บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย

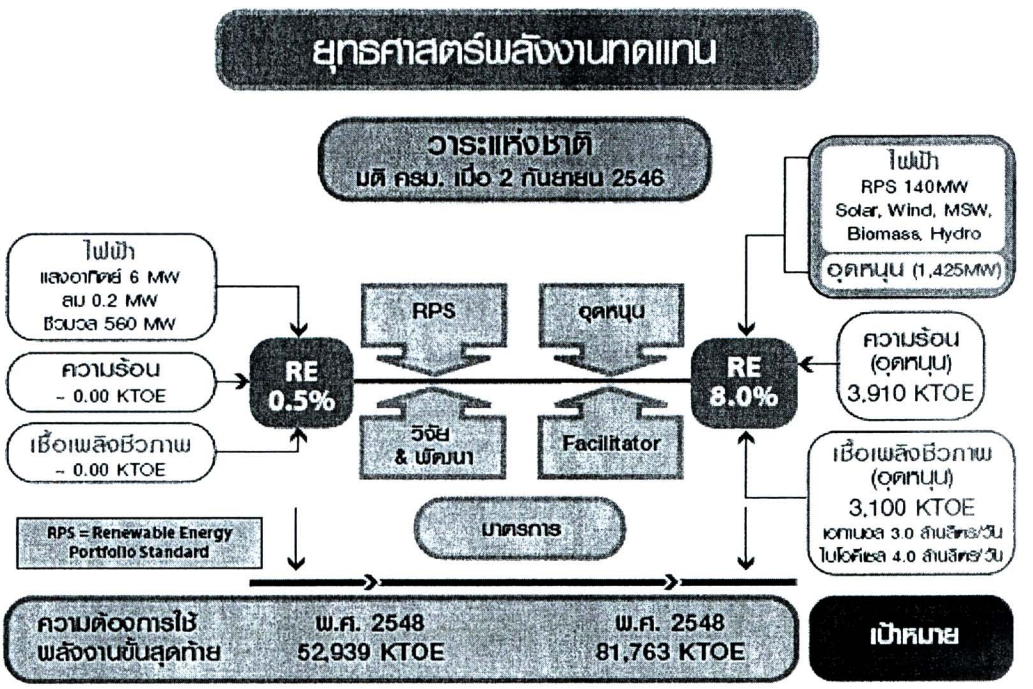
วิกฤติพลังงานเป็นประเด็นสำคัญที่ทั่วโลกต่างให้ความสนใจและหาทางออกให้กับปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะการหมดไปของน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นพลังงานหลักที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก อีกทั้งยังเป็นตัวตั้งต้นของผลิตภัณฑ์ด้านพลังงานอื่นๆ อีกมากมาย

สภาการปิโตรเลียมแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้เผยแพร่รายงานชื่อ "เผชิญหน้ากับความจริงเกี่ยวกับพลังงาน" ระบุว่าในอีก 25 ปีข้างหน้าน้ำมันในรูปแบบดั้งเดิม (Conventional oil) ซึ่งได้แก่น้ำมันที่ได้จากการทับถมของซากพืช สัตว์หรือฟอสซิล จะไม่เพียงพอต่อความต้องการของโลก เนื่องจากการขยายตัวของความต้องการใช้จะมีมากกว่าปริมาณน้ำมันที่จัดหาได้ ดังนั้นจำเป็นต้องจัดหาพลังงานทางเลือกมาทดแทน

รายงานดังกล่าวระบุว่า ในช่วง 25 ปีข้างหน้าความต้องการใช้น้ำมันจะขยายตัว 50-60 % แต่ปริมาณน้ำมันแบบดั้งเดิมและก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่จะไม่สามารถตอบสนองได้เพียงพอ โดยสภาการปิโตรเลียมประเมินว่าในปี ค.ศ.2030 ความสามารถในการผลิตพลังงานจะอยู่ที่ระดับ 107 ล้านบาร์เรลต่อวัน ไม่ใช่ 116-118 ล้านบาร์เรลต่อวัน อย่างที่องค์การพลังงานระหว่างประเทศ (ไออีเอ) ประเมินไว้ ดังนั้นจะต้องจัดหาพลังงานทางเลือกมาอุดช่องว่างนี้ เช่น เอทานอล ไบโอดีเซล และถ่านหินเหลว เป็นต้น

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากภาวะขาดแคลนน้ำมันอย่างมาก เนื่องจากระบบเศรษฐกิจของประเทศต้องพึ่งพาการขนส่งทางรถยนต์ค่อนข้างมาก จากความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548 พบว่าประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นมูลค่า 700,000 ล้านบาท โดยนับตั้งแต่ราคาน้ำมันในตลาดโลกมีการปรับตัวขึ้นอย่างต่อเนื่อง รัฐบาลในขณะนั้นได้พยายามแบกรับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นโดยใช้การแทรกแซงราคาน้ำมัน อย่างไรก็ตามในที่สุดเมื่อราคาน้ำมันยังคงปรับตัวขึ้นอย่างต่อเนื่องและไม่มีทีท่าว่าจะลดลงทำให้รัฐบาลตัดสินใจลอยตัวค่าน้ำมัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคขนส่ง ภาคการผลิต และระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศอย่างมาก

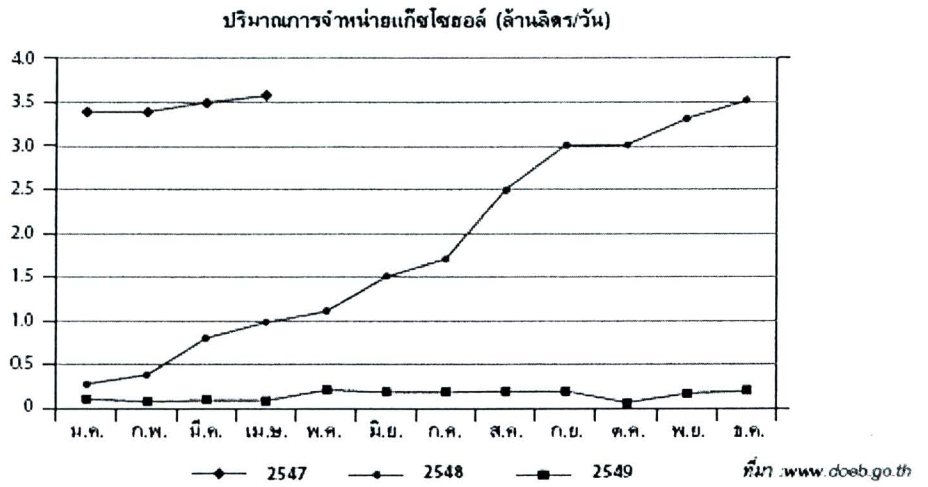
ในขณะเดียวกัน ความพยายามในการลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ทำให้คณะรัฐมนตรีได้มีจัดทำยุทธศาสตร์พลังงานแห่งชาติ ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2546 ซึ่งส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิงจากพืชหรือเชื้อเพลิงชีวภาพทดแทนน้ำมัน โดยสนับสนุนให้มีการผลิตเอทานอลจากผลิตผลทางการเกษตร เพื่อนำไปเป็นส่วนผสมของน้ำมันเบนซินและจำหน่ายให้กับประชาชนทั่วไปในชื่อของน้ำมันแก๊สโซฮอลล์



รูปที่ 1.1 ยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน
(ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2550)

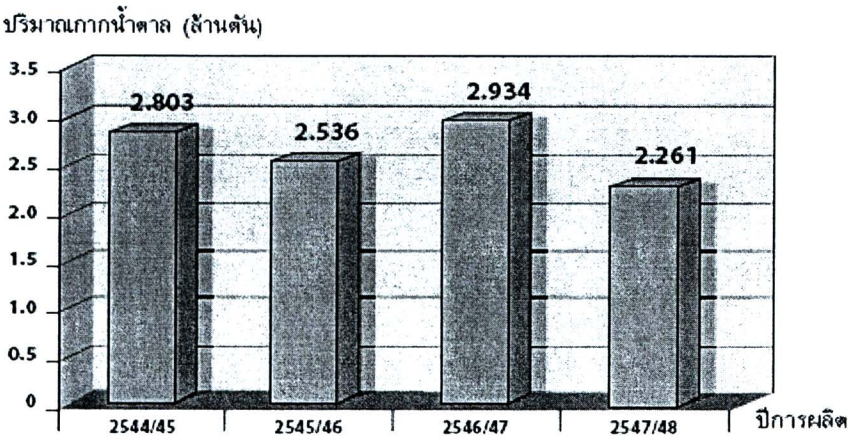
หากพิจารณาการเติบโตของผู้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ จากข้อมูลของกระทรวงพลังงานพบว่าจากเดือนกุมภาพันธ์ 2550 มีอัตราการใช้อยู่ที่ระดับ 3.1 ล้านลิตรต่อวันมาอยู่ที่ระดับ 4.93 ล้านลิตรต่อวันในเดือนสิงหาคม 2550 ที่ผ่านมา แบ่งเป็น น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 อยู่ที่ระดับ 4.21 ล้านลิตรต่อวัน และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 อยู่ที่ระดับ 0.72 ล้านลิตรต่อวัน และปัจจุบันมีสถานีให้บริการน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ทั่วประเทศรวม 3,557 แห่ง และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ทั่วประเทศ รวม 654 แห่ง ทำให้ประเมินได้ว่า

ปริมาณความต้องการเอทานอลในประเทศจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากในอนาคต ซึ่งจะนำไปสู่การจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในประเทศเพิ่มขึ้น



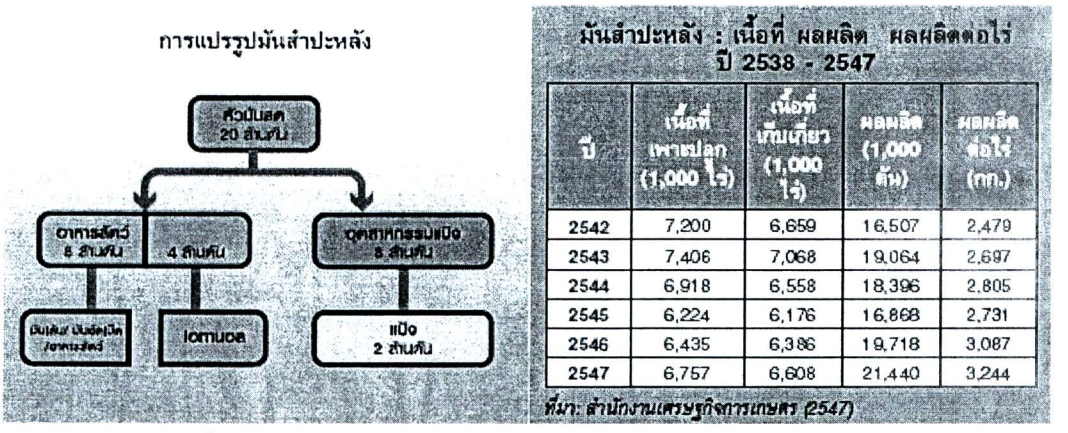
รูปที่ 1.2 ปริมาณการจำหน่ายแก๊สโซฮอลล์ในประเทศไทยปีพ.ศ. 2547 – 2549
(**ที่มา**: กระทรวงพลังงาน, 2550)

อย่างไรก็ตาม การจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอลดังกล่าว จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยหลายด้านไม่ว่าจะเป็นสถานที่ตั้งซึ่งต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงการกำหนดเส้นทางในการขนส่งวัตถุดิบจากภาคเกษตรกรรม ตลอดจนการขนส่งเอทานอลบริสุทธิ์สำหรับการนำไปเป็นส่วนผสมในน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ ซึ่งเอทานอลนั้นถือเป็นวัตถุอันตรายประเภทหนึ่งเนื่องจากมีความไวไฟสูง



รูปที่ 1.3 ปริมาณกากน้ำตาลในประเทศไทย

(ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2550)



รูปที่ 1.4 ปริมาณการผลิตและกระบวนการแปรรูปมันสำปะหลัง

(ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2550)

หากพิจารณารายการโรงงานผลิตเอทานอลที่ได้รับอนุญาตจากกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 จะพบว่ามีโรงงานเอทานอลที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือถึง 13 โรงงานจากทั้งหมด 24 โรงงาน และมีกำลังการผลิตรวมกันกว่า 2.4 ล้านลิตรต่อวัน หรือคิดเป็น 62% ของกำลังการผลิตทั้งประเทศ

ตารางที่ 1.1 โรงงานเอทานอลที่ได้รับอนุญาตในระยะแรก

ผู้ประกอบการ	(ลิตร/วัน)	วัตถุดิบ	จังหวัด	เริ่มผลิต
1. บจ. พรวิไลอินเตอร์เนชั่นแนลฯ	25,000	กากน้ำตาล	อยุธยา	ต.ค. 2546
2. บจม. ไทยแอลกอฮอล์	200,000	กากน้ำตาล	นครปฐม	ส.ค. 2547
3. บจ. ไทยอะโกรเอนเนอร์จี	150,000	กากน้ำตาล	สุพรรณบุรี	ก.พ. 2548
4. บจ. ขอนแก่นแอลกอฮอล์	150,000	กากน้ำตาล	ขอนแก่น	ม.ค. 2549
5. บจ.ไทยวัน เอทานอล	130,000	มันสำปะหลัง	ขอนแก่น	ก.พ. 2549
6. บจ. อินเตอร์เนชั่นแนล แก๊สโซฮอล์ คอร์ปอเรชั่น	170,000 330,000	มันสำปะหลัง	ระยอง	ก.ค. 2549 มิ.ย. 2550
รวม	1,155,000			

(ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2550)

ตารางที่ 1.2 ตารางโรงงานเอทานอลที่ได้รับอนุญาตในระยะที่สอง

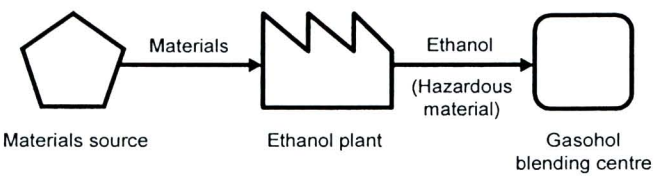
ผู้ประกอบการ	(ลิตร/วัน)	วัตถุดิบ	จังหวัด	เริ่มผลิต
1. เริ่มอุดมเอทานอล	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	หนองบัวลำภู	พ.ย. 2550
2. น้ำตาลไทยเอทานอล	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	กาญจนบุรี	มิ.ย. 2550
3. เพโทรกรีน	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	กาฬสินธ์	ธ.ค. 2550
4. เพโทรกรีน	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	ชัยภูมิ	ธ.ค. 2549
5. ไทยรุ่งเรืองพลังงาน	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	สระบุรี	ธ.ค. 2554
6. ไทยรุ่งเรืองพลังงาน	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	เพชรบูรณ์	ธ.ค. 2554
7. อี เอส พาวเวอร์	100,000	อ้อย/กากน้ำตาล	สระแก้ว	ธ.ค. 2550
8. เอ็นวายเอทานอล	150,000	อ้อย/กากน้ำตาล	นครราชสีมา	มิ.ย. 2550
9. ราชบุรีเอทานอล	100,000	อ้อย/กากน้ำตาล	ราชบุรี	มิ.ย. 2550
10. อุตสาหกรรมโคราช	100,000	อ้อย/กากน้ำตาล	นครราชสีมา	ก.ค. 2550
11. อุตสาหกรรมอ่างเวียน	160,000	อ้อย/กากน้ำตาล	นครราชสีมา	ธ.ค. 2550
12. น้ำตาลไทยเอทานอล	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	กำแพงเพชร	ธ.ค. 2551
13. สมเด็จ (1991) จำกัด	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	อุดรธานี	ก.ย. 2550
14. ฟ้าชวัญทิพย์	120,000	มันสำปะหลัง	ปราจีนบุรี	ธ.ค. 2550
15. สยามเอทานอลอุตสาหกรรม	100,000	มันสำปะหลัง	ชัยภูมิ	มิ.ย. 2550
16. ปิกนิคแก๊สแอนด์เอ็นจิเนียริ่ง	500,000	มันสำปะหลัง	ปราจีนบุรี	มิ.ย. 2551
17. บุญเอนก	600,000	มันสำปะหลัง	นครราชสีมา	ธ.ค. 2550
18. บุรีรัมย์เอทานอล	200,000	อ้อย/กากน้ำตาล	บุรีรัมย์	ธ.ค. 2550
รวม	3,730,000			

(ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2550)

อย่างไรก็ตามโรงงานเอทานอลที่ได้รับอนุญาตให้มีการจัดตั้งดังกล่าวจะใช้วัตถุดิบหลักคือมันสำปะหลัง, อ้อยและกากน้ำตาลในการผลิตเอทานอลซึ่งอาจส่งผลในแง่ของอุปทานส่วนขาดเนื่องจากวัตถุดิบดังกล่าวถูกใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม

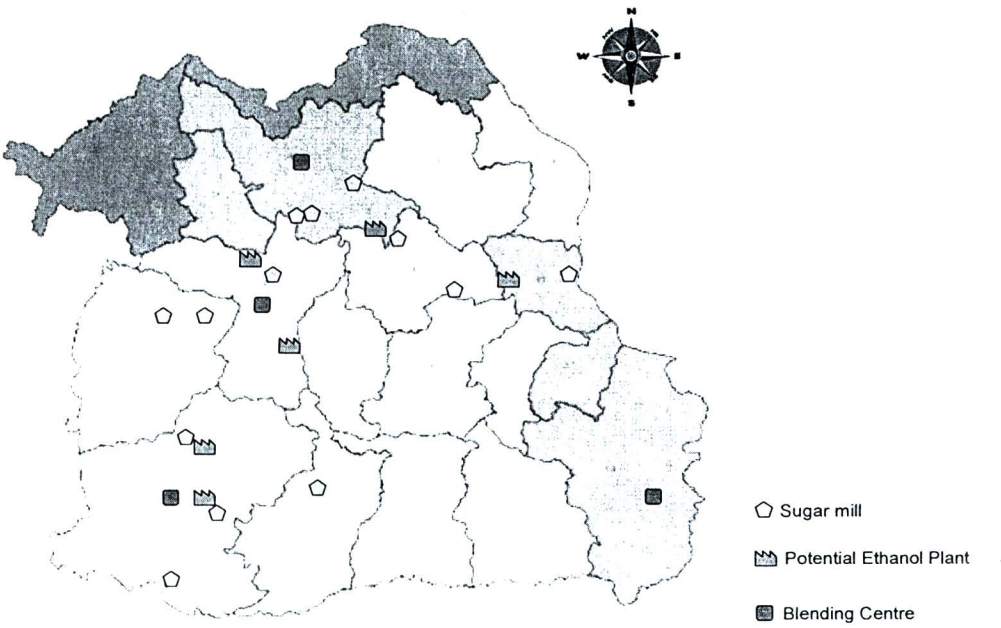
Buddadee และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเอทานอลที่ใช้ชานอ้อยซึ่งเหลือจากการผลิตน้ำตาลมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลสำหรับนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลล์ และพบว่าการใช้ชานอ้อยดังกล่าวมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อน

Nanthasamroeng และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาในปัญหาเดียวกันแต่ขยายรูปแบบของปัญหาเป็นการเลือกสถานที่ตั้งของโรงงานเอทานอลแบบหลายขั้น (Multi-echelon) กล่าวคือมีการพิจารณาถึงการขนส่งเอทานอลจากโรงงานเอทานอลไปยังโรงผสมแก๊สโซฮอลล์เพิ่มเติม และเพิ่มวัตถุประสงค์ด้านความเสี่ยงด้านความปลอดภัย (Societal risk) ที่มีต่อชุมชนที่อยู่ในบริเวณที่มีการขนส่งเอทานอลหากมีการรั่วไหลของเอทานอลซึ่งถือเป็นวัตถุอันตรายเนื่องจากมีความสามารถในการติดไฟได้ โดยปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO Version 4



รูปที่ 1.5 ลักษณะของการขนส่งแบบหลายขั้นกรณีศึกษาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(ที่มา: Nanthasamroeng และคณะ, 2008)



รูปที่ 1.6 ตำแหน่งของโรงงานน้ำตาล, จุดที่มีศักยภาพในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและโรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(ที่มา: Nanthasamroeng และคณะ, 2008)

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาจากการเลือกสถานที่ตั้งแต่เพียงอย่างเดียวให้เป็นปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะแบบหลายวัตถุประสงค์และหลายระดับ (Multiobjective multi-level location-routing problem) พบว่าไม่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO Version 4 ในการแก้ปัญหาได้เนื่องจากหน่วยความจำสำรองของโปรแกรมไม่เพียงพอกับความซับซ้อนของปัญหาที่เพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นการออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและเส้นทางขนส่งแบบหลายวัตถุประสงค์และหลายระดับ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหาการตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งโรงงานตลอดจนออกแบบเส้นทางขนส่งเพื่อตอบสนองต่อข้อจำกัดที่มีหลากหลายทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและหาเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เอทานอลที่ได้ โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

1.2.2 เพื่อศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและหาเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เอทานอลที่ได้ โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 สมมติฐานการพัฒนาฮิวรีสติก : วิธีการที่พัฒนาขึ้นสามารถให้คำตอบที่น่าพอใจโดยเทียบสมรรถนะกับการใช้ซอฟท์แวร์สำเร็จรูป (Commercial software) ที่ขนาดของปัญหาต่างๆ

1.3.2 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ตลอดจนการพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เอทานอล โดยมีขอบเขตอยู่ภายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีสมมติฐานในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาดังนี้

