

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) เป็นวัสดุหรือสารอินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น ไม้ พืชผลชนิดต่างๆ เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร ของเสียจากชุมชน และกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร ชีวมวลนับเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งของประเทศไทยที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นพลังงาน เนื่องจาก แหล่งชีวมวลนั้น หาได้ง่ายภายในประเทศ ราคาถูกกว่าพลังงานเชิงพาณิชย์อื่นต่อหน่วยความร้อนที่เท่ากัน พลังงานจากชีวมวลมีปริมาณกำมะถันต่ำ ไม่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก และ เกิดมลภาวะทางอากาศหรืออากาศเป็นพิษน้อยมากหรือแทบไม่มีเลยในกรณีมีการปลูกทดแทน

2.1.1 แหล่งกำเนิดชีวมวล

มูลนิธพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2549) ได้จำแนกประเภทของชีวมวลที่มาจากพืช เป็น 3 ประเภท คือ

1. ชีวมวลจากโรงงานแปรรูปสินค้าทางการเกษตร ชีวมวลประเภทนี้รวบรวมได้ง่าย จึงเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมทั่วไป ได้แก่
 - แกลบ ได้จากโรงสีข้าว
 - ปีกไม้ เศษไม้ และขี้เลื่อย ได้จากโรงเลื่อยไม้ โรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้
 - ใบปาล์ม ทะลายปาล์มและกะลาปาล์ม ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ
 - ชังข้าวโพด ได้จาก โซโลเก็บข้าวโพด
 - ชานอ้อย ได้จากโรงงานน้ำตาล
 - เปลือกมันสำปะหลังได้จากโรงงานแป้งมัน

- เปลือกไม้ยูคาลิปตัสได้จากโรงไม้สับ
- 2. ชีวมวลที่ได้จากไร่ สวนและนาข้าว ชีวมวลประเภทนี้จะถูกเผาทั้งทุกปี เนื่องจากชีวมวลประเภทนี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและรวบรวมเพิ่มขึ้น ทำให้ราคาต่อค่าความร้อนสูงกว่าประเภทแรก จึงถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในสัดส่วนที่น้อยมาก ได้แก่
 - ฟางข้าว ในนาข้าว
 - ปลายไม้ และรากไม้หรือตอไม้ยางพารา ในสวนยางพารา
 - ใบอ้อย และยอดอ้อย ในไร่อ้อย
 - เหมืองมันสำปะหลัง ในไร่มันสำปะหลัง
 - ทางปาล์มหรือใบปาล์มในสวนปาล์มน้ำมัน
 - ชังข้าวโพดจากไร่ข้าวโพด
- 3. ชีวมวลที่ปลูกใหม่สำหรับใช้เป็นพลังงานโดยเฉพาะ ได้แก่ การปลูกไม้โตเร็วเพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า แต่เนื่องจากไม่คุ้มต่อการลงทุน จึงยังไม่มีที่นิยมในประเทศไทย

2.1.2 ระบบการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลในปัจจุบัน โดยทั่วไปอาศัยกระบวนการทางเคมีความร้อน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) การผลิตก๊าซ (Gasification) และการผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration)

1. การเผาไหม้โดยตรง คือ การนำชีวมวลมาเผาไหม้โดยตรงในเตาเผา พลังงานความร้อนที่ได้จะถูกถ่ายเทไปยังน้ำในหม้อไอน้ำด้วยการต้มน้ำจนกลายเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง โดยที่ค่าความร้อนที่ได้นั้น จะขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวล จากนั้นไอน้ำที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้ในการหมุนกังหันไอน้ำที่ต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าด้วยวิธีการเผาไหม้โดยตรงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด ชีวมวลที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีประเภทนี้ควรมีค่าความชื้นต่ำ เช่น จี้เลื่อย แกลบ และเศษไม้ เป็นต้น ชนิดของเตาจะขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวล โดยชีวมวลที่มีขนาดเล็ก เช่น จี้

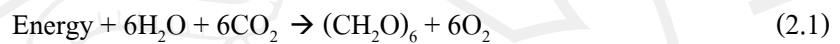
2. หรือ แกลบ เหมาะกับเตาระบบฟลูอิดไคซ์เบด (Fluidized bed) หรือไซโคลน (Cyclone) ส่วนชีวมวลที่มีขนาดใหญ่ เช่น เศษไม้ จะเหมาะกับเตาระบบสโตเกอร์ (Stoker)
3. การผลิตก๊าซ คือ การใช้กระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในการเปลี่ยนสถานะของชีวมวลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นก๊าซในสถานะที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำและมีอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดความร้อนซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องได้ก๊าซที่ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซมีเทน ก๊าซเหล่านี้จะถูกนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าโดยนำไปใช้กับกังหันแก๊ส (Gas turbine) หรือ ป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์เบนซินหรือเครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงเพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แก๊สซิฟิเคชั่น เป็นเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 1 เมกะวัตต์ เหมาะสำหรับชุมชนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก
4. การผลิตพลังงานร่วม คือ การใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานหรือเชื้อเพลิงเพียงแหล่งเดียวผลิตพลังงานที่ต่างกัน 2 ชนิด สามารถแบ่งตามลำดับก่อนหลังของการผลิตไฟฟ้าและความร้อนออกได้เป็น 2 แบบ คือ การผลิตไฟฟ้านำหน้า และการผลิตไฟฟ้าตามหลัง ซึ่งการผลิตไฟฟ้านำหน้าเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป (พิมพ์อรรถสิทธิ์สินธุ)

