สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการตัดสินใจเลือกผู้จัดหา (Supplier) คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับการตัดสินใจว่าจะเลือกผู้จัดหาที่ดีที่สุดจากตัวเลือกผู้จัดหาที่มีศักยภาพทั้งหมด เป็นปัญหาการตัดสินใจแบบ Multi-Attribute Decision Making Problems (MADM) คือปัญหาการตัดสินภายใต้ภาวะที่มีปัจจัยที่จะต้องพิจารณาประกอบกันหลายปัจจัย ดังนั้นจึงเป็นปัญหาการตัดสินใจที่มีความซับซ้อน จำเป็นที่ต้องใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อให้ผลการตัดสินใจที่ได้มีประสิทธิภาพ ซึ่งปัญหาการเลือกผู้จัดหานี้เป็นส่วนที่สำคัญในธุรกิจอุตสาหกรรมเนื่องจากในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ร้อยละ 70 ของต้นทุนผลิตภัณฑ์จะมาจากค่าใช้จ่ายด้านการจัดซื้อและบริการ [1] ดังนั้นการเลือกผู้จัดหาที่เหมาะสมจะนำมาซึ่งต้นทุนด้านการจัดซื้อที่ลดลงและเพิ่มผลกำไรและความสามารถในการแข่งขันของโรงงานในธุรกิจอุตสาหกรรมนั้น

เนื้อหาในบทนี้ ได้ทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 ส่วนได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ รูปแบบของปัญหาการเลือกผู้จัดหา ปัจจัยต่างๆในการพิจารณาเลือกผู้จัดหา ปัญหาแบบ MADM หลักการของ AHP หลักการของ Fuzzy AHP การคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล และการวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis)

2.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.9.1 นิยามและประเภทของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System :DSS) เป็นระบบที่ถูกเชื่อมโยงกันระหว่างทรัพยากรสมองของมนุษย์ให้ทำงานร่วมกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ เพื่อต้องการปรับปรุงคุณภาพของการตัดสินใจให้ดีที่สุด ระบบ DSS สามารถช่วยผู้บริหารทุกระดับโดยสนับสนุนการตัดสินใจทั้งปัญหาแบบกึ่งโครงสร้างและปัญหาแบบไม่มีโครงสร้าง เมื่อองค์กรนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้ามาใช้งานจะทำให้องค์กรได้รับประโยชน์เพราะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจ และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานส่วนบุคคล [17]

ประเภทของการตัดสินใจเมื่อแบ่งตามจำนวนของผู้ตัดสินใจ สามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทคือ การตัดสินใจส่วนบุคคล (Personal Decision) และ การตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group Decision) การตัดสินใจส่วนบุคคลคือการตัดสินใจที่มีผู้ตัดสินใจเพียงคนเดียว เหมาะกับปัญหาที่มีความซับซ้อนไม่มาก การตัดสินใจแบบกลุ่ม เป็นการตัดสินใจที่ต้องอาศัยผู้ตัดสินใจหลายคนอาศัยความคิดเห็นของบุคคลต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังทำการตัดสินใจ ซึ่งจะทำให้ได้มุมมองที่หลากหลายและแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการตัดสินใจส่วนบุคคลแต่อาจใช้เวลาในการตัดสินใจมากกว่า การตัดสินใจแบบกลุ่มจึงเหมาะกับปัญหาที่มีความซับซ้อนและปัญหาที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานโดยรวมขององค์กรและจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อกลุ่มนั้นประกอบด้วย 5 คน รองลงมาคือ 7 คน [17]

ปัญหาการตัดสินใจอย่างหนึ่งที่มีความซับซ้อนและควรมีการนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้ามาช่วยแก้ปัญหาคือปัญหา Multi Criteria Decision Making (MCDM) คือปัญหาการตัดสินใจภายใต้หลายปัจจัย โดยปัญหา MCDM แบ่งได้เป็นสองประเภทด้วยกันคือ ปัญหา MADM (Multi Attribute Decision Making) และ MODM (Multi Objective Decision Making) โดยปัญหา MADM คือปัญหาการตัดสินใจเลือกทางเลือกหลายๆทางเลือก เพื่อเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยมีปัจจัยหลายๆอย่างที่ขัดแย้งกันให้พิจารณาประกอบกัน ปัญหา MODM คือปัญหาการตัดสินใจออกแบบทางเลือกที่ดีที่สุดขึ้นมาหนึ่งทางเลือก โดยทางเลือกนั้นต้องตอบสนองปัจจัยต่างๆได้ดีที่สุด [18]

2.9.2 ขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผล

กระบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผลที่ยอมรับกันทั่วโลกนั้นมี 6 ขั้นตอนด้วยกันดังนี้ [17]

1. ให้คำจำกัดความประเด็นของปัญหา
2. กำหนดเกณฑ์หรือปัจจัยในการตัดสินใจทั้งรูปธรรมและนามธรรม
3. วินิจฉัยเปรียบเทียบเกณฑ์หรือปัจจัยในการตัดสินใจ
4. กำหนดทางเลือก
5. วินิจฉัยเปรียบเทียบหรือจัดอันดับทางเลือกต่างๆภายใต้เกณฑ์ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์
6. คำนวณหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากลำดับความสำคัญเป็นเกณฑ์

2.10 รูปแบบของปัญหาการเลือกผู้จัดหา

ประเภทของปัญหาการเลือกผู้จัดหามี 3 ประเภทด้วยกัน แต่ละประเภทมีลักษณะปัญหาความซับซ้อน และความไม่แน่นอนของข้อมูลที่แตกต่างกันซึ่งเป็นตัวกำหนดวิธีการ MADM ที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้เลือกผู้จัดหา [19] ประเภทของปัญหาการเลือกผู้จัดหาได้แก่

1. New Task เป็นปัญหาการเลือกผู้จัดหาในกรณีที่มีความซับซ้อนที่สุด เป็นปัญหาในการเลือกผู้จัดหาสำหรับผลิตภัณฑ์หรือบริการแบบใหม่ จึงมีความไม่แน่นอนสูง และไม่มีข้อมูลในอดีตของการเลือกผู้จัดหามาก่อน
2. Modified Rebuy การปรับปรุงการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ตัวเดิมจากผู้จัดหาที่มีอยู่ กรณีนี้จะเป็นการตัดสินใจว่าจะมีการเพิ่มหรือลดผู้จัดหาที่ใช้บริการอยู่ในปัจจุบัน โดยนำข้อมูลประสิทธิภาพของผู้จัดหาแต่ละเจ้าที่มีมาใช้ประกอบการตัดสินใจ
3. Straight Rebuy การปรับปรุงการจัดซื้อจากผู้จัดหาที่มีอยู่ กรณีนี้จะการสั่งซื้อมักจะเป็นแบบ Single Sourcing คือเป็นการสั่งซื้อการผู้จัดหารายเดียว ดังนั้นการตัดสินใจจะเป็นการเปลี่ยนไปสั่งซื้อกับผู้จัดหารายใหม่ มีข้อมูลประสิทธิภาพของผู้จัดหาแต่ละเจ้าในอดีตเพื่อประกอบการตัดสินใจ

ในกรณีของ New Task ผู้สั่งซื้อและผู้จัดหาไม่เคยติดต่อกันมาก่อน การพิจารณาผู้จัดหาจะดูจากด้านของสินค้าและบริการเป็นหลัก แต่ในกรณีของ Rebuy ผู้สั่งซื้อกับผู้จัดหามีความสัมพันธ์กันในระดับหนึ่งแล้วนอกจากปัจจัยด้านสินค้าและบริการจะมีการพิจารณาปัจจัยอื่นๆประกอบด้วยได้แก่ ลักษณะของกระบวนการ คุณภาพพนักงาน วัฒนธรรมองค์กร เป็นต้น

ปัญหาของการเลือกผู้จัดหาออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะการสั่งซื้อสินค้า [12] ได้แก่

1. Routine Item มีผู้จัดหาหลายรายที่สามารถตอบสนองความต้องการสินค้าได้ เนื่องจากการสั่งซื้อจะเป็นสินค้าหรือบริการที่มีราคาไม่สูงจึงมักถูกละเลยที่จะทำการเลือกผู้จัดหาบ่อยๆ และมักจะสั่งซื้อสินค้าจากผู้จัดหาเพียง 1 หรือ 2 รายเพื่อให้การสั่งซื้อที่มีประสิทธิภาพ การเลือกผู้จัดหามีข้อจำกัดจากสัญญาการซื้อขาย อาจจะมีการพิจารณาเลือกผู้จัดหาบ้างเป็นบางครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการสินค้า

2. Bottleneck Item จำนวนผู้จัดหาที่เป็นตัวเลือกมีน้อยกว่า Routine Item เนื่องจากมีความเฉพาะเจาะจงทางด้านวัตถุดิบและสินค้ามากขึ้น จึงไม่สามารถที่จะเลือกผู้จัดหาได้ทันที การเลือกผู้จัดหากรณีนี้จึงมีความเสี่ยงทางด้านการสั่งซื้อมากขึ้น
3. Leverage Item มีผู้จัดหาหลายรายที่สามารถตอบสนองความต้องการสินค้าได้ สินค้าและวัตถุดิบที่สั่งมีความเฉพาะเจาะจงน้อยลง มีสัญญาการซื้อขายเพียงระยะสั้น ทำให้ต้องมีการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาบ่อยๆ ลักษณะการตัดสินใจที่เหมาะกับปัญหาแบบนี้จะเป็นการประเมินผู้จัดหาโดยตัดผู้จัดหาที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออกไปก่อน จากนั้นจึงนำผู้จัดหาที่เหลือมาพิจารณาเลือกต่อไป

ประเภทของปัญหาการเลือกผู้จัดหาออกเป็นสองประเภทตามลักษณะการเลือก [16] คือ

1. Single Sourcing คือปัญหาการเลือกผู้จัดหาที่ผู้จัดหาเพียงรายเดียวสามารถตอบสนองความต้องการด้านปริมาณสินค้าของผู้ซื้อได้ทั้งหมด กรณีการตัดสินใจจะมีเพียงขั้นตอนเดียวคือ การเลือกว่าผู้จัดหารายใดดีที่สุด สามารถแก้ปัญหาโดยใช้ระบบการตัดสินใจ
2. Multi Sourcing คือปัญหาที่ผู้จัดหาเพียงหนึ่งรายไม่สามารถตอบสนองความต้องการด้านปริมาณของผู้ซื้อได้ ดังนั้นการตัดสินใจจะมีสองขั้นตอนคือ การเลือกว่าผู้จัดหารายใดดีที่สุด แล้วเลือกว่าจะสั่งสินค้า/บริการจากผู้จัดหาแต่ละรายที่เลือกมาเป็นปริมาณเท่าไหร่ โดยในขั้นตอนที่สองจะใช้วิธี Linear Programming ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด

ประเภทของห่วงโซ่อุปทานออกเป็น 3 ประเภท [20] ซึ่งแต่ละประเภทจะมีลักษณะของปัญหาในการเลือกผู้จัดหาที่แตกต่างกันดังนี้

1. Lean Supply chain คือ Supply Chain ที่เน้นการพัฒนาทางด้านการลดของเสียและขั้นตอนที่ไม่เกิดประโยชน์ในกระบวนการ เพื่อลดต้นทุน เพิ่มความยืดหยุ่นและความสามารถในการตอบสนองของกระบวนการ การเลือกผู้จัดหาจะเน้นไปที่ปัจจัยด้านต้นทุนและคุณภาพ

