หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะเกี่ยวข้องกับทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งของผู้ที่ทำการศึกษาต่างๆ รวมถึงการประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ โดยเฉพาะกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ที่จะนำมาเป็นวิธีการในการตัดสินใจในการวิจัยนี้

2.1 การประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple-Criteria Decision-Making)

ในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานจะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ โดยผู้ตัดสินใจจะต้องประเมินทางเลือกต่างๆ จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องพหุเกณฑ์นั้น ได้มีผู้ทำการศึกษาหลายท่านได้เสนอผลการศึกษาที่น่าสนใจดังนี้

Tong (1996) ได้พัฒนารูปแบบ (Model) เพื่อจัดอันดับอุตสาหกรรม 5 อันดับแรก และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการคัดเลือกเขตพัฒนาอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีสูงที่ดีที่สุด และยังใช้ในการประเมินเขตพัฒนาอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีสูงในประเทศจีนโดยใช้ AHP สำหรับการนำไปใช้งานของรูปแบบดังกล่าวนั้น การตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลที่เป็นจริงจะถูกรวบรวมจาก China Torch Program Office ในการพิจารณาการศึกษานี้ ผลลัพธ์ของการจัดอันดับของ HIDZ คือ สิ่งแรกได้แก่ข่าวสารด้านอิเล็คทรอนิคส์ สิ่งที่สองคือวัตถุดิบใหม่ สิ่งที่สามคือ machatronics, bio-medical และสิ่งสุดท้ายคือพลังงานใหม่

Sharma (1995) ได้ทำการศึกษาเพื่อที่จะเลือกทำเลอุตสาหกรรมที่เหมาะสมในประเทศเนปาล โดยวิธีการในการศึกษาจะอยู่บนพื้นฐานของ AHP ร่วมกับการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้มาจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญอุตสาหกรรม การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยหลักซึ่งมีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมคือ การใช้ทรัพยากร การพัฒนาเศรษฐศาสตร์ทางสังคม (Socio-Economic Development) และ การรักษาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น การใช้ทรัพยากรถูกพบว่าเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลเหนือ (Dominant Factor) ในการเลือกทำเลที่ตั้งทางอุตสาหกรรม สิ่งที่สำคัญน้อยที่สุดคือการรักษาสิ่งแวดล้อม

Lertatsawawiwat (1995) ได้ทำการศึกษาเพื่อที่จะหาปัจจัยที่มีผลกระทบในการตัดสินใจว่าจะลงทุนที่ใดของสินค้ากลุ่มบริษัทปูนซีเมนต์ไทย และเพื่อที่จะพิจารณาประเทศที่จะลงทุนที่ดีที่สุด จากผลลัพธ์ ที่ได้ปงชี้ให้เห็นว่าความมั่นคงทางการเมือง (Political Stability) เป็นปัจจัยหลักสำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิคและธุรกิจเยื่อกระดาษ สำหรับผลิตภัณฑ์ซีเมนต์พบว่าคุณลักษณะทางการตลาดเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ส่วนปัจจัยอื่นๆ คือ ความเพียงพอของระบบสาธารณูปโภค ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ นโยบายของรัฐบาล ความเพียงพอของทรัพยากรและต้นทุน

Ndiaye and Michelot (1998) ได้แสดงคุณลักษณะทางเรขาคณิตของการมีประสิทธิภาพ, การมีประสิทธิภาพรายสัปดาห์ และตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพแบบเข้มงวดสำหรับปัญหาทำเลที่ตั้งแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Location Problem) ในรูปแบบของเงื่อนไขที่มีลักษณะโค้ง (Convex Constraints) และเมื่อไรที่ระยะทางจะถูกวัดโดยบรรทัดฐานตามความพอใจ (Arbitrary Norm)

Peeters (1998) ได้นำเสนอกระบวนการในการคำนวณสำหรับศูนย์กลางเดียว มัธยฐานเดียว และปัญหาศูนย์กลางสัมบูรณ์เดียว และได้จำกัดความปัญหาทำเลแปดแห่งใหม่สำหรับกระบวนการในการคำนวณที่ได้นำเสนอเป็นส่วนใหญ่ The lower-*k* 1-centre, the upper-*k* 1-centre, the lower-*k* absolute 1 centre, the upper-*k* absolute 1-centre, the lower-*k* 1-median, the upper-*k* 1-median, the lower-*k* absolute 1-median และ the upper-*k* absolute 1-median problem.

Fliege (1998) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมและได้ปรับปรุงเงื่อนไขหลายๆ เงื่อนไขสำหรับการพ้องกัน (Coincidence) กับเงื่อนไขการพ้องกันที่เพียงพอสำหรับปัญหาทำเลที่ตั้งกับความน่าดึงดูดใจและสิ่งอำนวยความสะดวกที่ต้านทาน

Bruno, et.al (1998) ใช้การวิจัยดำเนินงาน (Operation Research) เพื่อช่วยในการออกแบบกระบวนการโดยเป็นเครื่องมือในการสร้างและประเมินผลลัพธ์ของทางเลือก พวกเขาได้นำเสนอรูปแบบสองเกณฑ์แบบใหม่ (New Bi-Criterion Model) ซึ่งสามารถประเมินในแบบที่เหมือนจริงในเรื่องของความน่าดึงดูดใจของ RTL (Rapid Transit Line)

Marin and Pelegrin (1998) เสนอสูตรและการวิเคราะห์ของทำเลที่ตั้งโรงงานใหม่ ปัญหาถูกศึกษาในเรื่องปัญหาของ Return Plant Location Problem (RPLP) ซึ่งเป็นปัญหาของการทำให้ต้นทุนน้อยที่สุดในระบบผู้รับจ้างช่วงและลูกค้าซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในการคืนสินค้าจากลูกค้าแต่ละราย

Homburg (1998) นำเสนอกระบวนการลำดับชั้นสำหรับแก้ปัญหาการตัดสินใจด้วยวัตถุประสงค์แบบพหุเกณฑ์ ขั้นตอนดังกล่าวประกอบด้วยสองขั้นตอนคือ ระดับบนสุด และระดับฐาน แนวคิดหลักคือการที่ระดับบนสุดให้ได้เพียงข่าวสารความชอบแบบทั่วไปเท่านั้น แล้วนำข่าวสารดังกล่าวเข้าในระดับฐาน จากนั้นทำการพิจารณาทางแก้ปัญหาแบบประนีประนอม

Stam and Silva (1997) ได้พัฒนาเทคนิคทางสถิติแบบหลายตัวแปรเพื่อที่จะได้มาซึ่งทั้งตำแหน่งแบบประมาณและช่วงความเชื่อมั่นของความน่าจะเป็นแบบสลับตำแหน่ง (Rank Reversal Probabilities) และแสดงวิธีการทดลองเลียนแบบ (Simulation Experiments) ซึ่งสามารถจะถูกใช้เสมือนเครื่องมือที่แม่นยำและมีประสิทธิผลสำหรับวิเคราะห์ความสมดุลของอันดับความชอบภายใต้ความไม่แน่นอน ถ้าความน่าจะเป็นแบบสลับตำแหน่งมีค่าต่ำจะทำให้อันดับมีความสมดุลและผู้ตัดสินใจสามารถเชื่อมั่นได้ว่าการจัดอันดับโดย AHP ถูกต้อง

Triantaphyllou and Sanchez (1997) นำเสนอวิธีแบบเอกภาพสำหรับการวิเคราะห์ความไวสำหรับสามวิธีหลักของวิธี MCDM (Multi-Criteria Decision-Making) วิธีการดังกล่าวคือ Weighted Sum Model (WSM), the Weighted Product Mode (WPM), และ the Analytical Hierarchy Process (AHP)

Hwang, et.al (1998) แสดงให้เห็นว่าเมื่อกลยุทธ์ที่มีผลกระทบให้เกิดการหยุดจาก duopolistic interaction ได้ถูกนำมาพิจารณาแล้วนั้น ความสมดุลของเกมส์แบบขั้นเดียว (One-Stage Game) อาจจะเบี่ยงเบนจากที่ได้จากเกมส์แบบสองขั้น (Two-Stage Game) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับไม่เฉพาะคุณสมบัติของหน้าที่การผลิตของแต่ละบริษัทเท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ เป็นกลยุทธ์แบบทดแทนหรือแทนที่หรือไม่ การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแบบสมมาตร (Symmetric Change) ในความต้องการของตลาดต่อการตัดสินใจเลือกทำเลของบริษัทแบบ Duopolistic ซึ่งอาจจะแตกต่างกันภายใต้เกมส์แบบขั้นเดียวและเกมส์แบบสองขั้น

2.2 การตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

2.2.1 คุณลักษณะของการเลือกทำเลที่ตั้ง

การตัดสินใจที่เกี่ยวเนื่องกับทำเลที่ตั้งของการผลิตมักไม่ได้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งนัก และโดยทั่วไปจะอยู่บนพื้นฐานของดลาดและปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในที่นี้จะแสดงการตัดสินใจเกี่ยวกับทำเลที่ตั้งโรงงาน 3 แบบ คือ การย้ายสถานที่จากโรงงานเดิม การตั้งสาขาใหม่ และการตั้งโรงงานแรกของบริษัท ปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งจะ

คล้ายคลึงกันมากกับกระบวนการในการตัดสินใจในกรณีย้ายโรงงานหรือขยายสาขา อย่างไรก็ตามสำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งบริษัทใหม่จะมีความแตกต่างกันไป

Whitman and Schmidt ได้แสดงให้เห็นว่าหลายกรณีของการย้ายที่ตั้งได้รับความสนใจเพราะมันมีผลกระทบกับพื้นที่ที่ได้ย้ายออกมา เช่น การสูญเสียเงินเดือน การสูญเสียผู้รับจ้าง ช่วงสินค้าและบริการเป็นปริมาณมาก และบางทีแย่ที่สุดคือผลกระทบจากความดกต่ำของการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ควรจะเป็นในพื้นที่เหล่านั้น ผลกระทบทางลบเหล่านี้ทำให้ผู้บริหารจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ระหว่างชุมชน (Public Relations)

การย้ายสถานที่ตั้งยังมีคุณลักษณะที่แตกต่างอื่นๆ อีก หนึ่งในนั้นคือการสมดุลระหว่างการพิจารณาด้านตลาดและการพิจารณาด้านต้นทุนการผลิต ขณะที่ปัจจัยสำคัญในการย้ายสถานที่ตั้งและการขยายสาขาในอุตสาหกรรมเฉพาะอย่างมีความคล้ายคลึงกัน มีหลักฐานบางอย่างที่จะทำให้เห็นถึงความสำคัญที่เกี่ยวข้องกันอย่างมาก Mueller et al. ได้แสดงให้เห็นว่าการวางแผนที่จะย้ายสถานที่ตั้งมีผลกระทบอย่างมากจากการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลจากต้นทุนการผลิต ขณะที่แผนในการขยายไปสู่โรงงานใหม่จะแตกต่างจากโรงงานเดิมซึ่งจะพิจารณาความต้องการและการตลาดแบบประสิทธิภาพ

ยังคงมีปัจจัยอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นปัจจัยเฉพาะในปัญหาการย้ายที่ตั้งโรงงาน นั่นคือเวลา มันมีองค์ประกอบของความเฉื่อยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจในการย้ายโรงงาน ซึ่งก็คือความล่าของเวลาในการตัดสินใจซึ่งผู้บริหารต้องเผชิญกับความยากลำบากในการย้ายจากสถานที่ที่ตั้งมานาน นามธรรมและแม้แต่ปัจจัยทางอารมณ์ก็เป็นสิ่งที่เหนือกว่าเวลาซึ่งอาจจะเกี่ยวกับการเผชิญกับปัญหาทางเศรษฐกิจ

2.2.2 ปัจจัยเกี่ยวกับทำเลที่ตั้งโรงงาน

การวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับทำเลที่ตั้งโรงงานมักจะถูกกระทำในรูปของกลุ่มของปัจจัยที่เกี่ยวกับทำเลที่ตั้งโรงงาน จำนวนและคำจำกัดความจะแตกต่างกันไปในรูปของวรรณกรรมจากผู้แต่งหนึ่งไปสู่อีกผู้แต่งหนึ่ง ซึ่งต่อไปนี้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานที่ปรากฏในทุกๆ วรรณกรรม ได้แก่ ตลาด แรงงาน การขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน เชื้อเพลิงและน้ำ ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน และปัจจัยของสถานที่ตั้ง ความสำคัญเปรียบเทียบของปัจจัยเหล่านี้ในการวิเคราะห์ทำเลจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละอุตสาหกรรรม เนื่องจากสภาพแวดล้อมของแต่ละอุตสาหกรรมมีความแตกต่างกันมากดังนั้นความสำคัญของแต่ละปัจจัยจะแปรผันกันไปในแต่ละอุตสาหกรรมในแต่ละเวลา

แนวโน้มโดยทั่วไปจะถูกบ่งชี้ถึงผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงของปัจจัยเหล่านี้ในการตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้ง ซึ่งจะมีความสำคัญทั้งต่อนักอุตสาหกรรมและนักพัฒนาที่ดิน แนวโน้มเหล่านี้จะถูกตรวจสอบโดยกลุ่มที่เกี่ยวข้องกันสองกลุ่ม กลุ่มแรกคือแนวโน้มของปัจจัยด้านทำเลที่ตั้งที่

มีผลกระทบต่อข้อดีเปรียบเทียบของพื้นที่ และกลุ่มที่สองคือแนวโน้มที่มีผลกระทบต่อปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งของอุตสาหกรรมต่างๆ หรือ กลุ่มอุตสาหกรรม

2.2.3 การตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้งในอุตสาหกรรม

การศึกษากระบวนการของการตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้งในอุตสาหกรรมบ่งชี้ให้เห็นว่ากระบวนการนี้แตกต่างกันไปในแต่ละกรณี ลักษณะของอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์ของแต่ละอุตสาหกรรม คุณลักษณะและประวัติที่ผ่านมาของบริษัท รวมถึงทัศนคติของผู้บริหารที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมดนี้ล้วนมีผลต่อกระบวนการดังกล่าว ดังนั้น จำนวน การบ่งชี้ และน้ำหนักความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และไม่ใช่เศรษฐศาสตร์จะแตกต่างกันไป ยิ่งไปกว่านั้นยังเกี่ยวกับลักษณะและขอบเขตของการวิเคราะห์ จำนวนของทางเลือกที่พิจารณา และบทบาทของหน่วยงานภายนอก ต้องแปรผันไปในแต่ละกรณี

ในการตัดสินใจหลักๆ ด้านทำเลที่ตั้ง พบว่าประเภทของการตัดสินใจที่มีจำนวนมากที่สุดคือการตัดสินใจที่เกี่ยวกับการขยายสาขา ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเติบโตของบริษัท ซึ่งมีสองทัศนะพื้นฐานที่เกี่ยวเนื่องกับการตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้งในเกือบทุกกรณี ทัศนะแรกคืออุตสาหกรรมมีความตั้งใจจะตั้งโรงงานของตนในทำเลที่มีโอกาสทำกำไรได้มากที่สุด ซึ่งการได้มาซึ่งวัตถุประสงค์นี้เป็นสิ่งที่ไม่ง่ายนัก ขณะที่ในบางกรณีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทำเลที่ตั้งมีความยากในการวัดหรือแม้แต่จะให้ตัวเลขเปรียบเทียบ ในหลายๆ กรณีนั้น การวัดแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย ไม่ว่าจะเป็นเพราะการขาดซึ่งข้อมูลหรือเพราะการมีปัจจัยสำคัญที่ไม่สามารถแสดงในรูปของตัวเลขได้ก็ตาม

ทัศนะที่สองของการตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้งซึ่งดูเหมือนจะชัดเจนคือการตัดสินใจนี้มักจะกระทำโดยผู้บริหารโดยเฉพาะโดยผู้บริหารเพียงคนเดียว มีการศึกษาชิ้นหนึ่งได้รายงานว่าใน 51 กรณีจาก 69 กรณีที่ได้ทำการทดสอบ พบว่าการตัดสินใจทำโดยบุคคลเพียงคนเดียว เพราะว่าการตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้งไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยๆ และเพราะว่าพวกเขาพบว่ามันมีผลกระทบที่สำคัญมากต่อกำไรในระยะยาวของบริษัท ซึ่งพบว่าการตัดสินใจดังกล่าวเหมาะที่จะทำโดยกรรมการผู้จัดการใหญ่ด้านการบริหาร (Chief Executive Officer)

มีการศึกษาเป็นจำนวนมากในหลายๆ ปีที่ผ่านมาในการพิจารณาความสำคัญเปรียบเทียบของปัจจัยด้านทำเลที่ตั้งโรงงานอย่างหลากหลายจากมุมมองของอุตสาหกรรม การศึกษาเหล่านี้แตกต่างกันในด้านวัตถุประสงค์ของการศึกษา บางการศึกษาทำขึ้นเพื่อพิจารณาความสำคัญของปัจจัยเฉพาะอย่าง เช่น ภาษีหรือส่วนลดด้านการเงิน บางการศึกษาให้ข้อมูลเพื่อชี้นำความพยายามด้านการพัฒนาชุมชน ยังมีบางการศึกษาที่สนใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของการพัฒนาในพื้นที่เฉพาะ อย่างไรก็ตามคุณลักษณะของการศึกษาเหล่านี้อยู่บนพื้นฐานเดียวกันคือ หนึ่ง การศึกษาทั้งหมดมีการเข้าสู่ปัญหาโดยการสำรวจจากผู้บริหารอุตสาหกรรม และสอง การศึกษาจะมีการจัดอันดับปัจจัยด้านทำเลที่ตั้ง การศึกษาเหล่านี้มีความต่อเนื่องในสิ่งที่ค้นพบที่

เป็นแบบทั่วไป การศึกษาได้ทำให้แน่ใจในความสำคัญของตลาด แรงงาน และวัตถุดิบ ว่าเป็นปัจจัยสำคัญด้านทำเลที่ตั้ง ซึ่งปัจจัยตลาดมักจะเป็นอันดับหนึ่ง

จากการศึกษาจะพบว่าสำหรับปัจจัยที่ไม่ใช่ด้านเศรษฐศาสตร์และแม้แต่ปัจจัยด้านคนมักจะเข้ามาในกระบวนการตัดสินใจจริง มีการศึกษาหนึ่งพบว่าการขยายโรงงานของบริษัทมักจะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่เจ้าของโรงงานอาศัยอยู่ ในบางกรณีพื้นที่ดังกล่าวอาจจะเป็นพื้นที่ที่ดี ถ้าข้อเสียด้านเศรษฐศาสตร์ไม่ได้สำคัญต่อความอยู่รอดของบริษัท

เพื่อที่จะทำให้ระดับของเงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์ต่อทำเลที่ตั้งได้ถูกทำให้เป็นกลางในบางอุตสาหกรรม ความปรารถนาของบุคคลและปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการอยู่อาศัยของชุมชนและสภาพแวดล้อมในการทำงานจะมีความสำคัญมากขึ้น ในอุตสาหกรรมที่ผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ และบุคลากรทางเทคนิค เป็นปัจจัยสำคัญในความสำเร็จของบริษัทนั้น การตัดสินใจด้านทำเลที่ตั้งมักจะให้ความสำคัญกับสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ การศึกษา และคุณลักษณะทางวัฒนธรรมของชุมชน ปัจจัยเหล่านี้จะเป็นปัจจัยสำคัญต่อกลุ่มการพัฒนาชุมชน เพราะปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกลุ่มในพื้นที่และส่วนธุรกิจ

ในทางเดียวกัน เป็นการพัฒนาของเทคนิคคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสำหรับการวิเคราะห์ทางเลือกของทำเลที่ตั้งในกรณีต่างๆ ที่ปัจจัยด้านทำเลที่ตั้งสามารถถูกวัดได้ ในอุตสาหกรรมที่มีการลงทุนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานและการแข่งขันที่รุนแรง การเลือกทำเลที่ตั้งที่ดีที่สุดจะมีความสำคัญต่อผลกำไรของบริษัท ในบางกรณีมีการเพิ่มการใช้การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) และเทคนิคโปรแกรมเส้นตรง (Linear Programming Techniques) สำหรับกรณีที่การขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญนั้น บางบริษัทมีการใช้ต้นทุนค่าระวางเรือสำหรับทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ทั้งในและนอกประเทศ ในการพัฒนารูปแบบด้านคณิตศาสตร์และนำรูปแบบนั้นไปใช้ในการพิจารณาทางเลือกของทำเลที่ตั้ง

2.3 วิธีการในการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision-Making)

มีขั้นตอนอยู่ 3 ขั้นตอนในการใช้เทคนิคการตัดสินใจที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ตัวเลขของทางเลือกแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) (Triantaphyllou and Sanchez, 1997)

1. พิจารณาเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องและทางเลือก
2. ผูกตัววัดแบบตัวเลขกับความสำคัญแบบเปรียบเทียบ (เช่น น้ำหนักความสำคัญ) ของเกณฑ์และกับผลกระทบ (เช่น การวัดสมรรถนะ) ของทางเลือกในรูปของเกณฑ์เหล่านี้
3. ทำกระบวนการหาค่าเป็นตัวเลขเพื่อที่จะพิจารณาจัดอันดับของแต่ละทางเลือก

พิจารณาปัญหาการตัดสินใจด้วย M ทางเลือก และ N เกณฑ์ ทางเลือกจะถูกแทนด้วย A_i (เมื่อ i = 1, 2, 3, ...,M) และเกณฑ์ถูกแทนด้วย C_j (เมื่อ j = 1,2,3,...,N) สมมติว่าสำหรับแต่ละเกณฑ์ C_j ผู้ตัดสินใจจะพิจารณาความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ (หรือน้ำหนักความสำคัญ W_j)

$$\sum_{j=1}^{N} W_j = 1 \qquad (1)$$

ยิ่งไปกว่านั้นยังสมมติให้ผู้ตัดสินใจพิจารณา a_{ij} (สำหรับ i =1,2,3,...,M และ j = 1,2,3,...,N); ความสำคัญ (หรือตัววัดสมรรถนะ) ของทางเลือก A_i ในรูปของเกณฑ์ C_j. ดังนั้นจะได้เมตริกซ์การตัดสินใจดังแสดงในตารางที่ 2.1 บางวิธีการตัดสินใจ (ตัวอย่างเช่น AHP) ต้องการค่า a_{ij} ที่แสดงความสัมพันธ์แบบเปรียบเทียบ ให้ข้อมูลในตารางที่ 2.1 และวิธีการตัดสินใจ วัตถุประสงค์ของผู้ตัดสินใจคือหาทางเลือกที่ดีที่สุด (หรือทางเลือกที่ชอบที่สุด) หรือเพื่อที่จะจัดอันดับกลุ่มของทางเลือกทั้งหมด

ตารางที่ 2.1 เมตริกซ์ตัดสินใจ

	เกณฑ์				
	C_1	C_2	C_3	...	C_N
ทางเลือก	W_1	W_2	W_3	...	W_N
A_1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	...	$a_{1,N}$
A_2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	...	$a_{2,N}$
A_3	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	...	$a_{3,N}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
A_M	$a_{M,1}$	$a_{M,2}$	$a_{M,3}$	...	$a_{M,N}$

กำหนดให้ P_i (เมื่อ i =1,2,3,...,M) แสดงความชอบสุดท้ายของทางเลือก A_i เมื่อเกณฑ์การตัดสินใจถูกพิจารณา วิธีการตัดสินใจที่แตกต่างกันจะถูกประยุกต์ใช้ในขั้นตอนที่แตกต่างกันในการคำนวณค่า P_i. มันจะถูกสมมติว่าทางเลือก M ถูกจัดเตรียมในแต่ละหนทางที่เป็นไปเพื่อให้การจัดอันดับเป็นที่พอใจ (เช่น ทางเลือกอันดับแรกมักจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นไปแบบนี้เรื่อยๆ)

$$P_1 \geq P_2 \geq P_3 \ldots \geq P_M \qquad (2)$$

2.3.1 The Weighted Sum Model

บางทีวิธีที่ง่ายที่สุดและใช้ได้กว้างขวางที่สุดในรูปแบบวิธี MCDM คือ Weighted Sum Model (WSM) ความชอบ P_i ของทางเลือก A_i (เมื่อ i = 1,2,3,...,M) จะถูกคำนวณตามสูตรต่อไปนี้ (Fishburn, 1967):

$$P_i = \sum_{j=1}^{N} a_{ij} W_j \qquad \text{เมื่อ } i = 1,2,3,\ldots,M \tag{3}$$

ดังนั้นในกรณีของการหาค่ามากที่สุดนั้น ทางเลือกที่ดีที่สุดก็คือทางเลือกที่มีค่าความชอบมากที่สุด การสมมติที่ว่าให้รูปแบบนี้เป็นสมมติฐานอรรถประโยชน์เพิ่มเติม (*Additive utility* assumption) อย่างไรก็ตาม WSM จะถูกใช้เฉพาะเมื่อเกณฑ์การตัดสินใจสามารถถูกแสดงในรูปของหน่วยเดียวกันของการวัด (เช่น เฉพาะหน่วยดอลลาร์ หรือเฉพาะหน่วยปอนด์ หรือเฉพาะหน่วยวินาที เป็นต้น)

2.3.2 The Weighted Product Model

The Weighted Product Model (WPM) มีความคล้ายคลึงกับ WSM ความแตกต่างหลักคือแทนที่จะใช้การบวกในรูปแบบแต่ใช้การคูณแทน แต่ละทางเลือกจะถูกเปรียบเทียบกับทางเลือกที่เหลือโดยการคูณกับตัวเลขของอัตราส่วน แต่ละอัตราส่วนจะถูกเพิ่มโดยการยกกำลังที่เท่ากับน้ำหนักเปรียบเทียบของเกณฑ์ต่อมา โดยปกติเพื่อที่จะเปรียบเทียบทางเลือก A_p และ A_q (เมื่อ $M \geq p, q \geq 1$) คำนวณได้ดังนี้ (Bridegman, 1922; Miller & Starr, 1969; Chen & Hwang, 1992):

$$R(A_p / A_q) = \prod_{j=1}^{N} (a_{pj} / a_{qj})^{W_j} \tag{4}$$

ถ้าอัตราส่วน R (A_p / A_q) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 แล้ว ข้อสรุปที่ได้คือทางเลือก A_p จะดีกว่าทางเลือก A_q (สำหรับกรณีหาค่ามากที่สุด) ทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่ดีกว่าหรืออย่างน้อยเท่ากับทางเลือกทั้งหมด WPM บางทีถูกเรียกว่าการวิเคราะห์แบบปราศจากหน่วย (Dimensionless Analysis) เพราะว่าโครงสร้างของมันได้กำจัดหน่วยการวัดออกไป ดังนั้น WPM จะถูกใช้ในปัญหาการตัดสินใจแบบมิติเดี่ยวและแบบหลายมิติ (Multidimensional)

2.3.3 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (The Analytic Hierarchy Process)

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

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

ผลจากการเปรียบเทียบในแต่ละคู่เรียบร้อยแล้ว จะสามารถคำนวณหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ออกมาเป็นตัวเลข เพื่อแสดงให้ผู้บริหารได้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์อย่างชัดเจน

การคำนวณหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ในเมตริกซ์สามารถหาค่าได้ โดยใช้วิธีคำนวณไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) ของแต่ละเมตริกซ์ และเวคเตอร์นี้จะถูกน้ำหนักด้วยน้ำหนักของเกณฑ์ในระดับที่สูงกว่า ขั้นตอนนี้จะถูกทำซ้ำไปเรื่อยๆ จากบนลงไปล่างตามโครงสร้างลำดับขั้น ในที่สุดจะได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้เหมาะสมสำหรับการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์เนื่องจาก

1. สามารถใช้กับการตัดสินใจคนเดียวและสามารถใช้ได้ดีกับการตัดสินใจที่มีผู้ตัดสินใจเป็นกลุ่ม ในการตัดสินใจเป็นกลุ่มสามารถช่วยอภิปรายหาวัตถุประสงค์รวม และทางเลือกที่ได้ในขณะสร้างโครงสร้างการตัดสินใจ
2. เป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญในขั้นตอนการเลือก (Choice) ในขั้นตอนการตัดสินใจ
3. สามารถใช้งานได้ดีกับปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน กระบวนการนี้มีขั้นตอนดำเนินการไม่ยุ่งยากสับสน และมีความยืดหยุ่นสูงในการปรับเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญหรือเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ ได้
4. ใช้งานได้ทั้งปัญหาที่ประกอบด้วยปัจจัยที่ดีค่าเป็นเงินได้และดีค่าเป็นเงินไม่ได้

5. การสร้างปัญหาให้เป็นไปตามโครงสร้างปัญหาของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จะช่วยให้กลุ่มผู้ตัดสินใจไม่ขาดหรือลืมนึกถึงเกณฑ์ตัดสินใจหรือวัตถุประสงค์ ตลอดจนทางเลือกที่จำเป็นในขณะการตัดสินใจ เนื่องจากสิ่งต่างๆ เหล่านี้มีจำนวนมาก สลับซับซ้อน และไม่สามารถจำได้หมดในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

รูปแบบของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จะอยู่บนหลักการพื้นฐานสามประการของการวิเคราะห์แบบตรรกศาสตร์ (การหาเหตุผล) ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักการของการสร้างการแยกออก (Decomposition) ของปัญหาของลำดับขั้น

   เป็นการสร้างรูปแบบของปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างระดับชั้น โดยแต่ละปัจจัยที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันจะเป็นอิสระต่อกัน องค์ประกอบหลักของโครงสร้างลำดับชั้นประกอบด้วย ระดับชั้นของวัตถุประสงค์ ปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจและแนวทางเลือกต่างๆ ของปัญหาตามลำดับ
2. หลักการใช้ดุลพินิจเชิงเปรียบเทียบ

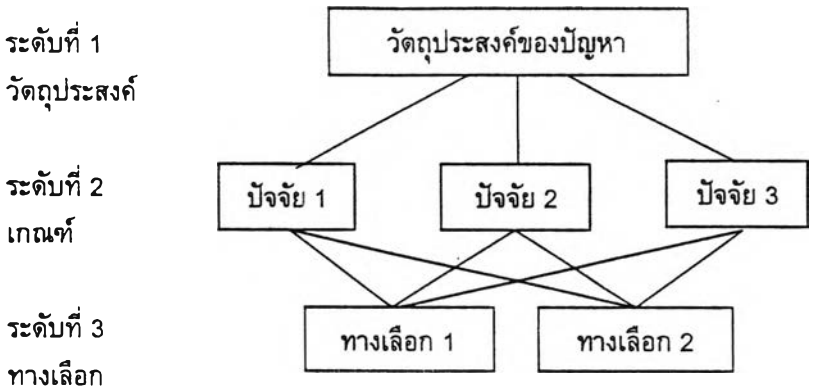
   เป็นส่วนของการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผู้ตัดสินใจจะต้องเปรียบเทียบปัจจัยที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันเป็นคู่ๆ โดยจะคำนึงถึงความสำคัญของปัจจัย ภายใต้ปัจจัยในระดับชั้นที่สูงกว่า และประยุกต์ให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์รวมทั้งใช้ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) มาช่วยในการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล
3. หลักการวิเคราะห์ความสำคัญก่อนหลัง

   หลังจากได้ค่าน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ ที่เป็นผลมาจากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ๆ ในระดับชั้นเดียวกัน ค่าน้ำหนักของปัจจัยในแต่ละระดับชั้นจะถูกวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักรวมของปัจจัย โดยคำนึงถึงปัจจัยในระดับที่เหนือกว่า และการวิเคราะห์จะเริ่มต้นจากระดับที่หนึ่งซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของปัญหา ลงไปสู่ระดับต่ำสุดซึ่งเป็นแนวทางเลือกของปัญหา

ขั้นตอนของกระบวนการ AHP ประกอบด้วยดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ
2. กำหนดปัจจัยที่จะใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่
3. สร้างรูปแบบของปัญหาเป็นโครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์หลัก เกณฑ์ย่อย สิ่งที่ต้องกระทำก่อนของทางเลือก และทางเลือกที่เกี่ยวข้อง

ลำดับชั้น (Hierarchy) แบบทั่วไปจะถูกแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 รูปแบบของลำดับชั้นแบบทั่วไป

4. เปรียบเทียบหาค่าความสำคัญของปัจจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาเป็นคู่ๆ โดยจัดให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

ปัจจัย	ปัจจัย 1	ปัจจัย 2 ...	ปัจจัย m	น้ำหนัก
ปัจจัย 1	1	a_{12}	a_{1m}	w_1^o
ปัจจัย 2	a_{21}	1	a_{2m}	w_2^o
.				
.				
ปัจจัย m	a_{m1}	a_{m2}	1	w_m^o

หมายเหตุ 1) a_{ij} เป็นค่าความสำคัญของปัจจัย i เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัย j ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

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

3) w_i^o เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัย i ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

การเข้ามาของเมตริกซ์ของการเปรียบเทียบจะแสดงถึงความสำคัญแบบสัมพันธ์กัน (ชอบมากกว่าหรือความเหมาะสม) ที่ถูกตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยปกติจะใช้ขนาด (Scale) จาก 1 ถึง 9 ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ

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

หมายเหตุ: เมื่อปัจจัยหรือทางเลือกทั้งสองที่เปรียบเทียบกันต้องการค่าความสำคัญที่ละเอียดมากกว่าค่าความสำคัญมาตรฐานที่แสดงไว้ข้างต้น อาจนำค่าความสำคัญที่เป็นค่า 1.1, 1.2, ... มาใช้ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบเหมาะสมยิ่งขึ้น

5. วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของปัจจัย ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, C.I.) และค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, C.R.) ในระดับที่สอง โดยการใช้ทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์ มาช่วยในการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของปัจจัยหาได้จากการหารค่าความสำคัญที่อยู่ในแต่ละแถวแนวตั้งด้วยผลรวมของค่าความสำคัญในแถวแนวตั้งเดียวกันของเมตริกซ์นั้นและค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวแนวนอนของเมตริกซ์ที่ได้จากผลข้างต้น คือ ค่าน้ำหนักของปัจจัยในแถวนั้น สำหรับค่าดัชนีความสอดคล้อง และอัตราส่วนความสอดคล้องจากทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์ เราจะได้ว่า

$$C.I. = (\lambda max - 1) / (n - 1)$$

$$C.R. = C.I. / R.I.$$

ทั้งนี้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และค่าอัตราส่วนความสอดคล้องจะมีกล่าวไว้ภายหลังในหัวข้อพื้นฐานทางทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์ ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของค่าความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ว่าจะสามารถใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจได้หรือไม่

6. เปรียบเทียบหาค่าความสำคัญของปัจจัย หรือทางเลือกของระดับต่อมา ภายใต้ปัจจัยตัวเดียวกันในระดับถัดขึ้นมาก่อนหน้านี้และวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของปัจจัยค่าดัชนีความสอดคล้อง และค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูลในระดับชั้นนี้ด้วยวิธีแบบเดียวกับข้างต้น

7. วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของทางเลือกต่างๆ ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา โดยการพิจารณาหาค่าน้ำหนักรวมของปัจจัยจากระดับที่หนึ่งลงไปสู่ระดับต่ำสุด ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักของทางเลือก ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา ทั้งนี้ค่าน้ำหนักรวมของปัจจัย เป็นผลรวมจากผลคูณค่าน้ำหนักแต่ละตัวของปัจจัย ภายใต้ปัจจัยหนึ่งๆ ในระดับถัดขึ้นมาด้วย ค่าน้ำหนักรวมของปัจจัยเดียวกันในระดับถัดขึ้นมา ตัวอย่างปัญหาลำดับชั้นสามระดับ แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างปัญหาลำดับชั้นสามระดับ

เกณฑ์การตัดสินใจ	ปัจจัย 1	ปัจจัย 2	ปัจจัย 3	น้ำหนักรวม
ทางเลือก	W_1^o	W_2^o	W_3^o	
A_1	$W_1^f 1$	$W_1^f 2$	$W_1^f 3$	$\sum_{J=1}^{3} W_j^o * W_1^f j$
A_2	$W_2^f 1$	$W_2^f 2$	$W_2^f 3$	$\sum_{J=1}^{3} W_j^o * W_2^f j$
A_3	$W_3^f 1$	$W_3^f 2$	$W_3^f 3$	$\sum_{J=1}^{M} W_j^o * W_3^f j$

2.3.3.1 พื้นฐานทางทฤษฎีของไอเกนเวคเตอร์

สมมติให้

$C_1, C_2, \ldots, C_n$ เป็นปัจจัยหรือทางเลือกต่างๆ ที่กำลังพิจารณาในระดับขั้นใดขั้นหนึ่ง ขณะที่ a_{ij} จะเป็นค่าความสำคัญของปัจจัย i เมื่อเทียบกับปัจจัย j ภายใต้ปัจจัยหนึ่งที่กำลังพิจารณาในระดับถัดขึ้นมา ซึ่งเราสามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ได้โดยที่

$$A = (a_{ij})$$

และ $$a_{ij} = 1/ a_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \ldots, n)$$

ค่าความสำคัญที่อยู่ในเมตริกซ์ (a_{ij}) สามารถที่จะใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจได้ก็ต่อเมื่อ

$$a_{ik} = a_{ij} * a_{jk} \quad \text{สำหรับ i, j และ k ทั้งหมด}$$

โดยเรียกรูปแบบของเมตริกซ์นี้ว่า เมตริกซ์สอดคล้อง (Consistency Matrix) และจากที่เมตริกซ์ของค่าความสำคัญเป็นเมตริกซ์สอดคล้องเราจะได้ว่า ค่า a_{ij} เป็นผลมาจากค่าน้ำหนักของปัจจัยที่นำมาเปรียบเทียบกัน นั่นคือ

$$a_{ij} = w_i / w_j \quad \text{โดยที่ } i, j = 1, 2, \ldots, n \tag{1}$$

$$a_{ij} * a_{jk} = (w_i / w_j)*(w_j / w_k)$$

$$= w_i / w_k = a_{ik}$$

และ $a_{ji} = w_j / w_i = 1 / (w_i / w_j) = 1 / a_{ij}$

พิจารณาในกรณีที่ A เป็นเมตริกซ์สอดคล้อง

$$A * x = y \quad \text{โดยที่ } x = (x_1, x_2, \ldots, x_n),\ y = (y_1, y_2, \ldots, y_n)$$

นั่นคือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ji} x_i = y_i \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, \ldots, n$$

และจากสมการ (1)

$$a_{ij} * w_j / w_i = 1 \quad \text{โดยที่ } i, j = 1, 2, \ldots, n$$

ดังนั้น

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j / w_i = n \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, \ldots, n$$

หรือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j = n * w_i \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, \ldots, n$$

นั่นคือ

$$A * W = n * W \tag{2}$$

จากสมการ (2) ตามทฤษฎีเมตริกซ์แสดงให้เห็นได้ว่า n และ W เป็นค่าไอเกน (Eigenvalue) และไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) ของเมตริกซ์ตามลำดับ เราสามารถเขียนสมการ (2) อยู่ในรูปแบบเต็มได้เป็น

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 \ldots w_1/w_n \\ w_2/w_1 & \cdot \quad \cdot \\ \cdot & \cdot \quad \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 \ldots w_n/w_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = n * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

ในทางปฏิบัติ ค่า a_{ij} เป็นค่าความสำคัญที่ได้จากการใช้วิจารณญาณของผู้ตัดสินใจเปรียบเทียบปัจจัยหรือทางเลือก i กับ j ภายใต้ปัจจัยหนึ่งในระดับถัดไป ดังนั้นค่า a_{ij} ที่ได้อาจเบี่ยงเบนไปจากค่าที่ควรจะเป็นตามทฤษฎี มีผลทำให้สมการ (2) ไม่เป็นความจริง ในกรณีดังกล่าวนี้เราสามารถนำหลักการของทฤษฎีเมตริกซ์ มาช่วยในการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของข้อมูลในเมตริกซ์ที่พิจารณา กล่าวคือ

1. จากความจริงที่ว่า $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n$ เป็นค่าที่เหมาะสมของสมการ

$$A * X = \lambda * X$$

นั่นคือ λ_n จะเป็นค่าไอเกนของเมตริกซ์ A และถ้า $a_{ij} = 1$ สำหรับทุกๆ i เราจะได้ว่า

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = n$$

ดังนั้นสมการ (2) จะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อ ทุกๆ ค่าไอเกนเป็นศูนย์ ยกเว้นค่าหนึ่งซึ่งมีค่าเท่ากับ $n(\lambda_{max})$

2. ในกรณีที่ค่า a_{ij} ของเมตริกซ์ A ซึ่งเป็นเมตริกซ์ส่วนกลับ (Reciprocal Matrix) มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ค่าไอเกนของเมตริกซ์ A ก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเช่นกัน

ดังนั้นจากความจริงดังกล่าวข้างต้น ถ้า a_{ij} ของเมตริกซ์ A เท่ากับ 1 สำหรับทุกๆ i และเมตริกซ์ A เป็นเมตริกซ์ส่วนกลับ ค่า a_{ij} ที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย จะไม่มีผลทำให้ค่า λ_{max} เปลี่ยนแปลงจากค่า n มากนัก และค่าไอเกนที่เหลือก็ยังคงมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ สำหรับการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของปัจจัยหรือทางเลือกจากเมตริกซ์ ที่ได้จากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหรือทางเลือกต่างๆ ในระดับเดียวกันจะได้จาก

$$A * W = \lambda_{max} * W$$

และค่าที่เป็นตัวชี้ค่าความเบี่ยงเบนของ λ_{max} ไปจาก n จะเท่ากับ

ดัชนีความสอดคล้อง (C.I.) = $(\lambda_{max} - n) / (n - 1)$

ค่าความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ในระดับเดียวกัน สามารถนำไปเป็นข้อมูลที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินปัญหาได้ ก็ต่อเมื่อ ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง มีค่าน้อยกว่า 0.1 ทั้งนี้

อัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) = C.I. / R.I.

โดยที่ดัชนีเชิงสุ่ม (Random Index, R.I.) เป็นค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างของเมตริกซ์ส่วนกลับ ที่ใช้เกณฑ์มาตรฐานของค่าความสำคัญอยู่ระหว่าง 1-9 สำหรับค่าเฉลี่ยของดัชนีเชิงสุ่ม ที่ได้จากการทดลองในแต่ละมิติของเมตริกซ์ n = 1 ถึง 10 แสดงไว้ในตารางที่ 2.5

***ตารางที่ 2.5** ค่าเฉลี่ยของดัชนีเชิงสุ่มในแต่ละเมตริกซ์ n*n*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

2.3.3.2 ตัวอย่างการคำนวณการตัดสินโดยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

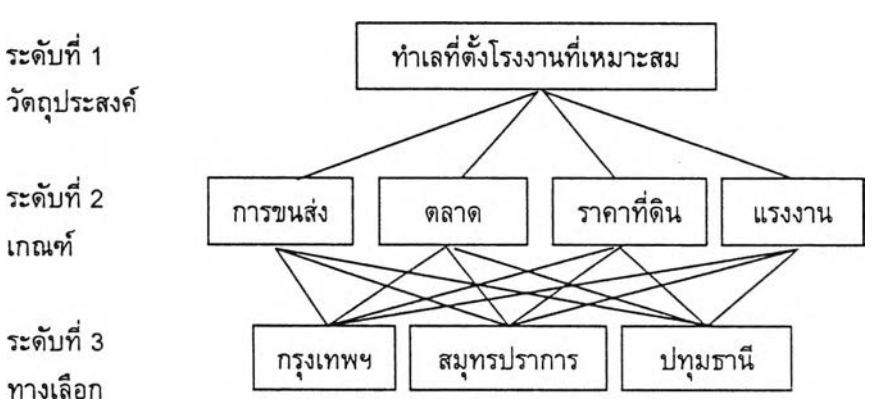
ตัวอย่าง บริษัทแห่งหนึ่งต้องการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน มีทางเลือกให้เลือก 3 ทางเลือก คือ

1. กรุงเทพฯ
2. สมุทรปราการ
3. ปทุมธานี

สำหรับเกณฑ์ที่จะใช้พิจารณาประกอบด้วย 4 เกณฑ์ คือ

1. การขนส่ง
2. ตลาด
3. ราคาที่ดิน
4. แรงงาน

สามารถเขียนโครงสร้างลำดับชั้นได้ ดังนี้



หอสมุดกลาง ...
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับในการประเมินผล เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตัวอื่น จะใช้คำถามในลักษณะเชิงเปรียบเทียบ เช่น ท่านคิดว่าความสำคัญปัจจัยราคาที่ดินเป็นเท่าไร เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยแรงงาน เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่จนครบ (คะแนนความสำคัญดูได้จากตารางที่ 2.3) ก็นำมาสร้างเป็นตารางเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ได้ ดังนี้

	การขนส่ง	ตลาด	ราคาที่ดิน	แรงงาน
การขนส่ง	1	1/4	1/3	4
ตลาด	4	1	3	6
ราคาที่ดิน	3	1/3	1	4
แรงงาน	1/4	1/4	1/6	1

จากตารางเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ เราจะสามารถหาน้ำหนัก (จากทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์) และอัตราส่วนความสอดคล้องได้ คือ

$$W = \begin{bmatrix} 0.150 \\ 0.524 \\ 0.259 \\ 0.067 \end{bmatrix}, \quad CR = 0.078 \text{ (อัตราส่วนความสอดคล้องต้องไม่เกิน 0.1)}$$

จากนั้นทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ของทำเลที่ตั้งต่างๆ ที่กำหนด

<u>พิจารณาปัจจัยด้านตลาด</u>

	กรุงเทพฯ	สมุทรปราการ	ปทุมธานี
กรุงเทพฯ	1	1	1/3
สมุทรปราการ	1	1	1/2
ปทุมธานี	3	2	1

ได้ $CR = 0.016$ $W = \begin{bmatrix} 0.211 \\ 0.241 \\ 0.548 \end{bmatrix}$

ในทำนองเดียวกับปัจจัยด้านตลาด เมื่อทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ต่อเกณฑ์ที่เหลืออีก 3 เกณฑ์แล้ว เราสามารถสร้างเมตริกซ์ ได้ดังนี้

	กรุงเทพฯ	สมุทรปราการ	ปทุมธานี
การขนส่ง	0.544	0.278	0.178
ตลาด	0.210	0.240	0.550
ราคาที่ดิน	0.075	0.183	0.742
แรงงาน	0.458	0.416	0.216

ในที่สุด ทางเลือกที่ดีที่สุด จะได้จากการพิจารณาจากลำดับความสำคัญของเกณฑ์ และน้ำหนักของแต่ละทางเลือก ดังนี้

	การขนส่ง		ตลาด		ราคาที่ดิน		แรงงาน
กรุงเทพฯ	0.544		0.211		0.075		0.458
สมุทรปราการ = (0.150)	0.278	+ (0.524)	0.241	+ (0.259)	0.183	+ (0.067)	0.416
ปทุมธานี	0.178		0.548		0.740		0.126

$$= \begin{bmatrix} 0.242 \\ 0.243 \\ 0.515 \end{bmatrix}$$

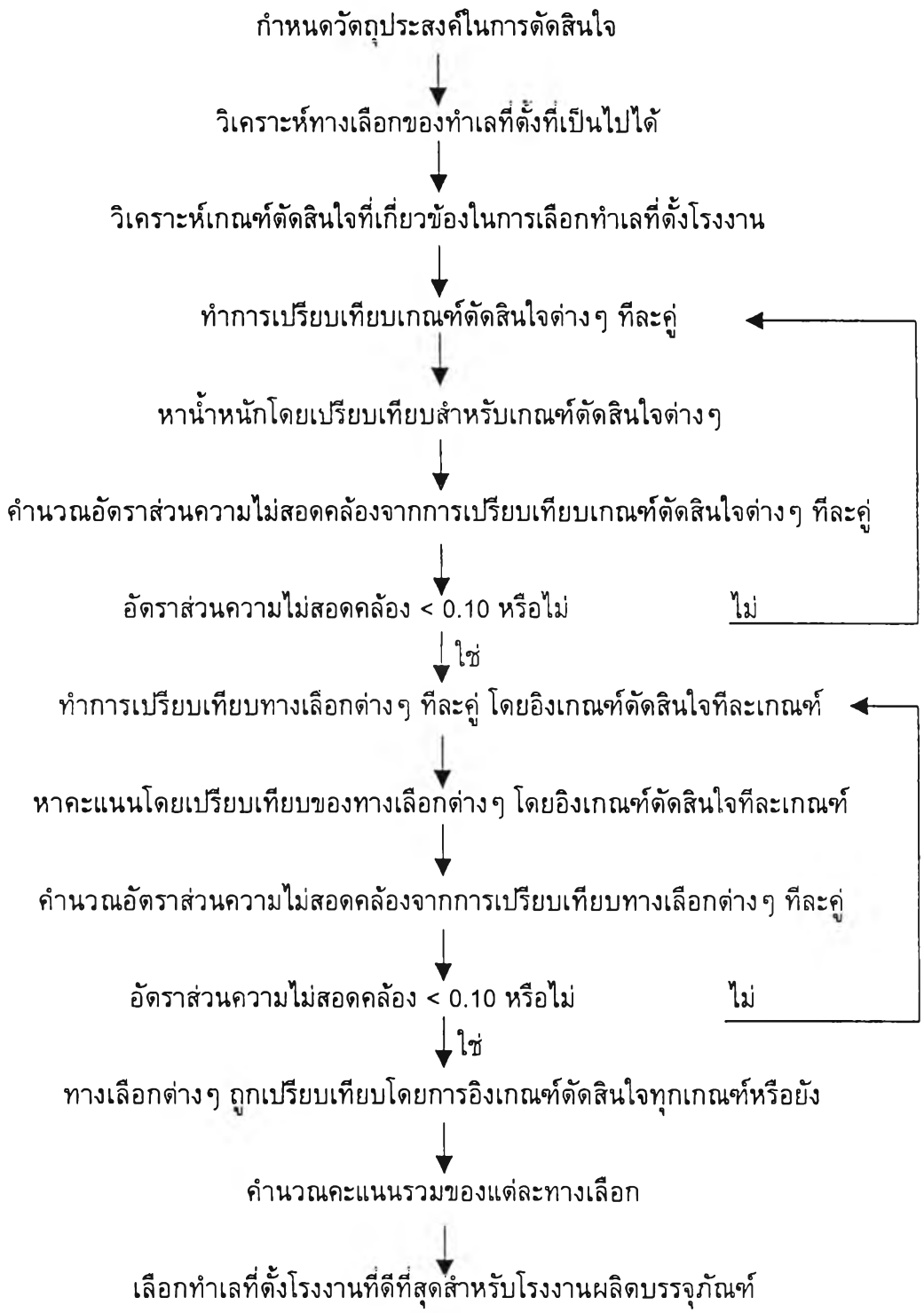
จากคะแนนที่ได้ จะเห็นว่า ทางเลือกที่ดีที่สุด คือ ปทุมธานี

2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Expert Choice

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

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

โดยในการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice มาช่วยในการตัดสินใจ



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษา

2.5 สรุป

การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งจะดำเนินการตามขั้นตอนที่กล่าวไว้ คือ การจัดโครงสร้างปัญหาให้เป็นระดับชั้น การกำหนดวัตถุประสงค์และเกณฑ์การตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งหาน้ำหนักความสำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานของบริษัทผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกรณีศึกษา รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนในการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาใช้ในการศึกษาเพื่อหาทำเลที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสมสำหรับบริษัทผลิตบรรจุภัณฑ์