บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชั่นของไม้โตเร็วนี้จะแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็นสามส่วนคือ การศึกษาศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากไม้โตเร็วด้วยระบบแก๊สซิฟิเคชั่น การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทคนิค Life Cycle Assessment: LCA และการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เทคนิค Life Cycle Costing: LCC ในของขั้นตอนการศึกษาศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าจะศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของขั้นตอนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรของการผลิตกระไฟฟ้านั้นจะแบ่งวัฏจักรชีวิตออกเป็นสี่ขั้นตอนคือ (1) ขั้นตอนการเพาะปลูก (2) ขั้นตอนการขนส่ง (3) ขั้นตอนการแปรรูป และ(4) ขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า รูปแบบและขั้นตอนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจะยึดตามหลักการของ ISO 14040 สำหรับการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตจะยึดตามแนววิจัยของ Yoshio และ Marvin (1999) รายละเอียดของการศึกษามีดังนี้

3.1 การศึกษาศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมให้มีการนำพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่ในประเทศมาใช้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะนำเอาพลังงานจากชีวมวลมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า แต่ทั้งนี้ชีวมวลที่มีอยู่ในประเทศส่วนใหญ่มาจากพืชผลทางการเกษตรทำให้มีข้อจำกัดของปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้ชีวมวลจากเศษวัสดุทางการเกษตรนั้นยังมีความหลากหลายของขนาด และความชื้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลการเผาไหม้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่นำเอาพืชพลังงานที่ปลูกขึ้นเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง โดยพืชพลังงานดังกล่าวคือ พืชพลังงานจากไม้โตเร็ว หลักในการเลือกชนิดของไม้โตเร็วที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นจะพิจารณาจากค่าความร้อนของไม้เชื้อเพลิงและปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อพื้นที่เพาะปลูกเป็นหลัก โดยในการเลือกชนิดของไม้โตเร็วที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นจะศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทราบถึงชนิดของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วสิ่งที่ต้องคำนึงถึงตามมาคือเทคโนโลยีที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปชีวมวลมาเป็นกระแสไฟฟ้า โรงไฟฟ้าชีวมวลที่ทำการศึกษาในการวิจัยนี้เป็นการส่งเสริมให้ใช้ในระดับชุมชมซึ่งมีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยประมาณ 100 กิโลวัตต์ เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องง่ายต่อการใช้และการดูแลรักษาซึ่งเทคโนโลยีที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ โดยเทคโนโลยีที่ในมาใช้กับการผลิตพลังงานจากชีวมวลมีระบบหลักๆ 4 ระบบด้วยกันคือ การเผาไหม้โดยตรง (Direct-fired) การเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงร่วม(Co-firing) แก๊สซิฟิเคชัน(Gasification) และไพโรไลซิส(Pyrolysis) การเลือกใช้เทคโนโลยีแบบต่างๆ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมที่นำไปใช้งานในงานวิจัยนี้จะใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันในการผลิตพลังงานจากชีวมวลซึ่งจะศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

3.2.1 กำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการประเมินวัฏจักรชีวิต (Goal definition)

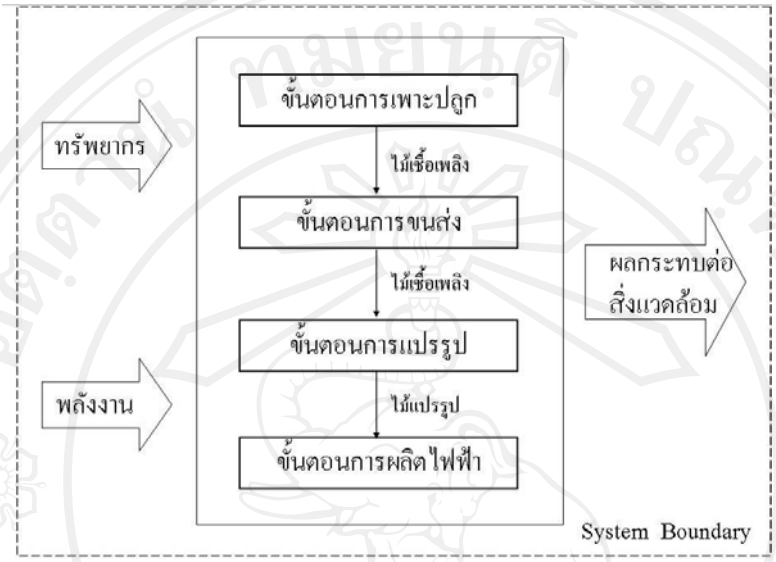
เพื่อวิเคราะห์พลังงานสุทธิและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว ซึ่งมีกำลังการผลิตไฟฟ้า 100 kW และมีอายุการใช้งานของเครื่องจักร 10 ปี โดยเทคนิค Life Cycle Assessment :LCA ขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้าจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเพาะปลูก ขั้นตอนการขนส่ง ขั้นตอนแปรรูป และขั้นตอนการ ผลิตกระแสไฟฟ้า

3.2.2 การกำหนดขอบเขต (Scope definition) การประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจะใช้โปรแกรม SimaPor 7.1 ในการประเมินค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินค่ามีอยู่หลายวิธีด้วยกัน สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการ EDIP/UMIP 97 ในการประเมิน ซึ่งมีขอบเขตในการศึกษาดังนี้

3.2.2.1 การประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็วจะเริ่มจากการพิจารณาชนิดของเชื้อเพลิงชีวมวลจากไม้โตเร็วที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยจะพิจารณาจากค่าความร้อนของไม้โตเร็ว ผลผลิตของไม้เชื้อเพลิงต่อพื้นที่การเพาะปลูกและระยะเวลาที่นำไม้มาใช้ประโยชน์เป็นหลักงาน วิจัยนี้ไม้โตเร็วที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงคือ กระถินยักษ์ ในขั้นตอนต่อมาเป็นการศึกษา LCA และ LCC โดยแบ่งวัฏจักรชีวิตออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเพาะปลูก ขั้นตอนการขนส่ง ขั้นตอนแปรรูปและขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้แก่ ชนิดและปริมาณการใช้ทรัพยากร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิดและปริมาณการใช้พลังงานชนิดและปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือของเสียที่ออกจากกระบวนการและการวิธีการจัดการกับผลกระทบหรือของเสียที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ดังรูปที่ 3.1



รูป 3.1 แสดงขอบเขตของระบบในการศึกษา LCA และ LCC
ของการผลิตกระแสไฟฟ้าแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว

ในการศึกษา LCA นั้นจะไม่ทำการศึกษาผลกระทบจากอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จัดเป็นต้นทุนคงที่ เช่น อาคารหรือโรงเรือน เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ เนื่องจากต้องการทราบผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการใช้ทรัพยากรพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก (Major impact) ส่วนผลกระทบที่เกิดจากส่วนที่ไม่นำมาคิดนั้นจัดเป็นผลกระทบรอง(Minor impact) ในการมองภาพที่เกิดจากผลกระทบหลักจะทำให้สามารถมองเห็นภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น (H. Fredriksson et al, 2005) สำหรับการวิเคราะห์ LCC นั้นจะทำการพิจารณาต้นทุนในทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้า

3.2.2.2 หน่วยการทำงาน (Functional unit) การวิเคราะห์ LCA ของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็วค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจะมีหน่วยเป็น Pt/kWh ซึ่งสามารถบอกถึงปริมาณและความรุนแรงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Inventory Analysis)

การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการเก็บข้อมูลชนิดและปริมาณของสารที่เข้าและสารออก รวมถึงมลพิษที่เกิดขึ้นในระบบที่ต้องการศึกษา โดยการจัดทำบัญชีรายการของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็วประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

3.3.1 บัญชีรายการขั้นตอนการเพาะปลูก

เป็นการเตรียมเชื้อเพลิงไม้โตเร็ว ซึ่งจะเริ่มจากขั้นตอนการเพาะปลูกไม้เชื้อเพลิง สำหรับขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการประกอบด้วยการเตรียมต้นกล้า การเตรียมดิน และการปลูกไม้โตเร็ว และรวมไปถึงการตัดไม้เมื่อมีอายุครบ 3 ปี ดังตารางที่ 3.1

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเพาะปลูก (ก) การเตรียมพื้นที่ (ข) การเพาะต้นกล้า (ค) ต้นกระถินยักษ์อายุ 1ปี (ง) เลื่อยยนต์

ที่มา:(ก) (ข) (ค) Center of Excellence in Biomass COE in Biomass

(ง) http://powertools.tarad.com

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมกล้าและการเตรียมดิน

ขั้นตอนการเตรียมกล้าและการเตรียมดิน	
เครื่องจักร/เครื่องมือ	รถไถ ช้อนปลูก จอบ เครื่องสูบน้ำ เลื่อยยนต์ ฯลฯ
วัสดุที่ใช้	เมล็ดพันธุ์กระถินยักษ์ ดิน ปุ๋ยคอก น้ำ ถุงเพาะชำ ฯลฯ
พลังงานที่ใช้	น้ำมันดีเซล พลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง น้ำมันเบนซิน ฯลฯ
มลพิษ/ของเสียที่เกิด	มลพิษจากการผลิตไฟฟ้าจากสายส่ง มลพิษจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง มลพิษอื่นๆ
ผลิตภัณฑ์ที่ได้	ไม้กระถินยักษ์ที่ความชื้น 60%

3.3.2 บัญชีรายการขั้นตอนการขนส่ง

ขั้นตอนการขนส่งจะเกิดขึ้น หลังจากที่ตัดไม้ซุงมาจากแปลงปลูกเรียบร้อยแล้วและจะขนส่งไม้ซุงมายังโรงไฟฟ้าเพื่อนำไม้ไปใช้งานต่อไป การจัดทำบัญชีรายการทางด้านสิ่งแวดล้อมของขั้นตอนการขนส่งดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการการขนส่งไม้เชื้อเพลิง

ขั้นตอนการขนส่ง	
เครื่องจักร/เครื่องมือ	รถบรรทุก 10 ล้อ
วัสดุที่ใช้	รถลาก
พลังงานที่ใช้	น้ำมันดีเซล
มลพิษ/ของเสียที่เกิด	มลพิษจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซล
ผลิตภัณฑ์ที่ได้	ไม้เชื้อเพลิงที่ความชื้น 60%

* กรมควบคุมมลพิษ **นิ่มซี่เส็งขนส่ง 1998 จำกัด

3.3.3 บัญชีรายการขั้นตอนการแปรรูป

ไม้เชื้อเพลิงที่ถูกขนส่งมายังโรงไฟฟ้าจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.3 ซึ่งมีขนาดใหญ่จึงไม่สามารถป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้เพื่อผลิตแก๊สเชื้อเพลิงได้ จึงต้องแปรรูปไม้เชื้อเพลิงเพื่อให้มีขนาดที่เหมาะสมก่อนนำเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ซึ่งขนาดของไม้ที่แปรรูปจะมีขนาดประมาณ 5 เซนติเมตร การจัดทำบัญชีรายการทางด้านสิ่งแวดล้อมดังตารางที่ 3.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการแปรรูป (ก) ไม้ซุง (ข) เครื่องหั่นไม้
(ค)ไม้เชื้อท่อนขนาด 5 เซนติเมตร

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของขั้นตอนการแปรรูปไม้

ขั้นตอนการแปรรูปไม้	
1. การหั่นไม้	
เครื่องจักร/เครื่องมือ	เครื่องหั่นไม้
กำลังของเครื่องยนต์	5.5 แรงม้า
อัตราการหั่นไม้	350 กิโลกรัม/ชั่วโมง
พลังงานที่ใช้	พลังงานไฟฟ้า
มลพิษ/ของเสียที่เกิด	มลพิษจากการผลิตกระแสไฟฟ้า
ผลิตภัณฑ์ที่ได้	ไม้แปรรูปขนาด 5 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 บัญชีรายการขั้นตอนการการผลิตกระแสไฟฟ้า

สำหรับขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ขั้นตอนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงและขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า ขั้นตอนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจะนำเชื้อเพลิงที่ผ่านการแปรรูปแล้วป้อนให้แก่เครื่องผลิตแก๊สเพื่อเปลี่ยนรูปไปเป็นแก๊สเชื้อเพลิงและนำแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้ป้อนให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้า โดยมีการจัดทำบัญชีรายการดังตารางที่ที่ 3.4 รายละเอียดของอุปกรณ์ และหลักการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดจะกล่าวรายละเอียดได้ในภาคผนวก ก

(ก)

(ข)

รูปที่ 3.4 การผลิตกระแสไฟฟ้า (ก) การผลิตแก๊สเชื้อเพลิง และ (ข) การผลิตกระแสไฟฟ้า
ที่มา: วีรชัย และคณะ (2551)

