

บทที่ 2

ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การให้บริการด้านโลจิสติกส์นั้นการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะที่เหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในระบบการขนส่ง ทำให้ได้เปรียบคู่แข่งทางการตลาดได้ ระบบการขนส่งสินค้านั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับศูนย์กระจายสินค้า เพราะเป็นส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ในการสนับสนุนต่อการขายสินค้า การจัดการการใช้ระบบขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพจะมีผลทำให้การขายสินค้าดำเนินไปได้อย่างสม่ำเสมอเป็นระเบียบมีประสิทธิภาพและประหยัดการนำวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับการจัดการเส้นทางนั้นเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สำคัญและมีเหตุผล โดยปกติบริษัทรับขนส่งสินค้าจะต้องจัดการเรื่องการขนส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าตั้งแต่จุดต้นทางไปถึงปลายทางนอกเสียจากว่าลูกค้าต้องการจัดการเองในบางขั้นตอนของการขนส่งบริษัทรับขนส่งสินค้าสามารถจัดการเองแต่เพียงผู้เดียวหรือสามารถว่าจ้างผู้ให้บริการรายอื่นที่สามารถให้บริการได้ ซึ่งตรงจุดนี้ขึ้นอยู่กับนโยบายและการตัดสินใจของผู้บริหาร

2.1 ต้นทุนโลจิสติกส์

โลจิสติกส์มีหลายกระบวนการโดยสามารถแบ่งกระบวนการหลักๆ ได้ 3 กระบวนการคือ 1. การจัดซื้อ (Procurement) 2. การจัดการวัสดุ โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) 3. การกระจายสินค้า (Outbound Logistics) โดยทุกกิจกรรมในโลจิสติกส์ต้องทำงานอย่างต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกัน เป็นกระบวนการซึ่งโลจิสติกส์จะควบคุมการไหลของวัสดุและสินค้าผ่านกิจกรรม โลจิสติกส์ต่างๆ จากผู้ขายปัจจัยการผลิตไปยังผู้บริโภคคนสุดท้าย (Bowersox and Closs, 1996)

การขนส่งคมนาคมในปัจจุบันนับเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ซึ่งสำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่จะพึ่งพาอาศัยการขนส่งคมนาคมทางบกเป็นหลักด้วยสาเหตุคือความสะดวก รวดเร็ว ความสามารถในการขนส่งสินค้าถึงปลายทางและงบประมาณสนับสนุนจากทางภาครัฐในการพัฒนาระบบการคมนาคมทางบก แต่เนื่องด้วยสภาพการแข่งขันทางการค้าธุรกิจทั้งในประเทศและระหว่างประเทศทวีความรุนแรงขึ้นจึงทำให้ผู้ประกอบการพยายามปรับตัวให้สินค้าของตัวเองมีต้นทุนที่ถูกหรือมีประสิทธิภาพในการขนส่งกระจายสินค้าเพื่อเพิ่มขีด

ความสามารถในการแข่งขันดังนั้นการจัดการโลจิสติกส์จึงนับเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อศักยภาพในการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ การจัดการโลจิสติกส์ได้รวมถึงกระบวนการจัดการการเคลื่อนย้ายและการจัดเก็บวัตถุดิบและสินค้าจากผู้ขายวัตถุดิบไปยังผู้บริโภครายสุดท้าย

การขนส่งเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมหลักของงานโลจิสติกส์และค่าใช้จ่ายที่สูงที่สุดของงานโลจิสติกส์ก็คือค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง การขนส่งเป็นการเคลื่อนย้ายสินค้าและบริการจากจากแหล่งผลิตหรือผู้จัดเก็บไปยังลูกค้าในระดับต่างๆ ระบบการขนส่งสินค้าและบริการต่างๆเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ในด้านสถานที่ (Place value added) รูปแบบของการขนส่งสินค้ามีหลากหลายรูปแบบและหลากหลายระดับของการขนส่งเช่น การขนส่งจากแหล่งวัตถุดิบไปยังโรงงาน การขนส่งจากโรงงานไปยังคลังสินค้าหลักและการขนส่งไปยังคลังสินค้าตามภูมิภาคต่างๆจนกระทั่งขนส่งไปยังลูกค้าที่เป็นผู้บริโภครายสุดท้าย การขนส่งจึงเป็นตัวขับเคลื่อนสินค้าและบริการเข้าไปยังกลุ่มลูกค้าหรือเข้าผ่านช่องทางการขนส่ง (Bowersox and Closs, 1996)

2.1.1 การคำนวณต้นทุนการขนส่ง

ต้นทุนการขนส่ง คือ ต้นทุนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการขนส่งจากแหล่งผลิตไปจนถึงลูกค้าคนสุดท้ายอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยต้องนำส่งสินค้าในปริมาณที่ถูกต้องตามที่กำหนดและมีสภาพสมบูรณ์ พร้อมทั้งต้องตรงตามเวลาที่กำหนดไว้กิจกรรมด้านการขนส่งทำให้เกิดต้นทุนค่าขนส่ง ต้นทุนที่สนับสนุนการขนส่งสามารถพิจารณาได้หลายทางขึ้นอยู่กับหน่วยในการวิเคราะห์ ต้นทุนสามารถแบ่งได้ตามประเภทของลูกค้า ผลิตภัณฑ์ ช่องทางการจัดจำหน่าย เช่น ต้นทุนขนส่งขาเข้ากับต้นทุนขนส่งขาออก ต้นทุนเหล่านี้แปรผันตามปริมาณการขนส่ง น้ำหนัก ระยะทาง และจุดต้นทางและจุดปลายทาง นอกจากนี้ต้นทุนและบริการยังผันแปรตามวิธีการและรูปแบบการขนส่งอีกด้วย โดยมีรูปแบบการคำนวณต้นทุนการขนส่งดังสมการที่ 2.1

$$TC = FC + [(TVC \times L) \times S] \quad (2.1)$$

TC หมายถึง ค่าใช้จ่ายรวมต่อวัน (บาท)

FC หมายถึง ต้นทุนคงที่ต่อวัน (บาท)

TVC หมายถึง ค่าใช้จ่ายแปรผันรวมต่อกิโลเมตร (บาท)

L หมายถึง ระยะทางที่วิ่งต่อรอบ (กิโลเมตร)

S หมายถึง ระยะทางเฉลี่ยที่วิ่งต่อรอบ (กิโลเมตร)

ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ไม่ผันแปรไปตามปริมาณการขนส่ง เช่น ค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุก ค่าต่อทะเบียนรถ ค่าประกันภัยรถ เงินเดือนพนักงานขับรถหรือพนักงานขนถ่าย (เด็กติดรถ) เป็นต้น โดยต้นทุนชนิดนี้ยังคงต้องจ่าย ไม่ว่าปริมาณงานจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่ โดยจะขอกำหนดถึงเฉพาะกรณีที่ผู้ประกอบการขนส่งเป็นผู้ลงทุนซื้อรถ แล้วจ้างพนักงานขับรถเท่านั้น โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.2

$$FC = TW + D \quad (2.2)$$

รายละเอียดแยกเป็นแต่ละตัวแปรดังนี้

ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ของรถบรรทุก

ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการคิดอัตราค่าเสื่อม แบบเส้นตรง (Straight – line Method) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย เหมาะสำหรับรถบรรทุกที่มีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลา มากกว่าที่จะเสื่อมสภาพเพราะการใช้งาน และเป็นการเสื่อมสภาพใกล้เคียงกันทุกปี โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการ 2.3

$$D = \left[\left(\frac{C - S_v}{T_d} \right) / 12 \right] / d \quad (2.3)$$

เมื่อ D หมายถึง ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อวัน)

C หมายถึง มูลค่าของรถบรรทุกในปัจจุบัน (บาท)

S_v หมายถึง มูลค่าซากหรือราคาขายในปัจจุบัน (บาท)

T_d หมายถึง ระยะเวลาค่าเสื่อมราคา (ปี)

d หมายถึง จำนวนวันทำงานต่อเดือน (วัน)

ผลตอบแทนของพนักงานขับรถ/พนักงานขนถ่าย

การจ่ายผลตอบแทนให้พนักงานขับรถ มีการตกลงกันได้หลายรูปแบบเช่น

1. จ่ายเป็นเงินเดือน บวกเบี้ยเลี้ยงหรือค่าคอมมิชชั่นเป็นรายเที่ยว
2. จ่ายเป็นเงินเดือนเหมือนแบบที่ 1 แต่จ่ายเบี้ยเลี้ยงโดยให้เหมาค่าน้ำมันไปด้วย ซึ่งจะทำให้การตกลงกันเป็นกรณีไป

ในกรณีของบริษัทกรณีศึกษาเป็นการจ่ายเงินในรูปแบบที่ 1 โดยที่จำนวนพนักงานจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการขนส่งในแต่ละเที่ยวและพื้นที่การขนส่ง โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.4

$$TW = W \times N \quad (2.4)$$

เมื่อ TW หมายถึง ค่าแรงรวมต่อวัน (บาท)

W หมายถึง ค่าแรงงาน (บาท)

N หมายถึง จำนวนพนักงาน (คน)

