

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย

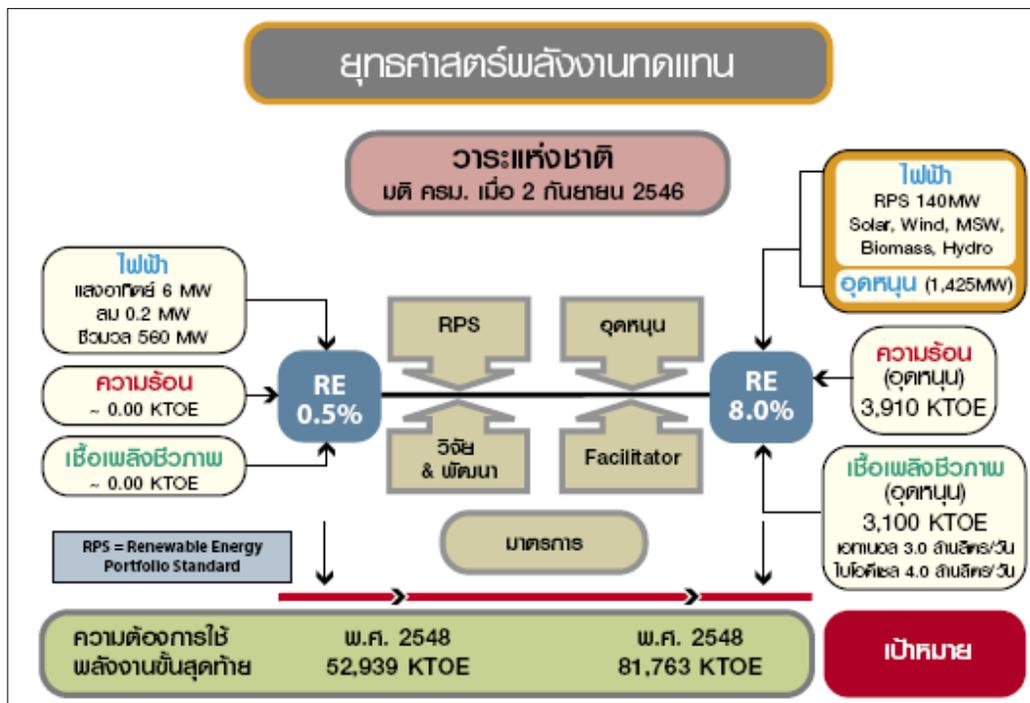
ปัจจุบันปัญหาด้านพลังงานเป็นปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญระดับโลก โดยปัญหาด้านความมั่นคงด้านพลังงานเป็นปัญหาหลักของการประชุมสุดยอดผู้นำเอเปคในเดือนสิงหาคม 2550 ณ ประเทศออสเตรเลีย โดยประเทศในกลุ่มเอเปคมีอัตราการใช้พลังงานสูงกว่า 60% ของปริมาณความต้องการใช้พลังงานทั่วโลก (โพสท์ทูเดย์, 2550) สำหรับประเทศไทยเองก็ได้ก้าวเข้าสู่ภาวะวิกฤตด้านพลังงานแล้วเนื่องจากภาวะค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของครัวเรือน ได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากเดิมที่เคยมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน 3,546 บาทต่อครัวเรือต่อปี ในปี 2533 ก่อนจะเพิ่มเป็น 17,208 บาทต่อครัวเรือต่อปี เมื่อปี 2549 ที่ผ่านมา ในขณะที่ภาระการนำเข้าน้ำมันได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจากที่เคยมีการนำเข้าในมูลค่าไม่เกิน 100,000 ล้านบาทต่อปี แต่เมื่อปี.ศ. 2549 ที่ผ่านมา มูลค่าการนำเข้ากลับเพิ่มขึ้นถึง 887,000 ล้านบาท สาเหตุของวิกฤตพลังงานที่เกิดขึ้น เป็นผลมาจากราคาน้ำมันที่มีการปรับตัวอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับการใช้พลังงานของประเทศมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ จะเห็นได้จากแนวโน้มการจัดหาพลังงานขึ้นต้นมีมากขึ้นเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (ฐานเศรษฐกิจ, 2550)

จากปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนที่กำลังส่งผลกระทบต่ออย่างชัดเจนในปัจจุบันทำให้หลายประเทศทั่วโลกออกมาตรการป้องกันการทำลายสิ่งแวดล้อม และประเทศไทยได้มุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน อาทิเช่น พลังงานชีวภาพ พลังงานจากลม พลังงานแสงอาทิตย์ ตลอดจนยุทธศาสตร์ส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซิน 95 ที่รัฐบาลให้การสนับสนุนทั้งด้านการผลิตและการโฆษณาประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความเข้าใจและความเชื่อมั่นในกลุ่มผู้บริโภค และจากสภาวะการณ์ปัจจุบันราคาน้ำมันดิบ และน้ำมันสำเร็จรูปขยับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตโดยตรงในปัจจุบัน สำหรับประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก ทำให้ประเทศสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเพื่อนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมาก และในอนาคตราคาน้ำมันในตลาดโลกมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้หลายประเทศหันมาให้ความสำคัญและเร่งพัฒนาอย่างจริงจัง โดยการคิดค้นหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ๆ ซึ่งที่ได้รับความนิยมในขณะนี้ คือ เอทานอล

สำหรับการส่งเสริมการผลิตและการใช้เอทานอลในประเทศไทยให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความเสถียรความปลอดภัย จำเป็นต้องศึกษา วิเคราะห์ รวมทั้งต้องมีข้อมูลที่ครบถ้วนสำหรับประกอบการตัดสินใจเพื่อกำหนดเป็นนโยบายและแผนการพัฒนา

พลังงานที่ยั่งยืน และเพื่อเป็นการแก้ปัญหาหาคาน้ำมันแพง การขาดแคลนเชื้อเพลิง เอทานอลจึงเป็น แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่เป็นพลังงานทางเลือก ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานสะอาด ผลิตจากกระบวนการหมัก (Fermentation) พืชทุกชนิด และผลิตภัณฑ์ของพืชบางชนิด ได้แก่ อ้อย น้ำตาล แป้ง มันสำปะหลัง มันเทศ รวมทั้งธัญพืชต่างๆ อาทิเช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวเหนียว ข้าวฟ่างหวาน และผลไม้ชนิดต่างๆ

จากข้อมูลการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ภายในประเทศพบว่าเพิ่มสูงขึ้นตลอดเวลา แสดงให้เห็นว่า จะเกิดการขาดแคลนน้ำมันแก๊สโซฮอล์ขึ้นในประเทศ ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากภาวะขาดแคลน น้ำมันอย่างมาก เนื่องจากระบบเศรษฐกิจของประเทศต้องพึ่งพาการขนส่งทางรถยนต์ค่อนข้างมาก จากความต้องการใช้พลังงานปี พ.ศ.2548 พบว่าประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นมูลค่า 700,000 ล้านบาท ซึ่งความพยายามในการลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ทำให้คณะรัฐมนตรีได้มีการจัดทำ ยุทธศาสตร์พลังงานแห่งชาติ ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2546 ซึ่งส่งเสริมให้มีการใช้ เชื้อเพลิงจากพืชหรือเชื้อเพลิงชีวภาพทดแทนน้ำมัน โดยสนับสนุนให้มีการผลิตเอทานอลจากผลิตผล ทางการเกษตร เพื่อนำไปเป็นส่วนผสมของน้ำมันเบนซินและจำหน่ายให้กับประชาชนทั่วไปในชื่อของ น้ำมันแก๊สโซฮอล์



รูปที่ 1.1 ยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน
(ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2550)

ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐ จึงได้ส่งเสริมให้มีการสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในทุกภูมิภาคของประเทศไทย และจากข้อมูลของกระทรวงพลังงาน ปี 2550 พบว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้เปิดดำเนินการถึง 13 โรงงานจากทั้งหมด 24 โรงงานที่ได้รับอนุญาตทั้งหมดในประเทศไทย แต่ถ้าหากพิจารณาถึงวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลในปัจจุบันก็จะพบว่าโรงงานต่างๆ ก็จะเลือกใช้วัตถุดิบสองชนิดคือ กากน้ำตาลกับแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งวัตถุดิบทั้งสองต่างก็มีความสำคัญ และมีความต้องการสูงในอุตสาหกรรมอื่นๆ ด้วย ดังนั้นผลกระทบที่จะตามมาคือการขาดแคลนวัตถุดิบที่จะนำไปใช้ในการผลิตเอทานอล ดังนั้นเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นตามมา งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเพื่อหาสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้วัตถุดิบมาจากวัตถุดิบต่อเนื่องจากการผลิตน้ำตาลและแป้งมัน นั่นคือชานอ้อยและกากมัน โดยงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นภายใต้วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความเสถียรความปลอดภัย

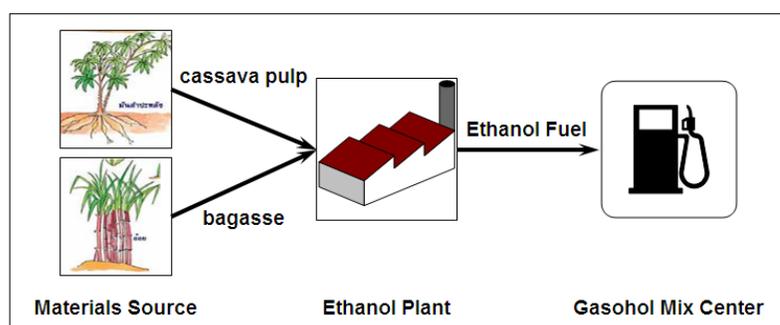
นอกจากการศึกษาเพื่อหาสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้วัตถุดิบมาจากชานอ้อยและกากมันแล้ว งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาการเลือกที่ตั้งแบบสองระดับ เป็นการกำหนดต้นกำเนิดของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอลสองระดับ รวมถึงการเลือกเส้นทางขนส่งแบบสองระดับ และในงานวิจัยครั้งนี้ยังได้กำหนดกรอบปัญหาให้เป็นแบบหลายจุดประสงค์เพื่อให้สะท้อนและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการตัดสินใจ และเพื่อกำหนดเป็นนโยบายแผนการพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืนต่อไป

Buddadee et al. (2008, 2009) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเอทานอลที่ใช้ชานอ้อย โดยศึกษาถึงผลของความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และพบว่าการใช้ชานอ้อยดังกล่าวมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ

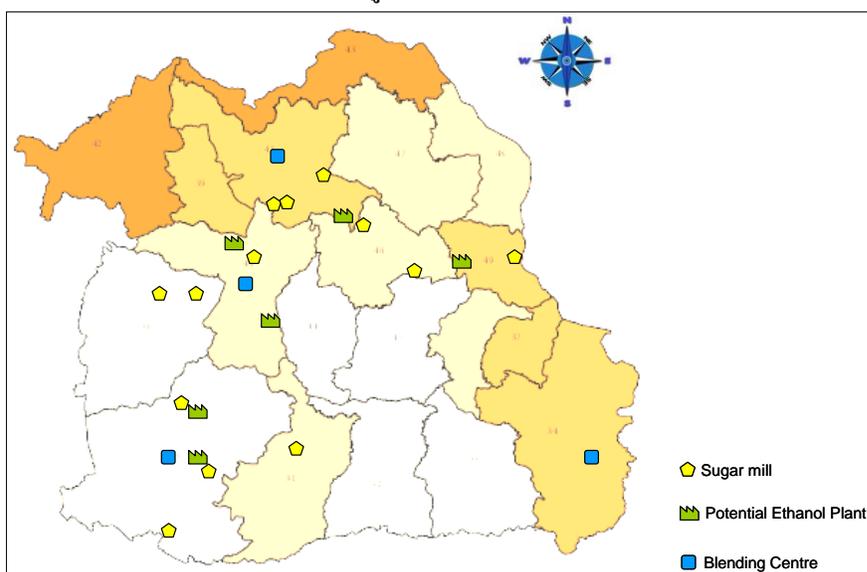
นัทพวงศ์ และคณะ (2551, 2552) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเอทานอลจากชานอ้อยแบบหลายจุดประสงค์ (multi-objectives) โดยที่การระบุปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งจะมีลักษณะเฉพาะ 4 ประการ คือ (1) ที่ตั้งของลูกค้ายี่มีที่ตั้งแน่นอนอยู่แล้ว (2) ที่ตั้งโรงงานที่ต้องการหาตำแหน่งที่ตั้งเอง (3) ที่ตั้งที่ลูกค้าและโรงงานตั้งอยู่ (4) ระยะทางในการเดินทางระหว่างโรงงานกับลูกค้า (ReVelle and Eiselt, 2005) นอกจากนี้การศึกษายังเป็นการเลือกสถานที่ตั้งแบบสองระดับ ซึ่งเป็นการจัดเส้นทางขนส่งยานพาหนะแบบสองระดับ (two-level location routing problem) โดยที่ Jacobsen and Madsen (1980) ได้เสนอไว้ในปัญหาการขนส่งหนังสือพิมพ์ ซึ่งประกอบด้วย (1) การหาสถานที่ตั้งของจุดกระจายสินค้า (2) การออกแบบเส้นทางของยานพาหนะจากโรงงานผลิตไปยังจุดกระจายสินค้า (3)

การจัดสรรลูกค้าให้กับแต่ละจุดกระจายสินค้า และ (4) การออกแบบเส้นทางยานพาหนะที่ออกจากจุดกระจายสินค้าไปยังลูกค้ารายย่อยต่างๆ

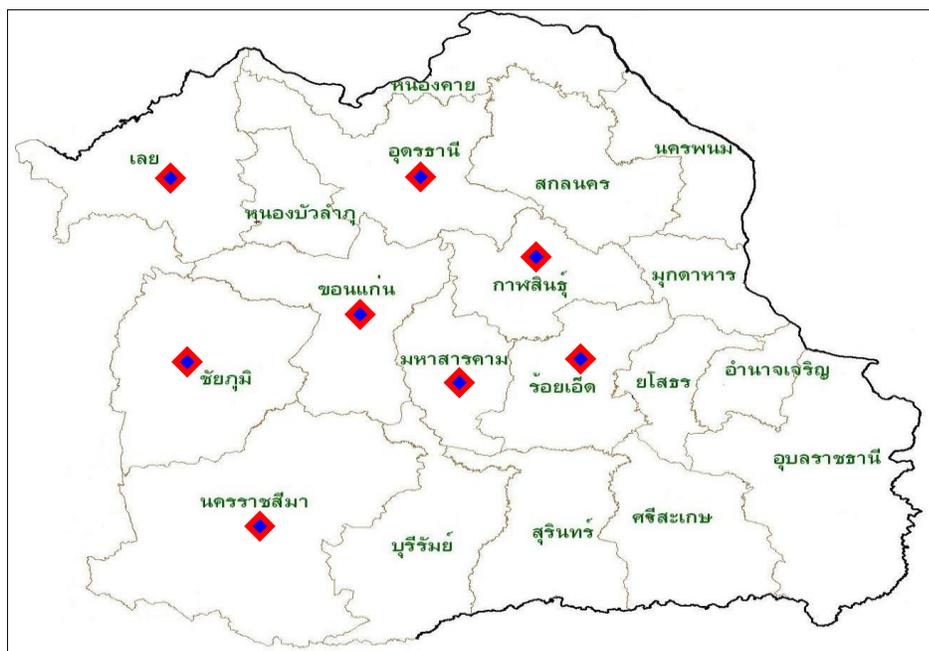
ทองพูน และ ระพีพันธ์ (2554) ได้ทำการศึกษาในปัญหาเดียวกันกับนั้ทพงศ์แต่ขยายรูปแบบของปัญหาเป็นการเพิ่มแหล่งของวัตถุดิบเป็นหลายแหล่ง (Multi-Source) กล่าวคือมีการพิจารณาถึงแหล่งวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ผลิตเอทานอลเป็นชานอ้อยและกากมัน โดยปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO Version 11.0



รูปที่ 1.2 รูปแบบโซ่อุปทานการผลิตเอทานอลเพื่อนำไปผสมเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์
(ที่มา: ทองพูน และ ระพีพันธ์, 2554)



รูปที่ 1.3 ตำแหน่งของโรงงานน้ำตาล, จุดที่มีศักยภาพในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอล และโรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(ที่มา: นั้ทพงศ์ และคณะ, 2008)



รูปที่ 1.4 ตำแหน่งที่ตั้งโรงงานแป้งมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(ที่มา: ทองพูน และ ระพีพันธ์, 2554)

อย่างไรก็ตามการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO Version 11 นั้นเมื่อทำการเพิ่มจำนวนขนาดของแหล่งวัตถุดิบและจุดที่มีศักยภาพในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลให้มีจำนวนมากยิ่งขึ้น พบว่าไม่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO Version 11 ในการแก้ปัญหาได้เนื่องจากหน่วยความจำสำรองของโปรแกรมไม่เพียงพอกับความซับซ้อนของปัญหาที่เพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นการออกแบบอัลกอริทึมเพื่อการแก้ปัญหาค่าการเลือกเส้นทางและสถานที่ตั้งแบบหลายลำดับขั้น หลายต้นกำเนิดและหลายจุดประสงค์ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาคัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งโรงงานตลอดจนออกแบบเส้นทางขนส่งเพื่อตอบสนองต่อข้อจำกัดที่มีหลากหลายทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์เอทานอลจากมันสำปะหลังและพัฒนาอภิวรรีตติกอรรถิทธิมในการแก้ปัญหการเลือกสถานที่ตั้งและเส้นทางขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือภายใต้วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐศาสตร์, สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ตลอดจนการพัฒนาอภิวรรีตติกอรรถิทธิมเพื่อแก้ปัญหการเลือกเส้นทางและสถานที่ตั้ง ที่ทำการศึกษาโรงงานผลิตเอทานอลจากชานอ้อยและกากมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น

1.3.1 แหล่งวัตถุดิบชานอ้อยในการผลิตเอทานอลมีตั้งแต่ 1 แห่งแต่ไม่เกิน 16 แห่งตามสถานที่ตั้งของโรงงานน้ำตาล

1.3.2 แหล่งวัตถุดิบกากมันในการผลิตเอทานอลมีตั้งแต่ 1 แห่งแต่ไม่เกิน 46 แห่งตามสถานที่ตั้งของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

1.3.3 โรงงานเอทานอลที่จะจัดตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 1 แห่งแต่ไม่เกิน 5 แห่งตามสถานที่ตั้งของโรงงานผลิตเอทานอลเดิมที่เปิดดำเนินการผลิตอยู่แล้ว

1.3.4 โรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์หรือคลังน้ำมันที่โรงงานเอทานอลต้องจัดส่งให้มีจำนวนตั้งแต่ 1 แห่งแต่ไม่เกิน 4 แห่งตามสถานที่ตั้งของคลังน้ำมันเดิมที่เปิดดำเนินการอยู่แล้ว

1.3.5 วัตถุดิบสำหรับโรงงานเอทานอลมีสองชนิด คือชานอ้อยและกากมันที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำตาลและแป้งมันสำปะหลังตามลำดับ

1.3.6 โรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์หรือคลังน้ำมันต้องการสินค้าจากโรงงานผลิตเอทานอลเพียงอย่างเดียวคือเอทานอลบริสุทธิ์เท่านั้น

1.3.7 ความสามารถในการรับเอทานอลของโรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์หรือคลังน้ำมันเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและรับได้ไม่จำกัดจำนวน

1.3.8 ความสามารถในการรับวัตถุดิบของโรงงานเอทานอลเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและรับได้ไม่จำกัดจำนวน รวมทั้งปริมาณวัตถุดิบที่ต้องไปรับจากแหล่งวัตถุดิบมีจำนวนที่แน่นอน

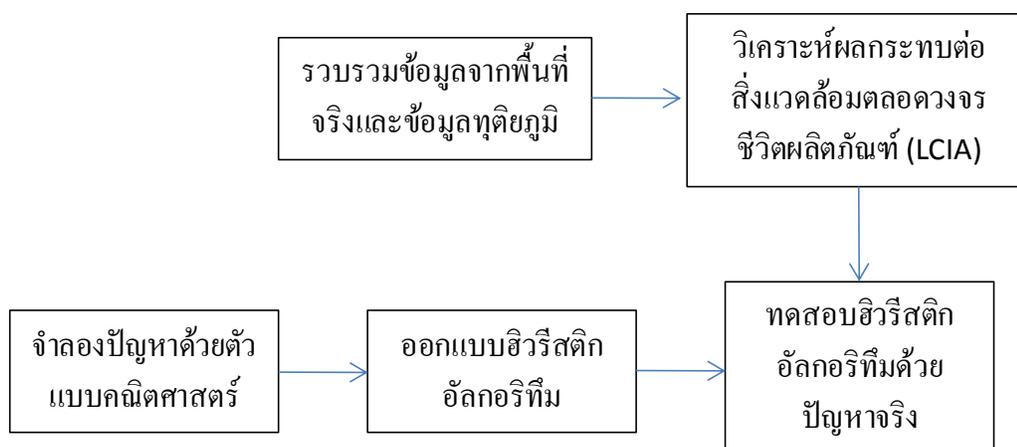
1.3.9 จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของทุกเส้นทางของยานพาหนะคือโรงงานเอทานอล

1.3.10 ปริมาณวัตถุดิบที่บรรทุกรวมในเส้นทางไม่เกินเงื่อนไขควบคุมที่กำหนด

- 1.3.11 ปริมาณเอทานอลที่บรรทุกรวมในเส้นทางไม่เกินเงื่อนไขควบคุมที่กำหนด
- 1.3.12 การขนส่งทั้งวัตถุดิบและเอทานอลไม่มีเงื่อนไขด้านเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง
- 1.3.13 งานวิจัยจัดทำขึ้นภายใต้สมมุติฐานที่ต้องการกำหนดการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning) ของโรงงานเอทานอลที่มีอยู่แล้วเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงผลการปฏิบัติงานจริงตามกระบวนการผลิตจริงที่มีอยู่แล้ว

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยจะเริ่มจากการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหา การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเอทานอลและจัดเส้นทางขนส่งของยานพาหนะ จากนั้นจึงเสนอวิธีเมตาฮีวิริสติกพัฒนาขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว



รูปที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะเตรียมการ ระยะดำเนินการออกแบบอัลกอริทึม และระยะหลังดำเนินการ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

- 1.5.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการวิจัยดำเนินงาน ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามอบหมายเส้นทางและสถานที่ตั้ง (Location allocation problem) แบบหลายลำดับขั้น (Multi-stage) หลายต้นกำเนิด (Multi-source) และหลายจุดประสงค์ (Multi-objective)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3. รวบรวมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในงานวิจัย												
4. ทำการทดลองและประมวลผลจากข้อมูลที่ได้รับ												
5. สรุปอภิปรายผลการทดลอง และเผยแพร่บทความวิจัย												

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้สถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลที่ใช้วัตถุดิบมาจากชานอ้อยและกากมันที่มีต้นทุนการดำเนินการต่ำที่สุด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และมีความเสี่ยงด้านความปลอดภัยต่ำที่สุด สามารถสรุปออกมาเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1.7.1 ได้ผลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรอายุผลิตภัณฑ์ของเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลังและชานอ้อย

1.7.2 ได้อัลกอริทึมสำหรับการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและเส้นทางการขนส่งสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนสูงสุดสำหรับผู้สนใจที่จะลงทุนครั้งโรงงานเอทานอล โดยไม่มีข้อร้องเรียนเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและความปลอดภัยอันเนื่องมาจากการขนส่งวัตถุดิบ

1.7.3 บทความเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชีววิธีสกัดอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปเผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติได้ เช่น European Journal of Operational Research หรือ Computers & Operation Research เป็นต้น