บทที่ 2
แนวความคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับก๊าซ LPG และ NGV

ความแตกต่างระหว่างก๊าซ LPG และ NGV ประเทศไทยได้มีการค้นหาพลังงานทดแทนมา ใช้แทนน้ำมันดิบทั้งน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล อันเนื่องมาจากราคาน้ำมันที่พุ่งสูงขึ้นตลอดเวลา ในแวดวงยานยนต์ได้มีการนำเอาก๊าซปิโตรเลียม 2 ชนิดมาใช้ทดแทนคือ LPG และ NGV ก๊าซทั้งสองเป็นเชื้อเพลิงที่มีราคาถูกทั้งคู่ มีข้อแตกต่างดังต่อไปนี้

ข้อมูลรายละเอียดของก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (Liquefied Petroleum Gas) หรือเรียกย่อๆว่า LPG เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมันหรือการแยกก๊าซธรรมชาติในโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวประกอบด้วยส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด คือ โพรเพนและบิวเทนในอัตราส่วนเท่าใดก็ได้ หรืออาจจะเป็นโพรเพนบริสุทธิ์ 100% หรือบิวเทนบริสุทธิ์ 100% ก็ได้ สำหรับในประเทศไทยก๊าซหุงต้มส่วนใหญ่ได้จากโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ โดยใช้อัตราส่วนผสมของโพรเพน และบิวเทนประมาณ 70:30 ซึ่งจะให้ค่าความร้อนที่สูง ทำให้ผู้ใช้ประหยัดเวลาและค่าเชื้อเพลิง

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มในครัวเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรม และในยานพาหนะได้ เช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในโรงงานอุตสาหกรรม และในยานพาหนะ

ข้อมูลรายละเอียดของก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas : CNG) ก๊าซธรรมชาติสำหรับรถยนต์ หรือ Natural Gas for Vehicles (NGV) คือ ก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ หรือเรียกย่อๆว่า NGV มีส่วนประกอบหลักคือ ก๊าซมีเทน มีคุณสมบัติเบากว่าอากาศ ส่วนใหญ่จะใช้งานในสภาพที่ถูกอัดจนมีความดัน 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงต้องเก็บไว้ในถัง (Tank) ที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษ ในบางประเทศเรียกก๊าซชนิดนี้ว่า CNG ซึ่งย่อมาจาก Compressed Natural Gas จนกลายมาเป็นชื่อเรียกซีเอ็นจี หรือเอ็นจีวีในภาษาชาวบ้านที่สื่อสารกันโดยทั่วไปว่า “แก๊สธรรมชาติอัด” แล้วแต่ว่าใครจะเรียกว่า NGV หรือ CNG แท้ที่จริงแล้วก็คือตัวเดียวกันนั่นเอง

2.1.1 ข้อเปรียบเทียบในด้านคุณสมบัติ

ก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน (Methane) เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ จึงไม่เหมาะสำหรับการขนส่งไกลๆ หรืออาจบรรจุใส่ถังในรูปก๊าซธรรมชาติอัดโดยใช้ความดันสูง หรือที่เรียกว่า CNG แต่ปัจจุบันมีการส่งก๊าซธรรมชาติในรูปของเหลวโดยทำก๊าซให้เย็นลงถึง –160 องศาเซลเซียส จะได้ของเหลวที่เรียกว่า Liquefied Natural Gas หรือ LNG ซึ่งสามารถขนส่งทางเรือไปที่ไกลๆ ได้ และเมื่อถึงปลายทางก่อนนำมาใช้ก็จะทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลับเป็นก๊าซอย่างเดิม ก๊าซธรรมชาติมีค่า ออกเทนสูงถึง 120 RON จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ได้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติพิเศษของ NGV กับ LPG

คุณสมบัติ	NGV	LPG
ส่วนประกอบหลัก	มีเทน	โพรเพน และบิวเทน
สถานะ	เป็นก๊าซ	เป็นก๊าซแต่ถูกเก็บในรูปของเหลวที่ความดัน 7 บาร์
น้ำหนัก	เบากว่าอากาศ ไม่มีการ .สะสมเมื่อเกิดการรั่วไหล	หนักกว่าอากาศ เกิดการสะสมอยู่กับพื้นเมื่อรั่วไหล
ช่วงการติดไฟ (%โดยปริมาตร)	5-15%	2.0-9.5%
อุณหภูมิติดไฟ	650°ซ	481 °ซ
ค่าความร้อน	35,947BTU/กก.	26,595 BTU/ลิตร
ค่าออกเทน RON[1]	120	105
ค่าออกเทน RON[2]	120	97

หมายเหตุ : [1] RON (Research Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่แสดงประสิทธิภาพการต่อต้านการ น็อกใน เครื่องยนต์หลายสูบที่ทำงานอยู่ในรอบต่ำ โดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐานรอบ/นาที

[2] RON (Motor Octane Number) เป็นค่าออกเทนที่แสดงประสิทธิภาพการต่อต้านการน็อกในเครื่องยนต์หลายสูบ ในขณะที่ทำงานที่รอบสูง โดยใช้เครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐานภายใต้สภาวะมาตรฐาน 900 รอบ/นาที

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2550)

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซโพรเพน (Propane) เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศ โดยตัว LPG เองไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติ แต่เนื่องจากเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศจึงมีการสะสมและลุกไหม้ได้ง่าย ดังนั้น จึงมีข้อกำหนดให้เติมสารมีกลิ่น เพื่อเป็นการเตือนภัยหากเกิดการรั่วไหล LPG ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนและกิจการอุตสาหกรรม โดยบรรจุเป็นของเหลวใส่ถังที่ทนความดันเพื่อให้ขนถ่ายง่าย นอกจากนี้ ยังนิยมใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์ เนื่องจากราคาถูกกว่า และมีค่าออกเทนสูงถึง 105 RON

2.1.2 ข้อเปรียบเทียบด้านมลพิษ

ปัจจุบันทั่วโลกได้มีการตระหนักถึงมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงได้มีข้อกำหนดกฎหมายเกี่ยวกับมลพิษขึ้น รวมถึงการค้นหาพลังงานทางเลือกใหม่ที่เป็นมลพิษน้อย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม NGV และ LPG เป็นก๊าซที่มีมลพิษต่ำทั้งคู่ จึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเชื้อเพลิงที่ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาถึงปริมาณมลสารที่ปล่อยจากไอเสียของเครื่องยนต์จากการเผาไหม้ก๊าซทั้งสองขึ้น ผลการทดลองดังกล่าวเป็นไปดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบมลพิษที่ได้จากไอเสียเครื่องยนต์ที่ใช้ NGV,LPG และ น้ำมันเบนซิน

ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที			
ชนิดของมลสาร	**ก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)**	**ก๊าซธรรมชาติอัด (NGV)**	**เบนซิน (Gasoline)**
คาร์บอนมอนอไซด์ (% โดยปริมาตร)	0.04	0.04	0.08
ไฮโดรคาร์บอน (ส่วนในล้านส่วน)	1,600	1,700	2,200
ไนโตรเจนออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	900	300	1,400
คาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	11.7	8.5	14.5

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2550)

จากผลการทดสอบพบว่า NGV มีการปล่อยมลพิษโดยรวมน้อยกว่า LPG ในส่วนของสารไฮโดรคาร์บอนนั้น NGV ปล่อยมากกว่าเล็กน้อย แต่ปริมาณการปล่อยสารพิษที่มีผลต่างร่างกาย คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอไซด์ ไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนออกไซด์ โดยรวมแล้วมีน้อยกว่า LPG ในส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะไปสร้างสภาวะเรือนกระจก มีผลทำให้โลกร้อนขึ้นนั้น NGV ก็ปล่อยออกมาน้อยกว่า LPG ดังนั้นสรุปได้ว่า NGV เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า LPG เล็กน้อย

2.1.3 การใช้ก๊าซ เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันจากหนังสืองานเชื้อเพลิงแก๊สยานยนต์.

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) หรือ LPG ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบ หรือจากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ โดยปกติแล้วก๊าซ LPG จะอยู่ในสถานะเป็นไอ เมื่อผ่านกระบวนการเพิ่มความดัน หรือลดอุณหภูมิลงจนถึงจุดหนึ่ง ก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวภายใต้แรงดัน และบรรจุลงใน อุปกรณ์บรรจุก๊าซ ซึ่งทำด้วยโลหะที่มีความแข็งแรงสูง สามารถกักเก็บแรงดันของก๊าซ ที่มีลักษณะเป็นของเหลวภายในได้ ที่เราสามารถเห็นเป็นถังก๊าซขนาดต่างๆ การติดตั้งระบบก๊าซ LPG สามารถติดตั้งให้เป็นระบบที่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว หรือเป็นแบบผสม ที่ผู้ขับขี่ สามารถเลือกใช้ LPG หรือน้ำมัน เป็นเชื้อเพลิง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ การติดตั้งระบบก๊าซ LPG จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง สำหรับผู้ใช้รถยนต์ ที่สามารถประหยัดเงินค่าเชื้อเพลิงได้ เพราะปัจจุบัน ก๊าซ LPG มีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล อย่างไรก็ตาม การจะปรับเปลี่ยนระบบ ไปใช้ก๊าซ LPG คงต้องตรวจสอบไปทางบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ หรือเครื่องยนต์รุ่นนั้นๆ ถึงความเป็นไปได้ ในการเปลี่ยนแปลง ข้อดี-ข้อเสีย การรับประกัน หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้น หลังการปรับเปลี่ยนใดๆ ในตัวระบบ จึงเป็นข้อพิจารณา ที่ต้องคำนึงถึงด้วย

