

การประเมินวัฏจักรชีวิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีววมวลขนาดเล็ก
Life Cycle Assessment and Environmental Impacts of a Small-Scale Community-Based
Biomass Gasification Power Plant

ชลธิรัตน์ คงเรือง¹ ปรานี หนูทองแก้ว^{2*} จอมภพ แวศักดิ์³ และ สุภวรรณ ฐิระวณิชกุล⁴
Chuleerat Kongruang¹ Pranee Nutongkaew^{2*} Jompob Waewsak³ and Supawan Tirawanichakul⁴

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งจากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวเป็นจำนวนมาก ซึ่งวัสดุเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลในการผลิตไฟฟ้าได้ ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าในระดับชุมชนจากแก๊สชีววมวลกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีววมวลนั้นจำเป็นต้องใช้วัสดุและพลังงานในกระบวนการผลิตซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีววมวลขนาด 100 กิโลวัตต์ จากเชื้อเพลิงแกลบอัดแท่งผสมกลีเซอริน ผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน โดยอาศัยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตในโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 7.2 โดยพิจารณาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการได้มาซึ่งไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ตั้งแต่ขั้นตอนการขนส่ง การผลิตแท่งเชื้อเพลิงแกลบผสมกลีเซอริน จนกระทั่งเสร็จสิ้นขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นในการผลิตไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 9.90×10^{-4} Pt โดยขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุดคือ ขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งมีค่าผลกระทบคิดเป็นร้อยละ 57.70 ของผลกระทบทั้งหมด

คำสำคัญ : ชีวมวล โรงไฟฟ้าชุมชน แก๊สซิฟิเคชัน การประเมินวัฏจักรชีวิต การผลิตไฟฟ้า

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ สำนักวิชาการจัดการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ นครศรีธรรมราช 80161

^{2*} นักวิจัย หน่วยวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93110

⁴ รองศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

* Corresponding author : โทร. 081-9694645 โทรสาร 074-693975 อีเมลล์ nutongkaew19@hotmail.com

Abstract

based power plant operation may affect the environment. For sustainable development, the life cycle assessment should be taken into account. Consequently the main objective of this paper is to assess the environmental impacts of a 100 kWe community-based gasification power plant using briquettes of well-mixed rice husk and glycerol. The SimaPro 7.2 software was used with intensive LCI database. The primary step was to evaluate the feasible logistic path, the secondary step was to determine the briquette production throughout power generation. For electricity generation of 1 kWh, it corresponds to environmental impacts of 9.90×10^{-4} Pt. The briquette production contributed the main impact of which the predicted percentage was 57.70%

Keyword : Biomass, Briquette, Community-Based Power Plant, Gasification, Life Cycle Assessment

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาจึงมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจในอัตราที่สูง ส่งผลให้มีอุปสงค์ด้านพลังงานสำหรับการพัฒนาในอัตราที่สูงทุกภาคส่วน อาทิเช่น กิจกรรมต่างๆ อุตสาหกรรมบริการ อุตสาหกรรมท่องเที่ยว การคมนาคมขนส่งหรือลอจิสติกส์การใช้พลังงานในที่พักอาศัย และด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มีการบริโภคพลังงานเป็นจำนวนมาก และจากปัญหาความต้องการพลังงานและราคาพลังงานเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่สูงขึ้น รัฐบาลได้กำหนดแนวทางสำคัญในการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านพลังงาน โดยส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกและเป็นการพัฒนาแบบยั่งยืน โดยชุมชนสามารถเลี้ยงตัวเองได้หรือมีพลังงานเหลือใช้ก็สามารถนำไปผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายคืนให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ) หากพิจารณาถึงวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เรียกว่าชีวมวลนั้น กล่าวได้ว่า พลังงานจากชีวมวลเป็นอีกพลังงานทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจมากสำหรับประเทศไทย ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่ได้จากพืชและสัตว์ หรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตต่างๆ รวมทั้งผลผลิตจากการเกษตรและป่าไม้ เช่น ไม้พิน แกลบ กากอ้อย กะลาและทะลายเปลือกปาล์มน้ำมัน วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆ รวมไปถึงการนำ

มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางเกษตร และขยะหาคำนวณของแข็ง หรือของแข็งกึ่งเหลวมาเผาไหม้ก็สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้โดยตรงหรือนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าจากไอน้ำร้อนยังยวดจากการคั้นน้ำด้วยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ชีวมวล นอกจากนี้สามารถนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มูลสัตว์ และน้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหารมาผลิตก๊าซชีวภาพ โดยขบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี โดยอาศัยจุลินทรีย์ก็เป็นเรื่องที่น่าสนใจที่ควรจะมีการพัฒนาและนำไปใช้กันอย่างกว้างขวางในอนาคตต่อไป

สำหรับประเทศไทยมีชีวมวลเหลือทิ้งจากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวเป็นจำนวนมากและสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี เนื่องจากประเทศไทยมีผลผลิตข้าวเปลือกยางและน้ำมันปาล์ม เป็นสินค้าเกษตรอันดับต้นๆ ของผลผลิตเกษตรทั้งหมด ข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่า ในปี 2552 ภาคได้มีผลผลิตข้าวมากถึง 745,128 ตัน [1] โดยมีแกลบจากการกะเทาะข้าวเปลือกเป็นวัสดุเหลือทิ้ง จากโรงสีข้าวประมาณ 163,928 ตัน ซึ่งแกลบมีค่าความร้อน 14,360 kJ/kg โดยจะสามารถนำไปผลิตไฟฟ้าได้ 81,964 MW ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แกลบและกลีเซอรินเป็นชีวมวลที่ได้จากโรงสีข้าวและกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มตามลำดับ โดยกลีเซอรินที่นำมาใช้นั้นเป็นกลีเซอรินที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 47

และ มีค่าความร้อนเท่ากับ 15,221 kJ/kg โดยวัตถุดิบทั้งสองชนิดนี้เป็นชีวมวลที่หาได้ง่ายในพื้นที่เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้า และแม้ว่าการนำชีวมวลมาผลิตแก๊สชีวมวลเพื่อนำไปผลิตไฟฟ้าจะน่าสนใจ แต่การผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีวมวลมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการซึ่งต้องศึกษาและประเมินศักยภาพของชีวมวลให้เหมาะสมกับพื้นที่รวมไปถึงลจิสติกส์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และประการสำคัญคือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตก็จะนำไปสู่เป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนและชุมชนสามารถพึ่งตัวเองได้ โดยที่ผ่านมาได้มีผู้นำเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตไปใช้ในการศึกษาด้านพลังงานทดแทนจำนวนมากเช่น การประเมินวัฏจักรชีวิตของความร้อนร่วมกับระบบแก๊สซิฟิเคชันจากชีวมวล (Integrated Biomass Gasification Combined Cycle, IBGCC) และการจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [2] ผลการวิจัยพบว่า การใช้พลังงานชีวมวลในการผลิตไฟฟ้าช่วยลดปริมาณแก๊ส CO₂ ลดภาวะโลกร้อนและลดการสิ้นเปลืองทรัพยากรได้มากกว่าการใช้พลังงานฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า ต่อมาในประเทศภูมิภาคยุโรปได้มีการประเมินวัฏจักรชีวิตเปรียบเทียบระหว่างระบบพลังงานชีวมวลจากต้นพ็อปลาร์ (poplar) ระบบพลังงานชีวมวลจากต้นมัสตาร์ดและก๊าซธรรมชาติ [3] ผลการวิจัยพบว่าระบบพลังงานชีวมวลจากต้นพ็อปลาร์มีประสิทธิภาพสูงสุดในการช่วยประหยัดพลังงาน และช่วยลดการเกิดภาวะเรือนกระจกและการเกิดแก๊ส N₂O NH₃ และ NOX จึงมีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในการผลิตไฟฟ้า เป็นต้นสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลนั้นได้มีการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตไฟฟ้าจากชานอ้อยในประเทศไทยมอริเชียส [4] ผลการวิจัยพบว่า การผลิตไฟฟ้าจากชานอ้อยจะช่วยลดการเกิดภาวะเรือนกระจก และการเกิดกรดต่างๆ อีกทั้งช่วยลดการใช้พลังงานฟอสซิลได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน แต่ส่งผลให้เกิดความสิ้นเปลืองน้ำมากกว่าในปี 2008 [5]

ได้มีผู้วิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตและผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของพืชพลังงาน การประเมินเชิงบูรณาการของศักยภาพในการลดภาวะเรือนกระจกในประเทศไอร์แลนด์ ผลการวิจัยพบว่าการใช้ พืชพลังงาน (ในที่นี้คือวิลโลว์และมิสแคนทัส) เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าแทนพลังงานฟอสซิลช่วยลดการเกิด CO₂ ของประเทศได้ร้อยละ 5.2 นอกจากนั้นยังมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อพิจารณาจากอัตราผลตอบแทนทางการเงิน

สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีวมวลขนาด 100 กิโลวัตต์ จากเชื้อเพลิงแกลบอัดแท่งผสมกลีเซอรินผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการศึกษา

ในการประเมินวัฏจักรชีวิตของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีวมวลนั้น มีขั้นตอนการศึกษาตามหลักการของ LCA ดังนี้

4.1 ประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีวมวลและเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละกระบวนการ

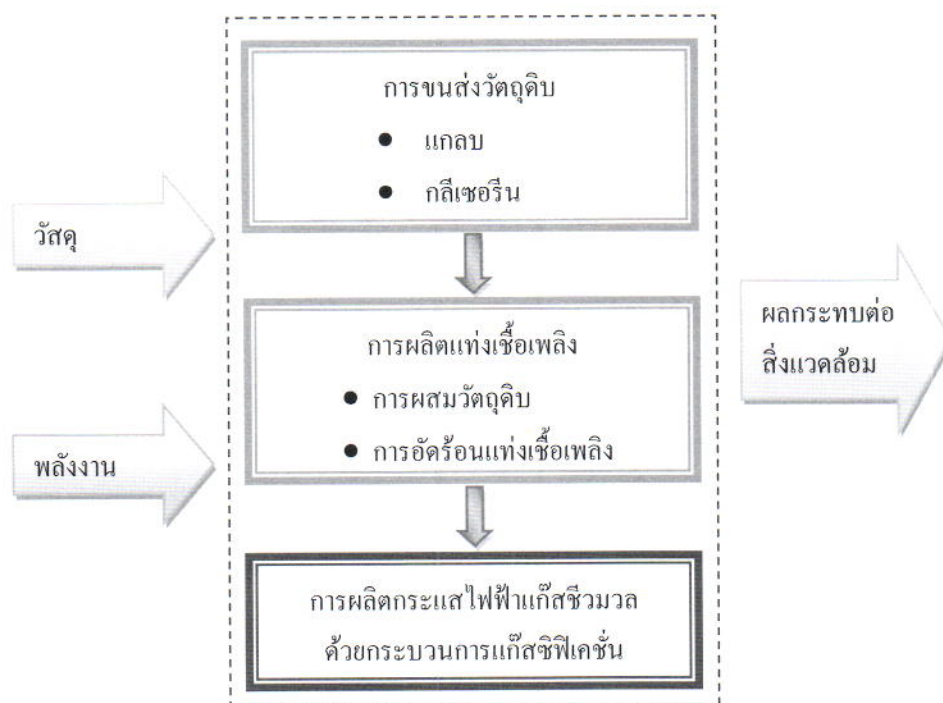
4.2 ขอบเขตในการศึกษา LCA ของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีวมวลนี้ จะใช้วิธีการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยวิธี EDIP 2003 (Environmental Development of Industrial Products) โดยโปรแกรม SimaPro 7.2 ซึ่งมีขอบเขตในการศึกษาดังรูปที่ 1 สำหรับวิธี EDIP นั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Institute for Product Development (IPU) ของ Technical University of Denmark เป็นระเบียบวิธีที่ศึกษาผลกระทบที่เกิดต่อระบบนิเวศน์ สุขภาพอนามัยของมนุษย์ และผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน เป็นต้น โดยค่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจะแสดงในหน่วย Point (Pt.) โดยค่า Pt. สูง แสดงว่ากระบวนการนั้นก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสูง

ในการศึกษา LCA ปกติจะไม่ศึกษาผลกระทบจากอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เช่น อาคารหรือโรงเรือนเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ เนื่องจากต้องการทราบผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการใช้ทรัพยากรพลังงาน ในการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีววมวลเป็นหลัก (Major impact) ส่วนผลกระทบที่เกิดจากส่วนที่ไม่นำมาคือนั้นจัดเป็นผลกระทบรอง (Minor impact) วิธีการนี้จะทำให้สามารถมองเห็นภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีววมวลได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น [6]

หน่วยการทำงาน (Functional unit)

หน่วยการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (LCA) ของการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีววมวลนั้นจะได้เป็น "Pt (Point) ต่อการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีววมวล 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง"

4.3 การทำบัญชีรายการ (Inventory) ในขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการจะทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในแต่ละกระบวนการ ทั้งในด้านการใช้ทรัพยากร การใช้พลังงาน ของเสียที่เกิดขึ้นจากระบบตลอดจนผลิตภัณฑ์พลอยได้ การเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่มีความสำคัญต่อการศึกษานี้คือการเก็บข้อมูลจริงจากกระบวนการ โดยสามารถจัดทำบัญชีรายการตามการจำแนกกระบวนการได้ดังตารางที่ 1 และในการศึกษานี้ได้พิจารณาให้แกลบและกลีเซอรินเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ (by product) จากกระบวนการผลิตข้าวและไบโอดีเซล ตามลำดับ โดยใช้แกลบที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง แต่สำหรับกลีเซอรินนั้นนำมาจาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 1 ขอบเขตในการศึกษา LCA ของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีววมวล

จากข้อมูลบัญชีรายการในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าในการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีววมวล 1 ปี จะต้องใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งเท่ากับ 700,800 กิโลกรัมโดยเชื้อเพลิงที่ได้้นั้นมาจากการผสมของแกลบกับกลีเซอริน อัตราส่วนแกลบ : กลีเซอริน เท่ากับ 3 กิโลกรัม : 500 มิลลิตร ดังมีในรายงานการศึกษาที่ผ่านมา [7] ว่าเป็นอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยในการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีววมวลใน 1 ปี จะต้องใช้แกลบ 611,523.04 กิโลกรัม และใช้กลีเซอริน

128,521.76 กิโลกรัม หลังจากนั้นนำวัตถุดิบที่ผสมแล้วไปอัดด้วยเครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงที่มีกำลังการผลิต 100 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีความต้องการพลังงานไฟฟ้า 25.3 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ดังนั้นในการอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงใน 1 ปี ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า 322,801.09 กิโลวัตต์-ชั่วโมง สำหรับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน มีกำลังการผลิต 100 กิโลวัตต์ไฟฟ้า และระบบมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าร้อยละ 17.3

ตารางที่ 1 บัญชีรายการข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีววมวลใน 1 ปี

การขนส่งแกลบ		
Input	เครื่องจักร	รถบรรทุกขนาดบรรจุ 15 ตัน
	พลังงานที่ใช้	น้ำมันดีเซล 6,115.23 ลิตร
	ระยะทางไป-กลับ	40 กิโลเมตร
Output	มลพิษ/ของเสีย	ก๊าซจากการเผาไหม้เครื่องยนต์
การขนส่งกลีเซอริน		
Input	เครื่องจักร	รถกระบะขนาดบรรจุ 2.5 ตัน
	พลังงานที่ใช้	น้ำมันดีเซล 3,738.81 ลิตร
	ระยะทางไป-กลับ	216 กิโลเมตร
Output	มลพิษ/ของเสีย	ก๊าซจากการเผาไหม้เครื่องยนต์
การผลิตแท่งเชื้อเพลิง		
Input	เครื่องจักร	เครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิง
	วัสดุที่ใช้	แกลบ 611,523.04 กิโลกรัม
	พลังงานที่ใช้	พลังงานไฟฟ้า 322,801.09 กิโลวัตต์-ชั่วโมง พลังงานความร้อน 1,212,529.66 เมกะจูล
Output	มลพิษ/ของเสีย	มลพิษจากการใช้ไฟฟ้า และการเผาไหม้เชื้อเพลิง
การผลิตไฟฟ้าแก๊สชีววมวล		
Input	เครื่องจักร	ระบบแก๊สซิฟิเคชันขนาด 100 กิโลวัตต์ไฟฟ้า
	วัสดุที่ใช้	น้ำ 83,703.80 ลิตร เชื้อเพลิงอัดแท่ง 700,800 กิโลกรัม
	พลังงานที่ใช้	พลังงานไฟฟ้า 135,569.76 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
Output	มลพิษ/ของเสีย	มลพิษจากการใช้ไฟฟ้าและการเผาไหม้เชื้อเพลิง

ผลการวิจัยและอภิปราย

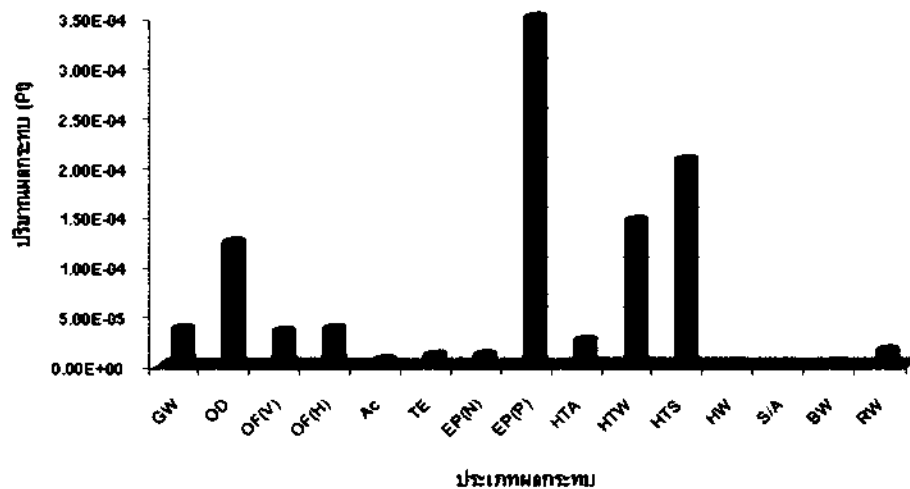
จากการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมใน 3 ขั้นตอน ตามกระบวนการที่วางไว้ ได้แก่ การขนส่งวัตถุดิบ การผลิตแท่งเชื้อเพลิง และขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวล มีผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่ง พบว่า ผลกระทบที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวล 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 9.90×10^{-4} Pt โดยในขั้นตอนของการผลิตแท่งเชื้อเพลิงให้ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสูงสุด เท่ากับ 5.71×10^{-4} Pt

รองลงมา คือ การผลิตไฟฟ้า แก๊สชีวมวล และการขนส่ง ซึ่งมีค่าผลกระทบ เท่ากับ 4.14×10^{-4} Pt และ 4.63×10^{-6} Pt ตามลำดับ

โดยแสดงปริมาณของผลกระทบแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวล 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ได้ดังรูปที่ 2 และปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิต ดังรูปที่ 3

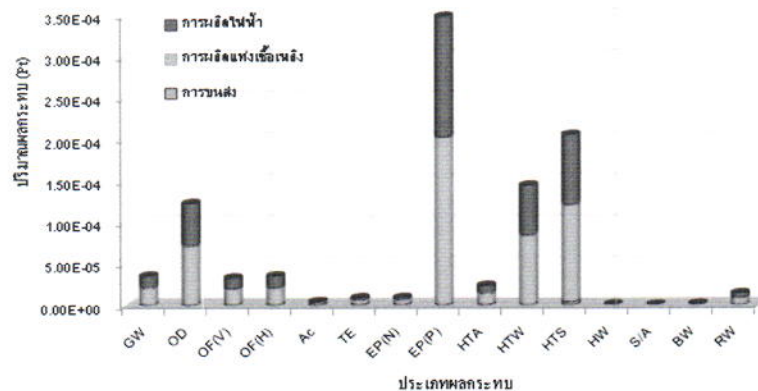
ตารางที่ 2 ค่าผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของโรงไฟฟ้าชุมชนแก๊สชีวมวลแยกตามขั้นตอนในการผลิตไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ขั้นตอน	ค่าผลกระทบ (Pt)	ผลกระทบ (%)
การขนส่ง	4.63×10^{-6}	0.47
การผลิตแท่งเชื้อเพลิง	5.71×10^{-4}	57.70
การผลิต ไฟฟ้าแก๊สชีวมวล	4.14×10^{-4}	41.83
รวม	9.90×10^{-4}	100.00



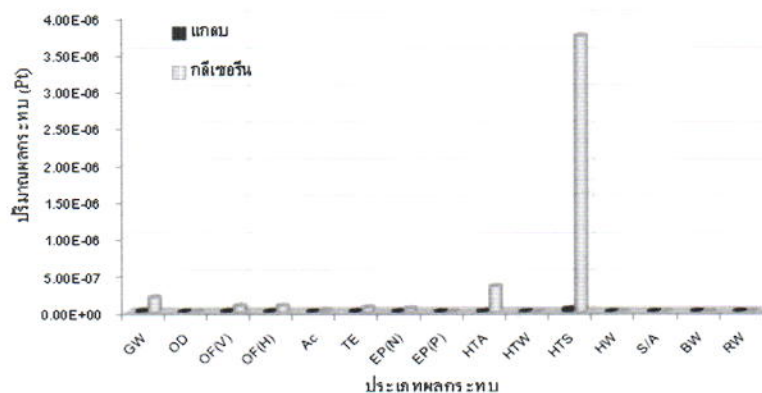
ภาพที่ 2 ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

จากรูปที่ 2 จะเห็นว่าปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่มีค่าสูงสุด คือ ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในน้ำเนื่องจากปริมาณฟอสเฟส (EP(P)) โดยเป็นผลกระทบทางอ้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าที่นำมาใช้ในกระบวนการ ส่วนผลกระทบหลักรองลงมาคือ การเกิดพิษในดินที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (HTS) และการเกิดพิษในน้ำที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (HTW) โดยแสดงปริมาณผลกระทบแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนดังรูปที่ 3



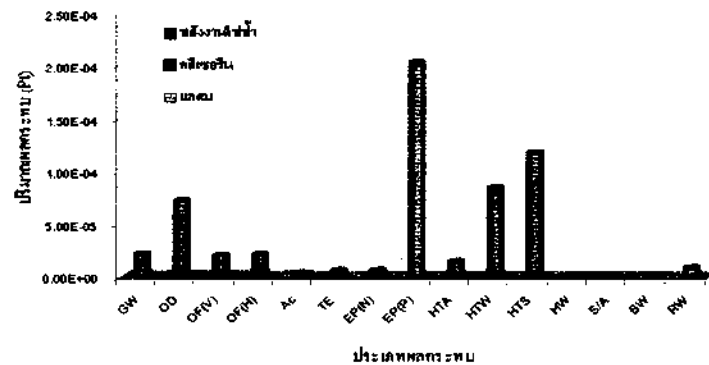
ภาพที่ 3 ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นจากแต่ละขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

จากรูปที่ 3 จะเห็นว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ รองลงมาคือขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวล โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นล้วนมาจากการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตซึ่งถือเป็นผลกระทบรองที่เกิดจากการผลิตกระแสไฟฟ้าที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต โดยแสดงแหล่งที่มาของผลกระทบที่เกิดขึ้นแต่ละประเภทในแต่ละขั้นตอนที่เกี่ยวข้องดังรูปที่ 4-6



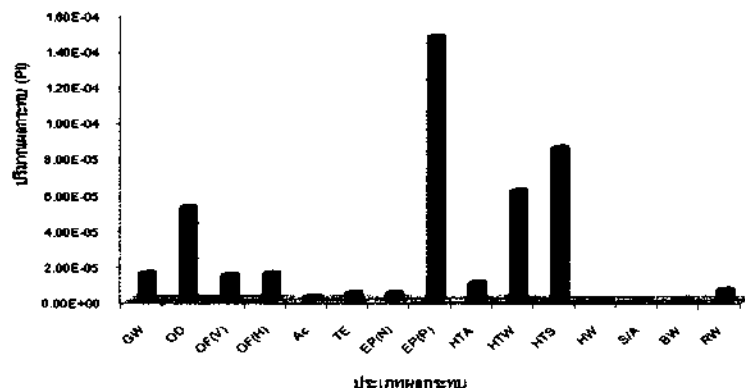
ภาพที่ 4 ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการขนส่ง

ผลกระทบที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการขนส่งนั้น เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งผลิตมายังโรงไฟฟ้า จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าการขนส่งกลีเซอรินนั้นก่อให้เกิดผลกระทบสูงกว่าการขนส่งแก๊สมาก เนื่องจากการขนส่งกลีเซอรินมีระยะทางการขนส่งมากกว่าแก๊สและพาหนะที่ใช้ในการขนส่งกลีเซอรินก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงกว่าพาหนะที่ใช้ขนส่งแก๊สด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 5 ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิง

สำหรับในขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีศักยภาพในการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าผลกระทบหลักในขั้นตอนนี้เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตแท่งเชื้อเพลิง โดยผลกระทบจากแก๊สและกลีเซอรินนั้นน้อยมากหรือถือว่าไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ เนื่องจากการศึกษานี้กำหนดให้วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเป็นวัสดุเหลือทิ้งและผลิตภัณฑ์พลอยได้จากโรงสีข้าวและการผลิตไบโอดีเซลตามลำดับ จึงไม่พิจารณาผลกระทบที่เกิดจากการได้มาของวัตถุดิบ



ภาพที่ 6 ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวล

จากรูปที่ 6 พบว่า ผลกระทบส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีวมวลนั้นเกิดเนื่องมาจากการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นผลกระทบที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าที่นำมาใช้ในกระบวนการ โดยในกรณีศึกษาใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวลขนาด 100 กิโลวัตต์ โดยใช้โปรแกรม SimaPro 7.2 มาทำการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต โดยวิธี EDIP 2003 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวล 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 9.90×10^{-4} Pt โดยผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นเป็นผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในน้ำเนื่องจากปริมาณฟอสเฟส (Aquatic Eutrophication EP (P)) ซึ่งมีค่าความรุนแรงของผลกระทบเท่ากับ 3.49×10^{-4} Pt ส่วนผลกระทบหลักรองลงมาคือ การเกิดพิษในดินที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (Human Toxicity Soil) และการเกิดพิษในน้ำที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (Human Toxicity Water) โดยมีค่าความรุนแรงของผลกระทบเท่ากับ 2.06×10^{-4} Pt และ 1.45×10^{-4} Pt ตามลำดับ

ขั้นตอนที่เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือ ขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งมีค่าความรุนแรงของผลกระทบ เท่ากับ 5.71×10^{-4} Pt รองลงมาคือขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีวมวลและขั้นตอนการขนส่ง โดยมีค่าความรุนแรงของผลกระทบเท่ากับ 4.14×10^{-4} Pt และ 4.63×10^{-6} Pt ตามลำดับ

ผลกระทบส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิง คือ ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในน้ำเนื่องจากปริมาณฟอสเฟส (Aquatic Eutrophication EP(P)) มีค่าความรุนแรงของผลกระทบเท่ากับ 2.02×10^{-4} Pt รองลงมาคือ การเกิดพิษในดินที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (Human Toxicity Soil) และการเกิดพิษในน้ำที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (Human Toxicity Water) ซึ่งมีค่าความรุนแรงของผลกระทบ เท่ากับ 1.17×10^{-4} Pt และ 8.39×10^{-5} Pt ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยทักษิณ

วิทยาเขตพัทลุง สำหรับทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2552). **เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายจังหวัด ปี 2552**. สืบค้นจาก <http://www.oae.go.th> เมื่อ 20 มกราคม 2554.
- [2] Carpentieri M., Corti A. and Lombardi. (2005). **Life cycle assessment (LCA) of an integrated biomass gasification combined cycle (IBGCC) with CO₂ removal**. Energy Conversion & Management. Vol. 46, pp. 1790-1808.
- [3] M.Gasol C., Gabarrell X., Anton A., Rigola M., Carrasco J., Ciria P., and Rieradevall J. (2009). **LCA of poplar bioenergy system compared with brassica carinata energy crop and natural gas in regional scenario**. Biomass & Bioenergy. Vol. 33, pp. 119-129.
- [4] Ramjavan T. (2008). **Life cycle assessment of electricity generation from bagasse in Mauritius**. Journal of Cleaner Production. Vol. 16, pp. 1727-1734.
- [5] Stayle D., and Jones M.B. (2008). **Life-cycle environmental and economic impacts of energy-crop fuel-chains: an integrated assessment of potential GHG avoidance in Ireland**. Environmental Science & Policy. Vol. 11, pp. 294-306.
- [6] Fredriksson H., Baky A., Bernesson S., Nordberg A., Noren O, and Hansson P.-A. (2006). **Use of on-farm produced biofuels on organic farms- Evaluation of energy balances and environmental loads for three possible fuels**. Agricultural Systems. Vol. 89, pp. 184-203.

- [7] Jittabut P., and Waewsak J. (2011). Hydrogen Production by means of Mixed Glycerol and Rice Husk- Air/Steam Gasification. 2011 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies. May 25- 28. Hat Yai, Thailand. pp. 110-117.

นิยามประเภทของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

- Global Warming 100a (GW): ภาวะโลกร้อน
- Ozone Depletion (OD): การทำลายชั้น

บรรยากาศของโลก

- Ozone Formation Vegetation (OF(V)): การเกิดโอโซนที่เป็นพิษต่อพืช

- Ozone Formation Human (OF(H)): การเกิดโอโซนที่เป็นพิษต่อมนุษย์

- Acidification (Ac): การเกิดฝนกรด

- Terrestrial Eutrophication (TE): ผลกระทบต่อระบบนิเวศบนบก

- Aquatic Eutrophication EP(N): ผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำเนื่องจากปริมาณไนโตรเจน

- Aquatic Eutrophication EP(P): ผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำเนื่องจากปริมาณฟอสเฟส

- Human Toxicity Air (HTA): การเกิดพิษในอากาศที่ส่งผลต่อมนุษย์

- Human Toxicity Water (HTW): การเกิดพิษในน้ำที่ส่งผลต่อมนุษย์

- Human Toxicity Soil (HTS): การเกิดพิษในดินที่ส่งผลต่อมนุษย์

- Hazardous Waste (HW): การเกิดขยะอันตราย

- Slags/Ashes (S/A): การเกิดกากหรือตะกอนโลหะ

- Bulk Waste (BW): การเกิดขยะในปริมาณมาก

- Radioactive Waste (RW): การเกิดขยะกัมมันตรังสี