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของการจัดทำบัญชีรายการขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	
1. ขั้นตอนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง	
เครื่องจักร/เครื่องมือ สำหรับผลิตแก๊ส	เตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงชนิด Downdraft Gasifier
เครื่องจักร/เครื่องมือ ชุดทำความสะอาด	1.Cyclone Collector 2.Water Scrubber และ Chiller Scrubber 3.Closed-loop wastewater treatment • Flocculation Tank • Buffer Tank 4.Biomass Filter Unit 5.Bag Filter Unit

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังงานที่ใช้	พลังงานไฟฟ้า น้ำมันหล่อลื่น
วัสดุที่ใช้	ไม้เชื้อเพลิง(ขนาด 5 ซม) น้ำ ถุงกรองฝุ่น สารเร่งตะกอน(Poly Aluminum Chloride: PAC)
มลพิษ/ของเสียที่เกิด	มลพิษจากการผลิตไฟฟ้า มลพิษจากการเผาไหม้น้ำมัน มลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง
ผลิตภัณฑ์ที่ได้	แก๊สเชื้อเพลิง
2. การผลิตกระแสไฟฟ้า	
เครื่องจักร/เครื่องมือ	Start-Up Flare (สำหรับทดสอบการลุกไหม้)
เครื่องจักร/เครื่องมือ	Gas Engine Generator Set (CUMMINS : 6 สูบ , 115 KVA)
เครื่องจักร/เครื่องมือ	Control System(ควบคุมการทำงานของเตาผลิตแก๊สชีวมวล)
พลังงานที่ใช้	พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งเพื่อใช้ในการเดินระบบ
มลพิษ/ของเสียที่เกิด	มลพิษจากการผลิตไฟฟ้า
ผลิตภัณฑ์ที่ได้	พลังงานไฟฟ้า

ที่มา: วีรชัย และคณะ (2551)

จากตารางที่ (3.1) (3.2) (3.3) และ (3.4) สามารถจัดประเภทข้อมูลที่ต้องการในขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการในทุกๆ กระบวนการย่อยได้เป็น 3 กลุ่มสำหรับ LCA ดังนี้

1. ชนิดและปริมาณของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการ
2. ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงหรือพลังงานที่ใช้ในกระบวนการ
3. ปริมาณผลกระทบหรือชนิดและปริมาณของเสียที่ออกจากกระบวนการ

สำหรับข้อมูลในการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต(LCC) จะประกอบด้วยต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ต้นทุนวัสดุที่ใช้ ต้นทุนเชื้อเพลิงหรือพลังงานที่ใช้ และต้นทุนในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งการเก็บข้อมูลดังกล่าวจะทำไปพร้อมกันกับการประเมินวัฏจักรชีวิต เพื่อความสะดวกและความถูกต้องของข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4ขั้นตอนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันจากไม้โตเร็ว

3.4.1 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment)

เมื่อได้ข้อมูลจากการจัดทำบัญชีรายการแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการประเมิน ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยเทคนิค LCA โดยใช้โปรแกรม SimaPro Version 7.1 ด้วยวิธี EDIP/UMIP 97 ซึ่งในโปรแกรมได้แบ่งประเภทผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมออกเป็น 15 ประเภท ดังนี้ (1)Global Warming(GW): ภาวะโลกร้อนขึ้น (2) Ozone Depletion(OD): การทำลายชั้นบรรยากาศของโลก (3)Acidification(Ac): การเกิดฝนกรด (4) Eutrophication(Eu): การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (5)Photochemical Smog(PS): การเกิดหมอกสารเคมี (6)Ecotoxicity to Water Chronic (EWC): การสะสมสารพิษในน้ำ (7) Ecotoxicity to Water Acute (EWA):การเกิดสารพิษในน้ำแบบเฉียบพลัน (8) Ecotoxicity to Soil Chronic (ESC):การสะสมสารพิษในดิน (9) Human Toxicity to Air (HTA): การเกิดพิษในอากาศที่ส่งผลต่อมนุษย์ (10) Human Toxicity to Water (HTW):การเกิดพิษในน้ำที่ส่งผลต่อมนุษย์ (11) Human Toxicity to Soil(HTS): การเกิดพิษในดินที่ส่งผลต่อมนุษย์ (12)Bulk Waste (BW): การเกิดขยะในปริมาณมาก (13)Hazardous Waste (HW): การเกิดขยะอันตราย (14)Radioactive Waste (RW): การเกิดขยะกัมมันตรังสี (15)Slag/Ashes (S/A): การเกิดกากหรือตะกอนโลหะ โดยผลกระทบทุกประเภทจะพิจารณาในด้านของปริมาณและความรุนแรงของค่าของผลกระทบที่มีหน่วยเป็น Point (Pt)

