

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และดัชนีความยั่งยืนจากการผลิต
เชื้อเพลิงขยะในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้เขียน นางสาวทัศนวรรณ ใจเที่ยง

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ณัฐณี วรรษศ

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นมหาวิทยาลัยที่มีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรจำนวนมาก ทำให้มีปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวันสูงตามไปด้วย ซึ่งหากสามารถนำขยะเหล่านี้มาแปรรูปพลังงานได้ ก็จะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทั้ง 2 ด้านพร้อมกัน งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดเกี่ยวกับการนำขยะมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 รวมถึงการหาแนวทางการกำจัดขยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับขยะภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เขตเชิงคอย โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาดังกล่าวและองค์ประกอบขยะของมหาวิทยาลัย รวมถึงการจัดการขยะในปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาถึงศักยภาพและความเป็นไปในการนำขยะมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 จากนั้นจึงทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแนวทางการจัดการขยะดังกล่าว อย่างไรก็ตามเนื่องจากขยะชุมชนโดยทั่วไปนอกจากจะสามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงแล้ว ยังสามารถที่จะมาจัดการด้วยการรีไซเคิล และการทำปุ๋ย/ก๊าซชีวภาพ ซึ่งแต่ละแนวทางจะมีข้อเด่นและข้อด้อยแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้การจัดการขยะในมหาวิทยาลัยเป็นอย่างยั่งยืนและได้ประโยชน์สูงสุด ในงานวิจัยนี้ก็จะทำการเปรียบเทียบแนวทางการจัดการขยะแบบต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางการจัดการขยะที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากปัจจัย 4 ด้านด้วยกัน ได้แก่ ความสามารถในการผลิตเป็นพลังงานและวัสดุทดแทน ความสามารถในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการยอมรับของชุมชน

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 893.20 ตันต่อปี ที่อัตราการเกิดขยะเฉลี่ย 19.34 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ซึ่งขยะทั้งหมดจะถูกจัดการโดยการให้ทางเทศบาลนครเชียงใหม่นำไปฝังกลบภายนอกมหาวิทยาลัย และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของขยะพบว่าจะประกอบไปด้วย เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก ขวดพลาสติก ไม้ ผ้า โลหะ เซรามิก แก้ว และ อื่น ๆ ในสัดส่วนเท่ากับ 41%, 13%, 17%, 11%, 4%, 1%, 1%, 1%, 5%

และ 4% ตามลำดับ จากองค์ประกอบดังกล่าวพบว่าปริมาณของขยะสามารถนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ได้ ซึ่งได้แก่ พลาสติก กระดาษ และไม้ เป็นปริมาณถึง 307.31 ตันต่อปี ซึ่งเมื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำขยะเหล่านี้มาผลิตเป็นขยะ RDF-5 โดยอาศัยระบบดันแบบที่มีกำลังการผลิต 200 kg/hr พบว่าสัดส่วนองค์ประกอบของขยะที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิง RDF-5 คือ สัดส่วนพลาสติก:กระดาษ:ไม้:ตัวประสาน (แบริ่งมัน) เท่ากับ 4:3:1:1 โดยมวล โดยเชื้อเพลิง RDF-5 ที่ผลิตได้จะมีค่าความร้อน และความหนาแน่นเท่ากับ 28,989 kJ/kg และ 1,009.49 kg/m³ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของเชื้อเพลิงดังกล่าว และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตหรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของขยะที่ถูกนำไปจัดการโดยวิธีการเดิมและจัดการโดยการคัดแยกขยะบางส่วนมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง RDF-5 ก่อนที่จะนำขยะส่วนที่เหลือไปฝังกลบด้วยวิธีการเดิม พบว่าการจัดการขยะที่มีการผลิตเชื้อเพลิง RDF-5 สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 157.837 kg CO₂-eq ต่อตันขยะ นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการขยะด้วยวิธีนี้ยังคุ้มค่าในการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อยู่ที่ 20,000 บาท อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR) อยู่ที่ 12.85% และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3.7 ปี

และเมื่อพิจารณาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการจัดการขยะแนวทางต่าง ๆ พบว่า แนวทางการกำจัดขยะที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถได้ประโยชน์ทั้งจากการผลิตพลังงานและวัสดุทดแทน และการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงมีความคุ้มค่าในการลงทุนและได้รับการยอมรับจากชุมชน ได้แก่ การที่มหาวิทยาลัยมีการจัดการขยะเริ่มด้วยการรวบรวมและคัดแยกขยะออกเป็น 4 ส่วน โดยส่วนที่หนึ่งได้แก่ขยะที่สามารถรีไซเคิลได้ ซึ่งก็คือ ขวดพลาสติก และโลหะ เพื่อส่งขายไปยังบริษัทรับซื้อภายนอก ส่วนที่ 2 ได้แก่ เศษอาหาร เพื่อนำไปผลิตปุ๋ยและก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ในมหาวิทยาลัย ส่วนที่ 3 ได้แก่กระดาษ พลาสติกและไม้ เพื่อนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิง RDF-5 และนำเชื้อเพลิงที่ได้มาผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในมหาวิทยาลัย และส่วนที่ 4 ได้แก่ขยะที่เหลือเพื่อนำส่งไปทำการฝังกลบภายนอกมหาวิทยาลัยโดยผ่านการจัดการของเทศบาลนครเชียงใหม่ ซึ่งจากปริมาณขยะที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ พบว่าจะสามารถรีไซเคิลขยะได้ปริมาณถึง 160.26 ตันต่อปี และสามารถผลิตปุ๋ยหมักเพื่อนำมาทดแทนปุ๋ยเคมีได้ 77.51 ตันต่อปี ได้ก๊าซชีวภาพมาทดแทนก๊าซหุงต้ม 16.05 ตัน/ปี และสามารถผลิต RDF-5 ได้ 73 ตันต่อปีซึ่งสามารถผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า 208,050 kWh/ปี ซึ่งแนวทางดังกล่าวนี้สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 334.438 ton CO₂-eq ต่อปี โดยที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับ 3.47 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนการลงทุน 30% และระยะเวลาคืนทุน 3 ปี และเมื่อพิจารณาปัจจัยแต่ละด้านร่วมกับการยอมรับของประชาชนพบว่าแนวทางนี้มีคะแนนจากการวัดด้วยดัชนีความยั่งยืนเท่ากับ 0.215

Thesis Title	Evaluation of Carbon Footprint and Sustainability Index from Refuse Derived Fuel Production in Chiang Mai University
Author	Ms. Tassawan Jaitiang
Degree	Master of Engineering (Energy Engineering)
Thesis Advisor	Dr. Natanee Vorayos

Abstract

Since Chiang Mai University has many students and staffs, the amount of energy consumption and waste disposal are consequently high. In order to solve both consumption and disposal problems, the conversion from waste to energy is proposed. In this research, the potential, the economic feasibility and the carbon footprint of municipal waste conversion to solid fuel as Residue Derived Fuel – 5 (RDF-5) are studied. The amount and the component of waste in the University including the current management are firstly investigated. Then, the prototype of the RDF-5 production system is constructed and tested to study whether the system is possible. The economic benefit and the greenhouse gas (GHGs) emission during the life cycle of the waste-to-RDF-5 are carried out. Since, normally, there are other waste management alternatives such as recycling, waste-to-fertilizer and waste-to-biogas of which the pros and cons are different, the results from waste-to-RDF-5 case are also compared to the other alternatives to find out the most suitable waste management for the University. In this study, the suitability is considered from 4 factors which are the capability of energy production and waste recycling, the capability of GHGs reduction, the economic feasibility and the acceptance from people in the community.

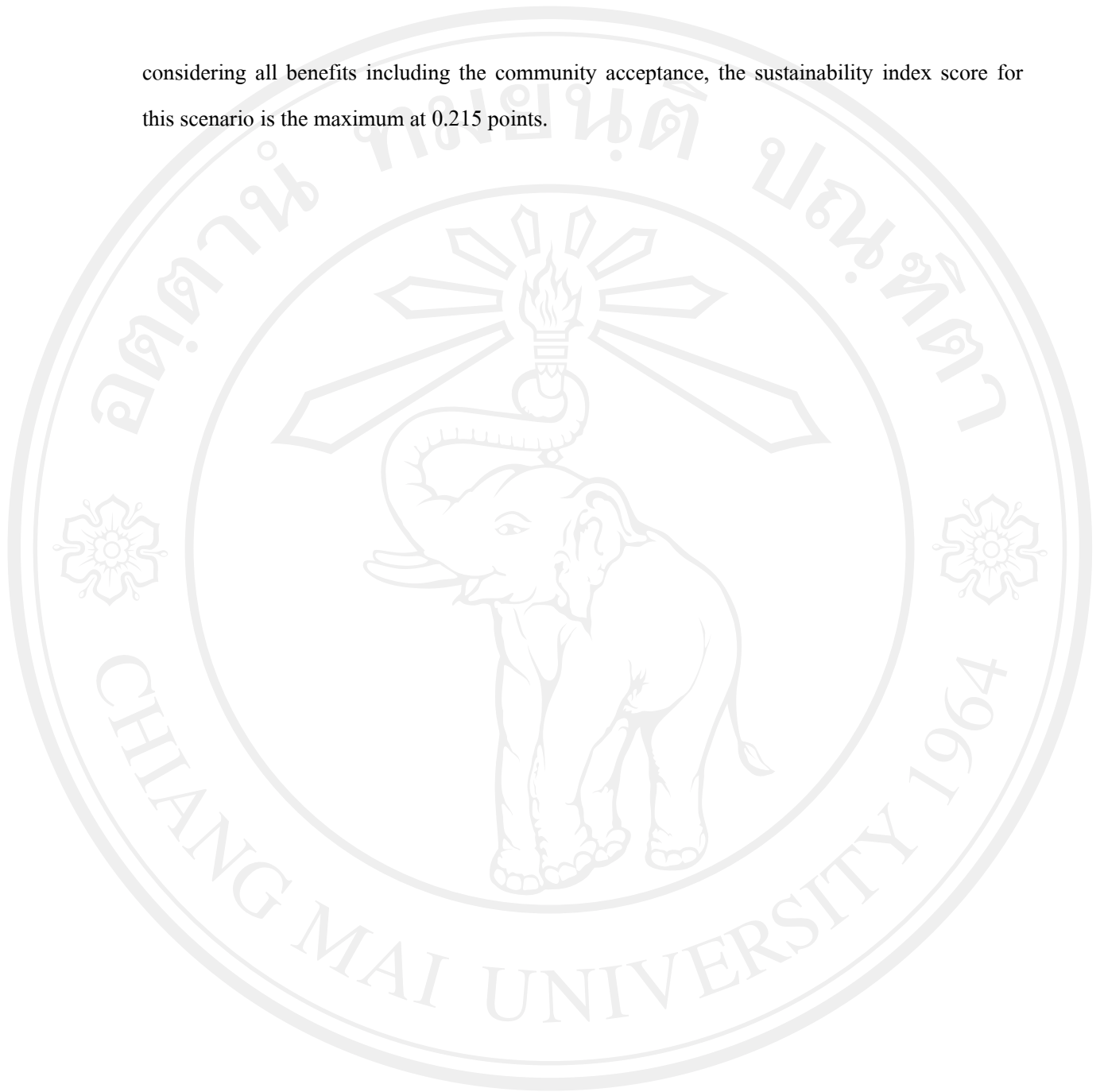
The results show that the average waste disposal rate in Chiang Mai University is at 19.34 kg per person per year. Due to this rate, 893.20 tons of waste is annually disposed and they are all sent to the landfill site out of the university. The waste components include food wastes, papers, plastics, plastic bottles, wood waste, cloths, metals, ceramics, glasses and others in the proportion of 41%, 13%, 17%, 11%, 4%, 1%, 2%, 1%, 5% and 4%, respectively. From this proportion, the amount of plastics, papers and wood wastes which can be used for RDF-5

production is high as 307.31 ton per year. However, from the prototype system testing, the most suitable proportion of plastic: paper: wood: binder (tapioca) for RDF-5 production is 4:3:1:1 by weight. The heating value and density of RDF-5 obtained from the prototype is 28,989 kJ/kg and 1,009.49 kg/m³, respectively. They are consistent with the general quality standard. When considering the GHGs emission during the life cycle of waste management which some wastes are separated and converted to RDF-5 and the remained wastes are sent to the dumpsite out of the university, the results show that this alternative can reduce the GHGs emission as much as 157.837 kg CO₂-eq per ton of waste disposed comparing to the case that all wastes are sent to the dumpsite. For economic feasibility study, the waste management can be operated with 20,000 baht of Net Present Value (NPV), 12.85% of Internal Rate of Return (IRR) and 3.7 years of Payback Period.

When considering the potential and feasibility of other waste management alternative comparing with the RDF-5, the results show that the most suitable waste management for Chiang Mai University is the scenario which consists of RDF-5 production, recycling, fertilizer production and bio-gas production. In this case, the university has to collect and separate waste into 4 parts. The first part, consisting of metals and plastic bottles, has to be sold to the third – party company. The second part, consisting of food wastes, has to be sent to the fertilizer and bio-gas production systems constructed and operated by the university. The consumption of chemical fertilizer and LPG can be substituted. The third part, consisting of plastics, papers and wood wastes, has to be sent to the RDF-5 production system. The produced RDF-5 is then used as fuel for electricity generating system. In this case, the university should construct and operate the systems by themselves. The last part, consisting of all remaining wastes, has to be sent to the dumpsite out of the university by hiring the third party company.

From this scenario, the 160.26 ton of waste per year can be recycled. The 77.51 ton of organic fertilizer and 16.05 ton of bio-gas can be produced each year. The 208,050 kWh of electricity can be annually generated from 73 ton of RDF-5. The GHGs emission of this scenario is less than that of the conventional waste management. The greenhouse gas reduction is high as 334.438 ton CO₂-eq per year. Besides, this scenario can be operated with 3.47 million baht of Net Present Value, 30% of Internal Rate of Return and 3 years of Payback Period. Furthermore, when

considering all benefits including the community acceptance, the sustainability index score for this scenario is the maximum at 0.215 points.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved