

การประเมินวัฏจักรชีวิตการจัดการสิ่งปฏิกูล พื้นที่เขตสุขภาพที่ 9
(Life Cycle Assessment of Municipal Human Excreta Management
in the Regional Health Area 9)

นายสมรัฐ นัยรัมย์
สมชาย แซ่มชุกกลิ่น
ศิริภาพร ภูโยฤทธิ์
ศูนย์อนามัยที่ 9 นครราชสีมา

บทคัดย่อ

การศึกษา เรื่อง การประเมินวัฏจักรชีวิตการจัดการสิ่งปฏิกูล พื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการจัดการสิ่งปฏิกูลในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บ ขน กำจัดสิ่งปฏิกูล รวมถึงการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการทำความสะอาดรถสุขสิ่งปฏิกูล ดำเนินการโดยการประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle assessment, LCA) ในมาตรฐาน ISO 14040 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย การกำหนดขอบเขตและเป้าหมาย การวิเคราะห์บัญชีรายการ การประเมินผลกระทบ และการแปลความหมาย การวิจัยนี้ใช้ หน่วยหน้าที่การใช้งาน (Functional Unit) เป็นปริมาณสิ่งปฏิกูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดในหน่วยตันต่อปีในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 นครราชสีมา ที่ได้รับการจัดการตั้งแต่การเก็บ ขนและการกำจัด เลือกประเด็นผลกระทบเฉพาะผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน (Global Warming) ใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential : GWP) เป็นตัวกำหนดบทบาท ผลการประเมินพบว่าขั้นตอนของเก็บกักสิ่งปฏิกูลเป็นขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนมากที่สุด คือ มีปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกในปริมาณ 395,719.48 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 83.0 รองลงมาได้แก่ การขนส่งสิ่งปฏิกูลเพื่อนำไปกำจัด การกำจัดสิ่งปฏิกูลด้วยระบบบำบัดสิ่งปฏิกูล และการกำจัดน้ำเสียจากการทำความสะอาดรถเก็บขนส่งสิ่งปฏิกูล โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณ 50,167.22 23,220.67 6,413.88 และ 474.01 ตามลำดับ สาเหตุที่การเก็บกักสิ่งปฏิกูลส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนมากที่สุดเนื่องจากระบบการเก็บกักสิ่งปฏิกูลที่ใช้อยู่เป็นระบบไม่ใช้อากาศส่งผลให้เกิดมลสารทางอากาศมากกว่าการเก็บกักในสภาวะเดิมอากาศ การดำเนินการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการสิ่งปฏิกูลควรเน้นการจัดการให้ถูกสุขลักษณะและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่รับผิดชอบดูแลการจัดการสิ่งปฏิกูล ควรมีการบำบัดสิ่งปฏิกูลโดยเน้นการหมักแบบไร้อากาศ และมีการนำก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักไปใช้โยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือเป็นเชื้อเพลิง พร้อมลดการใช้ทรัพยากรที่ใช้ในการจัดการสิ่งปฏิกูล เช่น ลดการใช้น้ำ และการลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง

คำนิยาม : การประเมินวัฏจักรชีวิต, สิ่งปฏิกูล, เขตสุขภาพที่ 9

1. หลักการและเหตุผล

การจัดการสิ่งปฏิกูล เป็นกระบวนการดำเนินการตั้งแต่ การเก็บกัก รวบรวม ขนส่ง และการนำสิ่งปฏิกูล มาทำการปรับปรุงหรือแปรสภาพให้ปราศจากเชื้อโรคและสภาพอันน่ารังเกียจ ซึ่งการจัดการสิ่งปฏิกูลตาม พระราชบัญญัติการสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2535 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2550 หมวดที่ 3 การจัดการสิ่งปฏิกูลและมูล ฝอย ได้ให้คำนิยามสิ่งปฏิกูลว่า “สิ่งปฏิกูล หมายความว่า อุจจาระหรือปัสสาวะ และหมายความรวมถึงสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นสิ่งโสโครกและมีกลิ่นเหม็น” [1] ตามพระราชบัญญัตินี้ ในมาตรา 18 ได้กำหนดบทบาทหน้าที่ให้การ จัดการสิ่งปฏิกูลอยู่ในการควบคุมดูแลของราชการส่วนท้องถิ่น โดยการกำหนดให้ การเก็บ ขน หรือกำจัดสิ่งปฏิกูล ในเขตราชการส่วนท้องถิ่นใดให้เป็นอำนาจของราชการส่วนท้องถิ่นนั้น [2]

การจัดการสิ่งปฏิกูล จากรายงานสถานการณ์อนามัยสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ปี 2557 พบว่า ภาพรวมการกำจัดสิ่งปฏิกูลมีเทศบาลเพียง ร้อยละ 6.39 เท่านั้นที่มีสถานที่บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูล และใน จำนวนนี้มีเพียงร้อยละ 13.6 ที่ได้ระบุวิธีการกำจัดสิ่งปฏิกูล และพบว่า ร้อยละ 18.71 ขององค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่นมีปัญหาการลักลอบทิ้งสิ่งปฏิกูลในที่สาธารณะ ไร่นา สวนและในลำคลอง [3] สำหรับภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ จากการศึกษาของวีระศักดิ์ สืบเสาะ พบว่า ส่วนใหญ่เทศบาลยังไม่มีระบบบำบัดสิ่งปฏิกูล คิดเป็น ร้อยละ 67.39 และที่มีคิดเป็นร้อยละ 32.61 เป็นระบบที่มีการใช้งานได้ดีเพียง 1 แห่ง ที่ [4] สำหรับเขต สุขภาพที่ 9 ที่มีพื้นที่รับผิดชอบ 4 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์และสุรินทร์ พบว่า ส่วนมากสิ่งปฏิกูลจะถูกนำไปทิ้งในสวนไร่ นาและที่สาธารณะต่างๆ มากถึง ร้อยละ 76.0 [5] การจัดการสิ่งปฏิกูลที่ ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสิ่งปฏิกูลจะมี องค์กรประกอบของสารปนเปื้อนและสารอาหารต่างๆมากมาย ตลอดจนกระบวนการจัดการตั้งแต่การเก็บ ขนและ การกำจัดจะต้องใช้ทรัพยากร วัสดุคิบ พลังงาน ส่งผลให้เกิดมลสารที่เป็นของเสียและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) เป็นกระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่า ผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึงการใช้ ทรัพยากร พลังงาน และการปลดปล่อยของเสียรูปแบบต่าง ๆ ครอบคลุมทุกขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือ บริการ ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) การประเมินวัฏจักรชีวิต เป็นส่วนหนึ่งในมาตรฐาน ระบบจัดการ สิ่งแวดล้อม ISO 14000 โดยมาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับ LCA ถูก บรรจุใน ISO 14040 [6] เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการ ประเมินการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมและการประเมินโอกาสที่จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขอนามัย ของชุมชน เพื่อที่ จะหาวิธีการในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด การจัดการสิ่ง ปฏิกูลตั้งแต่กระบวนการเก็บ ขน และการกำจัดของเสีย มีการใช้ทรัพยากร ใช้วัสดุคิบ ใช้พลังงาน และมีการ จัดการที่ไม่ถูกต้องส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำ LCA ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อหาแนวทางในการลดผลกระทบที่เกิดจากการจัดการ สิ่งปฏิกูล

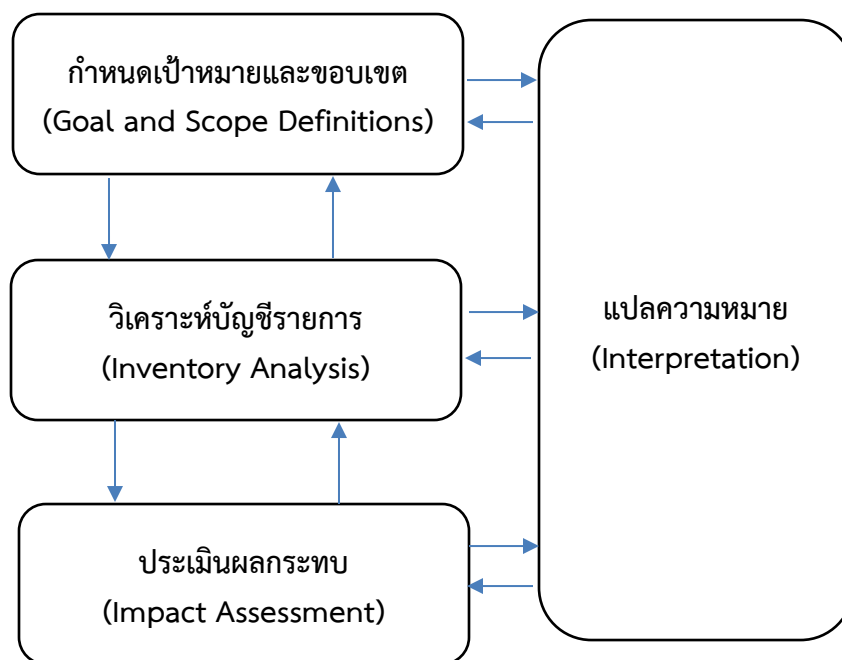
2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยกระบวนการจัดการสิ่งปฏิกูลในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การ เก็บ ขน กำจัดสิ่งปฏิกูล รวมถึงการทำความสะอาดรถสุขสิ่งปฏิกูล

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในขั้นตอนการจัดการตั้งแต่การเก็บ การขน และกำจัด สิ่งปฏิกูลรวมถึงการทำความสะอาดรถสุขสิ่งปฏิกูล

3. วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle assessment, LCA) ในมาตรฐาน ISO 14040 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของการจัดการสิ่งปฏิกูล โดยพิจารณาตั้งแต่กระบวนการแรกที่ได้มาซึ่งสิ่งปฏิกูล คือการขับถ่ายสิ่งปฏิกูลลงในส้วม และเก็บกักสิ่งปฏิกูลในส้วม การเก็บขน จนถึงขั้นตอนสุดท้าย คือ การนำสิ่งปฏิกูลไปกำจัด โดยดำเนินการตามขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต 4 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต

3.1 กำหนดเป้าหมายและขอบเขต

3.1.1 การกำหนดเป้าหมาย (Goal)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือในการประเมินการจัดการสิ่งปฏิกูลในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 ประกอบด้วย จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์และจังหวัดสุรินทร์ ตั้งแต่กระบวนการเก็บกัก ขนและกำจัดเพื่อนำผลจากการประเมินในแต่ละกระบวนการจัดการสิ่งปฏิกูลไปใช้ประโยชน์ในการลดผลกระทบที่เกิดขึ้น

3.1.2 หน่วยหน้าที่การใช้งาน (Functional Unit)

การศึกษาใช้หน่วยหน้าที่การใช้งาน เป็นปริมาณสิ่งปฏิกูลที่เกิดทั้งหมดในหน่วยตันต่อปีในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 นครราชสีมา ที่ได้รับการจัดการตั้งแต่การเก็บ การขนและการกำจัด

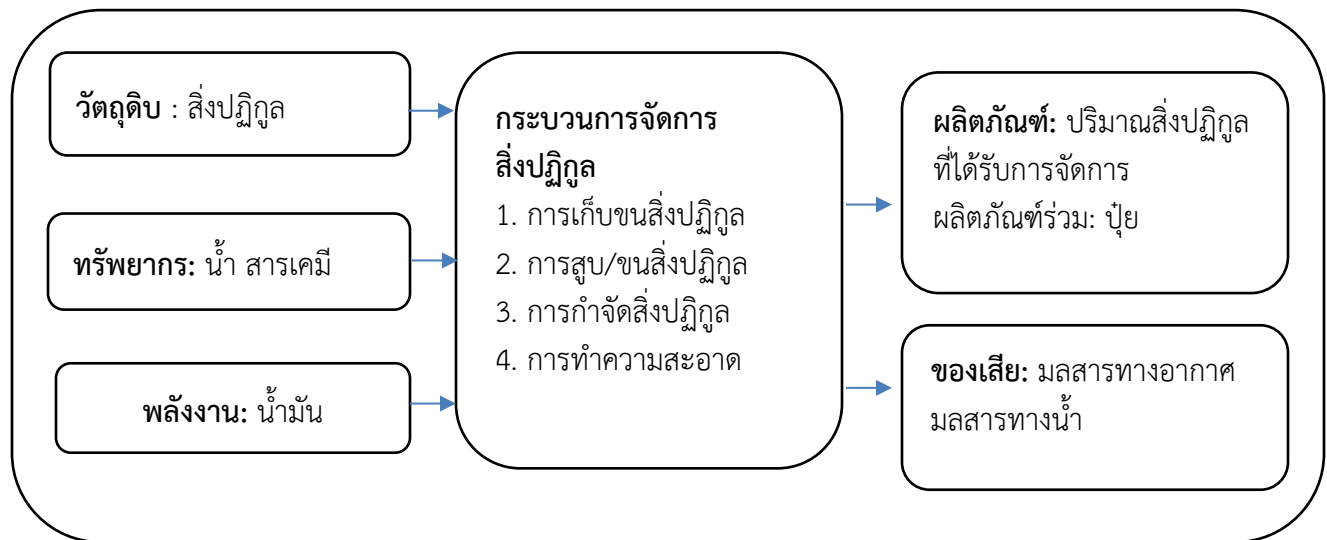
3.1.3 ขอบเขตการศึกษา (Scope and system boundary)

เป็นการศึกษาบ่งชี้ระดับผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการจัดการสิ่งปฏิกูลในแต่ละขั้นตอนโดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือ มีขอบเขตการศึกษา ดังนี้

- 1) ทำการประเมินในระดับเขตพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 ประกอบด้วย พื้นที่จังหวัด นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ โดยพิจารณาสิ่งปฏิกูลที่เกิดขึ้นในหน่วยต้นต่อปี
- 2) พิจารณาประเภทผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพียง 1 ประเภท คือ ผลกระทบต่อ สภาวะโลกร้อน (Global warming) โดยมีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) และมีเทน (CH₄)
- 3) พิจารณาการจัดการสิ่งปฏิกูลตั้งแต่แหล่งกำเนิด การขนส่ง และการกำจัดสิ่งปฏิกูล ตลอดจนน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการทำความสะอาดสุขสิ่งปฏิกูล

4. ขั้นตอนวิเคราะห์รายการ (Inventory Analysis)

ขั้นตอนการวิเคราะห์รายการ (Inventory Analysis) สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการจัดทำรายการและรวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสิ่งปฏิกูล โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้แก่ ปริมาณสารขาเข้า ประกอบด้วย วัตถุดิบ คือ สิ่งปฏิกูลที่เกิดขึ้น น้ำและสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการสูบและขน สิ่งปฏิกูล สิ่งปฏิกูลที่ได้รับการจัดการจะผ่านกระบวนการจัดการ 4 กระบวนการ เกิดสารขาออก คือ ปริมาณ สิ่งปฏิกูลที่ได้รับการกำจัด มีผลิตภัณฑ์ร่วมเกิดขึ้น คือ ปุ๋ยจากการหมักสิ่งปฏิกูล และของเสียที่เกิดขึ้น คือ มลภาวะ ทางอากาศ มีน้ำเสียเกิดขึ้น รายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขอบเขตการประเมินวัฏจักรชีวิตการจัดการสิ่งปฏิกูล

5. การประเมินผลกระทบ

การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เป็นการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของการจัดการสิ่งปฏิกูล จากข้อมูลการใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสียหรือสารขาเข้าและขาออก ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Inventory Analysis) โดยการจำแนกจัดกลุ่ม และเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้น ในการคำนวณหาค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการจัดการสิ่งปฏิกูล ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิต้อง ถูกแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการคูณเข้ากับค่าคงที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor : EF) ของประเภทวัสดุ พลังงานหรือกระบวนการนั้นๆ และคำนวณในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยมีก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) และมีเทน (CH₄) และจะใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential : GWP) เป็นตัวกำหนดบทบาท โดยสามารถคำนวณสภาวะโลกร้อนได้จากสมการ ดังนี้

$$Ex_{i,j} = \sum(A_i \times EF_{x,i})$$

เมื่อ $Ex_{i,j}$ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจก x ที่ปล่อยออกมา

A_i หมายถึง กิจกรรม i ที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

$EF_{x,i}$ หมายถึง ค่าคงที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก x ที่เกิดจากกิจกรรม i

ข้อมูลกิจกรรม และค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณสภาวะโลกร้อน แสดงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แหล่งข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตสิ่งปฏิกูล

ข้อมูลกิจกรรม	หน่วย	แหล่งข้อมูล
ปริมาณสิ่งปฏิกูลที่เกิดขึ้นในเขตสุขภาพที่ 9	ตัน	ได้จากการคำนวณโดยคิดอัตราการเกิดสิ่งปฏิกูล 37.595 ลิตร ต่อคนต่อปี [7] และจำนวนประชากรจากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย [8]
ปริมาณสารอินทรีย์ในสิ่งปฏิกูลในรูปของบีโอดี (BOD) หรือ ซีโอดี (COD)	มิลลิกรัม ต่อลิตร	คู่มือการจัดการน้ำเสีย [9]
ปริมาณสิ่งปฏิกูลที่ได้รับการกำจัดโดยเทศบาลนครนครราชสีมา	ตัน	จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้รับผิดชอบงานจัดการสิ่งปฏิกูลของเทศบาลนครนครราชสีมา
การขนส่งประเภทรถประเภทน้ำมันที่ใช้ระยะทางการเก็บขน	กิโลเมตร - ลิตร กิโลเมตร	จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามการจัดการสิ่งปฏิกูลขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9
ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำ ความสะอาด	ลิตร	1. จำนวนจากปริมาณน้ำประปาที่ใช้ (ร้อยละ 80 ของน้ำที่ใช้)
ปริมาณน้ำเสียจากการล้างทำความสะอาด	ลิตร	2. Guide to Best Management Practices: 100% Closed-Loop Recycle Systems at Vehicle and Other Equipment Wash Facilities [10]

ตารางที่ 1 แหล่งข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตสิ่งปฏิกูล (ต่อ)

ข้อมูลกิจกรรม	หน่วย	แหล่งข้อมูล
ซีโอดีของน้ำเสีย (COD)	มิลลิกรัมต่อลิตร	Treatment of Wastewater From Car Washes Using Natural Coagulation and Filtration System [11]
ประเภ่วธีการการกำจัดสิ่งปฏิกูลในเขตการสาธารณสุข	-	1. ข้อมูลการกำจัดสิ่งปฏิกูลในเขตสุขภาพที่ 9 จากสถานการณ์การจัดการสิ่งปฏิกูล เขตสุขภาพที่ 9 [5] 2. รายงานสถานการณ์อนามัยสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ปี 2557 [3]

ตารางที่ 2 ค่าคงที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ที่ใช้สำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตสิ่งปฏิกูล

ข้อมูล	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์	แหล่งข้อมูล
สิ่งปฏิกูล	กิโลกรัมบีโอดี (KgBOD)	0.30 kgCH ₄ /kgBOD	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [12]
การขนส่ง	Ton-km	0.3111 kgCO ₂ eq/ton-km	Thai national database [13]
น้ำประปาผลิตโดยใช้น้ำผิวดิน	ลูกบาศก์เมตร	0.5081 kgCO ₂ eq/หน่วย	Thai national database [13]
การกำจัดโดยเป็น Biogas	กิโลกรัม	1 g CH ₄ /kg waste treated	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [12]
การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ บึงโดยตรง	กิโลกรัม	0.025 kg CO ₂ eq/kg COD	Thai national database [13]
การกำจัดโดยการเทกองหรือทิ้งในที่สาธารณะ	กิโลกรัมบีโอดี (kgBOD)	0.06 kgCH ₄ /kgBOD	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [12]

6. การแปลผล

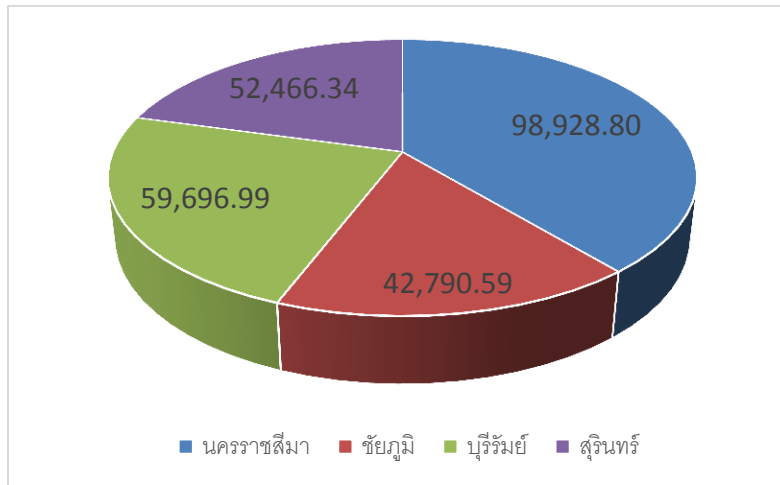
การแปลผลการประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินการโดยนำผลของการศึกษามาวิเคราะห์ สรุปหาสาเหตุปัญหา อันจะนำไปสู่แนวทางการลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากสถานะแวดล้อมที่เกิดจากการจัดการสิ่งปฏิกูล การแปลผลของการประเมินสถานะโลกร้อนจะแปลผลในรูปหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

7. ผลการศึกษา

การประเมินวัฏจักรชีวิตการจัดการสิ่งปฏิกูล ตั้งแต่การเกิดสิ่งปฏิกูล การเก็บกัก การขนส่ง การกำจัด และการทำความสะอาดสุขาส่งสิ่งปฏิกูล มีผลการศึกษา ดังนี้

7.1 การเกิดสิ่งปฏิกูล

ปริมาณการเกิดสิ่งปฏิกูลที่ท้องถิ่นจะต้องรับผิดชอบในการเก็บรวบรวมและนำไปกำจัด จากการคำนวณ โดยใช้อัตราการเกิดสิ่งปฏิกูล 37.595 ลิตรต่อคนต่อปี [7] คูณกับจำนวนประชากรรายจังหวัด [9] พบว่า ในเขตสุขภาพที่ 9 มีปริมาณการเกิดสิ่งปฏิกูล 253,882.72 ตันต่อปี พิจารณาแยกรายจังหวัด พบว่า เป็นสิ่งปฏิกูลที่เกิดจากจังหวัดนครราชสีมามากที่สุด 98,928.80 ตันต่อปี รองลงมา คือ เกิดจากจังหวัดบุรีรัมย์ ชัยภูมิ และสุรินทร์ 59,696.99 52,466.34 และ 42,790.59 ตันต่อปี ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ปริมาณการเกิดสิ่งปฏิกูลแยกรายจังหวัด

7.2 ระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูล

สิ่งปฏิกูล และน้ำเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของคน จะถูกรวบรวมผ่านแนวเส้นท่อ และรวบรวมไว้ในระบบบำบัดแบบติดกับที่ ไม่ว่าจะเป็นบ่อเกรอะ บ่อซึม หรือถังกรองไร้อากาศ ซึ่งการบำบัดโดยใช้บ่อเกรอะหรือถังกรองไร้อากาศจะเป็นระบบบำบัดสำหรับเก็บน้ำเสียหรือสิ่งปฏิกูลที่มาจากส้วมติดตั้งอยู่ใต้ดิน เป็นการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลเบื้องต้นในสภาวะที่ไม่เติมอากาศ ภายในบ่ออยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน มีการบำบัดทางชีวภาพอาศัยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ผลที่ได้จะเกิดก๊าซ จำพวกคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ นอกจากนี้ผลของการย่อยสลายเกิดกากตะกอน ซึ่งกากตะกอนจะต้องนำไปกำจัดต่อไป น้ำใสที่เกิดจากบ่อเกรอะจะไหลสู่บ่อซึม บ่อซึมจะทำหน้าที่กำจัดน้ำทิ้งด้วยการซึมไปในดินจากการขั้นตอนการเก็บกักสิ่งปฏิกูลจะเกิดมลสารที่ส่งผลกระทบต่ออากาศ และส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ แต่อย่างไรก็ตามการเกิดก๊าซต่างๆ จะขึ้นอยู่กับสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียหรือสิ่งปฏิกูล

7.3 การสูบ/ขนส่งสิ่งปฏิกูล

เมื่อระบบเก็บกักสิ่งปฏิกูลในครัวเรือนเต็ม การสูบสิ่งปฏิกูลเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการขนส่งสิ่งปฏิกูลไปกำจัดยังสถานที่กำจัด มีวิธีการโดยใช้รถในการเก็บขนเป็นรถเครื่องยนต์ดีเซล ขนาดบรรจุมากที่สุด 5.0 ลูกบาศก์เมตร ขนาดบรรทุกเล็กที่สุด 3.5 ลูกบาศก์เมตร ระยะทางเก็บขนสิ่งปฏิกูลจะขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ บางพื้นที่ที่มีการควบคุมกำกับการจัดการสิ่งปฏิกูล องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะจัดให้มีที่ทิ้งหรือกำหนดที่ทิ้งเฉพาะให้กับผู้ประกอบการรถดูดส้วม แต่ในกรณีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังขาดการควบคุมหรือไม่ได้จัดให้มีพื้นที่สำหรับการทิ้งสิ่งปฏิกูล ผู้ประกอบการจะนำสิ่งปฏิกูลไปทิ้งในที่ของผู้ประกอบการที่จัดหาไว้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่ไกลจากพื้นที่ที่ให้บริการ ข้อมูลจากการสำรวจผู้ประกอบการรถดูดส้วมในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล พบว่า ระยะทางที่ไกลที่สุดจากบ้านที่ทำการสูบสิ่งปฏิกูลไปยังพื้นที่ทิ้งหรือกำจัดสิ่งปฏิกูล ประมาณ 800 เมตร ส่วนระยะทางที่ไกลที่สุดมีระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร แต่อย่างไรก็ตาม จากการสอบถามถึงระยะทางที่คุ้มค่าในการทำธุรกิจ ผู้ประกอบการจะต้องมีที่ทิ้งหรือกำจัดสิ่งปฏิกูลในระยะทางที่ไม่ไกลมากนัก นั่นคือระยะทางอยู่ระหว่าง 1-2 กิโลเมตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกระยะทางเฉลี่ย 2 กิโลเมตรในการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น

7.4 การกำจัดสิ่งปฏิกูล

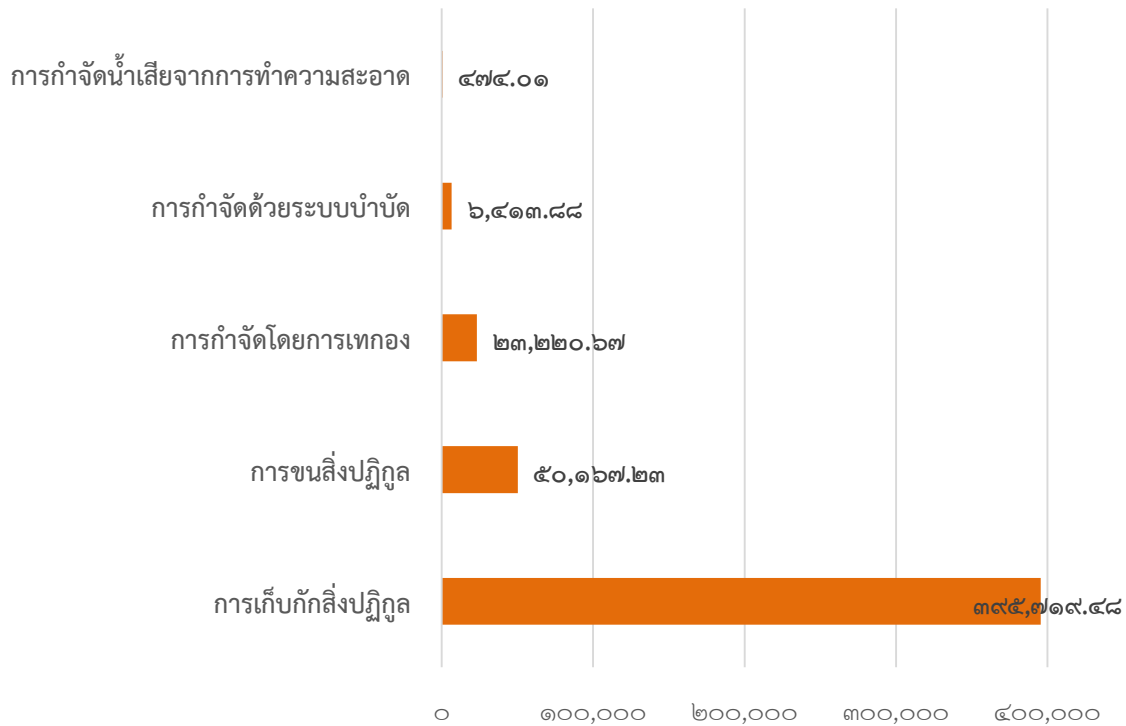
การบำบัดหรือกำจัดสิ่งปฏิกูลตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 กำหนดบทบาทในการจัดการสิ่งปฏิกูลเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ข้อมูลจากการสำรวจสถานการณ์การจัดการสิ่งปฏิกูล เขตสุขภาพที่ 9 [5] พบว่า มีเทศบาลเพียงแห่งเดียวที่มีระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลที่ใช้งานได้ดี คือ เทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งมีการนำสิ่งปฏิกูล ปริมาณ 3,600.6 ลูกบาศก์เมตร ข้อมูลปี 2559 ไปบำบัดด้วยด้วยวิธีการหมักแบบไร้อากาศร่วมกับขยะอินทรีย์และมีการนำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักไปผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นๆ มีวิธีการกำจัดที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ทิ้งรวมกับมูลฝอยทั่วไป ทิ้งในที่ที่จัดเตรียมไว้ ทิ้งในป่า หรือทิ้งในที่ไร้เนา การนำสิ่งปฏิกูลที่ไม่ได้รับการบำบัดอย่างถูกหลักสุขาภิบาลไปทิ้งในพื้นที่ดังกล่าว จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การทิ้งกองรวม จะเกิดการหมัก เกิดก๊าซ ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน

7.5 การทำความสะอาดรถสูบสิ่งปฏิกูล

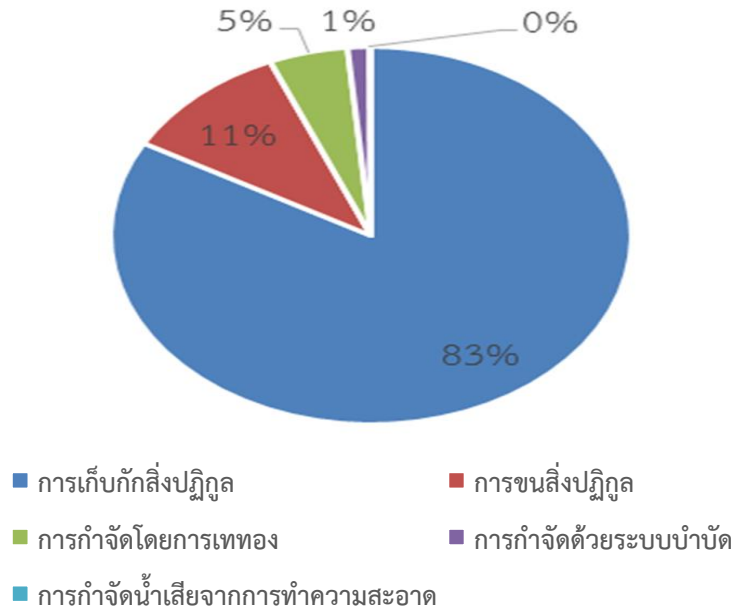
การสูบสิ่งปฏิกูล โดยใช้รถสูบสิ่งปฏิกูลทั้งของผู้ประกอบการเองหรือว่าหน่วยงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จะต้องมีการทำความสะอาด ซึ่งน้ำเสียที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดจะส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน กระบวนการทำความสะอาดรถพยาบาลที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้ดูแลรับผิดชอบรถสูบสิ่งปฏิกูล ผู้ดูแลรับผิดชอบรถสูบสิ่งปฏิกูลบางรายจะทำความสะอาดมีความถี่อย่างน้อย 3 เดือน ครั้ง บางราย 1 เดือนครั้ง แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างรถสูบสิ่งปฏิกูลจะมากขึ้นแตกต่างกันไป ตลอดจนสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด จากการสำรวจการจัดการสิ่งปฏิกูลไปพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบล พื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 พบว่า บางรายจะทำความสะอาดโดยการใช้น้ำเพียงอย่างเดียว แต่บางรายจะใช้สารซักฟอกร่วมด้วย การประเมินสภาวะโลกร้อนจากการทำความสะอาดสิ่งปฏิกูลจะกำหนดขอบเขตเฉพาะน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการทำความสะอาดรถสูบสิ่งปฏิกูลเท่านั้น ไม่รวมผลกระทบที่เกิดจากการใช้น้ำประปา

7.6 ปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจก

จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการจัดการสิ่งปฏิกูล พิจารณาเฉพาะผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน พบว่า ในขั้นตอนของเก็บกักสิ่งปฏิกูลเป็นขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนมากที่สุด คือ มีปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกในปริมาณ 395,719.48 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ร้อยละ 83) รองลงมาได้แก่ การขนส่งสิ่งปฏิกูลเพื่อนำไปกำจัด การกำจัดสิ่งปฏิกูลด้วยระบบบำบัดสิ่งปฏิกูล และการกำจัดน้ำเสียจากการทำความสะอาดรถขนส่งสิ่งปฏิกูล โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณ 50,167.22 23,220.67 (ร้อยละ 11.00) 6,413.88 (ร้อยละ 1.0) และ 474.01 (ร้อยละ 0.0) ดังภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3 ปริมาณการเกิดภาวะโลกร้อนจากการจัดการสิ่งปฏิกูล (kgCO₂eqต่อปี)



ภาพที่ 4 สัดส่วนของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนจากการจัดการสิ่งปฏิกูล

8. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

การประเมินวัฏจักรชีวิตการจัดการสิ่งปฏิกูล ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9 ใช้วิธีการประเมินตามขั้นตอนของการประเมินวัฏจักรชีวิต 4 ขั้นตอน มุ่งเน้นประเมินเฉพาะผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม คือ ผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน ผลการประเมิน พบว่ากระบวนการที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนมากที่สุด คือ กระบวนการเก็บกักสิ่งปฏิกูลในครัวเรือน ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บกักสิ่งปฏิกูลในครัวเรือนจะเป็นระบบหมักแบบไร้อากาศ ซึ่งกระบวนการหมัก ย่อยสลายสารอินทรีย์จะก่อให้เกิดมลสารที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม เช่น มีเทน ไนตรัส ออกไซด์ สูงกว่าการบำบัดหรือกำจัดสิ่งปฏิกูลโดยการเทกองกับพื้น และนอกจากนี้การเก็บกักสิ่งปฏิกูลในครัวเรือนเป็นสิ่งปฏิกูลหรือสิ่งขับถ่ายในแต่ละวันจะมีอัตราการเกิดมีเทนค่อนข้างสูงกว่าการเทกอง หรือปล่อยลงสู่ธรรมชาติ แหล่งน้ำหรือทะเล [13] เมื่อพิจารณาการเกิดสิ่งปฏิกูล สิ่งปฏิกูลที่ตูดจากส้วม จะมีองค์ประกอบของน้ำประมาณร้อยละ 99 ดังนั้นปริมาณสิ่งปฏิกูลที่เกิดขึ้นจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับการชำระล้าง และส่งผลต่อการเกิดก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ระบบบำบัดแบบติดกับที่ต่างประเภทกันจะส่งผลให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามไปด้วย

การประเมินผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนในขั้นตอนของการขนส่งสิ่งปฏิกูลเพื่อนำไปกำจัด จะเห็นว่าส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนเป็นอันดับรองจากการเก็บกักสิ่งปฏิกูล ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นเกิดจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งรถที่ใช้ในการขนส่งสิ่งปฏิกูลเป็นรถบรรทุกขนาดเบา การประเมินสภาวะโลกร้อนจะต้องทราบปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง แต่เนื่องจากข้อจำกัดของการรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยเลือกใช้ระยะทางในการประเมินโดยการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามสำหรับผู้ประกอบการ ความไม่แน่นอนของข้อมูลระยะทางการเก็บขนเกิดขึ้นเนื่องจากผู้ประกอบการบางรายไม่ได้มีที่บำบัดหรือกำจัดที่มีลักษณะเป็นพื้นที่เฉพาะแต่ผู้ประกอบการจะทิ้งในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งมีระยะทางต่างกัน และปัจจัยหนึ่งขึ้นอยู่กับผู้รับบริการ ดังนั้นการประเมินก๊าซเรือนกระจกในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของผู้ประกอบการรถดูดส้วมและระยะทางที่ไกลที่สุดที่

เหมาะสมและคุ้มค่าสำหรับการขนส่งสิ่งปฏิกูลนำไปกำจัด ซึ่งส่งผลทำให้การประเมินมีค่าค่ามากหรือน้อยกว่าความเป็นจริงได้

การกำจัดสิ่งปฏิกูล สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี กรณีแรก คือ การบำบัดโดยระบบถังหมักไร้อากาศ ซึ่งเป็นระบบที่สามารถนำก๊าซที่เกิดขึ้นมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ กรณีที่สอง คือ การบำบัดหรือกำจัดที่ไม่ถูกวิธี นั่นคือ การทิ้งรวมกับมูลฝอยทั่วไป การเทกอง การทิ้งในธรรมชาติ สวย คลองหรือ ไร่นา ซึ่งในการจัดการสิ่งปฏิกูลย่อมเกิดผลกระทบต่างกัน เนื่องจากยังไม่มีค่าคงที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) การจัดการสิ่งปฏิกูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้ค่าคงที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ในการคำนวณโดยการเทกอง สิ่งปฏิกูลจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นตะกอนและส่วนที่เป็นน้ำเสีย การเทกองส่วนหนึ่งจะมีการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจน บางส่วนจะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งส่งผลต่อการเลือกใช้ค่าคงที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ในการคำนวณ และส่งผลต่อการเกิดก๊าซเรือนกระจก

การล้างทำความสะอาดรถสุขสิ่งปฏิกูลเป็นอีกกระบวนการที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย เมื่อเทียบสัดส่วนของการจัด การสิ่งปฏิกูลทั้งหมด ถือว่ามีสัดส่วนค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นการชำระล้างสิ่งปฏิกูลเพียงบางส่วน มีค่าความสกปรกแตกต่างจากสิ่งปฏิกูลที่สูบจากส้วมหลายเท่า ดังนั้นจึงส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนในสัดส่วนน้อย โดยส่งผลเพียง 474.01 กิโลกรัมคาร์บอนได้ออกไซด์เทียบเท่า แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่รวมการประเมินผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประปาสำหรับการล้างรถสุขสิ่งปฏิกูล

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัย

สิ่งปฏิกูลมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ในปริมาณที่สูง มีธาตุและสารอาหารหลักสำหรับการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน การนำสิ่งปฏิกูลมาใช้ประโยชน์โดยการหมักให้เกิดก๊าซชีวภาพนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า จะช่วยลดผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นสามารถใช้เป็นประโยชน์ในการทำปุ๋ย ดังนั้นหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีบทบาทหน้าดูแลรับผิดชอบการจัดการสิ่งปฏิกูล ควรพิจารณาแนวทางการจัดการสิ่งปฏิกูลที่ถูกหลักสุขาภิบาล โดยวิเคราะห์ประเด็นร่วมทั้งในเชิงสุขภาพ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ตลอดจนความยั่งยืนในการพัฒนา

9.2 ข้อเสนอในการศึกษาครั้งต่อไป

- 1) ควรมีการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการจัดการสิ่งปฏิกูล ในประเด็นอื่น ร่วมด้วย เช่น สภาวะความเป็นกรด (Acidification) การเติบโตของพืชน้ำ (Eutrophication) หรือผลกระทบต่อสุขภาพ (Human Health)
- 2) ใช้ข้อมูลเฉพาะพื้นที่ในการคำนวณเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรง หรือแม่นยำในการประเมิน

10. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้รับผิดชอบงานการจัดการสิ่งปฏิกูล ผู้บริหารของขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้ประกอบการรถสูบล้างสิ่งปฏิกูล ในเขตสุขภาพที่ 9 ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามและให้ข้อมูลการจัดการสิ่งปฏิกูลในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะผู้บริหาร หัวหน้ากลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยที่ 9 นครราชสีมา ที่ช่วยสนับสนุนและให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

11. เอกสารอ้างอิง

1. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 2557.
2. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือวิชาการอนามัยสิ่งแวดล้อมสำหรับเจ้าหน้าที่. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. 2558
3. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. สถานการณ์อนามัยสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ปี 2557. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2559.
4. วีระศักดิ์ สืบเสาะ. การจัดการสิ่งปฏิกูลของเทศบาลในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุสิต ม.ขอนแก่น. 2551
5. สมรัฐ นัยรัมย์. การจัดการสิ่งปฏิกูล เขตบริการสุขภาพที่ 9. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เม.ย. 59. เข้าถึงได้จาก http://hpc9.anamai.moph.go.th/more_news.php?offset=20&cid=32&filename=home_sl
6. ห้องปฏิบัติการการประเมินวัฏจักรชีวิต ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศ. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เม.ย. 59. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaicidatabase.net/index.php/history-life-cycle-assessment-lca>
7. กรมอนามัย. คู่มือการจัดการสิ่งปฏิกูล (แบบครบวงจร). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. 2558
8. กรมการปกครอง. ระบบสถิติทางการทะเบียน. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เม.ย. 59. เข้าถึงได้จาก http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat_age.php
9. กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับครัวเรือน. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เม.ย. 59. เข้าถึงได้จาก http://www.wangchan.go.th/svl/EBook_01-07-2556_2.pdf
10. Florida Department of Environmental Protection Pollution Prevention Program and Industrial Wastewater Section. Guide to Best Management Practices. 100% Closed-Loop Recycle Systems at Vehicle and Other Equipment Wash Facilities. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เม.ย. 59. เข้าถึงได้จาก <http://www.dep.state.fl.us/water/wastewater/docs/GuideBMPClosed-LoopRecycleSystems.pdf>
11. A A Al-Gheethi, R M S R Mohamed, M A A Rahman, M R Johari1 and A H M Kassim. Treatment of Wastewater From Car Washes Using Natural Coagulation and Filtration System. Soft Soil Engineering International Conference 2015 (SEIC2015). p 1-7.

12. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เม.ย. 59. เข้าถึงได้จาก http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#4
13. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). ค่า Emission Factor โดยแบ่งตามประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เม.ย. 59. เข้าถึงได้จาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/download/ts_d92b5f295b.pdf