ต้นทุนผันแปร (Variable Costs) หมายถึงค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ผันแปรไปตามปริมาณการขนส่ง หากมีการขนส่งมาก หรือระยะทางไกล ก็จะมีผลทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามไปด้วยเช่นกัน เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าจ้างในการขนถ่ายสินค้า เป็นต้น และมีสมการการคำนวณดังสมการที่ 2.5

$$TVC = TF + M \quad (2.5)$$

เมื่อ TVC หมายถึง ค่าใช้จ่ายแปรผันรวมต่อกิโลเมตร

TF หมายถึง ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรวม

M หมายถึง ค่าซ่อมบำรุงรักษา

รายละเอียดแยกแต่ละตัวแปรดังนี้

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

ต้นทุนการขนส่งในปัจจุบันนี้ ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ประกอบการ เพราะว่าการปรับราคาของเชื้อเพลิงขึ้นในแต่ละครั้งผู้ประกอบการก็ไม่ได้ปรับอัตราของราคาสินค้าตามต้นทุนสินค้าที่เกิดขึ้นจริง ดังเช่นตัวอย่างในบริษัทกรณีศึกษาทางผู้บริหารได้แบ่งรถบรรทุกออกเป็น 4 ประเภทโดยมีการใช้เชื้อเพลิง 2 ประเภทคือน้ำมันดีเซล และแก๊ส NGV ซึ่งขนส่งในแต่ละเส้นทางตามความเหมาะสม โดยมีการคำนวณดังสมการที่ 2.6

$$TF = F/R_f \quad (2.6)$$

เมื่อ TF หมายถึง ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรวม (บาท)

F หมายถึง ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)

R_f หมายถึง อัตราค่าสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)

ค่าซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance)

ต้นทุนการซ่อมบำรุงหนัก ที่เกิดจากการสึกหรอของเครื่องยนต์ นับเป็นต้นทุนที่ประมาณการได้ยากที่สุด เนื่องจากไม่ได้ถูกบรรจุไว้ในคู่มือประจำรถ ดังนั้นควรจะมีการหมั่นตรวจสอบสภาพรถ เพื่อที่จะแก้ปัญหาได้ทันเวลาที่ ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้แก่ ค่าเกียร์เพื่องท้าย ค่ายกเครื่องเพื่อปรับปรุงใหม่ แบตเตอรี่ ฯลฯ เป็นต้น โดยจะจัดเก็บเป็นต้นทุนต่อกิโลเมตร

2.2 วิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

วิธีการ การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์สามารถดำเนินการโดยบุคคลหรือกลุ่มของบุคคลที่มีส่วนได้เสียในสถานการณ์หนึ่งๆ วิธีการนี้เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน วัดได้ และได้รับการเห็นพ้องต้องกันว่าสอดคล้องกับความเป็นจริง วัตถุประสงค์จะนำไปสู่การระบุทางเลือก (Alternatives) ที่อาจนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น ทางเลือกอาจเป็นนโยบาย ยุทธศาสตร์ ชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือการจัดการเฉพาะเรื่องแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ จำนวนทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสถานการณ์ที่ต้องการตัดสินใจ ทางเลือกอาจมีจำนวนไม่มากในกรณีการตัดสินใจที่ไม่ต้องการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น เลือกโครงการที่จะดำเนินการหรือเลือกระบบการผลิตที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มเกษตรกร

การวิเคราะห์ทางเลือกอาจไม่ใช้ผลลัพธ์เชิงเศรษฐกิจแต่เพียงอย่างเดียวเป็นตัวชี้ขาด โดยเฉพาะในกระบวนการตัดสินใจที่ประกอบด้วยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่ายแต่จะทำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการให้ความสำคัญของหลักเกณฑ์และทางเลือกในรูปของคะแนนหรือค่าน้ำหนักความสำคัญ (Relative importance) การเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือกที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะตัดสินใจระบุทางเลือกที่ดีที่สุด

ขั้นตอนสำคัญของวิธีการ การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์อยู่ที่กฎเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision rules) ซึ่งเป็นกระบวนการวิเคราะห์เพื่อรวมหลักเกณฑ์เข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถเรียงลำดับความสำคัญทำให้สามารถคัดทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาหนึ่งๆ ได้อย่างมีหลักการ ประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาในกระบวนการนี้คือ คุณลักษณะของหลักเกณฑ์ที่ช่วงค่ามีความแตกต่างกันอย่างมาก และมีหน่วยวัดที่อาจไม่เหมือนกัน ดังนั้นก่อนที่จะรวมค่าหลักเกณฑ์เหล่านั้นอย่างมีความหมายจะต้องมีวิธีการเทียบค่าให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Standardization)

การรวมหลักเกณฑ์อาจทำได้หลายวิธีการ Malczewski (2006) ได้ทบทวนและวิเคราะห์บทความที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 1990-2004 พบว่าวิธีการที่นิยมมากที่สุดในการรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าด้วยกันได้แก่วิธีการรวมหลักเกณฑ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Simple Additive Weighting, SAW) รองลงมาได้แก่วิธีการ Ideal Point และ Analytic Hierarchy Process (AHP)

ในบรรดาวิธีการเหล่านี้ วิธีการ SAW เป็นวิธีการที่ซับซ้อนน้อยที่สุด ผู้ตัดสินใจกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจ ค่าความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือกคำนวณจาก ผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ และค่าความสำคัญของแต่ละทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์ แล้วจึงรวมผลคูณดังกล่าวของทุกหลักเกณฑ์เข้าด้วยกัน ทางเลือกที่มี

ค่าสูงสุดจะถูกเลือกเป็นลำดับแรก วิธีการนี้มีข้อจำกัดบางประการเนื่องจากมีสมมุติฐานว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยที่ใช้ช่วยการตัดสินใจ

วิธีการ การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ได้รับการพัฒนาโดย Saaty (1980) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือกในการบริหารจัดการ แต่ต่อมาได้รับการนำไปใช้ในงานสาขาอื่นมากมายวิธีการ AHP แยกแยะปัญหาออกเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) แต่ละลำดับชั้นมีส่วนประกอบย่อย (Elements) โดยที่วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจจะถูกจัดอยู่ในลำดับชั้นสูงสุดรองลงมาเป็นหลักเกณฑ์ หลักเกณฑ์ย่อย (ถ้ามี) และทางเลือก ลดหลั่นลงมาเป็นลำดับ หลังจากการจัดรูปแบบ โครงสร้างของปัญหาแล้ว ผู้ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจเปรียบเทียบคู่องค์ประกอบของแต่ละลำดับชั้น เพื่อคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ หรือค่าถ่วงน้ำหนักขององค์ประกอบเหล่านั้น เมื่อพิจารณาองค์ประกอบหนึ่งๆ ในลำดับชั้นที่อยู่สูงขึ้นไปหนึ่งลำดับ จำนวนการเปรียบเทียบทั้งหมด เท่ากับ $n(n-1)/2$ เมื่อ n เป็นจำนวนองค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้นที่จะนำมาเปรียบเทียบกัน ในการเปรียบเทียบความสำคัญเพื่อคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ผู้ร่วมตัดสินใจจะต้องให้ค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของแต่ละองค์ประกอบเป็นค่าตัวเลข 1-9 ค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบองค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้น ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดเรียกว่าค่าน้ำหนักความสำคัญเฉพาะที่ (Local weight) ส่วนค่าน้ำหนักโดยรวม (Global weight) ของทางเลือกได้จากการคูณค่า Local weight ของทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์ด้วยค่า Global weight ของหลักเกณฑ์นั้นก่อนที่จะรวมผลคูณของทุกหลักเกณฑ์เข้าด้วยกัน

Vaidya and Kumar (2006) อธิบายว่า ในการตัดสินใจที่ประกอบด้วยหลักเกณฑ์หรือทางเลือกจำนวนมาก การเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างองค์ประกอบการตัดสินใจเหล่านั้นอาจเกิดความไม่คงเส้นคงวา (Consistence) ได้ จึงต้องคำนวณค่าอัตราส่วนความไม่คงเส้นคงวา (Inconsistency ratio, CR) ถ้าค่า CR สูงกว่าที่ยอมรับได้จะต้องดำเนินการเปรียบเทียบคู่หลักเกณฑ์หรือทางเลือกใหม่ วิธีการ AHP ได้รับความนิยมและนำไปใช้ในหลายวงการทั้งในแง่ส่วนบุคคล และการประยุกต์ใช้ในด้านสังคมศาสตร์ อุตสาหกรรมรัฐศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การศึกษา การเกษตร การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม วิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) เป็นวิธีการที่พัฒนาโดย Hwang and Yoon (1981) หลักการที่สำคัญของวิธีการนี้คือทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ควรเป็นทางเลือกที่ไม่เพียงแต่จะอยู่ห่างจากทางเลือกอุดมคติในเชิงบวก (Positive ideal solution) เท่านั้น แต่ควรจะอยู่ห่างจากทางเลือกอุดมคติที่ในเชิงลบ (Negative-ideal solution) ด้วย วิธีการ TOPSIS เริ่มจากการปรับค่า (Normalization) ของเมตริกซ์การตัดสินใจ (Decision matrix) อันประกอบด้วยค่าของทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์ จากนั้นจึงคำนวณค่าอุดมคติในเชิงบวก และอุดมคติในเชิงลบ ก่อนที่จะหาว่าแต่ละทางเลือกอยู่ห่างจากค่าทั้งสองเท่าใดโดยอาศัย

ค่าระยะทางยูคลิเดียน (Euclidean distance) แล้วจึงคำนวณเป็นค่าความใกล้ชิดจากจุดในอุดมคติของแต่ละทางเลือก เพื่อนำไปเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือกต่อไป รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนศึกษาได้จากรายงานของ Jahanshahloo et al. (2006) ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เป็นค่าดัชนีของแต่ละทางเลือก ทางเลือกที่ให้ค่าดัชนีสูงที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการตัดสินใจในสถานการณ์นั้น

2.2.1 วิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

วิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) รู้จักกันในนามของวิธีการที่มีความน่าเชื่อถือวิธีการหนึ่ง โดยวิธีการนี้มีหลักการคือ จะทำการสมมติว่าแต่ละหลักเกณฑ์ที่เป็นได้ทั้งลักษณะที่เพิ่มขึ้นและลดลง กล่าวคือ ผลลัพธ์ที่มีลักษณะที่มีค่าเพิ่มขึ้นเพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ เช่น หลักเกณฑ์ด้านผลตอบแทน และผลลัพธ์ที่ได้ต้องการให้มีลักษณะที่มีค่าลดลง เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ เช่น หลักเกณฑ์ด้านต้นทุน เป็นต้นและสำหรับหลักเกณฑ์ที่มีความคลุมเครือในการให้ข้อมูล หรือ หลักเกณฑ์ที่เป็นข้อมูลเชิงความรู้สึกนั้นจะสามารถนำไปข้อมูลวิเคราะห์ได้โดยทำการแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขก่อน ด้วยหลักการฟัซซีเซต (Fuzzy Set Theory)

2.2.2 วิธีการ ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality)

เป็นวิธีการที่ได้เริ่มมาจากเทคนิคพื้นฐานที่ได้คิดค้นโดย Roy B. ในช่วงปลายช่วง ค.ศ.1960-1970 จากนั้น ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1977 จนกระทั่งได้มีการนำเสนอ วิธีการนี้เป็นวิธีการที่มีชื่อเสียงอย่างมากในประเทศทางฝั่งยุโรป เนื่องจากเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ละเอียด และน่าเชื่อถือ เนื่องจากส่วนหนึ่งของวิธีการพิจารณานั้นได้มีการให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ของแต่ละหลักเกณฑ์ด้วย โดยดูจากความสอดคล้องและไม่สอดคล้องกันของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา จากนั้นทำการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของลักษณะที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องดังกล่าว ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจในส่วนของการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจนั้น นักทฤษฎีของแต่ละหลักเกณฑ์ได้ถูกกำหนดอย่างชัดเจนโดยไม่ได้ใช้ความเห็นของผู้ตัดสินใจทำให้ไม่เกิดความไม่แน่นอนในการตัดสินใจเลือก นอกจากนี้วิธีการ ELECTRE สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงความรู้สึก ซึ่งวิธีการ ELECTRE มีหลักการในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. การจัดความสัมพันธ์ของการจัดลำดับคะแนน

ในส่วนของการจัดความสัมพันธ์ของการจัดลำดับคะแนนนั้นเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละทางเลือกซึ่งแนวคิดของวิธีการนี้จะมีแตกต่างจากลักษณะทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น หากศึกษาจากข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจพบว่า ทางเลือก A1 มีคะแนนสำหรับการตัดสินใจเลือกสูงกว่าทางเลือก A2 และทางเลือก A2 มีคะแนนสำหรับการตัดสินใจเลือกสูงกว่า

ทางเลือก A3 จะสามารถสรุปได้คร่าว ๆ ว่า ทางเลือก A1 มีคะแนนสำหรับการตัดสินใจเลือกสูงกว่า ทางเลือก A3 ทั้งนี้ แต่สำหรับแนวคิดวิธีการ ELECTRE นั้น จะเป็นในลักษณะดังนี้คือ หากทางเลือก A1 มีคะแนนสำหรับการตัดสินใจเลือกสูงกว่าทางเลือก A2 และทางเลือก A2 มีคะแนนสำหรับการตัดสินใจเลือกสูงกว่าทางเลือก A3 ก็ไม่จำเป็นว่าทางเลือก A1 มีคะแนนสำหรับการตัดสินใจเลือกสูงกว่าทางเลือก A3 ทั้งนี้ต้องพิจารณาหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจไปพร้อมกับการใช้ดัชนีความสอดคล้องและไม่สอดคล้องต่างๆ ด้วย

2. การหาทางเลือกที่จะทำการเลือก

เนื่องจากการจัดความสัมพันธ์ของการจัดลำดับคะแนนของวิธีการ ELECTRE นั้นเป็นการใช้หลักการความสัมพันธ์ของแต่ละทางเลือกดังนั้นเราจึงต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของปัญหาที่ให้มาและความไม่สอดคล้องของทางเลือกบนพื้นฐานของโครงสร้างที่ครอบคลุมปัญหาทั้งหมด

3. การวิเคราะห์เพื่อเสริมความสมบูรณ์

ในขั้นตอนนี้มีเพื่อเป็นการวิเคราะห์อีกครั้งเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์อย่างสมเหตุสมผล โดยในการตัดสินใจเลือกทางเลือกใด ๆ นั้นจะพิจารณาจากระดับคะแนนของแต่ละทางเลือกที่ผ่านการยอมรับให้อยู่ในค่ากลางตามที่แสดงในขั้นตอนที่ 5 ซึ่งได้จากการคำนวณ ค่า C_p และค่า D_p ของแต่ละทางเลือกจากค่า C และค่า D ที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ หลักเกณฑ์ในการพิจารณาค่า C_p และค่า D_p นั้นมีเงื่อนไขคือทำการพิจารณาทางเลือกที่มีค่า C_p สูงที่สุด และ D_p ต่ำที่สุดเนื่องจาก กล่าวคือทางเลือกใดที่มีคะแนนที่ได้จากการคำนวณอยู่ในระดับสูงที่สุดทางเลือกนั้นจะ ได้รับเลือกเป็นอันดับแรกและทางเลือกใดที่มีคะแนนที่ได้จากการคำนวณอยู่ในระดับต่ำที่สุดทางเลือกนั้นจะ ได้รับเลือกเป็นอันดับสุดท้าย

2.2.3 วิธี PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)

วิธีการ PROMETHEE เป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ ได้รับการนำเสนอโดย Brans and Mareschal (1995) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่สามารถวิเคราะห์ตัดสินใจได้ทั้งหลักเกณฑ์ที่ข้อมูลเป็นเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงความรู้สึก หลักการของวิธีการนี้คือ ค่าข้อมูลไม่จำเป็นต้องปรับให้เป็นค่าที่มีรูปแบบเดียวกันแต่จะพิจารณาง่ายๆ โดยการให้สมมุติฐานว่าค่าข้อมูลใดที่มีค่าสูงกว่าก็จัดว่าเป็นค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่านั่นเอง และมีการสมมุติค่าของน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์ โดยค่าน้ำหนักรวมของทุกหลักเกณฑ์จะมีค่าเท่ากับ 1 ในการพิจารณาจะทำการพิจารณาจากฟังก์ชันความน่าสนใจในการตัดสินใจของทางเลือกโดยเลือกพิจารณาเป็นคู่โดยพิจารณาฟังก์ชัน

$P_i(A_j, A_k)$ ซึ่งหมายความว่า A_j มีระดับความน่าสนใจในการตัดสินใจมากกว่า A_k ทั้งนี้จะทำการพิจารณาในรูปแบบเดียวกัน $0 \leq P_i(A_j, A_k) \leq 1$

เมื่อ

$P_i(A_j, A_k) = 0$ มีความหมายว่า ไม่มีระดับความน่าสนใจในการตัดสินใจ

$P_i(A_j, A_k) \approx 0$ มีความหมายว่า ระดับความน่าสนใจในการตัดสินใจอยู่ในระดับต่ำ

$P_i(A_j, A_k) \approx 1$ มีความหมายว่า ระดับความน่าสนใจในการตัดสินใจอยู่ในระดับสูง

$P_i(A_j, A_k) = 1$ มีความหมายว่า ระดับความน่าสนใจในการตัดสินใจอยู่ในระดับสูงมาก

ค่าฟังก์ชัน $P_i(A_j, A_k)$ สามารถหาได้จากฟังก์ชันของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P_i(A_j, A_k) = p_i(a_{ij} - a_{ik}) \quad (2.7)$$

โดยที่ P_i คือ เป็นฟังก์ชันที่ไม่มีการลดลง

หมายเหตุ เมื่อ $p_i(d) = 0$ ใช้สำหรับ $d \leq 0$ และ $0 \leq p_i(d) \leq 1$ ใช้สำหรับ $d > 0$

ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ของวิธีการนี้สามารถใช้วิเคราะห์ได้โดยใช้สมการคือ

$$\pi(A_j, A_k) = \sum_{i=1}^m w_i P_i(A_j, A_k) \quad (2.8)$$

ในการจัดระดับของทางเลือกสามารถพิจารณาจาก

การจัดระดับคะแนนที่เป็นข้อมูลเชิงบวก :

$$\phi^+(A_j) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \pi(A_j, A_k) \quad (2.9)$$

การจัดระดับคะแนนที่เป็นข้อมูลเชิงลบ :

$$\phi^-(A_j) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \pi(A_k, A_j) \quad (2.10)$$

ในการพิจารณาการเรียงลำดับความน่าสนใจในการตัดสินใจของข้อมูลเชิงบวกจะดูได้จากค่า $\phi^+(A_j)$ มีระดับที่สูงกว่า ทางเลือก (A_j) จะเป็นทางเลือกที่มีความน่าสนใจในการตัดสินใจเลือกมากกว่า และในทางกลับกันสำหรับข้อมูลในเชิงลบ ดูได้จากค่า $\phi^-(A_j)$ มีระดับที่ต่ำกว่า ทางเลือก (A_j) จะเป็นทางเลือกที่มีความน่าสนใจในการตัดสินใจเลือกมากกว่า

2.2.4 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process : AHP)

การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเป็นกระบวนการที่ช่วยในการแยกแยะองค์ประกอบที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมออกเป็นส่วนต่างๆอย่างชัดเจน นำองค์ประกอบต่างๆมาแบ่งระดับชั้นจากบนลงสู่ล่างตามความสำคัญและผลกระทบที่มีต่อปัญหา AHP ใช้ในการเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆเข้าด้วยกันโดยวิธีจับคู่เปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญและใช้เหตุผลที่ถูกต้องอันเกิดจากประสบการณ์และความชำนาญเป็นพื้นฐาน หากไม่มั่นใจในข้อมูลผู้วิเคราะห์สามารถสอบถามผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ นอกจากนี้ AHP ยังได้กำหนดมาตรฐานของความสอดคล้องขึ้นมาเพื่อความถูกต้องและเพื่อวัดความมีเหตุผลของการวินิจฉัยเพื่อให้มั่นใจว่าการตัดสินใจนั้นมีเหตุผลที่ยอมรับและทำให้ AHP เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

กระบวนการตัดสินใจของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

กระบวนการตัดสินใจของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น จะมีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างแผนภูมิระดับชั้น การสร้างแผนภูมิระดับชั้นไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัวแต่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของการตัดสินใจ ถ้ามีทางเลือกหลายทางให้ตัดสินใจควรที่จะเริ่มต้นจากระดับล่างสุดโดยระบุทางเลือกต่างๆ ระดับชั้นถัดขึ้นไปจะเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหรือวัตถุประสงค์ โดยพิจารณาข้อดีข้อเสียของทางเลือกต่างๆ ที่ระดับชั้นบนสุดจะมีเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น คือเป้าหมายหรือปัญหา ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือการกำหนดความหมายประเด็นของปัญหาหรือเป้าหมายออกมาอย่างสร้างสรรค์ และตรงประเด็น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ใช้วิเคราะห์เกณฑ์การตัดสินใจหรือวัตถุประสงค์ ซึ่งอยู่ในระดับชั้นที่ถดถลงมาได้อย่างง่ายและเป็นแนวทางที่จะแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นที่สุด

2. การจัดลำดับความสำคัญ การหาลำดับความสำคัญของปัจจัยหรือการให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ในการประเมินต้องมีการหาน้ำหนักหรือความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ก่อนทำการประเมินทางเลือกเนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจนั้นจะมีความสำคัญต่อเป้าหมายต่างกัน ซึ่งขั้นตอนแรกที่ใช้ในการตัดสินใจนั้นคือการสร้างตารางเมตริกซ์เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละปัจจัยที่ถูกกำหนดขึ้นมานั้นจะมีความสำคัญในระดับใดเป็นสิ่งที่ผู้ทำการวิเคราะห์จะต้องกำหนดระดับของปัจจัยที่จะสะท้อนถึงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมว่าต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบอย่างไรระหว่างปัจจัยต่างๆถ้าต้องการรายละเอียดมากก็อาจจะต้องการกำหนดระดับการเปรียบเทียบให้มีระดับชั้นมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้วิเคราะห์และประสบการณ์ภายใต้ความรู้และกรอบของเหตุผลของข้อมูล เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดซึ่งอาจจะส่งผลต่อผลของการประเมินต่อไปซึ่งจะแสดงการกำหนดมาตรฐานในการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ ๆ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน (Equally important)	ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญต่อ วัตถุประสงค์เท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง (Moderately more important)	ปัจจัยที่กำลังพิจารณามีความสำคัญ มากกว่าอีก ปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่าอย่างเด่นชัด (Strongly more important)	ปัจจัยที่กำลังพิจารณามีความสำคัญ มากกว่าอีก ปัจจัยหนึ่งอย่างเด่นชัด
7	สำคัญกว่าอย่างเด่นชัดมาก (Very strongly more important)	ปัจจัยที่กำลังพิจารณามีความสำคัญ มากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก
9	สำคัญกว่าสูงสุด (Extremely more important)	ค่าความเปรียบเทียบสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในการพิจารณาเปรียบเทียบ
2,4,6,8	ความสำคัญที่อยู่ระหว่างแต่ละระดับ (Intermediate judgment value)	ความสำคัญที่ก้ำกึ่งระหว่าง ความสำคัญแต่ละระดับตามลำดับ ตัวเลข

3. การคำนวณหาลำดับความสำคัญและหาความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency

Ratio : CR)

1. เพื่อทดสอบว่าการวินิจฉัยตามโครงสร้างที่กำหนดขึ้นนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ค่าความไม่สอดคล้อง (Consistency ratio, CR) เป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ โดยมีข้อกำหนดของความไม่สอดคล้องดังนี้

- $CR \leq 0.05$ สำหรับการเปรียบเทียบ 3 ปัจจัย
- $CR \leq 0.09$ สำหรับการเปรียบเทียบ 4 ปัจจัย
- $CR \leq 0.10$ สำหรับการเปรียบเทียบ 5 ปัจจัย

สำหรับการเปรียบเทียบปัจจัยตั้งแต่ 6 ปัจจัยตั้งแต่ 6 ปัจจัยขึ้นไป สรุปแนวทางการตัดสินใจยอมรับการวิเคราะห์ $CR > 0.10$ ได้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของการวิเคราะห์ว่าจะทำการปรับปรุงกรอบของคำถามหรือทำการวินิจฉัยใหม่

วิธีการคำนวณหาลำดับความสำคัญของ (AHP)

วิธีการหาลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องตัดสินใจโดยการสร้างตารางเปรียบเทียบเมตริกซึ่งจะเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆเป็นคู่ๆ (Pair wise) ทั้งปัจจัยหลักและปัจจัยรองต่างๆโดยจำนวนครั้งที่ต้องทำการเปรียบเทียบจะเป็นดังสมการ

$$\text{จำนวนครั้ง} = (n^2 - n) / 2 \text{ หรือ } n(n-1) / 2 \quad (2.11)$$

การเปรียบเทียบเมตริกจะเติมด้วยตัวเลขที่เป็นผลสะท้อนในมาตราส่วนเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย

ให้ $C_1, C_2, \dots, C_n$ เป็นเซตของปัจจัยหรือทางเลือกต่างๆ โดยผลการวินิจฉัยเปรียบเทียบในแต่ละคู่ แสดงได้สมการที่ 2.13 ซึ่งจะทำให้เกิดการสร้างเป็นตารางเมตริกเปรียบเทียบ (Pair wise comparison matrix) ของแต่ละระดับปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ขนาดเมตริก $n \times n$

$$A = (a_{ij}) \quad ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.12)$$

ในเมตริกจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ส่วนที่ใส่ค่าเปรียบเทียบซึ่งมีจำนวนครั้ง $n(n-1)/2$
2. ค่าในแนวเส้นทแยงมุมของเมตริกจะมีค่าเท่ากับ 1 เพราะเป็นการเปรียบเทียบกันของตัวเอง นั่นคือ $a_{ij} = 1$ สำหรับ $i = j$
3. ส่วนที่เป็นค่ากลับของส่วนที่ใส่ค่าเปรียบเทียบซึ่งมีจำนวนครั้ง $= n(n-1)/2$ นั่นคือ

$$a_{ij} = 1 / a_{ji}$$

สามารถแสดงในสมการ ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & 1 \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

ลำดับต่อมาคือทำการสร้าง Normalized matrix ซึ่งมีขนาด $n \times n$ โดยหาผลรวมของแต่ละหลัก แล้วนำไปหารค่าในแต่ละหลักดังสมการ 2.14 ซึ่งจะได้ผลที่ออกมาเป็นค่าเฉลี่ยซึ่งผลรวมของค่าในแต่ละหลักนั้นจะเท่ากับ 1 ดังสมการที่ 2.15 หลังจากนั้นทำการหาผลรวมของแต่ละหลัก

$$N_{ij} = a_{ij} / s_j \quad ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.14)$$

$$\sum_{i=1}^n N_{ij} = 1 \quad ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.15)$$

จากนั้นทำการหาค่าลำดับความสำคัญ (Priority) ในแต่ละแถวของ Normalized matrix ซึ่งสามารถแสดงในรูปเมตริกขนาด $n \times 1$ ค่าที่แสดงออกมาระบุถึงระดับการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหรือทางเลือกนั้นๆของผู้ทำการตัดสินใจ เมื่อได้น้ำหนักความสำคัญแล้วทำการวัดค่าความสำคัญและทำการวัดค่าความสอดคล้อง

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ij}}{n} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.16)$$

การหาอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency ratio ; CR) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเมตริกที่พิจารณาอยู่ และการตอบอย่างเดาสุ่มอย่างแท้จริงของคำถาม โดยขอบเขตบนของค่านี้ไม่ควรเกิน 0.1 หรือร้อยละ 10 ของโอกาสที่ผู้ตัดสินใจทำการตอบคำถามด้วยวิธีการเดาสุ่มอย่างแท้จริง เมื่อทำการตัดสินใจได้สอดคล้องกันมากขึ้น ค่านี้จะลดลง แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 0.1 ผู้ตัดสินใจควรปรับการตัดสินใจบางประการเพื่อให้ค่าความสอดคล้องต่ำลง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Consistency Ratio (CR)} = \frac{CI}{RI} \quad (2.17)$$

$$\text{Consistency index (CI)} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.18)$$

โดยที่

$\lambda_{\max}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าวัดความสอดคล้อง (Consistency measure) ของทุก CI

n = จำนวนปัจจัย หรือ ทางเลือก

RI = เลขชี้สุ่ม (Random index)

ค่า $\lambda_{\max}$ จะเท่ากับจำนวนปัจจัยหรือทางเลือกที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบกันเมื่อมีความสอดคล้องของเหตุผลในแบบสมบูรณ์ แต่ถ้าการเปรียบเทียบไม่มีความสอดคล้องกัน ค่านี้จะสูงกว่าจำนวนปัจจัยหรือทางเลือกที่นำมาพิจารณา

เลขชี้สุ่ม (RI: random index) ถูกสร้างขึ้น โดย Oak ridge national laboratory โดยค่าเฉลี่ยของค่าความสอดคล้องชี้แนะสำหรับเมตริกขนาด 1×1 ถึง 15×15 แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การกำหนดเลขชี้สุ่ม (RI : Radom index)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.6	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6

2.2.5 ทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process ; FAHP)

FAHP เป็นการประยุกต์รวม Fuzzy Set กับ AHP เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องบางประการของ AHP ในเรื่องของการคิดของมนุษย์ ซึ่งวิธีการคำนวณ Fuzzy AHP อย่างง่าย ๆ โดย Chang (1996) ตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ Fuzzy Logic มีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างความจริง (Completely true) กับ เท็จ (Completely False) ส่วนตรรกะเดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น

ขั้นตอนการประมวลผลแบบตรรกะแบบคลุมเครือที่มีรูปแบบการทำงานเป็น 4 ส่วน

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการแปลงการนำเข้าแบบทวินัยเปลี่ยนเป็นการนำเข้าแบบตัวแปร Fuzzy โดยจะสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก โดยไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเดียวกันขึ้นกับคุณลักษณะของการนำเข้า (Input) และ Fuzzy การนำเข้า

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการนำเข้าทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการนำออกที่อาศัยหลักการของการหาเหตุและผลอาจจะสร้างการเก็บข้อมูล การคาดการณ์จากการตัดสินใจของมนุษย์หรือค่าจากการทดลอง โดยเขียนเป็นการควบคุมระบบซึ่งจะมีลักษณะอยู่ในรูปแบบ ถ้า (If) และ (And) หรือ (Or) ซึ่งเป็นภาษาสามัญนำกฎทั้งหมดมาประมวลผลรวมกันเพื่อหาการตัดสินใจที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการหา Fuzzy Output โดยการนำกฎการควบคุมที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลผล Fuzzy Input โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้ประมวลผล

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนสุดท้ายหรือขั้นตอนการสรุปเหตุผล Fuzzy โดยเปลี่ยน Fuzzy Out put ให้เป็นทวินัยนำออก และเพื่อนำค่าที่ได้มาใช้ในการตัดสินใจเพื่อควบคุมระบบในสถานการณ์นั้นๆ

ซึ่งวิธีการคำนวณหา Fuzzy อย่างง่าย ๆ โดย Chang ได้นำเสนอวิธีการไว้ดังนี้

1) กำหนดให้ $M \in F(R)$ เป็น Fuzzy Number ถ้า $x_0 \in R$ ที่ทำให้ $\mu_m(x_0)=1$ และ $\forall \lambda \in (0,1)$, $M_\lambda = [x, \mu_m(x) \geq \lambda]$ ในการหา μ_m เป็น Membership Function ของ $M : R \rightarrow [0,1]$ ดังนี้

$$\mu_m(x_0) = \begin{cases} (x-1)/(m-1), & x \in [1, m] \\ (x-u)/(m-u), & x \in [m, u] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.19)$$

โดยที่ 1 และ u เป็นค่าล่างและบนของสมาชิกตามลำดับ และ m เป็นค่ากลางของ M โดย Triangular Fuzzy Number ถูกแสดงคือ (1,m,u) ซึ่งค่าของการสังเคราะห์ Fuzzy หาได้ดังนี้

$$S_i = \sum_{j=1}^m \tilde{M}_{gi}^j \otimes [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} \quad (2.20)$$

โดยที่

$$\sum_{j=1}^m \tilde{M}_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (2.21)$$

และ

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tilde{M}_{gi}^j = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i) \quad (2.22)$$

ดังนั้น

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tilde{M}_{gi}^j]^{-1} = (\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m u_j}) \quad (2.23)$$

จะได้ว่า

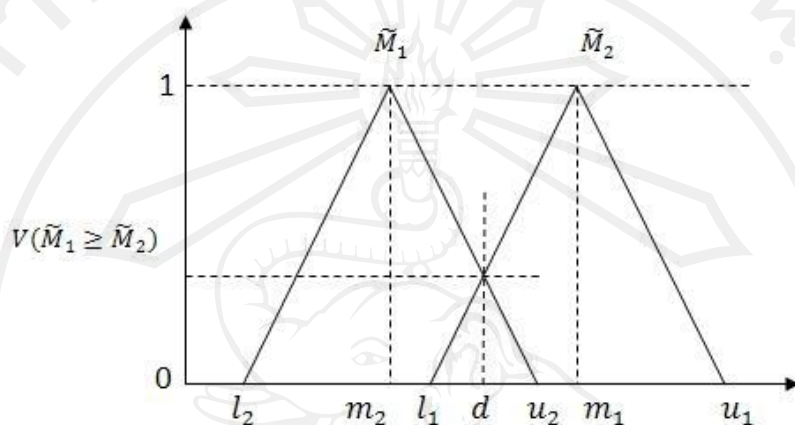
$$S_i = \sum_{j=1}^m \tilde{M}_{gi}^j \otimes [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} \quad (2.24)$$

Degree of Possibility หาได้ดังนี้

$$V(\tilde{M}_1 \geq \tilde{M}_2) = \sup_{y \geq x} [\min(\tilde{M}_1(x), \tilde{M}_1(y))] \quad (2.25)$$

ทำให้ได้ว่า

$$V(\tilde{M}_1 \geq \tilde{M}_2) = \text{hgt}(\tilde{M}_1 \cap \tilde{M}_2) = \tilde{M}_2(d) = \begin{cases} 1, m_2 \geq m_1 \\ 0, l_1 \geq l_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - u_2)}, \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.26)$$



ภาพที่ 2.1 แสดงค่า Degree of Possibility ของ $\tilde{M}_1 \geq \tilde{M}_2$

การหา Degree of Possibility สำหรับ Convex Fuzzy Number จำนวน k หาได้ดังนี้

$$V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_1, \tilde{M}_2, \dots, \tilde{M}_k) = \min V(\tilde{M} \geq \tilde{M}_i), i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (2.27)$$

สมมติให้ว่า

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (2.28)$$

สำหรับ $k = 1, 2, 3, \dots, n$; $k \neq i$ ทำให้ได้ค่าน้ำหนักดังนี้

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^t \quad (2.29)$$

และทำการ Normalization ของค่าน้ำหนักได้ตามสมการดังนี้

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^t$$

หลังจากที่ได้ค่าน้ำหนักแล้วนำไปคูณกับเกณฑ์การตัดสินใจจะทำให้ได้ค่าคะแนน

สุดท้ายออกมาแล้วจึงนำไปเรียงลำดับคะแนน โดยเราจะเลือกตัวเลือกที่มีคะแนนมากที่สุด

2.3 การวิเคราะห์แบบพาเรโต

แผนภูมิพาเรโตเป็นการนำหลักการทั่วไปมาใช้ หลักการนี้คือ “ของดีมีน้อย” (Vital few and trivial many) คำว่า “ของดีมีน้อย” ในที่นี้อาจเป็นของไม่ดีก็ได้หมายความว่าสาเหตุสำคัญของปัญหามักจะมีเพียงไม่กี่อย่างนั่นคือสาเหตุส่วนน้อยทำให้เกิดปัญหาส่วนใหญ่ซึ่งอาจถือเป็นหลักการว่า “ประมาณร้อยละ 80 ของปัญหาเกิดจากสาเหตุเพียงไม่กี่ประการเท่านั้น”

แผนภูมิพาเรโตเป็นการรวมกราฟพื้นฐาน 2 ชนิดมาไว้ด้วยกันคือกราฟคอลัมน์และกราฟเส้น แต่คอลัมน์กราฟต้องมีลักษณะพิเศษ โดยการจัดการลำดับความสูงของแต่ละแท่งให้เรียงแถวลดหลั่นกันลงมาจากซ้ายมาขวาแกนนอนใช้เป็นฐานสำหรับคอลัมน์ต่างๆ แต่ละคอลัมน์เป็นตัวแทนของประเภทรายการข้อมูลที่กำลังพิจารณาความสูงของคอลัมน์แต่ละแท่งแสดงสัดส่วนของ “ขนาด” หรือ “ค่าใช้จ่าย” หรือ “ประชากร” ของรายการแต่ละประเภทส่วนแผนภูมิพาเรโตที่เป็นกราฟเส้นมีไว้เพื่อแสดงค่าสะสมของความสูงของคอลัมน์ต่างๆ เรียงจากซ้ายมาขวา

วิธีการสร้างแผนภูมิพาเรโต

ขั้นที่ 1 ตัดสินใจเลือกเกณฑ์ในการแยกประเภทข้อมูล เช่น แยกตามกะ หรือผลัดตามชนิดของของเสียตามวิธีการปฏิบัติงานหรือตามประเภทของอุปกรณ์

ขั้นที่ 2 เลือกช่วงเวลาที่ จะทำการศึกษาลงมือสร้างรายการตรวจสอบ (Check sheet) สำหรับการรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลานั้น โดยออกแบบรายการให้มีที่สำหรับบันทึกข้อมูลได้ทุกประเภท แล้วทำการรวบรวมข้อมูล พยายามแปลงปริมาณต่างๆ ให้เป็นจำนวนเงินถ้าพอทำได้ค่าทั้งสองอาจเป็นสัดส่วนกันโดยตรงแต่ก็ไม่เสมอไป

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากรายการตรวจสอบมานับข้อมูลรวมตลอดช่วงเวลาแล้วบันทึกยอดของข้อมูลแต่ละประเภท ถ้ามีจำนวนประเภทมากกว่า 5 หรือ 10 ประเภท ควรพิจารณารวมกลุ่มประเภทของข้อมูลที่มียอดต่ำๆ แล้วเรียกเสียใหม่ว่า “อื่นๆ”

ขั้นที่ 4 เขียนแกนแนวนอนและตั้งของแผนภูมิพาเรโตบนกระดาษกราฟหรือกระดาษธรรมดาแล้วแบ่งแกนแนวนอนออกเป็นส่วนเท่าๆ กันให้มีจำนวนช่วงเท่ากับจำนวนประเภทข้อมูล แบ่งแกนแนวตั้งเป็นสเกลให้ค่าสูงสุดบนแกนนี้เท่ากับยอดรวมของค่าข้อมูลทุกประเภท

ขั้นที่ 5 เขียนคอลัมน์จากรายการสรุปข้อมูลเรียงแถวจากยอดข้อมูลที่มีค่าสูงสุดลงมาหาค่าต่ำสุดจากซ้ายมาขวา ถ้ามีประเภท “อื่นๆ” ให้เป็นคอลัมน์สุดท้ายทางด้านขวาสุด

ขั้นที่ 6 เขียนกราฟเส้นแสดงค่าสะสมเริ่มต้นด้วยการเขียนเส้นทแยงคอลัมน์แรกจากมุมล่างซ้ายไปสู่มุมบนขวา จากนั้นลากเส้นตรงทแยงไปทางขวาให้มีระยะแนวนอนเท่ากับความกว้างของคอลัมน์หนึ่งแท่งและมีระยะแนวตั้งเท่ากับความสูงของคอลัมน์ที่สองทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่ง

กราฟเส้นนี้สัมพันธ์กับมูลค่าของแผนภูมิพาริตีซึ่งจะเป็นตำแหน่ง 100% ของแกนแนวดิ่งอีกแกนหนึ่งที่กำกับด้านขวาของแผนภูมิ

ขั้นที่ 7 เขียนแกนแนวดิ่งด้านขวาของแผนภูมิ แล้วจัดทำสเกลจาก 0 ถึง 100% โดยให้ความสูงของแกนนี้ สอดคล้องกับความสูงของแกนแนวดิ่งด้านซ้าย

ขั้นที่ 8 เพิ่มเติมข้อมูลบนแผนภูมิแสดงว่าใครเป็นผู้รวบรวมข้อมูลในช่วงเวลาใดจากที่ไหน และเพิ่มเติมข้อความที่จำเป็นในการอ้างอิงข้อมูล ควรมีแสดงวัน เดือน ปี ที่จัดทำแผนภูมิพาริตีนี้ พร้อมทั้งให้ชื่อบุคคลหรือกลุ่มที่รับผิดชอบในการจัดทำ

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนทางโลจิสติกส์ กนกพร สุรการคำ (2551) ได้ศึกษาและนำเสนอระบบโครงข่ายโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพโดยมีการศึกษาสภาพปัจจุบันของโครงข่ายระบบโลจิสติกส์ ตามเส้นทางโครงการแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ และ โครงการแนวระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ความต้องการการแปรรูปแบบของระบบขนส่งในอนาคตที่จะตอบสนองต่อการขนส่งสินค้าและบริการตามแนวยุทธศาสตร์ โดยทำการศึกษาเส้นทางทางไหลของสินค้าหลัก 3 กรณีศึกษาได้แก่ข้าว ยางพารา และมันสำปะหลัง จากนั้นนำวิธีการ Optimization มาวิเคราะห์ข้อจำกัดเพื่อให้ได้โครงข่ายโลจิสติกส์ที่เหมาะสม เพราะปัจจุบันประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาระบบโครงข่ายโลจิสติกส์ สังเกตได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ได้มีการกล่าวถึงการจัดการระบบโครงข่ายโลจิสติกส์บุคลากร และกลไกการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ จึงทำให้เกิดการร่วมมือกันเพื่อการบูรณาการมีพัฒนาที่ยั่งยืน มณฑล บั้วรุ่ง (2551) ได้แบ่งโครงสร้างต้นทุนของโรงงานเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยภาพรวมได้ดังนี้ ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นต้นทุนที่สูงรองลงมาจากต้นทุนการผลิต (15.66%) โดยมีการขนส่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดต้นทุนโลจิสติกส์มากที่สุด (36.18%) รองลงมาคือการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (26.69%) คลังสินค้า (20.31%) และการบริหารจัดการ (16.82%) ในแง่ของการนำไอทีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการด้านโลจิสติกส์พบว่าการใช้ไอทีที่มีผลกับต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงาน แต่การลงทุนยังมีสัดส่วนน้อยเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในแต่ละด้านอีกทั้งเทคโนโลยีที่นำมาใช้ยังคงเป็นเทคโนโลยีในระดับพื้นฐานจึงควรกระตุ้นให้เกิดการใช้เทคโนโลยีในการจัดการโลจิสติกส์ซึ่งจะเป็นกลไกสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนโดยรวมได้ สุรกฤษฎ์ นาทราราด (2551) ศึกษาถึงหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ส่งมอบของอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์และยานยนต์

กระบวนการคัดเลือกผู้ส่งมอบที่ถูกต้องสามารถลดต้นทุนการผลิตและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขัน

จากการทบทวนบทความงานวิจัยต่างๆด้านการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์พบว่ามีการวิจัยจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปัญหาการขนส่งทั้งในด้านการจัดการการขนส่งด้วยตัวบริษัทผู้ผลิตเองหรือการคัดเลือกบริษัทขนส่งจากภายนอกเข้ามาร่วมทำการขนส่ง อีกทั้งยังมีการประเมินหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกโดยพิจารณาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆในการจัดส่งสินค้าที่มีหลากหลายรูปแบบไปสู่ลูกค้า จึงได้ใช้หลักการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นแบบคลุมเครือในการประเมินและจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกซึ่งเป็นการประเมินปัจจัยเชิงคุณภาพ หาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งก็คือทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการคัดเลือกบริษัทขนส่ง รายละเอียดของทฤษฎีและผลงานวิจัยต่างๆมีรายละเอียดดังนี้ Zineldin and Bredenlow (2003) กล่าวว่า Outsourcing คือ การตัดสินใจของบริษัทเกี่ยวกับการ ทำ หรือ ซื้อ สินค้าหรือบริการสำหรับ Logistics Outsourcing คือ ถ้าบริษัทหรือองค์กรใดก็ตามพิจารณาแล้วว่าสามารถดำเนินงานด้านกิจกรรมโลจิสติกส์ เช่น การขนส่ง คลังสินค้า การตลาด เป็นต้น ต้นทุนต่ำกว่าการจ้างบริษัทภายนอกมาจัดการให้ บริษัทก็ควรที่จะดำเนินการเอง แต่ในทางกลับกันถ้าบริษัทดำเนินการด้าน โลจิสติกส์แล้วมีต้นทุนสูงกว่าการจ้างบริษัทจากภายนอก บริษัทก็ควรจะใช้บริษัทภายนอก (Outsource) มาดำเนินการในส่วนนั้นแทน Chap and Michel (2000) กล่าวว่า การใช้ บริษัทภายนอก ยังช่วยให้เกิดการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีขององค์กรให้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทำให้องค์กรไม่ต้องลงทุนในทรัพยากรภายในแต่อาศัยทรัพยากรของ Logistics Outsourcing จากการทำงานทางด้านโลจิสติกส์ทำให้องค์กรได้รับเทคโนโลยีที่ใหม่อยู่เสมอ และ Ahmet and Ali (2011) กล่าวว่า การใช้บริษัทภายนอกยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการลงทุนในกิจกรรมที่ไม่ใช่ขีดความสามารถหลัก โดยอาศัยความเชี่ยวชาญในการจัดการของ Logistics Outsourcing ซึ่งลูกค้าจะได้รับประโยชน์ดังต่อไปนี้คือ ผลประโยชน์จากการประหยัดด้านขนาด การได้เทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาจัดการกิจกรรมที่จ้าง สามารถเปรียบเทียบความสามารถขององค์กรกับมาตรฐานที่ดีที่สุดในการแข่งขันทางโลจิสติกส์กับคู่แข่ง การทำงานหรือการบริหารงานนอกจากจะต้องมีความรู้ความสามารถในงานที่ปฏิบัติแล้วสิ่งสำคัญประการหนึ่งของผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวหน้างานหรือผู้บริหาร คือการตัดสินใจ (Decision Making) เพราะการตัดสินใจเปรียบเสมือนหัวใจของการปฏิบัติงานและบริหารงาน

เนื่องจากจำนวนทางเลือกมีมากและแต่ละทางเลือกมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันในมิติต่างๆ ที่นำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจ ดังนั้นการเปรียบเทียบทางเลือกจำเป็นต้องอาศัยหลักเกณฑ์ (Criteria) ที่ผู้ร่วมตัดสินใจต้องเห็นพ้องต้องกันว่าเป็นสิ่งที่นำไปสู่การระบุทางเลือกที่เหมาะสมได้

หลักเกณฑ์แต่ละหลักเกณฑ์จะต้องสามารถวัดค่าในเชิงปริมาณได้หรือประเมินค่าเชิงคุณภาพได้ว่าแต่ละทางเลือกจะให้ผลตามวัตถุประสงค์ในระดับใด การวิเคราะห์ทางเลือกอาจไม่ใช้ผลลัพธ์เชิงเศรษฐกิจแต่เพียงอย่างเดียวเป็นตัวชี้ขาด โดยเฉพาะในกระบวนการตัดสินใจที่ประกอบด้วยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่าย แต่มักจะให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการให้ความสำคัญของหลักเกณฑ์ทางเลือกในรูปของคะแนนหรือค่าน้ำหนักความสำคัญ (Relative importance) การเรียงลำดับความสำคัญของทางเลือกที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะตัดสินใจระบุทางเลือกที่ดีที่สุดและทั้งนี้เพราะการตัดสินใจเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนและทุกกระบวนการทำงาน วิธีการ MCDA สามารถดำเนินการโดยบุคคลหรือกลุ่มของบุคคลที่มีส่วนได้เสียในสถานการณ์หนึ่งๆ วิธีการนี้เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนวัดได้ และได้รับการเห็นพ้องต้องกันว่าสอดคล้องกับความเป็นจริงเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะนำไปสู่การระบุทางเลือก (Alternatives) ดังเช่นในผลงานวิจัยของ เมธี เอกะสิงห์ และคณะ (2549) ได้ศึกษาเรื่องการนำเอาระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDA) ไปใช้ร่วมกับระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ(GIS) เพื่อการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ในการผลิตข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และลำไยเป็นกรณีศึกษาและสามารถแล้วทำการประเมินผลกระทบต่อการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกจึงทำให้สามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจได้หลากหลายสถานการณ์และสอดคล้องกับสิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตและยังมีงานวิจัยของ พรนุช ภาสุรวงศ์ (2547) ได้ทำการศึกษาในหัวข้อการเกษตรผสมผสานตามแนวทฤษฎีใหม่ที่เหมาะสมกับระบบนิเวศของจังหวัดราชบุรีโดยใช้เทคนิควิเคราะห์แบบหลายปัจจัยโดยปัจจัยที่ศึกษาคือปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพ สังคมและ เศรษฐกิจ ความต้องการของเกษตรกร สรีระวิทยาของพืช และคุณสมบัติของกลุ่มดินโดยแบ่งพืชที่มีความเหมาะสมเป็น 5 กลุ่มทำให้ทราบว่าพืชแต่ละกลุ่มกลุ่มใดบ้างที่มีความเหมาะสมตามหลักแนวเกษตรทฤษฎีใหม่

นำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้นกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสม ได้รับการคิดค้นและพัฒนาขึ้นโดย ศาสตราจารย์ โทมัส ซาตตี้ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการตัดสินใจ ซึ่งมีหลายงานวิจัยที่ได้้นำกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น AHP มาประยุกต์ใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจ ดังเช่น Jukka korpela et al. (2001) ได้ร่วมกันวิจัยในหัวข้อ An analytic approach to supply chain development โดยวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการดำเนินการจัดการโซ่อุปทานโดยใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) มาจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในส่วนต่างๆ ในการจัดการโซ่อุปทานถึง 7 ส่วน คือการกำหนดกระบวนการหลัก การกำหนดวัตถุประสงค์และประสิทธิภาพในกระบวนการหลัก การกำหนดความต้องการของลูกค้า การจัดลำดับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความต้องการ การจัดลำดับปัจจัยที่จะทำให้การดำเนินงานหลักประสบความสำเร็จ การเปรียบเทียบกับองค์กรที่เป็นเลิศ และความ

เป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้ในองค์กร ต่อมา Teresa Wu et al. (2006) นำเสนอเกี่ยวกับการใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ระบุปัจจัยแห่งความเสี่ยงในการจัดการโซ่อุปทาน ในหัวข้อ A model for inbound supply risk analysis โดยวัตถุประสงค์เพื่อจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในส่วนของการรับสินค้าโดยศึกษาจากบทความและวารสาร เพื่อหาปัจจัยของความเสี่ยงที่มี และนำมาแยกประเภทพร้อมใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) เข้ามาช่วยในการจัดลำดับความเสี่ยงที่ได้มาโดยผลการวิจัยที่ได้พบว่าความเสี่ยงที่เกิดจากการจัดการส่งสินค้าให้ตรงเวลา (On time delivery) คุณภาพการจัดส่งสินค้าอย่างต่อเนื่องต้นทุนและการผลิตคือปัจจัยความเสี่ยงที่มีลำดับสูงในการจัดการความเสี่ยงในการรับสินค้า นอกจากนี้มีการใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆในการจัดการโซ่อุปทานแล้วยังมีการประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆอีก เช่น จิรพัฒน์ คำรื้อนันต์ (2552) ได้นำเทคนิควิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process : AHP) มาเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจในการคัดเลือกจังหวัดที่เหมาะสมเพื่อเป็น ศูนย์กลางโลจิสติกส์ของประเทศไทยบนแนวระเบียนเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ โดยที่ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวทางสโตแคสติกมา (Stochastic) ประยุกต์ใช้เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มให้การตัดสินใจมีความถูกต้องมากขึ้นภายใต้ความเชื่อมั่น จากผลที่ได้พบว่าเกิดความไม่แน่นอนเกิดขึ้นในการตัดสินใจเลือกทางเลือกจึงต้องใช้การคำนวณแบบจำลอง มอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจเพื่อเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสม การใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาแก้ปัญหาในงานวิจัยต่อไปเช่น มณฑิรา นิยม (2553) ได้ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น เพื่อคัดเลือกบริษัทรับขนส่งสินค้า (Freight Forwarder) สำหรับเข้ามาดำเนินการในส่วนที่บริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็น Third Party Logistic (3PL) ไม่สามารถดำเนินการเองได้ หรือในส่วนที่ไม่ใช่ความสามารถหลัก หรือไม่คุ้มค่าหากจะดำเนินการเองโดยการพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่หลากหลายซึ่งเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) เพื่อศึกษาน้ำหนักของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกบริษัทรับขนส่งสินค้า อรพินทร์ จีรวัสสกุล (2549) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ AHP ในการประเมินผลดำเนินการงานผู้ให้บริการขนส่ง เพื่อประเมินบริษัทที่เป็นบริษัททางเลือกทั้ง 7 บริษัทจากการศึกษาทำให้ทราบถึงผลการปฏิบัติงานของผู้ให้บริการแต่ละรายทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพซึ่งแตกต่างจากผลที่มีอยู่ในปัจจุบันรวมทั้งสามารถจัดลำดับผลการดำเนินงานของผู้ให้บริการได้ดียิ่งขึ้น Hasan and Murat (2007) นำรูปแบบการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criterion Decision Making : MCDM) เพื่อค้นหาบริการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมรถยนต์ของตุรกี และทบทวนข้อกำหนดด้านโลจิสติกส์ของบริษัทรถยนต์และบทบาทของการบริการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมรถยนต์รูปแบบกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อคัดเลือกผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ในจำนวนผู้สมัคร 4 รายรูปแบบถูกนำมาใช้ประเมินทางเลือก ประการสุดท้าย เป็นการอธิบายผลลัพธ์และนัยยะที่เกี่ยวข้องกับ

รูปแบบเพื่อนำไปปฏิบัติ Erdal Cakir (2009) ได้นำเสนอการคัดเลือกบริษัทโลจิสติกส์โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่มีความคลุมเครือในบริษัทกรณีศึกษา อีกทั้งยังได้ศึกษาแนวความคิดและเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อคัดเลือกบริษัทขนส่งเข้าร่วมดำเนินการขนส่ง นอกจากนี้ยังมีการนำตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการประเมินเชิงปริมาณเข้ามาใช้ดังเช่นเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ดังเช่นงานวิจัยต่อไปนี้ Ghodsypour and O'Brien (1998) นำเทคนิค AHP ไปกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับคัดเลือกผู้ส่งมอบสินค้า (Supplier) เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การตัดสินใจประกอบด้วยต้นทุนคุณภาพและการบริการ ค่าน้ำหนักนี้เกี่ยวข้องฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของรูปแบบ Linear Programming รูปแบบสมการนำไปใช้เลือกผู้ส่งมอบสินค้าที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดจำนวนวัตถุดิบสั่งซื้อจากผู้ส่งมอบเพื่อให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า Korpela and Lehmusvaara (1999) ได้นำกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น AHP และโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบ Mixed Integer Linear Programming (MILP) ไปใช้ร่วมกันในการประเมินทางเลือกคลังสินค้าเพื่อจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าให้มากที่สุด แทนที่จะใช้การประเมินเฉพาะด้านปริมาณคือต้นทุนหรือผลตอบแทนเพียงอย่างเดียว โดยงานวิจัยนี้จะใช้ AHP ในการจัดลำดับความสำคัญของความพึงพอใจที่ลูกค้าแต่ละรายมีต่อคลังสินค้าแต่ละแห่งภายใต้กฎเกณฑ์ต่างๆ หลังจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้จาก AHP ป้อนเข้าตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MILP เพื่อคำนวณหาทางเลือกของคลังสินค้าที่เหมาะสมต่อไป นริส ชนัตินิยม (2550) ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มเพื่อประเมินและการตัดสินใจซื้อแบตเตอรี่เครือข่ายสื่อสารเพื่อหาปริมาณการจัดซื้อแบตเตอรี่ที่ใช้ในเครือข่ายสื่อสารโดยพิจารณาเงื่อนไขทั้งทางด้านปริมาณและทางคุณภาพควบคู่กันไปโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) ในการประเมินผู้แทนจำหน่ายที่มีปัญหาเรื่องข้อร้องเรียนและใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming : ILP) ในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ต้องการให้มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยผลที่ได้จากการใช้ AHP ร่วมกับ ILP คือสามารถทำการจัดซื้อแบตเตอรี่เครือข่ายสื่อสาร โดยพิจารณาทั้งเงื่อนไขทางด้านปริมาณและทางด้านคุณภาพควบคู่กันโดยผลการจัดซื้อพบว่า สามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อได้ คิดเป็นเงิน 308,640 บาทต่อปีหรือคิดเป็น 1.286% ของต้นทุนในการจัดซื้อแบบเดิม สุณาริน จันทะ (2004) ได้ศึกษาวิจัยการวางแผนการผลิตโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรงร่วมกับกระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้นเพื่อนำเสนอแนวทางในการวางแผนผลิตรวมให้กับบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา จำนวนทั้งสิ้น 4 แผนซึ่งแต่ละแผนมีลักษณะดังนี้ แผนที่ 1 ผลิตเป็นปริมาณคงที่และยอมให้มีสินค้าคงคลัง แผนที่ 2 ผลิตเป็นปริมาณคงที่และยอมให้มีการจ้างแรงงานจากภายนอก แผนที่ 3 ผลิตตามปริมาณความ

ต้องการของลูกค้าและยอมให้มีการปรับลดเพิ่มคนงาน แผนที่ 4 ผลิตตามแผนที่ได้รับจากโปรแกรมเชิงเส้นตรง ประเมินและคัดเลือกแผนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยการใช้กระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้นพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนทั้งเชิงปริมาณและปัจจัยเชิงคุณภาพ Cunha and Silva (2007) ใช้วิธีการทางพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการขนส่งในโครงข่ายสำหรับบริษัทขนส่งในประเทศบราซิลโดยพิจารณาทั้งปัจจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพซึ่งในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ายังไม่มี การนำเอาเกณฑ์ตัดสินใจเชิงคุณภาพมาเป็นเกณฑ์ตัดสินใจร่วมกันสำหรับการตัดสินใจนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่นำเทคนิคการวิเคราะห์ลำดับชั้นประยุกต์ร่วมกับเทคนิคการประเมินในรูปแบบอื่นๆเช่นในงานวิจัยของ สุรักษ์ นิเวศน์ (2550) ได้ศึกษาในหัวข้อ การคัดเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาในกระบวนการตรวจสอบการคัดด้วยเทคนิค Fuzzy AHP และ Fuzzy Topsis ในกระบวนการตรวจสอบการคัดของกระบวนการตรวจสอบของบริษัทกรณีศึกษาผู้ผลิตการคัดอัญหระที่มีของเสียเกิดขึ้นหลังจากการตรวจสอบวัตถุดิบแล้ว แต่ก็ยังมีของเสียหลุดเข้าไปในกระบวนการต่อไปอีกในวิธีการแก้ปัญหาของบริษัทและจากที่ได้มีการปรึกษาการระดมสมองร่วมกับผู้ที่ชำนาญและรับผิดชอบในกระบวนการตรวจสอบที่เกี่ยวข้อง จนได้มาซึ่งทางเลือกที่เป็นไปได้หลายๆทางเลือกและเกณฑ์ต่างๆหลายเกณฑ์ซึ่งในข้อมูลที่ได้มานั้นได้มาทั้งข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลเชิงคุณภาพเกิดจากความรู้สึกประสบการณ์ หรือความรู้ควบคู่กับการพิจารณาด้วยเหตุผลซึ่งจัดอยู่ในรูปของข้อมูลที่คลุมเครือจึงได้นำเทคนิคฟัซซี่เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อให้ข้อมูลที่สามารแปลงสู่ข้อมูลแบบตัวเลขเพื่อต่อการคำนวณ และข้อมูลที่เป็นตัวเลขในเกณฑ์ที่เป็นค่าใช้จ่ายและเวลาจากแผนที่เกี่ยวข้องนำมาสู่การตัดสินใจเลือกทางเลือกจากหลายๆปัจจัยภายใต้เงื่อนไขที่ซับซ้อนนั้นเป็นปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาเลือกทางเลือกจึงได้นำเทคนิค Multiple Attribute Decision-Making (MADM) มาประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าวซึ่งการนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้ทำให้สามารถทำบริษัทผู้ผลิตลดเวลาและค่าใช้จ่ายที่มาจากของเสียหลุดเข้าไปในกระบวนการลดลงถึง 51% และในงานวิจัยของ Nguyen Tien Long (2007) ใน หัว ขั อ Multicriteria Analysis for land suitability assessment in Thua Thien Hue Province, Vietnam ได้นำเทคนิคการประเมินหลายหลักเกณฑ์ (MCDA) ร่วมกัน ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) เพื่อวิเคราะห์การใช้ที่ดินได้อย่างเหมาะสม เพื่อผลิตการเกษตรอย่างยั่งยืนโดยมีหลักเกณฑ์ที่ใช้วัดความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม 5 ตัวแปร และวิเคราะห์ความเหมาะสมโดยฟังก์ชันฟัซซี่และหาค่าถ่วงน้ำหนักความเห็นของเกษตรกรโดยใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ซึ่งสามารถทำให้สามารถจัดสรรที่ดินเพื่อทำการเกษตรได้อย่างเหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการขนส่งประกอบ เช่นในงานวิจัยของ ปารัช วีระพันธุ์ (2555) ได้ศึกษาในหัวข้อ ต้นทุนโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ในเขตนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ จังหวัดลำพูน ทำให้ทราบถึงต้นทุนรวมในบริษัท

ขนาดใหญ่และขนาดเล็กซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนด้านการขนส่ง ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ต้นทุนการจัดการบริหาร โลจิสติกส์และต้นทุนด้านการขนส่งคิดเป็นมูลค่า 50-55% ของต้นทุนด้าน โลจิสติกส์ จามร สุวรรณฉาย (2551) ศึกษาแนวทางการประยุกต์ระบบต้นทุนกิจกรรมกับธุรกิจ โลจิสติกส์ในจังหวัดเชียงใหม่ การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลจากการ สัมภาษณ์แบบเจาะลึก การเข้าสังเกตการณ์ และจากข้อมูลภายในของธุรกิจโลจิสติกส์จำนวน 6 รายใน จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์เพื่อคำนวณต้นทุนกิจกรรมและนำเสนอแนว ทางการประยุกต์ใช้ต้นทุนกิจกรรมกับธุรกิจโลจิสติกส์ในจังหวัดเชียงใหม่ การคำนวณต้นทุน กิจกรรมมี 4 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์กิจกรรม การวิเคราะห์และระบุตัว ผลักดันต้นทุน การกระจาย ต้นทุนสู่กิจกรรมและการหาอัตราส่วนต้นทุนกิจกรรมต่อตัวผลักดันต้นทุน อรพรรณ ศรีแสง (2551) ศึกษาต้นทุนการผลิตและต้นทุน โลจิสติกส์ของการเลี้ยงกุ้งขาวในประเทศไทย วิเคราะห์ต้นทุนการ ผลิตและต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวในแหล่งผลิตสำคัญของประเทศไทยเพื่อหาแนว ทางการลดต้นทุนให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้โดยต้นทุนโลจิสติกส์มีค่าใช้จ่ายในส่วนของ กิจกรรมการเคลื่อนย้ายวัสดุโดยเฉพาะค่าจ้างแรงงานมากกว่าร้อยละ 80 ของต้นทุนรวม ซึ่งค่าอาหาร กุ้งและค่าจ้างแรงงานเกิดจากกิจกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม

จากผลงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้ามาทำให้เห็นว่าเทคนิควิเคราะห์เชิงลำดับขั้นนั้น เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาที่ประกอบด้วยหลายปัจจัยและหลายระดับเนื่องจากสามารถ แสดงผลเป็นตัวเลขได้และเป็นการเปรียบเทียบทีละกลุ่มนอกจากนี้ยังแสดงถึงความสอดคล้องกันของ เหตุผลได้ นอกจากนี้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดในการคัดเลือกบริษัทภายนอกเข้า มาร่วมดำเนินการขนส่งในเส้นทางส่วนที่ทางบริษัทไม่สะดวกในการจัดการ อีกทั้งจากงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องในการศึกษาต้นทุนในกิจกรรมโลจิสติกส์ยังพบว่าต้นทุนด้านการขนส่งเป็นตัวชี้วัด ประสิทธิภาพของโลจิสติกส์ ในอดีตจะองค์กรจะมุ่งเน้นการลดต้นทุนโดยใช้เทคโนโลยี การพัฒนา วัตถุดิบและเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพแต่ปัจจุบันเมื่อความก้าวหน้าเรื่องเทคโนโลยีของแต่ละ องค์กรไม่แตกต่างกัน จึงเน้นการลดต้นทุนในการบริหารจัดการเรื่องโลจิสติกส์ที่ดีแทนดังนั้นองค์กร ใดที่มีระดับโลจิสติกส์ที่ดีถือว่าต้นทุนต่ำและเกิดความได้เปรียบคู่แข่งขันได้