

บทที่ 5

ผลการวิจัย

จากการสำรวจการใช้และการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยการใช้แบบสอบถามที่จัดเตรียมไว้และข้อมูลที่ได้จากสำนักงานอาคารและสถานที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยทำการสัมภาษณ์ผู้ดูแลอาคารแต่ละอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ โดยผลการสำรวจแสดงได้ดังภาพที่ 5.1-1 และ 2 และตารางที่ 5.1-1 และ 2

5.1 ผลการสำรวจด้วยระบบการจัดการซากหลอดฟลูออเรสเซนต์

การดำเนินงานเข้าร่วมโครงการกับกรมควบคุมมลพิษของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ที่เข้าร่วมโครงการ) มีดังนี้

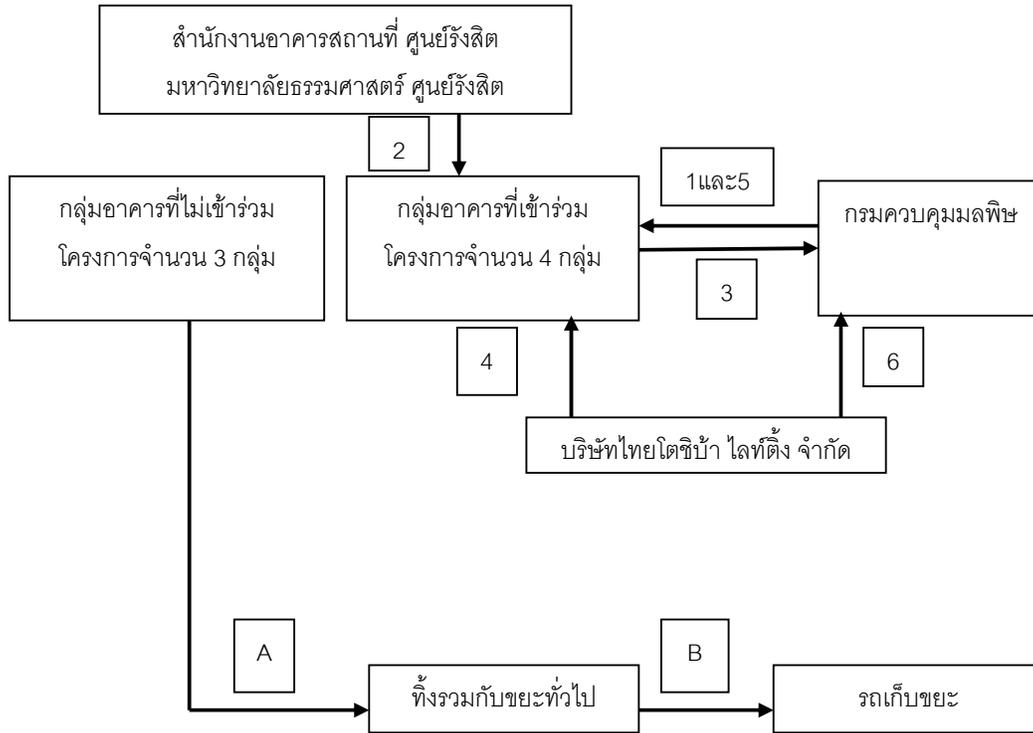
1. สำนักงานอาคารและสถานที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตลงทะเบียนเข้าร่วมโครงการนำร่องเพื่อการรีไซเคิลซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในประเทศไทยกับกรมควบคุมมลพิษ
2. สำนักงานอาคารและสถานที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เก็บรวบรวมซากหลอดฟลูออเรสเซนต์จากคณะ/หน่วยงานที่เข้าร่วมโครงการ
3. เมื่อถึงช่วงเวลาการเก็บทางกรมควบคุมมลพิษจะแจ้งกำหนดการนัดหมายวันที่เข้าจัดเก็บ
4. บริษัทไทยโตชิบ้าไลท์ติ้ง จำกัดจะเข้ามาเก็บซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ปีละ 2 ครั้ง
5. เมื่อทำการขนย้ายแล้วเสร็จทางเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและเก็บสำเนาใบกำกับการขนส่งไว้ 1 ชุด
6. บริษัทไทยโตชิบ้าไลท์ติ้งเก็บสำเนาใบกำกับการขนส่งไว้ 1 ชุด

การดำเนินงานของกลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ที่ไม่เข้าร่วมโครงการ)

- A. ผู้ที่ดูแลการกำจัดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละกลุ่มอาคารจะนำซากหลอดทิ้งรวมกับขยะทั่วไป
- B. รถกำจัดขยะจะมารับขยะทั้งหมดไปกำจัดต่อไป

ภาพที่ 5.1-1

ผลลักษณะกระบวนการจัดการของซากหอดและข้อมูลของม.ธรรมศาสตร์



ตารางที่ 5.1-1

ข้อมูลซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
(ข้อมูล ณ เดือนพฤศจิกายน 2550)

การเข้าร่วมโครงการ	จำนวนกลุ่มอาคารทั้งหมดภายในมธ.	ซากหลอดที่มีการส่งไปกำจัดอย่างถูกวิธี (หลอด/ปี)	ซากหลอดที่ได้จากการประเมิน (หลอด/ปี)	% ซากหลอด	
				การกำจัดถูกวิธี	การกำจัดไม่ถูกวิธี
เข้าร่วม	4	1600	5651	86	-
ไม่เข้าร่วม	3	-	670	-	100

ทางมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ได้แบ่งกลุ่มอาคารเป็น 7 กลุ่มดังนี้ กลุ่มอาคารสุขศาสตร์/โรงพยาบาล, กลุ่มอาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กลุ่มอาคารเพื่อการสวัสดิการ, กลุ่มอาคารศูนย์กีฬา, กลุ่มอาคารเรียนรวมและบริการ, กลุ่มอาคารการบริการทางวิชาการและสาธารณูปโภคและกลุ่มอาคารเรียนทางสังคม จากการสำรวจข้อมูลพบว่ากลุ่มอาคารที่เข้าร่วมโครงการมี 4 กลุ่ม คือ กลุ่มอาคารสุขศาสตร์/โรงพยาบาล, กลุ่มอาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กลุ่มอาคารเพื่อการสวัสดิการและกลุ่มอาคารศูนย์กีฬา และกลุ่มอาคารที่ไม่ร่วมโครงการ มี 3 กลุ่มอาคารคือกลุ่มอาคารเรียนรวมและบริการ, กลุ่มอาคารการบริการทางวิชาการและสาธารณูปโภคและกลุ่มอาคารเรียนทางสังคม การประเมินซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เกิดขึ้นจริงนั้นได้ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากรายงานเรื่องโครงการนำร่องเพื่อการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ในประเทศไทยของกรมควบคุมมลพิษ จากผลการประเมินสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) แหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอาคารอยู่อาศัยรวม

อาคารอยู่อาศัยรวม หมายถึง อาคารที่มีผู้อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.06 หลอด/ห้อง/ปี โดยจำนวนห้องพักในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีจำนวนห้องพักประมาณ 4,800 ห้อง ดังนั้นจึงมี ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เกิดขึ้น 4,896 หลอด/ปี

(2) แหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทโรงพยาบาล

อัตราการเกิดแหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อเทียบกับจำนวนเตียงผู้ป่วย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.6 หลอด/เตียง/ปี โดยโรงพยาบาลธรรมศาสตร์มีจำนวนเตียงเท่ากับ 440 เตียง ดังนั้นจึงมีซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เกิดขึ้น 528 หลอด/ปี

(3) แหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทสถานศึกษา

อัตราการเกิดแหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อเทียบกับจำนวนนักศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.034 หลอด/จำนวนนักศึกษา/ปี โดยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีจำนวนนักศึกษาประมาณ 20,000 คน ดังนั้นจึงมีซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เกิดขึ้น 227 หลอด/ปี

ดังนั้นจากการประเมินซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่เกิดขึ้นภายในม.ธรรมศาสตร์ มีจำนวนประมาณ 5651 หลอด/ปี (โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอดมีอายุการใช้งาน 3 ปี)

จากแบบสอบถามที่ได้รับพบว่า จำนวนคณะ/หน่วยงานที่ส่งหลอดฟลูออเรสเซนต์ไปที่ส่วนกลาง (กำจัดแบบ recycle) มีจำนวน 1,600 หลอด/ปี โดยการกำจัดนั้นทำโดยนำซากหลอดที่ยังคงสภาพสมบูรณ์ใส่ในกล่องที่เป็นบรรจุภัณฑ์เดิม แล้วรวบรวมไว้ในสถานที่พักมูลฝอยหรือถ้าคณะ/หน่วยงานใดไม่มีสถานที่เก็บก็จะนำไปฝากไว้ให้หน่วยงานอาคารและสถานที่เป็นผู้จัดเก็บเพื่อรอให้บริษัทโตชิบ้าไลท์ติ้ง จำกัด มารับไปกำจัดต่อไป

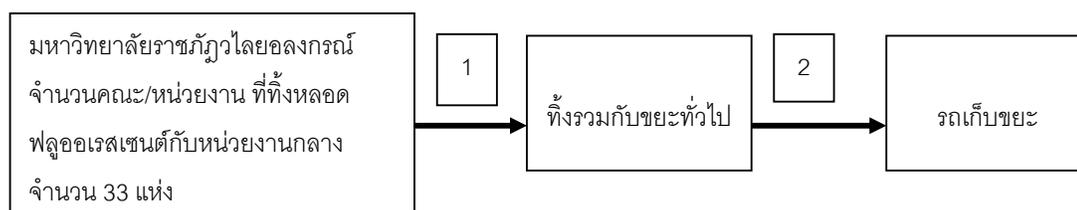
จากข้อมูลตัวเลขการทิ้งไปกำจัดที่ส่วนกลางมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการประเมินซากหลอดประมาณ 3.5 เท่า ที่เป็นเช่นนี้เพราะเกิดจากระหว่างการขนเก็บซากหลอดมีการแตกหักของหลอดบางส่วน เนื่องจากบางคณะเพิ่งมีการเปิดใช้ห้องเรียนจึงไม่เห็นความสำคัญที่จะต้องหาสถานที่จัดเก็บ ซากหลอดเป็นการเฉพาะนอกจากนี้ผู้ที่ทำหน้าที่ในการจัดเก็บและทิ้งซากหลอดซึ่งส่วนใหญ่เป็นแม่บ้านคณะหรือคนงานทั่วไป ต่างไม่ทราบว่าซากหลอดดังกล่าวจัดเป็นขยะอันตรายที่จะต้องมีการแยกทิ้งเพื่อนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี และซากหลอดที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือเกิดจากอาคารหอพักซึ่งคนที่อยู่ในหอพักจะนำมาทิ้งที่ถังขยะรวมโดยไม่ได้แยกทิ้งหรือนำไปรวมกันไว้เพื่อส่งต่อให้หน่วยงานกลางต่อ

การดำเนินงานกำจัดซากหลอดฯของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์มีดังนี้

1. ผู้ที่ดูแลการกำจัดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ของส่วนกลางจะนำซากหลอดฯมารวบรวมเก็บไว้รอการกำจัด
2. รถกำจัดขยะจะมารับขยะทั้งหมดไปกำจัดต่อไป

ภาพที่ 5.1-2

ผลลักษณะกระบวนการจัดการของซากหลอดและข้อมูลของม.ราชภัฏวไลยอลงกรณ์



ตารางที่ 5.1-2

ข้อมูลซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

(ข้อมูล ณ เดือนพฤศจิกายน 2550)

จำนวนกลุ่มอาคาร ทั้งหมดภายใน มหาวิทยาลัยราช ภัฏวไลยอลงกรณ์	ซากหลอดที่มีการ เก็บโดยส่วนกลาง (หลอด/ปี)	ซากหลอดที่ได้จาก การประเมิน (หลอด/ปี)	% ซากหลอด	
			การกำจัด ถูกวิธี	การกำจัดไม่ ถูกวิธี
33	300	436	-	100

โดยคณะ/หน่วยงานที่ได้มีการเก็บซากหลอดไฟมากำจัดส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มอาคารเรียนและอาคารสำนักงานของทางมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ซึ่งมีจำนวนไม่มากโดยพบว่ามี

ปริมาณซากหลอด 300 หลอด/ปี โดยการกำจัดจะมีวิศวกรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ดูแลเรื่องระบบไฟฟ้าของทั้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์เป็นผู้ดูแลเรื่องทั้งด้วยโดยจะทำการจัดเก็บหลอดที่หมดอายุรวมใส่ถุงดำแล้วมัดปากถุงจากนั้นรถเก็บขยะจะนำไปกำจัดต่อไปจากข้อมูลจะพบว่า หลอดไฟที่ส่งไปให้ฝ่ายอาคารมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการประเมินซากหลอด เนื่องจากหอพักภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์มีจำนวนถึง 9 อาคารแต่ละอาคารก็จะมีทั้งหลอดไฟเองโดยทั้งรวมกับถังขยะทั่วไปไม่ได้ส่งมาให้หน่วยงานกลางรับไปกำจัดและการนำซากหลอดไปทิ้งนั้นไม่ได้มีการเก็บใส่กล่องก่อนไปรวมไว้ในถุงดำจึงทำให้เกิดการแตกหักได้ทำให้ตัวเลขที่ได้มีค่าแตกต่างกัน และจากการประเมินซากหลอดฟลูออเรสเซนต์สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) แหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอาคารอยู่อาศัยรวม

อาคารอยู่อาศัยรวม หมายถึง อาคารที่มีผู้อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.06 หลอด/ห้อง/ปีโดยจำนวนหอพักในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์มีจำนวนห้องพักประมาณ 900 ห้อง ดังนั้นจึงมีซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เกิดขึ้น 300 หลอด/ปี

(2) แหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทสถานศึกษา

อัตราการเกิดแหล่งกำเนิดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อเทียบกับจำนวนนักศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.034 หลอด/จำนวนนักศึกษา/ปี โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์มีจำนวนนักศึกษาประมาณ 12,000 คน ดังนั้นจึงมีซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เกิดขึ้น 136 หลอด/ปี

ดังนั้นจากการประเมินซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เกิดขึ้น ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์มี จำนวนประมาณ 436 หลอด/ปี (โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอดมีอายุการใช้งาน 3 ปี)

5.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดปรอทโดยการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์

ในการทดลองจะหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอน คือ ระดับพีเอช และปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ น้ำเสียที่นำมาตกตะกอนมีความเข้มข้นของปรอทประมาณ 10.31 มิลลิกรัม/ลิตร โดยทดลองที่ระดับพีเอช 7-9 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับพีเอช ส่วนปริมาณ

โซเดียมซัลไฟด์ที่เหมาะสมจะทดลองที่ปริมาณ 1 และ 2 เท่าของปริมาณที่คำนวณได้ตามทฤษฎี และวิเคราะห์ปริมาณปรอท โดยใช้ AAS ในการวิเคราะห์พบว่าการตกตะกอนที่ระดับพีเอช 7-9 และปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 1 และ 2 เท่าของปริมาณที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ทำให้สารละลายมีความเข้มข้นของปรอท

5.2.1 ผลของความเป็นกรด-ด่าง

ผลการตกตะกอนที่ระดับพีเอช 7-9 พบว่าทำให้ความเข้มข้นของปรอทในสารละลายลดลงได้ โดยมีความเข้มข้นของปรอทแตกต่างกันตามระดับพีเอช

- (1) ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า (1:1) ของปริมาณที่คำนวณได้ตามทฤษฎี
ดังแสดงในตารางที่ 5.2-1

พบว่าความเข้มข้นของปรอทที่ระดับพีเอช 8 และ 9 (0.3534 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับพีเอช 7 (0.4855 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งความเข้มข้นของปรอทที่ระดับพีเอช 7 สูงกว่าระดับพีเอช 8 และ 9

ตารางที่ 5.2-1

ความเข้มข้นของปรอทในสารละลายภายหลังการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์
เมื่อระดับโซเดียมซัลไฟด์ปริมาณ 1 เท่า (1: 1)

พีเอช	ความเข้มข้นของปรอทใน สารละลาย(มิลลิกรัม/ลิตร)
	Na ₂ S 1 เท่า (1:1)
7	0.4885
8	0.3534
9	0.3534

(2) ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 2 เท่า (1: 2) ของปริมาณที่คำนวณได้ตามทฤษฎี
 ดังแสดงในตารางที่ 5.2-2

พบว่าความเข้มข้นของปรอทที่ระดับพีเอช 7, 8 และ 9 (0.4950, 0.3534 และ
 0.4259 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ) มีค่าใกล้เคียงกัน โดยระดับพีเอช 8 มีค่าความเข้มข้นของ
 ปรอท ต่ำสุด

ตารางที่ 5.2-2

ความเข้มข้นของปรอทในสารละลายภายหลังจากการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์
 เมื่อระดับโซเดียมซัลไฟด์ปริมาณ 1 เท่า (1: 2)

พีเอช	ความเข้มข้นของปรอทใน สารละลาย(มิลลิกรัม/ลิตร)
	Na ₂ S 2 เท่า (1: 2)
7	0.4950
8	0.3534
9	0.4259

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการตกตะกอน ในการตกตะกอนต้องพิจารณาค่าพีเอช
 หลังจากเกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยทั่วไปต้องมีพีเอชสูงกว่า 7 จึงจะได้ผลดี ดังตารางที่ 5.2-3 ได้
 แสดงค่าพีเอชที่เหมาะสมและชนิดของสารเคมีที่เติมผสมลงไปเพื่อกำจัดหรือแยกมลสารออกจาก
 น้ำเสีย ซึ่งพบว่าแต่ละมลสารจะมีค่าพีเอชที่เหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้นในการตกตะกอนโลหะ
 หนักแต่ละชนิด จะต้องคำนึงถึงพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนของโลหะหนักแต่ละชนิดในน้ำ
 เสีย จากหลักการดังกล่าวทำให้ระดับพีเอช 7 มีความเข้มข้นของปรอทสูงกว่าระดับพีเอช 8 และ 9
 แต่การพิจารณาพีเอชอย่างเดียวไม่เพียงพอ เพราะการตกตะกอนยังขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวช่วย
 ตกตะกอนด้วย

ตารางที่ 5.2-3

ค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดมลสารออกจากน้ำเสียด้วยสารเคมีต่างๆ

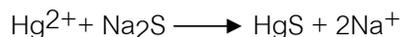
(เกรียงศักดิ์ อุดมโรจน์, 2539)

มลสารที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย	สารเคมีที่เติมผสมลงไป	ค่าพีเอชที่เหมาะสม	สารเคมีที่ตกตะกอนได้
Aluminum	Lime	5	$Al(OH)_3$
Arsenic	Ferric chloride	8	$AsCl_2$
Barium	Sodium sulfate	10	$BaSO_4$
Cadmium	Lime	9.5 – 12	$Cd(OH)_2$
Chromic	Lime	8.0 – 9.5	$Cr(OH)_3$
Cupric	Lime	9 – 10	$Cu(OH)_3$
Ferric	Lime	7	$Fe(OH)_3$
Fluoride	Lime	12	CaF_2
Manganese	Lime	10	$Mn(OH)_2$
Mercury	Sodium sulfide	8.5	HgS
Nickel	Lime	10	$Ni(OH)_2$
Phosphorus	Ferric chloride	7	$FePO_4$
Plumbic	Lime	6 – 10	$Pb(OH)_2$
Selenium	Sodium sulfide	6.5	SeS_2
Silver	Sodium chloride	8	$AgCl$
Stannic	Lime	4 – 4.5	$Sn(OH)_2$
Zinc	Lime	5 - 6	$Zn(OH)_2$

5.2.2 ผลของปริมาณโซเดียมซัลไฟด์

ผลการตกตะกอนปรอทด้วยโซเดียมซัลไฟด์ปริมาณต่างๆพบว่าทำให้ความเข้มข้นของปรอทในสารละลายลดลงได้ โดยความเข้มข้นของปรอทแตกต่างกันไปตามปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้จากตารางที่ 5.2-1 และ 5.2-2 พบว่า ที่ระดับพีเอชต่างๆมีผลต่อการตกตะกอนโดยที่ระดับพีเอช 7 และ 9 ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 1 และ 2 เท่าความเข้มข้นของปรอทมีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วน

ที่ระดับพีเอช 8 ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่ามีค่าความเข้มข้นของปรอทต่ำกว่าปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 2 เท่า



จากสมการจะเห็นได้ว่าปรอทไอออนจะทำปฏิกิริยาโซเดียมซัลไฟด์ด้วยอัตราส่วน 1: 1 และเกิดเป็นตะกอนปรอทซัลไฟด์ เมื่อเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า จะทำปฏิกิริยาพอดี ดังสมการด้วยอัตราส่วน 1: 1 ส่งผลให้มีความเข้มข้นของปรอทเหลืออยู่น้อยแต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 2 เท่า ก็ให้ผลไม่แตกต่างจากเมื่อใช้ 1 เท่า เพราะปรอทไอออนทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า เท่านั้น จึงทำให้สารละลายมีโซเดียมซัลไฟด์ไอออนมากขึ้น จากค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดว่าน้ำทิ้งที่มีปริมาณซัลไฟด์ คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้ามีสูงกว่านี้ต้องทำการบำบัดซัลไฟด์ก่อนปล่อยน้ำทิ้ง ดังนั้นการใช้โซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า จึงเหมาะสมในการตกตะกอนมากที่สุด

แสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาถึงสมดุลแล้วจึงไม่มีการเพิ่มปัจจัยของโซเดียมซัลไฟด์ในผลการตกตะกอน

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า ของปริมาณที่คำนวณได้ตามทฤษฎีและระดับพีเอช 7 มีค่าความเข้มข้นของปรอทมากกว่าระดับพีเอช 8 และ 9 ส่วนระดับพีเอช 8 และ 9 มีค่าความเข้มข้นของปรอทใกล้เคียงกัน แต่เมื่อคำนึงถึงต้นทุนพีเอช 8 จึงเหมาะสมกว่า พีเอช 9 เพราะประหยัดต้นทุนของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการปรับพีเอชมากกว่า ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนปรอทด้วยโซเดียมซัลไฟด์ คือ ระดับพีเอช 8 และปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า

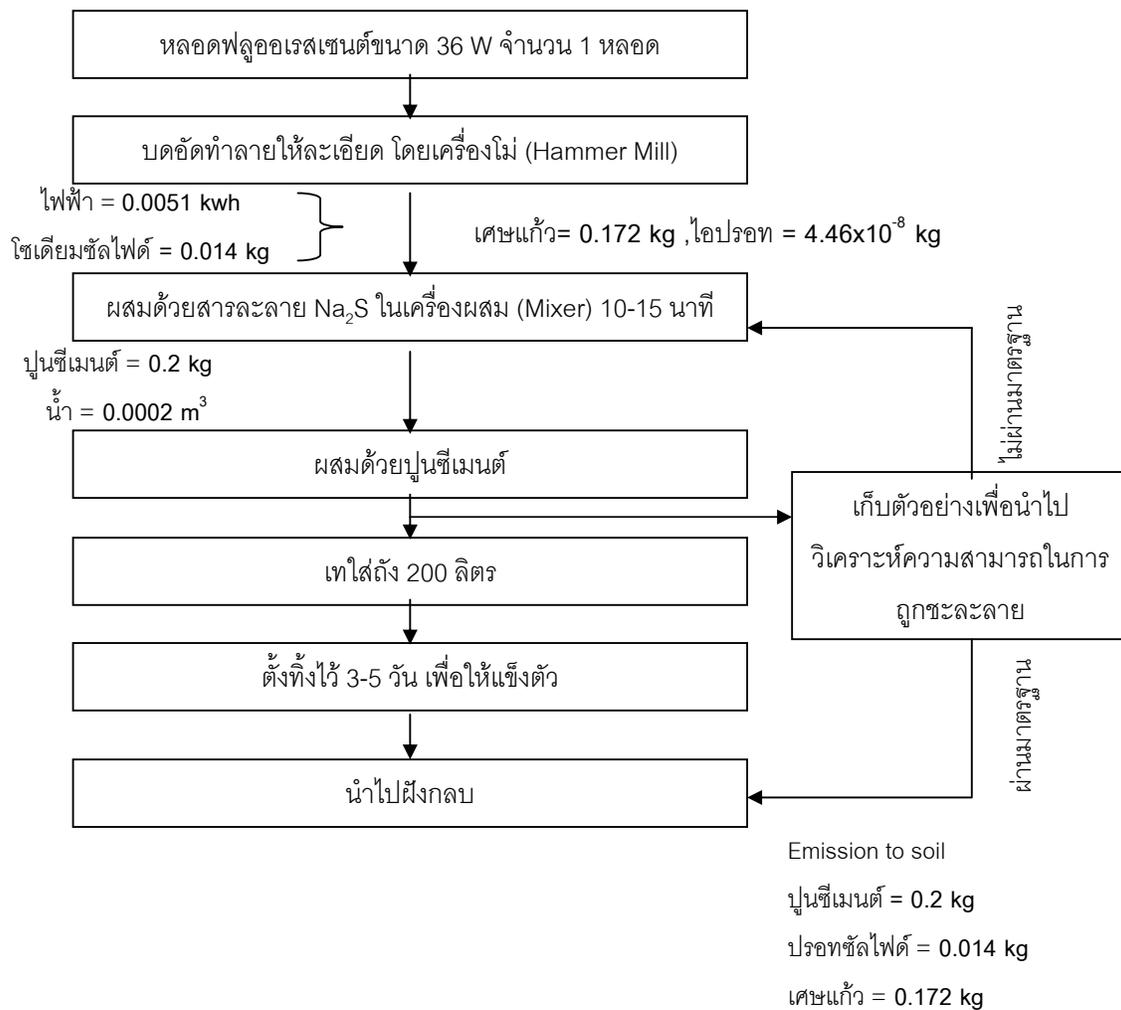
5.3 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบวัฏจักรชีวิตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sima Pro 7.1

การวิเคราะห์ผลกระทบวัฏจักรชีวิตได้ใช้ข้อมูลจากการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิลและไม่รีไซเคิลจากการทดลองในหัวข้อที่ 5.2 และ วิทยานิพนธ์ LCA of spent fluorescent lamp in Thailand at various rates of recycling ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2007 โดยการวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้ตัวชี้วัดแบบ Eco-indicator 99 ซึ่งมีการวิเคราะห์ การปลดปล่อยสารก่อมะเร็ง

สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีผลต่อการหายใจ สภาวะการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก การแผ่รังสี ระดับโอโซน ผลต่อระบบนิเวศน์ ค่าความเป็นกรด การใช้ทรัพยากรดิน การใช้แร่ธาตุ และการใช้เชื้อเพลิงซากพืช-สัตว์ โดยมีรายละเอียดของตัวชี้วัดแต่ละตัวดังสรุปได้ดังต่อไปนี้และกระบวนการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบไม่รีไซเคิลแสดงดังภาพที่ 5.3-1 และกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิลแสดงดังภาพที่ 5.3-2

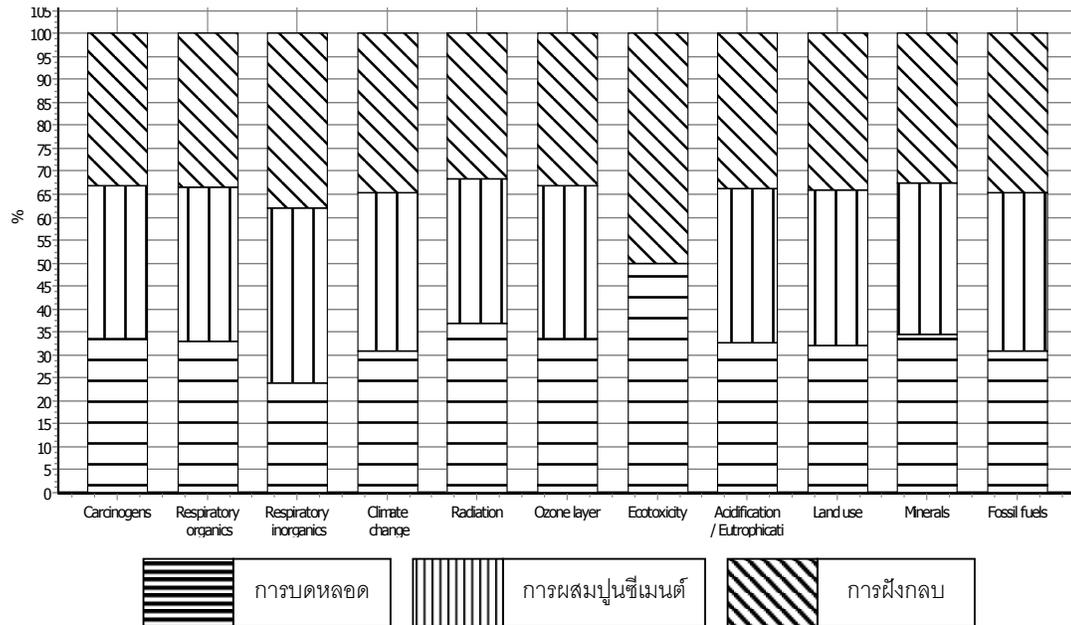
ภาพที่ 5.3-1

กระบวนการกำจัดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบไม่รีไซเคิล



ภาพที่ 5.3-2

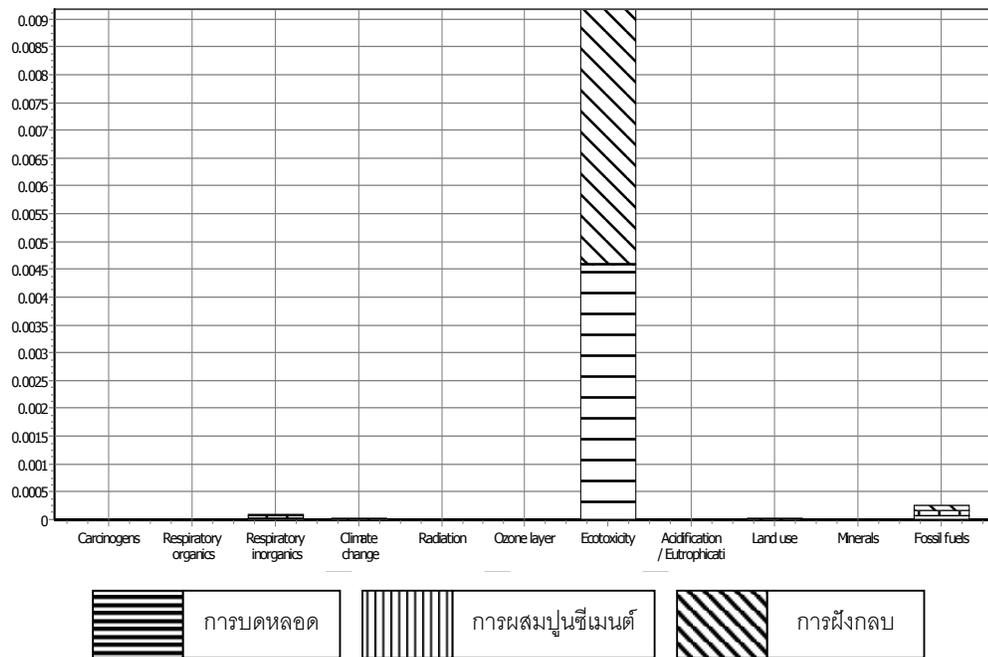
ผลการประเมิน LCA สำหรับการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบไม่รีไซเคิล ภาพที่ 1



เมื่อวิเคราะห์ผลรวมพบว่ากระบวนการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบไม่รีไซเคิล ประกอบด้วย 3 กระบวนการคือ 1) การบดหลอด 2) การผสมปูนซีเมนต์ 3) การฝังกลบ (ในภาพที่ 5.3-2 ภาพที่ 1) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในภาพรวมมีการกระจายตัวของไอปรอท และมีการปล่อยทิ้งของสารปรอทซัลไฟด์ลงสู่ดินพร้อมกับการทำฝังกลบ โดยทุกกระบวนการมีผลกระทบในสัดส่วนที่เท่าเทียมกัน ยกเว้นผลกระทบด้าน Ecotoxicity สำหรับการผสมปูนซีเมนต์ที่มีผลน้อยมาก

ภาพที่ 5.3-2

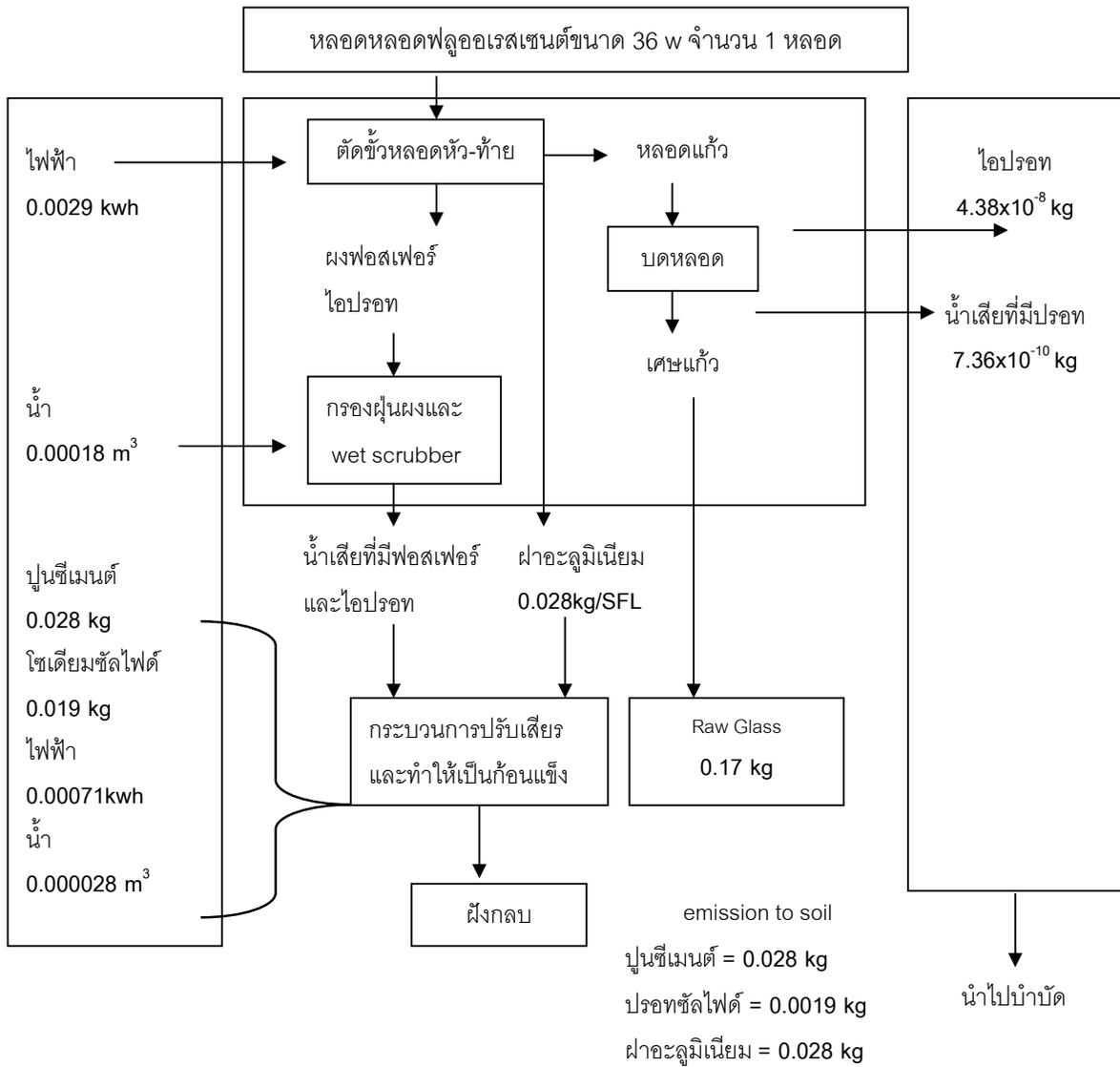
ผลการประเมิน LCA สำหรับการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบไม่รีไซเคิล ภาพที่ 2



อย่างไรก็ตามผลกระทบที่มากที่สุดอยู่ที่พิษต่อระบบนิเวศวิทยา (Ecotoxicity) โดยจะเห็นได้ว่า ในภาพที่ 5.3-2 มีการปลดปล่อยสูงสุด 9×10^{-3} PDF/m²/year ซึ่งเทียบกับค่าการใช้เชื้อเพลิงจากซากพืช-สัตว์ (Fossil fuel) มีค่า 2.5×10^{-4} MJ surplus energy และสารอนินทรีย์ที่มีผลต่อระบบหายใจ (Respiration of inorganic substance) มีค่า 1×10^{-4} DALYs

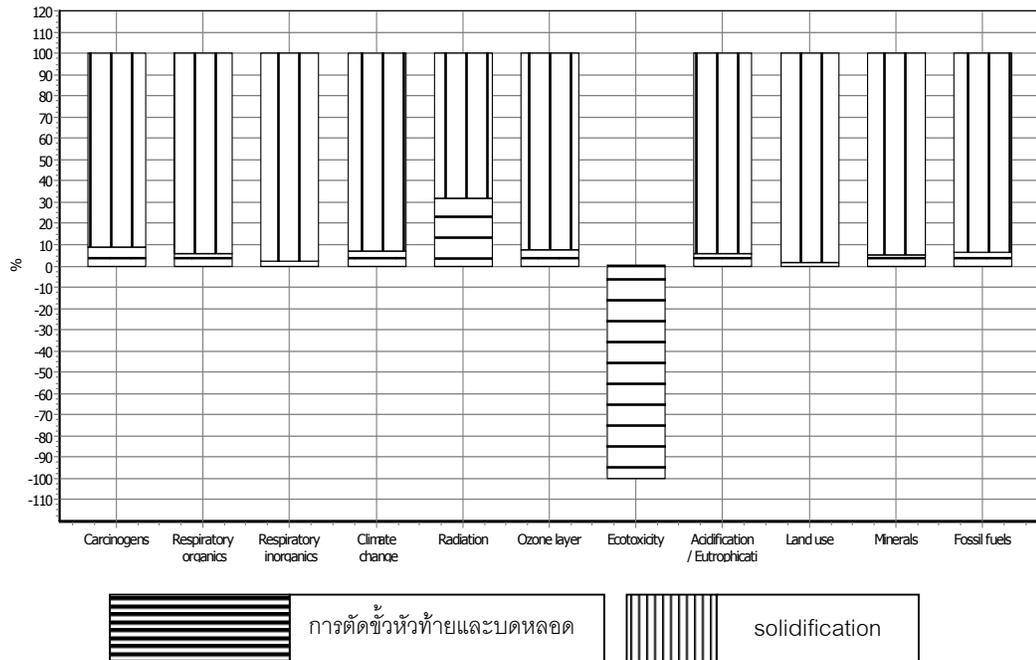
ภาพที่ 5.3-3

กระบวนการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิล



ภาพที่ 5.3-4

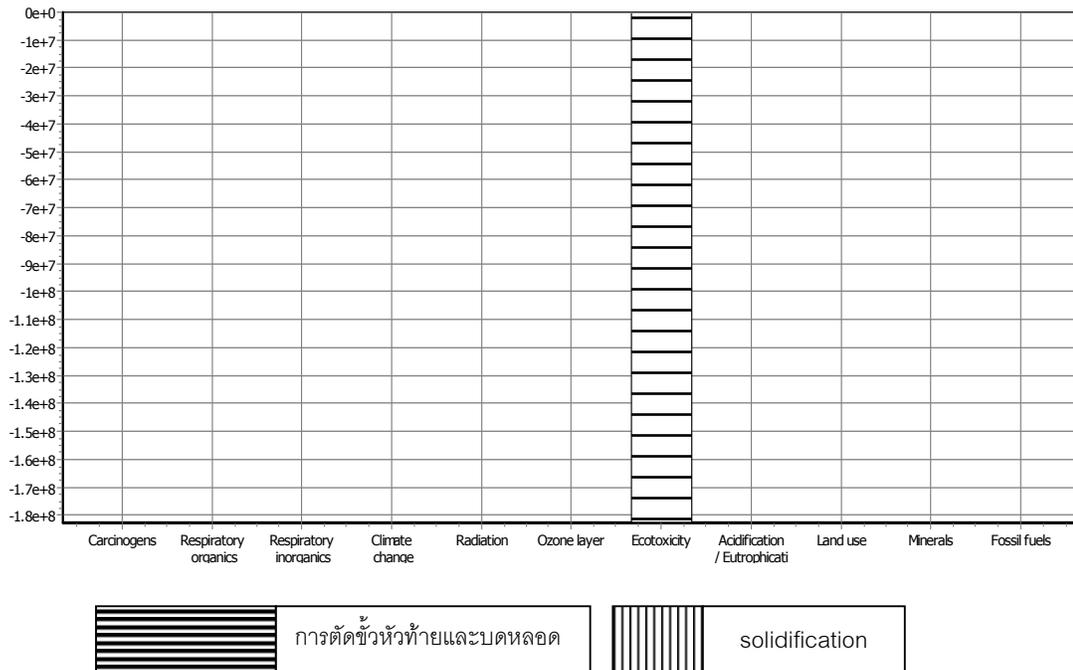
ผลการประเมิน LCA สำหรับการจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิล ภาพที่ 1



เมื่อวิเคราะห์ผลรวมพบว่ากระบวนการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิล ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ 1) การตัดชิ้นหิ้วทำและบดหลอด 2) Solidification จะพบว่า Solidification มีการส่งผลเสียต่อด้านยกเว้นความเป็นพิษต่อระบบนิเวศวิทยา (Ecotoxicity) ขณะที่การตัดชิ้นหิ้วทำและบดหลอดมีผลเสียต่อด้านแต่ในอัตราส่วนที่ต่ำกว่าการทำ Solidification ในภาพที่ 5.3-4 ภาพที่ 1

ภาพที่ 5.3-4

ผลการประเมิน LCA สำหรับการทำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิล ภาพที่ 2



การตัดหัวท้ายหลอดและบดหลอดมีผลดีในด้านความเป็นพิษต่อระบบนิเวศวิทยา (Ecotoxicity) สังเกตจากกราฟอยู่ในรูปกลับหัว มีค่า -1.8×10^8 PDF/m²/year ในภาพที่ 5.3-4 ภาพที่ 2 เนื่องจากการนำเศษแก้วที่มีปริมาณมากกลับมาใช้ใหม่หรือเข้าสู่กระบวนการใหม่ หมายถึงว่าเป็นการลดพลังงานต้นทุนวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิตภายในโรงงานให้เร็วขึ้น โดยไม่ต้องนำวัตถุดิบตั้งแต่ทราย ทรายแก้ว มาผ่านกระบวนการหลอมตั้งแต่ต้น

แสดงให้เห็นได้ว่าการจัดการรีไซเคิลสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะ Ecotoxicity จากค่า 9×10^{-3} เหลือ -1.8×10^8 PDF/m²/year ซึ่งลดลงถึง 11 เท่าจากเดิม ผลการประเมินเชิงตัวเลขในแต่ละผลกระทบที่ปรากฏจะเป็นสิ่งสนับสนุนเพื่อให้เกิดแนวทางการพัฒนาทางด้าน การป้องกันระบบสิ่งแวดล้อมมากขึ้นในอนาคต