

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้รวบรวมหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวคิดอ้างอิงในการสร้างเครื่องมือคัดกรองกระบวนการตัดสินใจในการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดงานก่อสร้าง โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD) เข้ามาช่วยวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการตัดสินใจเลือกใช้ยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดงานก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม ซึ่งนอกจากการนำหลักการของ QFD เข้ามาใช้แล้ว ยังได้นำหลักการอื่นๆ ที่เข้ามาประยุกต์ใช้เพิ่มเติม ได้แก่ (1) วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) เพื่อจะใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการในการให้ลำดับความสำคัญในการตัดสินใจ เพื่อให้การตัดสินใจมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น (2) จำลองรายละเอียดข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling) แบบสามมิติมารวมกันกับแผนงานก่อสร้าง เพื่อใช้ลำดับขั้นตอนของการก่อสร้างแต่ละวิธี และ (3) วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาและงบประมาณในการก่อสร้างของช่วงก่อนการปรับปรุงเปรียบเทียบกับหลังการปรับปรุง

โดยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือคัดกรองกระบวนการตัดสินใจในการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดงานก่อสร้างด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1) การแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD)
- 2) วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making, MCDM)
- 3) จำลองรายละเอียดข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling, BIM)
- 4) วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE)

2.1 เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD)

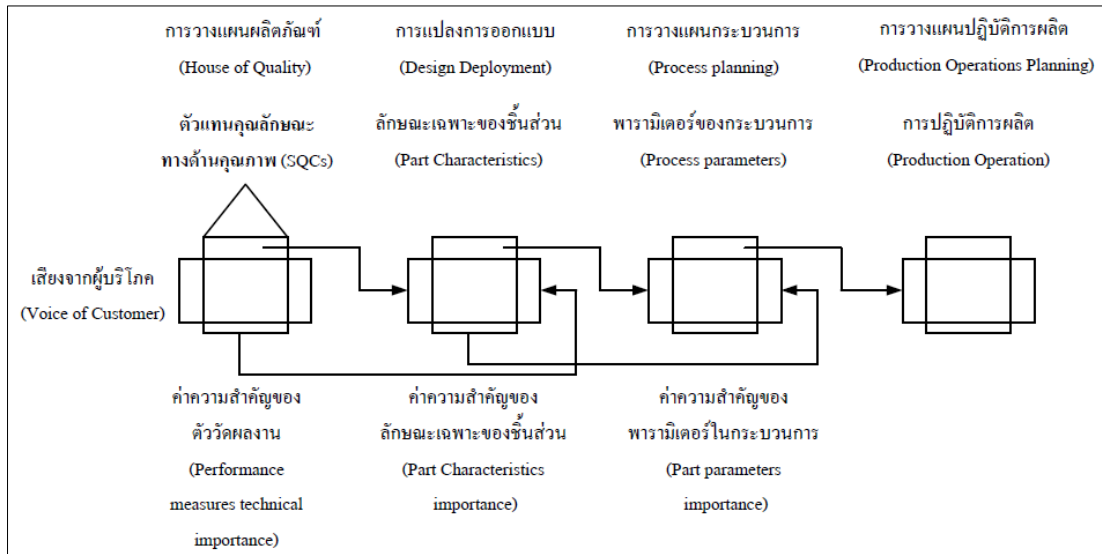
เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD) เป็นปรัชญาที่ถูกคิดค้นขึ้นในประเทศญี่ปุ่น โดย Prof. Dr. Yoji Akao ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรกที่อู่ต่อเรือของบริษัทมิตซูบิชิ ประเทศญี่ปุ่น (Kobe Shipyards of Mitsubishi Heavy Industries Ltd.) เมื่อปี

1972 หลังจากนั้นในช่วงทศวรรษที่ 70 ทางบริษัทโตโยต้าได้นำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้จนกระทั่งแพร่หลายไปถึงผู้ผลิตชิ้นส่วนให้กับบริษัท โดยโตโยต้าได้บังคับให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนทั้งหมดใช้เทคนิค QFD เพื่อช่วยควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้ในปัจจุบันนี้เทคนิค QFD ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วญี่ปุ่น เช่น ผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ประจำบ้าน เสื้อผ้า แฟงวงจรรวม ขางเทียม อุปกรณ์ก่อสร้าง และเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นต้น แม้แต่อุตสาหกรรมบริการก็พบว่า QFD สามารถช่วยให้บริษัทเห็นความสำคัญด้านคุณภาพยิ่งขึ้น ต่อมาประมาณปี 1983 Kogure และ Akao ก็ได้พัฒนามาประยุกต์ใช้กับบริษัท Ford Motor ซึ่งนับว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ในประเทศสหรัฐอเมริกา และได้จัดตั้ง Ford Supplier Institute ขึ้นเพื่อพัฒนาคุณภาพของชิ้นส่วนที่ผลิตโดยผู้ผลิตชิ้นส่วนให้แก่ Ford ต่อมาสถาบันดังกล่าวได้กลายเป็นองค์กรอิสระที่ไม่แสวงหาผลกำไรชื่อ American Supplier Institute (ASI) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้การฝึกอบรมและให้คำปรึกษาด้าน QFD และเป็นสถาบันที่มีบทบาทอย่างสูงในการทำให้ QFD เป็นที่นิยมในสหรัฐอเมริกา (Cohen, 1995 และ มณฑล, 2544)

2.1.1 เทคนิค QFD แบบ Four-Phases Model

เทคนิค QFD โดยทั่วไปมีอยู่ด้วยกันหลักๆ 2 ประเภท คือ แบบ Matrix of Matrices และแบบ Four-Phases Model ซึ่งแบบ Matrix of Matrices จะเป็นที่นิยมในประเทศญี่ปุ่นโดยจะประกอบไปด้วยตารางประมาณ 30 ตาราง ครอบคลุมวิศวกรรมคุณค่า การวิเคราะห์ต้นทุน การควบคุมคุณภาพ วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล แต่ปัจจุบันนิยมประยุกต์ QFD แบบ Four-Phases Model โดยจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาตารางเมทริกซ์ 4 เมทริกซ์ ซึ่งจะแบ่งการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเป็นขั้นตอนย่อยๆ 4 ขั้นตอน หรือที่เรียกว่า ASI's Four-Phases QFD Process (Sullivan, 1986)

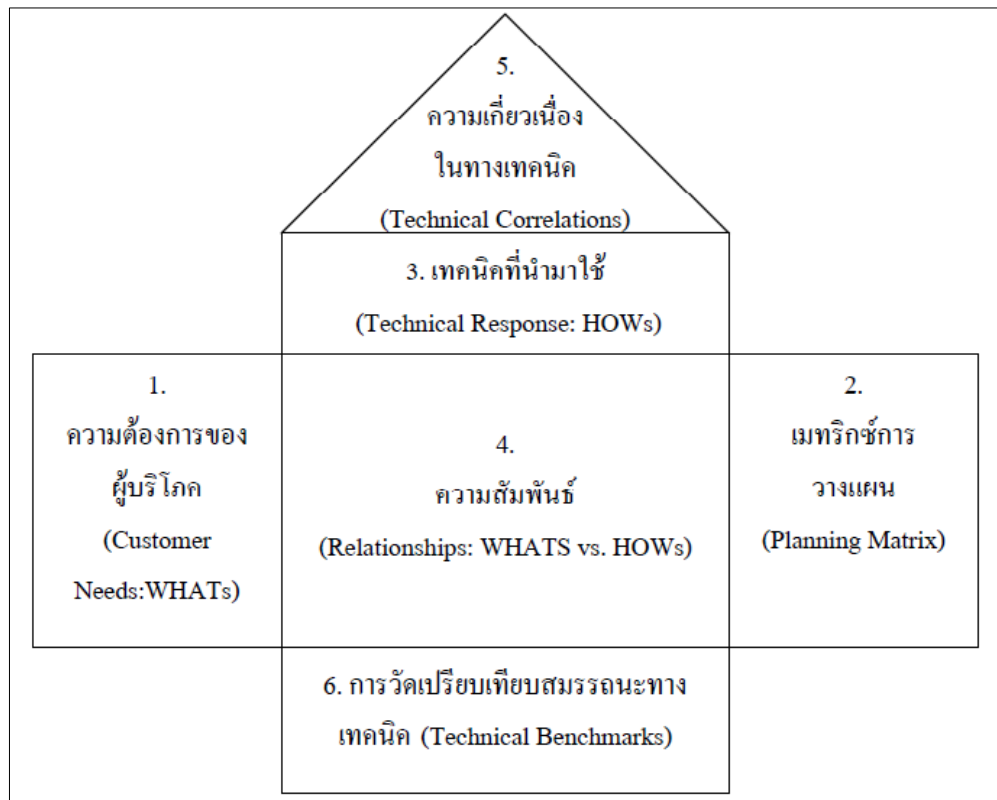
รูปแบบพื้นฐานของ QFD ประกอบด้วย 4 เฟส (Four-Phases Model) หรือ 4 เมทริกซ์หลัก (Cohen, 1995) ได้แก่ (1) เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning) หรือบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality, HOQ) (2) เมทริกซ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Part Deployment หรือ Design Deployment) (3) เมทริกซ์การวางแผนกระบวนการ (Process Planning หรือ Manufacturing Planning) และ (4) เมทริกซ์การวางแผนควบคุมกระบวนการ (Production Planning หรือ Production Operation Planning) ซึ่งแต่ละเมทริกซ์จะมีการเชื่อมโยงข้อมูลความสัมพันธ์ในแต่ละเมทริกซ์ ดังแสดงในรูป 2.1



รูป 2.1 แบบพื้นฐานของเมทริกซ์ 4 เฟส

2.1.1.1 เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning) หรือบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality, HOQ) คือ กระบวนการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพจะประกอบด้วยการสร้างเมทริกซ์หนึ่งหรือหลายเมทริกซ์ หรืออาจเรียกว่าตารางคุณภาพ (Quality Table) โดยแต่ละเมทริกซ์จะมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ซึ่งเมทริกซ์แรกและเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป คือ บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) เนื่องจากมีหลังคาคล้ายกับโครงสร้างของบ้าน (Shillito, 1994 และ Cohen, 1995)

บ้านแห่งคุณภาพจะแสดงถึง สิ่งที่ผู้บริโภคต้องการ หรือบางครั้งเรียกว่า เสียงจากผู้บริโภค (Voice of Customer) ซึ่งกลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค ข้อมูลต่างๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในเมทริกซ์ (อรรถกร, 2548) ดังรูป 2.2

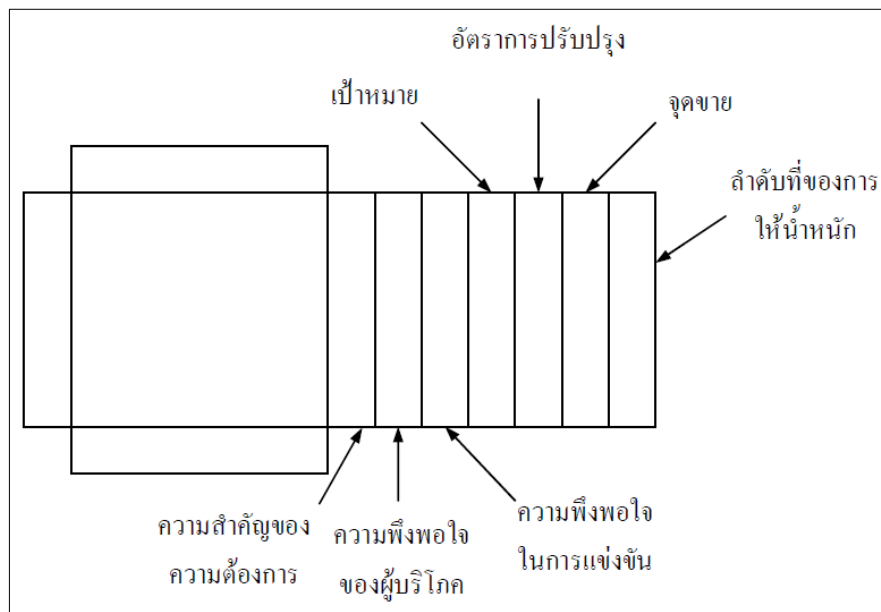


รูป 2.2 องค์ประกอบของบ้านแห่งคุณภาพ

การเรียงลำดับของข้อมูลในรูป 2.2 เป็นการเรียงตามขั้นตอนการสร้างเมทริกซ์ ซึ่งประกอบด้วย 6 เมทริกซ์ย่อย และรายละเอียด มีดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ความต้องการของผู้บริโภค (Customer Needs) ข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นรายการความต้องการต่างๆ ของผู้บริโภคซึ่งมักจะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) จากการสำรวจของฝ่ายการตลาด โดยอาจใช้การสัมภาษณ์ หรือการเชิญกลุ่มผู้บริโภคเข้ามาให้การแนะนำ ข้อมูลอีกด้านหนึ่งอาจจะได้มาจากข้อมูลการร้องทุกข์ (Complaint Data) จากผู้บริโภค เมื่อมีการถามผู้บริโภคในสิ่งที่ต้องการ ปกติผู้บริโภคจะถามกลับมาในเทคนิคเฉพาะต่างๆ โดยมักจะไม่ได้นึกถึงสิ่งที่ต้องการจริงๆ ดังนั้นผู้ออกแบบหรือพัฒนาต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ในแนวลึก โดยต้องมีการประสานกับฝ่ายการตลาด ในการหาข้อมูลที่ชัดเจนและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ในขั้นตอนนี้จะได้รับข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) มาในจำนวนมาก ซึ่งต้องมีการจัดโครงสร้างของข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ โดยทั่วไปมักจะใช้เครื่องมือทางคุณภาพที่ช่วยในการจัดการข้อมูล

ส่วนที่ 2 เมทริกซ์การวางแผน (Planning Matrix) ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่จะช่วยให้กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถสร้างลำดับความต้องการของผู้บริโภค การเติมข้อมูลลงในเมทริกซ์จะเป็นวิธีการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ปัจจุบันกับคู่แข่งรายอื่น เพื่อที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ดีกว่าคู่แข่ง โดยเมทริกซ์จะประกอบไปด้วยหลายข้อมูลในแนวดิ่ง เพื่อแสดงถึงข้อมูลสำคัญของการวางแผนสำหรับสิ่งที่ลูกค้าต้องการ ตัวอย่างดังแสดงในรูป 2.3



รูป 2.3 เมทริกซ์การวางแผน

ในกระบวนการนี้จะเป็นการถามกลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานความต้องการของผู้บริโภค ดังนี้

- **ความสำคัญของความต้องการ** ในทางปฏิบัติผู้บริโภคจะมีความต้องการที่หลากหลาย ดังนั้นจึงต้องทำการเรียงเรียงลำดับความสำคัญ (Priority) ของความต้องการเหล่านั้น โดยการให้ผู้บริโภครอกข้อมูลลำดับ ซึ่งอาจจะเป็นตัวเลข เช่น 1-5 ซึ่ง “1” หมายถึง ค่าความสำคัญต่ำสุด และ “5” หมายถึง ค่าความสำคัญสูงสุด อย่างไรก็ตาม วิธีการให้ค่าอาจจะใช้วิธีอื่นได้ แต่ต้องสามารถทำการหาค่าลำดับของการให้น้ำหนักได้

- **ความพึงพอใจของผู้บริโภค (Customer Satisfaction)** หมายถึง ผู้บริโภคคิดว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้เท่าใด โดยปกติในการสำรวจข้อมูลจะแบ่งออกเป็นระดับ เช่น พอใจ ระดับ สูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ ต่ำมาก เป็นต้น จากนั้นทำการแปลงระดับเป็นตัวเลข เพื่อนำไปคำนวณต่อไป

