

## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

#### 2.1 ชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้นับรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษไม้ ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตรและของเสียจากชุมชน สามารถแบ่งชีวมวลตามแหล่งที่มาได้ดังนี้

1. พืชผลทางการเกษตร (agricultural crops) เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวฟ่างหวาน ที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาล รวมถึงพืชน้ำมันต่างๆ ที่สามารถนำน้ำมันมาใช้เป็นพลังงานได้

2. เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (agricultural residues) เช่น ฟางข้าว เศษลำต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง

3. ไม้และเศษไม้ (wood and wood residues) เช่น ไม้โตเร็ว ยูคาลิปตัส กระถินณรงค์ เศษไม้จากโรงงานผลิตเครื่องเรือน และโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ เป็นต้น

ของเหลือจากอุตสาหกรรมและชุมชน (waste streams) เช่น กากน้ำตาล และชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบ ขี้เลื่อย เส้นใยปาล์ม และกะลาปาล์ม

#### 2.2 การประเมินศักยภาพชีวมวล

การประเมินพลังงานจากชีวมวลสามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบคือ การประเมินจากเชิงพื้นที่การปลูก และการประเมินศักยภาพพลังงานเชิงปริมาณ เป็นต้น การเลือกใช้วิธีการประเมินศักยภาพนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลในพื้นที่นั้นๆ ว่าเหมาะสมกับการประเมินวิธีใดๆ

##### 2.2.1. ประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพื้นที่

จากการประเมินศักยภาพพลังงานจากชีวมวลของในแต่ละพื้นที่(กระทรวงพลังงาน., 2552) จากพื้นที่เพาะปลูกหรือผลผลิตการเกษตร ในแต่ละพื้นที่เป้าหมาย และนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ประกอบกับปัจจัยตัวคูณต่างๆ ที่ได้จากการวิจัยที่ผ่านมา ดังตารางที่ 2.1 จากข้อมูลผลผลิตการเกษตรในแต่ละพื้นที่เป้าหมายและปัจจัยตัวคูณ สามารถนำมาคำนวณหาศักยภาพพลังงานเชิงพื้นที่ดังสมการ ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ปัจจัยตัวคูณที่ใช้ในการประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพื้นที่

ชนิด	วัสดุเหลือใช้	อัตราส่วน ชีวมวล ต่อผลผลิต	เฟคเตอร์วัสดุที่ เหลือยังไม่มีการ ใช้	ค่าความร้อน (ktoe/ตัน)
ข้าว	แกลบ	0.23	0.493	0.337
	ฟาง(ส่วนบน)	0.447	0.684	0.242
มะพร้าว	เปลือก	0.362	0.595	0.384
	กะลามะพร้าว	0.16	0.378	0.424
	ทะลายมะพร้าว	0.049	0.843	0.364
	ทางมะพร้าว	0.225	0.809	0.378
ข้าวโพด	ซังข้าวโพด	0.273	0.67	0.427
ถั่วลิสง/ถั่วเขียว	เปลือก	0.323	1	0.299
ถั่วเหลือง	ลำต้น, ใบ, เปลือก	0.663	0.76	0.46

ที่มา: กระทรวงพลังงาน., 2552

$$\text{ศักยภาพพลังงาน} = V_p \times A_m \times f_u \times \text{LHV} \quad (2.1)$$

โดยที่  $V_p$  คือ ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรแต่ละชนิดในพื้นที่เป้าหมาย ตัน

$A_m$  คือ อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต

$f_u$  คือ เฟคเตอร์วัสดุที่เหลือยังไม่มีการใช้

LHV คือ ค่าความร้อน ktoe/ตัน

โดยที่  $A_m =$  ปริมาณชีวมวลทั้งหมด / ปริมาณผลผลิตทางการเกษตร

$f_u =$  ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้งาน/ ปริมาณชีวมวลทั้งหมด

### 2.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่างๆ ของพื้นที่ จะถูกนำมาจัดให้อยู่ใน

รูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันภายใต้ระบบพิกัดที่สามารถอ้างอิง อ้างตำแหน่งกับพื้นผิวโลกจริง (Geo reference)

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ออกเป็น 2 รูปแบบคือ

### 2.3.1 Manual Approach

เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้การจัดทำฐานข้อมูลต่างๆ โดยใช้กระบวนการคัดลอกสายแผนที่ ตามปัจจัยต่างๆ ที่ผู้ใช้มีความสนใจ ลงบนกระดาษหรือแผ่นใส เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาคำตอบตามวัตถุประสงค์ โดยวิธีการต่างๆ เช่น นำข้อมูลในรูปแบบของแผนที่หรือ ลายเส้นต่างๆ ถ่ายลงบนแผ่นใส หรือคัดลอกเส้นลงบนกระดาษไขที่ส่องผ่านโต๊ะแสงลอกลายแผนที่ แล้วนำมาซ้อนทับกันบนโต๊ะแสงลอกลายแผนที่หรือเครื่องฉายแผ่นใส กระบวนการนี้อาจเรียกกันว่า “Overlay Techniques” การซ้อนข้อมูลแผนที่ในแต่ละปัจจัยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ แต่วิธีการนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนแผ่นใสที่จะนำมาซ้อนทับกัน ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตา (Eyes Interpretation) จะกระทำได้ในจำนวนของแผ่นใสที่ค่อนข้างจำกัด และปริมาณแสงที่สามารถส่องทะลุผ่านแผ่นใสค่อนข้างจำกัดในขณะที่จำนวนแผ่นใสซ้อนมากขึ้น และจำเป็นต้องใช้เนื้อที่และวัสดุในการจัดเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก ดังรูปที่ 2.1

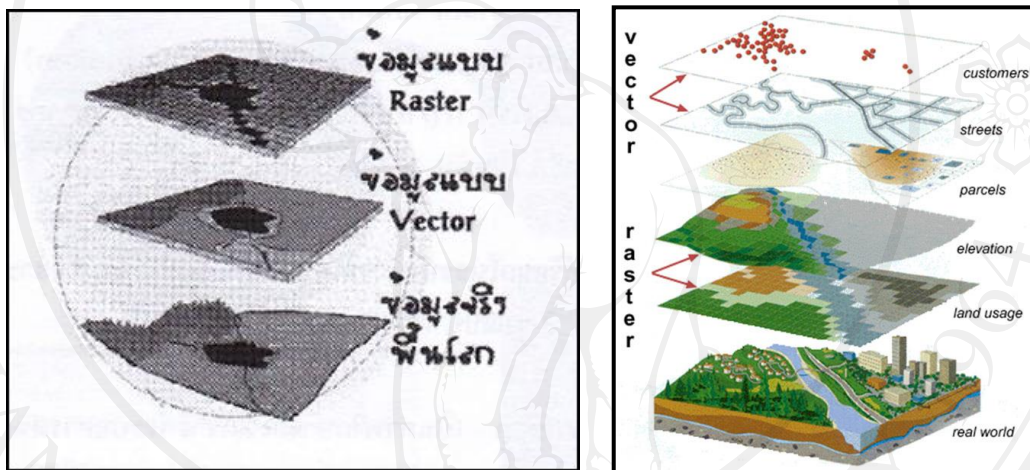


รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Manual Approach

ที่มา : <http://www.esri.com/>

### 2.3.2 Computer Assisted Approach

เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้การจัดทำฐานข้อมูลต่างๆ ด้วยการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการนำเข้า จัดเก็บ เปลี่ยนแปลงและแสดงผล ตลอดจนวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่และข้อมูลสารสนเทศที่จัดเก็บอยู่ในรูปของตัวเลขหรือดิจิทัล (Digital) โดยการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลแผนที่หรือลายเส้นให้อยู่ในรูปของตัวเลข แล้วทำการซ้อนทับ (Overlay) กัน โดยการนำหลักคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์เข้ามาช่วย วิธีการนี้จึงช่วยลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลลง และสามารถเรียกมาแสดงหรือทำการวิเคราะห์ซ้ำๆ ได้โดยง่าย รวมทั้งการพิมพ์ผลลัพธ์ได้โดยง่าย และรวดเร็วขึ้น ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Computer Assisted Approach

ที่มา : <http://www.esri.com/>

### 2.3.3 โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ArcGIS เป็นชื่อซอฟต์แวร์ที่ทำงานเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปัจจุบันพัฒนามาถึงเวอร์ชัน 9.3.1 ซึ่งสามารถที่จะทำงานบนระบบจัดการที่เป็น Windows 7, XP และ Windows Vista เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ สามารถแสดงผลข้อมูล จัดการข้อมูล ตั้งเงื่อนไขสืบค้น วิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลข้อมูลแผนที่ได้อัตโนมัติ จัดการข้อมูลเพื่อแสดงผล การจัดการกำหนดเส้นโครงแผนที่ และสามารถสร้างปุ่มคำสั่งได้ด้วยคำสั่ง Visual Basic for Application (VBA)

โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ประการ เพื่อการใช้งานในระบบอย่างสมบูรณ์ คือ

1.) การนำเข้าข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล (Data Input and Verification)

เป็นการเปลี่ยนข้อมูลจากแผนที่ต้นแบบ ข้อมูลดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศให้อยู่ในรูปของดิจิทัล โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการนี้ เช่น เครื่องอ่านพิกัด(Digitizer), เครื่องกราดภาพ (Scanner) เป็นต้น ซึ่งในขณะที่นำเข้าข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-Spatial Data) นั้นจะมีระบบในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเพื่อลดความผิดพลาดของการนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เช่นมีคำสั่งในการป้องกันนำเข้าข้อมูลสายเส้นที่ซ้ำซ้อนกัน ป้องกันการนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่ผิดปกติของข้อมูล

2.) การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล (Data Storage and Database management)

เป็นการจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์เกี่ยวกับ จุด เส้น หรือพื้นที่ (Position Topology, Attribute) ให้มีโครงสร้างที่สามารถจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และผู้ใช้สามารถเรียกมาใช้ได้โดยสะดวก ซึ่งจะมีโครงการหรือรูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลต่างกันในแต่ละโปรแกรมตามคุณลักษณะของโปรแกรม

3.) การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis)

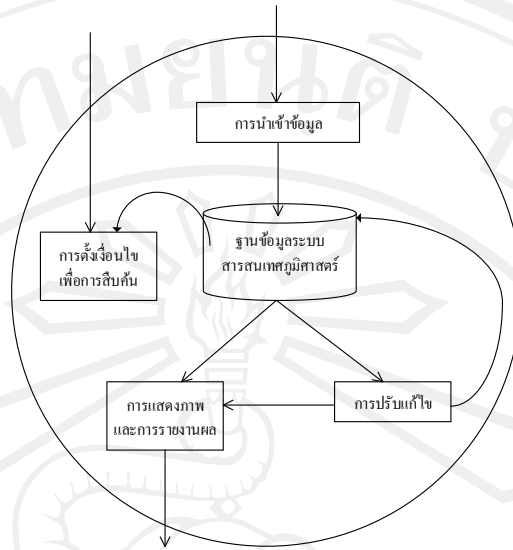
การคำนวณและวิเคราะห์ผลข้อมูลหลายรูปแบบ และจะปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า Data Transformation เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลนั้น โปรแกรมสามารถนำข้อมูลทั้ง ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Data Transformation) เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลนั้นๆ โปรแกรมสามารถนำข้อมูลทั้ง ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-Spatial Data) มาใช้ในการวิเคราะห์โดยตัวเองหรืออาจจะใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกันได้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้คำตอบที่ผู้ใช้งานต้องการ

4.) การรายงานผลข้อมูล (Data Output and Presentation)

เป็นวิธีการแสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยผลที่จะได้อยู่ในรูปแบบของแผนที่ ตาราง กราฟ ฯลฯ และจะพิมพ์รายงานผลโดยแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือพล็อตเตอร์ หรือเครื่องพิมพ์ หรืออาจจะเชื่อมโยงกับโปรแกรมอื่นๆ ในการรายงานผลได้อย่างสมบูรณ์

5.) ความสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Interaction with the User)

ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ดีนั้น จะต้องสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีการสร้างรายการชุดคำสั่ง (Menu) ต่างๆ ที่ไม่ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย และมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์ หรืออนุญาตให้ผู้ใช้งาน โปรแกรมสามารถสร้างหน้าต่างเอง หรือคัดแปลงให้เหมาะสมกับประเทศของตนเองได้ และสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์  
ที่มา : สุเพชร จิรขจรกุล, 2552

#### 2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analyst)

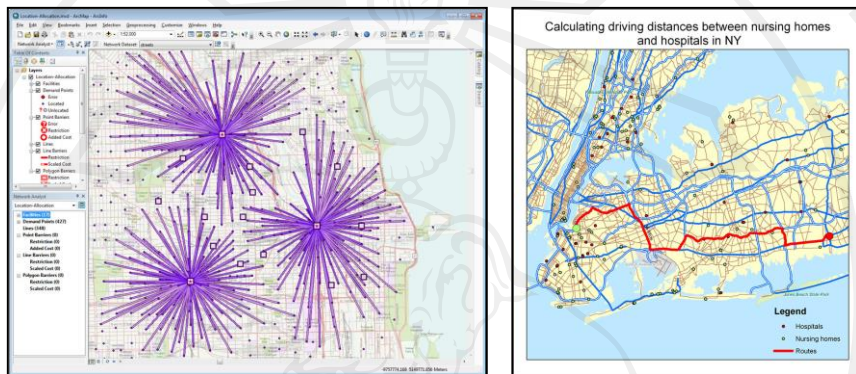
การวิเคราะห์โครงข่าย เป็นโปรแกรมเพิ่มความสามารถของ ArcGIS Desktop ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายเชิงพื้นที่รวมถึงวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุด ทิศทางในการเดินทาง ค้นหาสาธารณูปโภคที่อยู่ใกล้ที่สุด รวมถึงวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการที่ขึ้นกับระยะทาง และเวลาในการเดินทาง

ArcGIS Network Analyst ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างเงื่อนไขสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายได้เสมือนจริงมากยิ่งขึ้นคือ กำหนดกฎในการห้ามเลี้ยว จำกัดความเร็ว หรือเงื่อนไขทางจราจรที่ช่วงเวลาแตกต่างกันในแต่ละช่วงวันได้ กำหนดฝั่งถนนในการขนส่งสินค้า ด้วยความสามารถของ Network Analyst สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

- วิเคราะห์เวลาในการเดินทาง พร้อมหน้าตาต่างแสดงทิศทางการเดินทางที่มีรายละเอียดแสดงค่าระยะทาง และเวลา ทิศทางในการเดินทางที่เป็นแผนที่สามารถปรับมาตราส่วนแผนที่ได้แบบไดนามิก

- วิเคราะห์เส้นทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดต่างๆ และสามารถหาผลลัพธ์ได้หลายเส้นทาง
- การจัดลำดับในการเดินทางไปยังปลายทางต่างๆ
- วิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุด
- วิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด โดยพิจารณาถึงช่วงเวลา และระยะเวลาที่ต้องไปยังจุดหมายต่างๆ ได้

- กำหนดพื้นที่ให้บริการ (Services Area) โดยสามารถตกแต่งขอบเขต Services Area ได้ และสามารถสร้าง Services Area ที่ไม่ซ้อนทับกันได้
- ค้นหาสาธารณูปโภคที่ใกล้ที่สุด
- วิเคราะห์หาเมตริกซ์การเดินทางระหว่างจุดเริ่มต้น และปลายทางใดๆ
- สนับสนุนการวิเคราะห์หลายๆ โครงการฯ ขึ้นข้อมูลร่วมกันได้



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย โดย ArcGIS

ที่มา : <http://www.esri.com/>

## 2.4 เทคนิควิธีการเลือกทำเลที่ตั้ง

การพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้ง (Facility Location) ที่เหมาะสมที่สุดของโรงงานเป็นแผนงานสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อองค์การธุรกิจในระยะยาว เนื่องจากการสร้างโรงงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิตต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมาก และทำเลที่ตั้งของโรงงานจะมีผลต่อต้นทุนค่าขนส่ง ต้นทุนต่าง ๆ เช่น คลังสินค้า การติดต่อสื่อสาร ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าก่อสร้าง ค่าที่ดิน ฯลฯ การเลือกทำเลที่ตั้งจึงเป็นกิจกรรมที่ผูกพันธุรกิจเป็นอย่างมาก และต้องอาศัยการพยากรณ์ระยะยาวด้วย ดังนั้นจึงควรเลือกทำเลที่ตั้งด้วยความรอบคอบโดยใช้หลักการที่สอดคล้องกับประเภทและธรรมชาติของธุรกิจนั้น ซึ่งประเภทของธุรกิจมีดังนี้

- (1) อุตสาหกรรมหนัก (Heavy manufacturing) เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ โรงงานผลิตเหล็ก โรงงานสารเคมี
- (2) อุตสาหกรรมเบา (Light industry) เป็นชิ้นส่วนประกอบย่อย สาขาการประกอบ
- (3) คลังสินค้า และศูนย์การกระจายสินค้า (Warehouse & distribution centers)
- (4) ค้าปลีกและบริการ (Retail & service)

ธุรกิจการผลิตมักจะมีลักษณะการดำเนินงานกิจกรรมต่าง ๆ บนพื้นที่ค่อนข้างกว้างขวางเพราะมีเครื่องจักรอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกขนาดใหญ่ คนงานจำนวนมาก และยังต้องมีเนื้อที่ในการเก็บสินค้า คลังทุกประเภท กระบวนการผลิตที่สมบูรณ์ต้องการสาธารณูปโภคที่พร้อมทั้งด้านไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ แต่การดำเนินงานการผลิตไม่จำเป็นต้องพบปะใกล้ชิดกับลูกค้ารายสุดท้ายเพราะมักจะขายส่งให้แก่คนกลางในระบบการจัดจำหน่ายในปริมาณมาก ดังนั้นธุรกิจการผลิตจึงต้องการทำเลที่ตั้งที่มีต้นทุนรวมในระยะยาวที่ต่ำที่สุด เพื่อเป็นการสร้างกำไรสูงสุด ในทางตรงข้าม ธุรกิจการค้าและการบริการ ไม่มีกิจกรรมมากมายซับซ้อน แต่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดูแลเอาใจใส่ลูกค้าอย่างใกล้ชิด และสร้างความสะดวกแก่ลูกค้าให้มากที่สุด ดังนั้นจึงควรอยู่ในทำเลที่เป็นชุมชนซึ่งเป็นย่านธุรกิจและมีผู้คนสัญจรผ่านไปมาเป็นจำนวนมาก

ปัจจัยสำคัญในการเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับคลังสินค้าโรงงาน ควรพิจารณาปัจจัยหลายปัจจัยประกอบกันมากกว่ามุ่งเน้นเพียงปัจจัยเดียว เพราะต้นทุนที่ต่ำในทางหนึ่งอาจจะไม่ได้ทำให้ต้นทุนรวมต่ำสุดก็ได้ อย่างไรก็ตามปัจจัยที่จะใช้พิจารณาควรเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้งานของธุรกิจ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) การมีแรงงานที่มีฝีมือเพียงพอต่อการว่าจ้าง คนงานจะมีความสำคัญต่อกิจการประเภทที่เน้นการใช้แรงงานเป็นอย่างมาก นอกจากการมีปริมาณแรงงานอย่างเพียงพอแล้ว ยังต้องพิจารณาอัตราค่าจ้าง ระดับของการฝึกอบรมที่ต้องการ ผลิตผลของคนงาน ทักษะคติของคนงาน ตลอดจนสภาพแรงงานบางแห่ง สภาพมากเกินไปจนล้มความพอดี ธุรกิจอาจจะเสียหายได้

(2) ระยะทางระหว่างโรงงานกับลูกค้า ตลาดของผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับค่าขนส่ง ปัจจัยนี้จะมีความสำคัญมากถ้าผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ หรือมีน้ำหนักมาก และอัตราค่าขนส่งไปสู่ตลาดค่อนข้างสูง ในกรณีเช่นนี้ต้องพยายามเลือกที่ตั้งที่อยู่ใกล้ลูกค้าเอาไว้

(3) ระยะทางระหว่างโรงงานกับผู้ขายวัตถุดิบ แหล่งวัตถุดิบหรือแหล่งทรัพยากรจะเกี่ยวข้องกับค่าขนส่งเช่นกัน การป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตและการตลาดเป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะวัตถุดิบปริมาณมากมีน้ำหนักสูง เช่น พืชผลทางการเกษตร นอกจากนั้นคุณภาพของวัตถุดิบที่ขึ้นอยู่กับเวลา การนำส่ง จะทำให้ธุรกิจต้องตั้งโรงงานไว้ใกล้แหล่งวัตถุดิบ

(4) ระยะทางระหว่างคลังสินค้าโรงงานกับสาธารณูปโภคบริษัทแม่ บางประเภทต้องใช้สาธารณูปโภคพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกับบริษัทแม่ เพราะการลงทุนมีต้นทุนสูง

เกินกว่าที่จะจัดหามาใช้เองตามลำพัง ซึ่งกรณีนี้จะต้องพัฒนาระบบการติดต่อสื่อสารและการประสานงานให้มีประสิทธิภาพด้วย จึงจะสามารถเชื่อมโยงการดำเนินงานของคลังสินค้าและโรงงานกับบริษัทแม่ได้ดี

(5) ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสาธารณูปโภคและภาษีบำรุงท้องที่ เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากเช่นกัน เพราะสาธารณูปโภคที่ไม่เพียงพอ เช่น ขาดกระแสไฟฟ้าแรงสูง น้ำประปาไม่ไหล โทรศัพท์ขัดข้องเป็นประจำ ใกล้โรงพยาบาล จะก่อให้เกิดปัญหาต่อกระบวนการผลิตและการตลาด และการปฏิบัติงานอื่น ๆ ของคลังสินค้าและโรงงานเป็นอย่างมาก ส่วนภาษีบำรุงท้องที่ในแต่ละเขตพื้นที่จะต่างกันและบางพื้นที่เป็นพื้นที่สีเขียวที่จำกัดการใช้พื้นที่เพื่อวัตถุประสงค์อื่นนอกจากการเกษตรด้วย พื้นที่สีเหลืองจะสร้างอาคารสูงได้ไม่เกิน 15 เมตร ส่วนสีแดงสามารถสร้างเป็นเขตอุตสาหกรรมได้ไม่จำกัดความสูงของอาคาร

(6) ต้นทุนเกี่ยวกับการก่อสร้างโรงงาน โดยเฉพาะค่าที่ดินจะต่างกัน จึงต้องพิจารณาให้ดีเพราะการสร้างโรงงานและคลังสินค้าจะใช้เงินทุนสูง ถ้าใช้เงินทุนจากการกู้ยืมก็ต้องจ่ายคืนเงินต้น และดอกเบี้ยทุกงวด ซึ่งกระทบต่อกระแสเงินสดที่ใช้หมุนเวียนในกิจการ ในกรณีที่ดินราคาสูงคลังสินค้าที่สร้างต้องเพิ่มเป็นแนวตั้งแทน

(7) คุณภาพหรือมาตรฐานของการดำรงชีวิต ปัจจุบันนี้ไม่มีความสำคัญในตัวของมันเองมากนัก แต่สำหรับธุรกิจที่ใช้เทคโนโลยีก้าวหน้า ซึ่งบุคลากรต้องเป็นแรงงานที่มีการศึกษาและความชำนาญ ควรเลือกทำเลที่ตั้งอยู่ในเขตเมืองหลวง ซึ่งเป็นแหล่งผลิตแรงงานที่มีฝีมือ โดยทั่วไปแล้วทำเลที่ดีของคลังสินค้าและโรงงานควรมีสงคัม สิ่งแวดล้อมที่ดี ปลอดภัยจากธรรมชาติและโจรผู้ร้าย สภาพแวดล้อมทางทัศนียภาพที่สวยงามมีที่พักผ่อนหย่อนใจ ซึ่งอาจจะไม่ใช่ย่านธุรกิจกลางเมืองใหญ่ที่แออัดจนเกินไป

(8) ทักษะคติของชุมชน ทำเลที่เหมาะสมต้องเป็นทำเลที่ไม่มีความขัดแย้งกับชุมชน เพราะชุมชนเป็นทั้งลูกค้า เพื่อนบ้าน และแหล่งแรงงานของคลังสินค้าและโรงงาน จึงควรรักษาสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน ไม่ขัดผลประโยชน์ ไม่ลบหลู่ความเชื่อถือทางวัฒนธรรม จารีตประเพณี ศาสนา ไม่สร้างความเดือดร้อนซึ่งกันและกัน

#### 2.4.1 เทคนิคการหาศูนย์กลางของการขนส่ง (Center of Gravity Technique)

จากปัจจัยสำคัญในการเลือกทำเลที่ตั้งต่างๆ ได้เลือกใช้วิธีการเลือกศูนย์กลางของการกระจายสินค้า หรือ โรงงานผลิต โดยใช้การคำนวณหาที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แห่งเดียวตามระยะทางและน้ำหนักของสินค้าที่ต้องขนส่ง ตามสมการที่ 2.2

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2.2)$$

โดยที่  $X, Y$  = จุดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

$X_i, Y_i$  = จุดที่ตั้งของแหล่งลูกค้าหรือแหล่งสิ่งอำนวยความสะดวก

$W_i$  = น้ำหนักสินค้ารวมต่อปีที่จะขนไปแหล่งลูกค้าหรือแหล่งสิ่งอำนวยความสะดวก  $i$

อย่างไรก็ดีวิธีนี้ได้กำหนดสมมติฐานไว้ว่ามีเส้นทางคมนาคมตัดตรงจากศูนย์กลางไปยังแต่ละแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งทำเลที่ตั้งที่อาจจะไม่ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้นจึงเพิ่มเทคนิคการหาภาระงานร่วมกับระยะทางประกอบกับโปรแกรม ArcGIS เพื่อให้ได้เส้นทาง และระยะทางที่ใช้ในการเก็บรวบรวมชีวมวลที่สั้นที่สุด

#### 2.4.2 เทคนิคการหาภาระงานร่วมกับระยะทาง (Load-distance Technique)

เป็นวิธีการที่จะเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมแห่งเดียวจากหลายทำเลที่เสนอขึ้นมาเป็นทางเลือก โดยการคำนวณหาระยะทางของแต่ละทำเลที่ตั้งคูณกับอัตราค่าขนส่งของแต่ละทำเลที่ตั้งตามระยะทางที่วัดเป็นเส้นตรง ดังนั้นขั้นตอนต่อไปนี้

ก. หาระยะทางระหว่างทำเล

$$d_{AB} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} \quad (2.3)$$

โดยที่  $X_A$  = ระยะทางบนแกน X ของทำเล A

$Y_A$  = ระยะทางบนแกน Y ของทำเล A

$X_B$  = ระยะทางบนแกน X ของทำเล B

$Y_B$  = ระยะทางบนแกน Y ของทำเล B

ในการหาทำเลที่ตั้งนี้อาจจะใช้ระบบบอกตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System ; GPS) ซึ่งอาศัยการคำนวณพิกัดจากสัญญาณดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลก ซึ่งมีตำแหน่งที่แน่นอน ระบบนี้สามารถบอกตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลกโดยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส ซึ่งรุ่นใหม่ๆ จะสามารถคำนวณความเร็วและทิศทางมาใช้ร่วมกับโปรแกรมแผนที่ในการนำทางได้ หรือเป็นซอฟต์แวร์ Google Earth

ข. คำนวณคะแนนระยะทางร่วมกับค่าขนส่งโดยคูณระยะทางเข้ากับปัจจัยที่จะส่งผลถึงค่าโดยรวม เช่น อัตราค่าขนส่ง จำนวนเที่ยวหรือจำนวนหน่วยสินค้า ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ถ้ายิ่งต้องขนส่งเป็นระยะทางไกลก็ยิ่งจะเพิ่มขึ้น

$$LD = \sum_{i=1}^n l_i d_i \quad (2.4)$$

โดยให้ LD = คะแนนรวม

$l_i$  = อัตราค่าขนส่ง หรือจำนวนเที่ยว หรือจำนวนหน่วยของสินค้า

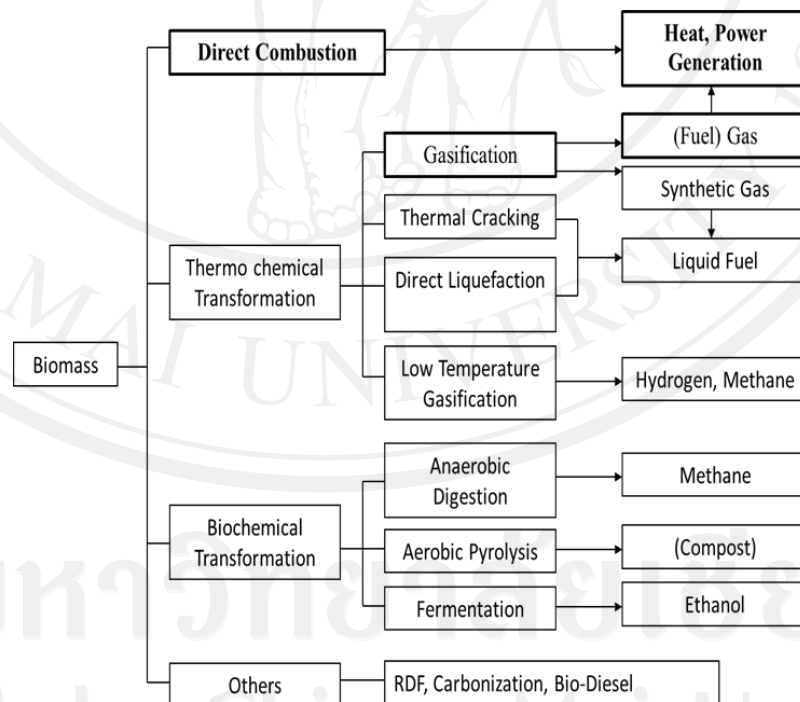
$d_i$  = ระยะทางระหว่างทำเลที่ตั้งแต่ละแหล่ง

ค. จุดที่มีคะแนนต่ำที่สุด หมายความว่าค่าขนส่งรวมจากจุดนั้นมายังทำเลที่ตั้งของโรงงานนั้นต่ำที่สุด

ผลจากการใช้เทคนิคการหาศูนย์กลางของการขนส่งเพื่อกำหนดทำเลที่ตั้ง รวมถึงการจำกัดขอบเขตด้วยเทคนิคการหาระงานร่วมกับระยะทางทำให้ได้ทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมกับโรงงานขนาดต่างๆ โดยเทคโนโลยีในระบบสารสนเทศในปัจจุบันที่มีอยู่สามารถทำให้การวิเคราะห์หาเส้นทางรวมถึงบอกระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งได้สะดวกรวดเร็วขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1 เพื่อช่วยในการหาเส้นทางการวิ่งรถเก็บรวบรวมชีวมวลในพื้นที่

## 2.5 เทคโนโลยีการของการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน

การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวลสามารถใช้ได้ทั้งในรูปแบบของพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานเหล่านี้เกิดจากกระบวนการทางเคมีความร้อน (Thermo-chemical process) หรือเกิดจากกระบวนการทางชีวภาพ (Biological process) เพื่อผลิตแก๊สชีวภาพ สำหรับเทคโนโลยีเพื่อเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 และความเหมาะสมของเทคโนโลยีแต่ละแบบ ดังนั้นการเลือกใช้เทคโนโลยีในการผลิตที่มีความเหมาะสมกับศักยภาพเพื่อหาขนาดของศูนย์ผลิตพลังงาน รวมถึงเทคโนโลยีที่สามารถสร้างได้เองในประเทศ บำรุงรักษาง่าย ค่าเงินงานไม่ซับซ้อน ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะเลือกพิจารณาเทคโนโลยีการเผาไหม้ตรงและแก๊สซิฟิเคชัน เป็นหลัก โดยชุมชนชนบทที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม มีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่มากนัก ซึ่งจากการวิจัยของ คุณฤฎิ กำบุญเรือง และคณะ (2549) ได้สำรวจการใช้ในระดับหมู่บ้าน ของ ขนาด 171 ครัวเรือน ในอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา พบว่าทั้งหมู่บ้านมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 8,658 koe/ปี หรือคิดเป็นกำลังผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 12 kW เท่านั้น



รูปที่ 2.5 เทคโนโลยีเพื่อเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน

ที่มา : Mc Kendry.P., 2002

## 2.6 การเปลี่ยนรูปพลังงานของชีวมวล

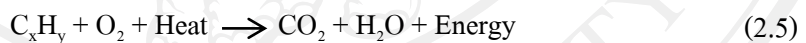
การจะนำพลังงานชีวมวลมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงานจะต้องทำให้เกิดการแตกตัวของอินทรีย์สารที่อยู่ในชีวมวล และผลิตเป็นพลังงานออกมา เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการแปรรูปทางเคมีความร้อน และกระบวนการแปรรูปทางชีวเคมี ซึ่งแต่ละกระบวนการจะมีวิธีการหลายรูปแบบ และให้ผลิตภัณฑ์ออกมาในรูปแบบที่ต่างกัน

### 2.6.1. กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานทางเคมีความร้อน

กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานทางเคมีความร้อน (Thermochemical Conversion) เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปชีวมวลเพื่อให้ได้เชื้อเพลิงชีวมวลที่มีคุณภาพสูงขึ้น โดยเริ่มจากวิธีที่ง่ายที่สุดคือ การเผาไหม้โดยตรง การย่อยสลายด้วยความร้อน และการแปรรูปเป็นก๊าซชีวมวล วิธีการที่แตกต่างกันจะให้ผลิตภัณฑ์ออกมาแตกต่างกัน ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซแล้วแต่กรณี

#### (1) การเผาไหม้โดยตรง

การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) เป็นกระบวนการแปรรูปชีวมวลโดยใช้ความร้อนในที่ที่มีอากาศ เพื่อให้เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ สารอินทรีย์ในชีวมวลจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และให้พลังงานออกมادังสมการ



เชื้อเพลิงหรือไม้ฟืนที่นำมาใช้ อาจเป็นไม้จากป่าธรรมชาติ ไม้ที่ปลูกเพื่อผลิตพลังงาน หรือเศษไม้ที่เหลือจากอุตสาหกรรมไม้ ประสิทธิภาพของการเผาไหม้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ปริมาณความชื้นของชีวมวล เตาเผา ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ และอุณหภูมิในการเผาไหม้ เนื่องจากเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงพลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในการระเหยน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ต่ำ ค่าพลังงานของเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับชนิดและคุณลักษณะของเชื้อเพลิง

#### (2) การย่อยสลายด้วยความร้อน

เรียกว่ากระบวนการไพโรไลซิสการย่อยสลายชีวมวลด้วยความร้อน (Pyrolysis) นั้น เป็นกระบวนการย่อยสลายชีวมวล โดยใช้ความร้อนในที่ที่มีอากาศปริมาณจำกัด ซึ่งจะเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงในรูปของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ การย่อยสลายด้วยความร้อนเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบย้อนกลับไม่ได้ (irreversible chemical process) โดยความร้อนที่ใช้มีอุณหภูมิตั้งแต่ 150 องศา

เซลล์เชื้อเพลิงขึ้น ไป และจะต้องป้อนอากาศในปริมาณที่จำกัด ซึ่งก๊าซที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ ก๊าซไฮโดรเจน ( $H_2$ ) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ก๊าซมีเทน ( $CH_4$ ) และเกิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ อีกเล็กน้อย ของแข็งที่ได้จากกระบวนการนี้ได้แก่ ถ่าน และขี้เถ้า(Ash) สำหรับส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมัน น้ำ และน้ำมันดิน(Tar)

### (3) กระบวนการแปรรูปเป็นก๊าซชีวมวล

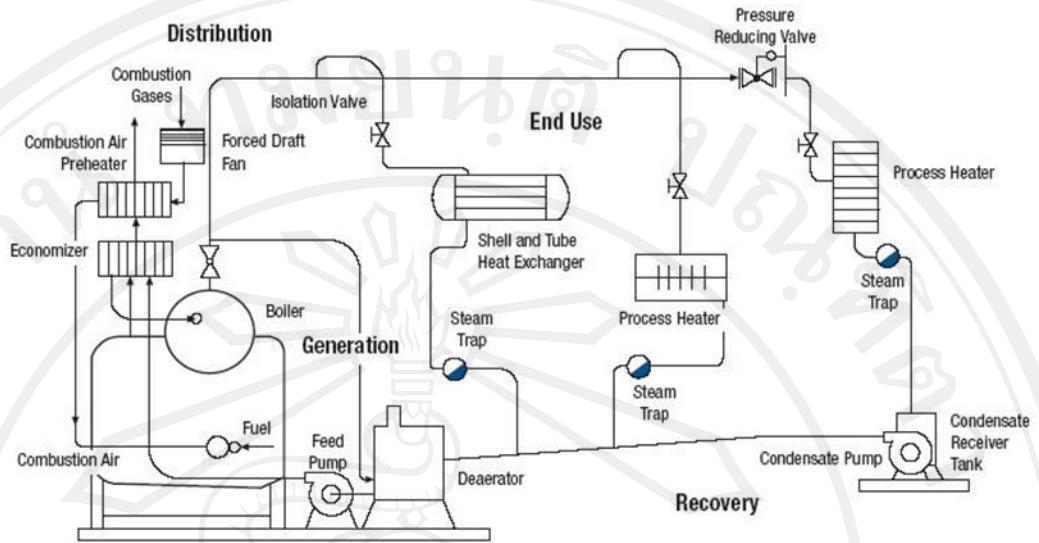
กระบวนการแปรรูปชีวมวลเป็นก๊าซชีวมวล หรือที่เรียกว่ากระบวนการแปรสภาพเป็นก๊าซ (Gasification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยการสลายคาร์บอนในเชื้อเพลิงแข็ง ให้เป็นก๊าซ โดยการเผาชีวมวลในอุปกรณ์ที่ควบคุมปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ ก๊าซที่เกิดจากกระบวนการนี้เรียกว่า ก๊าซชีวมวลหรือโพรดิวเซอร์ก๊าซ ซึ่งจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สันดาปภายใน หรือเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน ก๊าซชีวมวลที่ได้ประกอบไปด้วยก๊าซไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ก็มีก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ การผลิตก๊าซชีวมวลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ปฏิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นของเตาเผาสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวมวล และลักษณะของเตาที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวมวล

### 2.6.2. กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานทางชีวเคมี

กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานทางชีวเคมี (Biochemical Conversion) เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนชีวมวล ให้เป็นพลังงาน โดยผ่านกระบวนการทางชีวเคมีซึ่งต้องอาศัยจุลินทรีย์ในการผลิตแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการคือ การย่อยสลายในที่ไม่มีอากาศ ผลผลิตที่ได้จะเป็นก๊าซที่เรียกว่า ก๊าซชีวภาพ และการหมัก ผลผลิตที่ได้จะเป็นแอลกอฮอล์

## 2.7 เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยกังหันไอน้ำ

โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam Power Plant) หมายถึง โรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องกังหันไอน้ำเป็นเครื่องต้นกำลังหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไอน้ำที่มีความดันสูงนี้ ได้จากการเปลี่ยนสถานะของน้ำในหม้อไอน้ำ เมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเตาเผา (Furnace) ไอน้ำจะถูกส่งไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ซึ่งมีเพลาต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากนั้นก็จะผ่านไปกลั่นตัวเป็นน้ำที่เครื่องควบแน่น(Condenser) และถูกส่งกลับมารับความร้อนใหม่ในหม้อไอน้ำ และเนื่องจากไม่สามารถเปลี่ยนสถานะของน้ำ เป็นไอได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มเดินเครื่องแต่ละครั้งจนใช้งานได้ จะใช้เวลานานอย่างน้อยประมาณ 2-3 ชั่วโมง ดังนั้น จึงเหมาะที่จะใช้เป็นโรงไฟฟ้าฐาน (Base Load Plant) ซึ่งทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าตลอดเวลาเป็นเวลานาน ก่อนการหยุดเครื่องแต่ละครั้งแสดงอุปกรณ์สำหรับโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำได้ตามรูปที่ 2.6

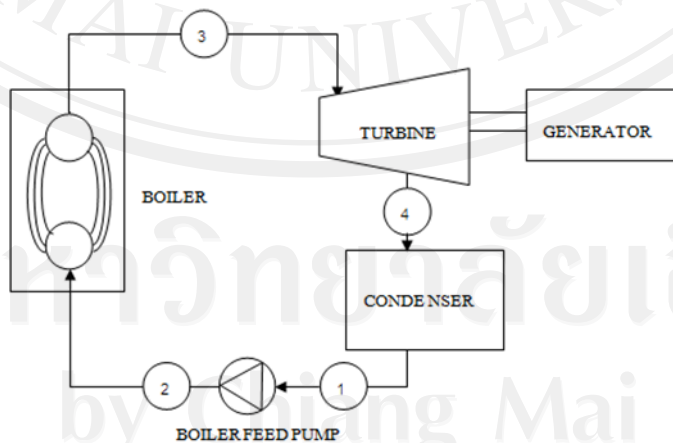


รูปที่ 2.6 แผนผังการใช้งานระบบไอน้ำ (Steam System)

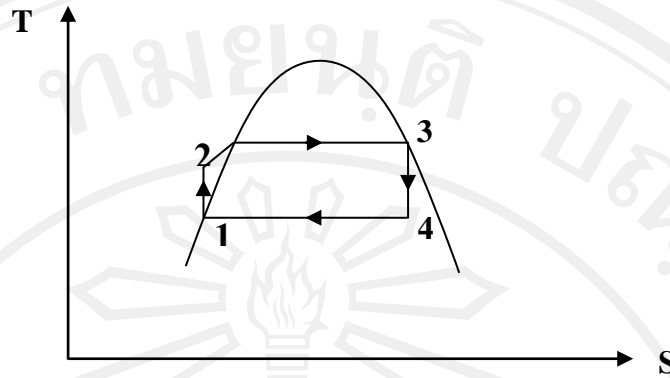
ที่มา : Improving Steam System Performance , U.S. Department of Energy

2.8 วัฏจักรแรงคิน

วัฏจักรแรงคิน(Rankine Cycle) เป็นวัฏจักรการผลิตกระแสไฟฟ้าของการผลิตไฟฟ้าจากกังหันไอน้ำ โดยทั่วไป วัฏจักรแรงคินบางครั้งจะเรียกว่า วัฏจักรความดันคงที่ เพราะในหลายช่วงของการเปลี่ยนสถานะของวัฏจักรมีกระบวนการความดันคงที่หลายกระบวนการ ซึ่งพิจารณาได้ตามรูปที่ 2.7 และ 2.8



รูปที่ 2.7 วัฏจักรแรงคินของการผลิตกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 วัฏจักรของการผลิตไฟฟ้าบนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และเอนโทรปีของน้ำ

การทำงานของวัฏจักรแรงดันแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูง ออกมาจากหม้อต้มน้ำเข้ามายังกังหันไอน้ำทำให้งังหันหมุน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่พลาดเดียวกันกับเครื่องกังหันไอน้ำจะหมุนไปได้และทำการผลิตไฟฟ้า
2. ไอน้ำที่ออกมาจากกังหันไอน้ำ จะมีอุณหภูมิและแรงดันลดลงส่งเข้ามายังเครื่องควบแน่น ซึ่งทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อน โดยการนำน้ำเย็นจากหอระบายความร้อนเข้ามาผ่านไอน้ำที่ทำให้ไอน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำอืด
3. ปั๊มน้ำจะดึงเอาน้ำอืดที่ออกมาจากเครื่องควบแน่น ปั๊มเข้าสู่หม้อต้มน้ำอีกครั้ง
4. ไอน้ำบางส่วนที่ออกมาจากหม้อต้มน้ำจะถูกส่งออกมาทางปล่อง (Stack)

## 2.9 กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวลโดยกระบวนการเคมีความร้อน

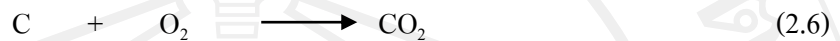
กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าในอีกรูปแบบหนึ่ง ที่อาศัยหลักการการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทชีวมวลในที่จำกัดปริมาณอากาศ ทำให้เกิดการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete Combustion) หรือที่เรียกว่า แก๊สซิฟิเคชันด้วยการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงก่อน จากนั้นจึงนำก๊าซที่ผลิตได้ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงในเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อผลิตไฟฟ้าแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล

ก๊าซชีวมวลได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งในที่ซึ่งมีปริมาณออกซิเจนจำกัด เชื้อเพลิงแข็ง ได้แก่ ไม้ ถ่านหิน แกลบ ชี้อเลื้อย หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้จะมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน และมีเทน ในกระบวนการเกิดก๊าซชีวมวลภายในเตาเผา สามารถแบ่งโซนการเกิดก๊าซตามปฏิกิริยาทางเคมีและความแตกต่างของ

อุณหภูมิได้เป็น 4 โซน ดังนี้

### 2.9.1. โซนที่ 1 โซนการเผาไหม้ (Combustion หรือ Oxidation Zone)

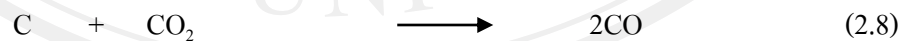
อากาศจะถูกส่งเข้ามาในโซนนี้ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อากาศและเชื้อเพลิงสัมผัสกัน เกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างก๊าซออกซิเจนในอากาศกับคาร์บอนและไฮโดรเจน ซึ่งอยู่ในเชื้อเพลิง ผลของปฏิกิริยาดังกล่าวก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ดังสมการที่ 2.6 และ 2.7



ปฏิกิริยาในสมการที่ 15 และ 16 เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนและความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาคูดความร้อนในโซนก่อนเกิดก๊าซ และโซนผลิตถ่าน ในที่นี้อุณหภูมิในโซน การเผาไหม้ จะมีค่าระหว่าง 1,100 ถึง 1,500 °C

### 2.9.2. โซนที่ 2 โซนปฏิกิริยาก่อนเกิดก๊าซ (Reduction Zone)

ก๊าซร้อนที่ผ่านจากระบวนการแรกจะไหลผ่านมายังโซนก่อนเกิดก๊าซ ซึ่งมีปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) อุณหภูมิโซนนี้จะมีค่าระหว่าง 500 ถึง 900°C ในโซนนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงก๊าซบางส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ ซึ่งก็คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในโซน การเผาไหม้ให้กลายเป็นก๊าซที่สามารถเผาไหม้ได้ โดยที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำที่เกิดขึ้นจะไหลผ่านคาร์บอนที่กำลังลุกไหม้อยู่ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาได้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน ดังสมการที่ 2.8 ถึง 2.12



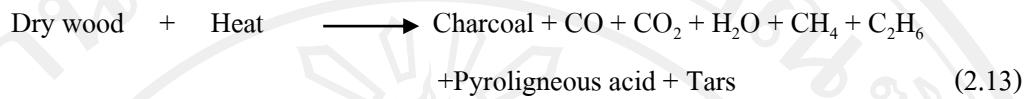
ปฏิกิริยาในสมการที่ 2.9 เรียกว่าปฏิกิริยาบัวร์ดัวร์รีดักชัน (Boudouard reduction) และปฏิกิริยาในสมการที่ 2.10 เรียกว่าวอเตอร์ก๊าซรีดักชัน (Water gas reduction) เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อนเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 900°C ก๊าซที่ได้จากสมการทั้งสองเป็นก๊าซที่เผาไหม้ได้ และก๊าซ

คาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซหลัก ซึ่งจะต้องผลิตให้ได้มากที่สุด ปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในก๊าซชีววมวลนี้ จะขึ้นอยู่กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าจะเกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนได้อีกน้อยเพียงใด ในโซนก่อนเกิดก๊าซนี้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะดีเพียงใดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเร็วระหว่างก๊าซที่สัมผัสกับเชื้อเพลิงแข็ง และพื้นที่ที่ก๊าซสัมผัสกับผิวของเชื้อเพลิงแข็ง ดังนั้นขนาดและปริมาณของเชื้อเพลิงแข็งที่ป้อนเข้าไปยังเตาเผา จึงมีผลต่อการผลิตก๊าซ เชื้อเพลิงขนาดใหญ่จะมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรต่ำ จะยากต่อการจุดเผาภายในเตาและจะทำให้เกิดปริมาณของช่องว่างระหว่างเชื้อเพลิงด้วยกันมาก เป็นผลทำให้มีออกซิเจนไหลผ่านเข้าไปในระบบมาก ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นก็จะน้อยตามไปด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีววมวลมีค่าต่ำ แต่ถ้าขนาดของเชื้อเพลิงมีขนาดเล็ก ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียความดันภายในเตามาก จึงต้องใช้พัดลมขนาดใหญ่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากยิ่งขึ้น และก๊าซที่ผลิตได้ก็จะมีฝุ่นมากยิ่งขึ้น ขนาดของเชื้อเพลิงแข็งที่เหมาะสมควรมีขนาด 20 ถึง 100 mm ถ้าอุณหภูมิในโซนก่อนเกิดก๊าซ สูงกว่า 900°C แล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 90 จะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า 1,100°C จะทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ นั่นคือประสิทธิภาพของเตาจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิในโซนของรีดักชัน (Reduction) ในขณะที่ก๊าซร้อนจากโซนการเผาไหม้ ไหลเคลื่อนที่เข้าสู่โซนก่อนเกิดก๊าซ จะทำให้อุณหภูมิของก๊าซลดลง เนื่องจากในสมการที่ 2.8 และ 2.9 เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อนดังนั้นไอน้ำกับคาร์บอนจะทำปฏิกิริยากันเพื่อก่อให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ดังปฏิกิริยาในสมการที่ 2.10 ซึ่งจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 500 ถึง 600°C ปฏิกิริยานี้จะมีความสำคัญเพราะจะทำให้ส่วนผสมของไฮโดรเจนในก๊าซชีววมวลมีค่ามากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อค่าความร้อนที่จะได้ในกระบวนการ แต่ถ้าในกระบวนการมีไอน้ำมากเกินไปอาจจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนมอนอกไซด์ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน ดังปฏิกิริยาในสมการ 2.11 (ปฏิกิริยานี้เรียกว่า Water gas shift reduction) ทำให้ค่าความร้อนของก๊าซชีววมวลที่ได้มีค่าลดลง ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องมีค่าความร้อนไม่มากจนเกินไป ในกระบวนการก๊าซไฮโดรเจนบางส่วนอาจจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนทำให้เกิดก๊าซมีเทนขึ้น ได้เล็กน้อยดังปฏิกิริยาในสมการที่ 2.12 ซึ่งเราเรียกว่ามีเทนเนชัน (Methanation)

### 2.9.3. โซนที่ 3 โซนผลิตถ่าน (Pyrolysis หรือ Distillation Zone)

ความร้อนจากโซนก่อนเกิดก๊าซ จะแพร่เข้ามาสู่โซนนี้ เพื่อที่จะเผาไหม้สารอินทรีย์ ซึ่งก็คือเชื้อเพลิงแข็งนั่นเอง ทำให้ได้เมธานอล กรดน้ำส้มและน้ำมันดิน อุณหภูมิในโซนนี้จะมีค่าประมาณ 200 ถึง 500°C ของแข็งที่เหลืออยู่ภายหลังจากผ่านกระบวนการนี้แล้วก็คือคาร์บอนใน

รูปของถ่าน ซึ่งทำปฏิกิริยาต่อในโซนก่อนเกิดก๊าซ และ โซนการเผาไหม้ ปฏิกิริยาที่ได้ในโซนนี้อาจเขียนให้อยู่ในรูปของสมการทางเคมีดังสมการที่ 2.13



#### 2.9.4. โซนที่ 4 โซนไล่ความชื้น (Drying Zone)

ในโซนนี้ความร้อนจะลดลงมากทำให้อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารระเหย แต่ความชื้นในเชื้อเพลิงจะถูกความร้อนทำให้ระเหยตัวออกมาในรูปของไอน้ำ โซนนี้จะมีอุณหภูมิประมาณ 100 ถึง 200 °C การออกแบบสร้างเตาเผาเพื่อผลิตก๊าซชีววมวล จะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิ อัตราความเร็วในการเผาไหม้ ปริมาณของอากาศในเตาเผา เป็นต้น

#### 2.10 ไม้โตเร็วและปัจจัยในการเลือกไม้โตเร็วเพื่อเป็นไม้เชื้อเพลิง

ไม้โตเร็วเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในแทบทุกสภาพพื้นที่ ใช้น้ำน้อย สามารถเริ่มตัดใช้งานได้ในระยะสั้น (3-5) ปี และให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง ลักษณะของไม้โตเร็วมีค่าความร้อนจากการเผาไหม้ค่อนข้างสูง ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากการปลูกไม้โตเร็วในรูปแบบของพลังงานทดแทนกำลังได้รับความสนใจ เช่น การนำมาใช้ในการหุงต้ม ผลิตกระแสไฟฟ้า หรือการผลิตไอน้ำ ทั้งนี้ ไม้โตเร็วที่เลือกใช้สำหรับเป็นเชื้อเพลิงควรพิจารณาคุณสมบัติให้ครอบคลุมประเด็นดังแสดงในตารางที่ 2.2

#### 2.11 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ภาวะโลกร้อนคือการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร โดยมีสาเหตุมาจากการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก โดยผลรวมของปริมาณมลพิษในกลุ่มนี้จะถูกประเมินให้อยู่ในรูปของ กรัมเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ (g CO<sub>2</sub>-eq) โดย

ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.14

$$E_i = \sum (A_i \times EF_x \times GWP_x) \quad (2.14)$$

- เมื่อ  $E_i$  คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก  $x$  ที่ปล่อยออกมา  
 $A_i$  คือ กิจกรรม  $i$  ที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก  
 $EF_{x,i}$  คือ ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก  $x$  ที่เกิดจากกิจกรรม  $i$   
 $GWP_x$  คือ ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก  $x$

ก๊าซที่มีผลต่อภาวะเรือนกระจก หรือภาวะโลกร้อนพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ประกอบด้วยก๊าซ 6 ประเภท ซึ่งจะมีผลต่อภาวะโลกร้อน Global Warming Potential (GWP) ในขนาดที่แตกต่างกัน จึงมี การกำหนดปริมาณวัดเทียบเป็นกิโลกรัมของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนึ่งตันแสดงได้ ดังตาราง 2.3

ตารางที่ 2.2 แสดงศักยภาพ และเคมีของชีวมวลชนิดต่างๆ

ชีวมวล	Proximate Value					Ultimate Value					Generic formula
	%MC	%VM	%Ash	%FC	HHV, (kJ/kg)	%C	%H	%N	%S	%O	
ไม้กระดิ่งยักษ์	0.63	81.00	1.78	16.59	15,910	47.55	6.55	0.38	0.01	45.51	CH <sub>1.64</sub> O <sub>0.72</sub>
ไม้ยูคาลิปตัส	1.14	79.00	2.64	17.22	15,414	48.93	8.05	0.52	0.02	42.48	CH <sub>1.96</sub> O <sub>0.65</sub>
ไม้กระดิ่งเทพา	1.03	82.00	1.86	15.11	16,047	48.28	7.20	0.70	0.03	43.81	CH <sub>1.78</sub> O <sub>0.68</sub>
เปลือกไม้ยูคาลิปตัส	0.27	41.00	11.20	47.53	18,821	52.15	9.17	0.83	0.03	37.82	CH <sub>2.09</sub> O <sub>0.54</sub>
ปีกไม้ยางพารา	2.39	81.00	1.83	14.78	19,579	55.96	9.68	0.78	0.07	33.51	CH <sub>2.06</sub> O <sub>0.45</sub>
ซังข้าวโพด	2.23	81.00	1.38	15.39	15,580	48.09	7.45	0.38	0.01	44.07	CH <sub>1.84</sub> O <sub>0.69</sub>
แกลบ	3.53	63.00	19.45	14.02	12,393	37.40	4.63	0.54	0.07	57.36	CH <sub>1.47</sub> O <sub>1.15</sub>
กะลามะพร้าว	4.46	76.00	1.32	18.22	15,945	46.20	5.42	0.87	0.05	47.46	CH <sub>1.40</sub> O <sub>0.77</sub>
ทางปาล์ม	1.62	76.00	4.72	17.66	14,777	47.94	7.63	0.63	0.03	43.77	CH <sub>1.89</sub> O <sub>0.69</sub>
กะลาปาล์ม	7.26	75.28	2.20	15.26	10,126	48.10	8.41	0.51	0.04	42.94	CH <sub>2.08</sub> O <sub>0.67</sub>
กากมันสำปะหลัง	3.55	82.00	3.28	11.17	14,407	43.21	8.01	0.35	0.02	48.41	CH <sub>2.21</sub> O <sub>0.84</sub>
เหล้ามันสำปะหลัง	4.66	80.00	2.73	12.61	14,591	46.12	7.55	1.13	0.03	45.17	CH <sub>1.95</sub> O <sub>0.73</sub>
เปลือกมันสำปะหลัง	4.94	84.00	1.55	9.51	13,670	42.58	8.60	0.62	0.01	48.19	CH <sub>2.04</sub> O <sub>0.85</sub>

ที่มา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี., 2551

ตาราง 2.3 แสดงศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (เทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์) (Global Warming Potential: GWP)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	1
มีเทน (CH <sub>4</sub> )	21
ไนตรัสออกไซด์ (N <sub>2</sub> O)	310
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	140 - 11,700
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	6,500 - 9,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF <sub>6</sub> )	23,900

ที่มา: IPCC Working Group I Report Climate Change, 1995

## 2.12 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการประเมินโครงการ โดยทั่วไปที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่

### 2.12.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

คือผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนในโครงการในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี ตลอดอายุของโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไป ภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (Discount rate) หรือค่าของทุน (Cost of capital) ที่กำหนด ในการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิผู้ศึกษาจะต้องทราบข้อมูลดังนี้

- กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ
- กระแสเงินสดรับสุทธิต่อปีตลอดอายุโครงการ
- ระยะเวลาของโครงการ
- อัตราลดค่าหรือค่าของทุนของธุรกิจที่ใช้

แล้วนำข้อมูลที่รวบรวมมาหาค่า NPV จากสมการ

$$NPV = \sum_{n=0}^N \frac{R_n - C_n}{(1+i)^n} - TIC \quad (2.15)$$

โดยที่  $R_n$  = ผลตอบแทนในปีที่  $n$   
 $C_n$  = ค่าใช้จ่ายในปีที่  $n$   
 $N$  = ระยะเวลาโครงการ  
 $i$  = อัตราส่วนลด (Discount Rate)  
 $TIC$  = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก

ค่าของทุนที่ใช้เป็นอัตราลดค่า (Discount rate) จะมีค่าเดียวกันตลอดอายุโครงการ และขึ้นอยู่กับ อัตราดอกเบี้ยของตลาดที่ผู้ลงทุนเผชิญอยู่ ซึ่งค่าที่เป็น base case อย่างน้อยควรมีค่าของทุนเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ (Time deposit rate) ที่ผู้ลงทุนได้รับ

ในการเลือกโครงการ ค่า NPV จะแสดงให้เห็นว่าโครงการที่กำลังพิจารณามีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ของการลงทุนเป็นมูลค่าเท่าไรเมื่อสิ้นสุดโครงการ ถ้าค่า NPV มีค่าเป็นบวกแสดงว่าโครงการดังกล่าว สมควรที่จะลงทุน และเลือกโครงการที่ให้ค่า NPV เป็นบวกสูงที่สุด แต่การใช้ NPV เพียงอย่างเดียวอาจทำให้มีข้อจำกัดในการตัดสินใจเลือกโครงการได้ ในกรณีที่โครงการมีขนาดต่างกัน แต่ให้ค่า NPV ที่เป็นบวกเท่ากัน ดังนั้น การตัดสินใจให้การสนับสนุน ควรจะต้องนำเครื่องมืออื่นมาประกอบการพิจารณาควบคู่ไปกับการใช้ค่า NPV

### 2.12.2 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

หมายถึงอัตราลดค่า (Discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะต้องจ่ายในการลงทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการโครงการตลอดอายุโครงการ จากคำนิยามข้างต้น การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนลดค่า จะต้องทราบข้อมูลดังนี้

- กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ
- กระแสเงินสดรับสุทธิตายปีตลอดอายุโครงการ
- ระยะเวลาของโครงการ

แล้วนำข้อมูลที่รวบรวมมาหาค่า IRR จากสมการ

$$NPV = 0 = \sum_{n=0}^N \frac{R_n - C_n}{(1+i)^n} - TIC \quad (2.16)$$

โดยที่	$R_n$	= ผลตอบแทนในปีที่ $n$
	$C_n$	= ค่าใช้จ่ายในปีที่ $n$
	$N$	= ระยะเวลาโครงการ
	$i$	= อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)
	$TIC$	= ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก

การคำนวณหาค่า IRR ก็คือการหาค่า discount rate ที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์นั่นเอง ถ้าค่า IRR มากกว่า หรือ เท่ากับค่าของทุน discount rate ( $i$ ) ที่ผู้ลงทุนเลือกใช้เป็นจุดตัดสินใจ ก็ถือได้ว่าโครงการ ดังกล่าวเป็นโครงการที่น่าลงทุน โดยทั่วไปแล้วทั้งวิธีในการประเมินโครงการจากค่า IRR และ NPV จะให้ผล การตัดสินใจรับโครงการหรือปฏิเสธโครงการเป็นไปในทำนองเดียวกัน แต่ในบางกรณีที่ใช้ข้อสมมติ เช่น การนำเงินที่ได้ในแต่ละปีไปลงทุนใหม่ (reinvestment) หรือการใช้ วิธีหักค่าเสื่อมราคา แบบ Double-declining Balance Method แทนแบบ Straight Line Method ก็อาจทำให้คำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีขัดแย้งกันได้ ดังนั้น การพิจารณาประเมินโครงการลงทุนจากทั้ง 2 วิธี จึงต้องคำนึงถึงข้อสมมติที่ใช้ในการคำนวณด้วยเช่นกัน

### 2.12.3 ดัชนีความสามารถหากำไร (Profitability Index: PI)

ดัชนีความสามารถหากำไรเป็นอีกเกณฑ์หนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้ประเมินความสามารถในการทำกำไรของโครงการโดยค่า PI สามารถหาได้จาก

$$PI = \frac{NPV}{TIC} \quad (2.17)$$

โดยที่	NPV	= มูลค่าปัจจุบันสุทธิ
	TIC	= ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก

ขั้นตอนต่างๆ ในการใช้ PI เลือกโครงการมีดังนี้

1. เงินทุนที่สามารถหามาได้เพื่อลงทุนในปีแรกนั้นต้องถูกกำหนดมาให้ ซึ่งแสดงถึงข้อจำกัดด้านงบประมาณของเงินทุน
2. ทำการคำนวณค่า NPV และประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกของแต่ละโครงการ
3. คำนวณหาค่า PI ทุกโครงการ
4. จัดลำดับโครงการตามค่า PI

การนำเกณฑ์ PI มาใช้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยกำจัดขนาดของโครงการเมื่อใช้เกณฑ์ NPV ได้ เพราะเมื่อนำเกณฑ์ NPV มาใช้ตัดสินใจเลือกโครงการใดโครงการหนึ่งจากบรรดาโครงการที่มีให้เลือก ซึ่งมีขนาดแตกต่างกัน การนำ NPV ที่ได้จากแต่ละโครงการมาเปรียบเทียบกันเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง จำเป็นต้องจัดขนาดของโครงการให้เท่ากันโดยพิจารณา NPV ที่เกิดจากเงินลงทุน 1 หน่วย โครงการที่ให้ค่า PI สูงที่สุด นั้นหมายถึงเป็นโครงการที่ให้ผลกำไรมากที่สุด และมีความเหมาะสมที่จะลงทุน

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เครื่องมือ	ข้อดี	ข้อเสีย
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คำนึงถึงรายได้ที่เป็นเงินสดตลอดอายุโครงการ</li> <li>- พิจารณาถึงค่าปัจจุบันของเงิน</li> <li>- ผลที่ได้เป็นค่าเงินสด ทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีปัญหาหากอายุโครงการไม่เท่ากัน</li> <li>- วิธีการคำนวณที่ยุ่งยาก</li> </ul>
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลที่ได้เป็นผลตอบแทนที่แท้จริงของโครงการนั้น</li> <li>- สามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจโครงการได้อย่างรวดเร็ว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการคำนวณยุ่งยากและซับซ้อน</li> <li>- มีปัญหาหากเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการไม่เท่ากัน (ขนาดของโครงการแตกต่างกัน)</li> <li>- ยากแก่การตัดสินใจหากไม่ได้เปรียบเทียบกับการลงทุนในด้านอื่นๆ</li> </ul>
ดัชนีการทำกำไร (PI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกให้ทราบถึงที่ผลกำไรของการลงทุนในโครงการนั้น ทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจ</li> <li>- แก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของโครงการที่แตกต่างกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการคำนวณที่ยุ่งยากและซับซ้อน</li> </ul>

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโครงการมีดังนี้

1. ถ้าใช้เกณฑ์ NPV จะเลือกลงทุนในโครงการที่ให้ค่า NPV เป็นบวกและมีค่าสูงสุด
2. ถ้าใช้เกณฑ์ IRR จะเลือกลงทุนในโครงการที่ให้ค่า IRR สูงสุดและมีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ย
3. ถ้าใช้เกณฑ์ PI จะเลือกลงทุนในโครงการที่ให้ค่า PI สูงสุด และมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับหนึ่ง