2. Agile Supply Chain เน้นด้านการติดต่อสัมพันธ์กับลูกค้าเพื่อนำมาซึ่งความเข้าใจความต้องการของลูกค้าและปรับกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการนั้นอย่างสม่ำเสมอ ผลิตสินค้าที่หลากหลายเพื่อตอบสนองตลาดที่เจริญเติบโต เน้นเวลานำที่สั้นในการจัดส่งสินค้า การเลือกผู้จัดหาจะเน้นที่ปัจจัยด้านความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น และคุณภาพ
3. Leagile/Hybrid Supply Chain มักจะเป็นลักษณะการผลิตตามสั่งซึ่งทราบถึงปริมาณความต้องการของลูกค้าอย่างแม่นยำ เป็นการผสมกันระหว่าง Lean และ Agile supply Chain คือ นำหลักการ Lean มาใช้ในด้านการผลิตคือลดของเสียและขั้นตอนที่ไม่เกิดประโยชน์ให้น้อยที่สุด และ Agile โดยติดตามความต้องการของลูกค้าอย่างใกล้ชิด การเลือกผู้จัดหาจะพิจารณาปัจจัยต้นทุน คุณภาพ ความยืดหยุ่น และความรวดเร็ว

2.11 ปัจจัยต่างๆในการพิจารณาเลือกผู้จัดหา

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญที่ใช้ในการเลือกผู้จัดหา ซึ่งความรู้เหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัจจัยที่เหมาะกับปัญหาของงานวิจัยนี้ ซึ่งคือปัญหาการเลือกผู้รับงานปักผ้าสำหรับโรงงานผลิตเสื้อผ้า

ปัจจัยหลักในการพิจารณาเลือกซื้อสินค้าจากผู้จัดหามีสองปัจจัยหลักคือ ปัจจัยด้านผลกำไร (Profit Impact) และปัจจัยด้านความเสี่ยง (Supply Risk) ปัจจัยด้านผลกำไรจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายทางด้านสินค้าหรือบริการ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ได้รับ ปัจจัยด้านความเสี่ยงจะประกอบด้วยการมีปริมาณสินค้าหรือบริการที่เพียงพอต่อความต้องการและการส่งสินค้าหรือบริการได้ทันเวลา [12]

ปัญหาการเลือกผู้จัดหาเป็นปัญหาการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนเนื่องจากกระบวนการตัดสินใจต้องมีการนำปัจจัยหลายๆอย่างมีพิจารณาประกอบกัน จากการศึกษางานวิจัยต่างๆที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่นำมาใช้ในการเลือกผู้จัดหาทั่วไปพบว่าแต่ละงานวิจัยมีผลสรุปปัจจัยที่นำมาใช้เลือกผู้จัดหาในภาพรวมที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันและมีบางปัจจัยที่แตกต่างกันบ้างไปตามวัตถุประสงค์ในการเลือกผู้จัดหาของงานวิจัยนั้นดังเช่น งานวิจัยของ Charles A. Weber et

al.[13] ได้รวบรวมปัจจัยที่ใช้พิจารณาในการเลือกผู้จัดหาในธุรกิจอุตสาหกรรมและธุรกิจขายส่ง .จากบทความทั้งหมด 74 บทความ และสรุปว่าปัจจัยที่ได้ความสนใจมากที่สุดคือปัจจัยด้าน คุณภาพ ราคา และการจัดส่ง ปัจจัยที่มีการให้ความสำคัญรองลงมาคือ สภาพเครื่องจักร ที่ตั้งของ ผู้จัดหา สถานะทางการเงิน และกำลังการผลิต Dickson และ G.W. [14] ได้สรุปถึงปัจจัยที่ใช้ใน การพิจารณาเลือกผู้จัดหาที่ได้รับการกล่าวถึงมากที่สุด 8 อันดับแรกคือ คุณภาพ การขนส่ง คุณภาพของการบริการในอดีต นโยบายการประกันสินค้า สภาพของเครื่องจักรในการผลิตและ กำลังการผลิต ราคา และความสามารถทางด้านเทคนิค ผลสรุปปัจจัยที่มีความสำคัญ 23 ปัจจัย ในการพิจารณาเลือกผู้จัดหาแสดงดังตารางที่ 2.1 L.M. Ellram [15] สรุปปัจจัยที่บริษัทควรใช้ใน การเลือกผู้จัดหาเพื่อการทำสัญญาในการร่วมทำธุรกิจ โดยสรุปไว้ในรูปแบบของปัจจัยหลักและ ปัจจัยรอง ปัจจัยหลักต่างๆได้แก่ การเงิน ความสามารถ เทคโนโลยี และวัฒนธรรมองค์กรและกล ยุทธ์ดังแสดงในตารางที่ 2.2 Ghodsypour และ O'Brien [16] ได้สรุปถึงปัจจัยที่ผู้สั่งซื้อควรให้ ความสำคัญเป็นพิเศษในการพิจารณาเลือกผู้จัดหาที่ระดับต่างๆของความสอดคล้องกันระหว่าง ลักษณะความร่วมมือกันด้านกลยุทธ์ของผู้สั่งซื้อกับผู้จัดหา ดังตารางที่ 2.3 ซึ่งพบว่าที่ระดับความ .สอดคล้องของความร่วมมือกันทางกลยุทธ์ที่สูงขึ้น ปัจจัยที่ควรจะนำมาใช้พิจารณาเลือกผู้จัดหาก็ จะมากขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 2.1 ปัจจัยที่มีความสำคัญ 23 ปัจจัยในการพิจารณาเลือกผู้จัดหา [14]

อันดับ	ปัจจัย	ระดับความสำคัญ
1	คุณภาพ	มากที่สุด
2	การจัดส่ง	มาก
3	ผลงานในอดีต	
4	นโยบายประกันและเคลม	
5	ความสามารถด้านการผลิต	
6	ราคา	
7	ความสามารถด้านเทคนิค	
8	สถานะด้านการเงิน	
9	ความยืดหยุ่นของกระบวนการ	ปานกลาง
10	ระบบสื่อสาร	
11	ชื่อเสียงในวงการอุตสาหกรรม	
12	ความปรารถนาทางธุรกิจ	
13	การบริหารและโครงสร้างองค์กร	
14	การควบคุมด้านการดำเนินการ	
15	การบริการซ่อม	
16	ทัศนคติ	
17	ความประทับใจ	
18	ความสามารถในการบรรจุภัณฑ์	
19	ประวัติการจ้างแรงงาน	
20	สถานที่ตั้ง	
21	ประวัติการดำเนินธุรกิจ	
22	การอบรมพนักงาน	น้อย
23	ข้อตกลงผลประโยชน์ตอบแทน	

ตารางที่ 2.2 สรุปปัจจัยที่ที่ใช้พิจารณาในการเลือกผู้จัดหา [15]

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
1. การเงิน	ความมั่นคงทางการเงิน และผลงานทางธุรกิจ
2. ความสามารถ	การจัดส่ง คุณภาพ และราคา
3. เทคโนโลยี	ความสามารถด้านการผลิต ความสามารถด้านการออกแบบ และความสามารถในการรับต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
4. วัฒนธรรมองค์กรและกลยุทธ์	ความสามารถด้านการบริหารระดับสูง ความไว้ใจ ความผูกมัด วิสัยทัศน์ของผู้บริหาร และความสอดคล้องกันด้านกลยุทธ์
5. อื่นๆ	ประวัติด้านความปลอดภัย

ตารางที่ 2.3 ความร่วมมือกันด้านกลยุทธ์ของผู้สั่งซื้อกับผู้จัดหาและปัจจัยที่พิจารณาในการเลือกผู้จัดหา [16]

ระดับของความร่วมมือ	ปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเลือกผู้จัดหา
1. ไม่มีความร่วมมือ	ราคา และคุณภาพ
2. ความร่วมระดับโลจิสติก	นอกจากปัจจัยด้านคุณภาพแล้วยังรวมถึงปัจจัยด้านโลจิสติกอื่นๆเช่น ความยืดหยุ่น เวลานำ ปริมาณที่จัดส่งได้แต่ละครั้ง เป็นต้น
3. ความร่วมมือระดับการดำเนินการ	กำลังการผลิตและความสามารถของกระบวนการ ควรนำมาพิจารณาร่วมด้วย
4. ความร่วมมือระดับกระบวนการและผลิตภัณฑ์	นอกจากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว คุณสมบัติด้านทรัพยากรบุคคลของผู้จัดหาควรได้รับการพิจารณาด้วย ได้แก่ ลักษณะการบริหาร และวัฒนธรรมองค์กร
5. ความร่วมมือระดับหุ้นส่วนทางธุรกิจ	กลยุทธ์และวิสัยทัศน์ของผู้จัดหา ควรนำมาพิจารณาด้วย

Gary Teng และ Hector Jaramillo [2] ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆที่มีความสำคัญและพบบ่อยที่สุดในการพิจารณาเลือกผู้จัดหาสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพของผู้จัดหาสำหรับห่วงโซ่อุปทานนี้ โดยสรุปออกมาได้เป็นปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย ได้แก่

1. ปัจจัยด้านการจัดส่ง

   ประกอบด้วยปัจจัยรองสี่ปัจจัยด้วยกันได้แก่

   - สถานที่ตั้ง - ระยะทางระหว่างโรงงานและผู้จัดหา
   - การขนส่ง – ความรับผิดชอบของผู้จัดหาในกระบวนการขนส่งสินค้า
   - การควบคุมสินค้าในพื้นที่ – ระดับการควบคุมสินค้าที่รัฐนั้นที่ผู้จัดหาตั้งอยู่
   - เวลานำ – คือระยะเวลานับตั้งแต่ที่สั่งสินค้าไปจนกระทั่งได้รับสินค้านั้น เป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการโลจิสติกโดยรวมของผู้จัดหานั้นไม่ว่าจะเป็นการผลิต การขนส่ง และการส่งต่อข้อมูล

2. ปัจจัยด้านความยืดหยุ่น

   เป็นปัจจัยที่ใช้ประเมินความสามารถของผู้จัดหาในการที่จะรองรับความต้องการของผู้ซื้อที่ไม่อาจคาดเดาได้ ความยืดหยุ่นของห่วงโซ่อุปทานมีความสัมพันธ์กับการจัดโครงสร้างของแผนกต่างๆภายในองค์กรและของหุ้นส่วนทางธุรกิจรวมไปถึงผู้จัดหา บริษัทขนส่ง บริษัท Third-party และผู้จัดการระบบข้อมูลด้วย ปัจจัยหลักด้านความยืดหยุ่นประกอบด้วยปัจจัยรอง 5 ปัจจัยด้วยกันได้แก่

   - Capacity – ปริมาณการสั่งสินค้าที่ผู้จัดหาสามารถรองรับได้
   - การสำรองคงคลัง – ผู้จัดหาที่มีการสำรองสินค้าไว้เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ในทันทีหรือไม่ ผู้จัดหาที่มีปริมาณสำรองคงคลังมากจะมีคะแนนในด้านปัจจัยนี้สูง ในขณะที่ผู้จัดหาขนาดเล็กที่ผลิตตามสั่งไม่มีการสำรองคงคลังจะได้คะแนนในด้านปัจจัยนี้ต่ำ
   - Information Sharing – ผู้จัดหามีการแบ่งปันข้อมูลให้กับลูกค้าได้รับรู้หรือไม่ และมีความถี่ในการอัพเดทข้อมูลแค่ไหน ข้อมูลดังกล่าวได้แก่ ระดับสินค้าคงคลัง แผนการผลิต และปริมาณของคำสั่งซื้อที่มี

- การเจรจาต่อรอง – ปัจจัยด้านการเจรจาต่อรองเพื่อทำสัญญาการค้า มีความสัมพันธ์กับระดับความเชื่อใจซึ่งกันและกันและความสัมพันธ์ที่มีระหว่างบริษัทและผู้จัดหา
- Customization – ผู้จัดหามีความสามารถที่จะรับคำสั่งซื้อสินค้าที่มีลักษณะพิเศษได้หรือไม่ ซึ่งสินค้าลักษณะพิเศษอาจจะต้องการการติดตั้งหรือการจัดวางเครื่องจักรที่แตกต่างออกไป

3. ปัจจัยด้านต้นทุน

ผู้จัดหารายต่างๆได้มีการแข่งขันกันในการลดราคาสินค้าและเพิ่มระดับคุณภาพ นำไปสู่การที่บริษัทอุตสาหกรรมเสื้อผ้าต้องพิจารณาเลือกผู้จัดหาที่มีประสิทธิภาพเพื่อต้นทุนที่ต่ำที่สุด ปัจจัยรองด้านต้นทุนประกอบด้วย 3 ปัจจัยด้วยกันได้แก่

- ราคาขาย – ราคาสินค้าจากผู้จัดหา
- ต้นทุนภายใน – เป็นค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกิดจากการสั่งสินค้าจากผู้จัดหารายนั้น ได้แก่ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการขนส่งและคุณภาพ (การแก้ไข ปรับปรุง ของเสีย และการเดินทางเพื่อติดต่อกับผู้จัดหา)
- การสั่งสินค้า – ความยากง่ายในการสั่งสินค้าและรับส่งใบเสร็จ ผู้จัดหามีระบบคอมพิวเตอร์ออนไลน์สำหรับรับการสั่งสินค้าได้หรือไม่ และคุณภาพของระบบมีประสิทธิภาพและรวดเร็วแค่ไหน ปัจจัยด้านนี้จะมีความสำคัญกับบริษัทใหญ่ๆที่มีการใช้บริการผู้จัดหาในต่างประเทศ

4. ปัจจัยด้านคุณภาพ

ปัจจัยหลักด้านคุณภาพประกอบด้วยปัจจัยรอง 4 ปัจจัยด้วยกันได้แก่

- การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง – ผู้จัดหามีการพัฒนาในด้านต่างๆอย่างต่อเนื่องหรือไม่ ได้แก่การพัฒนาด้านการขนส่ง การผลิต ระบบติดต่อสื่อสาร และกลยุทธ์การขาย การพัฒนาด้านการขนส่งคือการที่ผู้จัดหามีการคัดเลือกผู้จัดส่งสินค้าและปรับปรุงกลยุทธ์การจัดส่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การพัฒนาด้านการผลิตในที่นี้หมายถึงการลดการเปลี่ยนแปลงตารางการผลิตหรือให้มีการเปลี่ยนแปลงตารางน้อยที่สุดเมื่อมีเหตุจำเป็น การพัฒนาระบบสื่อสารหมายถึงการที่ผู้จัดหามีการพัฒนาระบบสื่อสารเช่นระบบคอมพิวเตอร์ออนไลน์ทำให้สามารถ

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รับส่งข้อมูลระหว่างผู้จัดหาและบริษัทได้อย่างรวดเร็วและสะดวก การพัฒนาด้านกลยุทธ์การขายคือผู้จัดหามีการคิดค้นข้อเสนอพิเศษในการลดราคาเพื่อทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด

- มาตรฐานรับรอง – ผู้จัดหาจากการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 หรือมาตรฐานรับรองคุณภาพอื่นๆจากองค์กรที่เชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งการรับรองเหล่านี้จะเป็นสิ่งการันตีถึงคุณภาพผู้จัดหาว่าได้ตรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม
- การบริการลูกค้า – สะท้อนถึงประสิทธิภาพของผู้จัดหาในการตอบสนองต่อคำขอและการร้องเรียนของลูกค้า
- เปอร์เซ็นต์การจัดส่งสินค้าตรงเวลา – จากสถิติที่ผ่านมาผู้จัดหาสามารถจัดส่งสินค้าได้ตรงเวลาแค่ไหน

5. ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือ

ปัจจัยหลักด้านความน่าเชื่อถือประกอบด้วยปัจจัยรอง 4 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่

- ความเชื่อใจ – ความเชื่อใจที่บริษัทจะมีต่อผู้จัดหาขึ้นกับชื่อเสียงของผู้จัดหาและระยะเวลาที่ได้ทำธุรกิจด้วยกันซึ่งสิ่งนี้คือการวัดประสิทธิภาพของผู้จัดหาที่ใช้เวลาเป็นปี นอกจากนี้อาจได้มาจากการตรวจสอบศักยภาพของผู้จัดหาด้วยวิธีการต่างๆเช่น การเข้าเยี่ยมชมโรงงานของผู้จัดหา การสุ่มเข้าไปตรวจกระบวนการทำงาน หรือการทดสอบโดยการทดลองสั่งซื้อปริมาณน้อยให้กับผู้จัดรายใหม่เพื่อดูผลงานก่อน จากนั้นจึงสั่งซื้อในปริมาณมาก
- สถานการณ์ทางการเมือง – สถานการณ์ทางการเมืองของรัฐหรือประเทศที่ผู้จัดหาอยู่อาจส่งผลต่อการลื่นไหลของสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน ปัจจัยนี้ได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายนอกซึ่งผู้จัดหาไม่สามารถจะควบคุมได้
- ภาวะอัตราแลกเปลี่ยนทางการเงิน – ปัจจัยด้านนี้ส่งผลกระทบอย่างมากต่อบริษัทเสื้อผ้าขนาดใหญ่ที่เลือกผู้จัดหาที่อยู่ต่างประเทศ

- นโยบายค้ำประกัน – ผู้จัดหามีนโยบายค้ำประกันเกี่ยวกับการจัดส่งสินค้าไม่ทันหรือจำนวนของเสียที่เกินอัตราที่กำหนดหรือไม่ นโยบายเหล่านั้นได้แค่การยินยอมจ่ายค่าปรับและค่าเสียหาย

สำหรับบริษัทที่เน้นให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพการบริหารและแผนกลยุธ์อาจนำปัจจัยด้านกลยุทธ์มาพิจารณาในการเลือกผู้จัดหาด้วย ปัจจัยด้านกลยุทธ์สำหรับการเลือกผู้จัดหาประกอบด้วย 2 ปัจจัยดังนี้ [21]

- ความสามารถในการจัดการ – ความประทับใจของผู้ตัดสินใจในภาพลักษณ์ด้านการบริหารองค์กรของผู้จัดหาจากการที่ได้ติดต่อทำการค้าร่วมกัน
- ความสอดคล้องกันของกลยุทธ์ – เป็นปัจจัยที่แสดงถึงความสอดคล้องด้านแผนกลยุทธ์ระหว่างบริษัทและผู้จัดหาซึ่งตัดสินโดยดุลยพินิจของผู้ตัดสินใจ

2.12 Multi Attribute Decision Making (MADM)

ปัญหาการเลือกผู้จัดหาเป็นปัญหาการตัดสินใจอย่างหนึ่งที่มีความซับซ้อนและควรมีการนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้ามาช่วยแก้ปัญหา โดยปัญหาการเลือกผู้จัดหามักจะจัดอยู่ในปัญหาการตัดสินใจประเภท MADM ซึ่งคือปัญหาการตัดสินใจเลือกทางเลือกหลายๆทางเลือกเพื่อเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยมีปัจจัยหลายๆอย่างที่ขัดแย้งกันให้พิจารณาประกอบกัน โดยการศึกษาเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจและการนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจมาใช้แก้ปัญหา MADM จะกล่าวถึงในส่วนต่อไปนี้

2.12.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yan Zhu and Buchmann [22] กล่าวถึงความนิยมของ SAW และ AHP ว่า SAW เป็นวิธีสนับสนุนการตัดสินใจที่มีการคำนวณที่ง่ายที่สุดในวิธี MADM ทั้งหมดและถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย มีบางงานวิจัยได้นำ SAW ไปเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ แล้วได้ผลสรุปว่า SAW เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีไม่แพ้วิธีการอื่นๆ ในขณะที่ AHP เป็นหนึ่งในวิธีการ MADM ที่ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องจากกลไกการคิดที่เป็นระบบและน่าสนใจ หลักการการจัดโครงสร้างของปัจจัยให้เป็นลำดับชั้นสามารถทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนมีปัจจัยประกอบการพิจาณาจำนวนมากได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น หลักการ Pairwise Comparison ทำให้ได้วิเคราะห์ความสำคัญของแต่ละปัจจัยต่อวัตถุประสงค์เป็นคู่ๆ การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญปัจจัยจึงมีความละเอียดมากกว่าวิธีอื่น

จากการศึกษาวิธีการแก้ปัญหา MADM ทั้งหมด 8 วิธี [23] ได้แก่ ELECTRE TOPSIS Multiplicative Exponential Weighting (MEW) Simple Additive Weighting (SAW) และ วิธีการ AHP 4 แบบ(original vs. geometric scale and right eigenvector vs. mean transformation solution) การศึกษาทำโดยการประเมินวิธีทั้ง 8 โดยใช้วิธีการ Simulation โดยวิเคราะห์ค่า Similarity Of Performance ทั้งหมด 9 ค่าด้วยวิธี ANOVA เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแต่ละวิธีในด้านต่างๆ (เช่น ค่า Mean Squared Error Of Weights (MSEW) ค่า Top Rank Matched Count (TOP) เป็นต้น) ผลที่ได้คือ SAW และ MEW มีประสิทธิภาพดีที่สุด ตามมาด้วย TOPSIS AHP และ ELECTRE อย่างไรก็ตามจุดด้อยของงานวิจัยนี้คือการสมมุติให้ SAW เป็นวิธีที่ดีที่สุด

ด้วยเหตุผลของความเป็นที่นิยมแล้วใช้ SAW เป็นจุดศูนย์กลางในการนำวิธีการ MADM อื่นๆ ข้างต้นมาเปรียบเทียบค่า Similarity of performance

Ghodsypour and O'Brien [16] แก้ปัญหาการเลือกผู้จัดหาแบบ Multi Sourcing โดยมีการสมมุติสถานการณ์ขึ้นว่ามี Supplier 4 ราย แต่ละเจ้าข้อมูลผลงานด้าน ต้นทุน คุณภาพ เปอร์เซ็นต์การจัดส่งตรงเวลา และความสามารถในการรองรับปริมาณสั่ง ต่างกัน ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหามีสองขั้นตอนคือใช้ AHP ในการจัดอันดับผู้จัดหาทั้ง 4 รายโดยใช้โปรแกรม Expert Choice ในการจัดอันดับและคำนวณผลค่าน้ำหนักผู้จัดหาแต่ละราย จากนั้นใช้วิธี Linear Programming ในการหาปริมาณสินค้าที่ควรจะสั่งจากผู้จัดหาในแต่ละราย โดยนำค่า Rating มาเป็นสัมประสิทธ์ของตัวแปรตัดสินใจซึ่งคือปริมาณสินค้าที่จะสั่งจากผู้จัดหา มีสมการวัตถุประสงค์คือ Maximize Total Value Of Purchasing

Chou and Chang [21] นำเสนอวิธี SMART ในการแก้ปัญหาการเลือกผู้จัดหาโดยหลักการ SMARTคือการนำ SAW มาผสมผสานกับหลักการ Group Decision Making และ Triangular Fuzzy Number ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ SAW หลักการ Triangular Fuzzy Number เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถทำให้นำค่าข้อมูลที่ไม่แน่นอนหรือค่าข้อมูลที่เป็นช่วงมาใช้คำนวณกับ MADM ได้ซึ่งอาจทำให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นแต่ก็ทำให้กลไกการคำนวณของ MADM มีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้นอย่างมาก ผู้วิจัยได้นำวิธีการ SMART มาแก้ปัญหากรณีศึกษาการเลือกผู้จัดหาสาย USB สำหรับบริษัทผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ จากผู้จัดหาทั้งหมด 3 ราย ภายใต้ปัจจัยประกอบการพิจารณาทั้งหมด 10 ปัจจัย แล้วนำอันดับความสำคัญของแต่ละผู้จัดหามาคูณกับ Risk Coefficient ซึ่งสื่อถึงจำนวนครั้งที่ผู้จัดหาสามารถจัดส่งสินค้าได้ครบและตรงตามเวลาที่ต้องการหรือไม่ได้เป็นอันดับความสำคัญสุดท้ายสำหรับการตัดสินใจเลือกผู้จัดหา และสุดท้ายได้ใช้วิธี Sensitivity Analysis เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงอันดับของผู้จัดหาเมื่อค่า Risk Coefficient มีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นตัวช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจขั้นสุดท้าย

วิธี AHP ถูกนำมาใช้แก้ปัญหากรณีศึกษาการเลือกผู้จัดหาของบริษัทโทรคมนาคม[24] การคำนวณลำดับความสำคัญทำในโปรแกรม MS Excel ทั้งหมด โดยทำการประเมินผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ รวมไปถึงติดตั้งระบบ 3 ราย (A B และ C) และเลือกผู้จัดหาที่ดีที่สุดหนึ่งราย ภายใต้

ปัจจัยประกอบการพิจารณา 26 ปัจจัย โดยค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและค่า Rating ที่ผู้จัดหามีในแต่ละปัจจัยได้จากการวินิจฉัยของผู้ทำงานวิจัยเพียงผู้เดียว อย่างไรก็ตามผลการประเมินที่ได้คือผู้จัดหา C เป็นผู้จัดหาที่ดีที่สุดซึ่งตรงกับผลการประเมินที่บริษัทได้ทำไว้ ซึ่งผลการประเมินเดิมนั้นได้ทำการวัดผลการตัดสินใจโดยเก็บข้อมูลการใช้บริการผู้จัดหา C เป็นระยะเวลาหกเดือน พบว่าระดับความพึงพอใจของลูกค้าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ จึงสรุปได้ว่ากระบวนการตัดสินใจด้วยวิธีการ AHP ประสบความสำเร็จ

Da Yong Chang [11] นำเสนอวิธีการ Fuzzy AHP ที่เรียกว่า Extent Analysis Methed (EAM) ซึ่งเป็นวิธีการที่งานวิจัยนี้เลือกใช้ วิธี Fuzzy AHP แบบ EAM ใช้ Triangular Fuzzy Number เป็นตัวแทนของ Pair-wise comparison scale ที่ระดับต่างๆ โดยใช้หลักการ EAM ในการคำนวณค่า Synthetic Extent Value (S_i) ซึ่งเป็นตัวแทนของค่าน้ำหนักความสำคัญเชิงเปรียบของแต่ละปัจจย i แล้วค่า Si จะถูกนำมาคำนวณเป็นผลคะแนนจัดอันดับตัวเลือกต่างๆ งานวิจัยได้แสดงให้เห็นถึงข้อดีของวิธี Fuzzy AHP แบบ EAM ซึ่งคือ ความซับซ้อนในการคำนวณที่มีน้อยกว่าวิธีการ Fuzzy AHP แบบอื่นๆ โดยการเปรียบเทียบค่า Time Complexity ระหว่างวิธีการ Fuzzy AHP แบบ EAM กับแบบ Logarithmic Least Square (LLSM) ซึ่งเป็นวิธี Fuzzy AHP ที่นิยมใช้กัน พบว่าวิธี Fuzzy AHP แบบ EAM มีค่า Time Complexity น้อยกว่าวิธี Fuzzy AHP แบบ LLSM มาก

Cengiz et al. [25] ได้นำหลักการ Fuzzy AHPมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการเลือกผู้จัดหา 3 รายในการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกของบริษัทผลิตสินค้าแห่งหนึ่งในตุรกี และได้สรุปถึงประโยชน์ของ Fuzzy ในการนำมาประยุกต์ใช้กับวิธี AHP ว่าสามารถทำให้วิธีการแก้ปัญหามีความเหมาะสมกับโลกแห่งความเป็นจริงมากขึ้น

Zeki et al. [26] นำหลักการ Fuzzy AHP มาใช้ในการแก้ปัญหาการเลือกเครื่องจักรในการผลิต 3 ชิ้นโดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆเช่น ความเร็วในการตัด กำลัง ความยากง่ายในการหาอะไหล่ เป็นต้น ตัวเลือกเครื่องจักรเหล่านี้จะได้รับคะแนนลำดับความสำคัญจากวิธีการ Fuzzy AHP โดยในการคำนวณได้มีการเช็คค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (CR) ถ้าหากค่านี้น้อยกว่า 0.1 แสดงว่าผลการประเมินจากวิธี Fuzzy AHP สามารถยอมรับได้ ซึ่งพบว่าค่า CR ของทุกๆ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยมีค่าน้อยกว่า 0.1 ทั้งหมด นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมการ

คำนวณ Fuzzy AHP ซึ่งเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเครื่องจักรทั้งสามชนิดเพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมประเมินไม่ต้องลงมือคำนวณตามกลไก Fuzzy AHP ซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก

2.13 หลักการของ AHP

AHP (Analytical Hierarchy Process)เป็นวิธีการแก้ปัญหา MCDM ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดวิธีหนึ่ง สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากข้อดีของวิธีนี้คือความง่ายต่อการเข้าใจและความสามารถในการรองรับกับข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพได้อย่างประสิทธิภาพ การคำนวณของ AHP ไม่มีความซับซ้อนมากนัก เพียงแต่สิ่งสำคัญที่จะทำให้วิธีการนี้มีประสิทธิภาพคือขั้นตอนของการให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยซึ่งทำในลักษณะ Pairwise comparison คะแนนเหล่านี้ควรจะมาจากการประเมินด้วยความรู้และประสบการณ์ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ [25]

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล [27] สรุปว่า AHP เป็นกระบวนการที่ช่วยการตัดสินใจในประเด็นของปัญหาที่มีความซับซ้อนให้มีความง่ายขึ้น โดยเลียนแบบกระบวนการตัดสินใจทางธรรมชาติของมนุษย์ AHP แบ่งองค์ประกอบของปัญหาทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมออกเป็นส่วนๆ และจัดให้อยู่ในรูปของแผนภูมิลำดับชั้น จากนั้นกำหนดตัวเลขที่เกิดจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบหาความสำคัญของแต่ละปัจจัยเป็นคู่ๆ แล้วนำตัวเลขของการวินิจฉัยเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อดูว่าปัจจัยหรือทางเลือกใดมีค่าลำดับความสำคัญสูงที่สุด แล้วทำการจัดลำดับตัวเลือกตามค่าความสำคัญ เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจต่อไป

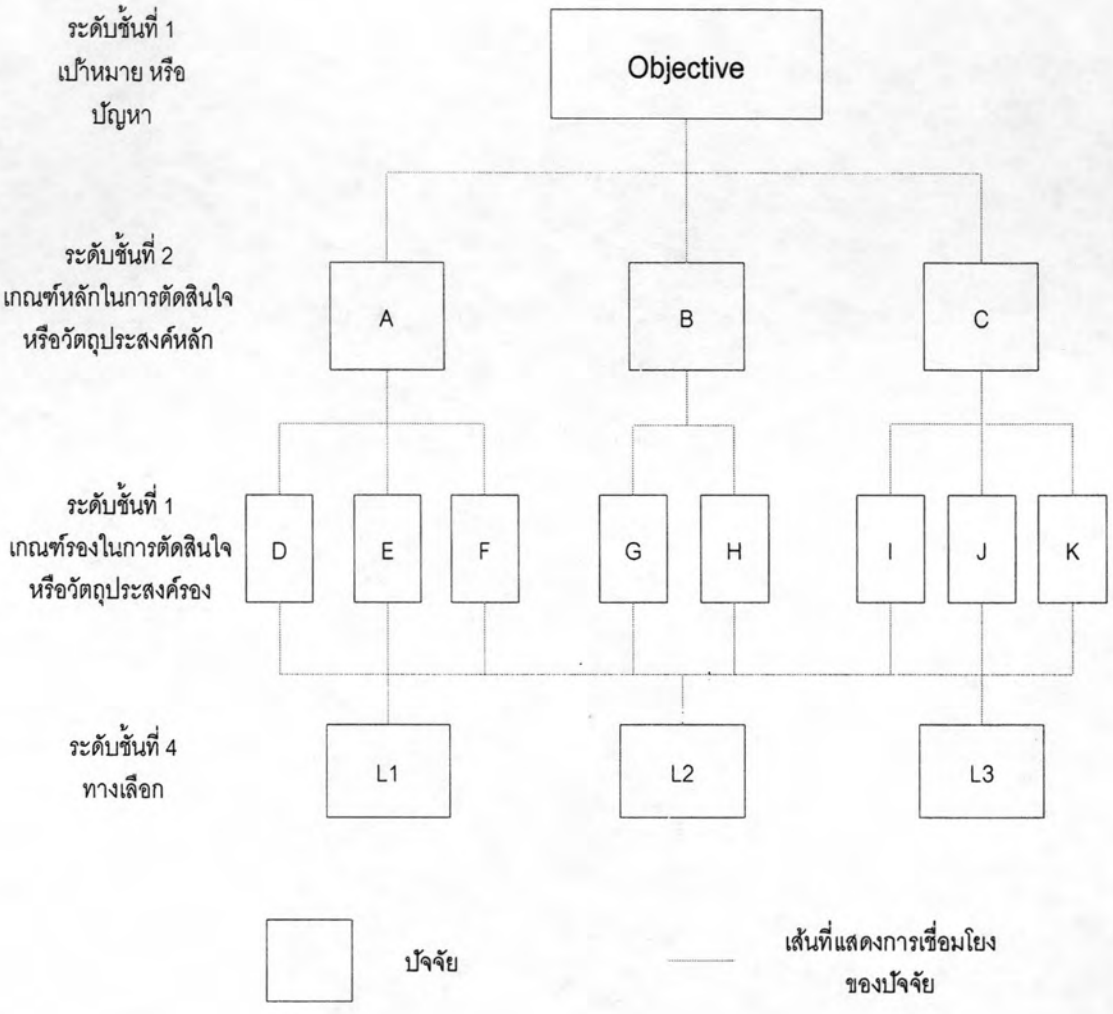
AHP ใช้ตัวเลข 1 ถึง 9 แทนวลีของการเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นตัวเลขแสดงมาตราส่วนวัดระดับความแตกต่างระหว่างปัจจัย 2 ปัจจัยที่ถูกเปรียบเทียบในแง่ของความสำคัญต่อวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจ โดยการเปรียบเทียบจะใช้ความพึงพอใจ ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ประเมิน Thomas Saaty [28] ผู้คิดค้น AHP กล่าวถึงสาเหตุที่ใช้มาตราส่วน 1 ถึง 9 เพราะว่ามีความเหมาะสมกับเหตุผลและสะท้อนถึงระดับที่มนุษย์สามารถแยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆได้ง่าย มาตราส่วนซึ่งบอกความหมายของตัวเลขในแต่ละระดับความสำคัญแสดงไว้ดังตารางที่ 2.4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 มาตราส่วนในการเปรียบเทียบวินิจฉัยเป็นคู่ๆ

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ค่าความสำคัญสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในการพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยทั้งสอง
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

AHP มีแผนภูมิระดับชั้นเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจโดยเป็นการระบุถึงองค์ประกอบหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วจัดปัจจัยต่างๆเหล่านั้นให้อยู่เป็นหมวดหมู่ ต่อจากนั้นจึงแบ่งกลุ่มของปัจจัยออกเป็นระดับชั้น

โดยกลุ่มของปัจจัยต่างๆระดับบนสุดเรียกว่าจุดโฟกัสหรือเป้าหมายโดยรวม ซึ่งมีเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น ที่สำคัญคือปัจจัยต่างๆในระดับชั้นเดียวกันต้องมีความสำคัญทัดเทียมกัน ถ้าพบว่าปัจจัยใดมีความแตกต่างกันมากควรจะแยกเอาปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยกว่าลงไประดับชั้นที่อยู่ถัดไป



รูปที่ 2.1 ลักษณะของโครงสร้างลำดับชั้น

ปัจจัย D ถึง K นั้นอาจมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ปัจจัย D ถึง F อาจเน้นเกี่ยวกับคุณภาพ ส่วนปัจจัย I ถึง K อาจเน้นเกี่ยวกับรูปลักษณ์ภายนอก ซึ่งถ้านำมาเปรียบเทียบกันโดยตรงอาจทำให้เกิดความสับสน ดังนั้นจึงควรแยกเปรียบเทียบกันเป็นกลุ่ม

2.13.1 ตัวอย่างการคำนวณลำดับความสำคัญของตัวเลือกด้วยวิธี AHP

วิธีการคำนวณของ AHP ศึกษาจากตัวอย่างจะทำให้เข้าใจได้ง่ายกว่าแสดงเป็นสมการคณิตศาสตร์ โดยตัวอย่างต่อไปนี้เป็นปัญหาการตัดสินใจที่ผู้ลงทุนรายหนึ่งจะทำการเลือกหุ้นของแต่ละบริษัทสี่หุ้นจากทั้งหมดแปดหุ้นเพื่อเข้ามาไว้ในกองทุน ปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่ผู้ลงทุนจะใช้พิจารณาประเมินหุ้นของแต่ละบริษัทมีดังนี้ [27]

ตารางที่ 2.5 ปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่ผู้ลงทุนจะใช้พิจารณาประเมินหุ้นของแต่ละบริษัท

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
เศรษฐกิจ(E)	สภาวะการจ้างงาน ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ ความยืดหยุ่นของอุปทาน สภาวะเศรษฐกิจระหว่างประเทศ อัตราดอกเบี้ย
การเมือง(P)	กฎระเบียบ ข้อบังคับจากภาครัฐ ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ สภาวะการจ้างงาน
สังคม(S)	การย้ายถิ่นฐานของครอบครัว จำนวนประชากรในแต่ละวัยทั่วประเทศ ความสำเร็จทางด้านการศึกษา สภาวะการจ้างงาน
เทคโนโลยี(T)	ระดับเทคโนโลยี การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ

ขั้นตอนการประเมินมีดังนี้

1. หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก โดยทำการเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยโดยใช้คำถามว่า "ปัจจัยตัวไหนที่ส่งผลกระทบต่อความไม่แน่นอนของผลประกอบการมากกว่ากัน และมากกว่าในระดับเท่าไหร่" การเปรียบเทียบใช้มาตราส่วนดังตารางที่ 2.4 จากนั้นนำผลการเปรียบเทียบมาสร้างเป็นตารางเมทริกซ์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 เมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยหลัก

	E	P	S	T
เศรษฐกิจ(E)	1	5	7	1
การเมือง (P)	1/5	1	3	1/5
สังคม (S)	1/7	1/3	1	1/6
เทคโนโลยี (T)	1	5	6	1

ความหมายของตารางในแถวที่สองคือ ปัจจัยการเมืองส่งผลกระทบต่อความไม่แน่นอนของผลประกอบการน้อยกว่าปัจจัยเศรษฐกิจและเทคโนโลยี ห้าเท่า แต่มากกว่าปัจจัยสังคมสามเท่า

2. หาผลรวมตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวในตารางเมทริกซ์ หลังจากนั้นนำตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งนั้น เพื่อให้ได้เมทริกซ์ค่าเฉลี่ยซึ่งจะเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่างๆ เช่น ค่าน้ำหนักเฉลี่ยของปัจจัยการเมือง(P)เทียบกับปัจจัยเศรษฐกิจ(E) มีค่าเท่ากับ (1/5) / 2.34 = 0.09

ตารางที่ 2.7 ค่าผลรวมแนวตั้งของเมทริกซ์การเปรียบเทียบปัจจัยหลัก

	E	P	S	T
เศรษฐกิจ(E)	1	5	7	1
การเมือง (P)	1/5	1	3	1/5
สังคม (S)	1/7	1/3	1	1/6
เทคโนโลยี (T)	1	5	6	1
ผลรวมแนวตั้ง	2.34	11.33	17.00	2.37

ตารางที่ 2.8 เมทริกซ์ค่าเฉลี่ยการเปรียบเทียบปัจจัยหลัก

	E	P	S	T
เศรษฐกิจ(E)	0.43	0.44	0.41	0.42
การเมือง (P)	0.09	0.09	0.18	0.08
สังคม (S)	0.06	0.03	0.06	0.07
เทคโนโลยี (T)	0.43	0.44	0.35	0.42

3. หาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวนอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแต่ละแถวนำมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแต่ละแถวนอนนั้น(เท่ากับ 4)

ตารางที่ 2.9 การคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

	E	P	S	T	ผลรวม	ผลรวม/4
เศรษฐกิจ(E)	0.43	0.44	0.41	0.42	1.70	0.43
การเมือง (P)	0.09	0.09	0.18	0.08	0.43	0.11
สังคม (S)	0.06	0.03	0.06	0.07	0.22	0.05
เทคโนโลยี (T)	0.43	0.44	0.35	0.42	1.64	0.41

ดังนั้นจะได้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยหลักคือ

ปัจจัยเศรษฐกิจ(E) มีค่านำหนักความสำคัญ = 0.43

ปัจจัยการเมือง (P) มีค่านำหนักความสำคัญ = 0.11

ปัจจัยสังคม (S) มีค่านำหนักความสำคัญ = 0.05

ปัจจัยเทคโนโลยี (T) มีค่านำหนักความสำคัญ = 0.41

4. คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง ขั้นตอนการคำนวณคล้ายกับปัจจัยหลัก ตัวอย่างตารางการคำนวณค่าน้ำหนักปัจจัยรองระดับเทคโนโลยีและการเข้ามามีส่วนร่วมของรัฐซึ่งเป็นปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยหลักเทคโนโลยีมีดังนี้

ตารางที่ 2.10 เมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยหลักเทคโนโลยี

	ระดับเทคโนโลยี	การเข้ามามีส่วนร่วมของรัฐ
ระดับเทคโนโลยี	1	4
การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ	1/4	1
ผลรวมแนวตั้ง	1.25	5.00

ตารางที่ 2.11 เมทริกซ์ค่าเฉลี่ยของปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยหลักเทคโนโลยี

	ระดับเทคโนโลยี	การเข้ามามีส่วนร่วมของรัฐ
ระดับเทคโนโลยี	4/5	4/5
การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ	1/5	1/5

ตารางที่ 2.12 การคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยหลักเทคโนโลยี

	ระดับเทคโนโลยี	การเข้ามามีส่วนร่วมของรัฐ	ผลรวม	ผลรวม/2
ระดับเทคโนโลยี	4/5	4/5	1.6	0.8
การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ	1/5	1/5	0.4	0.2

ดังนั้นค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยหลักเทคโนโลยีเป็นดังนี้

ระดับเทคโนโลยี	0.8
การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ	0.2

5. คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้ปัจจัยหลักแต่ละปัจจัยจนครบทุกปัจจัยรองได้ค่าน้ำหนักความสำคัญดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 สรุปค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองทั้งหมด

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนักความสำคัญ
เศรษฐกิจ	0.43	สภาวะการจ้างงาน	0.16
		ความยืดหยุ่นของอุปสงค์	0.45
		ความยืดหยุ่นของอุปทาน	0.07
		สภาวะเศรษฐกิจระหว่างประเทศ	0.05
		อัตราดอกเบี้ย	0.27
การเมือง	0.11	กฎระเบียบ ข้อบังคับจากภาครัฐ	0.24
		ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ	0.06
		สภาวะการจ้างงาน	0.7
สังคม	0.05	การย้ายถิ่นฐานของครอบครัว	0.3
		จำนวนประชากรในแต่ละวัยทั่วประเทศ	0.11
		ความสำเร็จทางด้านการศึกษา	0.11
		สภาวะการจ้างงาน	0.48
เทคโนโลยี	0.41	ระดับเทคโนโลยี	0.80
		การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ	0.20

6. คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญทั่วทั้งแผนภูมิของแต่ละปัจจัยรอง โดยนำเอาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักคูณกับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักนั้นได้ผลดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ค่าน้ำหนักความสำคัญทั่วทั้งแผนภูมิ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนักความสำคัญทั่วทั้งแผนภูมิ
เศรษฐกิจ	สภาวะการจ้างงาน	0.07
	ความยืดหยุ่นของอุปสงค์	0.19
	ความยืดหยุ่นของอุปทาน	0.03
	สภาวะเศรษฐกิจระหว่างประเทศ	0.02
	อัตราดอกเบี้ย	0.11
การเมือง	กฎระเบียบ ข้อบังคับจากภาครัฐ	0.03
	ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ	0.01
	สภาวะการจ้างงาน	0.08
สังคม	การย้ายถิ่นฐานของครอบครัว	0.02
	จำนวนประชากรในแต่ละวัยทั่วประเทศ	0.01
	ความสำเร็จทางด้านการศึกษา	0.01
	สภาวะการจ้างงาน	0.03
เทคโนโลยี	ระดับเทคโนโลยี	**0.33**
	การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ	0.08

7. คัดเลือกปัจจัยรองในตารางที่ 2.14 ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงที่สุด 6 ปัจจัยเพื่อนำปัจจัยเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาจัดลำดับตัวเลือก

ตารางที่ 2.15 ปัจจัยที่ถูกคัดเลือกมาประกอบการพิจารณาจัดลำดับตัวเลือก

ปัจจัยที่ถูกคัดเลือก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าน้ำหนักความสำคัญถ่วงน้ำหนัก
ระดับเทคโนโลยี	0.33	0.36
ความยืดหยุ่นของอุปสงค์	0.19	0.21
สภาวะการจ้างงาน	0.17	0.19
อัตราดอกเบี้ย	0.11	0.13
การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ	0.08	0.09
ความยืดหยุ่นของอุปทาน	0.03	0.03
total	0.92	

คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยโดยเอาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนั้นหารด้วยผลรวมค่าน้ำหนักความสำคัญของทุกปัจจัยที่ถูกคัดเลือกมา (0.92)

I 24884133

8. นำค่าผลการปฏิบัติงานของแต่ละตัวเลือกที่มีในแต่ละปัจจัยในขั้นตอนที่เจ็ด มาสร้างตารางเมทริกซ์ โดยวิธีการเก็บค่าผลการปฏิบัติงานของแต่ละตัวเลือกขึ้นกับชนิดของปัจจัย เช่นในปัจจัยระดับเทคโนโลยี อาจเก็บโดยเข้าไปวินิจฉัยเทคโนโลยีที่แต่ละบริษัทหุ้นนั้นมี โดยการวินิจฉัยให้ตั้งคำถามว่า บริษัทใดตอบสนองอย่างน่าพึงพอใจต่อระดับของเทคโนโลยีในอนาคต แล้วนำผลการวินิจฉัยที่ได้มาเปรียบเทียบกันจนได้ผลออกมาเป็นตารางเมทริกซ์ดังนี้

ตารางที่ 2.16 เมทริกซ์ค่าการเปรียบเทียบหุ้นแต่ละบริษัทภายใต้ปัจจัยเทคโนโลยี

ระดับเทคโนโลยี	A	B	C	D	E	F	G	H
หุ้น A	1	1/3	1/5	4	1/5	1/7	6	5
หุ้น B	3	1	1/4	4	1/4	1/6	7	6
หุ้น C	4	4	1	5	1/2	1/4	6	5
หุ้น D	1/4	1/4	1/5	1	1/6	1/7	4	3
หุ้น E	5	4	2	6	1	1/3	7	6
หุ้น F	7	6	4	7	3	1	9	7
หุ้น G	1/6	1/7	1/6	1/4	1/7	1/9	1	1/3
หุ้น H	1/5	1/6	1/5	1/3	1/6	1/7	3	1
ผลรวมแนวตั้ง	21.62	15.89	8.02	27.58	5.43	2.29	43.00	33.33

9. นำผลรวมแนวตั้งหารตัวเลขเปรียบเทียบแต่ละค่าในตาราง 18 จะได้ตารางเมทริกซ์ค่าเฉลี่ย สามารถคำนวณค่าลำดับความสำคัญของหุ้นภายใต้ปัจจัยเทคโนโลยีได้เท่ากับ ผลรวมตัวเลขในแถวนอนหารด้วยแปด(จำนวนตัวเลขในแถวนอนนั้น)

ตารางที่ 2.17 ลำดับความสำคัญของหุ้นแต่ละตัวภายใต้ปัจจัยระดับเทคโนโลยี

ระดับเทคโนโลยี	A	B	C	D	E	F	G	H	ผลรวม	ผลรวม/8
หุ้น A	0.05	0.02	0.02	0.15	0.04	0.06	0.14	0.15	0.63	0.08
หุ้น B	0.14	0.06	0.03	0.15	0.05	0.07	0.16	0.18	0.84	0.10
หุ้น C	0.23	0.25	0.12	0.18	0.09	0.11	0.14	0.15	1.28	0.16
หุ้น D	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.06	0.09	0.09	0.36	0.05
หุ้น E	0.23	0.25	0.25	0.22	0.18	0.15	0.16	0.18	1.62	0.20
หุ้น F	0.32	0.38	0.50	0.25	0.55	0.44	0.21	0.21	2.86	0.36
หุ้น G	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05	0.02	0.01	0.15	0.02
หุ้น H	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.06	0.07	0.03	0.25	0.03

คำนวณลำดับความสำคัญของหุ้นแต่ละตัวภายใต้ปัจจัยที่เหลือจนครบทั้งหกปัจจัยจะได้ตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.18 ค่าลำดับความสำคัญของหุ้นแต่ละตัวภายใต้ปัจจัยทั้งหกประการ

หุ้น	ระดับเทคโนโลยี (0.36)	สภาวะการจ้างงาน (0.19)	ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ (0.21)	อัตราดอกเบี้ย (0.13)	ความยืดหยุ่นของอุปทาน (0.03)	การเข้ามามีส่วนร่วมของภาครัฐ (0.09)
A	0.08	0.36	0.03	0.03	0.45	0.03
B	0.10	0.05	0.07	0.07	0.02	0.1
C	0.16	0.14	0.05	0.05	0.12	0.18
D	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
E	0.20	0.23	0.12	0.12	0.21	0.38
F	0.36	0.02	0.23	0.23	0.1	0.2
G	0.02	0.06	0.17	0.17	0.06	0.02
H	0.03	0.11	0.31	0.3	0.02	0.06

10. จากตารางที่ 2.18 สามารถคำนวณระดับความสำคัญรวมของหุ้นแต่ละตัวได้จาก ระดับความสำคัญรวมของหุ้น j =

$$\sum_{i=1}^{n}$$ [(ลำดับความสำคัญของหุ้น j ภายใต้ปัจจัย i) x (ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยi)]

ตารางที่ 2.19 ระดับความสำคัญของหุ้นต่างๆ

หุ้น	ระดับความสำคัญ
A	0.12
B	0.08
C	0.12
D	0.03
E	0.20
F	0.23
G	0.08
H	0.14

ตัวอย่างการคำนวณ

ค่าลำดับความสำคัญรวมของหุ้น A =

(0.08*0.36)+(0.36*0.19)+(0.03*0.21)+(0.03*0.13)+(0.45*0.03)+(0.03*0.09)

= 0.12

จะได้อันดับของหุ้นที่ดีที่สุดสี่หุ้นคือ หุ้น F E H และ A

2.14 หลักการของFuzzy AHP

Fuzzy set theory คิดค้นขึ้นครั้งแรกโดย Zadeh [5] เพื่อที่จะจัดการกับความไม่แน่นอนของความคิดของมนุษย์ เนื่องจากโดยปกติแล้วมนุษย์มักจะถ่ายทอดความรู้หรือประสบการณ์ของตัวเองออกมาเป็นค่าของตัวเลขที่มีความไม่แน่นอนเช่นค่าประมาณหรือค่าที่เป็นช่วงๆ ซึ่ง Fuzzy .set สามารถเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ไม่แน่นอนเหล่านี้ได้ ดังนั้นเมื่อมีการนำ Fuzzy set มาประยุกต์กับการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม การแก้ปัญหาการตัดสินใจหรือทฤษฎีต่างๆจะทำให้การแก้ปัญหาเหล่าและทฤษฎีเหล่านั้นมีความเหมาะสมกับโลกแห่งความจริงมากขึ้น [25]

Cengiz et al. [25] สรุปว่าเนื่องจากวิธีการ AHP ต้องมีขั้นตอนของการให้คะแนนความสำคัญเชิงเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญ ปกติแล้วธรรมชาติในการถ่ายทอดความคิดและเหตุผลของมนุษย์มักจะถ่ายทอดออกมาเป็นค่าที่ไม่แน่นอนหรือค่าประมาณ ดังนั้นในการให้คะแนนผู้เชี่ยวชาญอาจมีความลังเลใจที่จะระบุคะแนนเป็นค่าที่แน่นอนเช่นค่าความสำคัญผู้เชี่ยวชาญระบุว่าปัจจัย a มีความสำคัญกว่าปัจจัย b ประมาณ 3 เท่า ค่าประมาณนี้สามารถแทนด้วยตัวเลข fuzzy เป็น (1,3,5) คะแนนมาตรฐานแบบ Fuzzy ในการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย [10] คือค่า Membership function แสดงในตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 คะแนนมาตรฐานแบบ Fuzzy ในการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญ

ระดับคะแนนความสำคัญเชิงเปรียบเทียบ	ความหมาย	คำอธิบาย	Membership Function	The Inverse of Membership Function
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่ากัน	(1,1,1)	(1,1,1)
3	สำคัญกว่าเล็กน้อย	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งเล็กน้อย	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
5	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
7	สำคัญกว่ามาก	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
9	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก	(7,9,11)	(1/11,1/9,1/7)

ตารางที่ 2.21 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการ Fuzzy AHP ต่างๆ [6] เป็นการเปรียบเทียบกลไกการคำนวณที่แตกต่างกันของแต่ละวิธี รวมถึงข้อดีและข้อเสีย โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้เป็นวิธีของ Chang :Extent Analysis Method [7] ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม เมื่อเปรียบเทียบกับ Fuzzy AHP แบบอื่นๆ ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถเข้าใจได้ง่ายและขั้นตอนการคำนวณมีความคล้ายกันกับกลไกลการคำนวณของ AHP ดั้งเดิม แต่มีข้อเสียคือใช้ได้กับTriangular Fuzzy Number(TFN) เท่านั้น

ตารางที่ 2.21 การเปรียบเทียบวิธีการ Fuzzy AHP ต่างๆ[6]

ผู้คิดค้น	ลักษณะหลักของวิธีการ	ข้อดี (A) และข้อเสีย (D)
Van Laarhoven and Pedrycz (1983)	- นำหลักการ AHP ของ Saatty มาดัดแปลงเพื่อให้กับ Triangular Fuzzy Number โดยตรง - Fuzzy Weight และ Fuzzy Performance Score ได้จาก Least Square Method ของ Lootsma	A. มี Reciprocal Matrix ที่สามารถจัดการกับความเห็นที่หลายของผู้ตัดสินใจทุกคนในการตัดสินใจ Multiple decision D. Linear Equations ของวิธีนี้ไม่สามารถให้คำตอบออกมาได้เสมอไป D. มีขั้นตอนการคำนวณมากแม้แต่ปัญหาขนาดเล็ก D. Triangular Fuzzy Number เท่านั้นที่สามารถใช้ได้
Buckley (1985)	- นำหลักการ AHP ของ Saatty มาดัดแปลงเพื่อให้กับ Trapezoidal Fuzzy Number - ค่าFuzzy Weight และ Fuzzy Performance Score ได้มาจาก Geometric Mean Method	A. ง่ายในการนำมาใช้กับ Fuzzy A. สามารถยืนยันคำตอบที่ดีที่สุดคำตอบเดียวได้จาก Reciprocal Comparison Matrix D. มีขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนและยุ่งยากมาก

ตารางที่ 2.21 การเปรียบเทียบวิธีการ Fuzzy AHP ต่างๆ (ต่อ)

ผู้คิดค้น	ลักษณะหลักของวิธีการ	ข้อดี (A) และข้อเสีย (D)
Boender et al. (1989)	- ดัดแปลงมาจากวิธีการของ van Laarhoven และ Pedrycz - นำเสนอหลักการใหม่ในการ Normalization ค่า Local Priority	A. มีแบบจำลองสำหรับรองรับ ความคิดเห็นที่ต่างๆของ Multiple Decision Makers D. มีขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนและยุ่งยากมาก
Chang (1996)	- ใช้การสังเคราะห์ค่า Degree Value - สร้างลำดับย่อยๆแล้วจึงนำมาประกอบกันเป็นลำดับตัวเลือกสุดท้าย	A. มีขั้นตอนการคำนวณที่เมื่อเทียบกับวิธีอื่นแล้วถือว่าซับซ้อนและยุ่งยากน้อยกว่ามาก A. การคำนวณมีลักษณะที่คล้ายกับขั้นตอนการคำนวณของวิธีการ Crisp AHP ไม่มีการนำกระบวนการคำนวณอื่นๆเข้ามาแทรกแซง D. Triangular Fuzzy Number เท่านั้นที่สามารถนำมาใช้ได้

ตารางที่ 2.22 การเปรียบเทียบวิธีการ Fuzzy AHP ต่างๆ (ต่อ)

ผู้คิดค้น	ลักษณะหลักของวิธีการ	ข้อดี (A) และข้อเสีย (D)
Cheng (1996)	- สร้างโครงสร้างมาตรฐานของฟัซซี่ - Performance Scores ถูกแสดงด้วย Membership Functions - ใช้หลักการ Entropy ในการคำนวณ Aggregate Weights	A. มีขั้นตอนการคำนวณที่เมื่อเทียบกับวิธีอื่นแล้วถือว่าไม่ซับซ้อนและยุ่งยากมากนัก D. หลัก Entropy สามารถใช้ได้เมื่อทราบค่าการกระจายของความน่าจะเป็น การคำนวณทั้งหมดมาจากค่าความน่าจะเป็นที่วัดได้จากข้อมูล

สำหรับวิธีการ Fuzzy AHP ของ Da-Yong Chang [11] ที่งานวิจัยนี้เลือกใช้ เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่าย งายวิจัยจึงอธิบายสูตรต่างๆพร้อมกับตัวอย่างการคำนวณดังนี้

นิยามของ Triangular fuzzy number

กำหนดให้ fuzzy number M เป็น Triangular fuzzy Number (TFN)

โดย M = (l,m,u)

ซึ่ง $l \le m \le u$, l และ u คือค่าของขอบล่างและขอบบนของค่า M และ m คือค่ากลาง และเมื่อ $l = m = u$ ค่าของตัวเลขนั้นจะคือ nonfuzzy number ไปโดยปริยาย

เมื่อพิจารณาค่า TFN สองค่า M_1 และ M_2 , $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ และ $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ กฎในการโอเปอร์เรชั่นตัวเลขเหล่านี้คือ

1. $(l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2)$
$= (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$ (1)

2. $(l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2)$
$= (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2)$ (2)

3. $(\lambda, \lambda, \lambda) \otimes (l_1, m_1, u_1)$
$= (\lambda l_1, \lambda m_1, \lambda u_1)$, $\lambda > 0, \lambda \in R$ (3)

4. $(l_1, m_1, u_1)^{-1} \approx (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1})$ (4)

ตัวอย่างการคำนวณจะเป็นการเปรียบเทียบปัจจัยที่สมมุติขึ้นมา 4 ปัจจัยเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกผู้รับงานปักให้รับงานปักใดๆ โดยปัจจัยทั้ง 4 คือ A B C และ D คะแนนเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่แสดงดังตารางที่ 2.22

ตารางที่ 2.23 คะแนนเปรียบเทียบปัจจัยของตัวอย่างการคำนวณแต่ละคู่

ปัจจัยซ้ายเทียบปัจจัยขวา			คะแนน Fuzzy		
A	/	B	3	5	7
A	/	C	1	1	1
A	/	D	1	3	5
B	/	C	1/7	1/5	1/3
B	/	D	1/5	1/3	1
C	/	D	1	3	5

จากตารางที่ 2.22 สามารถนำตัวเลขในตารางมาสร้างเป็นเมทริกซ์ซึ่งเรียกว่า Pair-wise Comparison Matrix ได้ดังตารางที่ 2.23 ตัวเลขในแต่ละเซลล์ของพื้นที่ไม่แรเงาคือคะแนน Fuzzy ปัจจัยซ้ายเทียบปัจจัยขวาในตารางที่ 2.22 แต่ในตารางที่ 2.23 จะเปลี่ยนเป็นปัจจัยแนวตั้งเทียบกับปัจจัยแนวนอนแทน ถ้าปัจจัยเดียวกันเทียบกันจะมีคะแนน Fuzzy เป็น (1,1,1) ส่วนตัวเลขในแต่ละเซลล์ของพื้นที่แรงเงาคือส่วนกลับของตัวเลขในพื้นที่แรเงานั่นเองเช่น จากตารางที่ 2.23 คะแนน Fuzzy ของปัจจัย A เทียบกับปัจจัย B มีค่าเป็น (3,5,7) ดังนั้นคะแนน Fuzzy ของปัจจัย B เทียบกับปัจจัย A จะเป็นส่วนกลับกันคือมีค่าเท่ากับ (1/7,1/5,1/3) หรือ (0.14,0.2,0.33)

ตารางที่ 2.24 Pair-wise Comparison Matrix ของตัวอย่างการคำนวณ Fuzzy AHP

	A			B			C			D		
A	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	7.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00
B	0.14	0.20	0.33	1.00	1.00	1.00	0.14	0.20	0.33	0.20	0.33	1.00
C	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	7.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00
D	0.20	0.33	1.00	1.00	3.00	5.00	0.20	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00

จากตารางที่ 2.23 กำหนดให้ M_i^j คือ TFN ของแถวที่ i และคอลัมภ์ที่ j การคำนวณน้ำหนักความสำคัญปัจจัยหลักเริ่มจากการคำนวณผลรวม Fuzzy Number จากแต่ละคอลัมภ์จากตารางที่ 2.23 เช่นในแถวที่1ผลรวม Fuzzy Number จากแต่ละคอลัมภ์มีค่า= $\sum_{j=1}^{4} M_1^j$ =

6.00,10.00,14.00 เมื่อคำนวณจนครบทั้ง 5 แถวจะได้ตัวเลขในคอลัมภ์ผลรวมคอลัมภ์ในแต่ละแถว และจะสามารถคำนวณผลรวมคอลัมภ์ในทุกๆแถวได้= $\sum_{i=1}^{4}\sum_{j=1}^{4} M_i^j$ = 15.89,26.40,38.67 ดังตารางที่ 2.24

ตารางที่ 2.25 ผลรวมคอลัมภ์ในแต่ละแถวของตัวเลข Pair-wise Comparison Matrix ปัจจัยหลัก

	C			A			J			S			ผลรวมคอลัมภ์ในแต่ละแถว		
C	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	7.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	6.00	10.00	14.00
A	0.14	0.20	0.33	1.00	1.00	1.00	0.14	0.20	0.33	0.20	0.33	1.00	1.49	1.73	2.67
J	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	7.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	6.00	10.00	14.00
S	0.20	0.33	1.00	1.00	3.00	5.00	0.20	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	2.40	4.67	8.00
	ผลรวมคอลัมภ์ในทุกๆแถว												15.89	26.40	38.67

จากนั้นคำนวณ Value of Fuzzy Synthetic Extent (S_i) ซึ่งเป็นค่า TFN ที่เป็นตัวแทนของความความสำคัญของปัจจัย i ในการนำมาพิจารณาเลือกผู้รับงานปักให้รับงานปักเมื่อเปรียบเทียบโดยรวมกับปัจจัยอื่นๆ

S_i คำนวณจากสูตร

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_i^j \otimes [\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_i^j]^{-1} \quad (5)$$

แทนค่าที่คำนวณมาลงในสูตร(5)จะคำนวณค่า S_1ได้ดังนี้

$$S_1 = (6.00,10.00,14.00) \otimes (\frac{1}{38.67}, \frac{1}{26.40}, \frac{1}{15.89})$$

S_1 = (0.16,0.38,0.88)

เช่นเดียวกันกับ S_1จากสูตร(5)จะคำนวณ S_i ต่างๆได้ดังนี้

S_2 = (0.04,0.07,0.17), S_3 =(0.16,0.38,0.88)

S_4 =(0.06,0.18,0.50)

จากนั้นคำนวณค่า Degree of Possibility ($V(S_i \geq S_k)$)ซึ่งคือระดับความน่าจะเป็นที่ S_i จะมีค่ามากกว่า S_k โดย i และ k คือปัจจัยคู่ใดๆที่นำมาเปรียบเทียบกันและ $S_i = (l_i, m_i, k_i)$, $S_k = (l_k, m_k, k_k)$ (i,k = 1,2,..,n ;เมื่อ n = จำนวนปัจจัย)

$V(S_i \geq S_k)$ คำนวณได้จากสูตร

$V(S_i \geq S_k) = 1$ เมื่อ $m_i \geq m_k$

$$V(S_i \geq S_k) = \frac{l_k - u_i}{(m_i - u_i) - (m_k - l_k)} \text{ เมื่อ } m_i < m_k \quad (6)$$

ตัวอย่างการคำนวณ $V(S_i \geq S_k)$ ของปัจจัยต่างๆ

แสดงดังนี้

ปัจจัย A

$V(S_1 \geq S_2) = 1.00$ เนื่องจาก $m_1 (= 0.38) \geq m_2 (= 0.07)$,

$V(S_1 \geq S_3) = 1.00$,

$V(S_1 \geq S_4) = 1.00$,

ปัจจัย B

$$V(S_2 \geq S_1) = \frac{0.16 - 0.17}{(0.07 - 0.17) - (0.38 - 0.16)} = 0.04 ,$$

$V(S_2 \geq S_3) = 0.04$,

$V(S_2 \geq S_4) = -0.49$,

ปัจจัย C

$V(S_3 \geq S_1) = 1.00$,

$V(S_3 \geq S_2) = 1.00$,

$V(S_3 \geq S_4) = 1.00$,

ปัจจัย D

$$V(S_4 \geq S_1) = \frac{0.16 - 0.50}{(0.18 - 0.50) - (0.38 - 0.16)} = 0.63 ,$$

$V(S_4 \geq S_2) = 1.00$,

$V(S_4 \geq S_3) = 0.63$

และค่าระดับความน่าจะเป็นที่ S_i จะมีค่ามากกว่า S_p ทั้งหมดมีค่า $= V(S_i \geq S_1, S_2, ..., S_p)$

$= \min V(S_i \geq S_p)$,สำหรับ p = 1,2,...,n; $p \neq i$ (7)

โดยกำหนดให้ $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_p)$ (8)

ดังนั้น

$d'(A_1) = \min(1.00,1.00,1.00) = 1.00$

$d'(A_2) = \min(0.04,0.04,0.49) = 0.04$

$d'(A_3) = \min(1.00,1.00,1.00) = 1.00$

$d'(A_4) = \min(0.63,1.00,0.63) = 0.63$

และจะสามารถหาค่า Weight Vector (W') ได้โดย

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), ..., d'(A_n))^T \quad (9)$$

ดังนั้นจะได้ Weight Vector ของปัจจัย

$$W' = (1.00,0.04,1.00,0.63)^T$$

สุดท้ายทำการ Normalize ค่า W' จะได้

$$W' = (0.37,0.015,0.37,0.24)^T$$

ซึ่ง Normalized Weight Vector (W)คือค่า Priority หรือน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทั้ง 4 ในการนำมาใช้พิจารณาผู้รับงานปักให้รับงานปักใดๆ

2.15 **ความสอดคล้องกันของเหตุผล** (Consistency Ratio)

การคำนวณค่าConsistency Ratio (CR) ทำเพื่อทดสอบว่าผลการวินิจฉัยหรือผลคะแนนเชิงเปรียบความสำคัญที่ได้จากกรรมการมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ถ้าหากค่าความไม่สอดคล้องมีค่าเกิน 0.1 หมายความว่าคุณภาพของข้อมูลมีน้อย ต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงโดยการทบทวนการเก็บข้อมูล[27] อย่างไรก็ตามผลการวินิจฉัยที่มีค่า CR เกิน 0.1 มาเล็กน้อยนั้นสามารถยอมรับได้ และการวินิจฉัยที่มีการกรอกข้อมูลอย่างสุ่มซึ่งขาดความน่าเชื่อถืออย่างมากจะมีค่า CR สูงถึง 0.9 [29] ตัวอย่างการคำนวณค่าความสอดคล้องแสดงดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการคำนวณความสอดคล้อง [27]

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าลำดับความสำคัญของปัจจัย

ตารางที่ 2.26 ค่าผลรวมแนวตั้งของค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบ

ปัจจัย	A	B	C
A	1	1/2	1/4
B	2	1	1/4
C	4	4	1
ผลรวมแนวตั้ง	7	5.5	1.5

ตารางที่ 2.27 ค่าลำดับความสำคัญรวมของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	A	B	C	ลำดับความสำคัญรวม
A	1/7	1/11	1/6	0.13
B	2/7	2/11	1/6	0.21
C	4/7	8/11	2/3	0.66

ขั้นที่ 2 คำนวณค่า λ_{max} โดยวิธีการคำนวณแสดงดังตารางที่ 2.27 และ 2.28

ตารางที่ 2.28 การหาผลคูณเพื่อหาความสอดคล้องกันของเหตุผล

ปัจจัย	A 0.13	B 0.21	C 0.66	--> ลำดับความสำคัญ
A	1 x 0.13	0.5 x 0.21	0.25 x 0.66	
B	2 x 0.13	1 x 0.21	0.25 x 0.66	
C	4 x 0.13	4 x 0.21	1 x 0.66	

ตารางที่ 2.29 การหาค่าผลรวมเพื่อหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล

ปัจจัย	A	B	C	ผลรวมในแนวนอน
A	0.13	0.11	0.16	0.41
B	0.27	0.21	0.16	0.64
C	0.53	0.85	0.66	2.03

นำผลรวมแนวนอนในตารางที่ 2.28 หารด้วยลำดับความสำคัญโดยรวม

$$\begin{bmatrix}0.41\\0.64\\2.02\end{bmatrix} \div \begin{bmatrix}0.13\\0.21\\0.66\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}3.15\\3.05\\3.06\end{bmatrix}$$

นำผลลัพธ์ที่ได้มาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนปัจจัยจากได้ค่า λ_{max}

$$\lambda_{max} = \frac{3.15+3.05+3.06}{3} = 3.09$$

ขั้นที่ 3 นำค่า λ_{max} มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง CI

$$CI_{\text{จากการคำนวณ}} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \qquad (10)$$

$$= \frac{3.09-3}{2} = 0.045$$

โดย n = จำนวนปัจจัย

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (CR) จากสูตร

$$CR = CI_{\text{จากการคำนวณ}} \ / \ CI_{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}} \qquad (11)$$

โดยค่า $CI_{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}}$ ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างของเมทริกซ์จำนวนมาก ค่าของ $CI_{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}}$ ที่ขนาดของตารางเมทริกซ์ต่างๆแสดงดังตารางที่ 2.29

ตารางที่ 2.30 ค่าของ $CI_{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}}$ ที่ขนาดของตารางเมทริกซ์ต่างๆ

ขนาดของตารางเมทริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่า CI จากการสุ่มตัวอย่าง	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

เพดานค่า CR ที่บ่งบอกว่าการวินิจฉัยนี้มีความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือได้มีดังนี้

- การวินิจฉัยของปัจจัยที่มีเกินกว่า 5 ปัจจัย ค่า CR ต้องไม่เกิน 0.1
- การวินิจฉัยที่มี 4 ปัจจัยค่า CR ต้องไม่เกิน 0.09
- การวินิจฉัยที่มี 3 ปัจจัยค่า CR ต้องไม่เกิน 0.05

ตัวอย่างการคำนวณมี 3 ปัจจัยด้วยกันดังนั้นค่า $CI_{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}}$ เท่ากับ 0.52 จะสามารถคำนวณค่า CR ได้ดังนี้

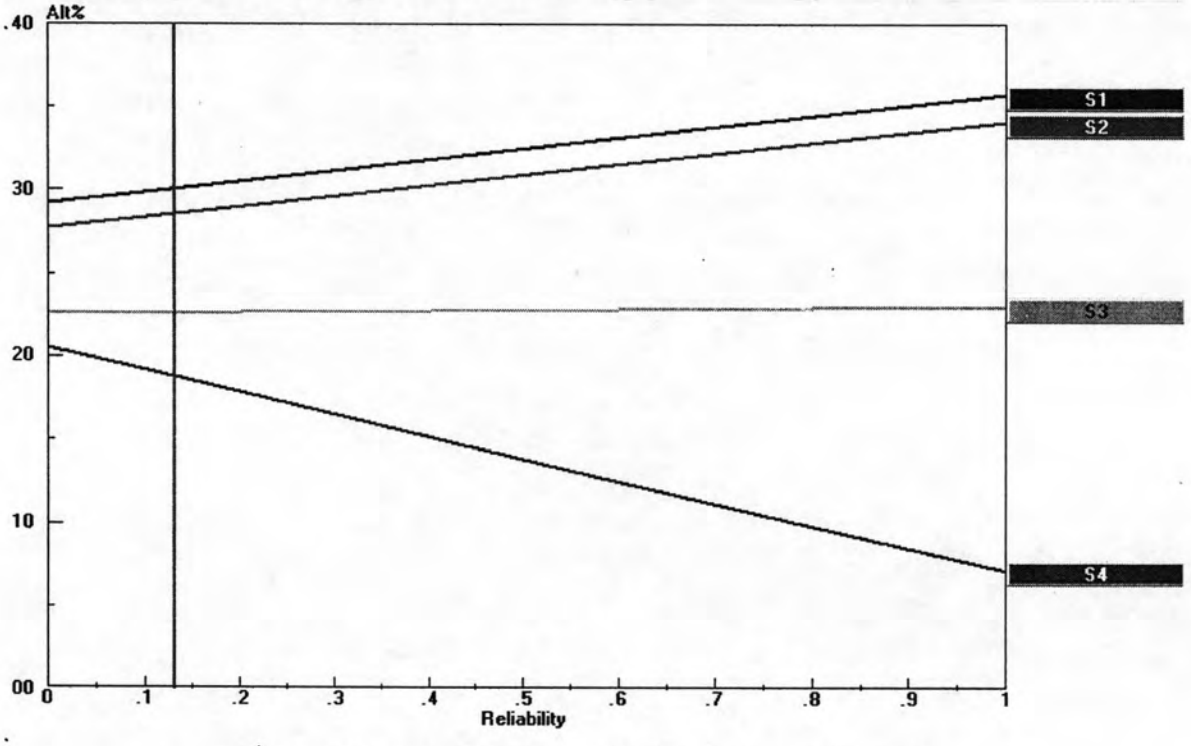
$$CR = \frac{0.045}{0.52} = 0.09 \text{ หรือ } 9\ \%$$

ซึ่งตัวอย่างนี้มีค่า CR เกิน 0.05 (สำหรับการวินิจฉัยที่มี 3 ปัจจัย) แสดงว่าการวินิจฉัยขาดความสอดคล้องกัน หากนำผลการวินิจฉัยมาใช้ในการประเมินอันดับตัวเลือกต่อไป อาจส่งผลให้ผลอันดับที่ได้ขาดความน่าเชื่อถือ แนวทางการแก้ไขคือปรับปรุงวิธีการวินิจฉัยหรือเก็บข้อมูลใหม่

2.16 **การวิเคราะห์ความไว** (Sensitivity Analysis)

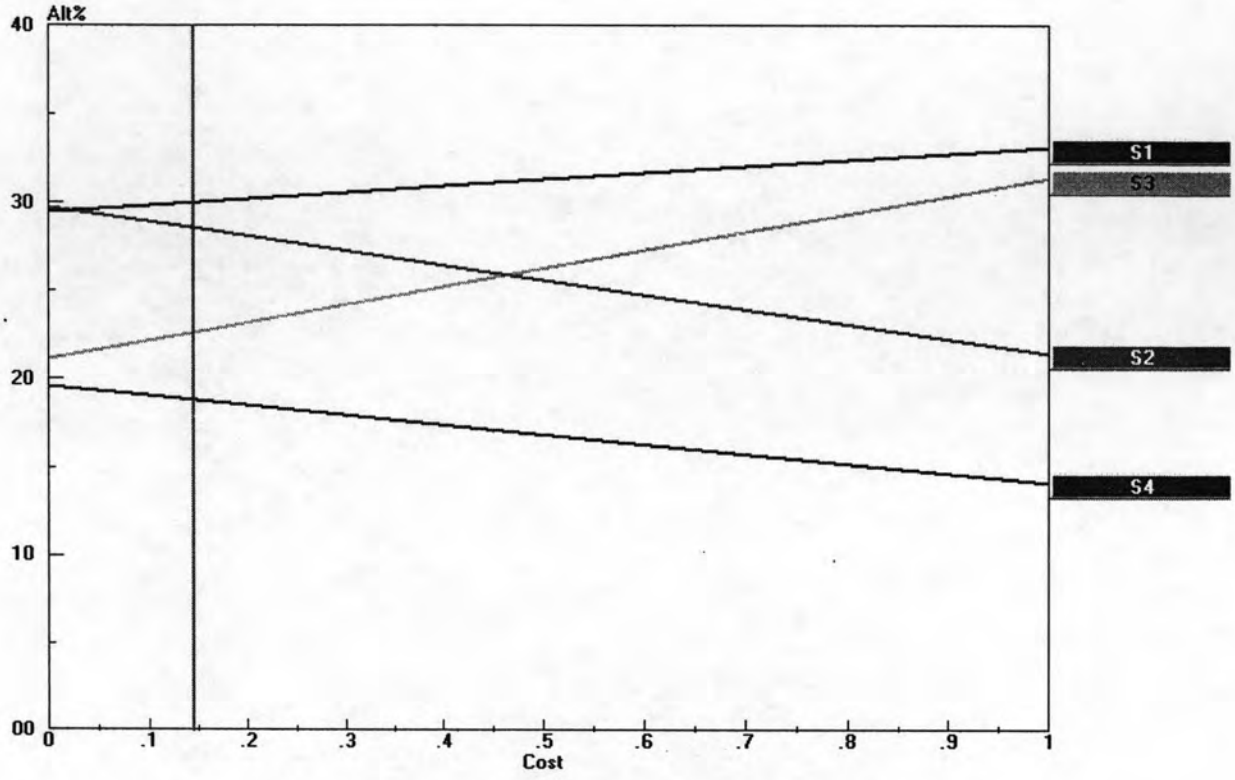
คือการดูว่าเมื่อค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลอย่างไรต่ออันดับของตัวเลือกบ้าง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในด้านการตัดสินใจให้กับผู้บริหาร

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Sensitivity analysis แสดงดังนี้



รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์ความไวของปัจจัย Reliability (ตัวอย่าง)

จากกราฟพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักปัจจัย Reliability ตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยที่บังคับให้สัดส่วนของน้ำหนักปัจจัยอื่นคงที่ ผลอันดับของตัวเลือก (ซึ่งอาจคือ Supplier ที่เราต้องการทำการค้าด้วย เป็นต้น)ไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยจากกราฟรูปที่ 2.3 ผลอันดับตัวเลือก คือ S1>S2>S3>S4



รูปที่ 2.3 การวิเคราะห์ความไวของปัจจัย Cost (ตัวอย่าง)

จากกราฟพบว่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักปัจจัย Cost ที่ช่วงค่าต่างๆจาก 0 ถึง 1 ส่งผลให้อันดับของตัวเลือกมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

- ที่ช่วงค่าของน้ำหนักปัจจัย Cost ตั้งแต่ 0 ถึง 0.03 ผลอันดับตัวเลือกคือ S2>S1>S3>S4
- ที่ช่วงค่าของน้ำหนักปัจจัย Cost Priority ตั้งแต่ 0.03 ถึง 0.47 ผลอันดับตัวเลือกคือ S1>S2>S3>S4
- ที่ช่วงค่าของน้ำหนักปัจจัย Cost Priority ตั้งแต่ 0.47 ถึง 1.00 ผลอันดับตัวเลือกคือ S1>S3>S2>S4

จากการทำ Sensitivity Analysis พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญ (Priority) ของปัจจัย Reliability ไม่ส่งผลต่ออันดับตัวเลือก ปัจจัยที่เมื่อเปลี่ยนค่าน้ำหนักความสำคัญแล้วทำให้ค่าอันดับของตัวเลือกมีการเปลี่ยนแปลงคือปัจจัย Cost ซึ่งหากมีการพิจารณาเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยนี้ ผู้บริหารควรมีความระมัดระวังถึงผลอันดับของตัวเลือกที่มีการเปลี่ยนแปลงด้วย