ในการประเมินผลกระทบนอกจากจะอาศัยข้อมูลจากการตรวจวัด (On-side Data) และข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และอาศัยฐานข้อมูลของโปรแกรม SimaPro 7.1 เพื่อให้ข้อมูลที่ใช้มีความถูกต้องและครบถ้วน

3.4.2 การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Costing: LCC)

สำหรับ LCC ข้อมูลที่เก็บรวบรวมนั้นประกอบด้วย ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละกระบวนการย่อย โดยต้นทุนรวมตลอดวัฏจักรชีวิต เกิดจากการรวมต้นทุนย่อยที่เกิดขึ้นตามหมวดหมู่ (Cost categories) ซึ่งต้นทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากไม้โตเร็วสามารถคำนวณได้เมื่อทราบต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตตามสมการที่ (2.12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$LCC = C_C + C_O + C_M + C_F - S$$

เมื่อ C_C = ต้นทุนคงที่ (บาท)

C_O = ต้นทุนในการดำเนินการ (บาท)

C_M = ต้นทุนในการซ่อมบำรุง (บาท)

C_F = ต้นทุนเชื้อเพลิงหรือพลังงาน (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

และค่า C ใด ๆ เป็นมูลค่าปัจจุบัน (P: Present Worth) ของต้นทุน C ใด ๆ ที่เกิดขึ้น

3.5 แนวทางการแปลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่คำนวณค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยโปรแกรม SimaPro Version 7.1 ด้วยวิธี EDIP/UMIP 97 แล้วจะนำค่าที่ได้มาแปลผลข้อมูลให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

3.5.1 เปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยนำผลที่ได้จากการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้า มาทำการเปรียบเทียบผลกระทบของแต่ละขั้นตอนว่าเกิดจากผลกระทบประเภทใดมากที่สุดและเกิดจากสาเหตุใด หลังจากนั้นจึงเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นของแต่ขั้นตอนว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นมาจากขั้นตอนใดมากที่สุดระหว่าง ขั้นตอนการเพาะปลูก ขั้นตอนการขนส่ง ขั้นตอนการแปรรูปไม้ และขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า เกิดจากสาเหตุใดเป็นหลัก

3.5.2 เปรียบเทียบระหว่างการใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็วกับการใช้กระแสไฟฟ้าจากสายส่ง โดยการนำค่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็วตลอดวัฏจักรชีวิตจำนวน 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และการผลิตกระแสไฟฟ้าจากสายส่งจำนวน 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มาเปรียบเทียบผลกระทบว่าเกิดผลกระทบประเภทใดและมาจากการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบใด

3.5.3 เปรียบเทียบพลังงานเข้าและออกจากการผลิตกระแสไฟฟ้า เปรียบเทียบค่าพลังงานที่เข้าและออกจากการผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง โดยอาศัยข้อมูลจากการจัดทำบัญชีรายการของแต่ละขั้นตอน ซึ่งพลังงานจากกระแสไฟฟ้าจำนวน 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จะให้พลังงานเท่ากับ 3.6 เมกกะจูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.4 หาต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต (LCC) ของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันที่รวมต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม โดยการนำผลที่ได้จากการคำนวณต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มาคำนวณราคาต่อหน่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้าดังสมการที่ (3.1)

ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าตลอดวัฏจักรชีวิต 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

$$= \frac{\textit{ต้นทุนรวมตลอดวัฏจักรชีวิต (บาท)}}{\textit{ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ตลอดวัฏจักรชีวิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)}} \quad (3.1)$$

3.5.5 หาต้นทุนสิ่งแวดล้อม นำปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการประเมินวัฏจักรชีวิตด้วยโปรแกรม SimaPro 7.1 ต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากนั้นนำมาคำนวณราคาต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้ราคากลางของการกำจัดมลพิษโดยในงานวิจัยนี้จะใช้ราคาต้นทุนในการกำจัดมลพิษจาก New Jersey Board of Public Utilities, Office of Clean Energy, December 8 2004(www.njcleanenergy.com) เป็นราคากลางในการคำนวณต้นทุนสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved