



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการปรับปรุงการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

Evaluation of greenhouse gas reduction from improvement of solid waste management of Khon Kaen University

พิชัย ศรีมันตะ และ พัชรี หอวิชิต*

Pichai Srimanta and Patcharee Hovichit*

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

Received May 2012

Accepted November 2012

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากแนวคิดที่นำเสนอเพื่อการปรับปรุงระบบจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่นด้วยการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอยขึ้นในมหาวิทยาลัย โดยทำการคัดแยกขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่ วิธีการประเมินได้ใช้ทั้งข้อมูลปฐมภูมิ และทุติยภูมิเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทั้งระบบในปัจจุบัน และระบบที่นำเสนอเพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง จากการศึกษาพบว่า ขยะมูลฝอยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีอัตราการเกิดเท่ากับ 0.28 กิโลกรัม/คน/วัน และมีองค์ประกอบซึ่งได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก PET พลาสติก LDPE/PS เหล็ก อลูมิเนียม แก้ว ผ้า กิ่งไม้ต้นไม้และอื่นๆ ในปริมาณร้อยละ 44.90 44.85 2.75 20.43 0.25 0.17 1.96 1.60 1.64 และ 43.90 ตามลำดับ จากการคาดการณ์พบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีจำนวนประชากร 55,840 60,743 และ 66,698 คน ตามลำดับ และคาดว่าจะปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 5,636 6,141 และ 6,744 ตัน/ปี ตามลำดับ เมื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกจากระบบการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันเปรียบเทียบกับระบบที่นำเสนอ ด้วยการใช้เทคนิควิธีการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต การทำบัญชีรายการข้อมูลการประเมินก๊าซเรือนกระจกและการแปลผล โดยวิเคราะห์สาเหตุหลักในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ การขนส่ง การย่อยสลายของขยะมูลฝอยอินทรีย์ การนำกลับมารีไซเคิล และขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอย พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณลดลงหลังจากการปรับปรุง 8,192.31 8,927.02 และ 9,801.85 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ หรือลดลงของก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนร้อยละ 25.20 61.51 100.00 และ 42.90 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก การจัดการขยะมูลฝอย

*Corresponding author.

Email address: pathov@kku.ac.th

Abstract

The objective of this study is to evaluate the amount of Greenhouse Gas reduction due to the improvement of solid waste management in Khon kaen University. The proposed system was to establish the recycling center in the university to on-site separate the recyclable items from the solid waste. The evaluation was done by comparing the emission from current solid waste management system to that after improving the management system. The data used in the study were both primary data and secondary data. This data was then used in the calculation to determine the Greenhouse Gas emission created from both systems, in order to ultimately determine the Greenhouse Gas emission reduction. The study results showed that the generation rate of solid waste in Khon kaen University was 0.28 kg/person/day, of which 44.94% were food garbage, 4.85% were papers, 2.75% were PET plastic, 20.43% were LDPE plastic/PS Plastic, 0.25% was steel, 0.17% aluminum, 1.96% were glass, 1.60% were cloth, 11.64% were yard waste, and 43.90% were others. In 2012, 2021, and 2031, the population was predicted to be 55,840, 60,743, and 66,698, respectively. With the increase in future population, the expected amount of solid waste is 5,636, 6,141, and 6744 tons/year, respectively. The comparison of the current and the proposed solid waste management system was conducted by using the Life Cycle Analysis (LCA) consisted of 4 main steps: determining goals and scope of study, preparing LCA inventory, evaluate Greenhouse Gas emission, and interpret study results. The analysis was aimed at the main causes of Greenhouse Gas emission in the management system which were transportation, decay of organic solid waste, recycle process, and the solid waste disposal procedures. If the proposed system was implemented, the emission was expected to be reduced, in 2012, 2021, 2031, in the amount of 8,192.31, 8,927.02, and 9,801.85 tonCo₂e/year, respectively. Greenhouse Gas reduction in each process is expected to be 25.20%, 61.51%, 100.00%, and 42.90%, respectively.

Keywords: Greenhouse gas, Solid waste management

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีประชากรประมาณ 55,840 คนพักอาศัยอยู่ในเขตมหาวิทยาลัยและรอบๆ แนวเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันประมาณ 15 ตัน/วัน ซึ่งในจำนวนนี้มีองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่สามารถนำมารีไซเคิลได้และนำมาทำปุ๋ยหมักหรืออาจทำการหมักแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซมีเทนมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ หากมีการจัดการขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกและจัดการขยะให้เกิดประโยชน์ด้วยวิธีดังกล่าวจะส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากขยะมูลฝอยที่มีการปล่อยสู่บรรยากาศลดลงอีกทั้งยังเป็นแนวทางการแก้ปัญหาโลกและยังเป็นแนวทางให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นปฏิบัติเพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีในด้านการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อเป็นต้นแบบให้แก่ชุมชนที่เกิดปัญหาด้านขยะมูลฝอยได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการปรับปรุงวิธีการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยประเมินจากกระบวนการและขั้นตอนในการจัดการขยะมูลฝอยซึ่งแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องและเป็นสาเหตุหลักในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ การรวบรวมขยะมูลฝอย การขนส่ง การย่อยสลายของขยะมูลฝอยอินทรีย์ การกักเก็บก๊าซจากการหมักเศษอาหารมาใช้ประโยชน์ การนำวัสดุรีไซเคิลทดแทนวัตถุดิบใหม่และ ขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอย

2. วิธีวิจัย

2.1 การกำหนดเป้าหมาย

เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดการขยะมูลฝอยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.2 ขอบเขตการศึกษา

2.2.1 ขยะมูลฝอยที่ทำการศึกษาคือเป็นขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่เก็บรวบรวมและขนส่งไปยังสถานีจัดการขยะมูลฝอย บ้านคำบอน

2.2.2 การคัดแยกขยะมูลฝอยทั้งหมดใช้แรงงานคนเป็นหลัก

2.2.3 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาใช้เวลา 1 สัปดาห์

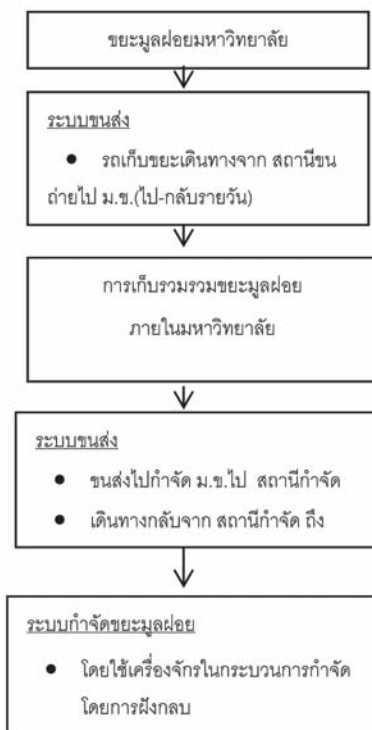
2.2.4 สมมุติฐานในการวิจัยคือการเปลี่ยนวิธีการจัดการขยะมูลฝอยโดยการใช้วิธีการคัดแยกขยะมูลฝอยขยะรีไซเคิลได้เพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ ส่วนขยะอินทรีย์ที่คัดแยกได้ถูกนำมาหมักโดยวิธีการหมักแบบไร้อากาศเพื่อกักเก็บก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น และขยะมูลฝอยที่เหลือถูกนำไปจัดการด้วยวิธีการฝังกลบ ณ สถานีกำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่น

2.2.5 ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการหมักขยะมูลฝอยและนำขยะรีไซเคิลมาใช้ใหม่นั้นได้ใช้

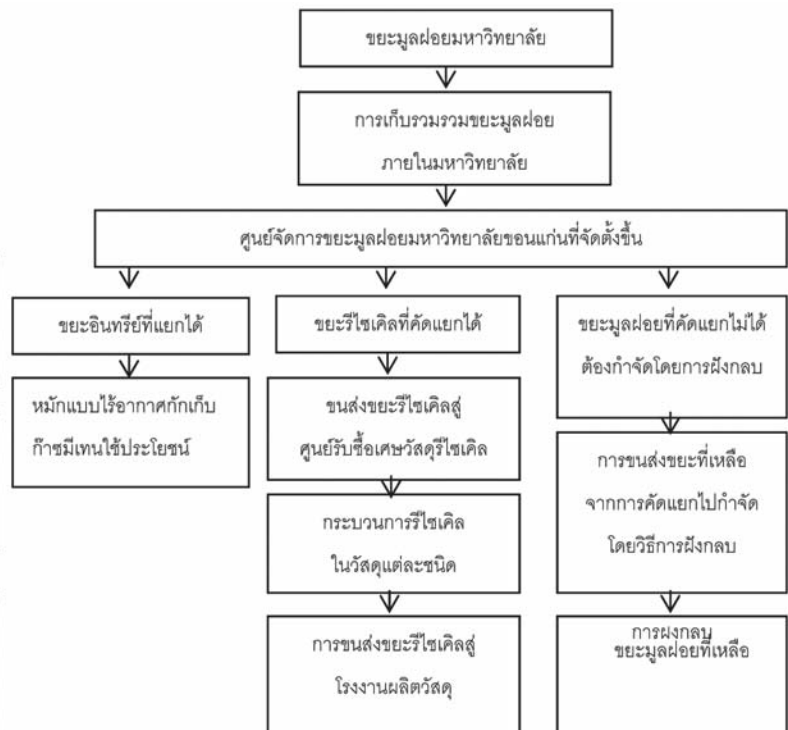
ข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่างๆที่เคยได้มีผู้ศึกษาหรือดำเนินการแล้ว

2.3 แนวคิดในการปรับปรุงระบบการจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

แนวคิดในการปรับปรุงระบบการจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่น คือการจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะมูลฝอย ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งใช้วิธีการจัดการขยะมูลฝอยโดยคัดแยกด้วยแรงงานคน เพื่อนำวัสดุรีไซเคิลมาใช้ใหม่ และนำขยะมูลฝอยประเภทอินทรีย์ไปหมักทำปุ๋ยด้วยกระบวนการหมักแบบไร้อากาศเพื่อกักเก็บก๊าซมีเทนมาใช้ประโยชน์ ส่วนขยะมูลฝอยที่เหลือส่งไปกำจัดยังสถานีกำจัดขยะเทศบาลนครขอนแก่น ในการดำเนินการเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดการขยะมูลฝอย ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่นนี้ จะทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องขนส่งไปยังสถานีกำจัดลดลงตามไปด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขยะมูลฝอยรีไซเคิล ขยะมูลฝอยอินทรีย์ และขยะมูลฝอยที่เหลือต้องนำไปฝังกลบ



ระบบจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบัน



ระบบจัดการขยะมูลฝอยที่ปรับปรุงตามแนวคิด

รูปที่ 1 การจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.4 การวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตของขยะมูลฝอย

วิธีการในการประเมินวัฏจักรชีวิตของวงจรการจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ทำการประเมินโดยใช้หลักการวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือในการประเมินโดยแบ่งขั้นตอนในการประเมินวัฏจักรชีวิตเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

2.4.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition)

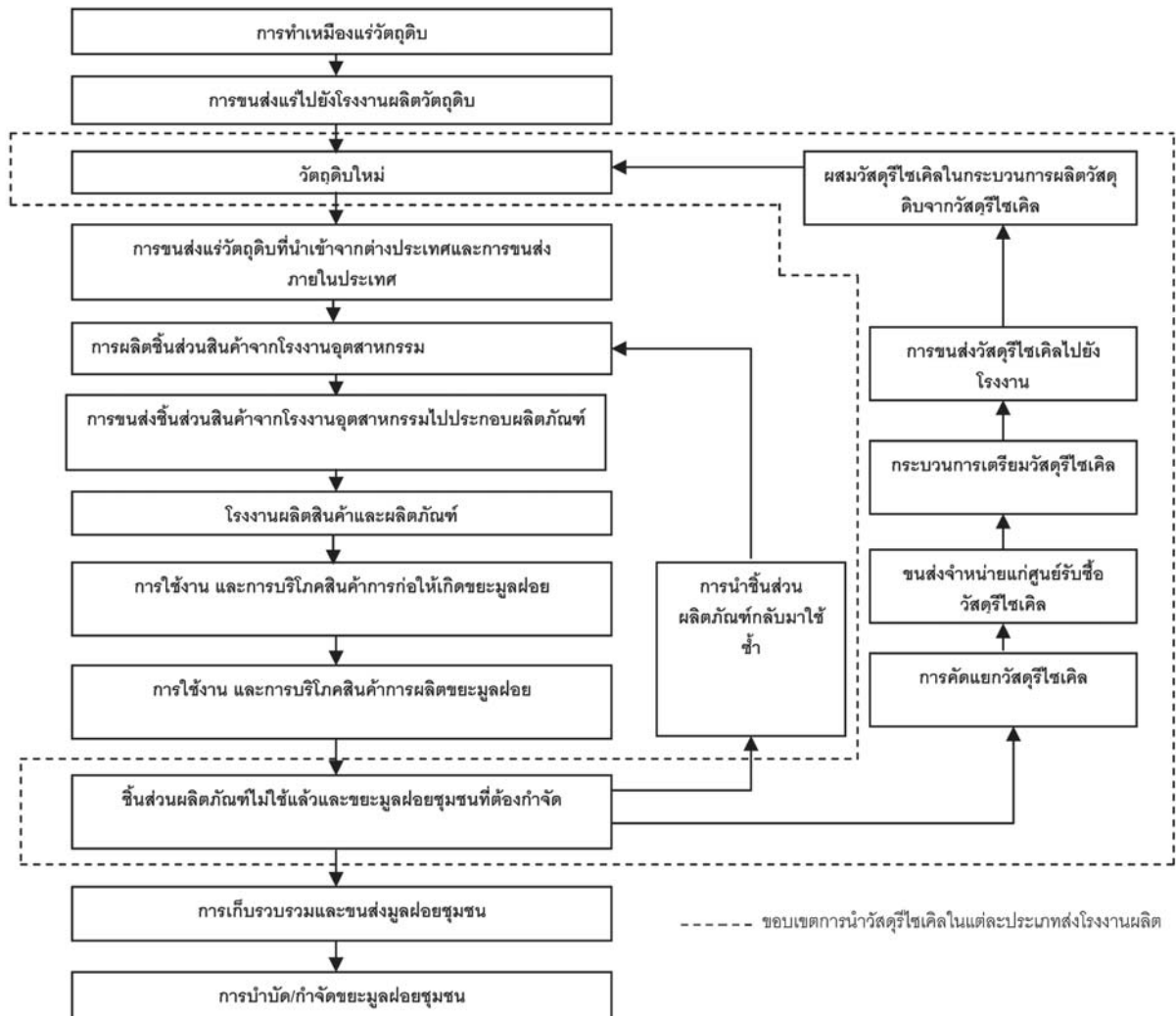
1) การกำหนดเป้าหมาย

เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดการขยะมูลฝอยแต่ละกระบวนการจัดการขยะมูลฝอย

2) การกำหนดขอบเขต

- ขอบเขตการรวบรวมข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดจากการดำเนินงานในปัจจุบันของมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยมีอยู่ 2 กระบวนการคือ การรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยรถหกล้อแบบอัดท้ายและแบบคอนเทนเนอร์ไปกำจัดที่สถานีกำจัดขยะมูลฝอยบ้านคำบอน และกระบวนการฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งใช้วิธีการกำจัดแบบเทกองกลางแจ้ง

- ขอบเขตการเตรียมวัสดุรีไซเคิลในแต่ละประเภทส่งโรงงานผลิตโดยรวบรวมข้อมูลการจัดการในกระบวนการจัดการดังนี้ การขนส่งวัสดุรีไซเคิลเพื่อจำหน่ายแก่ศูนย์รับซื้อวัสดุรีไซเคิล กระบวนการแปรรูปวัสดุรีไซเคิล และการขนส่งวัสดุรีไซเคิลไปยังโรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 2 ขอบเขตการนำวัสดุรีไซเคิลมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

การคำนวณ ค่าบอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เป็นค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับโครงการ CDM ประเภททั่วไป มีค่าเท่ากับ 0.58 tCO₂/MWh สำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{CO}_2 \text{ emission, fuel} = \text{Fuel Consumption, Fuel} \times (\text{Emission Factor}) \text{GHG, fuel}$$

เมื่อ

$$\text{CO}_2 \text{ emission, fuel} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO}_2\text{) จากการใช้ เชื้อเพลิง (kg CO}_2\text{)}$$

$$\text{Fuel Consumption, Fuel} = \text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (หน่วย MJ/Unit)}$$

$$\text{Emission Factor} = \text{ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท}$$

การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิของระยะทางการขนส่งเป็นสิ่งที่จำเป็น ซึ่งการขนส่งนั้นหมายความว่า อัตราการบรรทุกที่เกี่ยวกับการขนส่งจากมหาวิทยาลัยไปยังสถานที่กำหนดหรือการขนส่งในทุกเส้นทางที่เกี่ยวข้องโดยวิธีการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะมูลฝอยสามารถคำนวณโดยใช้สมการ

$$\text{ET}[\text{kg eq-CO}_2] = \text{EF}[\text{kg eq-CO}_2/\text{ton-km}] \times \text{load rate}[\%] \times \text{transportation load}[\text{ton-km}]$$

ในการหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะมูลฝอยสามารถหาได้จากสมการข้างต้นโดยที่ ค่า EF อ้างอิงข้อมูลจากฐานข้อมูล องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก เช่น ค่าแฟคเตอร์ของรถบรรทุก 6 ล้อมีหน่วยเป็น [kg eq-CO₂/ton/km] คูณกับอัตราการบรรทุก โดยในกรณีที่มีการบรรทุกขยะมูลฝอยใช้ค่าแฟคเตอร์รถบรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.50 ตัน 50% load คือ 0.13 ton-km และในกรณีเดินทางเที่ยวเปล่าใช้ 0% ใช้ค่า 0.45 ton-km ซึ่งภาระบรรทุกของการขนส่งสามารถหาได้จาก น้ำหนักรถบรรทุก x ระยะทางการขนส่ง [ton-km]

เมื่อ

$$\text{ET} = \text{ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)}$$

EF = แฟคเตอร์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตัน-กิโลเมตร)

$$\text{Load rate} = \text{อัตราการบรรทุก (เปอร์เซ็นต์)}$$

$$\text{Transportation load} = \text{ภาระการขนส่ง (ตัน-กิโลเมตร)}$$

2.4.4 การแปลผล (Life Cycle Interpretation)

ผลที่ได้จากการทำบัญชีรายการและประเมินผลการเกิดก๊าซเรือนกระจกจะนำมาวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนและกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยทุกขั้นตอนเพื่อให้ได้ข้อสรุป และข้อเสนอแนะตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษา

2.5 การประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการเปลี่ยนแปลงระบบการจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

การประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการเปลี่ยนแปลงระบบการจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากวิธีการการจัดการขยะมูลฝอยที่ปรับปรุงใหม่ตามแนวคิดตั้งแต่การขนส่ง การกำจัด การรีไซเคิล และอื่นๆ โดยมีรายละเอียดในการคำนวณ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{GHG รวม (t CO}_2\text{/y)} &= \text{GHG รวบรวม (t CO}_2\text{/y)} + \\ &\quad \text{GHG ขนส่ง (t CO}_2\text{/y)} + \\ &\quad \text{GHG รีไซเคิล (t CO}_2\text{/y)} + \\ &\quad \text{GHG หมัก (t CO}_2\text{/y)} + \\ &\quad \text{GHD กำจัด (t CO}_2\text{/y)} \end{aligned}$$

$$\text{GHG รวบรวม (t CO}_2\text{/y)} = \text{GHTr ก่อนปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)} - \text{GHTr หลังปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)}$$

$$\text{GHG ขนส่ง (t CO}_2\text{/y)} = \text{GHT ก่อนปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)} - \text{GHT หลังปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)}$$

$$\text{GHG รีไซเคิล (t CO}_2\text{/y)} = \text{GHRe ก่อนปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)} - \text{GHRe หลังปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)}$$

$$\text{GHG หมัก (t CO}_2\text{/y)} = \text{GHC ก่อนปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)} - \text{GHC หลังปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)}$$

$$\text{GHG กำจัด (t CO}_2\text{/y)} = \text{GHD ก่อนปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)} - \text{GHD หลังปรับปรุง (t CO}_2\text{/y)}$$

หมายเหตุ

GHG คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ

GHTr คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกิจกรรมการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัย

ขอนแก่นโดยให้กิจกรรมการเก็บรวบรวมมีลักษณะคงเดิมทำให้ไม่มีผลต่างในกิจกรรมนี้

GHT คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกิจกรรมการขนส่งขยะมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดขยะ

GHRe คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกิจกรรมการรีไซเคิลขยะมูลฝอยในแต่ละกระบวนการจัดการ

GHC คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกิจกรรมการหมักขยะอินทรีย์และกักเก็บก๊าซเพื่อใช้ประโยชน์

GHD คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกิจกรรมการกำจัดขยะ

ค่าแฟคเตอร์การเกิดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการขนส่งและไฟฟ้าจากกิจกรรมการรีไซเคิล จากฐานข้อมูลองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ค่าแฟคเตอร์การเกิดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการหมักแบบไร้อากาศ จากฐานข้อมูล ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม ภายใต้โครงการศึกษาประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามรายประเภทวัสดุจากขยะชุมชนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการในสภาพปัจจุบันและสภาพที่คาดว่าจะเกิดขึ้นหลังการปรับปรุงระบบจากขั้นตอนต่างๆ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องและเป็นสาเหตุหลักในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ การรวบรวมขยะมูลฝอย การขนส่ง การย่อยสลายของขยะมูลฝอยอินทรีย์ การกักเก็บก๊าซจากการหมักเศษอาหารมาใช้ประโยชน์ วัสดุรีไซเคิลทดแทนวัตถุดิบใหม่และขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งผลจากการกำหนดขอบเขตการศึกษาทำให้ทราบถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยมีผลการศึกษาได้ดังนี้

3.1 การคาดการณ์ปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอย

1) การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยทำได้โดยการคาดการณ์ประชากรและอัตราการเกิดขยะมูลฝอย ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้จะใช้เป็นข้อมูลเพื่อการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยแสดงวิธีการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยดังนี้

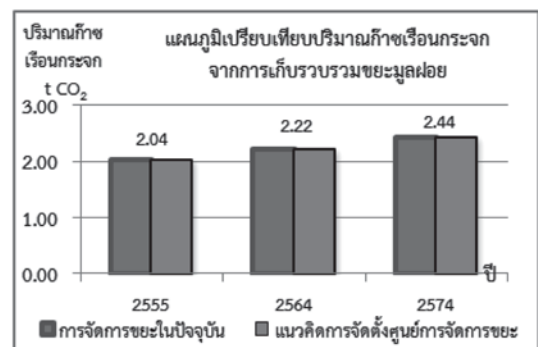
การคาดการณ์การเกิดปริมาณขยะมูลฝอย = จำนวนประชากรที่คาดการณ์ $\times$ อัตราการเกิดขยะ

ดังนั้นในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีปริมาณขยะมูลฝอย 15.40 16.80 และ 18.40 ตัน/วัน หรือ 5,636 6,141 และ 6,744 ตัน/ปี ตามลำดับ

2) องค์ประกอบขยะมูลฝอยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นจากตัวอย่างรถเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย และคัดแยกเน้นเฉพาะขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก PET พลาสติก LDPE, Ps เหล็ก อลูมิเนียม แก้ว ผ้า กิ่งไม้ ต้นไม้และอื่นๆ พบว่าร้อยละขององค์ประกอบดังกล่าวเป็น 44.94 4.85 2.75 20.43 0.25 0.17 1.96 1.60 11.64 และ 43.90 ตามลำดับโดยพบว่าในปี พ.ศ. 2555 จะมีปริมาณขยะมูลฝอยแยกตามรายองค์ประกอบข้างต้นดังนี้ 6.94 0.75 0.42 3.15 0.04 0.03 0.30 0.25 1.80 และ 6.78 ตัน/วัน ตามลำดับ

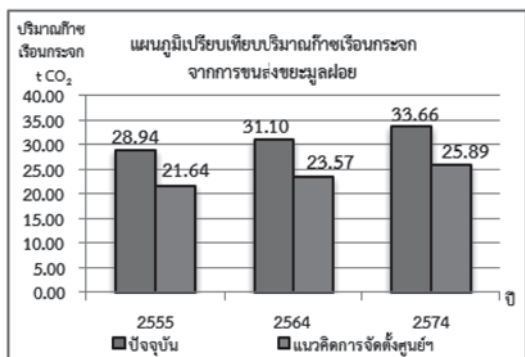
3.2 การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการจัดการขยะมูลฝอย

1) การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยโดยพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจก 2.03 2.22 และ 2.44 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ ซึ่งในช่วงก่อนและหลังการปรับปรุงระบบจัดการขยะมูลฝอยมีลักษณะการดำเนินการเหมือนเดิม ดังนั้นจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนนี้จากที่กล่าวข้างต้นสามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย

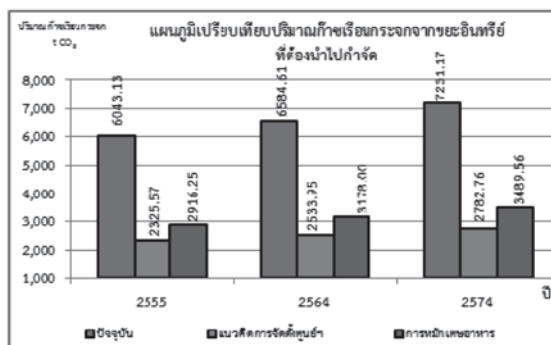
2) การเกิดก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัดในปัจจุบันพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจก 28.94 31.09 และ 33.65 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ หลังการปรับปรุงระบบการจัดการขยะมูลฝอยแล้วได้ ลดขั้นตอนการเดินทางของรถเก็บขยะมูลฝอย ในเที่ยวขาไป และขากลับในแต่ละวัน ระหว่างสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยบ้านโนนทัน และ มหาวิทยาลัยขอนแก่นนอกจากนี้ การคัดแยกขยะมูลฝอยหลังปรับปรุงระบบจัดการทำให้มีปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องขนส่งไปกำจัดมีปริมาณที่ลดลงลดลงทำให้จำนวนเที่ยวในการขนส่งขยะมูลฝอยลดลงตามปริมาณขยะโดยพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจก 21.63 23.57 และ 25.89 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ และ พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นลดลง 7.30 7.52 และ 7.76 tonCO₂e/ปี ตามลำดับจากที่กล่าวข้างต้นสามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะมูลฝอยในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะมูลฝอย

3) การเกิดก๊าซเรือนกระจกจากการนำขยะมูลฝอยประเภทอินทรีย์ซึ่งประกอบด้วยเศษอาหาร เศษผ้า และเศษกิ่งไม้ต้นไม้อื่นๆไปฝังกลบพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขยะมูลฝอยประเภทอินทรีย์ดังข้างต้นประมาณ 6,043.13 6,584.61 และ 7,231.17 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ หลังการปรับปรุงระบบจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยฯ ได้คัดแยกขยะอินทรีย์ประเภท เศษอาหาร และกระดาษ ออกจากขยะมูลฝอยทั่วไปทำให้มีปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องขนส่งและกำจัดลดลงเป็นผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดลงนอกจากนี้ การรีไซเคิลกระดาษ และการหมักเศษอาหารก็เก็บก๊าซเรือนกระจกไว้ใช้ประโยชน์ซึ่งการหมักเศษอาหาร

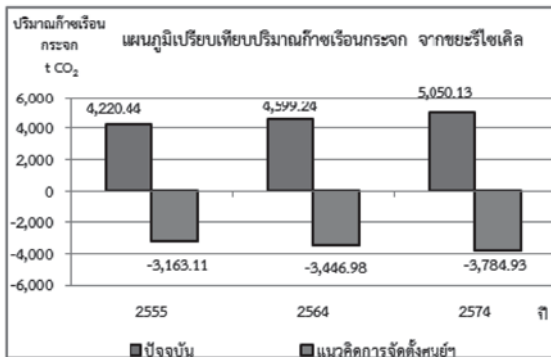
สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ 2,916.25 3,177.99 และ 3,489.55 tonCO₂e/ปี ตามลำดับดังนั้นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภท เศษผ้า และเศษกิ่งไม้ต้นไม้อื่นๆไม่ได้คัดแยกโดยพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการศูนย์จัดการขยะประมาณ 2,325.57 2,533.95 และ 2,782.76 tonCO₂e/ปี ตามลำดับจากที่กล่าวข้างต้นสามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการนำขยะอินทรีย์ไปกำจัดได้ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากขยะอินทรีย์ที่ต้องนำไปกำจัด

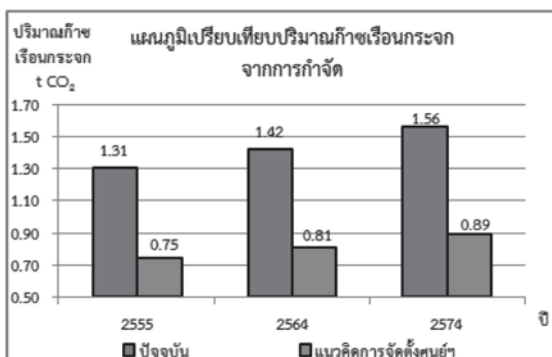
4) ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้กระบวนการผลิตวัสดุซึ่งรีไซเคิลได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกในการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการผลิตวัสดุซึ่งรีไซเคิลได้ ได้แก่ กระดาษ พลาสติก PET, LDPE, PS เหล็ก อลูมิเนียม และแก้ว เท่านั้น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการปรับปรุงระบบซึ่งแยกขยะมูลฝอยรีไซเคิลได้มาใช้ในกระบวนการผลิตใหม่ทดแทนการใช้วัตถุดิบตั้งต้นในดังแสดงในขอบเขตการศึกษารูปที่ 2 ซึ่งพิจารณาตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบการนำมาใช้ใหม่โดยการบวนการรีไซเคิล การกำจัดแล้วพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 หากมีการนำวัสดุรีไซเคิลได้มาใช้ทดแทนการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการกระบวนการผลิตวัสดุจะสามารถลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกการวัฏจักรชีวิตของวัสดุรีไซเคิลได้ 3,163.11 3,446.98 และ 3,784.93 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ หลังการปรับปรุงระบบจัดการขยะมูลฝอยโดยการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยฯ ตามลำดับ

จากที่กล่าวข้างต้นสามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้กระบวนการผลิตวัสดุซึ่งรีไซเคิลได้ในรูปที่ 6



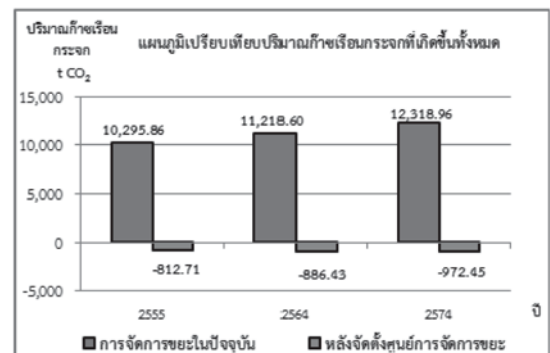
รูปที่ 6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการรีไซเคิล

5) ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการฝังกลบขยะมูลฝอยพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจก 1.30 1.42 และ 1.56 tonCO₂e/ปี ตามลำดับหลังการปรับปรุงระบบจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยฯ ได้คัดแยกนำเศษอาหารและกระดาษ วัสดุรีไซเคิลออกจากขยะมูลฝอยทั่วไปทำให้มีปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องกำจัดลดลง พบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจก 0.74 0.81 และ 0.89 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ และมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นลดลง 0.56 0.61 และ 0.67 tonCO₂e/ปี ตามลำดับจากที่กล่าวข้างต้นสามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอยได้ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะมูลฝอย

6) สรุปก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่นในปัจจุบันตั้งแต่การเก็บรวบรวม การขนส่ง การจัดการขยะมูลฝอยประเภทอินทรีย์ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และกระบวนการกำจัดขยะมูลฝอยพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 มีการเกิดก๊าซเรือนกระจก 10,295.85 11,218.59 และ 12,318.96 tonCO₂e/ปี ตามลำดับหลังการปรับปรุงระบบจัดการขยะมูลฝอย มีการลดลงของก๊าซเรือนกระจกจากระบบปรับปรุงระบบและยังสามารถทดแทนปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการหมักเศษอาหารกักเก็บก๊าซและการทดแทนวัสดุรีไซเคิลในกระบวนการผลิตได้ถึง 812.71 886.43 และ 972.45 tonCO₂e/ปี ตามลำดับจากที่กล่าวข้างต้นสามารถสรุปปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยในปัจจุบันและหลังปรับปรุงระบบได้ในรูปที่ 8



รูปที่ 8 สรุปปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย

4. สรุป

ดังนั้นหลังการปรับปรุงระบบการจัดการขยะมูลฝอยมหาวิทยาลัยขอนแก่นเมื่อเทียบกับการจัดการในปัจจุบันทั้งระบบตั้งแต่ การรวบรวมขยะมูลฝอย การขนส่ง การย่อยสลายของขยะมูลฝอยอินทรีย์ การกักเก็บก๊าซจากการหมักเศษอาหารมาใช้ประโยชน์ วัสดุรีไซเคิลทดแทนวัตถุดิบใหม่ และ ขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอยพบว่าในปี พ.ศ. 2555 พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2574 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เปลี่ยนแปลงรวม 8,192.31 8,927.02 และ 9,801.86 tonCO₂e/ปี ตามลำดับ หรือเทียบเป็นร้อยละที่ลดลงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการในปัจจุบันตั้งแต่ละขั้นตอนตั้งแต่การขนส่ง จากขยะมูลฝอยประเภทอินทรีย์

การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการจัดการกำจัดขยะมูลฝอย
เท่ากับ 25.20 61.50 100.00 และ 42.90 ตามลำดับข้าง
ต้นแสดงในตารางที่ 4 โดยเมื่อเปรียบเทียบการจัดการ

ขยะมูลฝอยหลังปรับปรุงและการจัดการในปัจจุบันทั้งระบบ
มีการลดลงของก๊าซเรือนกระจกรวมร้อยละ 113.30

ตารางที่ 4 อัตราการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตันขยะมูลฝอยและร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจก

รายการ	เก็บรวบรวม ขยะมูลฝอย		ระบบขนส่ง		ขยะอินทรีย์				การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ (วัตถุดิบ)						การกำจัด	
	(Kg CO ₂ e/ton)		(Kg CO ₂ e/ton)		(Kg CO ₂ e/ton)				(Kg CO ₂ e/ton)						(Kg CO ₂ e/ton)	
	รถอัดท้าย	รถคอนเทนเนอร์	รถอัดท้าย	รถคอนเทนเนอร์	เศษอาหารท้ายรถ	เศษกระดาษ	เศษผ้า	เศษกิ่งไม้ใบไม้	กระดาษ	พลาสติก PET	พลาสติก LDPE	PS	เหล็ก	อลูมิเนียม	แก้ว	การกำจัด
การจัดการขยะ มูลฝอยในปัจจุบัน	0.38	0.34	3.49	6.42	1,151.54	2.93.00	2,000.00	3,270.00	1,475.50	3,770.00	2,636.00	1,760.00	10,277.00	1,187.00		0.23
หลังการปรับปรุง ระบบจัดการขยะ	0.38	0.35	0.00	6.72	-1,151.54	0.000	2,000.00	3,270.00	-232.06	-1362.49	-2443.49	1329.46	-7680.27	-184.31		0.23
ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง (ลดลง)	0.00		25.20			61.51						100.00				42.90
ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง ทั้งหมด(ลดลง)								113.30								

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Thailand Green House Gas Management Organization. The way of carbon footprint of products assessment. 3th ed. Amarin printing & Publishing Public Company Limited; 2009.
- [2] Environmental Research and Training Center. Under study and evaluation for the quantity of greenhouse gas by using materials classified from recycle waste. Environmental Research and Training Center. Bankok; 2010.
- [3] Kaewboran W, Malakul Na Ayutthaya P, lam-ophas K. Impact assessment for environment of solid waste disposal with anaerobic composting by technique of cycle life assessment. The document of the 7th National Environmental Conference; 2008 March 12-14; Bangkok, Thailand. 2008.