



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีระบบเกษตร)

ปริญญา

เทคโนโลยีระบบเกษตร

เกษตรกลวิธาน

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การออกแบบวิธีวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล
ในประเทศไทย

Design of Mathematical Algorithms to Locate Bioenergy Plant
to Supply Biomass in Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวหยกดาว แสนประเสริฐ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ถวัลย์ศักดิ์ เผ่าสังข์, Dr.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสีทิจิ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การออกแบบวิธีวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้ง
ของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทย

Design of Mathematical Algorithms to Locate Bioenergy Plant
to Supply Biomass in Thailand

โดย

นางสาวหยกดาว แสนประเสริฐ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีระบบเกษตร)

พ.ศ. 2558

หยกดาว แสนประเสริฐ 2558: การออกแบบวิธีวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของ
โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เทคโนโลยีระบบเกษตร) สาขาเทคโนโลยีระบบเกษตร ภาควิชาเกษตรกลวิธาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, Ph.D.
73 หน้า

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล
ที่เหลือทิ้งในไร่นา ชีวมวลจากไม้โตเร็ว และชีวมวลจากพืชพลังงานของประเทศไทย จาก
การศึกษาพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล มีอยู่จำนวน
19 ปัจจัย จึงได้นำปัจจัยดังกล่าวมาคัดเลือกโดยกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในห่วงโซ่อุปทานของ
ชีวมวล (เกษตรกร ผู้ประกอบการ และชุมชน) ด้วยวิธีการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถามจน
เหลือ 4 ปัจจัย คือปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล ปัจจัยราคาวัตถุดิบ ปัจจัยราคาที่ดิน
และปัจจัยต้นทุนโลจิสติกส์ จากนั้นทำการประเมินปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย ด้วยการใช้กระบวนการ
วิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน
ผลการวิเคราะห์พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบเป็นอันดับแรกโดยมี
ค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ 40 รองลงมาคือปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวลมีค่า
น้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ 28 ปัจจัยต้นทุนโลจิสติกส์มีค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ
22 และปัจจัยทางด้านราคาที่ดิน ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ 10

จากนั้นทำการออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หา
ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่มีต้นทุนความต่อเนื่องในการ
ป้อนชีวมวล ต้นทุนราคาวัตถุดิบ ต้นทุนราคาที่ดิน และต้นทุนโลจิสติกส์มีค่าน้อยที่สุด ใน
การศึกษาครั้งนี้ได้นำค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ทั้ง 4 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย
กระบวนการ AHP มาร่วมวิเคราะห์ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ด้วย ผลจากการใช้
เทคนิค AHP ร่วมกับการ โปรแกรมเชิงเส้นตรงทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของ
โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลและได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมสอดคล้องกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

Yokdao Sanprasert 2015: Design of Mathematical Algorithms to Locate Bioenergy Plant to Supply Biomass in Thailand. Master of Science (Agricultural Systems Technology), Major Field: Agricultural Systems Technology, Department of Farm Mechanics. Thesis Advisor: Assistant Professor Kriengkri Kaewtrakulpong, Ph.D. 73 pages.

This study was done in the order to discover and evaluate the factors affecting site selection of bioenergy plant in Thailand. The factors associated with source and amount of field-based residues biomass, fast growing tree biomass and energy crop biomass were gathered. The study found that there were 19 factors involved. The factors were screened by using questionnaires and interviews with the experts and all stakeholders in the supply chain: farmers; entrepreneur; local people. Then, four factors composed of continuity biomass supply, biomass cost, logistic cost and land price cost were obtained. Also Analytical Hierarchy Process (AHP) was implemented in order to evaluate and prioritize such factors.

The algorithms to find out the optimum location of bioenergy plant to supply biomass in Thailand was designed. Its objective function was to minimize biomass cost, logistic cost and land price cost. By implementing the weights of each selected factors analyzed by AHP, the optimum location of bioenergy plant to supply biomass in Thailand was obtained. This algorithms could be used as a decision support tool for investors and all stakeholders in the supply chain.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของคณะกรรมการที่ปรึกษาทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร.ถวัลย์ศักดิ์ เผ่าสังข์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์รอง ผู้ให้ความรู้ คำสั่งสอน และคำปรึกษา ตลอดจนช่วยชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มแรก จนกระทั่ง วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.บัญญัติ เศรษฐฐิติ และผศ.ดร. วีระชัย อาจหาญ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบคุณและมอบความดีหรือประโยชน์ใดๆ เนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้แก่ ครู อาจารย์ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง และเพื่อนๆ รวมถึงกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือเสมอมาทำให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

หยกดาว แสนประเสริฐ

ธันวาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	27
ผลการทดลอง	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	46
สรุป	46
ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	48
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก แบบสอบถามปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล	53
ภาคผนวก ข แบบสอบถามการเปรียบเทียบปัจจัยเชิงคู่ตามทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP)	63
ภาคผนวก ค ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการคำนวณต้นทุนในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล	67
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	73

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เมตริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)	11
2	ค่าระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ	12
3	ค่าของดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์	13
4	แสดงหลักการให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นของความสำเร็จในการเปรียบเทียบเป็นคู่	30
5	แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานของผู้เชี่ยวชาญ	38
6	แสดงข้อมูลผลการคำนวณต้นทุนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล	43
7	แสดงข้อมูลผลการคำนวณต้นทุนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่ผ่านการทำนอร์มัลไลซ์ (normalization)	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมโดยใช้สามเหลี่ยมแหล่งที่ตั้ง (Locational Triangle)	16
2	การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นแสดงตำแหน่งที่ค่าแรงเท่ากับค่าขนส่ง	17
3	การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมอันมีผลมาจากการรวมตัวของอุตสาหกรรม	17
4	แสดงโครงสร้างลำดับชั้นของปัจจัยในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล	36
5	แสดงโครงสร้างลำดับชั้นของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ	38
6	แสดงต้นทุนที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานของการผลิตพลังงานจากชีวมวล	39
7	แสดงรายละเอียดการ implement แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ลงบนกระดาษคำนวณ	44
8	แสดงตำแหน่งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล	45

การออกแบบวิธีวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้ง ของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทย

Design of Mathematical Algorithms to Locate Bioenergy Plant to Supply Biomass in Thailand

คำนำ

ตามที่กระทรวงพลังงานได้เสนอยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนโดยกำหนดเป้าหมายจะต้องเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้เป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ ภายในปี 2565 ส่วนหนึ่งเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือชีวมวลมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าและความร้อน มีการสำรวจพบชีวมวลจำนวนมากที่ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) นั่นคือชีวมวลที่เหลือทิ้งในไร่นา (ฟางข้าว ยอดและใบอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง) ชีวมวลจากไม้โตเร็ว (กระถินยักษ์ หญ้าเนเปียร์) และชีวมวลจากพืชพลังงาน เช่น ทะลายปาล์มเปล่า เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตาม ชีวมวลเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้มีอุปสรรคในการนำมาใช้ประโยชน์เนื่องจากมีความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของราคาและปริมาณวัตถุดิบที่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพแวดล้อมของแต่ละเขตการผลิต ประกอบกับกระบวนการผลิตมีหลากหลายขั้นตอนไม่ว่าจะเป็นการเก็บรวบรวมจากแปลง (Harvesting) ต้องมีการแปรรูปชีวมวลให้มีลักษณะที่เหมาะสมก่อน (Pre-processing) ต้องมีการรวบรวมชีวมวลจากแหล่งผลิตที่หลากหลาย (Collecting) และต้องมีการขนส่งเพื่อนำมาป้อนเข้าสู่โรงงานผลิตพลังงาน (Transporting) ส่งผลให้มีต้นทุนในการผลิตที่สูงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน แนวทางหนึ่งที่จะลดปัญหาดังกล่าวได้คือการเลือกที่ตั้งโรงงานในตำแหน่งที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามการตัดสินใจเลือกที่ตั้งโรงงานนับเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญ หากการตัดสินใจเลือกที่ตั้งไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของทุกกลุ่มที่อยู่ในห่วงโซ่ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต ทั้งในด้านของรายได้ ค่าใช้จ่าย รวมไปถึงสูญเสียความได้เปรียบในการแข่งขันได้ ดังนั้นการศึกษาวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลและการพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อกำหนดตำแหน่งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก

โครงการวิจัยนี้ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวข้างต้น จึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลและพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันของชีวมวลที่เหลือทิ้งในไร่นา ชีวมวลจากไม้โตเร็ว และชีวมวลจากพืชพลังงาน ซึ่งสามารถรวบรวมชีวมวลป้อนสู่โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลได้สม่ำเสมอตลอดปี ภายใต้ต้นทุนการขนส่งที่ต่ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตพลังงานจากชีวมวล อันเป็นประโยชน์ต่อทุกองค์กรที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทาน และเป็นการช่วยเพิ่มความมั่นคงในการจัดหาพลังงานให้ประเทศไทยให้มีใช้ได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้ง (Location analysis) ของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ภายใต้สภาวะการณ์ปัจจุบันของชีวมวลที่เหลือทิ้งในไร่นา ชีวมวลจากไม้โตเร็ว และชีวมวลจากพืชพลังงาน

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานจากชีวมวลตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ โดยพิจารณาการใช้ชีวมวลที่เหลือทิ้งในไร่นาคือ ฟางข้าว ยอดและใบอ้อย และเหง้ามันสำปะหลัง ชีวมวลจากไม้โตเร็ว คือ กระถินยักษ์ และหญ้านาเปียร์ และชีวมวลจากพืชพลังงาน คือ ทะลายปาล์มเปล่า

คำจำกัดความ

แปลงเกษตรกร หมายถึง แหล่งวัตถุดิบหรือแหล่งพื้นที่การเพาะปลูกพืชซึ่งเป็นฝ้ายต้นน้ำในเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานจากชีวมวลมีหน้าที่ป้อนวัตถุดิบเข้าสู่โรงงาน

โรงงาน หมายถึง โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล ที่ทำหน้าที่ในการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน

แหล่งผู้บริโภค หมายถึง กลุ่มลูกค้าหรือแหล่งตลาดที่มีความต้องการบริโภคพลังงานซึ่งเป็นฝ้ายปลายน้ำในเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานจากชีวมวล

ต้นทุนวัตถุดิบ หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อจัดหาชีวมวลชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน

ต้นทุนความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล หมายถึง จำนวนวันที่แปลงเกษตรกรรมสามารถ
ป้อนวัตถุดิบได้มากกว่าหรือเท่ากับความต้องการใช้ของโรงงาน

ต้นทุนราคาที่ดิน หมายถึง ราคาที่ดินในบริเวณที่จะก่อตั้งโรงงาน

ต้นทุนโลจิสติกส์ หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการขนส่งชีวมวลจากตำแหน่งหนึ่งไปยังตำแหน่ง
หนึ่ง



การตรวจเอกสาร

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยและการกำหนดแหล่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลนั้น ต้องอาศัยแนวคิดด้านปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งอุตสาหกรรมรวมถึงทฤษฎีเกี่ยวกับแหล่งที่ตั้งมาวิเคราะห์หาคำตอบ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทบทวนเอกสารและผลงานวิจัยต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนโดยส่วนแรก ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งอุตสาหกรรมและส่วนที่สองเป็นการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านแหล่งที่ตั้ง สิ่งอำนวยความสะดวกหรือโรงงาน

1. แนวคิดด้านปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งอุตสาหกรรม

ทำเลที่ตั้ง หมายถึง สถานที่ซึ่งสามารถทำการผลิตหรือปฏิบัติการเพื่อให้การดำเนินธุรกิจขององค์กรบรรลุได้ตามวัตถุประสงค์ และนโยบายที่ได้ตั้งไว้ การตัดสินใจเกี่ยวกับทำเลที่ตั้งเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากการดำเนินการสร้างพื้นฐานระยะยาวและใช้เงินลงทุนสูงมากหากมีข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดจะเป็นการยากต่อการแก้ไข การเลือกที่ตั้งแต่ละแห่งนั้นย่อมมีผลต่อรายได้ที่จะได้รับ ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ ความสามารถในการแข่งขันในตลาด รวมถึงการออกแบบโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานอีกด้วย ทำเลที่ตั้งขององค์กรต่างๆ ย่อมแตกต่างกันตามประเภทของธุรกิจ ดังเช่น ทำเลที่ตั้งขององค์กรที่ดำเนินธุรกิจบริการ จะต้องใกล้แหล่งชุมชนสามารถให้บริการได้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ ส่วนทำเลที่ตั้งขององค์กรที่ดำเนินธุรกิจการผลิต จะเน้นทำเลที่สะดวกต่อการขนส่งวัตถุดิบ หรือใกล้แหล่งวัตถุดิบ หรือแหล่งที่มีทรัพยากรด้านแรงงานมากเพียงพอ โดยส่วนมากแล้วจะไม่มีทำเลที่ตั้งใดที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกครบถ้วนในทุกด้าน (วิวัฒน์, 2550) ดังนั้นการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบทำการศึกษปัจจัยเกี่ยวข้องอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ได้ทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด โดยทั่วไปปัจจัยที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม มีดังต่อไปนี้

1) ทุน (Capital)

ปัจจัยด้านทุนมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมซึ่งทุนจะเข้าไปเกี่ยวข้องในทุกขั้นตอนการผลิต นับตั้งแต่การก่อสร้าง ซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ การผลิตสินค้า การขนส่งจนถึงการกระจายสู่ตลาด ทุนประกอบด้วย ทุนในรูปของตัวเงินและทุนในรูปของทุนคงที่ ทุนที่เป็นตัวเงิน หมายถึง เงินทุนที่

เป็นตัวเงินซึ่งเป็นปัจจัยที่เคลื่อนย้ายได้ง่ายขึ้นอยู่กับบรรยากาศในการลงทุน ส่วนทุนในรูปของทุนคงที่ ได้แก่ ที่ดิน โรงงาน เครื่องจักร ฯลฯ ทุนชนิดนี้ทำการเคลื่อนย้ายไม่ได้หรือเคลื่อนย้ายได้ยาก ทุนที่เป็นตัวเงินนับได้ว่าเป็นทุนที่มีความสำคัญในทางอุตสาหกรรม เพราะจะนำมาซึ่งปัจจัยการผลิตต่างๆ ตามมา เช่น ที่ดิน เครื่องจักร เป็นต้น อุตสาหกรรมการผลิตมักมีปัญหาสำคัญในเรื่องของแหล่งเงินทุน โดยเฉพาะการกำหนดที่ตั้งในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุตสาหกรรมขนาดเล็กมีความจำเป็นต้องพึ่งแหล่งเงินทุนที่อยู่ใกล้ แต่เงินทุนจะไม่ใช่เป็นปัญหามากนักในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ถึงแม้ว่าจะต้องใช้เงินลงทุนสูงแต่ก็มีทุนสำรองภายในและยังสามารถขายหุ้นในตลาดเพื่อระดมเงินทุนได้อีกทางหนึ่ง

2) วัตถุดิบ (Material)

วัตถุดิบเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต วัตถุดิบนั้นมีหลายประเภท เช่น วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้วน้ำหนักและขนาดลดลงมาก (Weight Losing Materials) โรงงานควรตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบเพื่อความสะดวก และความประหยัดในการขนส่ง วัตถุดิบที่มีอยู่เฉพาะแห่งเท่านั้น หรือวัตถุดิบที่เน่าเสียง่าย โรงงานควรตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบเช่นกัน ในการเลือกที่ตั้งควรพิจารณาว่าปริมาณของวัตถุดิบที่ตอบสนองความต้องการของโรงงานได้ในระยะนานเท่าไร และความแน่นอนที่จะได้รับวัตถุดิบสม่ำเสมอมีมากน้อยเพียงใด เพื่อประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

3) การขนส่ง (Transportation)

ปัจจัยทางด้านการขนส่งนับได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่ไม่น้อยไปกว่าปัจจัยซึ่งกำหนดที่ตั้งอุตสาหกรรมอื่นๆ และยังถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีแรงดึงดูดใจให้นักลงทุน อุตสาหกรรมนำมาพิจารณาเป็นอันดับต้นๆ เนื่องจากว่าการขนส่งและอัตราค่าขนส่งเป็นปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีอิทธิพลต่อการเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรม แหล่งที่ตั้งใดมีระบบการคมนาคมขนส่งที่ดี มีความสะดวกในการเข้าถึงสูง (Accessibility) และมีอัตราค่าขนส่งต่ำก็จะทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต ในการขนส่งนั้นจะมีบทบาทที่นำมาพิจารณาอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงานเพื่อการแปรรูปและการขนส่งสินค้าหรือผลิตภัณฑ์จากโรงงานไปยังผู้บริโภค ดังนั้นจะต้องมีเส้นทางขนส่งที่สามารถเข้าถึงที่ตั้งอุตสาหกรรมและเชื่อมโยงกับแหล่งวัตถุดิบและตลาด สินค้าอย่างมีระบบ

4) แรงงาน (Labour)

แรงงานจัดว่าเป็นปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญปัจจัยหนึ่งในการเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรม เนื่องจากแรงงานเป็นปัจจัยการผลิตที่เป็นตัวขับเคลื่อนอุตสาหกรรมที่ยังคงต้องพึ่งพาแรงงานมนุษย์ นอกเหนือไปจากเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตแต่ละประเภทมีความต้องการใช้แรงงานในจำนวนและประเภทที่แตกต่างกันออกไป อุปทานและประเภทของแรงงานที่แตกต่างกันนี้เป็นเครื่องกำหนดที่ตั้งของอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมที่ต้องการแรงงานที่มีความชำนาญอย่างสูงจำนวนมาก (Skilled Labour) อาจจะต้องตั้งโรงงานในเขตเมืองหรือนครหลวงถ้าไปตั้งโรงงานในพื้นที่อื่นซึ่งไม่มีแรงงานที่ต้องการก็จำเป็นต้องใช้สิ่งจูงใจพิเศษ เช่น ค่าตอบแทนหรือค่าจ้างในอัตราที่แพง เพื่อดึงดูดให้คนงานประเภทดังกล่าวเคลื่อนย้ายมาทำงานกับตนให้ได้ การจ้างแรงงานที่มีราคาแพงจะทำให้ต้นทุนในการผลิตสินค้าสูงขึ้น ถ้าไรที่จะได้รับกีดลดต่ำลง โดยเหตุนี้เองอุตสาหกรรมทั้งหลายจึงต้องย้ายที่ตั้งอุตสาหกรรมจากแหล่งที่มีแรงงานราคาแพงไปยังแหล่งที่มีแรงงานราคาถูก (Cheap Labour) แต่การที่ค่าแรงถูกนั้น อาจจะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำเสมอไป เพราะถ้าแรงงานเป็นแรงงานที่มีประสิทธิภาพในการผลิตต่ำแล้วก็จะยอมทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นประสิทธิภาพแรงงานก็เป็นสิ่งสำคัญ

5) ตลาด (Market)

การอยู่ใกล้ตลาดหรือลูกค้าจะเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับบางธุรกิจเพื่อความสะดวกของลูกค้า หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง หรือเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ด้วยการส่งสินค้าอย่างทันเวลา (Just-in-Time) เช่น อุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าเน่าเสียง่ายหรือสินค้าที่เป็นโลหะหนัก ประเภทเหล็ก ท่อ หรือปูนซีเมนต์ที่ต้นทุนการขนส่งค่อนข้างสูง ที่ตั้งโรงงานที่ใกล้ตลาดสินค้าจะช่วยลดค่าขนส่ง และเพิ่มความรวดเร็วในการบริการแก่ลูกค้า สามารถลดต้นทุนในการจำหน่าย เพราะบางครั้งลูกค้ามาซื้อผลผลิตจากอุตสาหกรรมโดยตรง โดยที่ผู้ผลิตไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าไปสู่ตลาด

6) สาธารณูปโภค-สาธารณูปการ (Infrastructure)

เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรม โครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่ ระบบถนน แนวส่งน้ำประปา ท่อระบายน้ำ โทรศัพท ไฟฟ้า รวมทั้งการกำจัดน้ำเสีย เนื่องจากอุตสาหกรรมควรตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณที่สามารถกำจัดของเสียออกจาก

อุตสาหกรรมได้ง่าย เช่น อยู่ในบริเวณที่สามารถถ่ายเทของเสีย โดยใช้ท่อระบายสิ่งโสโครกของรัฐ หรืออยู่ใกล้แม่น้ำลำคลอง โครงสร้างพื้นฐานเป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวก และจะช่วยลด ต้นทุนในการผลิตแก่กิจการอุตสาหกรรม เช่น การลงทุนทางการศึกษาจะช่วยสร้างกำลังแรงงานที่มี ประสิทธิภาพ การสาธารณสุข และการรักษาความสงบภายใน เป็นบริการที่จะทำให้กระบวนการ ผลิตดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย โครงสร้างพื้นฐานจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการเลือก

7) นโยบายของรัฐ (Government Policy)

เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม นโยบายของรัฐจะมีอิทธิพลต่อการลงทุน และต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม มาตรการและกฎหมายของรัฐที่เกี่ยวกับ อุตสาหกรรมมักจะมีผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม โดยทางตรงแล้วรัฐอาจใช้มาตรการและกฎหมาย ส่งเสริมการเติบโต ชะลอหรือระงับการเติบโตของอุตสาหกรรมในภูมิภาคต่างๆ และในบางกรณีรัฐ อาจเข้าไปดำเนินการในฐานะผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมบางประเภทเสียเอง นอกจากนี้ มาตรการและกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมซึ่งถึงแม้ว่าจะไม่ใช่มาตรการในทางพื้นที่ โดยตรง ก็อาจส่งผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมโดยทางอ้อมได้

8) การประหยัดอันเนื่องมาจากการรวมกลุ่มอุตสาหกรรม (Agglomeration Economies of Scale)

หรือเรียกว่า การประหยัดอันเนื่องมาจากการรวมกลุ่มกลายเป็นเมือง (Urbanization Economies) มักจะเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้ทรัพยากรร่วมกัน ทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติ เงินทุน หรือ ความสามารถในการท้องถิ่นนั้น ๆ โรงงานอุตสาหกรรมจะได้รับประโยชน์จากความสะดวกในการ เข้าถึงบริการด้านต่างๆ มีตลาดแรงงานขนาดใหญ่ ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตสินค้าให้ต่ำลง

9) ทักษะคติของชุมชน (Attitudes)

เป็นปัจจัยที่สำคัญ เพราะไม่ว่าที่ตั้งนั้นจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์มาก เพียงใด ถ้ามีกระแสคัดค้านของชุมชนมาก ก็อาจจะล้มเลิกแนวคิดที่จะตั้งโรงงานนั้น

จะเห็นว่าแนวคิดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกทำเลที่ตั้ง ยังไม่มีวิธีการจำแนกที่แน่นอน เป็นมาตรฐาน เพราะว่าทำเลที่ตั้งอุตสาหกรรมมักมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่ซับซ้อนมาก ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในช่วงนั้น ๆ การตัดสินใจเรื่องทำเลที่ตั้งของ อุตสาหกรรมจึงทำบนรากฐานของความเล็งและความไม่แน่นอน ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ ซึ่งจะทำให้โรงงานสามารถสร้างข้อได้เปรียบหรือสามารถลดต้นทุนได้ จึงจำเป็นต้องนำมาพิจารณา ซึ่งแนวคิดนี้นำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกทำเลที่ตั้ง โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

1.1 ผลงานวิจัยด้านปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งอุตสาหกรรม

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุตสาหกรรมนั้น มีการศึกษาในอุตสาหกรรมหลาย ๆ ประเภท สำหรับการศึกษาครั้งนี้มุ่งทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการเกษตร ซึ่งการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง มักใช้การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ในการเลือกทำเลที่ตั้งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ดังเช่น การศึกษาของ วรวิทย์ (2549) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในจังหวัดชุมพร จากการเก็บแบบสอบถามผู้ประกอบการ โรงงาน พบว่าปัจจัยที่ผู้ประกอบการโรงงานให้ความสำคัญมากที่สุดคือ ความใกล้ชิดแหล่งวัตถุดิบ คิดเป็น 46% ทั้งนี้เพราะโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจำเป็นต้องพึ่งพาวัตถุดิบอย่างมาก ซึ่งปาล์มน้ำมัน เป็นวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ เทอะทะ มีน้ำหนักมากและเน่าเสียง่าย การตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบทำให้ ระยะเวลาการขนส่งใช้เวลาน้อยเป็นผลดีต่อกระบวนการผลิต เนื่องจากหากปล่อยให้ผลปาล์ม น้ำมันเข้าสู่โรงงานช้า ปริมาณกรดไขมันอิสระจะสูงขึ้นทำให้ร้อยละของปริมาณน้ำมันลดลง ปัจจัย รองลงมาคือราคาที่ดิน (24%) ความใกล้ชิดแหล่งน้ำ (11%) การมีเส้นทางคมนาคมขนส่งสะดวก (11%) จะเห็นได้ว่าผู้ประกอบการไม่ค่อยให้ความสำคัญกับปัจจัยนี้มากนัก เนื่องจากการขนวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์นั้นไม่ใช่ภาระหน้าที่ของโรงงานโดยตรง การขนวัตถุดิบเข้าโรงงานนั้นเกษตรกรจะเป็นผู้นำวัตถุดิบเข้ามาสู่โรงงานเอง ส่วนการขนส่งผลิตภัณฑ์ไปยังตลาดนั้นโรงงานใช้การจ้างเหมา รถบรรทุกน้ำมันแทน ส่วนปัจจัยการอยู่ในเขตที่รัฐให้การส่งเสริม (4%) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (4%) ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ วิชัย (2551) ที่ศึกษาวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมเอทานอลในประเทศไทยด้วยการรวบรวมข้อมูลสถิติจากหน่วยงานราชการ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพล ต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมเอทานอลคือ ปัจจัยวัตถุดิบ (มันสำปะหลัง) ถ้ามันสำปะหลังมีมากในจังหวัดใด และภาคใด ก็จะส่งผลให้อุตสาหกรรมเอทานอลไปตั้งอยู่จังหวัดและภาคนั้นมาก เช่นเดียวกับ โรงงานแปรรูปปาล์มและลำไยกระป๋อง ที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานถูกกำหนดจาก

ปริมาณวัตถุดิบ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการแปรรูป และความต้องการของตลาดผลผลิต (จิตติยา, 2545)

พีระพิทย์ และคณะ (2552) ทำการวิเคราะห์ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มใน จังหวัดกระบี่พบว่าปัจจัยสำคัญของที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม คือ การคมนาคม โดยเฉพาะทางหลวงแผ่นดินที่เชื่อมต่อระหว่างอำเภอและจังหวัดใกล้เคียง เพื่อความสะดวกในการขนส่งวัตถุดิบและผลผลิต และเป็นการลดต้นทุนด้านการขนส่ง สำหรับปัจจัยอื่น ๆ เช่น การใช้ที่ดิน สภาพภูมิประเทศ และเส้นทางน้ำ มีความสำคัญน้อย จะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านวัตถุดิบอาจมีความสำคัญน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดกระบี่มีพื้นที่ปลูกปาล์มจำนวนมาก กระจายอยู่ทั่วไปทุกพื้นที่ เช่นเดียวกับการศึกษาของ ขวัญฤทัย (2543) พบว่าปัจจัยหลักในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในภาคตะวันออกและภาคกลางคือ การคมนาคม วัตถุดิบ ที่ดิน สาธารณูปโภค และสาธารณูปการ

1.2 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเป็นการรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลจากหลากหลายผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process; AHP) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นการช่วยลดความซับซ้อนในการตัดสินใจ

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process; AHP) ถูกคิดค้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย เป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับทางวิชาการและถูกใช้อย่างแพร่หลายในการตัดสินใจที่ต้องพิจารณาหลายปัจจัย (Multiple criteria decision-making) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในเกณฑ์เชิงปริมาณและเกณฑ์เชิงคุณภาพ โดยเทคนิค AHP มีจุดเด่นที่สามารถช่วยลดความซับซ้อนในการตัดสินใจได้ จากการนำเสนอปัญหาในลักษณะที่เป็นลำดับชั้น พิจารณาเกณฑ์ในการตัดสินใจ และเกณฑ์ทางเลือกต่าง ๆ จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ในแต่ละจุดที่ต้องการตัดสินใจ โดยสามารถสรุปขั้นตอนของการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

กำหนดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่มีผลต่อการตัดสินใจจัดโครงสร้างของปัญหา โดยสร้างเป็นแผนภูมิลำดับชั้น แบ่งออกเป็น เป้าหมาย เงื่อนไขหลักเงื่อนไขรอง และทางเลือกของปัญหา

ขั้นตอนที่ 2

ทำการเปรียบเทียบแต่ละองค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้น โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่ ๆ ในรูปแบบของเมตริกซ์ที่ช่วยในการตัดสินใจ โดยทำการเปรียบเทียบทั้งสิ้น $n(n-1)/2$ คู่ ซึ่ง n หมายถึงจำนวนปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา

ตารางที่ 1 เมตริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)

เกณฑ์หรือปัจจัย	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ n
ปัจจัยที่ 1	1	a_{12}	a_{1n}
ปัจจัยที่ 2	a_{21}	1	a_{2n}
ปัจจัยที่ n	a_{n2}	a_{n2}	1

จากตารางเมตริกซ์ข้างต้น a_{12} เป็นค่าลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยที่ 2 และ a_{21} เป็นส่วนกลับของ a_{12} ปัจจัยที่ 1 จะถูกเปรียบเทียบกับปัจจัยที่ 2 ถึงปัจจัย n ในแนวนอนของปัจจัย 1 การเปรียบเทียบจะดำเนินเช่นเดียวกับปัจจัย 2 ในแนวนอนที่ 2 โดยใช้หลักการที่ว่า “ระหว่างปัจจัยที่ 1 กับปัจจัยที่ 2 ปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่ากัน โดยใช้หลักการให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นของความสำคัญตั้งแต่ 1 ถึง 9 ดังแสดงในตารางที่ 2 เรียกว่าเมตริกซ์ A

ขั้นตอนที่ 3

ปรับค่าระดับความสำคัญในการเปรียบเทียบของแต่ละปัจจัย (Normalization) โดยการนำตัวเลขในแต่ละช่องหารด้วยผลรวมของแต่ละแถว ดังสมการที่ 1

$$a'_{ij} = a_{ij} / \sum a_{ij} \quad (1)$$

ตารางที่ 2 ค่าระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัยส่งผลต่อวัตถุประสงค์เท่าๆกัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่ง
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 4

คำนวณน้ำหนักของแต่ละปัจจัยโดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวจะได้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย เมตริกซ์ W^T

ขั้นตอนที่ 5

การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio; C.R.) โดยมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

- 1) คำนวณผลคูณระหว่างเมตริกซ์ A และเมตริกซ์ W^T ซึ่งผลที่ได้จากการคูณกันจะเรียกว่าเมตริกซ์ AW^T
- 2) นำผลคูณเมตริกซ์ AW^T มาหารกับน้ำหนักของแต่ละปัจจัย
- 3) คำนวณค่า $\lambda_{\max}$ เพื่อนำมาคำนวณดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล จากสมการโดยที่ n คือจำนวนปัจจัยที่นำมาพิจารณา

$$\lambda_{\max} = 1/n(AW^T/W^T)$$

- 4) คำนวณดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Index : CI)หาได้จากสูตร

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$$

5) หาสัดส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio : CR) จากอัตราส่วนระหว่างดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล (CI) กับดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index : R.I.) จากสมการ ซึ่งค่า R.I. ได้แสดงในตารางที่ 3.6

$$C.R. = CI/CI$$

ตารางที่ 3 ค่าของดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

ถ้าผลจากการคำนวณได้ค่า $C.R. \leq 0.10$ หรือ 10% ถือว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่หากค่า $C.R. > 0.10$ จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ ผู้ตัดสินใจจะต้องทบทวนการวินิจฉัยและการจัดลำดับความสำคัญในการเปรียบเทียบรายชื่อใหม่อีกครั้ง

เทคนิค AHP มีการประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจในปัญหาต่างๆ ในหลายๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการตัดสินใจทางเลือกต่างๆ เช่น การคัดเลือก (Selection), การประเมินทางเลือก (Evaluation), การจัดสรรทรัพยากร (Allocation), การจัดลำดับความสำคัญ (Priority and Ranking), การวางแผนและการพัฒนา (Planning and Development) และใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ (Forecasting) งานวิจัยส่วนใหญ่ นำเทคนิค AHP มาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เช่น ปูน และคณะ (2549) ได้ใช้เทคนิค AHP ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด ในเชิงวิศวกรรมในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม จากพื้นที่ทางเลือกที่มีความเหมาะสม 3 พื้นที่ ด้วยเกณฑ์ (1) ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ (2) ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม (3) ลักษณะทางกายภาพ (4) ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

2. แนวความคิดและทฤษฎี และผลงานวิจัยด้านแหล่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกหรือโรงงาน (Facility or plant location)

การวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้ง (location analysis) ถือเป็นการตัดสินใจในระดับกลยุทธ์ (Strategic decision) ของการออกแบบห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในระดับรองลงมา ได้แก่ การตัดสินใจระดับยุทธวิธีและระดับปฏิบัติการ (Tactical and Operational decisions) (Daskin, 2008) ดังนั้นจึงได้แบ่งการศึกษาออกเป็น

- 2.1 ทฤษฎีทำเลที่ตั้ง (Industrial Location Theory)
- 2.2 ปัญหาการเลือกที่ตั้ง (Facility Location Problem)
- 2.3 ตัวแบบการวิจัยการดำเนินงาน (Model in Operations Research)
- 2.4 การหาผลลัพธ์ของตัวแบบ (Solution of Model)
- 2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทำเลที่ตั้งอุตสาหกรรม (Industrial Location Theory)

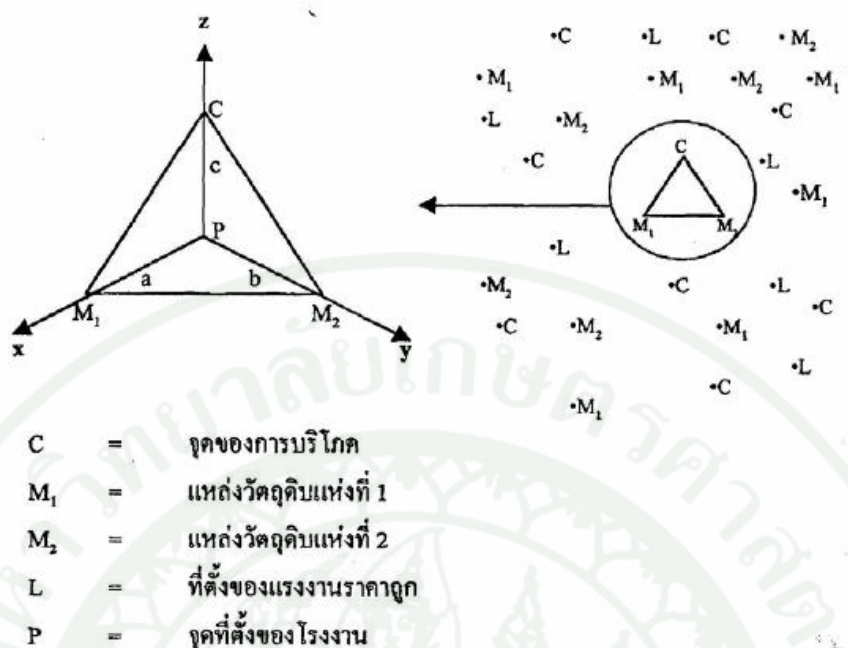
ทฤษฎีและแนวความคิดที่ตั้งอุตสาหกรรม มีนักภูมิศาสตร์และนักเศรษฐศาสตร์จำนวนมาก อุทิศตนเพื่อสร้างทฤษฎี แนวความคิดและแบบจำลอง (Model) ในการอธิบายปรากฏการณ์และศึกษาแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสม (The Optimum Location) ซึ่งอาจแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ให้ความสำคัญกับแหล่งที่ตั้งที่มีต้นทุนต่ำสุด (The Least Cost Location Theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายแหล่งที่ตั้งอุตสาหกรรม ที่ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่น้อยที่สุด 2) กลุ่มที่ให้ความสำคัญกับแหล่งที่ตั้งที่สามารถให้กำไรได้มากที่สุด (The Maximum Profits Location Theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายที่ตั้งที่มีรายจ่ายน้อยที่สุด และมีรายได้มากที่สุด 3) ทฤษฎีแหล่งที่ตั้งโดยนัยของทฤษฎีดุลยภาพทั่วไป เป็นการวิเคราะห์ที่ตั้งเกี่ยวกับกิจการทางเศรษฐกิจทุกชนิดในพื้นที่ และพยายามอธิบายถึงจุดดุลยภาพและการเปลี่ยนแปลงในดุลยภาพของแหล่งผลิต ตลอดจนกระแสหมุนเวียนของปัจจัยการผลิตและสินค้าระหว่างพื้นที่ (กาญจนา, 2526)

ซึ่งนักภูมิศาสตร์และนักเศรษฐศาสตร์ที่ได้นำเสนอและพัฒนาแนวความคิดและทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมที่สำคัญ มีดังนี้

Alfred Weber นักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมันผู้ซึ่งได้รับการยกย่องให้เป็นบิดาแห่งทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรม ใช้หลักทฤษฎีที่ตั้งที่มีต้นทุนต่ำสุด (The Least Cost Location Theory) ค้นหาตำแหน่งที่มีค่าขนส่งต่ำที่สุด เพื่ออธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อทำเลที่ตั้ง ซึ่งในการวิเคราะห์ต้องลดความสลับซับซ้อนในโลก เวเบอร์จึงได้ตั้งข้อกำหนด 5 ข้อ ได้แก่ (1) วัตถุดิบมีสองประเภทคือประเภทที่พบได้ทั่วไป และประเภทที่พบได้เฉพาะบางพื้นที่ (2) บริเวณของตลาดมีขนาดที่แน่นอน (3) แรงงานมีอยู่เฉพาะในบางพื้นที่ (4) ผลผลิตสามารถขายได้ไม่มีขีดจำกัด และขายในราคาเท่ากันหมด และ (5) ไม่มีความแตกต่างกันภายในพื้นที่ เวเบอร์ได้ให้ความสนใจกับปัจจัยทางที่ตั้ง 3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม คือ ปัจจัยค่าขนส่ง ปัจจัยค่าจ้างแรงงาน และปัจจัยแรงที่ก่อให้เกิดการรวมกลุ่ม (Agglomerative Force)

1) ปัจจัยค่าขนส่ง เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ซึ่งโรงงานจะตั้งอยู่ที่จุดที่เสียค่าขนส่งรวมต่ำที่สุดขึ้นอยู่กับ สถานที่พบวัตถุดิบ จำนวนวัตถุดิบที่ใช้ การสูญเสียน้ำหนักในการผลิต และระยะทางในการขนส่ง พิจารณาโดยใช้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ในกรณีที่ตลาดเดียวและใช้วัตถุดิบจากแหล่งเดียว หากวัตถุดิบสามารถหาได้ทั่วไป โรงงานจะตั้งที่ตลาดเพราะว่าไม่ต้องเสียค่าขนส่งมายังตลาด แต่หากวัตถุดิบพบได้เฉพาะแหล่งและเป็นวัตถุดิบที่ไม่สูญเสียน้ำหนักในกระบวนการผลิต โรงงานจะตั้งอยู่ที่ไหนก็ได้ระหว่างตลาดกับแหล่งวัตถุดิบ ส่วนวัตถุดิบที่พบได้เฉพาะแหล่ง และเป็นวัตถุดิบที่สูญเสียน้ำหนักในกระบวนการผลิต โรงงานจะตั้งอยู่ที่แหล่งวัตถุดิบ เพราะลดต้นทุนการขนส่งส่วนที่ไม่ได้ประโยชน์ของวัตถุดิบ เวเบอร์กำหนดค่าขนส่งเท่ากับน้ำหนักของวัตถุดิบหรือผลผลิตคูณกับระยะทางที่ขนส่ง วัตถุดิบมี 2 ชนิดคือ M_1 และ M_2 มีจุดของผู้บริโภคหรือตลาดคือ C ถ้าโรงงานต้องการใช้วัตถุดิบ M_1 จำนวน X ตัน และ M_2 จำนวน Y ตัน ซึ่งผลผลิตที่ผลิตได้มีน้ำหนัก Z ตัน และ P เป็นจุดที่ตั้งโรงงาน a,b,c เป็นระยะทางจาก PM_1 , PM_2 และ PC ตามลำดับ(ภาพที่ 1) การหาค่าจุด P ที่มีค่าน้อยที่สุดสามารถหาได้จากสูตร $Xa+Yb+Zc$ ที่มีค่าต่ำสุด

โดยสรุปแล้วที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานอุตสาหกรรมตามทฤษฎีเวเบอร์ นั้นคือบริเวณที่ค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด ซึ่งปัจจัยที่กำหนดได้แก่ ระยะทาง น้ำหนักของวัตถุดิบกับผลผลิตที่ตั้งโรงงานจะอยู่ระหว่างแหล่งวัตถุดิบ ตลาด และจุดกึ่งกลางระหว่างตลาดกับแหล่งวัตถุดิบ



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมโดยใช้สามเหลี่ยมแหล่งที่ตั้ง (Locational Triangle)

ที่มา: ดัดแปลงจากกาญจน์ (2526)

2) ปัจจัยต้นทุนค่าจ้างแรงงาน ในโมเดลที่ตั้งอุตสาหกรรมของเวเบอร์ กล่าวว่า บริเวณที่มีแรงงานราคาถูกจะทำให้สามารถหันเหที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมออกไปจากที่ตั้งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุด การวิเคราะห์สถานการณ์ดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เส้นไอโซเพน พิจารณาร่วมด้วย ซึ่ง ไอโซเพน คือเส้นที่ลากเชื่อมจุดต่างๆ ที่มีค่าขนส่งรวมเท่ากันหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เส้นที่ลากล้อมรอบที่ตั้ง ซึ่งมีค่าขนส่งรวมต่ำสุดโดยเชื่อมจุดต่างๆ ที่มีค่าขนส่งเพิ่มขึ้นเท่ากัน การเคลื่อนย้ายโรงงานอุตสาหกรรมจาก P_1 ไปยัง L_1 จะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 3 ดอลลาร์ ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมที่ L_1 จะต่ำกว่าที่อื่นๆ เวเบอร์ เรียกเส้นไอโซเพนที่มีราคาเดียวกันกับการประหยัดในค่าแรงว่า เส้นไอโซเพนวิกฤต (Critical Isopane)

โมเดลของเวเบอร์มีจุดอ่อนคือ ขาดความยืดหยุ่น จึงเป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้วิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม แนวคิดของเวเบอร์ มีอิทธิพลอย่างมากทั้งในอดีตและปัจจุบัน เป็นพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีที่สามารถพัฒนาต่อไปเรื่อยๆ ถึงแม้จะมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง

Walter Isard นักเศรษฐศาสตร์ภูมิภาคนิยมได้ทำการศึกษาการเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรมโดยให้ความสำคัญกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ค่าขนส่ง อิสราร์ดได้ให้ความสำคัญกับค่าขนส่งในระดับเดียวกันกับปัจจัยการผลิตอื่นๆ โดยหาที่ตั้งที่เหมาะสมหรือที่ตั้งที่เสียค่าขนส่งต่ำที่สุด ซึ่งจะทำให้เป็นที่ตั้งที่มีต้นทุนน้อยที่สุด อิสราร์ดได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ตั้งค่าจ้างแรงงานของเวเบอร์ร่วมกับ อาณาบริเวณตลาดของแพแลนเดอร์ ซึ่งสรุปได้ว่าที่ตั้งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมที่สุดในด้านใด ด้านหนึ่งจะสามารถครอบครองอาณาบริเวณตลาดได้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นบริเวณที่มีค่าจ้าง แรงงานถูกจะสามารถส่งสินค้าไปจำหน่ายยังบริเวณตลาดได้เพียงส่วนหนึ่งเช่นกันรูปแบบทางที่ตั้งของอุตสาหกรรมที่ได้ประโยชน์จากการรวมตัว อิสราร์ดมีความเห็นสนับสนุนแนวความคิดของเวเบอร์อีกด้วย เนื่องจากเขาเห็นว่าที่ตั้งซึ่งอยู่บริเวณร่วมกันจะได้รับประโยชน์จากการรวมตัวของอุตสาหกรรม

August Losch นักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมันได้ศึกษาถึงแหล่งที่ตั้งอุตสาหกรรม ซึ่งเห็นว่าอุปสงค์ (Demand) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการผลิตขึ้น เลอส์ชมีความคิดเห็นขัดแย้งกับเวเบอร์ในการเลือกที่ตั้ง ณ จุดซึ่งเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด แต่เลอส์ชกลับเห็นว่าที่ตั้งที่ดีที่สุด คือ ที่ตั้ง ณ บริเวณที่ได้รับผลกำไรสูงสุด ซึ่งเป็นจุดที่รายได้ทั้งหมดหักจากรายจ่ายทั้งหมดมากที่สุดและเลอส์ชตั้งสมมติฐานว่า ตลาดมีการแข่งขันสมบูรณ์ ต้นทุนการผลิต และสถานะตลาดเหมือนกัน โดยเลอส์ชกำหนดให้มี ผู้ผลิตที่ครอบครองตลาดของตนได้ส่วนหนึ่งต่อมาเมื่อผู้ผลิตเกิดขึ้นหลายรายมีลักษณะการครอบครองตลาดเป็นวงกลมและเมื่อมีผู้ผลิตหลายรายในพื้นที่จะทำให้ตลาดปรับตัวเป็นรูปหกเหลี่ยม (Hexagonal Market Area) และการปรับตัวนี้จะดำเนินไปจนกระทั่งผู้ผลิตแต่ละรายไม่มีกำไรส่วนเกินเพราะตลาดเป็นตลาดที่แข่งขันกันอย่างสมบูรณ์ และรูปแบบตลาดดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นเต็มพื้นที่ทั้งหมด ต่อมาได้มีการพัฒนาทฤษฎีให้สมบูรณ์มากขึ้น เรียกว่า ทฤษฎีกลาสสิกใหม่

Melvin Greenhut ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและได้สรุปว่า อุปสงค์และต้นทุนมีความสำคัญต่อการเลือกที่ตั้งมาก การเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์และต้นทุนก็มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ตั้งได้ และทำให้เกิดภาวะดุลยภาพเปลี่ยนไปได้ นอกจากนี้แล้วยังได้กล่าวถึงปัจจัยที่สำคัญในการ

เลือกที่ตั้งอุตสาหกรรมปัจจัยแรกคือ ค่าใช้จ่าย ณ ที่ตั้ง อันได้แก่ค่าขนส่ง แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆในการผลิต ปัจจัยที่สอง คือ ปัจจัย ณ แหล่งตลาด ซึ่งหมายถึงการพยายามให้หน่วยผลิตของตนสามารถผูกขาดตลาดได้เพียงผู้เดียว หรือสามารถครอบครองอาณาบริเวณตลาดได้กว้างที่สุด ปัจจัยที่สาม คือ ปัจจัยที่ลดต้นทุน ปัจจัยที่สี่ คือ ปัจจัยที่จะเพิ่มรายได้ ปัจจัยที่ห้า คือ ปัจจัยส่วนบุคคลที่จะลดต้นทุน ปัจจัยที่หก คือ ปัจจัยส่วนบุคคลที่จะเพิ่มรายได้ และปัจจัยที่เจ็ด คือ ปัจจัยการตัดสินใจเฉพาะบุคคล

2.2 ปัญหาการเลือกที่ตั้ง (Facility Location Problem)

ในการทำการวิจัยพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานได้มีการทำการศึกษาอย่างกว้างขวางภายใต้ชื่อ Facility Location Problem ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยดำเนินการและวิทยาการบริหารจัดการ (Farahani et al. 2010) โดยปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานต่างก็เป็นปัญหา NP-Hard ซึ่งเมื่อขนาดของปัญหามีขนาดใหญ่และซับซ้อนจะทำให้ยากในการแก้ปัญหาหรือหาผลเฉลยที่ดีที่สุด (Optimal Solution) ซึ่งปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งมีลักษณะของปัญหาหลายแบบเช่น 1) Stochastic Location Problems ปัญหาที่มีความไม่แน่นอนของตัวแปรที่นำเข้าเช่น การพยากรณ์ความต้องการ หรือระยะทางการขนส่ง 2) Dynamic Location Problems เน้นประเด็นความต่างของเวลารวมไปถึงการขยายทำเลที่ตั้ง 3) Static and Deterministic Location Problems (Owen and Daskin, 1998)

2.3 ตัวแบบการวิจัยการดำเนินงาน (Model in Operations Research)

ตัวแบบการวิจัยการดำเนินงานที่สำคัญคือ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เป็นการสร้างตัวแบบที่ได้จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆ จะต้องตั้งข้อสมมุติฐานว่า ทุก ๆ ตัวแปรที่สัมพันธ์กันเป็นแบบเชิงปริมาณ ความสัมพันธ์ของตัวแบบอยู่ในรูปฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายพฤติกรรมของระบบ และผลลัพธ์ของตัวแปรที่สร้างขึ้นหาได้โดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เมื่อได้ผลลัพธ์ของตัวแปรที่สร้างขึ้นแล้ว จึงมีการแปลความหมายออกมาในรูปของระบบปัญหาจริง ๆ นอกจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังมีการใช้ตัวแบบจำลอง (Simulation Model) และตัวแบบฮิวริสติก (Heuristic Model) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและความยุ่งยากซับซ้อนของปัญหานั้น ๆ

2.3.1 ชนิดของตัวแบบแทนระบบปัญหา

ตัวแบบแทนระบบปัญหาของการวิจัยการดำเนินงานที่สำคัญและใช้กันอย่างแพร่หลายดังต่อไปนี้

2.3.1.1 ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Model) เป็นตัวแบบแทนระบบปัญหาเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพที่สุด และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เป็นแบบเชิงเส้นทั้งสิ้น การหาผลลัพธ์ของตัวแปรนี้มีหลายวิธี แต่ที่นิยมคือวิธีซิมเพลกซ์ (Simplex Method)

2.3.1.2 ตัวแบบกำหนดการไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear Programming Model) เป็นตัวแบบแทนระบบปัญหาที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรไม่เป็นแบบเชิงเส้น

2.3.1.3 ตัวแบบกำหนดการพลวัต (Dynamic Programming Model) เป็นตัวแบบแทนระบบปัญหาที่มีการตัดสินใจติดต่อกันเป็นขั้นตอนหลายๆ ขั้นตอน สำหรับปัญหาขนาดใหญ่ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน การแตกปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนย่อยๆ นั้นง่ายกว่าการแก้ปัญหาขนาดใหญ่

2.3.1.4 ตัวแบบปัญหาการขนส่ง (Transportation Model) เป็นตัวแบบแทนปัญหาการขนส่งทรัพยากรระหว่างแหล่งต่างๆ

2.3.1.5 ตัวแบบแถวคอย (Queuing Model) เป็นตัวแบบแทนระบบปัญหาเกี่ยวกับการให้บริการที่ไม่ต้องการให้ลูกค้าเสียเวลารอคอยนานเกินไป โดยคำนึงถึงการประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆ

2.3.1.6 ตัวแบบสินค้าคงคลัง (Inventory Model) เป็นตัวแบบแทนระบบปัญหาที่เกี่ยวกับการหาจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อหรือผลิตในแต่ละครั้ง

2.3.1.7 ตัวแบบการแข่งขัน (Competitive Model) เป็นตัวแบบแทนระบบปัญหาที่ต้องการตัดสินใจในการประกอบธุรกิจ เพราะว่าการทำธุรกิจย่อมมีการแข่งขันกัน

2.3.1.8 ตัวแบบการจำลอง (Simulation Model) เป็นตัวแบบที่สามารถใช้แทนระบบปัญหาต่างๆ ได้มากมาย เช่น ปัญหาแถวคอย ปัญหาการควบคุมสินค้าคงคลัง เป็นต้น การวิเคราะห์ตัวแบบการจำลองจะต้องอาศัย เลขสุ่ม(Random Number)

2.3.1.9 ตัวแบบข่ายงาน (Network Models including PERT and CPM) เป็นตัวแบบที่ใช้ในปัญหาการควบคุมงานที่เป็นโครงการใหญ่ๆ ให้เสร็จตามกำหนดเวลา

2.4 การหาผลลัพธ์ของตัวแบบ (Solution of Model)

วิธีการที่สามารถแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงาน อาจใช้วิธีการ Heuristic หรือวิธีการ Exact algorithm ซึ่งวิธีการ Exact algorithm นี้สามารถที่จะแก้ปัญหาที่มีขนาดปานกลางคือประมาณ 50 โรงงาน และ 50 ผู้บริโภค ส่วนวิธีการ Heuristic แม้คำตอบอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดแต่สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้

2.4.1 เอ็กแซคต อัลกอริทึม (Exact Algorithm)

คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) สามารถแก้ปัญหาได้เฉพาะขนาดเล็ก เช่น การจำลองรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model), โปรแกรมพลวัต (Dynamic Programming), วิธีขยายและจำกัดเขต (Branch & Bound) และโปรแกรมเลขจำนวนเต็ม (Integer Programming)

2.4.2 วิทยาการศึกษานี้ก (Heuristics)

คำตอบที่ได้ไม่แน่ว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) สามารถแก้ปัญหาขนาดใหญ่ได้ วิธีในการหาคำตอบแบ่งออกได้ 2 วิธี ดังนี้

2.4.2.1 เมตะ-ฮิวริสติก(Meta-Heuristic) ได้แก่ วิธีทาบูเสิร์ช(Tabu search), วิธีขั้นตอนพันธุกรรม(Genetic Algorithm), วิธีซิมิวเลเตดแอนนีลลิ่ง(Simulated Annealing) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม(Neural Network)

2.4.2.2 วิทยาการสำนึกอื่นๆ เช่น ปัญหาการเดินทางของเซลแมน(Travelling Salesman Problem: TSP), วิธีเน็กซ์ทเบ็ซท์อัลกอริทึม(Next Best Rule: NB Algorithm) และวิธี คลาร์กแอนด์ไรท์อัลกอริทึม(Clarke & Wright Algorithm) เป็นต้น

2.5 ผลงานวิจัยด้านแหล่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกหรือโรงงาน

ไพฑูรย์ (2518) ทำการวิเคราะห์หาที่ตั้งและขนาดของคลังสินค้าข้าวในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการวิเคราะห์ปัญหามีวัตถุประสงค์ให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุดระหว่างภาคต่าง ๆ ที่มีผลผลิตเกินความต้องการและมีผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้มีผลผลิตเสนอขายเพียงพอต่อความต้องการของแต่ละภาค โดยแบ่งภาคในการศึกษาออกเป็น 10 ภาค มีรูปแบบการขนส่ง 2 ลักษณะ คือ การขนส่งทางถนนและการขนส่งทางน้ำ และมีแบบจำลองในการศึกษา 2 แบบคือ แบบจำลองที่สมมุติให้ปริมาณผลผลิตรวมเท่ากับปริมาณความต้องการรวมทั้งภายในและส่งออก และแบบจำลองที่สมมุติให้ปริมาณผลผลิตรวมเท่ากับปริมาณความต้องการภายใน ปริมาณส่งออกโดยเฉลี่ยของประเทศ และปริมาณข้าวคงเหลือข้ามปี ผลจากการศึกษาแสดงผลของที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของคลังสินค้าข้าวที่ควรจัดในภาคต่าง ๆ รวมถึงแสดงปริมาณของข้าวแต่ละชนิดที่ถูกขนย้ายมาเก็บรักษาในคลังสินค้าข้าว ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ถ้ามีการดำเนินการต่าง ๆ กับคลังสินค้าข้าวอย่างจริงจัง ปัญหาเกี่ยวกับราคาข้าวจะลดลงมาก

อารีย์ (2528) ทำการวิเคราะห์หาขนาดของโรงสีและการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือกไปยังโรงสีที่มีอยู่และหาที่ตั้งของโรงสีที่จะสร้างเพิ่มของชุมชนสหกรณ์การเกษตรจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งแบ่งข้าวเปลือกออกเป็น 4 ประเภท คือ ข้าวเจ้านาปี ข้าวเหนียนาปี ข้าวเจ้านาปรังและข้าวเหนียนาปรัง พบว่า อุปทานข้าวนาเจ้านาปีและข้าวเหนียนาปีมีปริมาณมากกว่ากำลังการผลิตของโรงสีของชุมชนสหกรณ์การเกษตรจังหวัดที่มีอยู่ในขณะนั้น ควรตั้งโรงสีเพิ่มอีก 7 แห่ง หากมีทุนจำกัดควรตั้งโรงสีเพิ่มแค่ 4 แห่ง

นัทธมน (2541) ศึกษาแหล่งที่ตั้งศูนย์คัดบรรจุพืชผักของมูลนิธิโครงการหลวง รวมถึงวิธีการคัดบรรจุและยานพาหนะขนส่งที่เหมาะสม ครอบคลุมพืชผักเศรษฐกิจ 38 ชนิด ในศูนย์พัฒนาฯ 15 แห่ง วิจัยคัดบรรจุ 2-4 วิธี รถขนส่ง 3 ขนาด และตลาดปลายทาง 2 แห่ง คือ เชียงใหม่ และ กรุงเทพฯ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อวิเคราะห์โมเดลที่ไม่เป็นเส้นตรงอันเนื่องมาจากขนาดของยานพาหนะขนส่ง (linear approximation to non-linear) ซึ่งแยก

เป็น 2 โมเดล ได้แก่ 1) โมเดลการวิเคราะห์ต้นทุนบริการการตลาดรวมต่ำสุด ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านอุปทาน และ 2) โมเดลการวิเคราะห์ต้นทุนบริการการตลาดรวมต่ำสุด ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านอุปสงค์และพื้นที่เพาะปลูกที่มีศักยภาพ พบว่า แหล่งจัดบรรจุพืชผักชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมคือ ศูนย์พัฒนาฯทุกแห่งของมูลนิธิโครงการหลวง ปริมาณผลผลิตที่ขนส่งจากศูนย์พัฒนาฯ ต่างๆ จะเท่ากับปริมาณผลผลิตทั้งหมดของศูนย์นั้น ๆ เป็นผลจากข้อจำกัดในโมเดลที่ 1 สำหรับผลการวิเคราะห์จากโมเดลที่ 2 ศึกษาเพียง 5 ชนิด พบว่า มีศูนย์พัฒนาฯบางแห่งไม่ถูกเลือกให้เป็นแหล่งผลิตและศูนย์จัดบรรจุและบางแห่งต้องผลิตน้อยกว่าปริมาณผลผลิตตามศักยภาพของพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อให้ต้นทุนบริการตลาดรวมของโครงการหลวงต่ำสุดตามข้อจำกัดด้านอุปสงค์

จักรพงษ์ (2545) ศึกษาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานที่มีกำลังการผลิตจำกัดภายใต้ความต้องการที่ไม่แน่นอน โดยมุ่งเน้นให้มีต้นทุนในการก่อตั้งและระหว่างดำเนินการน้อยที่สุด ขณะที่มีการจำกัดกำลังการผลิตของโรงงาน และอยู่ภายใต้ความต้องการที่ไม่แน่นอนของผู้บริโภค ซึ่งปัญหานี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มปัญหาเอ็นพีแบบยาก (NP-Hard) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการแยกปัญหาของเบนเดอร์ (Benders Decomposition Method) มาแบ่งตัวปัญหาเป็นสองส่วนที่เล็กลง อาศัยเทคนิคการสุ่มเฉพาะที่สำคัญ (Monte carlo Importance Sampling Technique) เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหารวดเร็วยิ่งขึ้น จากผลเฉลยของกระบวนการที่พัฒนาขึ้นสามารถรับประกันผลเฉลยด้วยความเชื่อมั่น 95% จากการทดสอบกระบวนการที่พัฒนาขึ้น พบว่าผลเฉลยมีค่าใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดโดยมีเวลาในการทำงานที่รวดเร็วภายใต้ขอบเขตของเวลาพหุนาม

ณัฐพร (2545) ศึกษาทำเลที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลทรายในประเทศไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทราบจำนวน ขนาดและที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมโดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการวิเคราะห์ ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์ให้ต้นทุนการขนส่งและการผลิตอ้อยต่ำที่สุด ได้สร้างสถานการณ์ต่างๆ 3 กรณี คือ 1) กรณีสถานการณ์ปัจจุบัน 2) กรณีการผลิตอ้อยตามศักยภาพของพื้นที่ และ 3) กรณีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยที่สอดคล้องกับโรงงานน้ำตาลทรายที่มีศักยภาพ โดยปรับปรุงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Stollsteimer ซึ่งในการศึกษารั้งนี้ตัดสินใจการแปรรูปออกจาก โรงงานน้ำตาลทรายแต่ละแห่งที่เป็นของเอกชนนั้นไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลต้นทุนการแปรรูปได้ด้วยเหตุผลทางธุรกิจและเพิ่มต้นทุนการผลิตอ้อยลงแทน เพราะหากจังหวัดที่ทำการเพาะปลูกอ้อยมีต้นทุนการผลิตอ้อยที่ต่ำก็สามารถขนส่งอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาลทรายที่อยู่ห่างไกลกว่าจังหวัดที่ต้นทุนการผลิตอ้อยสูง

ฐิตยา (2545) ศึกษาที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมลีนจีและลำไยกระป๋อง ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลในปี 2543 ทำการวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบที่ต้องการ คือ จำนวนโรงงาน ขนาดของโรงงานและตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานโดยใช้แบบจำลอง โปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อจะทำให้เสียต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการแปรรูปต่ำที่สุด ภายใต้ ข้อจำกัดทางด้านอุปสงค์ต่อผลผลิตของตลาดต่างๆ อุปทานของวัตถุดิบในแหล่งผลิตต่างๆ และ กำลังการผลิตของโรงงานต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยเป็นโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ปรับปรุง จาก Stollsteimer และ Polopolus

ภทริยา (2551) ศึกษาตัวแบบกำหนดการหลายระดับสำหรับปัญหาการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์กลางกระจายสินค้า กำหนดการหลายระดับ (Multi-level Programming) ถูกนำมา ประยุกต์ใช้ในการสร้างตัวแบบสำหรับหาตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์กลางกระจายสินค้า (Optimal Distribution Center Location) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนโลจิสติกส์รวม (Total Logistic Costs) ซึ่งประกอบด้วย ค่าการขนส่งสินค้า ค่าสินค้าคงคลัง และค่าการจัดการศูนย์กลาง กระจายสินค้าต่ำที่สุด สำหรับปัญหาในการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งพารามิเตอร์ของตัวแบบออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. ส่วนของโรงงานผลิตสินค้า ได้แก่ กำลังการผลิตสินค้า 2. ส่วนของศูนย์กลางกระจาย สินค้า ได้แก่ ชีตความสามารถในการจัดเก็บสินค้า การเปิดและดำเนินการ การเก็บรักษาสินค้าคง คลัง การสั่งซื้อสินค้า และปริมาณสินค้าที่จุดสั่งซื้อ 3. ส่วนของลูกค้า ได้แก่ ความต้องการของลูกค้า และพบว่ากำหนดการสามระดับ (Three-level Programming) มีความเหมาะสมสำหรับสร้างตัวแบบ ปัญหานี้ซึ่งจะนำไปหาผลด้วยระเบียบวิธีทางฮิวริสติก (Heuristics) เช่น ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm) และหรือขั้นตอนวิธีการจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing) ต่อไป

Badri (1999) นำเสนอการคัดเลือกสถานที่ตั้งโรงงานผลิตปิโตรเคมีภัณฑ์ที่เหมาะสม ใน 6 ประเทศตะวันออกกลาง ได้แก่ Saudi Arabia, the United Arab Emirates, Bahrain, Kuwait, Qatar และ Oman วิธีแรกจะใช้ AHP เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเพียงอย่างเดียว ภายใต้ หลักเกณฑ์สำคัญ 4 ปัจจัย คือ ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์, ข้อกำหนดของรัฐบาล, ความสามารถเชิง แข่งขันและความอยู่รอดของบริษัท, สถานการณ์ทางการเมืองระหว่างประเทศ และในวิธีที่สองจะ ใช้ AHP ร่วมกับ Goal Programming ในการตัดสินใจโดยจะนำค่าน้ำหนักความพึงพอใจของแต่ละ สถานที่ภายใต้หลักเกณฑ์ต่างๆ จาก AHP ไปใส่ค่าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Goal Programming ซึ่งพิจารณาภายใต้ข้อจำกัดทางทรัพยากร

Yang et al. (2007) นำเสนอการหาที่ตั้งของสถานีดับเพลิงที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการกำหนดการหลายปัจจัยแบบฟัซซี่ร่วมกับขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม (GA) โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้วิธีการกำหนดการหลายปัจจัยแบบฟัซซี่ปรับเปลี่ยนวัตถุประสงค์ในการหาที่ตั้งจาก 5 วัตถุประสงค์เป็นวัตถุประสงค์เดียวที่มี min-max ที่เหมาะสม และใช้วิธี GA ในการแก้ไขปัญหา

Hinojosa et al. (2008) นำเสนอตัวแบบปัญหาการกำหนดการพลวัต (Dynamic Programming Model) เกี่ยวกับปัญหาการหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการปิดหรือเปิดคลังสินค้า วัตถุประสงค์ของตัวแบบที่นำเสนอคือค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด (ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง, ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายในการเปิดคลังสินค้า)

Huijun et al. (2008) นำเสนอถึงวิธีการหาตำแหน่งที่เหมาะสม (Optimal Location) ของศูนย์กลางกระจายสินค้า (Distribution Center : DC) ในส่วนของการวางแผนทางด้านการโลจิสติกส์ โดยใช้ตัวแบบกำหนดการสองระดับ ซึ่งประกอบด้วย 1) The upper level model เป็นการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมภายใต้ค่าที่น้อยที่สุดของต้นทุนของผู้วางแผน (ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และเงินลงทุนในการจัดตั้ง 2) The lower level model จะเป็นการกำหนดจุดศูนย์กลางของความต้องการของลูกค้าและผู้วางแผนภายใต้ค่าที่น้อยที่สุดของต้นทุนของลูกค้า และใช้ระเบียบวิธีอวิริสติกส์มาใช้ในการแก้ปัญหา

Perpina et al. (2009) ศึกษาการหาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานชีวพลังงาน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการจัดหาข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของชีวมวลที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ระบุพื้นที่ควบคุมที่โรงงานไม่สามารถติดตั้งได้จากการทำ buffer zone ตามเงื่อนไขทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนต่อมา ประเมินที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานชีวพลังงานจากการคำนวณการขนส่ง พบว่างานวิจัยนี้สามารถหาตำแหน่งที่ตั้งที่ดีที่สุดสำหรับโรงงานชีวพลังงานที่สอดคล้องกับปริมาณชีวมวลในพื้นที่และต้นทุนการขนส่ง

Rentizelas et al. (2009) นำเสนอการใช้วิธี Hybrid optimization method ในการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่ใช้ชีวมวลมากกว่า 1 ชนิด ภายใต้ฟังก์ชันที่วัตถุประสงค์คือรายได้จากการลงทุนมากที่สุด พบว่าโมเดลนี้สามารถหาที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงผลิตพลังงานได้สอดคล้องกับปริมาณและระยะทางการรวบรวมชีวมวล โมเดลนี้

ช่วยส่งเสริมการตัดสินใจในการลงทุนของนักลงทุนที่สามารถตอบสนองความพอใจและความต้องการพลังงานที่แท้จริงของผู้บริโภคได้

Rentizelas and Tatsiopoulos (2010) ศึกษาที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานผลิตพลังงานชีวภาพโดยเปรียบเทียบการใช้วิธี hybrid optimization, genetic algorithms และ วิธี Sequential Quadratic Programming ภายใต้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือมูลค่าปัจจุบันสุทธิมากที่สุด พบว่าวิธี hybrid optimization นี้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการค้นหาคำตอบเหนือกว่าข้อจำกัดที่ซับซ้อนของปัญหาเมื่อเทียบกับ วิธี genetic algorithms และ วิธี Sequential Quadratic Programming

Velazquez-Marti and Fernandez-Gonzalez (2010) นำเสนอการออกแบบ Mathematical algorithms สำหรับกำหนดตำแหน่งที่เป็นไปได้ในการตั้งโรงงานพลังงานไฟฟ้า ใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการออกแบบเครือข่ายจากแผนที่ดิจิทัล งานวิจัยนี้พัฒนาวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเลือกตำแหน่งโรงงานไฟฟ้าจากแผนที่ ซึ่งข้อมูลที่ป้อนใส่ในแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คือ ตำแหน่งพิกัดของแต่ละเมือง, ความต้องการใช้พลังงานในแต่ละเมือง, กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้า, ระยะทางระหว่างแต่ละเมือง โดยมีเกณฑ์ที่ใช้เลือกที่ตั้งมีสองเกณฑ์คือ (1)พลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมดในแต่ละโรงงานต้องถูกบริโภค (2)พลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมดต้องมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ ซึ่งตำแหน่งที่ตั้งโรงงานพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมจะได้จากการทำ center of gravity และทำการวิเคราะห์เครือข่ายด้วยเทคนิคแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล
2. แบบสอบถามการเปรียบเทียบปัจจัยเชิงคู่ (Pairwise Comparison) ตามทฤษฎีของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP)
3. เครื่องคอมพิวเตอร์
4. โปรแกรม Super decision version 2.2.6 ใช้ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย
5. โปรแกรม solver ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริม (Add-in) ของไมโครซอฟต์เอ็กเซล สำหรับใช้ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

วิธีการ

1. รวบรวมผลการศึกษาวิจัยทางด้านโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้ง (Location Analysis) ของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยการตรวจเอกสารจากเอกสารรายงานการวิจัยและบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยการใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทาน ในงานวิจัยนี้ผู้ทำการวิจัยได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ชุด ดังนี้
 - 2.1 แบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานเพื่อทำการคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ชุด ตามกลุ่ม

ผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทาน คือ แบบสอบถามสำหรับกลุ่มเกษตรกร แบบสอบถามสำหรับกลุ่มผู้ประกอบการ และ แบบสอบถามสำหรับกลุ่มชุมชน โดยทำการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 20 ท่าน, ผู้ประกอบการจำนวน 5 ท่าน และชุมชนจำนวน 20 ท่าน ทำการคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลทั้งหมด 19 ปัจจัยจนเหลือ 4 ปัจจัย ซึ่งตัวแบบสอบถามที่ใช้สัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานได้มีการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการสื่อสารของแบบสอบถามให้มากยิ่งขึ้น และในแต่ละชุดแบบสอบถามแบ่งเนื้อหาออกเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

2.2 แบบสอบถามการเปรียบเทียบปัจจัยเชิงคู่ (Pairwise Comparison) เพื่อจัดอันดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยได้ออกแบบสอบถามตามหลักทฤษฎีของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งชุดแบบสอบถามแบ่งเนื้อหาออกเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ต่างๆ ตามทฤษฎีของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

3. ขั้นตอนการจัดอันดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

การจัดอันดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลทั้ง 4 ปัจจัยโดยใช้แบบสอบถามการเปรียบเทียบปัจจัยเชิงคู่ (Pairwise Comparison) ตามหลักทฤษฎีของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ๆ โดยตั้งคำถามว่า “ระหว่างปัจจัยที่หนึ่งกับปัจจัยที่สอง ปัจจัยใดมีความสำคัญมากกว่ากัน” ซึ่งใช้หลักการให้คะแนนตามระดับความสำคัญตั้งแต่ 1 ถึง 9 ดังแสดงในตารางที่ 4 จากนั้นใช้โปรแกรม Super decision ในการ

คำนวณหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จากนั้นตรวจสอบค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: CR) ถ้าผลจากการคำนวณได้ค่า $C.R. \leq 0.10$ หรือ 10% ถือว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่หากค่า $C.R. > 0.10$ จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ ผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องทบทวนการวินิจฉัยและการจัดลำดับความสำคัญในการเปรียบเทียบรายชื่อใหม่อีกครั้ง และเนื่องจากในงานวิจัยนี้มีผู้ตัดสินใจ(ผู้เชี่ยวชาญ) มากกว่าหนึ่งคน จึงจำเป็นต้องนำค่าความเห็นทั้งหมดมาเฉลี่ยแบบค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) ดังแสดงในสมการที่ (3.1)

$$\text{Geometric Mean} = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} \quad (3.1)$$

โดยที่ x_1	ค่าน้ำหนักความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่ 1
x_2	ค่าน้ำหนักความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่ 2
x_n	ค่าน้ำหนักความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่ n

ตารางที่ 4 แสดงหลักการให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นของความสำคัญในการเปรียบเทียบ
เป็นคู่

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจ ในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ประสบการณ์และการวินิจฉัยแสดงถึงความพึงพอใจ ในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งได้รับความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อ เปรียบเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่ง ในทางปฏิบัติปัจจัยนั้น ได้มีอิทธิพลเหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	มีหลักฐานยืนยันความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่ง มากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับที่สูงที่สุดเท่าที่จะ เป็นไปได้
2,4,6,8	สำหรับในกรณี ประนีประนอมเพื่อลด ช่องว่างระหว่างระดับ ความรู้สึปัจจัยที่เสมอกัน	บางครั้งผู้อ่านต้องการวินิจฉัยในลักษณะที่กำกวมกัน และไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้

4. สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้ง
ของโรงงานผลิตพลังงาน ตามหลักการวิจัยดำเนินการ (Operation Research) หรือแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. ทดสอบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ที่พัฒนาขึ้น โดยการใช้
ฟังก์ชัน Solver ในไมโครซอฟต์ เอ็กเซล เพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจาก
ชีวมวล

6. สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงาน

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการแสดงรายละเอียดของผลการศึกษาตามหัวข้อขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

ตอนที่ 2 ผลการคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

ตอนที่ 3 ผลการจัดอันดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น
(AHP)

ตอนที่ 4 ผลการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึม (Algorithm) สำหรับวิเคราะห์หาตำแหน่ง
ที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงาน

ตอนที่ 5 ผลการทดสอบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับการ
วิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

1. ผลการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทย

ในการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทยได้รวบรวมข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล จากเอกสารงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล มีอยู่จำนวน 19 ปัจจัย ผู้วิจัยได้จำแนกปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 4 ด้านคือ ด้านสังคม ด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐศาสตร์และกายภาพ และด้านการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 4

1.1 ปัจจัยด้านสังคม หมายถึง การพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อทุกฝ่ายที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทาน

นโยบายรัฐ หมายถึง นโยบายที่รัฐบาลให้การสนับสนุนและส่งเสริมทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การส่งเสริมการปลูกพืชพลังงานในพื้นที่ ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน(Adder) สิทธิประโยชน์ด้านภาษีอากร แหล่งเงินทุน กฎหมาย เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่สนับสนุนให้มีทั้งการตั้งโรงงานผลิตพลังงานและการปลูกพืชพลังงานมากยิ่งขึ้น

1.2 ปัจจัยด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อม หมายถึง การพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ การใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และคุณภาพชีวิตของชุมชนบริเวณโดยรอบที่ตั้งโรงงาน

1) การยอมรับของชุมชน พิจารณาทัศนคติหรือการเป็นที่ยอมรับของชุมชนในพื้นที่ว่าการตั้งโรงงานเป็นที่ยอมรับของชุมชนในระดับมากน้อยเพียงใด บางชุมชนอาจไม่ต้อนรับโรงงานอุตสาหกรรมใดที่อาจจะนำมาซึ่งมลภาวะที่เป็นพิษในลักษณะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเน่าเสีย เสียงดัง การจราจรติดขัด หรือโรงงานอุตสาหกรรมที่จะทำให้ชุมชนแห่งนั้นมีคุณภาพชีวิตที่แย่ลงไปกว่าเดิม การยอมรับของชุมชนเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการเลือกทำเลที่ตั้งแม้ไม่ใช่ปัจจัยหลัก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อปัจจัยด้านอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละทำเลที่ตั้งแล้ว ปัจจัยเรื่องการเป็นที่ยอมรับของชุมชนอาจจะกลายเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการตัดสินใจ โดยเฉพาะการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่เกิดการต่อต้านในหลาย ๆ พื้นที่

2) ผลประโยชน์ต่อชุมชนโดยรอบ เมื่อเกิดการก่อตั้งโรงงานขึ้นมาในพื้นที่นั้น ชุมชนบริเวณโดยรอบโรงงานจะได้รับประโยชน์จากการก่อตั้งโรงงาน อาทิเช่น คนในชุมชนมีโอกาสในการทำงานมากขึ้น เป็นแหล่งเก็บภาษีเพื่อนำไปบำรุงท้องที่ในพื้นที่นั้น ๆ พื้นที่มีระบบสาธารณูปโภคที่ดีขึ้น เป็นต้น

1.3 ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์และกายภาพ หมายถึง การพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการลงทุน พิจารณาดัชนีทุนค่าก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และรายได้ของโรงงาน พร้อมทั้งพิจารณาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ในปัจจุบัน

1) ราคาที่ดิน หมายถึง ราคาที่ดินในบริเวณที่จะก่อตั้งโรงงาน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญ เนื่องจากราคาที่ดินเป็นต้นทุนดำเนินการที่ผู้ประกอบการต้องลงทุนในการซื้อเป็นอันดับแรกและเป็นการลงทุนที่สูง ซึ่งหากตัดสินใจผิดพลาดจะก่อให้เกิดความเสี่ยง

ในการประสพภาวการณ์ขาดทุนได้เนื่องจากโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลใช้พื้นที่ค่อนข้างมากในการดำเนินการผลิต

2) ราคาวัตถุดิบ หมายถึง ราคารับซื้อวัตถุดิบชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน เช่น ราคารับซื้อฟางข้าว ราคารับซื้อลำต้นข้าวโพด ราคารับซื้อทางปาล์ม เป็นต้น ราคาวัตถุดิบเป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งที่ส่งกระทบต่อการดำเนินการของโรงงานอย่างมาก โดยต้นทุนการผลิตพลังงานส่วนมากเป็นต้นทุนค่าวัตถุดิบ ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีความผันผวนทางด้านราคาขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ส่งผลให้บางช่วงฤดูกาลที่วัตถุดิบขาดแคลนต้องมีการเพิ่มราคารับซื้อวัตถุดิบเพื่อดึงดูดให้เกษตรกรหันมาขายวัตถุดิบให้โรงงาน

3) ตั้งอยู่ใกล้แหล่งแรงงาน หมายถึง โรงงานตั้งอยู่ในพื้นที่ที่สามารถจัดหาแรงงานที่มีคุณลักษณะที่ต้องการได้อย่างเพียงพอ เช่น แรงงานอุตสาหกรรม แรงงานที่มีทักษะเฉพาะด้าน เป็นต้น โรงงานควรเลือกตั้งในพื้นที่ที่สามารถสนับสนุนหรือส่งเสริมการจัดหาแรงงานที่ต้องการได้

4) ตั้งอยู่ใกล้แหล่งตลาด เช่น โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลตั้งอยู่ใกล้โรงกลั่นน้ำมัน หรือตั้งอยู่ใกล้ผู้บริโภครพลังงาน เนื่องจากการตั้งอยู่ใกล้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายจะช่วยเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดได้มากยิ่งขึ้น และเป็นการลดต้นทุนการขนส่งในการส่งมอบให้กับลูกค้าอีกด้วย

5) ตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องพึ่งพาวัตถุดิบอย่างมาก หากตั้งใกล้แหล่งวัตถุดิบก็เป็นการเพิ่มโอกาสและความสามารถในการรวบรวมวัตถุดิบได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นเศษวัสดุที่เหลือทิ้งในไร่นา มีปริมาณไม่สม่ำเสมอตลอดปีซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศในแต่ละเขตพื้นที่ นอกจากนี้แหล่งวัตถุดิบยังอยู่อย่างกระจัดกระจายต้องมีกระบวนการรวบรวม แปรรูปก่อนการขนส่ง เช่น การอัดก้อนฟางข้าว เพื่อเพิ่มความหนาแน่นและทำให้ขนย้ายได้ง่ายขึ้น หากโรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบจะช่วยลดความเสี่ยงในการขาดแคลนวัตถุดิบ และทำให้ระยะเวลาการขนส่งวัตถุดิบจากแปลงเพาะปลูกเข้าสู่โรงงานใช้เวลาน้อยลงซึ่งเป็นผลดีต่อกระบวนการผลิตพลังงานและลดต้นทุนการขนส่งได้

6) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ในกระบวนการผลิตโรงงานจำเป็นต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิต อีกทั้งต้องมีบ่อบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยน้ำออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งหาก

โรงงานอยู่ไกลแหล่งน้ำทางโรงงานอาจประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำได้ หรือทางโรงงานต้องมีการดำเนินการขุดบ่อเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ ถือว่าเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งที่ต้องลงทุนในการก่อตั้งโรงงาน

7) ความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง โรงงานตั้งอยู่ใกล้เส้นทางสัญจร เช่น ใกล้ถนน แม่น้ำ รางรถไฟ หรือตั้งอยู่ในทำเลที่ใกล้ถนนสายหลักที่สามารถเข้าถึงการเดินทางได้อย่างสะดวก ซึ่งการคมนาคมขนส่งเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญในการเลือกทำเลที่ตั้งที่มีผลต่อรายได้ รายจ่าย ของโรงงานอุตสาหกรรม

8) ระยะห่างจากแหล่งให้บริการทางสังคม โรงงานตั้งอยู่ในทำเลที่ใกล้แหล่งให้บริการทางสังคม เช่น ไปรษณีย์ ธนาคาร และแหล่งบริการให้ความสะดวกอื่นๆ

9) ระยะห่างจากโรงงานข้างเคียง เป็นการพิจารณาถึงจำนวนโรงงานอื่น ๆ ที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงที่ใช้วัตถุดิบชนิดเดียวกันในการผลิต เช่น โรงสีข้าว โรงงานน้ำตาล ซึ่งมีลักษณะการแย่งวัตถุดิบกันเกิดการแข่งขันในพื้นที่ก่อให้เกิดปัญหาสภาพอุปสงค์และอุปทานไม่สมดุล ส่งผลกระทบต่อราคารับซื้อวัตถุดิบที่ราคาสูงขึ้นหรืออาจเกิดการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต เช่น ที่เคยเกิดขึ้นในโรงงานผลิตไฟฟ้าที่ใช้เกลบเป็นเชื้อเพลิงในการผลิต เป็นต้น

10) ความพร้อมของระบบสาธารณูปโภค เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเลือกที่ตั้งโรงงาน โครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่ ระบบถนน แนวส่งน้ำประปา ท่อระบายน้ำ โทรศัพท์ ไฟฟ้า รวมทั้งการกำจัดน้ำเสีย โครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้เป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวก และจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตแก่โรงงานอุตสาหกรรม หากที่ตั้งใดยังขาดแคลนโครงสร้างพื้นฐานการที่โรงงานจะไปตั้งในแหล่งที่ตั้งนั้นจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เพราะต้องมีการลงทุนสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานบางอย่างด้วย

11) ขนาดของพื้นที่ที่จะก่อตั้งโรงงาน โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างกว้างในการดำเนินการผลิต เช่น อาคารโรงงาน อาคารสำนักงาน มีลานเทวัตถุดิบ รวมถึงในบางโรงงานที่มีแปลงเพาะปลูกพืชพลังงานในบริเวณพื้นที่ของโรงงาน เป็นต้น หรือคำนึงถึงความสามารถในการขยายพื้นที่ในอนาคตได้ในกรณีที่มีการขยายกำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้น

12) สภาพภูมิประเทศที่เหมาะสม เป็นการพิจารณาพื้นที่ของทำเลที่ตั้งเป็นอีกปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง เช่น พื้นที่ที่มีข้อจำกัดในลักษณะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความลาดชัน หรืออยู่ในเขตที่เสี่ยงต่อภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม พายุ เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้โรงงานต้องใช้งบลงทุนในจำนวนที่มากขึ้นเพื่อปรับปรุงพื้นที่ให้เหมาะสมแก่การดำเนินการผลิตของโรงงาน

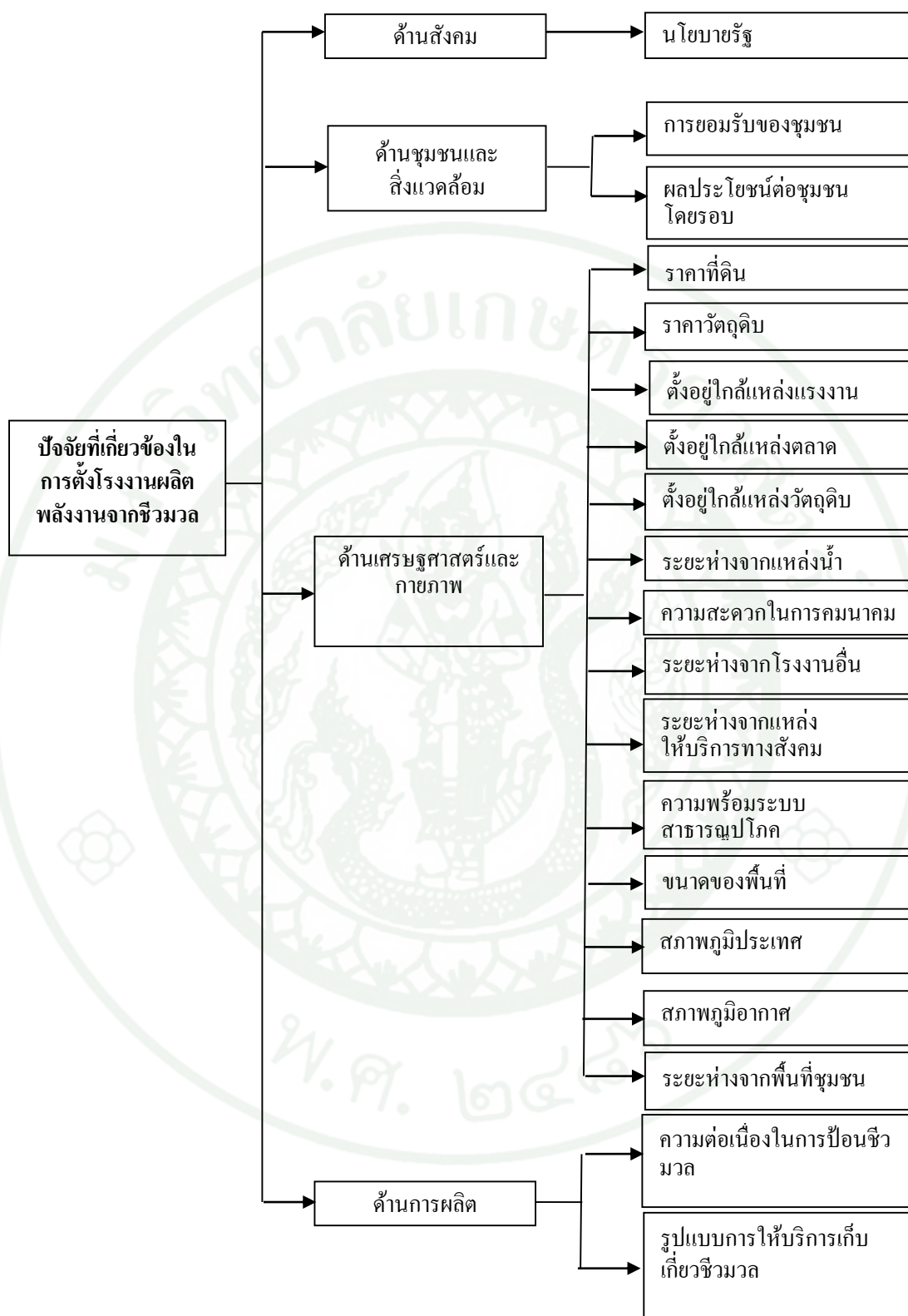
13) สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม หากโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล ตั้งอยู่ในเขตที่มีสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมแก่การดำเนินการผลิต เช่น ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสูง อาจต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการดำเนินการที่ช่วยลดความชื้นของวัตถุดิบ เพื่อช่วยเก็บรักษาและคงสภาพวัตถุดิบให้เหมาะสมแก่การผลิตพลังงาน

14) ระยะห่างจากพื้นที่ชุมชน พิจารณาระยะห่างระหว่างพื้นที่ตั้งโรงงานกับพื้นที่ของแหล่งชุมชน เช่น โรงพยาบาล โรงเรียน วัด เป็นต้น พื้นที่แต่ละแห่งมีระดับผลกระทบต่อวิถีชีวิตของชุมชนที่แตกต่างกัน

1.4 ปัจจัยด้านการผลิต หมายถึง การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในด้านการผลิต ตลอดจนกิจกรรมการส่งเสริมและให้บริการของโรงงาน

1) ความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีปริมาณขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศในแต่ละเขตพื้นที่ทำให้มีปริมาณวัตถุดิบที่ไม่คงที่ตลอดปี โดยผู้ประกอบการต้องมีการคาดการณ์เกี่ยวกับปริมาณวัตถุดิบ และวางแผนในการดำเนินงานในแต่ละช่วง เพื่อให้ไม่ประสบปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบทางโรงงานจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์กำลังการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับว่าสมควรใช้กำลังการผลิตเท่าไร หากโรงงานมีกำลังการผลิตพลังงานที่สูงจำเป็นต้องตั้งอยู่ในพื้นที่ที่สามารถรวบรวมชีวมวลได้ในปริมาณที่มากเพียงพอต่อกำลังการผลิต

2) รูปแบบการให้บริการเก็บเกี่ยวชีวมวล เช่น โรงงานมีการให้บริการเก็บเกี่ยวชีวมวลที่แปลงเกษตรกรรมโดยตรง โดยส่วนใหญ่ชีวมวลที่เหลือทิ้งในไร่นา จะถูกเผาทิ้งหรือไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเนื่องจากยากต่อการจัดเก็บและรวบรวมซึ่งหากจะนำมาใช้ประโยชน์ต้องทำการเก็บรวบรวมจากในไร่ ยกตัวอย่างเช่น ยอดและใบอ้อยเป็นเศษวัสดุที่เกิดขึ้นบนพื้นที่เพาะปลูกเมื่อมีการเก็บเกี่ยว บางส่วนนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ย และพืชคลุมดิน แต่ส่วนใหญ่มักถูกเผาทิ้งก่อนตัด ดังนั้นหากมีการจัดเก็บที่เป็นระบบ จะช่วยเพิ่มปริมาณชีวมวลที่นำมาเป็นพลังงานได้



ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นของปัจจัยในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

2. ผลการคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

จากการศึกษาห่วงโซ่อุปทานของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่ครอบคลุมกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในห่วงโซ่อุปทานได้แก่ กลุ่มเกษตรกร กลุ่มผู้ประกอบการ และกลุ่มชุมชน พบว่าแต่ละกลุ่มต่างมีมุมมองการตัดสินใจเรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่แตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้แบ่งกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มเกษตรกร กลุ่มผู้ประกอบการ และกลุ่มชุมชน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามสัมภาษณ์เพื่อค้นหาความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง โดยให้คัดเลือกปัจจัยทั้งหมดจาก 19 ปัจจัยจนเหลือ 4 ปัจจัย (ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก.) ผลจากการตอบแบบสอบถามพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล 4 อันดับแรกที่กลุ่มเกษตรกรให้ความสำคัญมากที่สุดคือปัจจัยที่โรงงานมีการให้บริการเก็บเกี่ยวชีวมวลที่แปลงเกษตรกรโดยตรง รองลงมาคือปัจจัยด้านราคารับซื้อชีวมวล ปัจจัยความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง และปัจจัยใกล้แหล่งวัตถุดิบ ตามลำดับ

กลุ่มผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบมีความสำคัญเป็นอันดับแรก รองลงมาคือปัจจัยทางด้านราคาที่ดิน ปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนวัตถุดิบ และปัจจัยใกล้แหล่งวัตถุดิบ ตามลำดับ

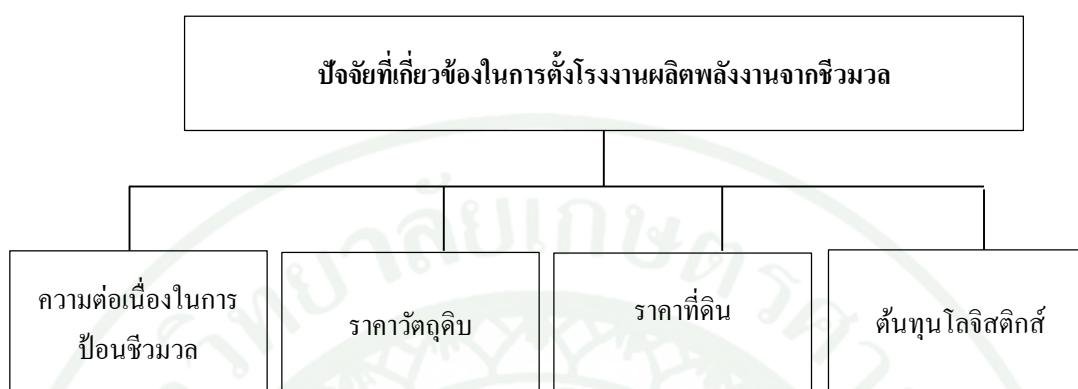
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่กลุ่มชุมชนให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกคือปัจจัยการผ่านการยอมรับจากชุมชน รองลงมาคือปัจจัยผลประโยชน์ต่อชุมชน โดยรอบ ปัจจัยความพร้อมของระบบสาธารณูปโภค และปัจจัยระยะห่างจากพื้นที่ชุมชน ตามลำดับ

3. ผลการจัดอันดับความสำคัญของปัจจัยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP)

จากการจัดอันดับความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล จากแบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ข.) ตามหลักทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) งานวิจัยนี้ได้จัดอันดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยโปรแกรม Super decision ผลจากการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

ผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดอันดับความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลของผู้เชี่ยวชาญปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาคือ 1) ปัจจัยด้านราคาที่ดิน 2) ปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบ 3) ปัจจัยด้านต้นทุนโลจิสติกส์ 4) ปัจจัยด้านความต่อเนื่องในการป้อนชีว

มวลด โครงสร้างการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นสำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล
จากชีวมวลดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล
ในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลของผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจัย	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	ค่าเฉลี่ย
	CR=0.04	CR=0.01	CR=0.06	CR=0.05	CR=0.07	
ความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล	0.19	0.54	0.17	0.32	0.16	0.28
ราคาวัตถุดิบ	0.31	0.28	0.52	0.48	0.40	0.40
ราคาที่ดิน	0.07	0.13	0.09	0.13	0.09	0.10
ต้นทุนโลจิสติกส์	0.42	0.05	0.21	0.08	0.35	0.22

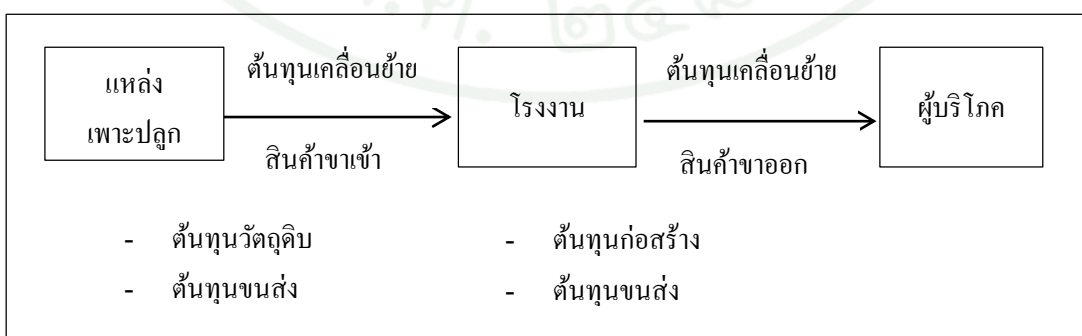
จากผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยที่พิจารณาตามมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ (Decision maker) พบว่าผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบเป็นอันดับแรกโดยมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับ 0.40 และปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล และปัจจัยต้นทุนโลจิสติกส์มีความสำคัญใกล้เคียงกันซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับ 0.28 และ 0.22 ตามลำดับ และปัจจัยทางด้านราคาที่ดิน ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญเท่ากับ 0.10 ดังแสดงในตารางที่ 5 เมื่อตรวจสอบค่าความสอดคล้องกันของการ

ตัดสินใจ (CR) พบว่ามีค่าไม่เกิน 0.10 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ

ผลจากการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของปัจจัยทั้ง 4 นี้ ทางผู้วิจัยจะนำผลไปใช้ประกอบการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึม สำหรับวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลต่อไป

4. ผลการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึม (Algorithm) สำหรับวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงาน

จากผลการจัดอันดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบเป็นอันดับแรกโดยมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับ 0.40 และปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล และปัจจัยต้นทุนโลจิสติกส์มีความสำคัญใกล้เคียงกันซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับ 0.28 และ 0.22 ตามลำดับ และปัจจัยทางด้านราคาที่ดิน ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญเท่ากับ 0.10 ดังนั้นการออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานในงานวิจัยครั้งนี้ได้พิจารณาต้นทุนต่างๆที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยพิจารณาตั้งแต่กิจกรรมโลจิสติกส์ขาเข้า(Inbound) ที่ประกอบไปด้วยต้นทุนการจัดซื้อจัดหาชีวมวล ต้นทุนการขนส่งชีวมวลจากแหล่งเพาะปลูกไปยังโรงงาน ส่วนต้นทุนการก่อสร้างโรงงานนั้นผู้วิจัยพิจารณาเฉพาะราคาที่ดินเท่านั้น ส่วนกิจกรรมโลจิสติกส์ขาออก(Outbound) พิจารณาต้นทุนการขนส่งชีวมวลจากโรงงานไปยังแหล่งผู้บริโภค ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงต้นทุนที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานของการผลิตพลังงานจากชีวมวล

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลโดยที่มีต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องน้อยที่สุด นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AHP มาใช้ประกอบการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้เพื่อให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีอิทธิพลมาก และลดความสำคัญของปัจจัยที่ไม่ค่อยสำคัญลง โดยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ สมการเป้าหมาย (Objective Function) และสมการข้อจำกัด (Constrain) รูปแบบของสมการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถเขียนได้ดังนี้

Objective Function = Minimize Total Cost:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^1 c_{ij} w_{loc} (b_i w_{bc}) X_{ij} w_{dc} f_j w_{lc} + \sum_{j=1}^1 \sum_{k=1}^1 c_{jk} w_{loc} \quad (4.1)$$

Subject to the following constraints.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = S_i \quad (4.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{jk} = D_k \quad (4.3)$$

$$x_{ij}, x_{jk} \geq 0 \quad (4.4)$$

โดยมีการกำหนดตัวแปร (Variable) ดังต่อไปนี้

i = set ของแปลงเกษตรกร $i = 1, \dots, m$

j = set ของโรงงาน $j = 1$

k = set ของแหล่งผู้บริโภคร $k = 1$

X_{ij} = แทนปริมาณชีวมวลที่ขนส่งจากเกษตรกร i ไปยังโรงงาน j (ton)

X_{jk} = แทนปริมาณชีวมวลที่ขนส่งจากโรงงาน j ไปยังแหล่งผู้บริโภคร k (ton)

C_{ij} = แทนต้นทุนการขนส่งจากเกษตรกร i ไปยังโรงงาน j (bath/ton/km)

C_{jk} = แทนต้นทุนการขนส่งจากโรงงาน j ไปยังแหล่งผู้บริโภคร k (bath/ton/km)

d_{ij} = แทนระยะทางจากเกษตรกร i ไปยังโรงงาน j (km)

d_{jk} = แทนระยะทางจากโรงงาน j ไปยังแหล่งผู้บริโภคร k (km)

t_{ij} = แทนค่าขนส่งจากเกษตร i ไปยังโรงงาน j (km)

S_i = แทนปริมาณชีวมวลทั้งหมดของเกษตรกร i

b_i = แทนราคารับซื้อชีวมวล

f_j = ราคาที่ดินในการก่อตั้งโรงงาน j

W_{bc} = คำนวณน้ำหนักของต้นทุนการจัดซื้อจัดหาชีวมวล

W_{loc} = คำนวณน้ำหนักของต้นทุนโลจิสติกส์

W_{lc} = คำนวณน้ำหนักของต้นทุนราคาที่ดิน

W_{dc} = คำนวณน้ำหนักของความไม่ต่อเนื่องของชีวมวล

สมการที่ 4.1 เป็นสมการวัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งน้อยที่สุด ซึ่งคิดจากผลรวมของค่าใช้จ่ายจากจุดต้นทาง i ไปยังจุดโรงงาน j กับค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากจุดโรงงาน j ไปยังจุดปลายทางผู้บริโภค k

สมการที่ 4.2 เป็นสมการเงื่อนไขบังคับในการขนส่ง โดยที่ผลรวมของปริมาณการขนส่งสินค้าที่ขนส่งไปยังโรงงาน j ต้องเท่ากับปริมาณสินค้าที่จุดต้นทาง i

สมการที่ 4.3 ผลรวมของปริมาณการขนส่งสินค้าที่ออกจากโรงงาน j ต้องเท่ากับปริมาณสินค้าที่ส่งไปยังแต่ละจุดปลายทาง k

สมการที่ 4.4 ปริมาณสินค้าที่ขนส่งไม่มีทางเป็นค่าลบ ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เท่านั้น

5. ผลการทดสอบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

เพื่อทำการทดสอบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา โดยมีข้อมูลนำเข้าดังนี้ ข้อมูลพิกัด X, Y ของตำแหน่งแปลงเกษตรกรทั้ง 8 ตำแหน่ง ข้อมูลปริมาณชีวมวล ข้อมูลราคารับซื้อของชีวมวลแต่ละชนิด ข้อมูลราคาค่าขนส่งของชีวมวลแต่ละชนิด ข้อมูลระยะทาง และข้อมูลราคาที่ดิน (แสดงรายละเอียดข้อมูลนำเข้าในภาคผนวก ค.)

ในการคำนวณหาค่าปริมาณชีวมวลนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) ที่ได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณชีวมวล ของพืชจำนวน 6 ชนิด คือ ข้าว อ้อย ปาล์ม กระจินยักษ์ ยูคาลิปตัส และ มันสำปะหลัง ทำการวิเคราะห์หาปริมาณชีวมวลในพื้นที่จังหวัดนครปฐม เขตอำเภอกำแพงแสน อำเภอคอนคาญ อำเภอศรีชัยศรี และอำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรีในพื้นที่เขตอำเภอบางนางบวช อำเภอเมืองสุพรรณบุรี อำเภอสองพี่น้อง และอำเภอด่านช้าง จากนั้นทำการจัดทำข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลปฏิบัติการเก็บเกี่ยวชีวมวลตลอดปี ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมชีวมวลภายในรัศมี 50 กิโลเมตร

ในการคำนวณค่าขนส่งสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างระยะทางกับต้นทุนการขนส่ง (บาท/ตัน/ กม.) โดยอาศัยข้อมูลจากงานวิจัยของ เกรียงไกร และคณะ (2555) มาใช้สำหรับคำนวณหาต้นทุนโลจิสติกส์

ส่วนการคำนวณหาค่าราคาที่ดินนั้น สามารถคำนวณโดยอาศัยข้อมูลจากกรมธนารักษ์ กระทรวงการคลัง ซึ่งเป็นข้อมูลการประเมินราคาที่ดินในรอบปีพ.ศ. 2555-2558 ทำการประเมินราคาที่ดินมีหน่วยเป็นบาทต่อตารางวา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดสมมุติฐานให้โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมีค่าเท่ากับ 200 ไร่

ผลลัพธ์ในการคำนวณต้นทุนทั้ง 4 ได้แก่ ต้นทุนความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล ต้นทุนชีวมวล ต้นทุนโลจิสติกส์ และต้นทุนราคาที่ดิน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลผลการคำนวณต้นทุนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

รายชื่อแปลง เกษตรกร	พิกัด		(ปัจจัย 1) ความไม่ต่อเนื่อง ของชีวมวล	(ปัจจัย 2) ต้นทุนชีวมวล (บาท/ตัน)	(ปัจจัย 3) ต้นทุนโลจิสติกส์ (บาท/ตัน/กม.)	(ปัจจัย 4) ต้นทุนที่ดิน (บาท/ไร่)
	X	Y				
อ.เดิมบางนางบวช	103	30	0.90	135.54	552,850,473	1,055,000
อ.เมืองสุพรรณบุรี	99	30	0.88	161.15	186,198,087	18,000,000
อ.สองพี่น้อง	95	27	0.84	244.95	57,060,677	5,546,667
อ.กำแพงแสน	94	29	0.81	236.86	36,861,397	2,188,000
อ.ดอนตูม	93	30	0.73	208.25	147,382,857	1,120,000
อ.ด่านช้าง	103	25	0.65	197.60	520,264,079	552,500
อ.เมืองนครปฐม	91	29	0.64	247.39	93,721,964	20,560,000
อ.นครชัยศรี	92	31	0.61	138.53	268,835,255	5,000,000

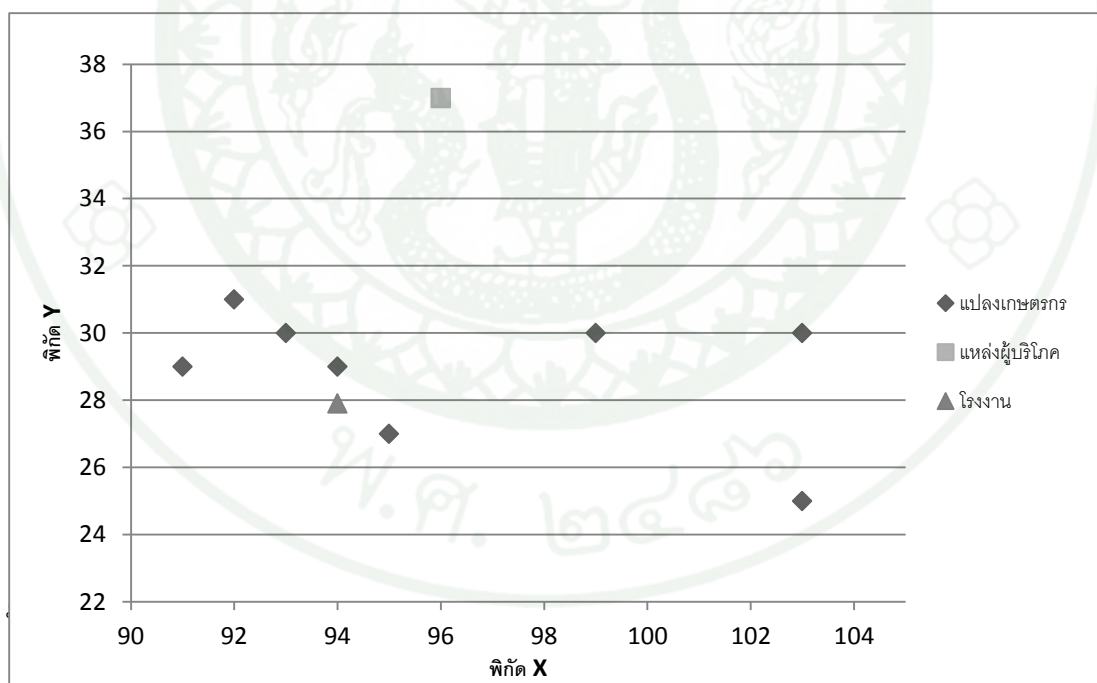
จากข้อมูลผลการคำนวณต้นทุนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลดังแสดงในตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าหน่วยของต้นทุนของปัจจัยแต่ละตัวนั้นมีความแตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้จึงได้แปลงค่าที่ได้ให้อยู่ในรูปที่ไร้หน่วยโดยการทำนอร์มัลไลซ์ (normalization) ซึ่งผลลัพธ์การคำนวณต้นทุนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่ผ่านการทำนอร์มัลไลซ์ ดังแสดงในตารางที่ 7

องค์ประกอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในกระดาศำนวนประกอบด้วย

- เซลล์เป้าหมาย(Target Cell) คือเซลล์ที่แสดงการหาผลลัพธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในภาพที่ 7 คือเซลล์ G1 กำหนดให้หาค่าต้นทุนทั้งหมดมีค่าที่ต่ำที่สุด

- เซลล์ตัวแปร(Changing Cell) คือเซลล์ที่แสดงตัวแปรการตัดสินใจ กำหนดให้หาฟังก์ชัน x , y ในภาพที่ 7 คือเซลล์ B5:B6

ผลจากการคำนวณที่อาศัยการพิจารณาทรัพยากรข้อมูลที่มีอยู่ร่วมกับความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่ได้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AHP พบว่าตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลคือ ตำแหน่งฟังก์ชัน X ที่มีค่าเท่ากับ 94 และตำแหน่งฟังก์ชัน Y ที่มีค่าเท่ากับ 28 ซึ่งทำให้ต้นทุนความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล ต้นทุนราคาวัตถุดิบ ต้นทุนราคาที่ดิน และต้นทุนโลจิสติกส์มีค่าน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงตำแหน่งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล และศึกษาวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย โดยสามารถสรุปผลการศึกษาทั้งหมดได้ดังนี้

1. จากการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล พบว่ามีอยู่จำนวน 19 ปัจจัยพิจารณาภายใต้หลักเกณฑ์ 4 ด้านคือ ด้านสังคม ด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐศาสตร์และกายภาพ และด้านการผลิต จากการคัดเลือกปัจจัยของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในห่วงโซ่อุปทานซึ่งได้แก่กลุ่มเกษตรกร กลุ่มผู้ประกอบการ และกลุ่มชุมชนพบว่าปัจจัยที่กลุ่มเกษตรกรให้ความสำคัญ 4 อันดับแรกคือปัจจัยที่โรงงานมีการให้บริการเก็บเกี่ยวชีวมวลที่แปลงเกษตรกรโดยตรง รองลงมาคือปัจจัยด้านราคารับซื้อชีวมวล ปัจจัยความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง และปัจจัยใกล้แหล่งวัตถุดิบ ตามลำดับ

กลุ่มผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบมีความสำคัญเป็นอันดับแรก รองลงมาคือปัจจัยทางด้านราคาที่ดิน ปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนวัตถุดิบ และปัจจัยการใกล้แหล่งวัตถุดิบ ตามลำดับ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่กลุ่มชุมชนให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกคือปัจจัยการผ่านการยอมรับจากชุมชน รองลงมาคือปัจจัยผลประโยชน์ต่อชุมชนโดยตรง ปัจจัยความพร้อมของระบบสาธารณูปโภค และปัจจัยระยะห่างจากพื้นที่ชุมชน ตามลำดับ

2. จากการจัดอันดับความสำคัญของปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยได้แก่ ปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล ปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบ ปัจจัยต้นทุนโลจิสติกส์ และปัจจัยทางด้านราคาที่ดิน ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยอาศัยการพิจารณาตามมุมมองและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ (Decision maker) พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบเป็นอันดับแรกโดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ 40 รองลงมาคือปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวลมีค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ 28 ปัจจัยต้นทุนโลจิสติกส์มีค่าน้ำหนัก

ความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ 22 และปัจจัยทางด้านราคาที่ดิน ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยที่ร้อยละ 10

3. การวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีต้นทุนทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งต้นทุนที่พิจารณาได้แก่ต้นทุนความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล ต้นทุนราคาวัตถุดิบ ต้นทุนราคาที่ดิน และต้นทุนโลจิสติกส์ และได้นำค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ผ่านเทคนิค AHP มาร่วมวิเคราะห์ในครั้งนี้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการใช้เทคนิค AHP ร่วมกับการโปรแกรมเชิงเส้นตรงสามารถกำหนดตำแหน่งที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่เหมาะสมได้ โดยแนวคิดในการออกแบบโมเดลนี้อาศัยการพิจารณาทรัพยากรข้อมูลที่มีอยู่ร่วมกับความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่เหมาะสมมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้เกิดการคัดเลือกพื้นที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่มีความสมบูรณ์และเกิดประโยชน์ต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในห่วงโซ่อุปทานทุกฝ่ายอย่างแท้จริง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาควบคู่กันไปทั้งปัจจัยในเชิงเศรษฐศาสตร์ และปัจจัยเชิงสังคม เพื่อลดผลกระทบทางด้านสังคมและการต่อต้านจากชุมชนที่อาจเกิดขึ้นได้

2. ในการคำนวณหาระยะทางที่ใช้ในการขนส่งในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชันของการหาระยะทางระหว่างพิกัดบนระนาบแบบยูคลิด (Euclidean) ในการหาค่าคำตอบ อาจมีค่าระยะทางที่คลาดเคลื่อนกับระยะทางในพื้นที่จริง ดังนั้นการศึกษารั้งต่อไปควรนำข้อมูลพิกัดที่ถูกต้องตามความเป็นจริงมาใช้ เพื่อให้การคำนวณหาระยะทาง และเส้นทางการขนส่งได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพและแม่นยำขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.2552.ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย 2552.

แหล่งที่มา: <http://www.dede.go.th/dede/index.php>, 29 มีนาคม 2554

กาญจณี พลจันทร์. 2526. ทฤษฎีแหล่งที่ตั้งและการวิเคราะห์. คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, สมพงษ์เจษฎาธรรมสถิต, ชุติ ม่วงประเสริฐ, และ รักศักดิ์ เสริมศักดิ์.

2555. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ “การพัฒนาระบบการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อการ
บริหารชีวมวลเข้าสู่โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล”. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน),
กรุงเทพฯ.

ขวัญฤทัย บุญร่วมแก้ว. 2543. การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในประเทศไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จักรพงษ์ พันธุ์ศิริ. 2545. การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานที่มีกำลังการผลิตจำกัดภายใต้ความต้องการที่
ไม่แน่นอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพร สุวรรณสุนัย. 2545. ทำเลที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลทรายในประเทศไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฐิตยา อังสัจจะพงษ์. 2545. ที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมลันจี่และลำไยกระป๋องใน
ภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คณัยพงศ์ เชษฐโชติศักดิ์, กาญจนา เศรษฐนันท์ และ สุททามาศ มนตรีบริรักษ์. 2552. โครงการการ
จัดตารางการขนส่งนมเพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการทำความสะดวกถึงฟาร์มและค่าขนส่งต่ำ
ที่สุด: กรณีศึกษา อ.ส.ก. จังหวัดขอนแก่น. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุน
สนับสนุนการวิจัย.

นัทธมน ชีรกุล. 2541. แหล่งที่ตั้งศูนย์คัดบรรจุพืชผักของมูลนิธิโครงการหลวง. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปุ่น เทียงบุญธรรม, ศักดิ์เกษม ระมิงค์วงศ์ และ สาลินี สันติธีรากุล. 2549. การประยุกต์ใช้เทคนิค
การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ในมุมมองเชิง
วิศวกรรมสำหรับเขตเศรษฐกิจชายแดน จังหวัดตาก, น. 287-300. ใน การประชุมสัมมนา
เชิงวิชาการประจำปี 2549 การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 6.

พิระพิทย์ พีชมงคล ขงเฉลิมชัย, ธีรดา ขงสถิตศักดิ์, นาดยา จิงเจริญธรรม, รัตนา ทองช้อย, อานันต์
คำภีระ และ อุดลย์ เบ็ญนุ้ย. 2552. การวิเคราะห์ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มใน
จังหวัดกระบี่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกล
และสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย 10(3): 27-37.

ไพฑูรย์ รอดวินิจ. 2518. การวิเคราะห์หาที่ตั้งและขนาดของคลังสินค้าข้าวในประเทศไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภทริยา ลาสุนนท์, รัตนน้อย อัครรุ่งเรืองกุล และ เทวัญ เริ่มสูงเนิน. 2551. ศึกษาตัวแบบกำหนดการ
หลายระดับสำหรับปัญหาการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์กลางกระจายสินค้า, น. 667-
677. ใน การประชุมเชิงวิชาการประจำปี 2551 ด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์
ครั้งที่ 8.

วรวิทย์ อัครนิพัชร. 2549. พัฒนาการทางพื้นที่ ความเชื่อมโยง และการตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้งของ
โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในจังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิชัย ศรีคำ. 2551. การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมเอทานอลในประเทศไทย. วารสารอักษรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร 30(2): 265-281.

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2541. การวิจัยและการดำเนินงาน เล่ม 1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

วิวัฒน์ อภิสิทธิ์ภิญโญ. 2550. การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้ง (Location Analysis) ตอนที่ 1. **Industrial Technology Review** 173: 145-153.

สุทธิมา ชำนาญเวช. 2552. การวิจัยดำเนินงาน. วิทยพัฒน์, กรุงเทพฯ.

สถาพร โอภาสานนท์ และ ภัทรกมล เลิศสันติ. 2552. วิเคราะห์ผลกระทบด้านโลจิสติกส์จากการย้ายที่ตั้งศูนย์กระจายเงินสดในธุรกิจธนาคาร โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น(AHP). **จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์** 31(121): 63-82.

อารีย์ วัฒนา สุกรีเขตร. 2528. การวิเคราะห์ขนาดของโรงสีและการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือกไปยังโรงสีที่มีอยู่และหาขนาดที่ตั้งของโรงสีที่จะสร้างเพิ่มของชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Badri, M. A. 1999. Combining the Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Global Facility location-Allocation Problem. **International Journal of Production Economic** 62: 237-248.

Hinojosa, Y., J. Kalcsicsb., S. Nickelc., J. Puertod. and S. Velten. 2008. Dynamic supply chain design with inventory. **Computers & Operations Research** 35: 373 – 391.

Huijun, S., G. Ziyoun. and W. Jianjun. 2008. A bi-level programming model and solution algorithm for the location of logistics distribution centers. **Applied Mathematical Modelling** 32: 610-616.

Owen, S. H. and M. S. Daskin. 1998. Strategic facility location: A review. **European Journal of Operational Research** 111: 423-447.

Perpina, C., D. Alfonso., A. Perez-Navarro., E. Penalvo., C. Vargas. and R. Cardenas.2009.
Methodology based on Geographic Information Systems for biomass logistics and
transport optimization. **Renewable Energy** 34: 555-565.

Rentizelas, A. A. and I. P. Tatsiopoulou. 2010. Locating a bioenergy facility using a hybrid
optimization method. **International Journal of Production Economics** 123: 196-209.

_____, _____ and A. Tolis. 2009. An optimization model for multi-biomass tri-generation
energy supply. **International Journal of Production Economic** 33:223-233.

Velazquez-Marti, B. and E. Fernandez-Gonzalez. 2010. Mathematical algorithms to locate
factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction.
Renewable Energy 1-7.

Yang, L., B. F. Jones. and S. Yang. 2007. A fuzzy multi-objective programming for optimization
of fire station locations through genetic algorithms. **European Journal of Operational
Research** 181: 903–915.



ภาคผนวก



แบบสอบถาม

เรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลสำหรับสัมภาษณ์เกษตรกร

วัตถุประสงค์

การจัดทำแบบสอบถามนี้ เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพิจารณาถึงระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการจัดตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
2. ข้อมูลต่างๆ ที่ท่านตอบในแบบสอบถามจะถูกเก็บเป็นความลับทุกประการ
3. ผลจากแบบสอบถามจะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ-สกุล

.....

2. สถานะผู้ตอบแบบสอบถาม

() เกษตรกร พืชที่ท่านปลูก.....ท่านประกอบอาชีพเกษตรกรมาแล้ว.....ปี

3. อายุ.....ปี

() ต่ำกว่า 30 ปี () อายุ 31- 40 ปี () อายุ 41-50 ปี () อายุ 51-60 ปี

() มากกว่า 60 ปี

4. ระดับการศึกษา

() ต่ำกว่าชั้นประถมศึกษา () ชั้นประถมศึกษา () ชั้นมัธยมศึกษา

() อนุปริญญา () ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

หากมีการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในพื้นที่ ท่านคิดว่าปัจจัยต่อไปนี้มีความสำคัญในระดับใด

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1.การตั้งโรงงานผ่านการยอมรับของชุมชน					
2.โรงงานมีความรับผิดชอบต่อสังคม เช่น มีการให้ความรู้แก่ชุมชน,สร้างสวนสาธารณะ					
3.โรงงานตั้งอยู่ห่างไกลแหล่งชุมชนในระยะที่เหมาะสม					
4.โรงงานตั้งอยู่ห่างไกลพื้นที่สงวนและพื้นที่สาธารณะในระยะที่เหมาะสม					
5.โรงงานตั้งอยู่ห่างไกลพื้นที่แหล่งน้ำสาธารณะในระยะที่เหมาะสม					
6.ประโยชน์ที่ชุมชนจะได้รับจากการตั้งโรงงาน เช่น การจ้างงานในพื้นที่,การเสียภาษีให้ท้องถิ่น เป็นต้น					

หากมีการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในพื้นที่ ปัจจัยใดบ้างที่ท่านมีความวิตกกังวลนอกเหนือจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

.....

.....

.....

.....

ปัจจัยต่อไปนี้มีความสำคัญในระดับใด หากท่านต้องส่งชีวมวลให้กับโรงงาน

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1.นโยบายส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐ					
2.โรงงานส่งเสริมและให้ความรู้แก่เกษตรกร					
3.ราคาซื้อวัตถุดิบ					
4.โรงงานบริการรับซื้อวัตถุดิบจากแปลงเกษตรกรโดยตรง					
5.โรงงานรับซื้อวัตถุดิบด้วยระบบพันธะสัญญา					
6.เส้นทางการสัญจรสู่โรงงานมีความสะดวก					
7.โรงงานตั้งอยู่ใกล้แปลงเกษตรกร					

หากท่านต้องส่งชีวมวลให้กับโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล ท่านมีความต้องการรับการสนับสนุนจากทางโรงงานในด้านใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่ท่านสละเวลาตอบแบบสอบถามครั้งนี้

แบบสอบถาม

เรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลสำหรับสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

วัตถุประสงค์

การจัดทำแบบสอบถามนี้ เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพิจารณาถึงระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการจัดตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

4. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
5. ข้อมูลต่างๆ ที่ท่านตอบในแบบสอบถามจะถูกเก็บเป็นความลับทุกประการ
6. ผลจากแบบสอบถามจะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ-สกุล

.....

2. สถานะผู้ตอบแบบสอบถาม

() ผู้ประกอบการ ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

3. อายุ.....ปี

- () ต่ำกว่า 30 ปี () อายุ 31- 40 ปี () อายุ 41-50 ปี () อายุ 51-60 ปี
() มากกว่า 60 ปี

4. ระดับการศึกษา

- () ต่ำกว่าชั้นประถมศึกษา () ชั้นประถมศึกษา () ชั้นมัธยมศึกษา
() อนุปริญญา () ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

ท่านคิดว่าการก่อตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล ปัจจัยต่อไปนี้มีความสำคัญในระดับใด

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล	ระดับความสำคัญ				
	น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. ราคาที่ดินบริเวณที่จะก่อตั้งโรงงาน กรณี ☐ มีที่ดิน ☐ ไม่มีที่ดิน					
2. ขนาดของกำลังการผลิตที่โรงงานกำหนด					

ท่านคิดว่าการกำหนดที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล ปัจจัยต่อไปนี้มีความสำคัญในระดับใด

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการกำหนดที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล	ระดับความสำคัญ				
	น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. ราคาวัตถุดิบ					
2. นโยบายของภาครัฐ เช่น เงินอุดหนุน การลดหย่อนภาษีในเขตอุตสาหกรรม การยกเว้นภาษีอากร เป็นต้น					
3. โรงงานมีบริการเกี่ยวข้องชีวมวลจากแปลงเกษตรโดยตรง					
4. โรงงานตั้งอยู่ใกล้ประเภทแหล่งแรงงานที่ต้องการ					
5. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ					

6. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งตลาด (เช่น โรงกลั่น)					
7. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำ					
8. โรงงานมีความสะดวกในการคมนาคม (ถนน,น้ำ,ราง)					
9. โรงงานสามารถเข้าถึงระบบสาธารณูปโภคได้ง่าย(ระบบไฟฟ้า,ประปา,พลังงาน,โทรศัพท์)					
10. ระยะทางระหว่างโรงงานกับโรงงานอื่นที่อาศัยวัตถุดิบชนิดเดียวกันในการผลิต เช่น โรงงานน้ำตาล โรงสีข้าว เป็นต้น					
11. โรงงานมีความสะดวกในการเข้าถึงแหล่งให้บริการทางสังคมต่าง ๆ เช่น บริการไปรษณีย์ สำนักงานทนาย สถานีตำรวจ และอื่น ๆ					
12. โรงงานมีขนาดที่ดินที่เพียงพอในการสร้างโรงงานและสามารถขยายพื้นที่ได้ในอนาคต					
13. โรงงานมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการตั้งโรงงานและการผลิตพลังงาน					
14. โรงงานมีสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการตั้งโรงงานและการผลิตพลังงาน					
15. โรงงานตั้งอยู่ห่างจากพื้นที่ชุมชนและสาธารณูปการ(โรงพยาบาล,โรงเรียน)ในระยะที่เหมาะสม					
16. โรงงานผ่านการยอมรับของคนในชุมชน					
17. ประโยชน์ที่ชุมชนจะได้รับจากการตั้งโรงงานเช่น เกิดการจ้างงานในพื้นที่					

โปรดระบุปัจจัย 10 อันดับแรกที่ท่านให้ความสำคัญมากที่สุดจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น 23

ปัจจัย

(โดย 1 คือ ปัจจัยที่สำคัญมากที่สุด รองลงมาคือ 2 ลดลงตามลำดับจนกระทั่ง 10 คือ ปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยที่สุด)

- | | |
|---|--|
| ☐ 1. ราคาที่ดิน | ☐ 11. โรงงานตั้งอยู่ห่างจากโรงงานอื่น |
| ☐ 2. ราคาวัตถุดิบ | ☐ 12. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งให้บริการทาง |
| สังคม | |
| ☐ 3. นโยบายรัฐ | ☐ 13. โรงงานมีระบบสาธารณูปโภคที่พร้อม |
| ☐ 4. ขนาดกำลังการผลิตที่โรงงานกำหนด | ☐ 14. โรงงานมีขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม |
| ☐ 5. โรงงานมีการให้บริการเกี่ยวกับชีวมวล | ☐ 15. โรงงานมีสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสม |
| ☐ 6. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งแรงงาน | ☐ 16. โรงงานมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม |
| ☐ 7. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งตลาด | ☐ 17. โรงงานตั้งอยู่ห่างจากพื้นที่ชุมชน |
| ☐ 8. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ | ☐ 18. โรงงานผ่านการยอมรับของคนในชุมชน |
| ☐ 9. โรงงานตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำ | ☐ 19. ประโยชน์ที่ชุมชนจะได้รับจากการตั้ง |
| โรงงาน | |
| ☐ 10. โรงงานมีความสะดวกในการคมนาคม | |

ขอขอบพระคุณที่ท่านสละเวลาตอบแบบสอบถามครั้งนี้

แบบสอบถาม

เรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลสำหรับสัมภาษณ์ชุมชน

วัตถุประสงค์

การจัดทำแบบสอบถามนี้ เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพิจารณาถึงระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการจัดตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
2. ข้อมูลต่างๆ ที่ท่านตอบในแบบสอบถามจะถูกเก็บเป็นความลับทุกประการ
3. ผลจากแบบสอบถามจะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ-สกุล

.....

2. อาชีพผู้ตอบแบบสอบถาม.....

3. อายุ.....ปี

- () ต่ำกว่า 30 ปี () อายุ 31- 40 ปี () อายุ 41-50 ปี () อายุ 51-60 ปี
() มากกว่า 60 ปี

4. ระดับการศึกษา

- () ต่ำกว่าชั้นประถมศึกษา () ชั้นประถมศึกษา () ชั้นมัธยมศึกษา
() อนุปริญญา () ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

หากมีการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในพื้นที่ ท่านคิดว่าปัจจัยต่อไปนี้มีความสำคัญในระดับใด

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1.การตั้งโรงงานผ่านการยอมรับของชุมชน					
2.โรงงานมีความรับผิดชอบต่อสังคม เช่น มีการให้ความรู้แก่ชุมชน,สร้างสวนสาธารณะ					
3.โรงงานตั้งอยู่ห่างไกลแหล่งชุมชนในระยะที่เหมาะสม					
4.โรงงานตั้งอยู่ห่างไกลพื้นที่แหล่งน้ำสาธารณะในระยะที่เหมาะสม					
5.ประโยชน์ที่ชุมชนจะได้รับจากการตั้งโรงงาน เช่น การจ้างงานในพื้นที่, การเสียภาษีให้ท้องถิ่น เป็นต้น					
6.นโยบายส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐ					
7. มีความสะดวกในการคมนาคม					

หากมีการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในพื้นที่ ปัจจัยใดบ้างที่ท่านมีความวิตกกังวลนอกเหนือจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่ท่านสละเวลาตอบแบบสอบถามครั้งนี้



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามการเปรียบเทียบปัจจัยเชิงคู่ตามทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP)

แบบสอบถามการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้ง โรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

วัตถุประสงค์

แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายให้ผู้กรอกแบบสอบถาม พิจารณาเกณฑ์ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล เพื่อหาลำดับความสำคัญของปัจจัย

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
2. ข้อมูลจากแบบสอบถามจะถูกเก็บเป็นความลับทุกประการ

รายละเอียดในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้ประกอบด้วยชุดคำถาม 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ตามทฤษฎีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ-สกุล.....
2. วุฒิการศึกษา.....
3. สถานที่ทำงาน.....
4. ตำแหน่ง.....
5. ประสบการณ์ในการทำงานตำแหน่งนี้.....ปี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ต่างๆ ตามทฤษฎีของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

การพิจารณาเปรียบเทียบหลักเกณฑ์จะทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ และกำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นระดับความเข้มข้นของความสำเร็จด้วยตัวเลข 1 ถึง 9 โดยความหมายของตัวเลขที่แสดงระดับความเข้มข้นของความสำเร็จดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงความเข้มข้นของระดับความสำคัญ

ระดับ ความ เข้มข้น	ความหมาย	คำอธิบาย
1	มีความสำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่าเทียมกัน
3	มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย	ใช้ประสบการณ์และการพิจารณาแสดงความ พอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าปัจจัยหนึ่งเล็กน้อย
5	มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง	ใช้ประสบการณ์และการพิจารณาแสดงความ พอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าปัจจัยหนึ่งปาน กลาง
7	มีความสำคัญมากกว่า ค่อนข้างมาก	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหนึ่ง อย่างชัดเจนในทางปฏิบัติ
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	มีหลักฐานยืนยันที่ชัดเจนว่าปัจจัยหนึ่งมี ความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่ง
2,4,6,8		ในบางครั้งผู้ตัดสินใจมีการพิจารณาในลักษณะ ที่กำกวมระหว่างระดับความเข้มข้นสองระดับ

ตัวอย่างการกรอก

คู่ที่ 1 ขอบเขตการให้บริการ

ราคารับซื้อ

9	8	7	6	5✓	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

มีความสำคัญมากที่สุด

เท่ากัน

มีความสำคัญมาก

ที่สุด

คำอธิบาย

จากตัวอย่างการใส่เครื่องหมาย ✓ ทางฝั่งด้านขอบเขตการให้บริการในช่องหมายเลข 5
หมายความว่า ด้านขอบเขตการให้บริการมีความสำคัญมากกว่าด้านราคารับซื้อ ในระดับ
ปานกลาง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในข้อที่ท่านเห็นว่าตรงกับคำตอบของท่านที่สุด โดยระดับความเข้มข้นดังตารางที่ 1

- ปัจจัย**
1. ความต่อเนื่องในการป้อนวัตถุดิบ หมายถึง จำนวนวันที่มีปริมาณชีวมวลมากกว่าหรือเท่ากับกำลังการผลิตของโรงงาน
 2. ราคาวัตถุดิบ หมายถึง ราคารับซื้อชีวมวล เช่น ฟางข้าว ลำต้นข้าวโพด ทางปาล์ม เป็นต้น
 3. ต้นทุนโลจิสติกส์ หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการขนส่งชีวมวล
 4. ราคาที่ดิน หมายถึง ราคาที่ดินในบริเวณที่จะก่อตั้งโรงงาน

คู่ที่1 ความต่อเนื่องในการป้อนวัตถุดิบ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ราคาวัตถุดิบ
คู่ที่2 ความต่อเนื่องในการป้อนวัตถุดิบ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ต้นทุนโลจิสติกส์
คู่ที่3 ความต่อเนื่องในการป้อนวัตถุดิบ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ราคาที่ดิน
คู่ที่4 ราคาวัตถุดิบ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ต้นทุนโลจิสติกส์
คู่ที่5 ราคาวัตถุดิบ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ราคาที่ดิน
คู่ที่6 ต้นทุนโลจิสติกส์	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ราคาที่ดิน



ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการคำนวณต้นทุนในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงาน
จากชีวมวล

ตารางผนวกที่ ค ตัวอย่างของข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการคำนวณต้นทุนในการวิเคราะห์หาตำแหน่ง
ที่ตั้งโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวล

รายชื่อ อำเภอ	พิกัด		ราคาที่ดิน (บาท/ไร่)	ชนิดชีวมวล	ปริมาณชีว มวล (ตัน)	ราคาซื้อ ชีวมวล (บาท/ตัน)	อัตราค่า ขนส่ง (บาท/กม.)
	X	Y					
วังน้อย	96	37	4,622,222.00	กระถินยักษ์	317.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	17.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	91,251.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	1,281.00	225.00	0.50
				อ้อย	75,642.00	40.00	8.00
				ข้าว	2,935,801.00	80.00	8.33
เดิมบาง นางบวช	103	30	1,065,000.00	กระถินยักษ์	87.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	2,233.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	379,414.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	455,248.00	225.00	0.50
				อ้อย	2,342,465.00	40.00	8.00
				ข้าว	2,609,249.00	80.00	8.33

ตารางผนวกที่ ค (ต่อ)

รายชื่อ อำเภอ	พิกัด		ราคาที่ดิน (บาท/ไร่)	ชนิดชีวมวล	ปริมาณชีวมวล (ตัน)	ราคาซื้อ ชีวมวล (บาท/ตัน)	อัตราค่า ขนส่ง (บาท/ กม.)
	X	Y					
เมือง							
สุพรรณบุรี	99	30	18,000,000.00	กระถินยักษ์	72.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	1,119.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	264,250.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	204,475.00	225.00	0.50
				อ้อย	1,076,001.00	40.00	8.00
				ข้าว	1,285,890.00	80.00	8.33
สองพี่น้อง	95	27	5,546,667.00	กระถินยักษ์	909.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	855.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	939,883.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	462,232.00	225.00	0.50
				อ้อย	2,389,138.00	40.00	8.00
				ข้าว	1,279,524.00	80.00	8.33

ตารางผนวกที่ ค (ต่อ)

รายชื่อ อำเภอ	พิกัด		ราคาที่ดิน (บาท/ไร่)	ชนิดชีวมวล	ปริมาณชีวมวล (ตัน)	ราคาซื้อ ชีวมวล (บาท/ตัน)	อัตราค่า ขนส่ง (บาท/ กม.)
	X	Y					
ด่านช้าง	103	25	552,500.00	กระถินยักษ์	85.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	2,196.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	534,201.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	542,317.00	225.00	0.50
				อ้อย	831,649.00	40.00	8.00
กำแพงแสน	94	29	2,188,000	ข้าว	2,655,561.00	80.00	8.33
				กระถินยักษ์	871.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	612.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	840,160.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	311,467.00	225.00	0.50
				อ้อย	1,884,004.00	40.00	8.00
				ข้าว	1,701,294.00	80.00	8.33

ตารางผนวกที่ ค (ต่อ)

รายชื่อ อำเภอ	พิกัด		ราคาที่ดิน (บาท/ไร่)	ชนิดชีวมวล	ปริมาณชีวมวล (ตัน)	ราคาซื้อ ชีวมวล (บาท/ตัน)	อัตราค่า ขนส่ง (บาท/ กม.)
	X	Y					
คอนตูม	93	30	1,120,000	กระถินยักษ์	237.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	582.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	594,939.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	158,917.00	225.00	0.50
				อ้อย	1,510,986.00	40.00	8.00
				ข้าว	1,711,590.00	80.00	8.33
เมือง นครปฐม	91	29	20,560,000.00	กระถินยักษ์	815.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	1,639.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	661,185.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	166,845.00	225.00	0.50
				อ้อย	1,446,487.00	40.00	8.00
				ข้าว	1,158,930.00	80.00	8.33

ตารางผนวกที่ ค (ต่อ)

รายชื่อ อำเภอ	พิกัด		ราคาที่ดิน (บาท/ไร่)	ชนิดชีวมวล	ปริมาณชีวมวล (ตัน)	ราคาซื้อ ชีวมวล (บาท/ตัน)	อัตราค่า ขนส่ง (บาท/ กม.)
	X	Y					
นครชัยศรี	92	31	5,006,000.00	กระถินยักษ์	56.00	650.00	1.50
				ปาล์ม	275.00	110.00	0.50
				ยูคาลิปตัส	238,922.00	1,000.00	1.50
				มันสำปะหลัง	80,451.00	225.00	0.50
				อ้อย	1,242,809.00	40.00	8.00
				ข้าว	1,543,601.00	80.00	8.33

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวหยกดาว แสนประเสริฐ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 22 พฤศจิกายน 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยภูมิ
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์การเกษตร) คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนการเสนอผลงานวิจัยแบบปากเปล่า ภายในประเทศ