1.3.2.1 แหล่งวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลมีตั้งแต่ 1 แห่งแต่ไม่เกิน 13 แห่งตามสถานที่ตั้งของโรงงานน้ำตาล

1.3.2.2 โรงงานเอทานอลที่จะจัดตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 1 แห่งแต่ไม่เกิน 13 แห่งตามสถานที่ตั้งของโรงงานน้ำตาล

1.3.2.3 โรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ที่โรงงานเอทานอลต้องจัดส่งให้มีจำนวนตั้งแต่ 1 แห่งแต่ไม่เกิน 4 แห่ง

1.3.2.4 วัตถุดิบสำหรับโรงงานเอทานอลมีเพียงชนิดเดียวคือกากอ้อยที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำตาล

1.3.2.5 โรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ต้องการสินค้าจากโรงงานผลิตเอทานอลเพียงอย่างเดียวคือเอทานอลบริสุทธิ์เท่านั้น

1.3.2.6 ความต้องการเอทานอลของโรงผสมน้ำมันแก๊สโซฮอลล์เป็นไปอย่างสม่ำเสมอและทราบเป็นที่แน่นอน

1.3.2.7 ปริมาณวัตถุดิบที่ต้องไปรับจากแหล่งวัตถุดิบมีจำนวนที่แน่นอน

1.3.2.8 จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของทุกเส้นทางของยานพาหนะคือโรงงานเอทานอล

1.3.2.9 ปริมาณวัตถุดิบที่บรรทุกรวมในเส้นทางไม่เกินเงื่อนไขควบคุมที่กำหนด

1.3.2.10 ปริมาณเอทานอลที่บรรทุกรวมในเส้นทางไม่เกินเงื่อนไขควบคุมที่กำหนด

1.3.2.11 การขนส่งทั้งวัตถุดิบและเอทานอลไม่มีเงื่อนไขด้านเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยจะเริ่มจากการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเอทานอลและจัดเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะ จากนั้นจึงนำเสนอวิธีฮิวริสติกพัฒนาขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะใช้ทั้งข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจและเก็บข้อมูล ณ แหล่งวัตถุดิบ และโรงผสมเอทานอล รวมถึงข้อมูลทุติยภูมิจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงพลังงาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และหน่วยงานราชการอื่นๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากทั้งในและต่างประเทศและทำการรวบรวมประมวลผลรวมถึงออกแบบอัลกอริทึม ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะเตรียมการ ระยะดำเนินการออกแบบอัลกอริทึม และระยะหลังดำเนินการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 ทบทวนวรรณกรรม และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและเส้นทางการขนส่งแบบหลายวัตถุประสงค์ จากแหล่งข้อมูลทั้งภายในและภายนอกประเทศ

1.5.2 ศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเอทานอลและเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แบบหลายวัตถุประสงค์

1.5.3 ศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานเอทานอลและเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แบบหลายวัตถุประสงค์

1.5.4 ทดสอบอัลกอริทึมที่ได้กับกรณีศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

1.5.5 สรุปผลการทดสอบและจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

1.5.6 เผยแพร่บทความวิจัยในวารสารวิชาการที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ

1.6 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานของการวิจัยครั้งนี้ แสดงดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 แผนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา					
	2550		2551		2552	
	1/2550	2/2550	1/2551	2/2551	1/2552	2/2552
1) ทบทวนวรรณกรรมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น	←	→				
2) ศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ สำหรับปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและเส้นทางการขนส่ง		←	→			
3) ศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและเส้นทางการขนส่ง			←	→		

ตารางที่ 1.3 แผนการดำเนินการวิจัย (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา					
	2550		2551		2552	
	1/2550	2/2550	1/2551	2/2551	1/2552	2/2552
4) ทดสอบอัลกอริทึมที่ออกแบบไว้กับปัญหาจริง				←	→	
5) เปรียบเทียบสมรรถนะของอัลกอริทึมและสรุปผล					← →	
6) จัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์					←	→
7) เผยแพร่บทความวิจัยในการประชุมวิชาการ และ/หรือตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ		←	→	←	→	→

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์และอัลกอริทึมสำหรับการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและเส้นทางการขนส่งสำหรับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เอทานอล

1.7.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน สำนักงานอุตสาหกรรมในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้ประกอบการขนส่ง ผู้ประกอบการโรงงานเอทานอล ผู้ประกอบการโรงงานน้ำตาล ตลอดจนเกษตรกรผู้ผลิตวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล