การประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น สำหรับการประเมินทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล

Applicate Analytic Hierarchy Process for Evaluation of Biomass Plant Location

วรพจน์ พันธุ์คง[1*] ธรินี มณีศรี[2] ชวลิต มณีศรี[3]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

[2]สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

[3]สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาและประเมินทางเลือกของทำเลที่ตั้งของโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลังในจังหวัดพิษณุโลกใน 3 ทางเลือก ได้แก่ อำเภอชาติตระการ อำเภอวัดโบสถ์ และอำเภอวังทอง โดยใช้วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นมาประเมินหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ซึ่งประกอบด้วยแหล่งวัตถุดิบ การขนส่ง ระบบสาธารณูปโภค แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง และแหล่งแรงงาน ซึ่งปัจจัยที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดคือแหล่งวัตถุดิบ เนื่องจากเห็นว่าเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อต้นทุนสินค้าและเป็นค่าใช้จ่ายที่ผูกมัดระยะยาว ในการวิเคราะห์ผลของการวิจัย พบว่าอำเภอวังทองมีทำเลที่ตั้งที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลังในจังหวัดพิษณุโลก โดยมีคะแนนความสำคัญ 0.40 ขณะที่อำเภอชาติตระการและอำเภอวัดโบสถ์มีคะแนนความสำคัญ 0.33 และ 0.27 ตามลำดับ

คำสำคัญ : กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น เชื้อเพลิงชีวมวล ทำเลที่ตั้งโรงงาน

Abstract

This research studies and evaluates the plant location alternatives of biomass from cassava roots in Phitsanulok province. The alternatives are three districts such as Chat Trakan, Wat Bot, and Wang Thong. We apply the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the important weight factors which include raw materials source, transportation, infrastructure, power and fuel source, and labors. The raw materials source is the most important factor from the expert's decision because the raw materials source affect to product cost and the cost of long term commitment. The result shows that Wang Thong district is the most suitable for construct plant of biomass from cassava roots in this province with 0.40 of the important point. While Chat Trakan district and Wat Bot district has 0.33 and 0.27 respectively.

Keywords : Analytic Hierarchy Process, Biomass, Plant location

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ความผันผวนและวิกฤตด้านพลังงานในปัจจุบัน ทำให้หน่วยงานที่มีหน้าที่ด้านพลังงานของประเทศไทยศึกษาและวิจัยเพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้ประเทศ เชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass) เป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งทีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามธุรกิจการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลมีผู้ประกอบจำนวนน้อยเนื่องจากความไม่มั่นใจในการลงทุน การจัดเตรียมวัตถุดิบทางการเกษตร และการนำเข้าซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง จากปัญหาดังกล่าว สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานจึงดำเนินการศึกษารูปแบบธุรกิจการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลังในเชิงพาณิชย์ด้วยผนวกแนวคิดด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน[1] โดยกำหนดพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกซึ่งเกษตรนิยมปลูกมันสำปะหลังเป็นพื้นที่นำร่อง ซึ่งผลการศึกษาข้างต้นทำให้เห็นภาพรวมการดำเนินธุรกิจผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล งานวิจัยชิ้นนี้จึงเติมเต็มในกรณีที่มีผู้ประกอบการต้องการหาทำเลที่ตั้งโรงงานเพื่อประกอบธุรกิจในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก โดยสร้างเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจจากวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจที่สามารถตัดสินใจในกรณีแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making: MDCM) โดยการประเมินให้คะแนนตามลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้วจึงพิจารณาจัดลำดับจนได้ทางเลือกที่ดีที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จะมีความน่าเชื่อถือ เพราะมีรูปแบบการตัดสินใจที่เป็นลำดับขั้นตอนและมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง

การตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งส่วนใหญ่เกิดจากประเด็นต่างๆ เช่น การประกอบกิจการใหม่ การขยายกิจการหรือขยายสาขา ความคับแคบของทำเลที่ตั้งเดิมที่ทำให้ไม่สามารถขยายกิจการเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงได้ ผลกระทบจากต้นทุนหรือการตลาดที่ถึงจุดอิ่มตัวหรือสูงกว่าทำเลอื่น การขาดแคลนทรัพยากรในทำเลที่ตั้งเดิม รวมถึงผลกระทบจากกฎหมายหรือชุมชนใกล้เคียง เป็นต้น ดังนั้นเมื่อทำเลที่ตั้งเป็นจุดเริ่มต้นของการดำเนินธุรกิจและเป็นเรื่องการผูกพันระยะยาว หากมีข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดจะเป็นการยากต่อการแก้ไขแล้ว ทำเลที่ตั้งจึงส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจในหลายๆ ด้าน เช่น ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ ค่าขนส่ง ความมั่นคงด้านวัตถุดิบและแรงงานจนถึงผลกระทบต่อระบบการผลิต

องค์กรจะตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งจากตัวเลือกหลายๆ ทางเลือก เนื่องจากทำเลที่ตั้งแต่ละทางเลือกไม่สามารถตอบสนองความต้องการหรือปัจจัยที่กำหนดไว้ได้ ทำได้เพียงประเมินเพื่อเลือกทำเลที่ตั้งที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการ ได้เหมาะสมที่สุดเท่านั้น[2] ปัจจัยที่นิยมใช้ในการประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง[3][4][5] เช่น ตลาด แหล่งวัตถุดิบ การขนส่ง แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง สิ่งแวดล้อม แรงงาน สาธารณูปโภค น้ำและการถ่ายเทของเสีย กฎหมายและภาษี และที่ดิน เป็นต้น โดยปัจจัยดังกล่าวองค์กรสามารถกำหนดได้เอง ซึ่งอาจจะเลือกบางปัจจัย หรือเพิ่มเติมจากตัวอย่างข้างต้นได้ ดังตัวอย่างงานวิจัยของธนวัฒน์ เมธีธัญญรัตน์[6] ได้กำหนดปัจจัยสำหรับเลือกที่ตั้งคลังน้ำมันในประเทศไทยไว้ 6 ปัจจัย คือ ค่าก่อสร้างท่อน้ำมันส่วนต่อเข้าคลังน้ำมัน ความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม ความพร้อมของสาธารณูปโภค ความสามารถในการขยายพื้นที่คลังน้ำมัน ความปลอดภัยจากปัญหาน้ำท่วม และความสะดวกในการขนส่ง โดยขั้นตอนทั่วไปในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง มี 4 ขั้นตอนหลักคือ กำหนดขอบเขตของการประเมิน กำหนดปัจจัย รวบรวมทางเลือก ประเมินและตัดสินใจ

รูปแบบการหาทำเลที่ตั้งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ด้านเทคนิควิศวกรรมของงานวิจัยการศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งการตั้งโรงงานผลิตถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [7] อาจจะเป็นงานวิจัยที่มีการหาทำเลที่ตั้งของธุรกิจที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้วิธีประเมินทำเลที่ตั้งที่แตกต่างออกไป คือวิธีการให้น้ำหนักปัจจัย(Factor rating) โดยพิจารณา 9 ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงาน และการผลิต ถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่ง ในการเปรียบเทียบทำเลที่ตั้ง 3 แห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP)

AHP เป็นกระบวนการช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งอาศัยหลักการของการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายรูปแบบ เช่น การเลือกทำเลที่ตั้งของคลังน้ำมัน[6] การสนับสนุนการเลือกลงทุนในนวัตกรรม [8] การหาทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตประตูหน้าต่างโดยใช้ AHP ร่วมกับโปรแกรม Expert Choice [9] และการคัดเลือกทำเลที่ตั้งคลังเก็บดอกหญ้า ใน 4 อำเภอ ของจังหวัดเชียงราย โดยใช้หลักการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ภายใต้การพิจารณาปัจจัยที่สำคัญ 7 ปัจจัย เช่น ขนาดของทรัพย์สิน ต้นทุนทรัพย์สิน ต้นทุนแรงงาน สาธารณูปโภค โหมดการขนส่ง ความสามารถในการเข้าถึงที่ตั้ง และระยะทางจากผู้จัดหา [10] เป็นต้น ซึ่งต้องกำหนดเกณฑ์ของเป้าหมายที่ต้องการศึกษาให้อยู่ในลักษณะเป็นลำดับชั้น ส่วนในระดับที่ต่ำลงมาจะเป็นเกณฑ์ย่อย (Sub-Criteria) ตามลำดับ จนถึงทางเลือก ซึ่งเป็นระดับต่ำสุดของการจัดลำดับชั้นการวิเคราะห์จะใช้หลักการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pair Wise Comparison) ของเกณฑ์ดังตารางที่ 1 ซึ่งค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบแปลงมาเป็นตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 9 โดยที่ a_{ij} คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบตั้งแต่ 1ถึง 9 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 หลังจากทราบผลการเปรียบเทียบในแต่ละคู่แล้ว จึงคำนวณหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ออกมาเป็นตัวเลข เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์อย่างชัดเจน [11]

ตารางที่ 1 ตารางแสดงเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย A1	ปัจจัย A2	ปัจจัย A3	ปัจจัย A4
ปัจจัย	A1	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}
ปัจจัย	A2	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}
ปัจจัย	A3	A_{31}	A_{32}	A_{33}	A_{34}
ปัจจัย	A4	A_{41}	A_{42}	A_{43}	A_{44}

ตารางที่ 2 ความหมายของการเปรียบเทียบเป็นรายคู่

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆกัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์ หนึ่งอยู่ในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์ หนึ่งอยู่ในระดับมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์ หนึ่งอยู่ในระดับสูงสุด
2, 4, 6, 8	อยู่ระหว่างกลาง	อยู่ระหว่างระดับที่ได้อธิบายมาข้างต้น

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การหาทำเลที่ตั้งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น AHP และ Factor rating เป็นต้น ซึ่งบางครั้งประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมที่ทำให้การคำนวณรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้ AHP ถูกนำมาใช้ในการหาทำเลที่ตั้งทั้งในระดับจังหวัดและระดับประเทศสำหรับอุตสาหกรรมใกล้เคียงพบว่ามีเพียงถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่งเท่านั้น

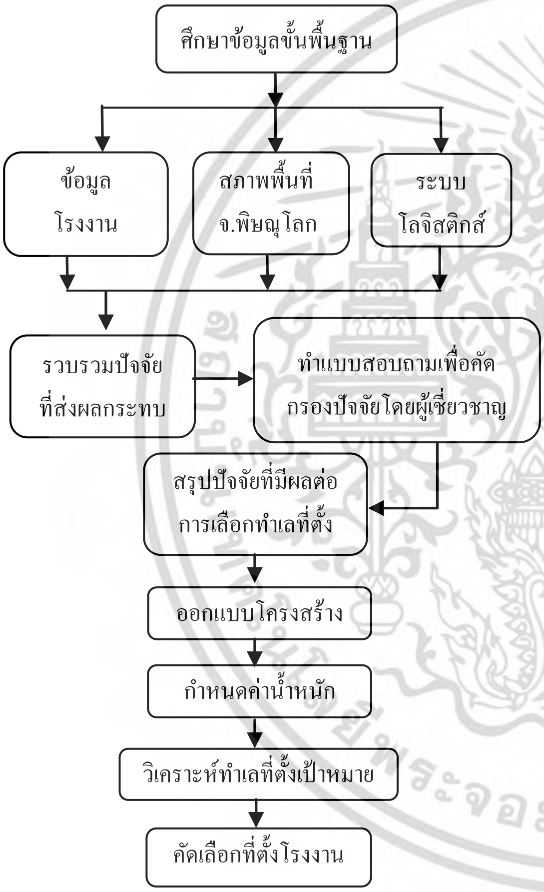
สรุปแล้วงานวิจัยนี้มีความแตกต่างกับงานวิจัยที่ผ่านมาเนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลัง มีเพียงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้ของธุรกิจการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลังเท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการต่อยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยดังกล่าวอันเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอย่างครบวงจร

3. ขั้นตอนการวิจัย

การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลัง เริ่มต้นจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดพิษณุโลก จากนั้นพิจารณาถึงปัจจัยในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง นำไปสู่การวิเคราะห์ปัจจัยและตัดสินใจด้วย AHP และออกแบบลำดับชั้นในการตัดสินใจดังขั้นตอนในรูปที่ 1

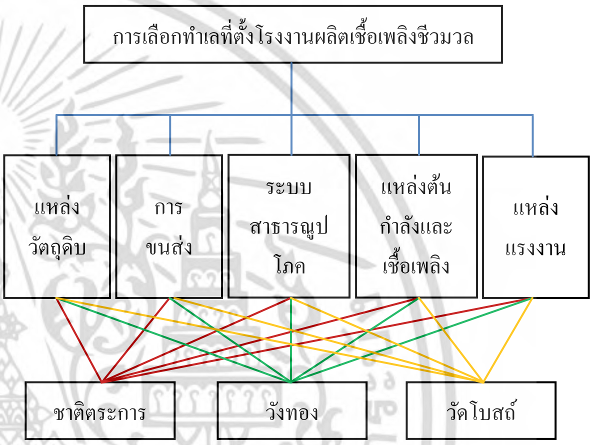


รูปที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย

4. ผลการวิจัย

4.1 การกำหนดปัจจัยตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง

ปัจจัยที่นำพิจารณาทั้งหมดเพื่อประยุกต์ใช้ใน AHP ได้แก่ แหล่งวัตถุดิบ แหล่งแรงงาน ตลาด ราคาที่ดิน การขนส่ง ระบบสาธารณูปโภค สิ่งแวดล้อม แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง สังคมและชุมชน กฎหมายและภาษี โอกาสในอนาคต นิคมอุตสาหกรรม ทัศนคติของชุมชน บรรยากาศรอบด้าน เสรีภาพทางการเมือง และเขตการค้าเสรีและเขตส่งเสริมการลงทุน ซึ่งใช้พิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานจากทางเลือกทั้งหมด 3 แห่ง คือ อำเภอชาติตระการ อำเภอวังทอง และอำเภอวัดโบสถ์ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านพิจารณากลั่นกรองปัจจัย ผลการพิจารณา พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ แหล่งวัตถุดิบ การขนส่ง แหล่งแรงงาน ระบบสาธารณูปโภค และแหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง ซึ่งสร้างแผนภูมิตารางการตัดสินใจได้ดังรูปที่ 2

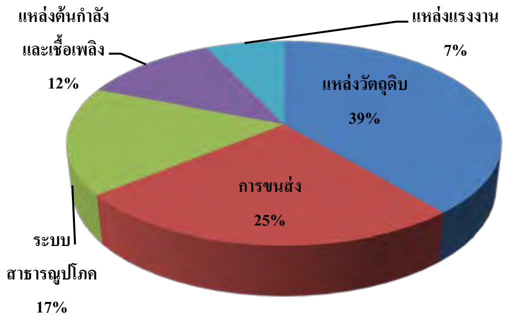


รูปที่ 2 แผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ

4.2 การหาระดับค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

จากผลการศึกษาหาค่าระดับความสำคัญทั้ง 5 ปัจจัย พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ แหล่งวัตถุดิบ ปัจจัยรองลงมาคือ การขนส่ง ระบบสาธารณูปโภค แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง และแหล่งแรงงานตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 สัดส่วนค่าน้ำหนักของปัจจัยตัดสินใจ

4.3 การตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: CR)

เมื่อทราบค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้ว จึงตรวจสอบความสอดคล้องกันของปัจจัยด้วยการเปรียบเทียบเชิงคู่ว่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำไปคำนวณค่า Eigenvector[12] (* ในตารางที่ 3) มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดย ถ้าค่า CR $\leq$ 0.10 แสดงว่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้ และถ้าค่า CR > 0.10 แสดงว่าค่าปัจจัยไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องต้องปรับการให้คะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบเชิงคู่อีกครั้ง โดยคำนวณค่า CR ได้ดังนี้

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

โดยที่ CI คือ ดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Index) สามารถคำนวณได้จาก

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)}$$

เมื่อ n คือ ขนาดของสแควร์เมตริก และ λ_{max} คือค่าไอเกน (Eigen Value) สูงสุดของสัมประสิทธิ์เฉพาะ และ RI คือ ดัชนีความสอดคล้องกันจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index) โดยเทียบค่าจากตารางที่ 4 ซึ่งค่า CI และ CR คำนวณได้ดังนี้ [11][13]

การคำนวณหาค่า λ_{max} เริ่มจากการนำเมตริกการเปรียบเทียบรายคู่คูณกับเมตริกค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละปัจจัย (Eigenvector)

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 3 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.388 \\ 0.250 \\ 0.172 \\ 0.116 \\ 0.072 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.195 \\ 1.452 \\ 0.941 \\ 0.594 \\ 0.373 \end{bmatrix}$$

นำผลลัพธ์หารด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ดังนี้

$$= \left[\frac{2.195}{0.388} \quad \frac{1.452}{0.250} \quad \frac{0.941}{0.172} \quad \frac{0.594}{0.116} \quad \frac{0.373}{0.072}\right]$$
$$= [5.675 \quad 5.808 \quad 5.470 \quad 5.120 \quad 5.180]$$

$$\lambda_{max} = \left(\frac{5.675 + 5.808 + 5.470 + 5.120 + 5.180}{5}\right)$$
$$\lambda_{max} = 5.450$$

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} = \frac{(5.450 - 5)}{(5-1)} = \frac{0.450}{4} = 0.112$$

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์การประเมินในแต่ละปัจจัย

เกณฑ์	แหล่งวัตถุดิบ	การขนส่ง	ระบบสาธารณูปโภค	แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง	แหล่งแรงงาน	ค่าเฉลี่ย ×100%
แหล่งวัตถุดิบ	0.43	0.60	0.39	0.29	0.23	*38.80%
การขนส่ง	0.14	0.20	0.39	0.29	0.23	*25.00%
ระบบสาธารณูปโภค	0.14	0.07	0.13	0.29	0.23	*17.20%
แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง	0.14	0.07	0.04	0.10	0.23	*11.58%
แหล่งแรงงาน	0.14	0.07	0.04	0.03	0.08	*7.20%
ผลรวม	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**100.00%**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความสอดคล้องกันจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index : RI)

จำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ	1	2	3	4	5
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12

ดังนั้นอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (CR) โดยเทียบค่า RI จากตารางที่ 4 เมื่อจำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบเท่ากับ 5 ปัจจัย คือ

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.112}{1.12} = 0.10$$

ผลการศึกษา พบว่า คำนวณค่า CR ได้ 0.10 จึงสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบรายคู่นั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ กล่าวคือ ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกทำเลที่ตั้งนั้น มีความสอดคล้องกันและสามารถยอมรับได้

4.4 การเปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละทางเลือกสำหรับการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

ทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ แหล่งวัตถุดิบ การขนส่ง แหล่งแรงงาน ระบบสาธารณูปโภค และแหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง ในแต่ละทางเลือก ดังตารางที่ 5

จากนั้นหาค่าลำดับความสำคัญรวมของทางเลือกจากการคำนวณด้วยค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยในแต่ละทางเลือก และค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์การประเมินในแต่ละปัจจัยจากตารางที่ 3 พบว่า ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลัง คือ อำเภอวังทองดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยในแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	แหล่งวัตถุดิบ	การขนส่ง	ระบบสาธารณูปโภค	แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง	แหล่งแรงงาน
ชาติตระการ	0.57	0.14	0.29	0.14	0.14
วัดโบสถ์	0.29	0.29	0.14	0.29	0.29
วังทอง	0.14	0.57	0.57	0.57	0.57

ตารางที่ 6 ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกในภาพรวม

ทางเลือก	แหล่งวัตถุดิบ	การขนส่ง	ระบบสาธารณูปโภค	แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง	แหล่งแรงงาน	ลำดับความสำคัญรวม
	0.39	0.25	0.17	0.12	0.07	
ชาติตระการ	0.22	0.04	0.05	0.02	0.01	0.33
วัดโบสถ์	0.11	0.07	0.02	0.03	0.02	0.27
วังทอง	0.05	0.14	0.10	0.07	0.04	**0.40**

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การประเมินทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลภายในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยมีปัจจัยซึ่งผ่านการกลั่นกรองจากผู้เชี่ยวชาญรวม 5 ปัจจัย ได้แก่ แหล่งวัตถุดิบ การขนส่ง ระบบสาธารณูปโภค แหล่งต้นกำลังและเชื้อเพลิง และแหล่งแรงงาน ซึ่งใช้ประเมินทำเลที่ตั้ง 3 ทางเลือก ได้แก่ อำเภอชาติตระการ อำเภอวังทอง และอำเภอวัดโบสถ์ สรุปว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลัง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำเภอวังทอง ด้วยค่าความสำคัญ 0.40 รองลงมาคือ อำเภอชาติตระการ และอำเภอวัดโบสถ์ ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีการประเมินน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญเพียง 5 ท่าน ดังนั้นหากมีผู้เชี่ยวชาญมากขึ้นอาจสะท้อนค่าได้แม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเหง้ามันสำปะหลังนี้ยังขาดการเปรียบเทียบด้านการเศรษฐศาสตร์ถึงความคุ้มค่าในการลงทุนแต่ละทางเลือก ซึ่งจะทำให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] T. Manisri, S. Thepjit, and T. Jiaranai, "A Study of Biomass Fuel from Cassava Stump Business Model by Logistics and Supply Chain Management Concept," Sripatum Review of Science and Technology, Vol.5, pp.100-109, January-December, 2014.

[2] P. Praneetpolgrang, and et al, Production and Operation Management, Diamond in Business World, Bangkok, 2004.

[3] James A. Tompkins, John A. White, Yavuz A. Bozer, and J.M.A. Tanchoco, Facilities Planning, 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2010.

[4] J. Heizer, and B. Render, Operations Management, 13th Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2013.

[5] J. M. Moore, Plant Layout and Design, 4th Edition, The Macmillan Company, New York, 1970.

[6] T. Mateetanyarat, "Oil Tank Farm Site Selection in Thailnad by Using the Analytic Hierarchy Process," Ladkrabang Engineering Journal, Vol.32, No.3, pp.37-42, September, 2015.

[7] R. Piwnim and S. Pimsakul, "Feasibility Study of Setting up a Coconut Shell Charcoal Briquette Plant in Prachuapkhirikhan," Ladkrabang Engineering Journal, Vol.28, No.1, pp.49-54, March, 2011.

[8] C. Sri-udomchai and N. Thawesaengskulthai, "Application of Analytical Hierarchy Process in Decision Support for Innovation Award," the Proceeding of Industrial Network Conference 2012, Cha-am, Phetchaburi, pp.2010-2016, 2012.

[9] Prachya Tarak, "Selection of Factory Location of Door and Window Company," M.S. Thesis, Dhurakij Pundit University, 168 pages, Bangkok, 2009.

[10] M. Khangkhan and A. Sopadang, "Multiple Criteria Decision Making (MCDM) for a Grass Warehouse Site Selection in Chiang Rai Province, Thailand," Thai Journal of Operations Research, Vol.3, No.2, pp.1-8, July-December, 2015.

[11] V. Tansirikongkol, AHP Advanced Decision for Organization Progress and Public Well-being, Amarin Printing and Publishing, Bangkok, 2014.

[12] Defence Technology Institute (Public Organization), "Analytical Hierarchy Process," [On-line Available]: http://www.dti.or.th/download150319174753_3ahp4.pdf.

[13] R. Chalongsuppunyoo and J. Payakpate, "Applying AHP for Dormitory Consideration: A Case Study – Private Dormitory at Naresuan University," Phayao Research Conference 2014, 8 pages, Phayao, 2014.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้