ก๊าซธรรมชาติ หรือ (Natural Gas for Vehicles) หรือ NGV นั้นเราสามารถใช้ก๊าซธรรมชาติได้โดยตรง ด้วยการใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า หรือในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเซรามิค อุตสาหกรรมสุขภัณฑ์ ฯลฯ และเมื่อนำไปอัดใส่ถังด้วยความดันสูงก็สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ได้ (NGV) และยังได้มีการนำมาใช้กับยานยนต์ในหลายๆ ประเทศ เกือบทั่วทุกภูมิภาคของโลก แต่อัตราการเพิ่มยังไม่มากนัก เมื่อเทียบกับยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ทั้งนี้ เนื่องจากยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีมานานกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดวิกฤตการณ์น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกเชื้อเพลิงหนึ่ง เพื่อทดแทนการใช้น้ำมัน ประกอบกับก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่มีการเผาไหม้ที่สะอาด จึงได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เพื่อลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ โดยก๊าซ NGV นี้ มีส่วนประกอบหลักคือ ก๊าซมีเทนที่มีคุณสมบัติเบากว่าอากาศ ส่วนใหญ่จะมีการใช้อยู่ในสภาพเป็นก๊าซที่ถูกอัดจนมีความดันสูง (ประมาณ 3,000 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว) เก็บไว้ในถังที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษ เช่น เหล็กกล้า บางครั้งเรียกก๊าซนี้ว่า CNG (ซี เอ็น จี) ซึ่งย่อมาจาก Compressed Natural Gas หรือก๊าซธรรมชาติอัด การใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ มีข้อดีคือ เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ ให้มลพิษต่ำ โดยเฉพาะปริมาณฝุ่นละออง (Particulate) และควันดำ โดยข้อได้เปรียบเสียเปรียบของระบบการทำงานของแก็ส LPG,ก๊าซ CNG ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อได้เปรียบเสียเปรียบของระบบการทำงานของก๊าซ LPG และ NGV

ข้อเปรียบเทียบ	ก๊าซหุงต้ม (LPG)	ก๊าซธรรมชาติ NGV (CNG)
ความปลอดภัย	เนื่องจากหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะกระจายอยู่ตามพื้นราบ	มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากเบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหล จะลอยขึ้นสู่อากาศทันที
ความพร้อมในการนำมาใช้งาน	สถานะเป็นของเหลว ต้องทำให้เป็นก๊าซก่อนนำไปใช้งาน	สถานะเป็นก๊าซนำไปใช้ได้เลย
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	เผาไหม้ได้สมบูรณ์	เผาไหม้ได้สมบูรณ์
คุณลักษณะของเชื้อเพลิง	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่โดยทั่วไปจะเติมสารเคมีเพื่อเพิ่มความปลอดภัย	ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเผาไหม้ ปราศจากเขม่าและกำมะถัน

ที่มา: การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2550)

2.1.4 ยานยนต์ที่สามารถดัดแปลงมาใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงได้

สงกรานต์ (2550) กล่าวว่ายานยนต์ส่วนใหญ่สามารถดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์นั่ง รถส่งของ รถโดยสาร รถยกของ หรือรถบรรทุกขนาดใหญ่ เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติมีการพัฒนามา 3 แบบ ด้วยกัน คือ เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว เรียกว่า Dedicated Engine เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เรียกว่า Bi–fuel Engine โดยในระหว่างการขับเคลื่อนรถยนต์สามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงอย่างหนึ่งอย่างใดได้ โดยการกดสวิทซ์ที่แผงหน้าปัดรถยนต์ เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติกับดีเซลเป็นเชื้อเพลิงร่วมกัน เรียกว่า Dual–fuel Engine โดยการใช้เชื้อเพลิงผสมในสัดส่วนของก๊าซธรรมชาติอัดประมาณร้อยละ 70 และดีเซลร้อยละ 30 แต่เมื่อใดที่แรงดันก๊าซต่ำเกินไป เครื่องยนต์ก็จะเปลี่ยนมาใช้ดีเซลได้โดยอัตโนมัติ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในช่วงที่ผ่านมา จึงมีการดำเนินการใน 2 ลักษณะ คือ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะ และอุตสาหกรรมการดัดแปลงเครื่องยนต์ที่ใช้ เบนซินหรือดีเซลมาเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการดัดแปลงเครื่องยนต์มากกว่าผลิตขึ้นใหม่ แต่ในปัจจุบันมีการผลิตเครื่องยนต์และโครงรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะมากขึ้น ซึ่งมีตั้งแต่รถบรรทุกขนาดเล็ก รถโดยสาร ไปจนถึงรถบรรทุกขนาดใหญ่ ในปัจจุบันมีผู้ผลิตอุปกรณ์ดัดแปลง และเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติไม่มากนัก ได้แก่ Volvo, Caterpillar, Cummins, MAN, Daimler – Chrysler (Mercedes Benz), Scania และ Renault เครื่องยนต์ที่ใช้ ก๊าซธรรมชาติมีระบบการควบคุมเชื้อเพลิง

โดยอาศัยหลักการเดียวกับระบบของ เครื่องยนต์เบนซินซึ่งมีการพัฒนามาตั้งแต่ระบบที่ใช้ คาบิวเรเตอร์ จนถึงระบบหัวฉีดซึ่งควบคุมด้วยระบบดิจิตอล อย่างไรก็ตามการพัฒนาระบบควบคุมเชื้อเพลิงที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นระบบหัวฉีดยังล้าหลัง เครื่องยนต์เบนซิน โดยเพิ่งจะมีผู้ผลิตเพียง 2-3 ราย ที่เริ่มดัดแปลงมาใช้ระบบหัวฉีด และเนื่องจากก๊าซธรรมชาติ มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของกำลังเครื่องยนต์ที่ลดลง ในด้านต้นทุนการผลิตรถ NGV จะสูงกว่าต้นทุนการผลิตรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จึงทำให้ตลาดรถ NGV ถูกจำกัด ต้นทุนในการดัดแปลงรถจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ ขนาดของรถและถังบรรจุก๊าซ สำหรับต้นทุนในการผลิตรถใหม่ จะมีปัญหาเรื่องราคาวัตถุดิบและปริมาณการผลิตที่มีจำนวนน้อย การลดต้นทุนการผลิตโดยการเพิ่มปริมาณการผลิตให้มากขึ้น จะทำได้ต่อเมื่อสามารถขยายตลาด NGV ได้มากขึ้นโดยรัฐบาลในแต่ละประเทศที่ส่งเสริมให้มีการใช้รถ NGV เพื่อลดปัญหามลพิษทางอากาศ จะต้องให้การสนับสนุนในรูปของเงินอุดหนุน หรือในรูปของภาษี หรือส่วนลดในการซื้ออุปกรณ์การผลิต หรืออุปกรณ์ดัดแปลงต่าง ๆ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงานลง ซึ่งจะส่งผลให้มีการลงทุนในอุตสาหกรรมรถ NGV เพิ่มมากขึ้น

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (The Analytic Hierarchy Process) จากหนังสือการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (2550)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Thomas L.Saaty (1977) เป็นเทคนิคที่ใช้จัดการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ และวิเคราะห์หาแนวทางเลือกที่เหมาะสมในปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน โดยการสร้างรูปแบบปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นและนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจ มาวิเคราะห์หาบทสรุปของแนวทางเลือกที่เหมาะสม เป็นกระบวนการช่วยในการตัดสินใจโดยอาศัยหลักการของการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ วิธีทำนั้นจะต้องจัดเกณฑ์ของเป้าหมายที่ต้องการศึกษาให้อยู่ในลักษณะเป็นลำดับชั้น ส่วนในระดับที่ต่ำลงมาจะเป็นเกณฑ์ย่อย (Sub-Criteria) ตามลำดับ จนถึงทางเลือก ซึ่งจะเป็นระดับต่ำสุดของการจัดลำดับขั้น

การวิเคราะห์จะใช้หลักการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparison) ของเกณฑ์ ซึ่งค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ มีความสำคัญเท่ากันจนถึงมีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง (มีความสำคัญเท่ากัน มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง) ซึ่งสามารถแปลงมาเป็นตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 9

2.2.2 รูปแบบของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

2.2.2.1 หลักการของการสร้างแยกออก (Decomposition) ของปัญหาของลำดับชั้น เป็นการสร้างรูปแบบของปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างระดับชั้น โดยแต่ละปัจจัยที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันจะเป็นอิสระต่อกัน องค์ประกอบหลักของโครงสร้างลำดับชั้นประกอบด้วย ระดับชั้นของวัตถุประสงค์ ปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจและแนวทางเลือกต่างๆ ของปัญหาตามลำดับ

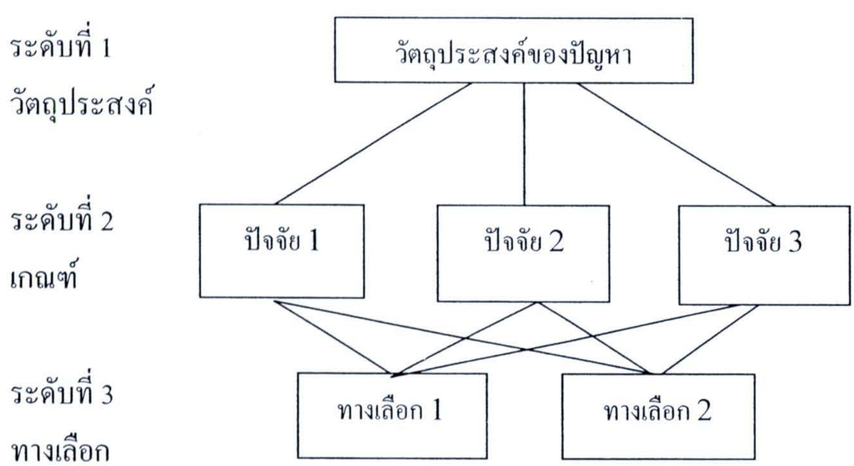
2.2.2.2 หลักการใช้ดุลพินิจเชิงเปรียบเทียบ เป็นส่วนของการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผู้ตัดสินใจจะต้องเปรียบเทียบปัจจัยที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันเป็นคู่ๆ โดยจะคำนึงถึงความสำคัญของปัจจัย ภายใต้ปัจจัยในระดับชั้นที่สูงกว่าและประยุกต์ให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์รวมทั้งใช้ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) มาช่วยในการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล

2.2.3 ขั้นตอนของกระบวนการ AHP

ประกอบด้วยกำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ

2.2.3.1 กำหนดปัจจัยที่จะใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่

2.2.3.2 สร้างรูปแบบของปัญหาเป็นโครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์หลัก เกณฑ์ย่อย สิ่งที่ต้องกระทำก่อนของทางเลือก และทางเลือกที่เกี่ยวข้อง ลำดับชั้น (Hierarchy) แบบทั่วไปจะถูกแสดงในรูปที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 รูปแบบของลำดับชั้นแบบทั่วไป จากหนังสือการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การเข้ามาของเมตริกซ์ของการเปรียบเทียบจะแสดงถึงความสำคัญแบบสัมพันธ์กัน (ชอบมากกว่าหรือความเหมาะสม) ที่ถูกตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยปกติจะใช้ขนาด (Scale) จาก 1 ถึง 9 ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ

ค่าความสำคัญ	นิยาม	คำอธิบาย
1	มีความสำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ มีความสำคัญเท่าเทียมกัน
3	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยตัวหนึ่งพอประมาณ
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	ค่าความสำคัญสูงสุดที่จะเป็นไปได้ ในการพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยทั้งสอง
2, 4, 6, 8	เป็นค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

หมายเหตุ: เมื่อปัจจัยหรือทางเลือกทั้งสองที่เปรียบเทียบกันต้องการค่าความสำคัญที่ละเอียดมากกว่าค่าความสำคัญมาตรฐานที่แสดงไว้ข้างต้น อาจนำค่าความสำคัญที่เป็นค่า1.1, 1.2, … มาใช้ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบเหมาะสมยิ่งขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 9 ต.ค. 2556
เลขทะเบียน 246836
เลขเรียกหนังสือ

นอกจากนี้ยังสามารถนำคะแนนของแต่ละทางเลือกมาวิเคราะห์ได้โดยตรงสำหรับปัจจัยที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณและมีการให้คะแนนที่เป็นอิสระต่อกันในแต่ละทางเลือก ส่วนปัจจัยที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณแต่เป็นลักษณะที่มีปริมาณน้อยจะมีผลให้การถ่วงน้ำหนักมากขึ้น เช่น ปัจจัยด้านราคาหรือปัจจัยด้านระยะทางในการขนส่ง จะใช้วิธี Inverse square law เพื่อใช้พิสูจน์ว่าการให้น้ำหนักโดยค่าจริงให้ผลตรงกับการให้น้ำหนักโดยวิธีเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่ๆ โดยมีวิธีการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 วิธีการคำนวณค่าน้ำหนักด้วยวิธี Inverse square law

ทางเลือก	ปริมาณข้อมูล	สัดส่วนเฉลี่ย	(สัดส่วนเฉลี่ย)^2	1/(สัดส่วนเฉลี่ย)^2	สัดส่วนน้ำหนัก	น้ำหนักเชิง
ที่1	A	A/D	A/D^2	$1/(A/D^2) = E$	E/H = I	I/I
ที่2	B	B/D	B/D^2	$1/(B/D^2) = F$	F/H =J	J/I
ที่3	C	C/D	C/D^2	$1/(C/D^2) = G$	G/H = K	K/I
รวม	A+B+C			E+F+G = H		

หมายเหตุ: ปริมาณ A<B<C

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างวิธีการคำนวณค่าน้ำหนักด้วยวิธี Inverse square law

ทางเลือก	ปริมาณข้อมูล	สัดส่วนเฉลี่ย	(สัดส่วนเฉลี่ย)^2	1/(สัดส่วนเฉลี่ย)^2	สัดส่วนน้ำหนัก	น้ำหนักเชิงสุทธิ
ที่1	10	10/60 = 0.167	10/3600 = 0.0028	1/0.0028 = 357.14	0.54	1
ที่2	20	20/60 = 0.33	20/3600 = 0.0056	1/0.0056 = 178.57	0.27	0.5
ที่3	30	30/60 = 0.5	30/3600 = 0.0083	1/0.0083 = 120.48	0.18	0.33
รวม	60			656.19		

2.2.4 การวิเคราะห์ทางการเงิน

2.2.4.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Valve = NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการซึ่งอาจจะมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ขึ้นอยู่กับ ขนาดของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม หักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ของโครงการนั้น หลักการตัดสินใจว่าโครงการจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเมื่อ NPV>0 หรือมีค่าเป็นบวกแสดงว่าโครงการนั้นๆมีความเหมาะสมที่จะลงทุนกล่าวคือมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ - มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น บวก จะยอมรับโครงการ

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น ลบ จะปฏิเสธรับโครงการ

2.2.4.2 อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal rate of return: IRR)

คือ การคำนวณอัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนของโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในที่เกิดขึ้น จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนที่กิจการคาดหวังจากการลงทุน ถ้าอัตราตอบแทนภายใน (IRR) มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับอัตราผลตอบแทนที่กิจการต้องการจากการลงทุน ผู้พิจารณาการลงทุนในโครงการก็สามารถยอมรับการลงทุนในโครงการนั้นๆ ได้ แต่ถ้าอัตราผลตอบแทนภายใน มีค่าน้อยกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการก็ควรจะปฏิเสธการลงทุนวิธี IRR เป็นวิธีที่นิยมมากในการประเมินผลการลงทุนในโครงการต่าง ๆ เนื่องจากทำให้ผู้บริหารสามารถประมาณผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากการลงทุนได้ ทั้งนี้เป็นที่เชื่อถือกันว่าอัตรา IRR ที่คำนวณได้จะมีค่าเท่ากับอัตราผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้นจริงนั่นเอง มีสูตรในการคำนวณดังนี้

มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับ - มูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่าย = 0

2.2.4.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period : PBP) จากหนังสือเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ระยะเวลาคืนทุน คือ จำนวนปีในการดำเนินงานซึ่งจะทำให้มูลค่าสะสมเท่ากับมูลค่าผลตอบแทนเงินสดสุทธิสะสม หรืออาจกล่าวได้ว่าระยะเวลาคืนทุนก็คือจำนวนปีในการดำเนินงานซึ่งทำให้ผลกำไรที่ได้รับในแต่ละปีรวมกันแล้วมีค่าเท่ากับ จำนวนเงินลงทุนเริ่มแรก ในปีนี้ผลกำไรคือ กำไรสุทธิหลังหักภาษีแล้วรวมกับดอกเบี้ยและค่าเสื่อมราคา

การทราบถึงระยะเวลาคืนทุน จะเป็นประโยชน์ในด้านการวิเคราะห์ความเสี่ยงซึ่งจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางการเมืองในประเทศที่จะทำการลงทุนหรือลงทุนในประเภทอุตสาหกรรมที่เทคโนโลยีเกิดใหม่และเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ระยะเวลาคืนทุนไม่ได้เป็นตัววัดความสามารถในการสร้างกำไรของโครงการแต่จะชี้ให้เห็นสภาพคล่องของโครงการ

2.2.5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Expert Choice

โปรแกรม Expert Choice เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ Wharton school ของมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย โดย Thomas L. Saaty สำหรับ AHP เป็นวิธีการที่มีความสามารถและเข้าใจง่ายในการทำการตัดสินใจที่ใช้ทั้งข้อมูลที่วัดได้และการตัดสินใจจากผู้ตัดสินใจ

AHP จะช่วยในกระบวนการตัดสินใจโดยให้ผู้ตัดสินใจทำการจัดระบบและประเมินความสำคัญของเกณฑ์ (วัตถุประสงค์) และคำตอบของทางเลือกในการตัดสินใจ โดยผ่านกระบวนการของการสร้างการตัดสินใจในรูปแบบลำดับชั้น จากนั้นทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ของวัตถุประสงค์และทางเลือกต่างๆ ทำให้สามารถพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด Expert Choice ยังให้ผู้ตัดสินใจทำ What-If Analysis และวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อความรวดเร็วในการพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงของความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์จะมีผลอย่างไรต่อทางเลือกต่างๆ

โดยในการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice มาช่วยในการตัดสินใจ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภลักษณ์ สุขแพทย์ (2538) ได้กล่าวถึงปัญหาทางด้านสภาวะแวดล้อมและการเสียดุลการชำระเงินด้านต่างประเทศ และแก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG) ที่สามารถผลิตได้ในประเทศในปริมาณที่เพียงพอและเกิดปัญหาด้านสภาวะแวดล้อมน้อยมาก ในการศึกษาการใช้ LPG ทดแทนน้ำมันดีเซลในการขนส่งของรถปิคอัพเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 66 แรงม้าหรือ 49.3 กิโลวัตต์ เป็นการ

ดัดแปลงเครื่องยนต์เก่าเป็นเครื่องยนต์ LPG พบว่าทางด้านเทคนิคนั้นเมื่อเปลี่ยนเป็นเครื่องยนต์ LPG กำลังของเครื่องตกเมื่อความเร็วสูงสุดและเครื่องยนต์ติดยากขณะเครื่องเย็น เมื่อเทียบการใช้เชื้อเพลิงเปรียบเทียบในรูปของพลังงานโดยน้ำหนักพบว่า LPG มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันดีเซล แต่เมื่อเปรียบเทียบในรูปของพลังงานโดยปริมาตรพบว่า LPG จะมีค่าความร้อนน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ปริมาณการใช้ LPG โดยปริมาตรมีค่า 1.37 เท่าของปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลจึงจะได้ค่าความร้อนเท่ากัน การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษจากการเผาไม้ ได้แก่คาร์บอนมอนอไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และอนุภาควารแขวนลอย พบว่า LPG ปล่อยมลพิษน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเมื่อเผาไม้เชื้อเพลิงที่ปริมาตรเท่ากัน

กัลป์ ศศิแสงศุภร และคณะ (2542) การวิจัยครั้งนี้ได้จัดทำขึ้นโดยผู้บริหารระดับมืออาชีพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแนะนำการใช้ก๊าซเอ็นจีวี ที่กำลังเป็นที่นิยมและใช้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในหลายประเทศมาใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลสำหรับยานพาหนะในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซธรรมชาติสามารถตอบสนองความต้องการหลักของลูกค้า และมีข้อได้เปรียบเชื้อเพลิงอื่นหลายประการ ทั้งในด้านราคา ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ และในด้านของการส่งเสริมสภาพแวดล้อม ในสภาวะการแข่งขันในอุตสาหกรรมให้บริการเดินรถโดยสารประจำทางนั้น ต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงสำหรับรถโดยสารถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุด ในขณะที่ค่าโดยสารที่เก็บจากผู้ใช้บริการนั้นถูกควบคุมโดยบริษัท ขนส่ง จำกัด (บขส.) ดังนั้น วิธีการหนึ่งในการเพิ่มผลกำไรของบริษัทคือ การลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติซึ่งมีราคาถูกกว่าน้ำมันดีเซลจึงเป็นเชื้อเพลิงที่มีศักยภาพสูงสุดในปัจจุบัน ในขณะที่ให้ผลทางด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ใกล้เคียงกับการใช้ดีเซล อีกทั้งหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรหลายแห่ง ก็ให้ความร่วมมือในการสนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานพาหนะ, ในส่วนของบริษัทฯจะดำเนินการเปิดสถานีให้บริการก๊าซธรรมชาติจำนวน 3 แห่ง ที่ถนนบางนา-ตราด กรุงเทพฯ, อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ในปีแรกและเพิ่มเติมสถานีบริการทับกวาง จังหวัดสระบุรี ในปีที่ 4 โดยในปีแรกของการดำเนินงาน บริษัทฯ คาดว่าจะสามารถครองส่วนแบ่งตลาดประมาณ 7% ของปริมาณความต้องการรวมของตลาด และมีอัตราการเติบโตขึ้นเรื่อยๆจนมีส่วนแบ่งตลาดที่ 30% ตั้งแต่ปีที่ 9 เป็นต้นไปและตามแผลธุรกิจบริษัทฯ จะใช้เงินลงทุนจำนวน 72 ล้านบาท โดยมีสัดส่วนของทุนเรือน 50% และเงินกู้ 50% ในการเริ่มธุรกิจ โดยคาดว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ปีที่ 7 มี IRR 24% และ NPV 168,851,310 บาท

วันชัย รัตนกุล (2542) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค AHP ในการตัดสินใจเลือกสร้างต้นแบบชิ้นส่วนรถยนต์จากเครื่อง CNC และ RP โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอโปรแกรมช่วยในการตัดสินใจสร้างต้นแบบชิ้นส่วนรถยนต์ระหว่างเครื่อง CNC และ RP โดยใช้

หลักการของ Analytic Hierarchy Process (AHP) ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยในการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วน ๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้น จากนั้นกำหนดค่าของการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยและทางเลือกอะไรมีค่าลำดับความสำคัญสูงที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องจักรที่เหมาะสมสำหรับการสร้างชิ้นงานต้นแบบ ปัจจัยที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ คุณภาพความเรียบผิวของชิ้นงาน เวลาในการผลิตเริ่มจากการออกแบบชิ้นงาน การติดตั้งเครื่องจักรจนถึงการสร้างชิ้นงาน ต้นทุนในการผลิตชิ้นงาน และความยากง่ายของชิ้นงานที่นำมาสร้าง จากผลการทดลองพบว่าโปรแกรม Expert Choices บน AHP สามารถคำนวณเพื่อหาค่าการตัดสินใจในการสร้างชิ้นงานจากเครื่อง CNC= 0.678 และจากเครื่อง.RP = 0.322 แสดงว่าการทดลองนี้เลือกเครื่อง CNC ในการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยอ้างอิงจากปัจจัยคุณภาพของพื้นผิวเป็นอันดับแรก กรณีที่กำหนดน้ำหนักของปัจจัยเป็น เวลา ต้นทุนการผลิต หรือความยากง่ายของแบบเป็นอันดับแรกก็สามารถทำได้ โดยเรียงลำดับความสำคัญใหม่บน AHP ดังนั้นผู้ใช้สามารถเลือกกำหนดความต้องการเองได้ตามความเหมาะสม

ณัติฐากร ชูก้าน (2545) ได้ทำการศึกษาการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการประเมินบริษัทขนส่งโดยใช้ตัวแบบการขนส่ง Multicommodity , AHP และ LP โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการประเมินบริษัทขนส่งสำหรับคัดเลือก มาทำการขนส่งเพื่อกระจายสินค้าจากโรงงานผลิตที่มีสินค้าหลากหลายแบบ ไปสู่ศูนย์กระจายสินค้าต่างๆ และเพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกบริษัทขนส่งบนพื้นฐาน ของการใช้ตัวแบบการขนส่ง Multicommodity ร่วมกับวิธีวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น และการวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายด้วยโปรแกรมเชิงเส้น และผลของการคัดเลือกบริษัทจากกรณีศึกษาโดยใช้แบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS Model) ที่ออกแบบจากงานวิจัยนี้ได้บริษัทขนส่งเดียวกันในทุกๆ เส้นทางโดยมีบางเส้นทาง ผลของทางเลือกที่ได้จากการวิจัยแตกต่างกับผลของทางเลือกที่ได้จากการประเมินเชิงปริมาณซึ่งเป็นการประเมินแบบเดิม แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของความแตกต่างของทั้งสองทางเลือก ผลของการประเมินเชิงปริมาณมีค่าเฉลี่ย 3.83% และผลจากการวิจัยมีค่าเฉลี่ย 69.90 % นั้นคือเมื่อเลือกทางเลือกจากผลการวิจัยจะจ่ายค่าใช้จ่ายเพิ่มเพียง 3.83% แต่จะได้รับความพึงพอใจจากทางเลือกนั้นเพิ่มขึ้นถึง 69.90% ดังนั้นผลลัพธ์ของทางเลือกที่ได้จากการวิจัยจะให้ทางเลือกที่เหมาะสมกว่าทางเลือกที่พิจารณาเฉพาะปัจจัยเชิงปริมาณ (ต้นทุน) เพียงอย่างเดียว