ หมื่นสิทธิโรจน์, ภาวินี พงศ์พันธ์พฤทธิ์, พิสุทธิ์ เพียรมนกุล และ ณัฐวิญญ์ ชวเลิศพรศิยา. (2564). การศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการขยะมูลฝอย: กรณีศึกษาโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโฉลง จังหวัดสมุทรปราการ. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา, 10*(2), 27-34. https://doi.org/10.14456/jirgs.2021.4.

ร้อน (GWP100a) ที่ลดลงถึง 1.4 เท่าของ S0 ทั้งนี้ การดำเนินกิจการโรงคัดแยกขยะมูลฝอยต้องใช้งบประมาณสูงทำให้การคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนจึงเป็นสิ่งสำคัญ
คำสำคัญ: ครัวเรือน, การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ, การจัดการขยะมูลฝอย, การประเมินวัฏจักรชีวิต

Abstract

Solid waste is one of the major environmental management issues affecting the quality of human life throughout the world including Thailand. Therefore, this research aims to study the environmental impact of municipal solid waste management using material flow analysis (MFA) and life cycle assessment (LCA) focusing on polyethylene terephthalate (PET) and (2) polyethylene (PE) waste in the study area. The MFA results revealed that in the current situation (S0), the community had the recycling proportion of PET and PE recycling of 15.81 and 2.54% respectively, and the landfill proportion of PET and PE of 84.19 and 97.46% respectively. Moreover, additional MFA analysis scenarios were set up: 100% recycled (S1), 100% landfill (S2) and 100% incineration (S3), and the S4 scenario which waste sorting plants were set up. Thus, the S4 scenario had the recycling proportion of PET and PE were 83.08 and 80.49%, respectively, and the rest was be handled by landfill. The LCA study found that S1 had the lowest overall environmental impact. When comparing S0 and S4, S4 could reduce the overall environmental impact of S0. In particular, the global warming potential (GWP100a) is reduced by 1.4 times of S0. However, the operation of a solid waste sorting plant requires a high budget, solid waste separation in household is important.
Keywords: Households, Municipal Solid Waste Management, Material Flow Analysis, Life Cycle Assessment

บทนำ

ปัจจุบัน ขยะมูลฝอยนับว่าเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้คนทั่วโลก (Ma & Hipel, 2016) โดยมีการสร้างขยะมูลฝอยทั่วโลกมากถึง 2.01 พันล้านตัน/ปี ในปี 2559 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 3.4 พันล้านตัน/ปี ในปี 2593 โดยมีขยะมูลฝอยที่ได้รับการจัดการที่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมถึง 33% (The World Bank, 2020) โดยเฉพาะขยะพลาสติก ที่มีการผลิตมากถึง 381 ล้านตัน ในปี 2558 (Ritchie & Roser, 2018) ซึ่งประเทศไทยก็ได้สร้างขยะพลาสติกมากถึง 1.91 ล้านตัน ในปี 2562 (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) และยังเป็นประเทศที่ปล่อยขยะพลาสติกลงสู่ทะเลมากที่สุดเป็นลำดับที่ 10 ของโลก (Meijer et al., 2021) จึงปฏิเสธไม่ได้เลยว่าเป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการจัดการขยะพลาสติกคือ ตัวผู้บริโภคที่เป็นผู้สร้างขยะพลาสติกรายใหญ่ที่สุดและยังเป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญที่สุดในการลดและนำขยะพลาสติกกลับเข้าสู่การจัดการอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ การจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทยมีแนวโน้มดีขึ้น เป็นผลจากการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ต้นทาง (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) ดังนั้น การคัดแยกขยะมูลฝอยที่ต้นทางจึงมีความสำคัญต่อการนำขยะมูลฝอยกลับเข้าสู่การจัดการที่ถูกต้อง เพื่อลดผลกระทบทางตรงและทางอ้อมจากการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้อง

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis, MFA) เป็นการวิเคราะห์ทิศทางและปริมาณของวัสดุเป้าหมายอย่างเป็นระบบภายในขอบเขตพื้นที่และเวลาที่กำหนด โดยอาศัยหลักสมดุลมวล (Mass-Balance Principle) (Brunner & Rechberger, 2016) ซึ่งสามารถช่วยให้เห็นภาพรวมของระบบชัดเจนขึ้นและใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Gao et al., 2020) อย่างไรก็ตาม MFA ยังมีข้อจำกัดบางประการเกี่ยวกับคุณภาพของข้อมูลทำให้ผลการวิเคราะห์อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งผู้วิจัยจะต้องแจ้งข้อกำจัดต่างๆ ให้ผู้อ่านทราบ โดยข้อมูลที่ดีควรเป็นข้อมูลได้จากการวัดที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นการเพิ่มหรือลดขนาดผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ หรือมีสมมติฐานที่สมเหตุสมผล (Allesch & Brunner, 2015) ส่วนการประเมินวัฏจักร

ชีวิต (Life Cycle Assessment, LCA) เป็นเทคนิคที่ใช้ประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นไปได้ของวัสดุใดๆ จากแนวทางหรือระบบการจัดการที่มีอยู่และที่กำลังเป็นแผนงานในอนาคต โดยเฉพาะการจัดการขยะมูลฝอย (Goulart Coelho & Lange, 2018) ทำให้มุมมองเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยกว้างขึ้นและอาจทำให้เห็นโอกาสสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบการจัดการขยะมูลฝอย อย่างไรก็ดี ระบบหรือกระบวนการในขอบเขตของ MFA ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องมีปรับปรุงแผนภาพอยู่เสมอ เพื่อให้เหมาะสมและถูกต้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน (Wang et al., 2020) และความแตกต่างของบริบทในแต่ละพื้นที่

ในการตัดสินใจพัฒนาแนวทางหรือระบบการจัดการขยะมูลฝอยจำเป็นต้องมีการประเมินประสิทธิภาพของทางเลือกต่างๆ ในแง่ของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis, MFA) และการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment, LCA) เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการขยะพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) และ พอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) ในพื้นที่ชุมชนกรณีศึกษา เนื่องจากขยะพลาสติกชนิด PET นั้นเป็นขยะพลาสติกที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจและจากการศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในพื้นที่ศึกษาเบื้องต้นพบว่า ขยะพลาสติกชนิด PE มีสัดส่วนมากที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของถุงพลาสติกและยังมีอัตราการรีไซเคิลค่อนข้างต่ำเพียงประมาณ 19% ในปี 2562 (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) โดยดำเนินการศึกษาในพื้นที่ชุมชนโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโฉลง นิติบุคคล 1 จังหวัดสมุทรปราการ เนื่องจากเป็นชุมชนแบบอย่างในเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน ซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศจากการเคหะแห่งชาติ อีกทั้งยังเป็นชุมชนเข้มแข็งที่สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน จึงเหมาะสมในการเป็นพื้นที่ต้นแบบในการศึกษาเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางพัฒนาการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน

วิธีการวิจัย

พื้นที่ศึกษา งานวิจัยนี้ตั้งใจศึกษาการไหลของปริมาณขยะพลาสติกชนิด PET และ PE และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการขยะพลาสติกดังกล่าวที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชุมชนกรณีศึกษา ซึ่งปัจจุบันทางชุมชนจัดการขยะมูลฝอย 2 วิธี ได้แก่ (1) การจัดตั้งถังขยะมูลฝอยรวมขนาด 6 ลูกบาศก์เมตร เพื่อนำไปทิ้งต่อยังบ่อขยะแพรกษาใหม่ จังหวัดสมุทรปราการ และ (2) การจัดตั้งโครงการรับซื้อขยะรีไซเคิล ซึ่งสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด ลดค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะมูลฝอย เป็นแหล่งรายได้เสริมให้กับคนในชุมชน และยังเป็นแหล่งพบปะพูดคุยของคนในชุมชนอีกด้วย

ตารางที่ 1 รายละเอียดของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์จำลองต่างๆ

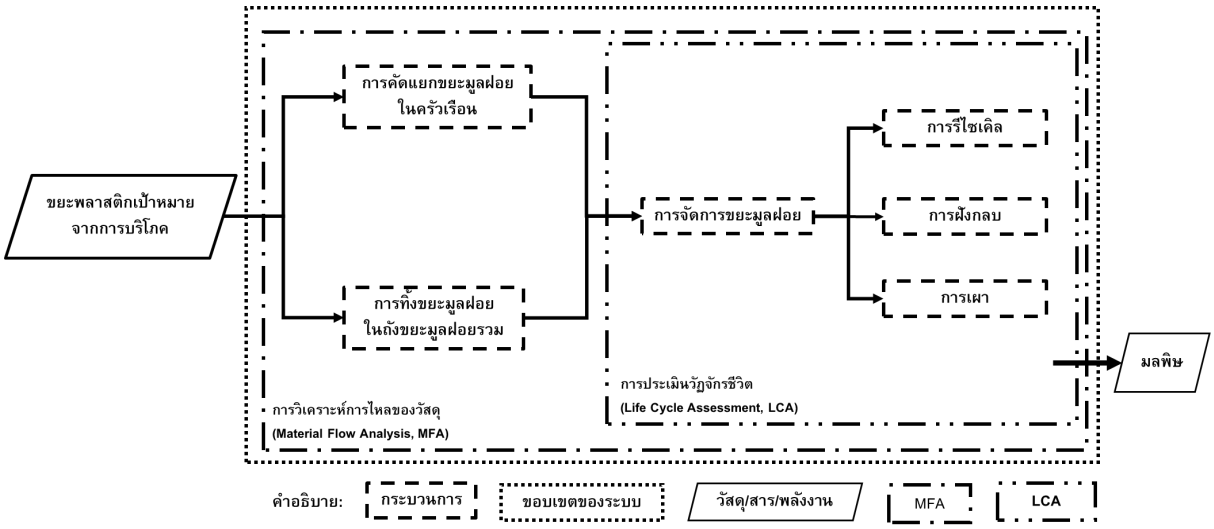
สถานการณ์จำลอง	วิธีการจัดการขยะพลาสติก PET และ PE		
	การรีไซเคิล (%)	การฝังกลบ (%)	การเผา (%)
S0	PET 15.81%, PE 2.54%	PET 84.19%, PE 97.46%	-
S1	100%	-	-
S2	-	100%	-
S3	-	-	100%
S4[a]	PET 83.08%, PE 80.49%	PET 16.92%, PE 19.51%	-

หมายเหตุ: [a] หมายถึง สถานการณ์ที่มีการจัดตั้งโครงการคัดแยกขยะมูลฝอย โดยมีประสิทธิภาพของการกู้คืนวัสดุ (Material Recovery) ประเภท PET และ HDPE เท่ากับ 80% ซึ่งเป็นสัดส่วนขั้นต่ำของการคัดแยกด้วยมือ (Manual Sorting) (Nithikul, 2007)

สถานการณ์จำลอง งานวิจัยนี้ได้กำหนดสถานการณ์จำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ MFA และการประเมิน LCA ของจัดการขยะพลาสติก PET และ PE ทั้งหมด 5 สถานการณ์ ดังตารางที่ 1 โดยกำหนดให้อัตราการเกิดขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดในพื้นที่ 289.62 ตัน/ปี เท่ากันในทุกสถานการณ์

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis, MFA)

1) ขอบเขตของการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ งานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณและทิศทางการไหลของขยะพลาสติกชนิด PET และ PE ที่เกิดขึ้นภายในในพื้นที่โครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโฉลง นิติบุคคล 1 ตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี สมุทรปราการ โดยเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 9 เดือน (ตุลาคม 2563 - มิถุนายน 2564)



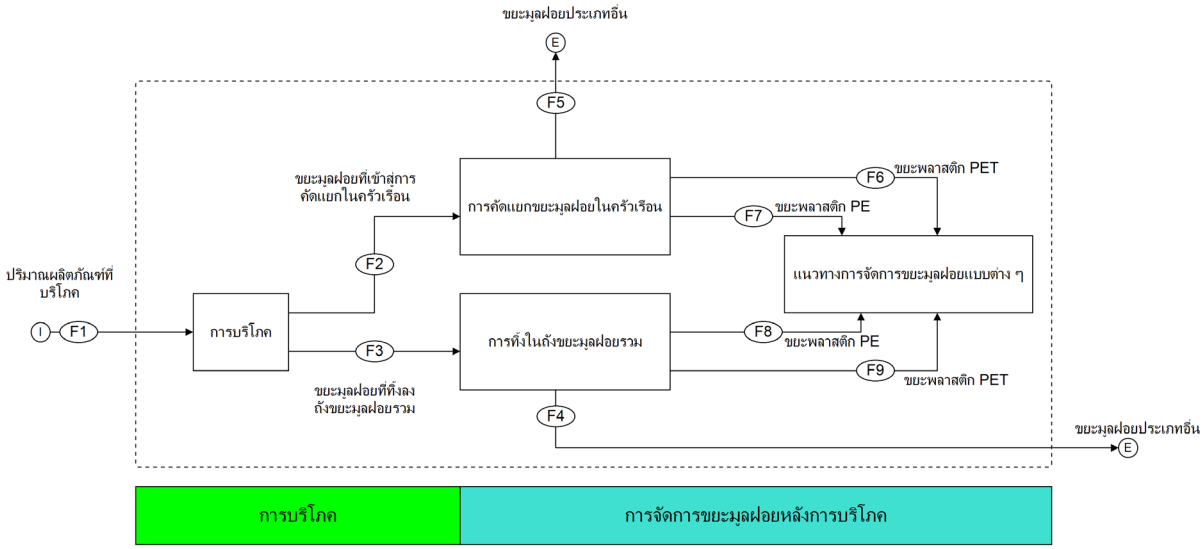
รูปที่ 1 ขอบเขตของการศึกษา MFA และ LCA

2) การรวบรวมข้อมูล

2.1) ข้อมูลการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยของชุมชน การรวบรวมข้อมูลเป็นกระบวนการพื้นฐานของการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ ซึ่งจำเป็นต้องมีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์และน่าเชื่อถือมากที่สุดสำหรับการสร้างแผนภาพ โดยในงานวิจัยนี้จัดเก็บข้อมูลโดยการลงพื้นที่สำรวจองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในชุมชน ด้วยวิธีการ Quartering โดยดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ (2550) ซึ่งพบว่า สัดส่วนขยะมูลฝอยประเภทขยะอินทรีย์มีสัดส่วนมากที่สุด รองลงมาคือขยะรีไซเคิล ซึ่งเท่ากับ 60.67±15.71% และ 33.77±16.11% โดยมีสัดส่วนขยะพลาสติกคือ 64.25±14.34% และสัดส่วนของขยะพลาสติกชนิด PET และ PE คือ 9.87±7.46% และ 43.73±14.52%

2.2) ข้อมูลจากเอกสารเกี่ยวข้อง ข้อมูลจาก สำนักงานนิติบุคคลโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโฉลง นิติบุคคลที่ 1 (2564ข) พบว่า มีปริมาณขยะมูลฝอยรวม 289.62 ตัน/ปี และโครงการรับซื้อขยะรีไซเคิลนั้น สามารถลดปริมาณขยะพลาสติกชนิด PET และ PE ที่ต้องนำไปฝังกลบ 1,139.10 และ 698.58 กิโลกรัม/ปี ตามลำดับ

3) การสร้างแผนภาพการไหลของวัสดุ แผนภาพการไหลของวัสดุที่แสดงถึงการไหลและการสะสมของวัสดุนั้น สร้างผ่านซอฟแวร์ STAN 2.6 เพื่อคำนวนปริมาณของวัสดุผ่านกระบวนการต่างๆ ในระบบ โดยระบบการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การบริโภคของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ และ (2) การจัดการขยะมูลฝอยหลังการบริโภค ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพรวมเบื้องต้นของการวิเคราะห์ไหลของวัสดุในสถานการณ์จำลองแบบต่างๆ

การประเมินวัฏชีวิต (Life Cycle Assessment, LCA)

1) เป้าหมายและขอบเขตของการประเมินวัฏชีวิต งานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของสถานการณ์จำลองที่กำหนด โดยประเมินเฉพาะการจัดการขั้นสุดท้ายหรือการบำบัดหรือกำจัดเท่านั้น ดังรูปที่ 1 โดยมีหน่วยวิเคราะห์ (Functional Unit) คือ อัตราการเกิดขยะพลาสติกชนิด PET และ PE จากผลการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ

2) การจัดทำรายการวงจรชีวิต ในการประเมินวัฏจักรชีวิตของขยะพลาสติกชนิด PET และ PE โดยใช้ฐานข้อมูลของ Ecoinvent v3.6 และเอกสารข้อมูลของโครงการรับซื้อขยะรีไซเคิลของชุมชน

3) การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ในการประเมินวัฏชีวิตของงานวิจัยนี้ใช้วิธีการ CML-IA (Baseline) Ver.3.06 ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลกระทบแบบ Midpoint Assessment และถูกใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิตอย่างแพร่หลาย (Ahamed et al., 2021) โดยวิธีการประเมินดังกล่าวจะประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม 11 ด้าน ได้แก่ การลดลงของทรัพยากร (Abiotic Depletion) การลดลงของทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิล (Abiotic Depletion of Fossil Fuels) ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในช่วงระยะเวลา 100 ปี (Global Warming Potential, GWP100a) การลดลงของชั้นโอโซน (Ozone Layer Depletion) ความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human Toxicity) ความเป็นพิษระบบนิเวศของแหล่งน้ำจืด น้ำทะเล และดิน (Fresh Water Aquatic, Marine Aquatic และ Terrestrial Ecotoxicity) การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของแสง-เคมี (Photochemical Oxidation) ความเป็นกรด (Acidification) และการเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ (Eutrophication)

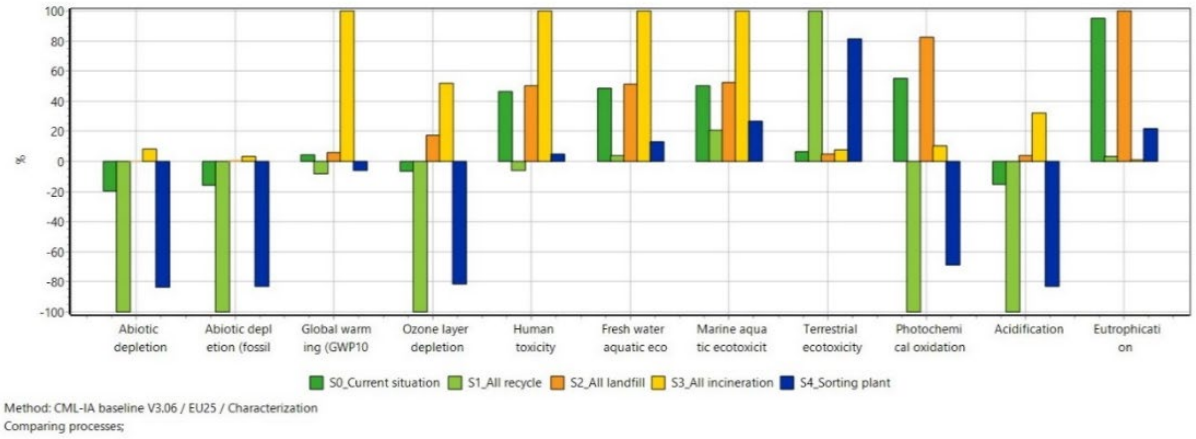
ผลการวิจัย

การจัดการขยะมูลฝอยประเภทขยะพลาสติกชนิด PE และ PET ในชุมชนศึกษาปัจจุบัน

ในสถานการณ์ปัจจุบัน (S0) จะมีปริมาณขยะพลาสติกชนิด PET และ PE ที่ถูกกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบเท่ากับ 6.07 และ 26.88 ตัน/ปี คิดเป็นสัดส่วน 84.19% และ 97.46% ตามลำดับ และมีปริมาณขยะพลาสติกชนิด PET และ PE ที่ถูกจัดการด้วยวิธีรีไซเคิลเท่ากับ 1.14 และ 0.70 ตัน/ปี คิดเป็นสัดส่วน 15.81% และ 2.54% ตามลำดับ

การเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมระหว่างสถานการณ์ต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ MFA ของสถานการณ์จำลองทั้ง 5 แบบ พบว่าสถานการณ์จำลอง 3 แบบ (S1 S2 และ S3) จะมีปริมาณขยะพลาสติกชนิด PET และ PE ที่จะถูกจัดการ 7.21 และ 27.58 ตัน/ปี ตามลำดับ ส่วนสถานการณ์ S4 ที่มีการจัดตั้งโรงคัดแยกขยะมูลฝอยนั้น จะมีขยะพลาสติก PET และ PE ที่ถูกจัดการด้วยการรีไซเคิล เท่ากับ 5.99 และ 22.20 ตัน/ปี ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนได้ 83.08 และ 80.49% ตามลำดับ และขยะพลาสติก PET และ PE จะถูกจัดการด้วยการฝังกลบ เท่ากับ 1.22 และ 5.38 ตัน/ปี ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนได้ 16.92 และ 19.51% ตามลำดับ



รูปที่ 3 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการจัดการขยะพลาสติก PET และ PE เปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์จำลอง

จากการประเมิน LCA พบว่า วิธีการรีไซเคิลทั้งหมด (S1) ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำที่สุดในภาพรวม ยกเว้นความเป็นพิษต่อระบบนิเวศของดิน ที่วิธีการฝังกลบทั้งหมด (S2) และการเพิ่มธาตุอาหารในน้ำ ที่วิธีการเผาทั้งหมด (S3) ให้ผลลัพธ์ที่ต่ำที่สุด ตามลำดับ นอกจากนี้ S3 ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวมสูงที่สุด ยกเว้น ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศของดิน ที่ S1 ให้ผลลัพธ์สูงที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการไฟฟ้าในโรงงานรีไซเคิล รวมถึงการสร้างระบบเครือข่ายการจ่ายไฟฟ้า และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทางแสง-เคมี และการเพิ่มธาตุอาหารในน้ำ ที่ S2 ให้ผลลัพธ์สูงที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องจักรในพื้นที่ฝังกลบ ที่เชื่อมโยงไปถึงการได้มาซึ่งเชื้อเพลิงดังกล่าว และเมื่อเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ระหว่างสถานการณ์ปัจจุบัน (S0) และสถานการณ์จำลองที่ส่งผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่ำที่สุดพบว่า S0 ส่งผลกระทบด้านศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนสูงกว่า S1 ถึง 2 เท่า

แนวทางหรือคำแนะนำสำหรับการพัฒนาการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชน

เมื่อเปรียบเทียบสถานการณ์ปัจจุบัน (S0) และสถานการณ์จำลองที่มีการตั้งโรงคัดแยกขยะมูลฝอย (S4) พบว่า S4 สามารถลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในภาพรวมของ S0 ได้ โดยเฉพาะด้านศักยภาพในการเกิดภาวะโลกร้อนที่ลดลงถึง 1.4 เท่าของ S0 ดังนั้น การคัดแยกขยะมูลฝอยจึงมีความสำคัญ ทั้งนี้ การจัดตั้งและการดำเนินการโรงคัดแยกขยะมูลฝอยมีค่าใช้จ่ายสูงทำให้การคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริม ซึ่งต้องอาศัยการร่วมมือของประชาชน จึงได้เสนอแนวทางหรือคำแนะนำสำหรับการพัฒนาการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนดังต่อไปนี้

1) จัดหาหรือพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อรองรับขยะมูลฝอยที่ได้รับการคัดแยกจากครัวเรือนอย่างเพียงพอ เช่น การจัดหาถังขยะมูลฝอยตามประเภทเพิ่มเติม จัดพื้นที่และตำแหน่งการวางถังขยะมูลฝอย การปรับแผนการจัดเก็บให้เหมาะสมมากขึ้น ฯลฯ ซึ่งต้องมีการจัดการงบประมาณในการดำเนินการอย่างเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่

2) สร้างแรงจูงใจทั้งในทางเศรษฐกิจ จิตวิทยา และสังคม เช่น การให้เงินรางวัล การเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการขยะมูลฝอยตามปริมาณ (Pay As You Throw) การมอบเกียรติบัตรหรือตำแหน่ง ฯลฯ

3) ส่งเสริมกิจกรรมที่มีชุมชนเป็นฐาน (Community-Based Activity) เช่น ธนาคารขยะรีไซเคิล กิจกรรมร่วมกันจัดเก็บและคัดแยกขยะมูลฝอยในชุมชน การจัดงานอบรมให้ความรู้และสร้างความตระหนักเกี่ยวกับการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน ฯลฯ

4) สร้างความเข้าใจให้แก่ประชาชน เพื่อปรับปรุงภาพลักษณ์ของกระบวนการจัดเก็บขยะมูลฝอย ซึ่งอุปสรรคต่อการให้ความร่วมมือของประชาชน (Vassanadumrongdee & Kittipongvises, 2018) อีกทั้ง ยังควรสื่อสารให้คนในชุมชนเห็นถึงผลการดำเนินงานของการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนอย่างสม่ำเสมอ

อย่างไรก็ตาม การลดผลกระทบกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการจัดการขยะมูลฝอยที่ดีที่สุดคือการลดการใช้และการใช้ซ้ำให้ได้มากที่สุด ตามหลักการลำดับความสำคัญของการจัดการของเสีย (Waste Management Hierarchy) เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด (United Nations Environment Programme, 2010)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของแนวทางการจัดการขยะพลาสติกชนิด PET และ PE ในพื้นที่ชุมชนโครงการอาคารชุดบ้านเอื้ออาทรบางโฉลง นิติบุคคล 1 จังหวัดสมุทรปราการ โดยใช้การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (MFA) และการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) เป็นเครื่องมือในการศึกษา พบว่าสถานการณ์จำลอง S4 (มีการตั้งโรงงานคัดแยกขยะมูลฝอย) สามารถลดกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากสถานการณ์ปัจจุบัน (S0) ในภาพรวมได้ โดยเฉพาะด้านศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่ลดลงถึง 1.4 เท่า จะเห็นได้ว่าการคัดแยกขยะมูลฝอยมีความสำคัญต่อการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ การจัดตั้งและดำเนินงานโรงงานฯจำเป็นต้องใช้งบประมาณมาก การคัดแยกขยะมูลฝอยครัวเรือนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรส่งเสริม รวมถึงการลดการใช้และการใช้ซ้ำ เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด ทั้งนี้ ยังมีข้อเสนอแนะต่อการศึกษาเพิ่มเติม เช่น รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยประเภทอื่น ด้วยเทคโนโลยีต่างๆ เช่น การนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ฯลฯ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น รวมถึงการรวบรวมข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงต่อเทคโนโลยีการจัดการขยะพลาสติก PET และ PE ในประเทศไทย โดยงานวิจัยนี้คาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบายหรือผู้บริหารตั้งแต่ระดับชุมชน ซึ่งแนวทางหรือคำแนะนำอาจต้องปรับให้เข้ากับบริบทของพื้นที่ที่นำไปประยุกต์ใช้เพื่อความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2550). *โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลทั่วประเทศ.* กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี *2562*. Retrieved from http://pcd.go.th/file/Thailand_Pollution_%20Report_2019_Thai.pdf.

Ahamed, A., Vallam, P., Iyer, N., Veksha, A., Bobacka, J., & Lisak, G. (2021). Life cycle assessment of plastic grocery bags and their alternatives in cities with confined waste management structure: A Singapore case study. *Journal of Cleaner Production, 278*, 123956.

Allesch, A., & Brunner, P. (2015). Material Flow Analysis as a Decision Support Tool for Waste Management: A Literature Review. *Journal of Industrial Ecology, 19*(5), 753-764.

Brunner, P., & Rechberger, H. (2016). *Practical handbook of material flow analysis*. New York: CRC press.

Gao, C., Gao, C., Song, K., & Fang, K. (2020). Pathways towards regional circular economy evaluated using material flow analysis and system dynamics. *Resources, Conservation and Recycling, 154*, 104527.

Goulart Coelho, L., & Lange, L. (2018). Applying life cycle assessment to support environmentally sustainable waste management strategies in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling, 128*, 438-450.

Ma, J., & Hipel, K. (2016). Exploring social dimensions of municipal solid waste management around the globe-A systematic literature review. *Waste Management, 56*, 3-12.

Meijer, L., Van Emmerik, T., Van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances, 7*(18), eaaz5803.

Nithikul, J. (2007). *Potential of refuse derived fuel production from Bangkok municipal solid waste.* Master of Engineering Thesis, Asian Institute of Technology.

Ritchie, H., & Roser, M. (2018). *Plastic pollution.* Retrieved from https://ourworldindata.org/plastic-pollution.

The World Bank. (2020). Trends in solid waste management. Retrieved from https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html.

United Nations Environment Programme. (2010). *Waste and climate change: Global trends and strategy framework.* Osaka: United Nations Environment Programme.

Vassanadumrongdee, S., & Kittipongvises, S. (2018). Factors influencing source separation intention and willingness to pay for improving waste management in Bangkok, Thailand. *Sustainable Environment Research, 28*(2), 90-99.

Wang, D., He, J., Tang, Y., Higgitt, D., & Robinson, D. (2020). Life cycle assessment of municipal solid waste management in Nottingham, England: Past and future perspectives. *Journal of Cleaner Production, 251*, 119636.