2.1.3 การใช้ประโยชน์ด้านพลังงานของชีวมวล

รมณี หวังศิรธรรม (2549) ได้กล่าวว่าชีวมวลนั้นไม่เพียงแต่เป็นแหล่งให้อาหารแต่ยังเป็นทรัพยากรที่ล้ำค่าต่อการนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย นับตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์จนกระทั่งทุกวันนี้ เช่น ใช้เป็นแหล่งพลังงาน เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอ็กstras สิ่งทอ ยา สารเคมี หรือแม้แต่เครื่องมืออุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น โดยได้ให้ความหมายของชีวมวลไว้ว่า ชีวมวลคือสารพวกอินทรีย์วัตถุ เช่น ไม้ พืชผลชนิดต่าง ๆ วัชพืช ของเหลือทิ้งจากมนุษย์และสัตว์ ที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดของผลิตผลทางชีววิทยาประยุกต์ซึ่งช่วยลดหรือขจัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เป็นสาเหตุให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ชีวมวลเป็นวัสดุที่มีราคาถูกเนื่องจากส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากวัสดุที่เกิดระหว่างการทำเกษตรกรรม ป่าไม้ เป็นของเหลือทิ้งจากอาหารและพืชประเภทเส้นใยหรือผลพลอยได้ที่ไม่มีค่าแล้ว จากกระบวนการผลิตในโรงงาน

อุตสาหกรรม โรงทอผ้า โรงผลิตน้ำตาล โรงสี โรงเลื่อย ตลอดจนการก่อสร้างหรือรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น

ชีวมวลเจริญเติบโตได้จากการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นกระบวนการทางธรรมชาติ คลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวที่อยู่ในพืชทำการดูดกลืนแสงจากดวงอาทิตย์เพื่อสร้างพลังงาน โดยอาศัยน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์แสง ดังแสดงในสมการ 2.1 ทำให้พืชคายน้ำและออกซิเจนออกมา ในขณะเดียวกันก็จะสร้างและสะสมพลังงานในรูปแบบสารคาร์โบไฮเดรต แล้วลำเลียงไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เจริญเติบโตต่อไปเป็น เป็นพืชหรือชีวมวลนั่นเอง



จากการสะสมพลังงานในรูปคาร์โบไฮเดรตมีโครงสร้างที่ซับซ้อน ซึ่งเกิดจากการเกาะเกี่ยวเป็น สายโซ่พอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสและเฮมิเซลลูโลสโดยอาศัยลิกนินเป็นสารเชื่อมต่อให้มีความแข็งแรง และช่วยในการพัฒนาโครงสร้างการเจริญเติบโต ชีวมวลที่นำมาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่เป็นพืชประเภทวัสดุเหลือทิ้งและเป็นทรัพยากรสำคัญที่ใช้แล้วสามารถสร้างขึ้นใหม่ได้จำนวนไม่จำกัด ดังนั้น อินทรีย์วัตถุเหล่านี้จึงสามารถเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพต่อการนำมาผลิตพลังงานทดแทน จึงเป็นที่จับตามองของประชากรโลก ที่กำลังประสบปัญหาวัตถุดิบและน้ำมันขาดแคลนด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้มนุษย์สามารถเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงโดยการเผาผ่านกระบวนการทางชีวภาพ หรือกระบวนการทางเคมีให้เกิดพลังงานในรูปก๊าซเชื้อเพลิง เช่น ไฮโดรเจน มีเทน คาร์บอนมอนอกไซด์ ในรูปเชื้อเพลิงเหลว เช่น ไบโอดีเซลเอทานอล น้ำมันดิน และในรูปเชื้อเพลิงแข็ง เช่น การเผาถ่านจากชีวมวลรวมถึงถ่านอัดแท่งซึ่งพลังงานเหล่านี้สามารถนำไปใช้งานได้หลายด้าน เช่น การหุงต้ม ผลิตไฟฟ้า เครื่องยนต์ เป็นต้น ช่วยประหยัดหรือชะลอการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และยังเป็นการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอันเนื่องจากการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ลดการเกิดฝนกรด ลดมลภาวะทางน้ำและการทับถมของขยะมูลฝอย สร้างสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น

ข้อดีและข้อจำกัดในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล และ แนวโน้มที่กำหนดการใช้ชีวมวลมาผลิตไฟฟ้ามากขึ้นในอนาคต แสดงดังตารางตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อจำกัดในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล

ข้อดี	ข้อจำกัด
ไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จึงเป็นแหล่งเชื้อเพลิง	ปริมาณชีวมวลที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ ทำให้การบริหารจัดการเชื้อเพลิงทำได้ยาก
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้ชีวมวลจะคืนกลับไปให้พืชได้ใช้หมุนเวียนต่อไป	ราคาชีวมวลแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
เป็นการผลิตไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเชื้อเพลิงชีวมวลมีกำมะถันต่ำกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล และไม่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก	ชีวมวลประเภทแกลบ หรือชานอ้อย ซึ่งเป็นชีวมวลที่ได้รับความนิยมและมีต้นทุนการจัดการต่ำ จึงมีปริมาณเหลืออยู่ไม่มาก
เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรนำกลับมาขายได้ สร้างความมั่นคงต่อระบบผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีโรงไฟฟ้าพลังชีวมวลขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วประเทศ ลดปัญหาไฟดับ	ชีวมวลที่มีศักยภาพเหลืออยู่ มักจะอยู่กระจัดกระจาย มีความชื้นสูงจึงทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้น เช่น ใบอ้อย และยอดอ้อย ทะลายปาล์ม เป็นต้น
ช่วยสร้างงานในพื้นที่และก่อให้เกิดรายได้กับชุมชนผ่านทางภาษีท้องถิ่น	
ภาครัฐให้การสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล แก่ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) และ เล็กมาก (VSPP) โดยกำหนดอัตราส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากชีวมวล 0.30 บาทต่อหน่วย หากเป็นโครงการใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ให้อัตราเพิ่มพิเศษอีก 1 บาทต่อหน่วย เป็น 1.30 บาทต่อหน่วย เป็นระยะเวลา 7 ปี	

2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย ได้ให้ความหมายของ GIS ไว้ดังนี้ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System: GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับ

ข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง

2.2.1 หลักการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

หลักการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (Input)

ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต้องได้รับการแปลงก่อนที่จะถูกนำไปใช้งานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยข้อมูลจะต้องอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital format) เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลใน รูปแบบดิจิทัลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้า เช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

2. การปรับแต่งข้อมูล (Manipulation)

ข้อมูลบางอย่างมีขนาด หรือสเกล (Scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน

3. การบริหารข้อมูล (Management)

DBMS เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (DBMS) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

4. การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis)

การนำข้อมูลมาใช้ให้เกิด ประโยชน์ โดยการสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล และการวิเคราะห์ ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay analysis) เป็นต้น

5. การนำเสนอข้อมูล (Visualization)

หลังจากการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร จะมีการปรับการนำเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปของการแสดงชาร์ต (Chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือระบบมัลติมีเดียสื่อ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอ และยังเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย

2.2.2 การใช้ประโยชน์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักๆ คือ

1. ระบุปัญหา ขั้นตอนของการระบุปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ผลที่คาดว่าจะได้รับ และการนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ต่อ

2. การจัดเตรียมฐานข้อมูล ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1) การนำเข้าข้อมูล (Data input) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ได้แก่ Digitizing table, คีย์บอร์ด (Keyboard) สแกนเนอร์ (Scanner) และการนำเข้าค่าพิกัดจากเครื่อง Global Positioning System (GPS) โดยโปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการนำเข้ามีหลายโปรแกรม เช่น Arc Info, Arc View, MapInfo, ERDAS เป็นต้น

- การนำเข้าข้อมูลบรรยาย ได้แก่ การนำเข้าโดยโปรแกรม Spreadsheet หรือ โปรแกรมทั่วไป เช่น Excel, Lotus, FoxPro, Word

2) การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยข้อมูล 3 ประเภท คือ จุด ลายเส้น และพื้นที่ (Point, Line and Polygon) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงจากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์

3) ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial topology) ข้อมูลประเภทเวกเตอร์จะมีระบบการจัดเก็บข้อมูลเฉพาะ ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลบรรยายในระบบการจัดเก็บแบบนี้เรียกว่า ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial topology)

4) การจัดเก็บและการจัดการฐานข้อมูล (Database) นิยมใช้โครงสร้างตามหลักการของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database) ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System: RDBMS) เพื่อการจัดการฐานข้อมูล เช่น Microsoft access, Oracle และ dbase เราสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกราฟิกและข้อมูลเชิงบรรยายโดยใช้ตารางข้อมูลเชิงบรรยายที่ใช้อธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่หรือที่เรียกว่า Attribute ข้อมูลแต่ละเรื่องควรแยกเก็บเป็นคอนละแฟ้มข้อมูล (File) แต่ต้องมีรายละเอียดที่มีคุณลักษณะที่เหมือนกันเพื่อใช้เชื่อมโยงตารางข้อมูลเข้ากับข้อมูลเชิงพื้นที่หรือเชื่อมโยงตารางข้อมูลหนึ่งกับอีกตารางหนึ่ง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการสร้างข้อมูลเป็นชั้น เรียกว่า คอเวอร์เรจ (Coverage) หรือ เลเยอร์ (Layer) ในแต่ละชั้น ข้อมูลอาจจะประกอบด้วยข้อมูล จุด เส้น หรือ รูปปิด เพียงอย่างเดียว หรือผสมของข้อมูล 2 แบบ หรือ 3 แบบ การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การวิเคราะห์จากฐานข้อมูลเพียงชั้นเดียว และการวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูล 2 ชนิด หรือมากกว่า

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลเพียงชั้นเดียว คือ การวิเคราะห์จาก จุด เส้น หรือรูปปิด ตัวอย่างเช่น

- การวิเคราะห์จากจุด ที่แสดงตำแหน่งที่ตั้ง เช่น จุดที่ตั้งของโรงเรียน จุดที่ตั้งของหมู่บ้าน พร้อมด้วยข้อมูลอธิบาย
- การวิเคราะห์จากเส้น แสดงระยะทาง เช่น เส้นทางถนน
- การวิเคราะห์จากรูปปิด แสดงพื้นที่ของรูปปิดหนึ่งๆ

2. การวิเคราะห์จากข้อมูลหลายชั้น จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน เพื่อที่จะเลือกชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาทำการวิเคราะห์ เช่น การหาตำแหน่งที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสม ชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อาจเป็นข้อมูลขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อคว่ำบริเวณใดมีแหล่งวัดศุภิมมาก ข้อมูลขอบเขตที่ดิน ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกวัดศุภิม ข้อมูลถนน เพื่อวิเคราะห์การขนส่ง และข้อมูลหมู่บ้านเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแรงงานและการยอมรับทางสังคม เป็นต้น

4. การแสดงผลข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำเสนอหรือแสดงผลได้ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์แบบ Layout หรือพิมพ์ออกมาเป็นแผนที่หรือตาราง หรือสามารถนำข้อมูลไปใช้ต่อในโปรแกรมอื่นๆ ได้ อีกเช่น ข้อมูลตาราง (Excel/DBF), ข้อมูลรูปภาพ (BMP/JPG), ข้อมูลเวกเตอร์ (Shape file/DXF)

2.3 โลจิสติกส์ (Logistics)

ทวีศักดิ์ เทพพิทักษ์ (2550) กล่าวว่ากิจกรรมโลจิสติกส์เกี่ยวข้องกับการนำสินค้าไป ณ สถานที่ ที่มีความต้องการและตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ ทั้งนี้การนำเอาสินค้าไป ณ จุดหรือสถานที่ที่ต้องการนี้จำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านข้อมูลข่าวสาร การขนส่ง สินค้าคงคลัง คลังสินค้า การเคลื่อนย้ายพัสดุ การบรรจุหีบห่อ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ประสานกัน เพื่อให้การจัดหาการเคลื่อนย้าย

สินค้าคงคลังมีต้นทุนและระดับการให้บริการที่เหมาะสม แต่ในปัจจุบันการดำเนินธุรกิจของบริษัทต่าง ๆ จะมีค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์เพิ่มสูงขึ้นทุกปี

โลจิสติกส์ได้มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยมีผู้เขียนตำราเล่มแรกที่เกี่ยวข้องกับการกระจายสินค้า (Physical Distribution) ไว้เมื่อปี พ.ศ. 2504 ต่อมาปี พ.ศ. 2511 ได้มีการตีพิมพ์หนังสือเรื่อง การจัดการ การกระจายสินค้า (Physical Distribution Management) และในปี พ.ศ. 2541 ได้มีการตีพิมพ์หนังสือการจัดการโลจิสติกส์เล่มแรกที่ครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวกับกิจกรรมการขนส่งและการกระจายสินค้าเพิ่มมากขึ้น หลังจากนั้นองค์ความรู้และวิทยาการด้านนี้ได้ขยายขอบเขตเนื้อหาและมีแนวคิดเพิ่มมากขึ้น

2.3.1 ความหมายของโลจิสติกส์

The Council of Logistics Management (CLM) ซึ่งเป็นองค์กรทางวิชาชีพทางด้าน โลจิสติกส์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้คำนิยามของโลจิสติกส์ ดังนี้

โลจิสติกส์ หมายถึง กระบวนการวางแผน การดำเนินงาน และการควบคุมการเคลื่อนย้าย ทั้งไปและกลับ การเก็บรักษาสินค้า บริการ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการผลิตไปสู่จุดสุดท้ายของการบริโภคเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

โลจิสติกส์ หมายถึง การจัดลำเลียงสินค้าเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมในการกระจายสินค้าต่ำที่สุด โลจิสติกส์เกี่ยวข้องกับตั้งแต่กระบวนการจัดหาวัตถุดิบและไปสิ้นสุด ณ จุดที่มีการบริโภคสินค้านั้น หรือในอีกความหมายหนึ่ง โลจิสติกส์เป็นกระบวนการในการจัดการวางแผน จัดสายงาน และควบคุมกิจกรรมทั้งในส่วนที่มีการเคลื่อนย้ายและไม่มีการเคลื่อน ย้ายในการอำนวยความสะดวกของกระบวนการไหลของสินค้า ตั้งแต่จุดเริ่มจัดหาวัตถุดิบไปถึงจุดที่มีการบริโภคโลจิสติกส์ ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ 2 ลักษณะ คือ กิจกรรมหลักและกิจกรรมสนับสนุน

โลจิสติกส์ ได้มีผู้ให้คำนิยามไว้หลายท่าน ซึ่งคำนิยามดังกล่าวยังไม่มีข้อยุติ อย่างไรก็ตาม แม้คำนิยามจะแตกต่างกันแต่สาระสำคัญไม่แตกต่างกัน โดยแตกต่างกันเพียงถ้อยคำที่ใช้ ตัวอย่างคำนิยามของ โลจิสติกส์ที่ทวิศศักดิ์ เทพพิทักษ์ (2550) ได้รวบรวมไว้ คือ

Council of Supply Chain Management Professional ได้ให้ความหมายของการจัดการโลจิสติกส์ (Logistics Management) ไว้ดังนี้ การจัดการโลจิสติกส์คือ ส่วนหนึ่งของโซ่อุปทานซึ่งเป็นกระบวนการในการวางแผน การนำเสนอ และการควบคุมการไหลที่มีประสิทธิภาพและ

ประสิทธิผล และการเก็บสินค้า บริการ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากจุดเริ่มต้นในการผลิตไปสู่จุดสุดท้ายของการบริโภคเพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

Christopher กล่าวว่า การจัดการโลจิสติกส์ คือการจัดการเชิงกลยุทธ์ในการจัดซื้อจัดหา การเคลื่อนย้ายและจัดเก็บวัตถุดิบ ชิ้นส่วนและสินค้าคงคลัง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการไหลของข้อมูล) ตลอดทุกหน่วยขององค์กร โดยผ่านช่องทางทางการตลาดเพื่อสร้างประโยชน์สูงสุดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในด้านต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ

ไอบบรูก กล่าวว่า การจัดการโลจิสติกส์ หมายถึงกระบวนการวางแผน การปฏิบัติการและการควบคุม การเคลื่อนย้าย และการจัดเก็บสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล รวมถึงการให้บริการและสารที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่จุดกำเนิดจนถึงจุดการบริโภคสินค้า เพื่อวัตถุประสงค์ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า

จากการพิจารณานิยามเหล่านี้พบว่า การนิยามการจัดการโลจิสติกส์มุ่งเน้นไปที่เรื่องของกระบวนการในการวางแผน การควบคุมการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลจากจุดแรกถึงจุดสุดท้าย โดยที่การจัดการจะอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์ที่จะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล และในทางตรงกันข้าม ความแตกต่างของความหมายของการจัดการโลจิสติกส์ ได้แก่ การนำไปใช้และการประเมินผลของกิจกรรมทางโลจิสติกส์ ซึ่งในขณะเดียวกันการจัดการโลจิสติกส์เป็นกลยุทธ์อย่างหนึ่งของการจัดซื้อจัดหาและเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

กล่าวโดยสรุปโลจิสติกส์ คือ การออกแบบและการจัดการระบบการควบคุมการเคลื่อนย้ายหรือการไหลของสินค้าและข้อมูลจากต้นทางมายังบริษัท และออกจากบริษัทไปยังลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หรือการเคลื่อนย้ายพัสดุและข้อมูลตั้งแต่วัตถุดิบไปจนเป็นสินค้าสำเร็จรูปจากต้นทางไปยังปลายทางจนถึงผู้บริโภค โดยมีกระบวนการแต่ละขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งจะเห็นว่าโลจิสติกส์นั้นจะครอบคลุมกิจกรรมและกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าทั้งหมดทุกระดับและขั้นตอนการปฏิบัติการโดยวิธีการเชิงระบบ ซึ่งบริษัทจะทำการเชื่อมโยงกิจกรรมต่าง ๆ ของระบบสินค้าภายในบริษัทด้วยกัน แทนที่จะแยกปฏิบัติแต่ละกิจกรรมอย่างที่เคยทำกันมาและยอมรับการติดต่อและประสานงานระหว่างบริษัทและองค์กรภายนอก นอกจากนี้โลจิสติกส์จะถูกมองอย่างเป็นระบบและเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องหรือที่รู้จักกันในชื่อแบบจำลองห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Modeling) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงกระบวนการไหลกันเป็นลูกโซ่

ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นต้นทุนที่แฝงอยู่ในกระบวนการดำเนินการนำชีวมวลมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน โดยการศึกษาเบื้องต้นพบว่าต้นทุนโลจิสติกส์รวมประกอบด้วยต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนของผู้ผลิต ผู้รวบรวม และโรงงานแปรรูปชีวมวล โดยในการศึกษาค้างนี้จะทำการวิเคราะห์ต้นทุน และพลังงานที่เกิดในส่วนของผู้รวบรวมเท่านั้น

2.3.2 กิจกรรมในระบบโลจิสติกส์

การจัดการเคลื่อนย้ายของสินค้า บริการ ข้อมูล และการเงินระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ กิจกรรมหลักขององค์กรและกลุ่มที่เป็นกิจกรรมสนับสนุนการทำงานขององค์กร ดังต่อไปนี้

กิจกรรมหลัก (Key activities) ได้แก่

1. การบริการลูกค้า (Customer service) เป็นกิจกรรมที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าในเรื่องของการส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลาและครบตามจำนวน
2. การดำเนินการตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Order processing) เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดในการดำเนินการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ปัจจุบันองค์กรส่วนใหญ่มักนำระบบคอมพิวเตอร์และการจัดการธุรกิจเชิงอิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว
3. การคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า (Demand forecasting) เป็นการคาดการณ์ความต้องการสินค้าหรือการบริการลูกค้าในอนาคต จะช่วยให้บริษัทสามารถกำหนดทิศทางในการดำเนินงานว่าจะผลิตสินค้าจำนวนเท่าไร หรือเตรียมบุคลากรและอุปกรณ์มากน้อยเพียงใด
4. การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory management) เป็นกิจกรรมบริหารจัดการระดับของสินค้าคงคลังที่เหมาะสมที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ โดยใช้ต้นทุนน้อยที่สุด
5. กิจกรรมการขนส่ง (Transportation) ครอบคลุมถึงทุกกิจกรรมที่เป็นการเคลื่อนย้ายตัวสินค้าจากจุดกำเนิดไปยังจุดที่มีการบริโภคให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

6. **การบริหารคลังสินค้า (Warehousing and storage)** เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการคลังสินค้า เช่น การจัดเก็บสินค้า การจัดการพื้นที่ในคลังสินค้า อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรมภายในคลังสินค้า
7. **การจัดการสินค้าที่ถูกส่งกลับคืน (Reverse logistics)** คือ กระบวนการจัดการสินค้าที่ถูกส่งกลับคืน ไม่ว่าจะเป็นสินค้าที่เสียหาย หมาดอายุการใช้งาน เป็นต้น
8. **การจัดซื้อ (Purchasing)** เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการจัดซื้อ จัดหาวัตถุดิบและบริการทั้งในส่วนของการเลือกผู้จำหน่ายวัตถุดิบ กำหนดช่วงเวลาและปริมาณในการสั่งซื้อ และสร้างความสัมพันธ์กับผู้จำหน่ายวัตถุดิบ

กิจกรรมสนับสนุน (Supporting Activities) ได้แก่

1. **การเลือกที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า (Plant and warehouse site selection)** การเลือกที่ตั้งโรงงานของโรงงานและคลังสินค้าจะต้องให้ความสำคัญกับความใกล้เคียง – ใกล้ของแหล่งวัตถุดิบและลูกค้า เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงและเกี่ยวข้องกับระยะทางการขนส่ง รวมถึงความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าด้วย
2. **กิจกรรมการเคลื่อนย้าย (Material handling)** เป็น กิจกรรมที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้าย วัตถุดิบ และสินค้าคงคลังในระหว่างการผลิต รวมถึงการขนย้ายตัวสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้ว ภายในโรงงานหรือคลังสินค้า มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - ลดระยะทางการเคลื่อนย้ายให้ได้มากที่สุด
 - แก้ไขกระบวนการที่เป็นคอขวดให้มีการไหลได้ดีขึ้น
 - ลดการขนถ่ายให้มากที่สุดเพื่อการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่าย
3. **บรรจุภัณฑ์ (Packaging)** เป็นสิ่งที่ปกป้องตัวผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดความเสียหายในขณะที่มีการเคลื่อนย้าย และ บรรจุภัณฑ์ที่ดีจะช่วยให้กระบวนการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาสินค้ามีความสะดวกมากขึ้น

4. การติดต่อสื่อสารทางด้านโลจิสติกส์ (Logistics communications) เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล และการตัดสินใจต่างๆ การสื่อสารที่ประสิทธิภาพขององค์กรควรจะมีลักษณะดังนี้

- มีการสื่อสารระหว่างองค์กร ซัพพลายเออร์ และลูกค้า
- มีการสื่อสารระหว่างหน่วยงานภายในองค์กรโดยเฉพาะฝ่ายการบัญชี การตลาด
ฝ่ายผลิต
- มีการสื่อสารระหว่างกิจกรรมโลจิสติกส์ทุกกิจกรรม
- มีการสื่อสารกันภายในหน่วยงานย่อย เช่น ฝ่ายขายกับฝ่ายบริการลูกค้าในฝ่ายการตลาด
- มีการสื่อสารระหว่างสมาชิกในระบบโซ่อุปทานที่ไม่ได้มีการติดต่อกับองค์กรโดยตรง เช่น ซัพพลายเออร์รายแรกสุดในโซ่อุปทาน

กิจกรรมโลจิสติกส์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรมการผลิตโดยทั่วไป ซึ่งจะมีความแตกต่างกับกิจกรรมโลจิสติกส์ของการนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ดังนั้น กระบวนการจัดการด้านโลจิสติกส์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ จึงได้มีการตัดกิจกรรมบางส่วนที่เกินความจำเป็นและประยุกต์ใช้ให้เป็นไปอย่างเหมาะสม เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

หลังจากพิจารณาแล้วพบว่า ในการจะนำชีวมวลจากแหล่งชีวมวลที่มีอยู่หลายแหล่งมาสู่โรงแยกขยะก่อนจัดส่งไปยังโรงผลิตไฟฟ้า จะต้องเลือกตำแหน่งที่มีความเหมาะสม ลดความยุ่งยากในการขนส่ง และมีปริมาณเพียงพอสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้น มีกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อต้นทุนด้านโลจิสติกส์ คือ การเลือกตำแหน่งของแหล่งชีวมวล ซึ่งในการวิเคราะห์จะใช้ทฤษฎีที่จะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

2.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม

การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม (Selection of plant location)

ทำเลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม (Plant location) หมายถึง สถานที่สำหรับประกอบกิจกรรมทางธุรกิจขององค์กร เช่น โรงงาน โกดังสินค้า เป็นต้น ตำแหน่งที่ตั้งโรงงานมี

ความสำคัญต่อการผลิตและการดำเนินการ และเป็นกระบวนการในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดสถานที่ที่สามารถดำเนินงานได้สะดวก และมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณา ต้นทุน รายได้ วัตถุประสงค์ ตลอดจนสภาพแวดล้อมในการดำเนินงาน

การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดสำหรับการดำเนินการ เนื่องจากการลงทุนสร้างโรงงานมีค่าใช้จ่ายสูงและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการกำหนดที่ตั้งโรงงานมีผลต่อค่าใช้จ่ายทั้งที่เป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนแปรผัน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลกำไรขององค์กร ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งจำเป็นต้องมีเกณฑ์การตัดสินใจที่ครอบคลุม ซึ่ง ฌ็อง-พอล เบรนนัน (2542 : 97) เสนอปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งโรงงานไว้ดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งโรงงาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งประกอบด้วย แหล่งวัตถุดิบ เส้นทางการขนส่ง และความพร้อมทางด้านพลังงาน ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งของโรงงาน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยที่เกี่ยวกับทรัพยากรการผลิต และปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

1) ปัจจัยที่เกี่ยวกับทรัพยากรการผลิต ประกอบด้วย วัตถุดิบ ตลาดสินค้า แรงงาน ที่ดิน การขนส่ง แหล่งพลังงาน และสาธารณูปโภคต่าง ๆ

วัตถุดิบ การตัดสินใจเลือกที่ตั้งโรงงานที่ใกล้แหล่งวัตถุดิบมีเหตุผลหลัก คือเพื่อลดต้นทุนการผลิตอันเกิดจากการขนส่งวัตถุดิบ อุตสาหกรรมที่เลือกที่ตั้งโรงงานใกล้แหล่งวัตถุดิบ มักได้แก่อุตสาหกรรมทางการเกษตร และอุตสาหกรรมที่ต้องแร่ธาตุเป็นวัตถุดิบ ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากการขนส่งต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และวัตถุดิบบางประเภทเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จึงต้องรีบส่งเข้าโรงงานอย่างรวดเร็ว

ตลาด โรงงานหรือการดำเนินการในลักษณะที่ใช้วัตถุดิบน้อย มักนิยมตั้งใกล้ตลาดสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจการด้านการบริการ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

แรงงาน ความเพียงพอของแรงงานตลอดจนค่าจ้างแรงงานของทำเลที่ตั้งโรงงานแต่ละแห่งจะมีผลอย่างสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งโรงงาน ในเมืองใหญ่หรือชุมชนใหญ่จะมี

แรงงานทั้งที่เป็นช่างชำนาญงานและแรงงานฝีมืออยู่มาก ซึ่งค่าแรงจะสูงกว่าในเมืองเล็กหรือชุมชนเล็ก การตัดสินใจเลือกที่ตั้งโรงงานจึงต้องพิจารณาถึงความพอเพียงของแรงงานและค่าแรงงานประกอบกัน

ที่ดิน ทำเลในเขตเมือง จะมีราคาสูง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ตามมาก็จะราคาสูงด้วย ดังนั้นโรงงานส่วนมากจะตั้งไกลเมืองออกไปอยู่ตามชนบท หรือชานเมือง นอกจากราคาที่ดินต้องพิจารณาแล้วลักษณะที่ดินก็ต้องพิจารณาในงานก่อสร้างโรงงาน เช่น ลักษณะที่ดินต่ำจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการถม

การขนส่ง เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจะส่งผลกระทบต่อราคาของสินค้า จึงนับได้ว่าการขนส่งเป็นปัญหาที่จะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และมีเหตุผล เนื่องจากปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุดิบ คน เครื่องจักร อุปกรณ์และสิ่งที่สนับสนุนการผลิตต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่โรงงานจะมีการขนส่งรวมอยู่ในแต่ละกระบวนการนั้นๆทั้งสิ้น ดังนั้นเพื่อค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่น้อยที่สุด ควรพิจารณาหลัก ดังต่อไปนี้ (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2537: 46)

1. ทางเลือกของการขนส่ง (Alternative of transport)
2. ระยะทาง (Distance)
3. เวลา (Time)
4. ลักษณะและสภาพของเส้นทาง (Status of route)
5. ปัญหาจราจร (Traffic problem)
6. แนวโน้มในอนาคต (Trend of future)
7. ลักษณะภูมิประเทศ (Nature of the country)
8. ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (Cost of transport)
9. อื่น ๆ (Others)

พลังงาน (Energy) แหล่งพลังงานที่สำคัญ ได้แก่ กระแสไฟฟ้า ซึ่งได้ส่วนใหญ่จะได้รับการไฟฟ้าผลิตมากกว่า ที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เอง เนื่องจากต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ซึ่งสำหรับโรงงานที่ติดตั้งระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง(Continuous products system) จะต้องมีเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าสำรองไว้สำหรับกรณีกระแสไฟฟ้าดับกะทันหัน อย่างไรก็ตามยังมีอุตสาหกรรม

หลายประเภทต้องอาศัยเชื้อเพลิงต่าง ๆ เป็นแหล่งต้นกำลังในการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น น้ำมัน เครื่องยนต์ แก๊ส เป็นต้น

สาธารณูปโภค (Public service) โรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องรับผิดชอบต่อสังคมและปฏิบัติตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด ในการพยายามกำจัดสิ่งซึ่งเป็นภัยต่อชีวิตและธรรมชาติ เช่น สารเคมี น้ำมันพิษ ไม่ให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม หมายถึง ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของชุมชนที่โรงงานไปตั้งอยู่ ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลทางอ้อมต่อการดำเนินการ เช่น มีผลต่อการทำงานของคนงาน การควบคุมการทำงานของคนงาน และอื่นๆ ได้แก่

1. สภาพการยอมรับของชุมชนที่มีต่อธุรกิจที่ทำอยู่ ถ้าโรงงานหรือการดำเนินการได้ผลิตสินค้าหรือบริการที่ขัดต่อความเชื่อของคนในชุมชน หรือขัดต่อหลักธรรมคำสั่งสอนทางศาสนาในชุมชน ชุมชนไม่ได้รับการยอมรับจากชุมชน

2. สภาพความเป็นอยู่ของชุมชน คุณภาพของชีวิตในชุมชน เช่น แหล่งพักผ่อนหย่อนใจ โรงมหรสพ สภาพภูมิอากาศ โรงเรียน โรงพยาบาล สถานปฏิบัติกิจทางศาสนา มาตรฐานค่าครองชีพ ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เป็นต้น

3. กฎระเบียบและกฎหมายของชุมชน เช่น ภาษีต่าง ๆ อันได้แก่ ภาษีการค้า ภาษีโรงเรือน ภาษีป้าย ฯลฯ กฎหมายแรงงาน กฎหมายการจ้างงาน และอื่นๆ

4. สภาพความร่วมมือทางธุรกิจและอุตสาหกรรมในชุมชน ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในธุรกิจ สภาพการแข่งขันทางธุรกิจ แหล่งที่มีการรวมตัวร่วมมือช่วยเหลือกันทางธุรกิจมาก ชุมชนส่งเสริมต่อการดำเนินการผลิตและบริการ

2.3.4 เทคนิคการเลือกทำเลที่ตั้ง

ค่านาย อภิปรัชญาสกุล (2547) ได้นำเสนอเทคนิคในการเลือกทำเลที่ตั้ง (Location Analysis Techniques) ที่นิยมใช้ ดังนี้

เทคนิคการหาศูนย์กลางของการขนส่ง (Center of Gravity Technique) เป็นวิธีการที่ใช้เลือกศูนย์กลางของการกระจายสินค้า หรือโรงงานผลิต โดยใช้การคำนวณหาที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แห่งเดียวตามระยะทางและน้ำหนักของสินค้าที่ต้องขนส่ง ตามสมการที่ 2.1

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (2.1)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (2.2)$$

โดยที่

X, Y = จุดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

X_i, Y_i = จุดที่ตั้งของแหล่งลูกค้าหรือแหล่งสิ่งอำนวยความสะดวก i

W_i = น้ำหนักสินค้ารวมต่อปีที่จะขนไปแหล่งลูกค้าหรือแหล่งสิ่งอำนวยความสะดวก i

อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ได้กำหนดสมมติฐานไว้ว่ามีเส้นทางคมนาคมตัดตรงจากศูนย์กลางไปยังแต่ละแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับความเป็นจริง

2.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) คือ การวิเคราะห์ดูสถานการณ์ทางด้านการเงินของโครงการจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่จะมีผลกระทบต่อโครงการ เช่น ราคาสินค้าที่อาจจะต้องขายในราคาที่ต่ำกว่าที่คาดคะเนไว้ หรือ ราคาวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

(ยุพิน. 2537: 33-35; อ้างอิงจาก อรรถพล อังศุพานิช. 2549: 12)

วิธีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวมีขั้นตอนเหมือนกับการวิเคราะห์ด้านการเงินของโครงการ โดยสมมติให้มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ แล้วคำนวณผลตอบแทนที่โครงการจะได้รับใหม่ในด้านต่างๆ เช่น ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ผลตอบแทนการลงทุนต่อหน่วย อัตราผลตอบแทนภายในจุดคุ้มทุน แล้วพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่ได้สมมติให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าตามเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนที่เลือกพิจารณาไว้ จากข้อมูลพื้นฐานของโครงการ

ขั้นที่ 2 พิจารณาตัวแปรที่สำคัญของโครงการ ที่คาดว่าเมื่อเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนของโครงการ ส่วนมากได้แก่ ปริมาณขาย ราคาขาย ต้นทุนค่าก่อสร้าง เป็นต้น

ขั้นที่ 3 กำหนดร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ จากขั้นที่ 2 ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เช่น ราคาขายเพิ่มขึ้น หรือลดลงจากข้อมูลพื้นฐาน ร้อยละ 5 หรือ ร้อยละ 10

ขั้นที่ 4 นำตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนของโครงการ มาคำนวณค่าเปลี่ยนแปลงที่สมมติไว้ในขั้นที่ 3 โดยกำหนดให้ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ แล้วนำมาคำนวณหาค่าตามเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนใดๆ อีกครั้ง

ขั้นที่ 5 นำค่าตามเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนใดๆ ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรมาทำการสรุปรวมเป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวที่พิจารณากับค่าตามเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนใดๆ เพื่อวิเคราะห์ และสรุปถึงความเสี่ยงของโครงการ