- **ความพึงพอใจในการแข่งขัน** หมายถึง การเปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์คู่แข่งกับผลิตภัณฑ์ที่กำลังพิจารณาอยู่ ซึ่งจะใช้การสำรวจข้อมูลจากผู้บริโภค โดยแบ่งออกเป็นระดับเช่นเดียวกันกับของข้อความพึงพอใจของผู้บริโภค จากนั้นจะทำการแปลงระดับเป็นตัวเลขเพื่อนำไปคำนวณต่อไป

- **เป้าหมาย (Goal)** หมายถึง เป้าหมายที่กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามที่กลุ่มต้องการ บนพื้นฐานของระดับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งมักจะต้องการวัดในลักษณะเหมือนกัน โดยพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันกับผลิตภัณฑ์ที่จะออกแบบใหม่ เพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ ดังนั้นการวางเป้าหมายจะส่งผลกระทบต่อการคำนวณในลำดับถัดไป

- **อัตราการปรับปรุง** จะเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะพัฒนาเปรียบเทียบกับความสามารถในปัจจุบันที่สามารถทำได้ ดังนั้น ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะหามาได้ก็ต้องมีพื้นฐานมาจากข้อมูลที่สำรวจมาจากผู้บริโภค ซึ่งความละเอียดและถูกต้องของข้อมูลจะเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

$$\text{อัตราการปรับปรุง} = \frac{\text{เป้าหมาย}}{\text{ความสามารถในปัจจุบัน}} \quad (2.1)$$

- **จุดขาย** หมายถึง ความสามารถในการขายของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น หลอดไฟฟลูออโรยูทิลิตี้ 1,000 ชั่วโมง หากสามารถผลิตให้มีอายุใช้งานถึง 1,200 ชั่วโมง โดยราคาไม่เปลี่ยนแปลง นับว่าเป็นจุดขายที่สำคัญของหลอดไฟชนิดใหม่นี้ ดังนั้นจุดขายจึงเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างความสามารถของผลิตภัณฑ์เทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ โดยค่าที่ได้มักจะเป็น

1.00	=	ไม่มีจุดขาย
1.20	=	มีจุดขายปานกลาง
1.50	=	มีจุดขายสูง

- **ลำดับที่ของการให้น้ำหนัก** การคำนวณลำดับการให้น้ำหนักนั้น จะแบ่งเป็นลำดับที่ (Rank) ของการให้น้ำหนักเริ่มต้นและลำดับที่น้ำหนักมาตรฐาน ดังนั้นจึงเป็นตัวเลขที่บ่งบอกถึงความสำคัญโดยรวมของความต้องการของผู้บริโภค โดยมีการแบ่งลำดับจากพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ปัจจุบัน

$$\text{ลำดับที่น้ำหนักมาตรฐาน} = \frac{\text{ลำดับที่ของการให้น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{ผลรวมของลำดับที่การให้น้ำหนักเริ่มต้น}} \quad (2.2)$$

$$\text{ลำดับที่ของการให้น้ำหนักเริ่มต้น} = \text{ความสำคัญของความต้องการ} \times \text{อัตราการปรับปรุง} \times \text{จุดขาย} \quad (2.3)$$

ส่วนที่ 3 เทคนิคที่นำมาใช้ (Technical Response) เทคนิคที่นำมาใช้ตอบสนองนี้เป็นคำอธิบายทั่วไปของผลิตภัณฑ์ (สินค้า/บริการ) ซึ่งจะเป็นการอธิบายในเชิงตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (Substitute Quality Characteristics: SQCs) หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ความต้องการของผลิตภัณฑ์ทางด้านเทคนิค (Product Technical Requirement: PTR) ซึ่งมักจะมาจากความต้องการของผู้บริโภคโดยตรง เนื่องจากว่าหากได้มีการเปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์ไปเป็นชนิดอื่นอาจจะไม่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค กระบวนการต่อไปนี้จะต้องถูกกำหนดในแต่ละความต้องการของลูกค้า

- กำหนดมาตรการในการวัด ซึ่งจะต้อง
 - สามารถวัดค่าได้ในขณะมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์
 - สามารถควบคุมได้ โดยกลุ่มผู้พัฒนา
 - สามารถกำหนดทิศทางของความดี (Direction of Goodness) เช่น ยิ่งค่ามากก็ยิ่งดีมาก หรือยิ่งค่าน้อยก็ยิ่งดีมาก หรือต้องให้ได้ตามค่ามุ่งหมายถึงจะดีที่สุด เป็นต้น
 - ต้องมีการกำหนดหน่วยของการวัด

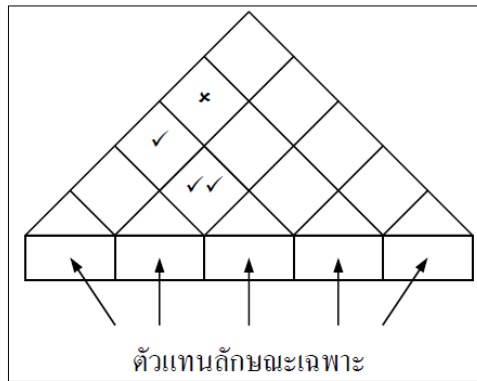
• กำหนดวิธีการวัด โดยบ่งบอกถึงจะทำการวัดอย่างไร เพื่อหลีกเลี่ยงการสับสนในกลุ่มผู้ออกแบบ

ส่วนที่ 4 ความสัมพันธ์ (Relationships) ในส่วนนี้กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ จะทำการรวบรวมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการและตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (SQCs) ความเชื่อมต่อกันของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพและความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อความต้องการต่างๆ สามารถแบ่งคุณค่าออกได้เป็น 4 คุณค่า ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สัญลักษณ์ความเชื่อมต่อกัน

ความเชื่อมต่อกัน	สัญลักษณ์	คุณค่า	คำอธิบาย
ไม่มีความเชื่อมต่อกัน	ไม่มี	0	ไม่มี
ความเชื่อมต่อกันเล็กน้อย		1	มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพมาก แต่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยในการคาดการณ์ความพึงพอใจของผู้บริโภค
ความเชื่อมต่อกันปานกลาง		3	มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพมาก แต่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยในการคาดการณ์ความพึงพอใจของผู้บริโภค
ความเชื่อมต่อกันสูง		9	มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพน้อย แต่มีการเปลี่ยนแปลงมากในการคาดการณ์ความพึงพอใจของผู้บริโภค

ส่วนที่ 5 ความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค (Technical Correlations) ในส่วนนี้จะเป็นส่วนหลังคาของบ้านแห่งคุณภาพ ซึ่งจะเป็นความเกี่ยวเนื่องของเทคนิคต่างๆ ที่นำมาใช้ในตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ ซึ่งจะเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากในเชิงของวิศวกรรมคอนเคอร์เร้นท์ เนื่องจากการจะเป็นการระบุเทคนิคใดต้องการร่วมมือและการสื่อสารซึ่งกันและกันและในปริมาณเท่าใด ความสัมพันธ์ตัวอย่างระหว่างตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพจะถูกสร้างเป็นตารางเมทริกซ์แนวเฉียง ซึ่งแสดงไว้ในรูป 2.4 และสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของตัวแทนลักษณะเฉพาะ แสดงดังตาราง 2.2

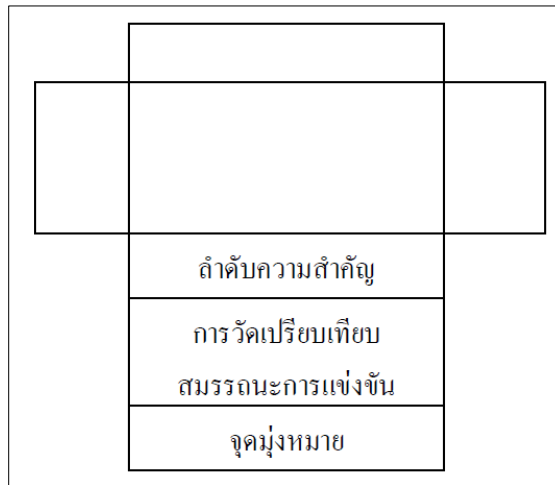


รูป 2.4 ความสัมพันธ์ตัวอย่างระหว่างตัวแทนลักษณะเฉพาะ

ตาราง 2.2 ความหมายของสัญลักษณ์ด้านความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค

สัญลักษณ์	ความหมาย
✓	มีผลกระทบในทางบวกสูง
✓✓	มีผลกระทบในทางบวก
ช่องว่าง	ไม่มีผลกระทบ
x	มีผลกระทบในทางลบ
xx	มีผลกระทบในทางลบสูง

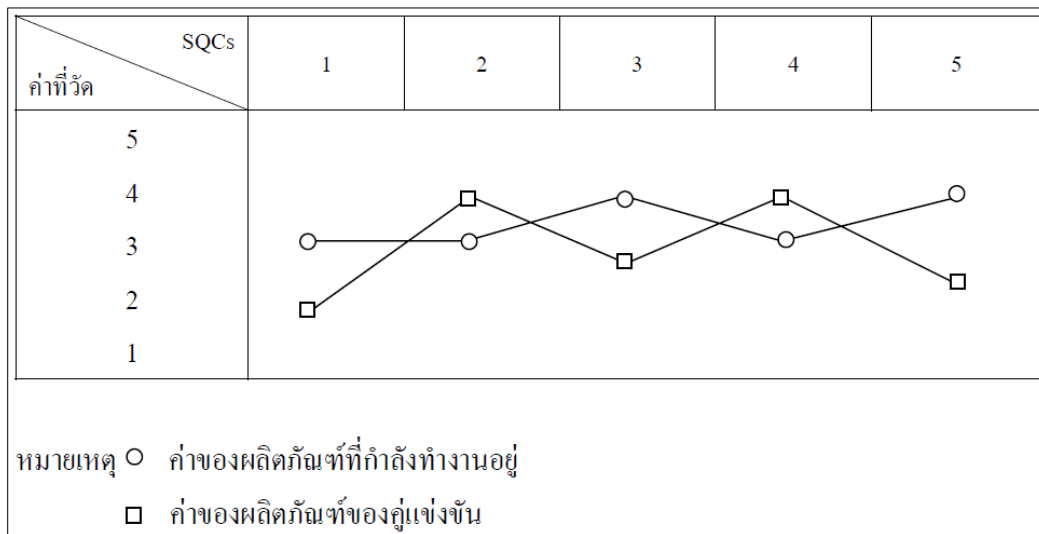
ส่วนที่ 6 การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะทางเทคนิค (Technical Benchmark) การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะทางเทคนิคนี้ จะเป็นประเด็นในทางเทคนิคโดยการได้รับผลกระทบจากความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังรูป 2.5



รูป 2.5 องค์ประกอบของการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะทางเทคนิค

1) **ลำดับความสำคัญของความสัมพันธ์ (Priority Relationships)** ส่วนนี้จะเป็นการคำนวณ อัตราส่วนของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพเพื่อหาผลรวมความพึงพอใจของผู้บริโภค ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของผลลัพธ์ในเรื่องการแปลงหน้าที่คุณภาพ คำนวณโดยความสัมพันธ์การเชื่อมต่อกันมาคูณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของความต้องการ ค่าที่ได้จะเป็นค่าของความสัมพันธ์ระหว่างกัน จากนั้นนำความสัมพันธ์มารวมกันจะได้ผลรวมของความสัมพันธ์และเปอร์เซ็นต์ของผลรวมความสัมพันธ์ โดยที่ให้ทำการคำนวณเช่นเดียวกันนี้ ในตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพทั้งหมด ดังนั้นจะได้ทราบค่าความสัมพันธ์ซึ่งบ่งบอกถึงความสำคัญในปริมาณต่างๆ กัน เพื่อให้กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ทราบถึงความต้องการใด และตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพใด ต้องได้รับการเอาใจใส่อย่างสูงและสามารถเรียงลำดับได้

2) **การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะการแข่งขัน (Competitive Benchmarking)** หลังจากที่ได้ทราบว่าตัวแทนสัญลักษณ์เฉพาะทางคุณภาพใดที่มีความสำคัญที่สุด (จากผลรวมของความสัมพันธ์) กลุ่มผู้ออกแบบจะต้องทำการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะการแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่น ในหัวลักษณะเฉพาะทางคุณภาพเดียวกัน โดยมีการเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นในส่วนของวัตถุประสงค์ของการวัดเปรียบเทียบสมรรถนะการแข่งขัน หลังจากนั้นจะได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพสูงยิ่งกว่าคู่แข่งได้ การวัดค่าก็จะใช้วิธีเดียวกันกับการหาค่าของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ โดยการให้คุณค่าต่างๆ (ดังตาราง 2.1 ที่ได้กล่าวมาแล้ว) การแสดงผลสามารถแสดงผลได้ด้วยตาราง แต่การแสดงผลด้วยแผนภูมิจะได้รับความนิยมมากกว่า ดังแสดงในรูป 2.6



รูป 2.6 แผนภูมิการวัดเปรียบเทียบการแข่งขัน

3) จุดมุ่งหมาย (Target) จุดมุ่งหมายในที่นี้หมายถึง การกำหนดตัวเลขตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพแต่ละชนิด เมื่อเทียบกับคู่แข่ง ซึ่งจะเป็นสิ่งขับเคลื่อนให้กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์พยายามพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีค่าที่วัดได้สูงกว่าค่าที่เป็นจุดมุ่งหมาย สิ่งที่สำคัญในที่นี้ คือ แนวคิดของการแปลงหน้าที่คุณภาพจะสามารถแบ่งแยกความต้องการของผู้บริโภคกับจุดมุ่งหมายในทางเทคนิคออกจากกัน เพื่อการวิเคราะห์ที่มีความละเอียดรอบคอบ แม้ว่าจุดเริ่มต้นจะพัฒนาจากความต้องการของผู้บริโภค แต่จุดมุ่งหมายทางเทคนิคไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งการตั้งจุดมุ่งหมายสามารถทำได้ดังนี้

- เริ่มต้นโดยตัวแทนลักษณะเฉพาะทางด้านคุณภาพที่ได้ลำดับสูงสุด

- หาจุดแข็งของผลิตภัณฑ์ เมื่อเทียบกับคู่แข่ง
- ใช้ความรู้ที่มีอยู่กำหนดจุดมุ่งหมายโดยเปรียบเทียบกับความสามารถในการพัฒนาของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพนั้น ซึ่งเป้าหมายคือ สร้างให้ดีกว่าคู่แข่ง สร้างให้ดีเท่ากับคู่แข่ง หรือสร้างให้ด้น้อยกว่าคู่แข่ง

โดยทั่วไปเป้าหมายจะเป็นจะเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ให้ดีกว่าหรือดีกว่าคู่แข่งในตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพนั้น โดยเฉพาะถ้าเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจมากที่สุด

สรุป คือ เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านแห่งบ้านคุณภาพจะเริ่มจากเสียงของผู้บริโภค (Voice of Customers) แปลงหน้าที่มาเป็นตัววัดผล (Performance Measures) ซึ่งจะเป็นตัวแทนคุณลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (Substitute Quality Characteristic: SQCs) โดยจะ

แสดงออกในรูปของผลงานที่สามารถวัดค่าได้ เช่น ข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement) หลังจากได้ SQCs แล้ว จะทำการจัดลำดับความสำคัญว่าควรปรับปรุงหรือพัฒนา SQCs ตัวใดเป็นอันดับแรก เป้าหมายของการปรับปรุงอยู่ที่ตำแหน่งใด (Target Value) และคำนวณค่าความสำคัญของตัววัดผลงาน ซึ่งทั้ง SQCs และค่าความสำคัญของตัววัดผลงานจะนำไปใช้ต่อในเมทริกซ์ที่สอง

2.1.1.2 เมทริกซ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Part Deployment หรือ Design Deployment) ขั้นตอนแรกของการแปลงการออกแบบหรือการแปลงชิ้นส่วน (Parts Deployment) นี้ จะทำการแบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็นระบบย่อย หลังจากนั้นเป็นชิ้นส่วนย่อย เพื่อสามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะของชิ้นส่วนซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญในการออกแบบ ลักษณะเฉพาะเหล่านี้จะรวมถึงวิธีการวัดและทิศทางของความดีด้วย

หลังจากนั้นจะต้องมีการประมาณผลกระทบของลักษณะเฉพาะของแต่ละชิ้นส่วนในการวัดค่าของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ ซึ่งได้มาจากบ้านแห่งคุณภาพ จากนั้นทำการคำนวณลำดับความสัมพันธ์ของผลรวมความสัมพันธ์ ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นสิ่งขับเคลื่อนให้ทีมผู้พัฒนาทราบว่าชิ้นส่วนใดและลักษณะเฉพาะใดเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดจากความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ทีมผู้พัฒนาควรที่จะพัฒนาสิ่งนี้ก่อน

2.1.1.3 เมทริกซ์การวางแผนกระบวนการ (Process Planning หรือ Manufacturing Planning) ขั้นตอนแรกของการสร้างเมทริกซ์ของการวางแผนกระบวนการหรือการวางแผนการผลิต (Manufacturing Planning) คือ จะทำการแยกแยะกระบวนการที่สำคัญออกมาเพื่อที่จะทราบว่ากระบวนการดังกล่าวนี้มีความสามารถเพียงพอที่จะปฏิบัติการได้ นอกจากนี้ยังต้องหาพารามิเตอร์สำคัญต่างๆ ด้วย โดยทั่วไปขั้นตอนจะมีดังนี้

1) กลุ่มผู้พัฒนาจะต้องทำการแยกแยะกระบวนการไหล (Flow Process) หรือกระบวนการประกอบ (Assembly Process) โดยจะต้องทำการหากระบวนการย่อยในแต่ละส่วนด้วย

2) แยกแยะข้อมูลที่ต้องการใช้ในการผลิตของแต่ละกระบวนการแต่ละกระบวนการหลักและกระบวนการย่อย

3) หลังจากนั้นใช้ความรู้ในทางกระบวนการผลิต (Manufacturing Process) รวมทั้งทำการทดสอบ (ถ้าเป็นไปได้) เพื่อที่จะแยกแยะพารามิเตอร์ของกระบวนการต่างๆ ที่สำคัญในการปฏิบัติการเช่น การตั้งค่าของเครื่องจักร เป็นต้น

พารามิเตอร์ในกระบวนการต่างๆ เหล่านี้จะกลายเป็น “อย่างไร” หรือ “How” ในเมทริกซ์และจะต้องถูกจัดลำดับบนพื้นฐานของลักษณะเฉพาะเหล่านี้

2.1.1.4 เมทริกซ์การวางแผนควบคุมกระบวนการ (Production Planning หรือ Production Operation Planning) ในขั้นตอนนี้มักจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของการใช้การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ ซึ่งอาจจะไม่ได้อะไรในรูปของเมทริกซ์เสมอไป ข้อมูลอาจมาจากลำดับที่ของพารามิเตอร์กระบวนการที่ต้องใช้ ยกตัวอย่างเช่น

- 1) ข้อมูลการตั้งเครื่องจักร
- 2) วิธีการควบคุมการทำงานต่างๆ
- 3) เอกสารควบคุม
- 4) ความต้องการให้ผู้ปฏิบัติการได้รับการฝึกอบรม

หลังจากนั้นจะมีการสร้างตารางเมทริกซ์ หรือแผนภูมิซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือต้องการจะรวบรวมผลกระทบต่างๆ จากความต้องการของผู้บริโภคให้สามารถตั้งค่าที่ต้องการ หรือการปฏิบัติการต่างในการทำให้ได้ตามความต้องการเหล่านั้น

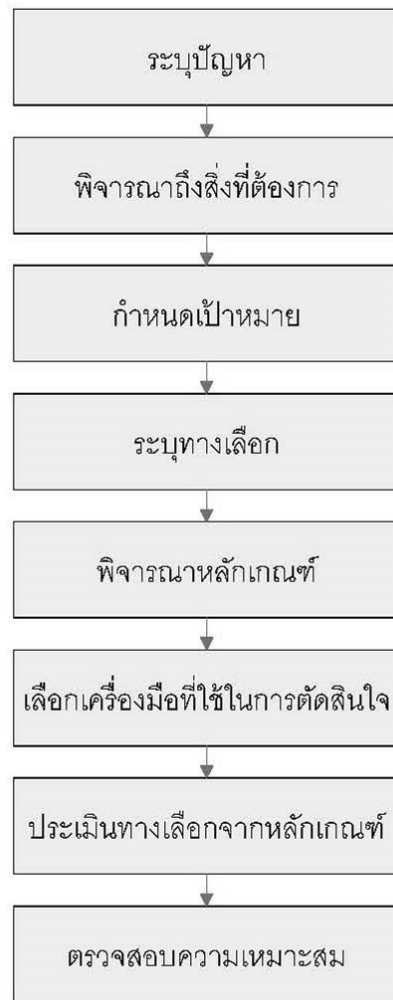
2.2 วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making)

วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) เป็นการจัดการปัญหาเกี่ยวกับการตัดสินใจที่เป็นลักษณะพิเศษ คือ พิจารณาประเมินหลักเกณฑ์หลายทางเลือก ทฤษฎีพื้นฐานของ MCDM สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การตัดสินใจแบบหลายคุณสมบัติ (Multi-Attribute Decision Making, MADM) เป็นการตัดสินใจเลือกท่ามกลางจำนวนทางเลือกที่มีข้อจำกัดทางคุณสมบัติในการตัดสินใจ และการตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective Decision Making, MODM) การตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์เป็นการหาวิธีการที่ดีที่สุดท่ามกลางทางเลือกที่เป็นไปได้ และกระบวนการตัดสินใจทั้ง 2 ประเภทมีความแตกต่างกัน ลักษณะของคุณสมบัติและทางเลือกสอดคล้องกับปัญหา MADM ในการหาวิธีการหรือกระบวนการที่นำมาซึ่งการบรรลุวัตถุประสงค์ (Objective) นั้น โดยมีวิธีการที่ใช้งานได้ (Operational) มีแนวทางปฏิบัติที่จะประเมิน ระดับของความสำเริง สิ่งที่จะอำนวยความสะดวกในวิธีปฏิบัตินี้เป็นเซตของคุณสมบัติ (Attribute) โดยกำหนดอยู่ในระดับล่างสุดของโครงสร้างลำดับชั้นของวัตถุประสงค์ และคุณสมบัตินั้น เป็นสิ่งที่วัดในเชิงปริมาณได้ โดยค่าของมันจะสะท้อนระดับของความสำเริงสำหรับวัตถุประสงค์นั้นๆ

ตาราง 2.3 การเปรียบเทียบระหว่าง วิธีการตัดสินใจแบบ MADM และ MODM

หัวข้อ	MADM	MODM
หลักเกณฑ์ (กำหนดโดย)	คุณสมบัติ	วัตถุประสงค์
วัตถุประสงค์	แสดงโดยนัย	แสดงอย่างชัดเจน
คุณสมบัติ	แสดงอย่างชัดเจน	แสดงโดยนัย
ข้อกำหนด	ไม่ทำอะไร	ดำเนินการ
ทางเลือก	จำนวนจำกัด เป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่อง	ไม่จำกัดจำนวน เป็นช่วงค่าที่ต่อเนื่อง
การโต้ตอบกับผู้ตัดสินใจ	ไม่มากนัก	ส่วนมาก
การใช้	การเลือก/การประเมิน	ออกแบบ

ขั้นตอนวิธีการของกระบวนการตัดสินใจนั้น ควรจะเริ่มจากการระบุผู้ที่จะทำการตัดสินใจ และผู้ร่วมการพิจารณา จากนั้น ทำการพิจารณาถึงปัญหาที่ต้องทำการตัดสินใจ สิ่งที่ต้องการเป้าหมาย และหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังแสดงในรูป 2.7



รูป 2.7 ขั้นตอนวิธีการของกระบวนการตัดสินใจ

โดยพื้นฐานของ MADM นั้นประกอบด้วยส่วนต่างๆ ซึ่งสามารถให้นิยามและคำจำกัดความดังนี้

1) ชุดของทางเลือก (Set of Alternative) มีจำนวนตัวเลขที่มีขีดจำกัด ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ต้องการคัดกรอง การจัดลำดับ และการเลือก

2) หลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria) ชุดของหลักเกณฑ์ (หรือบางครั้งเรียกว่า หลายคุณสมบัติ) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแต่ละปัญหา เป็นการสร้างขึ้นและการกำหนดในกระบวนการ MADM ซึ่งเมื่อจำนวนของหลักเกณฑ์มีมากควรสร้างรูปแบบเป็น โครงสร้างลำดับชั้น

3) ค่าคะแนนของหลักเกณฑ์ (Criterion Scores) ตัวเลขที่แสดงคะแนนของทางเลือกทั้งหมดในแต่ละปัจจัย เรียกว่า “ค่าคะแนนหลักเกณฑ์” ซึ่งสามารถเขียนได้เป็นตารางเมตริกซ์การตัดสินใจ (Decision Matrix) ดังสมการ (2.4)

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & \dots & C_{1i} \\ \cdot & \dots & \cdot \\ C_{j1} & \dots & C_{ji} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

โดยที่ C_{ji} = ค่าคะแนนหลักเกณฑ์ของทางเลือก i สำหรับ หลักเกณฑ์ j
 j = หลักเกณฑ์การตัดสินใจ ($j = 1, 2, \dots, j$) และ
 i = ทางเลือก ($i = 1, 2, \dots, i$)

เมตริกซ์การตัดสินใจนี้อาจจะเป็นตัวเลขที่เป็นข้อมูลดิบ หรือ ค่าคะแนนปรับเทียบปกติ (Normalized) โดยทั่วไปแล้ววิธีการปรับค่าคะแนนปกติทั้งที่เป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้นสามารถประยุกต์ใช้ให้เป็นตัวเลขที่อยู่ระหว่างค่า 0 ถึง 1

4) **น้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ (Criterion Preference)** วิธีการ MADM ต้องการสื่อความพึงพอใจของหลักเกณฑ์ เป็นความสำคัญสัมพัทธ์ (หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ) ซึ่งจะปรับเป็นค่าคะแนนปกติของแต่ละหลักเกณฑ์ และสามารถเขียนเป็น เวกเตอร์ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Weight Vector, W) แสดงดังสมการ

$$W^T = (w_1, w_2, \dots, w_J) \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^J w_j = 1 \quad (2.6)$$

และ

5) **ฟังก์ชันรวม (Aggregation Functions)** เป็นผลคูณของค่าคะแนนหลักเกณฑ์และ เวกเตอร์น้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ ซึ่งแสดงดังสมการ (2.7)

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ \cdot \\ S_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & \dots & C_{1I} \\ \cdot & \dots & \cdot \\ C_{J1} & \dots & C_{JI} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_1 \\ \cdot \\ W_J \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

ซึ่ง S_i = ค่าคะแนนการประเมินของทางเลือก

วิธีการนี้สมมติฐานให้ค่าน้ำหนักความสำคัญ สำหรับแต่ละหลักเกณฑ์เป็นเชิงปริมาณ ซึ่งค่าคะแนนหลักเกณฑ์เป็นการพิจารณาบนช่วงค่า หรืออัตราส่วน และสามารถรวมกันเป็นฟังก์ชันเพิ่ม (Additive Function) การจัดลำดับความสำคัญ (Priority) ของทางเลือกจะเป็นขั้นสุดท้ายของการพิสูจน์ซึ่งมีรูปแบบการจัดลำดับความสำคัญดังนี้

- ก. มีเพียงทางเลือกเดียวเท่านั้นที่แนะนำ
- ข. ให้ค่าทางเลือกที่ตีความ (หลังจากแยกส่วนที่ไม่ได้ออกจากหนึ่งทางเลือก)
- ค. สามารถจัดลำดับทางเลือกที่ดีที่สุดไปยังทางเลือกที่แย่ที่สุด

6) **วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)** ความไม่แน่นอน ความไม่ถูกต้อง ซึ่งรวมอยู่ในข้อมูลที่ใช้กระบวนการ MADM นั้นเราสามารถจับประเด็นและหาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความอ่อนไหว การดำเนินการนี้ควรจะทำก่อนการตัดสินใจครั้งสุดท้าย ซึ่งความอ่อนไหวส่วนใหญ่สามารถระบุถึงผลสรุปของการวิเคราะห์ได้

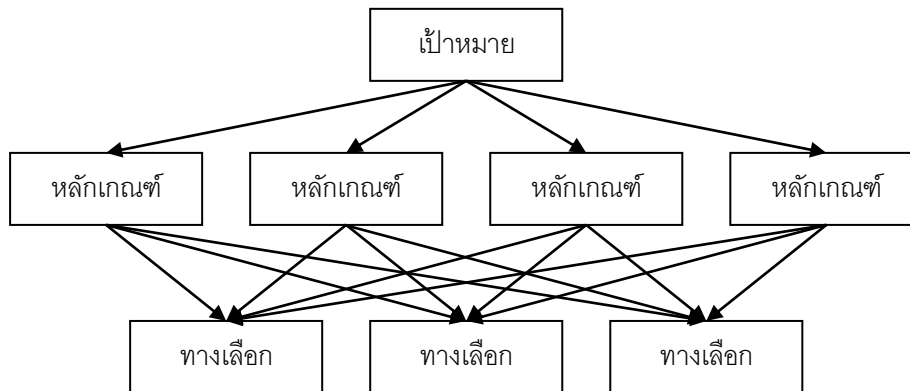
2.2.1 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) หรือเรียกสั้นๆ ว่า AHP เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Best Alternatives) พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการง่ายๆ คือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรก คือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ (Saaty, 1980) แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้ว จึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือก เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ ในปัจจุบัน AHP เป็นหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multicriteria Decision Making) ซึ่งมีผู้นิยมใช้กันมาก (Lequna et. al., 1999) และยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ตัดสินใจทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น

การดำเนินการของวิธี AHP ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ประการ คือ

- 1) การสลายปัญหาที่ซับซ้อน (Decomposition) ให้อยู่ในรูปของแผนภูมิโครงสร้างเป็นลำดับชั้น (Hierarchy Structure) แต่ละระดับชั้นประกอบไปด้วยเกณฑ์ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ระดับชั้นบนสุดเรียกว่าเป้าหมาย โดยรวมซึ่งมีเพียงปัจจัยเดียว

เท่านั้น ระดับชั้นที่ 2 อาจมีหลายปัจจัยขึ้นอยู่กับว่าแผนภูมินั้นมีทั้งหมดกี่ระดับชั้น ที่สำคัญที่สุดปัจจัยต่างๆ ในระดับชั้นเดียวกันต้องมีความสำคัญทัดเทียมกัน ถ้ามีความสำคัญแตกต่างกันมากควรแยกเอาปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยกว่าลงไปอยู่ระดับชั้นที่อยู่ถัดลงไป ตัวอย่างแผนภูมิชั้นโครงสร้าง AHP แสดงดังรูป 2.8



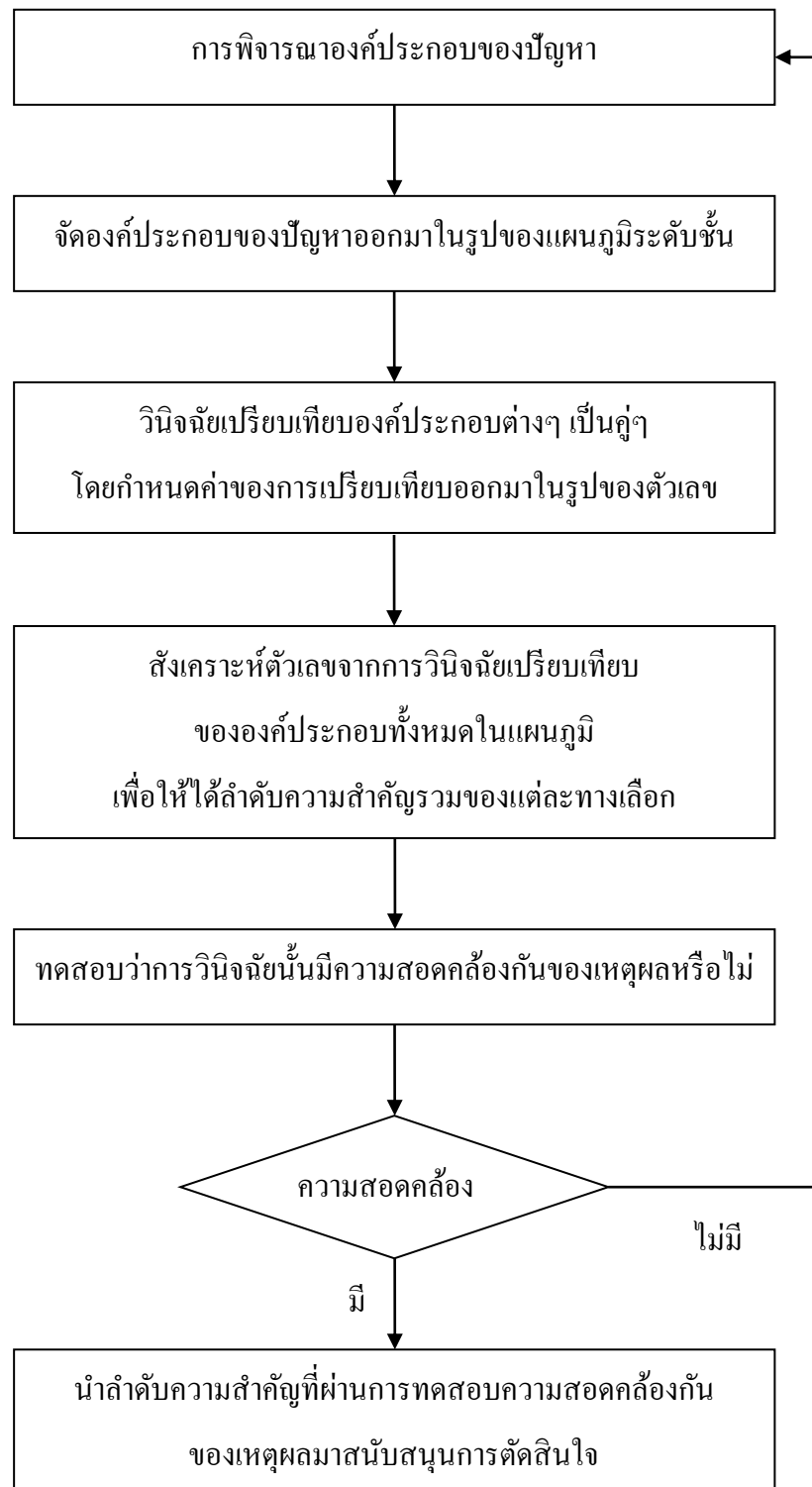
รูป 2.8 แสดงโครงสร้างลำดับชั้น AHP

2) การหาลำดับความสำคัญ (Prioritization) โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทีละคู่ (Pairwise Comparisons) จากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละระดับชั้น โครงสร้างโดยใช้วิธี Principle of Hierarchic Composition การวินิจฉัยจะแสดงออกมาในรูปของมาตราส่วนของระดับความพึงพอใจที่เป็นตัวเลข 1 ถึง 9 ในตารางเมทริกซ์เนื่องจากตารางเมทริกซ์คือเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการเปรียบเทียบในลักษณะเป็นคู่ๆ หรือจับคู่ นอกจากจะช่วยอธิบายเกี่ยวกับการเปรียบเทียบแล้วตารางเมทริกซ์ยังสามารถทดสอบความสอดคล้องกันของการวินิจฉัย และสามารถวิเคราะห์ถึงความอ่อนไหวของลำดับความสำคัญเมื่อการวินิจฉัยเปลี่ยนแปลงไปได้อีกด้วย

3) การสังเคราะห์ (Synthesis) โดยการพิจารณาจากลำดับความสำคัญทั้งหมดจากการเปรียบเทียบว่าทางเลือกใดควรได้รับเลือก

4) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของทางเลือกที่มีต่อปัจจัยในการวินิจฉัย (Sensitivity Analysis) จะทำการทดสอบหลังจากเสร็จจากกระบวนการทั้งหมด เป็นการพิจารณาว่าเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเกณฑ์การตัดสินใจหรือปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะทำให้อันดับความสำคัญของทางเลือกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

จากขั้นตอนต่างๆ ของทฤษฎี AHP สามารถสรุปเป็นแผนภูมิต้นตอนได้ดังรูป 2.9



รูป 2.9 แผนภูมิแสดงขั้นตอนกระบวนการ AHP

ที่มา : วิฑูรย์ ตันศิริคงกล, 2542

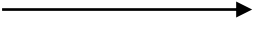
กระบวนการวิเคราะห์ของ AHP มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ก. การวิเคราะห์เมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \downarrow & \downarrow & \dots & \downarrow \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

รูป 2.10 แสดงรูปแบบเมทริกซ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตาราง 2.4 แสดงตารางเมทริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์			
	A ₁	A ₂		A _n
A ₁	1	3	-	-
A ₂	1/3	1	-	-
↓				
หลักเกณฑ์ A _n	-	-	-	1

จากตาราง 2.4 ภายใต้มเป้าหมายการตัดสินใจ หลักเกณฑ์ A₁ ในแถวซ้ายมือ บนสุดจะถูกเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ A₂ ถึง A_n (แผนภูมิขั้นโครงสร้างแสดงดังรูป 2.8) ในแถวบนของ A₁ การเปรียบเทียบก็ดำเนินการเช่นเดียวกันในแถวบนที่ 2 ในการเปรียบเทียบนั้นผู้ตัดสินใจจะเกิดคำถามว่าหลักเกณฑ์ที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลมากกว่าหลักเกณฑ์อื่นที่ถูกนำมาเปรียบเทียบในระดับไหน

ข. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean Method)

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเกิดจากการนำเอาตัวเลขที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยมาคูณกัน แล้วนำเอาผลคูณนั้นมาถอดรากตามจำนวนตัวเลขนั้น แสดงได้ดังสมการ (2.8)

$$V_i = \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n} \quad (2.8)$$

เมื่อ a_{ij} = ค่าตัวเลขในตารางเมทริกซ์

V_i = ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

n = จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

ค. การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของรูปแบบทางเลือก

การวิเคราะห์หาน้ำหนักคะแนนของแต่ละรูปแบบทางเลือกนั้นเกิดจากการตั้งเคราะห์ข้อมูลแต่ละรูปแบบทางเลือกดังสมการ (2.9)

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (2.9)$$

และ
$$\sum_{i=1}^n W_i = 1.0 \quad (2.10)$$

เมื่อ W_i = น้ำหนักคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์

V_i = ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

n = จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

ง. การวิเคราะห์ความสอดคล้อง

วิธีการคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผลในการให้คะแนน โดยใช้การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ที่ละคู่ของหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกกำหนดโดยนำผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแถวตั้ง แต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถวแล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ผลรวมนี้เรียกว่า Eigen Values สูงสุด ($\lambda_{\max}$)

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \right] \quad (2.11)$$

- ถ้าตารางเมทริกซ์มีความสอดคล้องกันของเหตุผลสมบูรณ์ 100 %

$$\lambda_{\max} = \text{จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ } (n)$$

- ถ้าตารางเมทริกซ์ไม่มีความสอดคล้องกัน

$$\lambda_{\max} > \text{จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ}$$

ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : CI)

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad (2.12)$$

โดย n = จำนวนหลักเกณฑ์

อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR)

$$CR = \frac{CI_{\text{จากการคำนวณ}}}{CI_{\text{จากการสุ่มตัวอย่าง}}} \quad (2.13)$$

ค่า CR ที่ได้จะมีเกณฑ์ในการวินิจฉัยว่ามีความสอดคล้องของเหตุผล โดยดูจากจำนวนปัจจัยดังนี้

จำนวนปัจจัย 3 ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 5%

จำนวนปัจจัย 4 ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 9%

จำนวนปัจจัยเกินกว่า 5 ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 10%

ถ้าค่า CR เกินกว่ามาตรฐานดังกล่าวแสดงว่าความสอดคล้องกันของเหตุผลไม่มีความสอดคล้องกัน ผู้วิจัยต้องทบทวนการวินิจฉัยที่ได้ทำไปแล้วใหม่ ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหของ عدمสอดคล้องกันก็คือ เรียงลำดับปัจจัยตามน้ำหนักที่ได้จากการวินิจฉัยในครั้งแรก ต่อจากนั้นก็สร้างตารางเมทริกซ์เพื่อวินิจฉัยหาลำดับความสำคัญใหม่โดยดูว่าอันดับเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ ซึ่งถ้าเปลี่ยนไปในทางที่เป็นเหตุผลและตรงกับสถานการณ์ของปัญหาก็ย่อมหมายถึงความสอดคล้องกันของเหตุผลก็จะสูงขึ้น

ค่า RI (Random Index) ได้มาจากการทดลองโดยการสุ่มตัวอย่างจากตารางเมทริกซ์จำนวน 64,000 ตัวอย่าง โดย Saaty (1980) ดังแสดงในตาราง 2.5

ตาราง 2.5 แสดงค่า RI จากการสุ่มตัวอย่าง

n	RI	N	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.9	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

ที่มา : Saaty, 1980

ในการวินิจฉัยเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ ผู้วินิจฉัยจะกำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นระดับความเข้มข้นของความสำเร็จด้วยตัวเลข 1 ถึง 9 โดยความหมายของตัวเลขที่แสดงระดับความเข้มข้นของความสำเร็จแสดงดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 แสดงชุดของตัวเลขที่ใช้ในการเปรียบเทียบรายคู่

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ที่มา: Huizingh and Vriolijk, 1994

จ. การวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญ

ในการวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ทำการเปรียบเทียบนั้นมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

หาผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวของตารางเมทริกซ์ ตัวอย่างเช่น ในตาราง 4 ในแถวตั้ง A_1 มีค่าผลรวม $= (1+2+4 = 7)$, ในแถวตั้ง A_2 มีค่าผลรวม $= (1/2+1+2 = 3.5)$, ในแถวตั้ง A_3 มีค่าผลรวม $= (1/4+1/2+1 = 1.75)$

นำตัวเลขแต่ละช่องของแถวตั้ง แต่ละแถวหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งนั้นเพื่อให้ได้ตารางเมทริกซ์ของค่าเฉลี่ยซึ่งจะเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่างๆ ตัวอย่าง เช่น ในแถวตั้ง $A_1 = 1/7, 2/7, 4/7$ ในแถวตั้ง $A_2 = (1/2)/3.5, 1/3.5, 2/3.5$ ในแถวตั้ง $A_3 = (1/4)/1.75, (1/2)/1.75, 1/1.75$

การหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแต่ละแถวนำมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแต่ละแถวอนนั้น ตัวอย่างเช่น ในตาราง 4 แถวอน A_1 มีค่าเฉลี่ย = $[(1/7)+0.1428+0.1428]/3 = 0.143$ ฯลฯ

ตาราง 2.7 แสดงตารางเมทริกซ์ที่แสดงถึงเป้าหมายการตัดสินใจภายใต้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบ

เป้าหมายในการตัดสินใจ	A_1	A_2	A_3	ลำดับความสำคัญ
A_1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	0.143
A_2	2	1	$\frac{1}{2}$	0.286
A_3	4	2	1	0.571
Σ	7	3.5	1.75	

2.3 แนวคิดและทฤษฎีของการจำลองรายละเอียดข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling , BIM)

2.3.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

Building Information Modeling เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปีคริสต์ศักราชที่ 1970 ซึ่งเป็นการเขียนแบบในลักษณะรูปทรง 3 มิติ โดยองค์ประกอบทุกส่วนของอาคารล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับขั้นตอนด้านการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองอาคาร ในรูปของขบวนการกระจายและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดของการทำแบบก่อสร้าง และเพื่อนำไปใช้ประกอบการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากต้องมีการใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงสูงโดยเฉพาะการพัฒนาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ไม่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีเพียงอุตสาหกรรมการผลิตและอากาศยานทางอวกาศเท่านั้นที่ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์จากแนวความคิดดังกล่าว (Eastman, 2008)

แนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนทางด้านการออกแบบ ที่เรียกว่า Computer Aided Design (CAD) ได้มีการพัฒนาควบคู่ไปกับการพยายามในการนำข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบออกมาใช้ร่วมกับข้อมูลเครื่องจักรกลอาคาร (Mechanical) และระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตามแนวทางนี้ออกแบบสามมิติดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน ซึ่งคอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถพัฒนาได้เทียบเท่าความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้นผู้ออกแบบส่วนมากจึงนิยมออกแบบเป็นลักษณะ 2 มิติแต่ภายในระยะเวลาไม่นานจำนวนผู้ใช้ CAD ในการทำเอกสารก่อสร้างและแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop Drawing) มากกว่าการเขียนแบบบนกระดาษ (Autodesk, 2002)

ในช่วงปี ค.ศ. 1980 ระบบการทำงานในรูปแบบ Object-based parametric modeling ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการออกแบบซึ่งแนวทางการทำงานใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ของรูปทรงสามมิติในการออกแบบโดยพารามิเตอร์ดังกล่าวมีส่วนที่ผู้ออกแบบต้องกำหนดขึ้นเองและส่วนที่กำหนดเป็นค่าคงที่ ทำให้มีแนวทางการออกแบบอยู่ 2 แนวทางได้แก่ การออกแบบโดยกำหนดกลุ่มวัตถุที่มีข้อกำหนดและความสัมพันธ์ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดโดยใช้ข้อมูลพารามิเตอร์เกี่ยวกับระยะ มุมและข้อกำหนดเกี่ยวกับ ชิ้นส่วนที่ต่อเนื่องหรือซ้อนทับกัน ชิ้นส่วนที่ขนานกัน และชิ้นส่วนที่มีระยะห่างจากชิ้นส่วนอื่น ในขณะที่แนวทางที่สองเป็นการออกแบบด้วยการกำหนดหลักการของการออกแบบและข้อกำหนดที่เป็นของชิ้นส่วนต่างๆ และให้ผู้ออกแบบเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ได้ตามความต้องการ โดยระบบจะมีการตรวจสอบความถูกต้องด้วยหลักการทางการออกแบบและข้อกำหนดที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบจะแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลไม่ถูกต้องตามหลักการและข้อกำหนดซึ่งการออกแบบดังกล่าวแตกต่างจากการออกแบบด้วยระบบ 3D CAD เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการออกแบบ CAD ต้องทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ของชิ้นส่วนเองในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการทำงานแบบ Object-based parametric modeling ข้อมูลของทุกอย่างองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องจะสามารถปรับเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติ (Eastman, 2008)

ในปี ค.ศ. 1987 หลักการทำงานแบบ Building Product Model และ Object-based parametric modeling ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกันและเรียกรูปแบบการทำงานแบบใหม่นี้ว่า Building Information Modeling โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์มีความง่ายขึ้นและสนับสนุนการทำงานร่วมกันในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

การประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ครั้งแรกเป็นการนำเสนอแบบจำลองอาคารเสมือนจริงของซอฟต์แวร์ ArchiCAD นอกจากนี้เมื่อปี ค.ศ. 1990 การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อแบ่งปันข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์มีมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลการออกแบบ CAD จากการใช้แผ่นดิสก์ เป็นการใช้อินเทอร์เน็ตด้วย FTP เว็บเพจ และอีเมลล์เพิ่มมากขึ้น แนวความคิดเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างด้วยข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์จึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และนี่จึงเป็นจุดเริ่มต้นของแนวคิดการบริหารจัดการข้อมูลก่อสร้างในรูปแบบของ web-based (Autodesk, 2002)

2.3.2 ความหมายและแนวคิด

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายและแนวคิดของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) พบว่า ได้มีผู้นิยามความหมายเกี่ยวกับแนวคิดดังกล่าวเอาไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งมีทั้งเนื้อหาที่สอดคล้องและแตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

อีสท์แมน (Eastman, 2008) และองค์การวิจัยและวิเคราะห์ด้านการก่อสร้าง แมครอ-ฮิลล์ (MCRA, 2008) ได้นิยามความหมายของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ว่าหมายถึงกระบวนการสร้างข้อมูลขึ้นส่วนสามมิติที่สามารถคำนวณขนาดและหาปริมาณได้ โดยมีความละเอียดครบถ้วนและครอบคลุมเกี่ยวกับการออกแบบ คุณภาพของงานก่อสร้าง ความสามารถสร้างได้ ลำดับการดำเนินงาน และการคำนวณต้นทุน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนในโครงการสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ

นอกจากนี้เมนดาติ (Mendati, 2008) และนีเดอร์วิน (Van Nederveen et al., 2009) ได้นิยามเอาไว้ว่า แบบจำลองข้อมูลอาคาร อาจหมายถึง ขั้นตอนการเตรียมแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง คุณสมบัติของการใช้งาน รูปร่างวัสดุ และกระบวนการของวงจรชีวิตของอาคาร ที่สามารถแสดงผลออกมาเป็นชิ้นส่วนในลักษณะสามมิติที่เหมือนจริงและสามารถนำไปใช้ได้ในทุกๆ ขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยแบบจำลองดังกล่าวสามารถเพิ่มเติม ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลโดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนได้และในทุกขั้นตอนของโครงการ นอกจากนี้หลักการทำงานดังกล่าวยังเป็นการรวบรวมข้อมูลที่กระจายตัวอย่างไม่เป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ต้องสร้างซ้ำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน และใช้รูปแบบชิ้นส่วนที่ออกแบบถูกต้องเป็นหลักในการออกแบบแทนระบบ CAD เพื่อลดความผิดพลาด

งานที่ซ้ำซ้อน และใช้รูปแบบชิ้นส่วนที่ออกแบบถูกต้องเป็นหลักในการออกแบบแทนระบบ CAD เพื่อลดความผิดพลาด

สมาคมสถาปนิกของอเมริกา (American Institute of Architect, 2012) และสถาบันที่ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคารแห่งชาติของอเมริกา (National Institute of Building Sciences, 2007) ได้กล่าวไว้ว่า แบบจำลองข้อมูลอาคาร คือ เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองของโครงการที่มาจากการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ภายในโครงการเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้สำหรับประกอบการตัดสินใจในช่วงวงจรของโครงการ

จากนิยามทั้งหมดที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นสามารถนำมาสรุปใจความสำคัญเกี่ยวกับความหมายและแนวคิดของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ว่าหมายถึง เทคโนโลยีหรือแนวคิดการจัดการข้อมูลอาคารผ่านแบบจำลองอาคารสามมิติ โดยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะอยู่ในรูปของฐานข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร รวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโยง

และแบ่งปันข้อมูลร่วมกันได้ ทั้งลักษณะทางกายภาพ การวิเคราะห์พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคาร ขั้นตอนการก่อสร้างและการสื่อสาร

2.3.3 หลักการทำงาน

กระบวนการทำงานของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ถือเป็นแนวทางในการทำงานที่มาพร้อมกับการเจริญเติบโตของระบบดิจิทัลผ่านการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพื่อตอบสนองความเจริญก้าวหน้าทางด้านธุรกิจ ซึ่งมีความต้องการข้อมูล (Information) ที่ถูกต้องผ่านการบริหารจัดการมาเป็นอย่างดี และมีการนำเสนอผลงานในลักษณะเสมือนจริงที่สามารถรับรู้มิติผ่านสื่อเชื่อมโยงทางอิเล็กทรอนิกส์ (ทรงพล ชมนาค, 2553)

แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เป็นหลักการทำงานที่รวมกันระหว่าง Building Product Model และ Object-based parametric modeling ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์และสนับสนุนการทำงานร่วมกันบนฐานข้อมูลดิจิทัล ซึ่งสามารถทำการบริหารจัดการ เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมข้อมูลเหล่านั้นได้ตลอดเวลา นอกจากนั้นข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในทุกมุมมองจะสามารถปรับเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติ

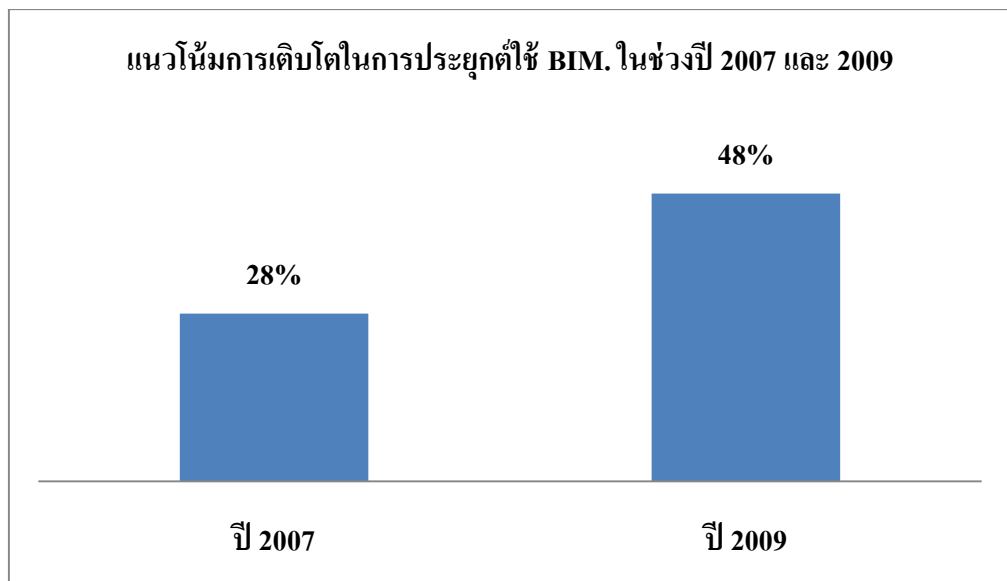
โดยหลักการทำงานดังกล่าวเริ่มต้นด้วยแนวความคิดในการดึงข้อมูล (Capturing) และการบริหารจัดการข้อมูลอาคาร และแสดงข้อมูลเหล่านั้นในแบบอย่างหรือวิธีการที่ใช้กัน หรือวิธีการที่มีความเหมาะสมต่อการสื่อสาร โดยแบบจำลองข้อมูลอาคารจะเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มสร้างตัวแบบจำลองรวมถึงขั้นตอนการจัดเก็บและบริหารจัดการไว้ในฐานข้อมูลโครงการ และอนุญาตให้ทุกคนในโครงการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ แบบจึงกลายเป็นการมองเห็นข้อมูลที่อธิบายถึงตัวโครงการเอง

ข้อมูลของแบบจำลองข้อมูลอาคาร จะถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล (Data base) แทนที่จะอยู่ในรูปแบบที่จะต้องใช้ในการนำเสนอเท่านั้น ตัวสร้างแบบจำลองจะแสดงข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าไปหรือดูและจัดการข้อมูลเพื่อที่จะนำข้อมูลออกมานำเสนอเพื่อให้ผู้ดูเข้าใจแบบได้มากที่สุด (Autodesk, 2002)

2.3.4 การประยุกต์ใช้ Building Information Modeling (BIM) ในอุตสาหกรรมออกแบบรับเหมาก่อสร้างในปัจจุบัน

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในหลายประเทศและในอนาคตยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการสำรวจและเปรียบเทียบระดับการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 2007 และ 2009 พบว่ามีการประยุกต์ใช้

งานเพิ่มขึ้นจาก 28 เปอร์เซ็นต์ เป็น 48 เปอร์เซ็นต์ หรือเพิ่มขึ้นถึง 75 เปอร์เซ็นต์ภายในระยะเวลาเพียง 2 ปี ดังที่แสดงในรูป 2.11 (MCRA, 2009) จากการสำรวจองค์กรสถาปนิก 100 อันดับแรกของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า 45 จาก 48 องค์กรที่ดำเนินการสำรวจหรือประมาณ 94 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้งานและเห็นตรงกันว่า BIM มีประโยชน์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม (National Institute of Building Sciences, 2010)



รูป 2.11 แสดงแนวโน้มการเติบโตในการประยุกต์ใช้ BIM
ในช่วงปี 2007 และ 2009 (MRCA, 2009)

2.3.5 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการใช้ Building Information Modeling (BIM)

ปัจจัยที่จะส่งผลต่อการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคารนั้นล้วนเกิดขึ้นจากความต้องการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการจัดซื้อจัดหา การลดค่าใช้จ่าย และความถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับปรุงเอกสารงานก่อสร้างให้มีความถูกต้องมากขึ้นซึ่งถือเป็นศักยภาพที่มีความสำคัญสูงสุดสำหรับ BIM และทำให้ทุกๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้รับประโยชน์ร่วมกัน นอกจากนี้ยังส่งผลให้ปัญหาซึ่งเกิดจากการประสานงานภาคสนามมีจำนวนลดลงด้วย

นอกจากปัจจัยด้านการใช้งานและประโยชน์ที่ได้รับจาก BIM แล้ว ปัจจัยด้านการผลิตก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเลือกใช้ เช่น การสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนออกแบบและก่อสร้าง การเขียนแบบก่อสร้างใช้เวลาน้อยลงซึ่งทำให้มีเวลาในการออกแบบเพิ่มมากขึ้น และความต้องการในการร้องข้อมูล (Information Requests) มีจำนวนลดลง เป็นต้น

ด้านเวลาและงบประมาณ การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายถือเป็นเป้าหมายหลักของผู้ดำเนินโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาก่อสร้างซึ่งมีความต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เพราะฉะนั้นทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายจึงถือเป็นประโยชน์ที่มีอิทธิพลสำคัญต่อการตัดสินใจประยุกต์ใช้ BIM

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ซึ่งผู้ใช้จำนวนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งได้กล่าวถึงประโยชน์ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจประยุกต์ใช้ BIM

- ตารางเวลาการก่อสร้างที่ลดลง เพิ่มความสามารถในการใช้ Lean Construction
- การตรวจสอบรหัสการตรวจสอบ (Code Checking) และการปฏิบัติตาม (Compliance)
- ลดการดำเนินคดี (Litigation) และการเรียกร้องเอาประกัน (Insurance Claims)
- ความสามารถในการปรับปรุงการดำเนินการออกแบบที่ยั่งยืนและการก่อสร้าง
- การปรับเปลี่ยนตัวแปรของการออกแบบ
- ปรับปรุงด้านการดำเนินงาน การบำรุงรักษา และการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก
- ความสามารถในการปรับปรุงการผลิตชิ้นส่วนระบบดิจิทัล (MCRA, 2009)

2.4 วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE)

วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) หมายถึง กระบวนการที่เป็นระบบ (Systematic approach) ที่ให้ความสำคัญในการวิเคราะห์ถึงประโยชน์การใช้งานของผลิตภัณฑ์หรือบริการ เพื่อให้ได้มาซึ่งหน้าที่การทำงานที่จำเป็น (Essential function) ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยที่ไม่ทำให้สมรรถนะ (Performance) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) คุณภาพ (Quality) และความปลอดภัย (Safety) ลดลง

มีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อการลดต้นทุนการผลิต หรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นหรือไม่จำเป็นออกไป โดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพและความน่าเชื่อถือไว้ได้ เนื่องจากคุณค่า (Value) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ (Function) ความจำเป็น (Need) และต้นทุน (Cost) ดังนั้นคุณค่าที่ดีเกิดขึ้นเมื่อหน้าที่นั้นๆ ได้ตอบสนองความจำเป็นด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด ถ้าเปรียบเทียบทางเลือกในการปฏิบัติ 2 ทางเลือกแล้วพบว่า ทางเลือกหนึ่งมีต้นทุนที่ต่ำกว่า อีกทางเลือกหนึ่ง แต่สามารถตอบสนองต่อหน้าที่ได้ทั้งหมด ส่วนต่างของต้นทุนระหว่างทางเลือกทั้งสองนั้น คือต้นทุนที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Cost) ซึ่งเป็นต้นทุนที่เสียไปแล้ว แต่ไม่มีคุณค่าเกิดขึ้นเลย

ซึ่งเทคนิควิศวกรรมคุณค่านั้นได้เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรมในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 สืบเนื่องจากปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบในช่วงภาวะสงคราม แรงงาน วัสดุ ชิ้นส่วนมีไม่เพียงพอ จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1947 Mr. Lawrence D. Miles หนึ่งในวิศวกรของบริษัท General Electric จำกัด คิดค้นรูปแบบและวิธีการหลายสิ่งหลายอย่างนำมาแทนที่เพื่อให้สมรรถนะเท่าเดิมหรือดีกว่า ในราคาต้นทุนที่ต่ำลง ซึ่งในครั้งนั้นเรียกวิธีการนี้ว่า การวิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis, VA) เมื่อ บริษัท General Electric จำกัด ได้รับความสำเร็จอย่างมาก แนวความคิดนี้จึงแพร่หลายเข้าสู่วงการอื่น อย่างรวดเร็ว สำหรับในภาครัฐบาลนั้น กระทรวงกลาโหมได้นำไปใช้ในงานก่อสร้างเรือ ในปี ค.ศ. 1954 จึงเรียกชื่อใหม่ว่าวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) ชื่อนี้ได้เป็นที่ยอมรับและใช้ในสมาคมวิศวกรรมคุณค่าของสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1959 ภายหลังแนวความคิดวิศวกรรมคุณค่าได้นำไปใช้แพร่หลายในหลายสาขา เช่น การก่อสร้าง การขนส่ง การแพทย์ การทหาร เป็นต้น

2.4.1 หลักการพื้นฐานของวิศวกรรมคุณค่า

วิศวกรรมคุณค่ามีหลักการพื้นฐาน 5 ข้อ ดังนี้

1) การคิดคำนึงถึงผู้ใช้เป็นสำคัญ

ผู้ผลิตสินค้าหรือบริการต้องคิดอยู่เสมอว่า การผลิตสินค้าหรือบริการนั้นเพื่อให้ลูกค้านำไปใช้ประโยชน์ จึงต้องผลิตให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า จะไม่สามารถผลิตเพียงเพื่อให้ได้กำไรมากเพียงอย่างเดียว ในแง่ของวิศวกรรมคุณค่าหมายความว่า การลดต้นทุนการผลิตมาใช้ในการลดคุณภาพของสินค้าลง ไม่เป็นการแทรกแซงงานที่จะทำให้ลูกค้าพึงพอใจลดลง รวมทั้งยังรักษาและขยายผลกำไรของผู้ผลิตให้เพิ่มขึ้น

2) การใช้หน้าที่เป็นฐานในการคิด

การพิจารณาว่าสิ่งของสิ่งหนึ่งมีหน้าที่อย่างไร นอกจากจะตอบคำถามว่า ผู้บริโภคต้องการหรือไม่แล้ว ยังช่วยให้ผู้ผลิตมีความคิดสร้างสรรค์กว้างไกลออกไป เพราะเมื่อรู้วัตถุประสงค์ว่าต้องการให้ของสิ่งนั้นทำหน้าที่อะไร ก็จะเกิดวิธีการมากมายเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ทำให้สามารถเลือกวิธีการที่ดีที่สุดได้ ในเชิงวิศวกรรมคุณค่า หน้าที่สำคัญกว่าโครงสร้าง คือไม่ว่าจะกระทำการใด สิ่งนั้นต้องยังคงทำหน้าที่ได้ดังเดิม

3) การเปลี่ยนแปลงโดยอาศัยการสร้างสรรค์

การปรับปรุง คือ การค้นหาวิธีที่ดีกว่าในปัจจุบัน มาดำเนินการแทน การค้นหาวิธีที่ดีกว่า อาจจะใช้การค้นหาว่าวิธีที่ผู้อื่นใช้อยู่แล้วเป็นอย่างไร แล้วเปลี่ยนไปใช้วิธีนั้น หรือการคิดหาวิธีที่ดีกว่าด้วยตนเอง ซึ่งจะต้องมีความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมากและไม่สามารถทำได้โดยง่าย ดังนั้นทีมงานที่ดำเนินตามหลักวิศวกรรมคุณค่า จะต้องพยายามใช้ความคิดสร้างสรรค์ให้มากที่สุด ต้องมีความเชื่อและมีใจอยากทำ โดยมีทัศนคติว่า “จะต้องมีวิธีที่ดีกว่าแน่ๆ”

4) การใช้ Team Design

เลือกการทำงานเป็นทีม เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะปรับปรุงที่ดีที่สุดจากทุกสาขาวิชา ซึ่งจะทำให้ได้ข้อเสนอที่ดีเยี่ยม เนื่องจากวิศวกรรมคุณค่า ถูกคิดขึ้นมาเพื่อประโยชน์ในการลดต้นทุน ดังนั้นเทคนิคการลดต้นทุนแบบต่างจึงมีความสำคัญ โดยอาศัยข้อมูลและความคิดสร้างสรรค์และดำเนินการปรับปรุงภายใต้การทำงานเป็นทีม

5) การเพิ่มคุณค่า

แนวคิดวิศวกรรมคุณค่าแท้จริงแล้วมีประโยชน์มากกว่าแค่การลดต้นทุนแต่เป็นวิธีการที่ทำให้เกิดสินค้าหรือบริการมีคุณค่าที่ทำให้ผู้ใช้ได้รับความพึงพอใจ คำว่าคุณค่าในเชิงวิศวกรรมคุณค่านั้น แสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$V = \frac{F}{C} \quad (2.14)$$

เมื่อ V = คุณค่า (Value)

F = ประโยชน์การใช้งาน (Function)

C = ต้นทุน (Cost)

จากสมการ (2.14) พบว่าคุณค่าขึ้นอยู่กับขนาดของประโยชน์ที่ได้รับและค่าใช้จ่ายทั้งหมด วิธีการเพิ่มคุณค่าสามารถทำได้ดังตาราง 2.8 ดังนี้

ตาราง 2.8 วิธีการเพิ่มคุณค่า

สูตรของคุณค่า		วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3	วิธีที่ 4	วิธีที่ 5
V =	F	→	↑	↑	↑	↓
	C	↓	↓	→	↑	↓

วิธีที่ 1 การเพิ่มคุณค่า โดยการลดต้นทุน ในขณะที่ประโยชน์การใช้งานเท่าเดิม

วิธีที่ 2 การเพิ่มคุณค่า โดยการลดต้นทุน และเพิ่มประโยชน์การใช้งาน

วิธีที่ 3 การเพิ่มคุณค่า โดยเพิ่มประโยชน์การใช้งาน ในขณะที่ต้นทุนคงที่

วิธีที่ 4 การเพิ่มคุณค่า โดยเพิ่มประโยชน์การใช้งานในอัตราที่มากกว่าการเพิ่มของต้นทุน

วิธีที่ 5 การเพิ่มคุณค่า โดยลดประโยชน์การใช้งานเหลือเท่าที่จำเป็น โดยลดต้นทุนให้ต่ำลงในอัตราที่มากกว่า

2.4.2 การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่ากับอุตสาหกรรมก่อสร้าง

การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่า ได้มีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ได้นำเทคนิคนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย ในส่วนของประเทศไทยมีการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น

ในงานก่อสร้าง วิศวกรรมคุณค่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ 2 ช่วงเวลา คือ

1) ช่วงระหว่างการออกแบบรายละเอียด ในช่วงระหว่างหรือทันทีที่การออกแบบแบบรูป (Drawing) และข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค (Specification) ดำเนินการแล้วเสร็จ ก่อนที่จะส่งมอบเอกสารดังกล่าวให้ผู้รับเหมาในการว่าจ้างทำงานนั้น ผู้ว่าจ้างจะดำเนินการวิศวกรรมคุณค่า จุดประสงค์ของการใช้วิศวกรรมคุณค่าใน ช่วงนี้ คือ ค้นหาว่าสามารถจะปรับเปลี่ยนหรือหาวัสดุทดแทนได้หรือไม่ เพื่อลดราคางานก่อสร้างโดยที่คุณภาพไม่ได้ด้อยลง หากสามารถทำได้ ค่าก่อสร้างส่วนที่ประหยัดลงจะเป็นของเจ้าของงาน

2) ช่วงระหว่างการก่อสร้าง ภายหลังจากมีการว่าจ้างผู้รับเหมาแล้ว การทำวิศวกรรมคุณค่าในช่วงนี้ ผู้รับจ้างสามารถเป็นผู้ดำเนินการได้ ถ้าเห็นว่าจะสามารถลดต้นทุนให้กับโครงการได้ ซึ่งผู้รับจ้างจะยื่นข้อเสนอดังกล่าวขออนุมัติกับเจ้าของงาน ซึ่งปกติเจ้าของงานจะมีทีมที่ปรึกษาให้ความเห็นต่อเจ้าของงาน เมื่อเจ้าของงานเห็นชอบ รายการปรับเปลี่ยนดังกล่าวจึงสามารถนำไปใช้งานต่อไป ส่วนค่าก่อสร้างที่สามารถลดลงได้นั้นจะแบ่งกันระหว่างเจ้าของงานกับผู้รับเหมาตามข้อตกลงที่ได้ตกลงไว้ตั้งแต่เริ่มต้น

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

สำหรับงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกได้เป็น 2 ส่วน คือ (1) งานวิจัยที่ได้ประยุกต์ใช้การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ทางคุณภาพอุตสาหกรรม และ (2) แนวความคิดและเทคนิคในการเร่งรัดการ โดยแต่ละส่วนจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 งานวิจัยที่ได้ประยุกต์ใช้การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ทางคุณภาพอุตสาหกรรม

งานวิจัยที่ได้ประยุกต์ใช้การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ทางคุณภาพอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่ง Chan and Wu (2002) ได้ทำงานวิจัยที่เกี่ยวกับการรวบรวมงานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้ QFD ที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารต่างๆ ประมาณ 250 งานวิจัย รวมถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ QFD ทั้งทางหนังสือ ทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งจากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่ามีการประยุกต์เทคนิค QFD ในเกือบทุกอุตสาหกรรม ทั้งในอุตสาหกรรมขนส่งและการสื่อสาร อิเล็กทรอนิกส์ ระบบซอฟต์แวร์ โรงงานที่ทำการผลิตต่างๆ การบริการ และอุตสาหกรรมอื่นๆ

ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) รวมกับเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) จะมีวิธีการเก็บรวบรวมและผลงานวิจัยที่แตกต่างกัน ดังนี้

เคย (2543) ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของงานบริการของฝ่ายบริษัทธนาคาให้สนองต่อความและความพึงพอใจของลูกค้าทั้งภายในและภายนอก โดยใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) แบบ 4 เฟส ซึ่งพบว่ามี 4 กระบวนการหลัก ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า คือ (1) การบริการอย่างเป็นมิตรกับลูกค้า (Customer Friendly Service), (2) การควบคุมข้อมูลของลูกค้า (Customer Database Control), (3) การวิเคราะห์คุณภาพงานบริการ (SQS) และ (4) การสนับสนุนบุคลากร (Employee Support Service) จากการปรับปรุงดังกล่าวสามารถทำให้ติดต่อกับลูกค้าได้เร็วขึ้น ได้รับข่าวสารข้อมูลจากลูกค้าละเอียดมากขึ้น ลดเวลาในการบริการลง สร้างภาพลักษณ์ใหม่ในงานบริการ มีระบบการพัฒนางานบริการอย่างต่อเนื่อง มีการทำงานที่

เป็นมาตรฐานและตรวจสอบได้ ตลอดจนสร้างบรรยากาศที่ดีระหว่างลูกค้าและพนักงานขาย หลังที่ได้นำไปทดลองปฏิบัติจริงที่ส่วนขายตรงและฝ่ายขายเป็นเวลา 2 เดือน แล้ววัดผลโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) พบว่าลูกค้าพึงพอใจต่อระบบงานบริการใหม่มากขึ้น

พงศธร (2543) ได้ทำงานวิจัยได้ใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) ในการออกแบบพัฒนารถยนต์ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าอย่างต่อเนื่องซึ่งพบว่าปัจจัยที่ตอบสนองต่อความต้องการลูกค้าในการตัดสินใจซื้อรถมี 2 ปัจจัยหลักได้แก่ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ และปัจจัยด้านสมรรถนะของรถ หลังจากนั้นได้ทำการจัดลำดับความสำคัญประเมินผลเปรียบเทียบกับคู่แข่ง แปลงเป็นกิจกรรมดำเนินงานในเชิงและได้นำ DFMEA มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องผลกระทบของข้อบกพร่อง กำหนดมาตรการในการควบคุม และคำนวณค่า RPN ในแต่ละชิ้นงานก่อนการปรับปรุง จากการจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อลดต้นทุนชิ้นส่วน สามารถลดต้นทุนลงได้ 21,450,744 บาทต่อปี และลูกค้ามีความพึงพอใจมากขึ้น

รจเรจ (2542) ได้ทำการปรับปรุงจุดอ่อนของเทคนิค QFD ของการจัดลำดับความสำคัญของลักษณะความต้องการของลูกค้าผ่านอนุกรมเมทริกซ์ ซึ่งจากหลักการให้คะแนนที่นิยมใช้ QFD คือการให้คะแนนแบบค่าสัมบูรณ์ (Absolute) นั่นคือผู้วิเคราะห์ต้องมีฐาน (Base) ของความรู้สึกไว้ค่าหนึ่ง แล้วทำการเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการวัดหรือให้ความสำคัญกับฐานนั้น จะมีจุดอ่อน เช่นความไม่ตรงกันของฐาน การที่ผู้ตัดสินใจไม่สามารถพิจารณาความต้องการที่หลายๆตัวพร้อมกันได้ และการที่ผู้พิจารณามักจะเห็นว่าทุกความต้องการล้วนแล้วแต่มีความสำคัญทั้งสิ้น จึงได้มีการนำเทคนิค AHP ซึ่งเป็นการให้คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่เข้ามาลดจุดอ่อนของการให้คะแนนแบบเดิม พบว่าการนำ AHP มาใช้อาจก่อให้เกิดความยุ่งยากในการคำนวณ ทำให้เกิดความสับสนโดยเฉพาะเมื่อผู้ใช้ไม่มีความรู้เรื่องทฤษฎีเกี่ยวกับ AHP ก่อให้เกิดความต้องการที่จะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบ แต่ก็เป็นวิธีการที่ดีและเหมาะสมที่สามารถช่วยในการตัดสินใจได้ ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และตรงต่อความรู้สึกของผู้ประเมินมากที่สุด

สายรุ้ง (2542) ได้ทำการพัฒนาโครงสร้างระบบประกันคุณภาพในโรงพิมพ์ประเภทการผลิตหนังสือโดยใช้โรงพิมพ์ตัวอย่างโรงหนึ่งเป็นกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ (1) สามารถสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าหรือเจ้าของโรงงาน, (2) ความผิดพลาดในการทำงานลดลง และ (3) ต้นทุนการผลิตลดลง โดยใช้ QFD ในรูปแบบ 4 เฟส ได้แก่ ช่วงที่ 1 การวางแผนผลิตภัณฑ์ ในที่นี้ก็คือ การวางแผนระบบประกันคุณภาพ, ช่วงที่ 2 การออกแบบผลิตภัณฑ์ ในที่นี้คือการออกแบบโครงสร้างระบบประกันคุณภาพ, ช่วงที่ 3 การวางแผนกระบวนการ เป็นส่วนการวางแผนและออกแบบกระบวนการและพารามิเตอร์ที่สำคัญของกระบวนการภายในส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้ในช่วงที่ 2, และ ช่วงที่ 4 การวางแผนควบคุมกระบวนการ คือ รูปแบบของการวางแผนการ

ควบคุมระบบประกันคุณภาพ ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินโครงสร้างระบบประกันคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในโรงพิมพ์พบว่า โครงสร้างระบบประกันคุณภาพที่พัฒนาขึ้นมีประโยชน์ และมีศักยภาพในการสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้า และยังทำให้เปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมแซมงานของแผ่นฟิล์มและแม่พิมพ์ลดลง 7.09% และอัตราการซ่อมแซมงานของแผ่นนี้ลดลง 2.66%

สุภารัตน์ (2548) การปรับปรุงคุณภาพในการบริการของธุรกิจทางการขนส่ง โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ กรณีศึกษาการขนส่งเบตเตอร์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพการบริการในธุรกิจทางการขนส่งเพื่อความความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าปลายทางและลดข้อร้องเรียนของบริษัทลง ซึ่งในที่นี้ได้เลือกการขนส่งสินค้าเบตเตอร์เป็นต้นแบบเนื่องจากได้รับข้อร้องเรียนมากและเป็นสินค้าที่มีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับสินค้าประเภทอื่นๆ ที่บริษัทกรณีศึกษาทำการขนส่ง โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) แบบ 4 เฟสในการปรับปรุงเพราะเป็นเทคนิคที่เน้นความสำคัญของลูกค้า การให้คะแนนในเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเทคนิค QFD อาจเกิดความลำเอียงของผู้ทำการประเมินได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นซึ่งมีการคำนวณค่าความสอดคล้องของคะแนนที่ทำการประเมินในการให้คะแนนแทน ส่วนการดำเนินงานวิจัยจะเริ่มจากการแปลงเสียงของลูกค้า ไปสู่ช่วงต่างๆ ของ QFD แบบ Four-Phase Model

โสรัจ (2551) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงินจากการหาผลกำไรสูงสุดในการผลิตแก๊สที่ทำจากไม้ไผ่อัดประสาน เพื่อสร้างแนวทางการวิเคราะห์ธุรกิจให้สามารถสร้างธุรกิจแก๊สอัดประสานอาหารจากไม้ไผ่อัดประสาน เนื่องจากมียอดขายออกมากที่สุดในประเทศไทยนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แก๊สที่ทำจากไม้ไผ่ประเทศจีน ซึ่งจะส่งผลให้การทำเฟอร์นิเจอร์จากไม้ไผ่เป็นที่นิยมและสามารถใช้ทดแทนทรัพยากรเดิมโดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพในการปรับปรุงเพราะเป็นเทคนิคที่เน้นความต้องการของลูกค้า ส่วนการให้คะแนนความสัมพันธ์ในกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น เพื่อป้องกันการลำเอียงของผู้ประเมิน และศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านการเงินและผลกำไรสูงสุดโดยใช้สมการเชิงเส้นในการวิเคราะห์ความน่าลงทุนของโครงการ ส่วนการดำเนินงานวิจัยจะเริ่มจากการแปลงเสียงของลูกค้า ไปสู่ช่วง Two-Phase Model คือ (1) การวางแผนผลิตภัณฑ์ และ (2) การแปลงการออกแบบ จนเป็นตัวผลิตภัณฑ์แล้ววิเคราะห์หาความเป็นไปได้ด้านการเงินของโครงการ จากการคำนวณ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, อัตราผลตอบแทน, จุดคุ้มทุน และหาผลกำไรสูงสุดจากการใช้สมการเชิงเส้น ซึ่งผลที่ได้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ทำจากวัสดุใหม่ ขั้นตอนในการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่

อภิชาติ (2541) ได้ทำการพัฒนาปรับปรุงระบบงานขายโดยใช้เทคนิค QFD ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะระบุกระบวนการทำงาน และวิธีการควบคุมที่ช่วยปรับปรุงให้ระบบงานขายของ

โรงงานตัวอย่างให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าโดยใช้เทคนิคแบบ 4 เฟส ซึ่งจากเฉพาะส่วนงานที่ทำหน้าที่ในการขายแต่เพียงอย่างเดียว แต่รวมไปถึงส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และสามารถส่งเสริมการดำเนินการที่สอดคล้องประสานกันได้อย่างคล่องแคล่วตัว ได้แก่ การวางแผนการผลิต การวางแผนบำรุงรักษาเชิงทวีผล การทดสอบคุณภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์อีกด้วย

อมรรัตน์ (2545) ได้ทำการปรับปรุงสินค้าของโรงงานผลิตของเล่นไม้เพื่อการศึกษา โดยใช้เทคนิค QFD แบบ 4 เฟส ในการดำเนินการวิจัยนี้ได้แปลงความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บ้านน้อย 2 ชั้น เข้าสู่ช่วงต่างๆ ของ Four-phase Model หลังจากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาใหม่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านขนาด รูปทรง สี สัน รูปแบบ และความเหมือนบ้านจริงมากขึ้น มาให้ลูกค้าประเมินความพึงพอใจพบว่าชุดผลิตภัณฑ์บ้านน้อย 2 ชั้นที่ได้รับการพัฒนาแล้ว พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเพิ่มมากขึ้น 33.10% โดยการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น 9.63% ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยนอกจากจะสามารถช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์และการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นยังสามารถช่วยลดความซับซ้อนในการปฏิบัติงาน และสามารถแสดงให้เห็นแนวทางในการประยุกต์เทคนิค QFD ในงานลักษณะอื่นๆ ได้ แต่ได้มีข้อเสนอแนะว่าการให้คะแนนความสัมพันธ์อาจมีความลำเอียงเกิดขึ้นได้จึงควรใช้เทคนิคในการให้คะแนนที่เหมาะสมเพื่อลดข้อบกพร่องดังกล่าว

อรรถกร (2548) ได้พัฒนาคุณภาพในธุรกิจทางด้านการขนส่งต่อความต้องการของลูกค้าและเพิ่มความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ซึ่งจุดมุ่งหมายที่จะทำการปรับปรุงคุณภาพในการบริการของอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงกลางทางด้านการขนส่ง โดยได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) มาผสมผสานกับเทคนิคทางวิศวกรรมคอนเคอร์เร็นท์ (CE) โดยจะเริ่มต้นจากการแปลงความต้องการของลูกค้า (VOC) ไปสู่ช่วงต่างๆ 4 ช่วงของรูปแบบ 4 เฟส คือ (1) การวางแผนผลิตภัณฑ์, (2) การแปลงการออกแบบ, (3) การวางแผนกระบวนการ และ (4) การวางแผนปฏิบัติการผลิต นอกจากนี้ยังมีการใช้หลักการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถอย่างระบบ (Benchmarking) โดยทำการเปรียบเทียบบริษัทกรณีศึกษากับบริษัทคู่แข่ง 2 บริษัท เพื่อให้ทราบถึงจุดอ่อนและจุดแข็ง รวมถึงอัตราการปรับปรุงของบริษัท โดยผลลัพธ์จากการวิจัยนี้สามารถทำการปรับปรุงความสามารถในการบริการได้ซึ่งสามารถวัดได้จากค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของลูกค้าก่อนหลังการปรับปรุง พบว่ามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 6.59 เป็น 7.83 คะแนน หรือเพิ่มขึ้นเป็น 18.82% ทำให้จำนวนข้อร้องเรียนต่อเดือน ลดลงจาก 3.73 ข้อร้องเรียน เป็น 0.33 ข้อร้องเรียนต่อเดือน หรือลดลง 91.15% นอกจากนี้ยังทำให้จำนวนข้อร้องเรียนต่อจำนวนการขนส่งต่อเดือนลดลงจาก 0.0078% เป็น 0.0007% หรือลดลง 91.03% อีกด้วย

อร์ดี (2543) ได้ทำการออกแบบโครงสร้างของระบบการลงทะเบียนนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้สนองต่อความต้องการของผู้ใช้ทุกคนในระบบ โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) เพื่อช่วยระบุคุณลักษณะที่ผู้ใช้ระบบต้องการ และความสามารถของระบบที่จะตอบสนองต่อความต้องการนั้นๆ โดยเลือกใช้ QFD แบบ Four-Phase Model ผลการศึกษาพบว่า สามารถออกแบบโครงสร้างของระบบทะเบียนจาก 9 ระบบย่อย เหลือ 8 ระบบย่อย ซึ่งในการออกแบบนั้น ได้พยายามนำเอาความสามารถของระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการผสมผสานกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ระบบทุกฝ่ายสามารถดำเนินงานได้อย่างคล่องตัวมากขึ้น ลดปัญหาการทำงานซ้ำซ้อน และช่วยป้องกันความผิดพลาดจากการทำงานผิดพลาดของมนุษย์ได้

Benner, et al. (2002) ได้ทำงานวิจัยเพื่อแสดงให้เห็นว่าสามารถนำ QFD เข้ามาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารได้หรือไม่ เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละคนจะไม่เหมือนกัน ซึ่งจากที่ผู้วิจัยได้ทำการงานวิจัยต่างๆ ที่ได้ประยุกต์ใช้ QFD ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งพบว่าส่วนใหญ่มีข้อจำกัดทางด้านความต้องการของลูกค้า มีบทความหรืองานวิจัยน้อยมากที่สามารถนำ QFD ไปใช้ในผลิตภัณฑ์ได้จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงการปรับปรุงลักษณะของ QFD ทั้งทางด้านวิธีการทำและลักษณะเฉพาะให้เข้ากับอุตสาหกรรมอาหารโดยพบว่าลักษณะของ QFD ควรจะแบ่งออกเป็น 2 เส้นทางคือ บรรจุกัณฑ์ และอาหาร โดยจากความต้องการของลูกค้าซึ่งเป็นเฟสที่ 1 ของ QFD จะมีทั้งความต้องการของบรรจุกัณฑ์ เฟสที่ 3 จะเป็นการวางแผนกระบวนการบรรจุกัณฑ์ และเฟสที่ 4 จะเป็นการวางแผนกระบวนการผลิตอาหาร ซึ่งจากการที่ทำการแบ่งการดำเนินการ QFD เป็น 2 เส้นทางทำให้สามารถทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้นนอกจากนี้ได้ให้แสดงให้เห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของการนำเทคนิค QFD ไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อีกด้วย

Govers (2001) กล่าวว่า การดำเนินการเปลี่ยนแปลหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) จำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงปรัชญามากกว่าที่จะมองว่าเป็นเพียงแค่เครื่องมือที่ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพความขัดแย้งทางด้านมุมมองว่าเป็นเพียงแค่เครื่องมือที่ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความขัดแย้งทางด้านมุมมองและวัฒนธรรมจะทำให้เกิดความแตกต่างทางด้านวิธีการดำเนินการ ซึ่งงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมามักจะมองเพียงประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD หรือมองเพียงแค่ QFD เป็นวิธีการทางเทคนิค แต่ในความจริงแล้วเทคนิค QFD เป็นวิธีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องโดยเน้น ที่ผลกระทบขององค์กรที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมใหม่ๆเนื่องจากปรัชญานี้มีความสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมขององค์กร เพราะจะต้องมีการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อนำความต้องการจากผู้บริโภคมาช่วยในการจัดการเกี่ยวกับคุณภาพ ปัญหาที่พบของกา

คำเนิงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ, ปัญหาเกี่ยวกับองค์กร และปัญหาเกี่ยวกับนโยบายด้านผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ปัญหาเกี่ยวกับการรวบรวมสารสนเทศที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติขององค์กร ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาที่ใหญ่ที่สุด เนื่องจากลักษณะของการจัดการแบบตะวันตกจะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับประสิทธิผลของเทคนิค โดยจะเน้นความสนใจเป็นพิเศษเกี่ยวกับนโยบายด้านผลิตภัณฑ์และวิธีการพัฒนาโครงการใหม่ๆ จากการวิจัยโดยใช้เอกสารและการศึกษาต่างๆ ในประเทศอเมริกาและเนเธอร์แลนด์พบว่ามีความแตกต่างทางด้านการปฏิบัติการและผลการดำเนินงานกับประเทศญี่ปุ่นเป็นอย่างมาก

Partovi (2001) งานวิจัยนี้จะแสดงถึงวิธีการวิเคราะห์เพื่อใช้กำหนดกลยุทธ์ทางด้านวิสัยทัศน์ในการบริการ ในโมเดลนี้จะใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงหน้าที่คุณภาพ (QFD) และการเทียบวัดอย่างเป็นระบบ (Benchmarking) โดยเริ่มด้วย 2 เมทริกซ์ที่เกี่ยวข้องกับส่วนทางการตลาด (Market Segments) แนวคิดทางด้านการบริการ (Service Concept) และกระบวนการต่างๆ มาใส่เข้าไปในแถวหลักของเมทริกซ์ QFD นอกจากนี้ยังใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างแถวและหลักของแต่ละเมทริกซ์ และใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process, ANP) ในการหาของตัวแปรหลักต่างๆ นอกจากนี้จะใช้วิธี Benchmarking เพื่อเป็นการเปรียบเทียบศักยภาพในการบริการจัดส่ง ซึ่งจากการใช้ QFD และ Benchmarking ทำให้กระบวนการในการตัดสินใจในทางกลยุทธ์เชิงคุณภาพมีความถูกต้องและแม่นยำขึ้น แต่ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิค QFD เพียงในขั้นตอนของการวางแผนเพื่อให้ได้เทคนิคที่จะนำมาใช้เท่านั้น แต่ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงวิธีการปฏิบัติ

2.5.2 แนวความคิด และเทคนิคการเร่งรัดการก่อสร้าง

แนวความคิด และเทคนิคในการเร่งรัดการ มีอยู่หลากหลายวิธีการแต่ในที่นี้ขอเสนอในส่วนที่ได้ทำการศึกษาจากเอกสารอ้างอิง ดังต่อไปนี้

การบริหารโครงการแบบเร่งรัด (Fast Track) หมายถึง แนวความคิดในการบริหารจัดการที่นำไปสู่ความสำเร็จของการส่งมอบโครงการที่รวดเร็ว โดยการใช้เทคนิคต่างๆ รวมถึงการประยุกต์ใช้วิธีการใหม่ๆ ในการบริหารจัดการงานก่อสร้าง (Kwakye, 1991) โดยอยู่บนพื้นฐานที่สำคัญในการบริหารโครงการ ได้แก่ ค่าใช้จ่าย (Cost), เวลา (Time) และคุณภาพ (Quality) (A. F. den Otter, 2002) และยังต้องการความรู้ความชำนาญในด้านต่างๆ มากกว่าโครงการทั่วไป (พรทิพย์ ดำรงรักษัธรรม, 2547) โดยที่การลดระยะเวลาดังกล่าวไม่ควรที่จะเพิ่มค่าใช้จ่ายของการดำเนินงาน

ของเจ้าของโครงการ และไม่ควรที่จะลดคุณภาพ (A. F. den Otter, 2002 และ George Jergeas, 2004)

ระบบโมดูลาร์ (Modular System) เทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านที่ทันสมัย และมีรูปแบบการให้บริการที่ให้ความสำคัญในทุกๆ รายละเอียด ตั้งแต่เรื่องสภาพแวดล้อม ความแข็งแรง ทนทาน รวมถึงคุณภาพของวัสดุและระบบต่างๆ ที่เลือกใช้ภายในบ้าน โดยทั่วไปการก่อสร้างบ้านหนึ่งอาจต้องใช้เวลาตั้งแต่ 6 เดือนไปจนถึงเป็นปี แต่สำหรับบ้านโมดูลาร์นั้นใช้เวลาก่อสร้างทั้งหมดประมาณ 4 เดือน ซึ่งถือว่าใช้นเวลาน้อยมากเมื่อเทียบกับการก่อสร้างบ้านโดยทั่วไป เพราะส่วนประกอบต่างๆ ของบ้านกว่า 80% ถูกผลิตขึ้นในโรงงาน ซึ่งได้รับการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพมาเป็นอย่างดี สำหรับการติดตั้งบนพื้นที่ก่อสร้างใช้เวลาเพียง 1-2 วันเท่านั้น นอกเหนือความรวดเร็วในการก่อสร้าง (SCG HEIM, Online)

ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปความเร็วในการประกอบติดตั้งยังส่งผลดีสำหรับงานต่อเนื่องของการก่อสร้างโดยรวมทั้งหมด เช่น โครงหลังคา งานก่อผนัง ก็สามารถเข้ามาทำงานได้สะดวกรวดเร็วโดยไม่ต้องรอรยะเวลาขึ้นตอนทำโครงสร้าง นานๆ อาทิ การรื้อถอนไม้แบบและถอดค้ำยัน เจ้าของอาคารหรือโครงการ ได้ผลงานออกมารวดเร็วควบคุมคุณภาพได้ง่าย ไม่ว่าโครงการนั้นๆ จะมีจำนวนมากเท่าใด ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปจะสนองตอบได้ดีกว่าการก่อสร้างหล่อในที่ ด้วยข้อได้เปรียบทุกกรณีโดยเฉพาะเรื่องของคุณภาพที่ควบคุมมาตรฐานการผลิตทุก ชิ้นส่วนจากโรงงาน (บริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด, 2010)

พาสทรี หล่อธีรพงศ์ (2547) ได้กล่าวถึง ระบบออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build, D-B) ในเบื้องต้นเจ้าของโครงการจะมีเฉพาะข้อมูลโครงการเบื้องต้น (Project Brief) ซึ่งระบุถึงความต้องการหลักๆ ของโครงการ บริษัทออกแบบก่อสร้าง (Design-Builder) ที่มีความสนใจจะเข้ามามีข้อเสนอการให้บริการทั้งส่วนการออกแบบและก่อสร้าง วิธีนี้จะแตกต่างจากระบบ D-B-B ตรงที่เจ้าของโครงการจะทำสัญญาเพียงหนึ่งฉบับกับบริษัทที่ชนะการประมูล ข้อได้เปรียบที่สำคัญของระบบ D-B คือ การที่ผู้ก่อสร้างเป็นบริษัทเดียวกันกับผู้ออกแบบทำให้สามารถ นำเอาความคิดเห็นของผู้ก่อสร้างเข้ามาในช่วงออกแบบ ทำให้แบบที่ได้จึงมี “ความสร้างได้” (Constructibility) สูง นอกจากนี้ผู้ออกแบบก่อสร้างยังสามารถแบ่งงานออกแบบเป็นหลายๆ ส่วนไหนออกแบบเสร็จก็สามารถสร้างส่วนนั้นได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้สามารถใช้วิธีก่อสร้างแบบ Phase และ Fast-Track ได้ส่งผลให้เวลาโดยรวมของโครงการลดลง

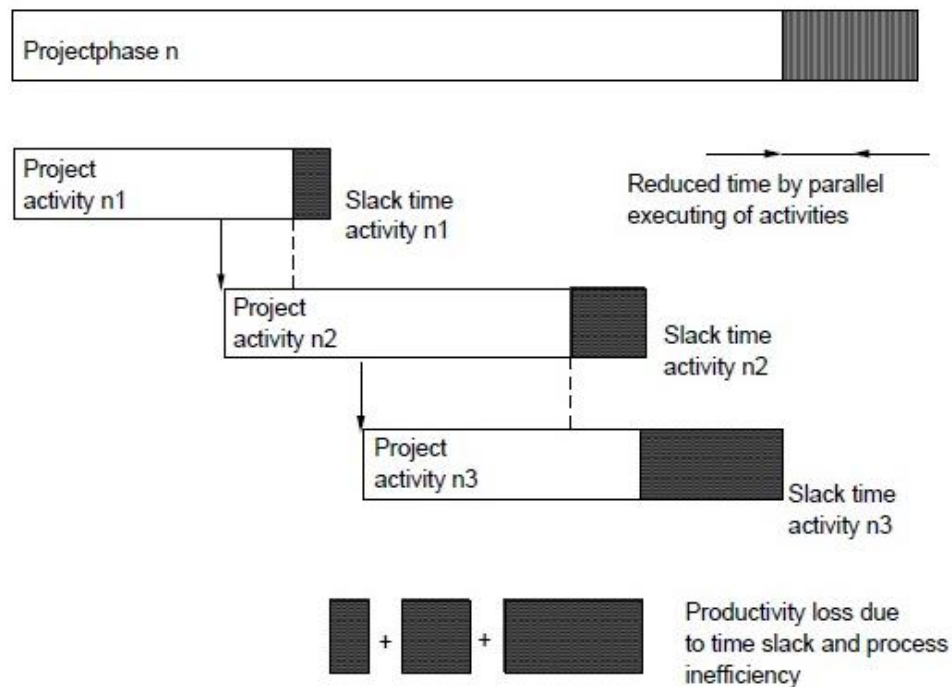
พาสทรี หล่อธีรพงศ์ และกมลวัลย์ ลือประเสริฐ (2542) ได้กล่าวถึงกรณีศึกษาของบริษัท Pacific Contracting เป็นบริษัทรับเหมางานหลังคา ในเมือง San Francisco และบริษัท Neenan Company เป็นบริษัทออกแบบและรับเหมาก่อสร้างที่ถือเป็นบริษัทที่ประสบความสำเร็จ

และเติบโตอย่างรวดเร็วที่สุดในรัฐ Colorado ซึ่งทั้งสองบริษัทได้ทำการศึกษาและเห็นความสำคัญ
ของหลักการ Lean และได้นำไปประยุกต์ใช้กับบริษัทของตน โดยที่บริษัท Pacific Contracting
พบว่าผลที่ได้รับคือ ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลงและบริษัทมีผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 20% ในระยะ
ปีครึ่ง ส่วนบริษัท Neenan Company พบว่าระยะเวลาโครงการและค่าใช้จ่ายลดลงถึง 30%

วิสูตร จิระคำแก (2549) ได้กล่าวไว้ว่า เวลาในสายงานวิกฤตเป็นเวลาของสายงานที่
นับจากเริ่มต้นจนเสร็จโครงการยาวที่สุด ดังนั้น การลดเวลาของกิจกรรมวิกฤตก็เท่ากับการลดเวลา
ของโครงการก่อสร้างด้วย ซึ่งอาจทำได้โดยการลดเวลาโดยการขอเปลี่ยนแปลงด้านเทคนิค เช่น
การขอเปลี่ยนแปลงวัสดุและวิธีการ และการเพิ่มผลงานที่ทำได้ต่อวัน เช่น การเพิ่มเวลาทำงานต่อ
วัน, เพิ่มจำนวนคนงาน และจัดทำงานเป็นกะ

วิสูตร จิระคำแก (2553) ได้ทำการศึกษาถึงขั้นตอนการปรับปรุงผลิตภาพงาน
ก่อสร้างโดยแผนภูมิหลายกิจกรรม ซึ่งได้นำไปประยุกต์ใช้กับงานเทคอนกรีตทับหน้าพื้นสำเร็จรูป
ของพื้นดาดฟ้าอาคารสูงสองชั้น โดยในการทำงานใช้ทีมงานประกอบด้วย คนงานและเครื่องจักร
ซึ่งการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงวิธีการปรับปรุงผลิตภาพงานก่อสร้างโดยการลดเวลาไร้ประสิทธิผล
(Ineffective time) หรือ เวลารอคอย (Idle Time) ในกระบวนการก่อสร้าง

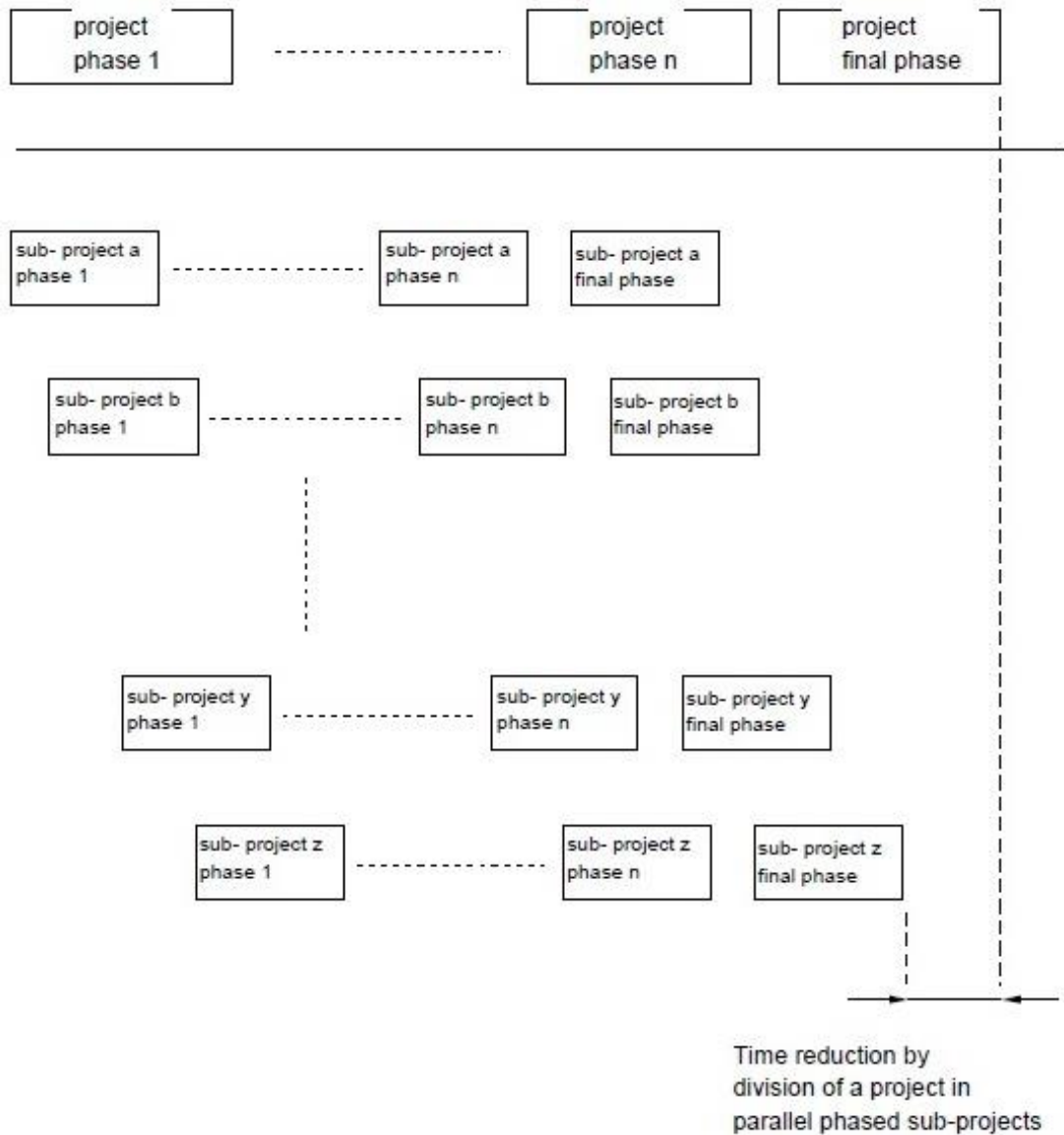
A.F. den Otter และ M. Prins (2001) ได้กล่าวไว้ว่า การดำเนินลำดับขั้นตอนของงาน
แบบขนานกันไป (Executing Traditional Sequential Activities Parallel) วิธีนี้ผู้ดำเนินงานต้อง
ทำงานโดยที่ไม่มีข้อมูลที่เพียงพอในการออกแบบในแต่ละช่วง ซึ่งต้องเพิ่มการติดต่อเพื่อบริหาร
จัดการระหว่างงานในแต่ละขั้นตอน วิธีนี้อาจช่วยเพิ่มความรวดเร็วได้ แต่ก็ทำให้ลดความสามารถ
ในการปฏิบัติงาน, ทำให้เวลาอาจล่าช้าออกไปได้, ต้องมีการให้คำแนะนำและชี้แจงอย่างชัดเจน
รวมถึงการใช้วิธีนี้อาจลดประสิทธิผลโดยรวมในการทำงานได้ ดังรูป 2.12



รูป 2.12 แสดงการรวบรัดโครงการ โดยการดำเนินงานแบบคู่ขนาน

ที่มา: A.F. den Otter และ M. Prins, 2001

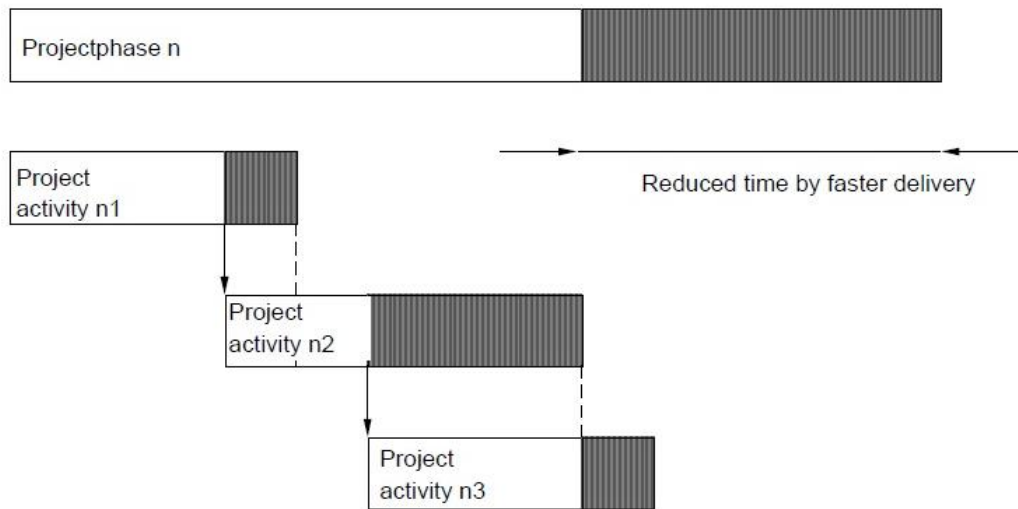
การแบ่งโครงการออกเป็นหลายโครงการย่อย (The Division of a Project in Parallel Phased Sub-Projects) กรณีนี้โครงการไม่เพียงแต่มีการแบ่งแยกลำดับขั้นตอนตามรายละเอียดในการก่อสร้าง ได้แก่ การออกแบบ-ประกวดราคา และก่อสร้างเท่านั้น แต่ยังมีลำดับขั้นที่ยังรวมกันอยู่อีกด้วย วิธีนี้จึงเป็นการแยกโครงการออกเป็นส่วนๆ ย่อยหลายโครงการ ซึ่งแต่ละโครงการย่อยจะสามารถแบ่งลำดับขั้นของรายละเอียดในการก่อสร้างได้อีกที่หนึ่งโดยทุกๆ โครงการย่อยจะถูกกำหนดให้แบ่งแยกการบริหารจัดการอย่างเป็นอิสระ จึงช่วยลดการขยายเวลาลงได้สำหรับโครงการที่มีความซับซ้อน แม้ว่าการติดต่อระหว่างแต่ละโครงการย่อยนั้น จะมีความซับซ้อนมากเมื่อเทียบกับการติดต่อระหว่างแต่ละขั้นตอนในโครงการแบบทั่วไป จึงทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างหัวหน้าโครงการของแต่ละโครงการย่อยและหัวหน้าโครงการทั้งหมดนั้น จึงกลายมาเป็นสิ่งจำเป็นที่สำคัญในการดำเนินงาน แต่ทั้งนี้การลดเวลาโดยรวมของโครงการนั้นสามารถได้มาจากการดำเนินงานของแต่ละโครงการย่อยขนานกันไปนั่นเอง ดังรูป 2.13



รูป 2.13 แสดงการแบ่งโครงการออกเป็นหลายโครงการย่อย

ที่มา: A.F. den Otter และ M. Prins, 2001

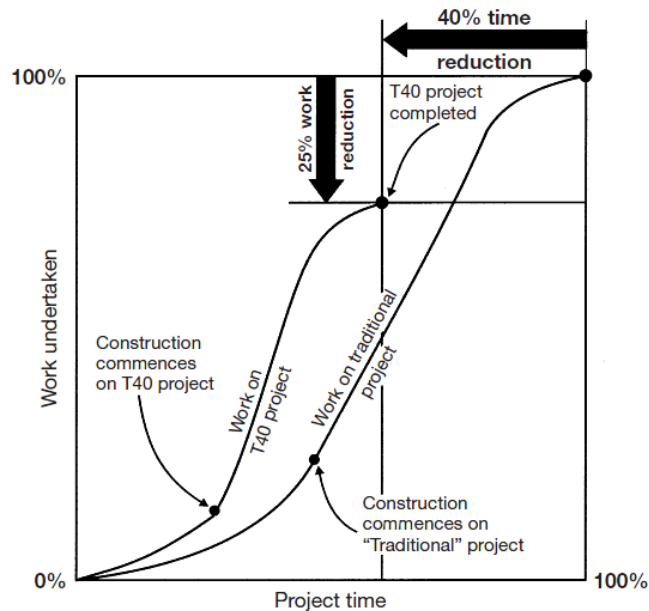
การเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน (Increasing Working Speed) ด้วยการใช้วิธีการระบบ และเครื่องมือในการออกแบบ-ก่อสร้างที่มีความพิเศษมากยิ่งขึ้น แต่การเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานอาจมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียคุณภาพของงานได้สูง ผู้ร่วมงานจะเกิดแรงกดดันมาก และต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นค่าตอบแทนพนักงานในการเร่งงานดังกล่าว ดังรูป 2.14



รูป 2.14 แสดงการรวบรัดโครงการ โดยการเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน

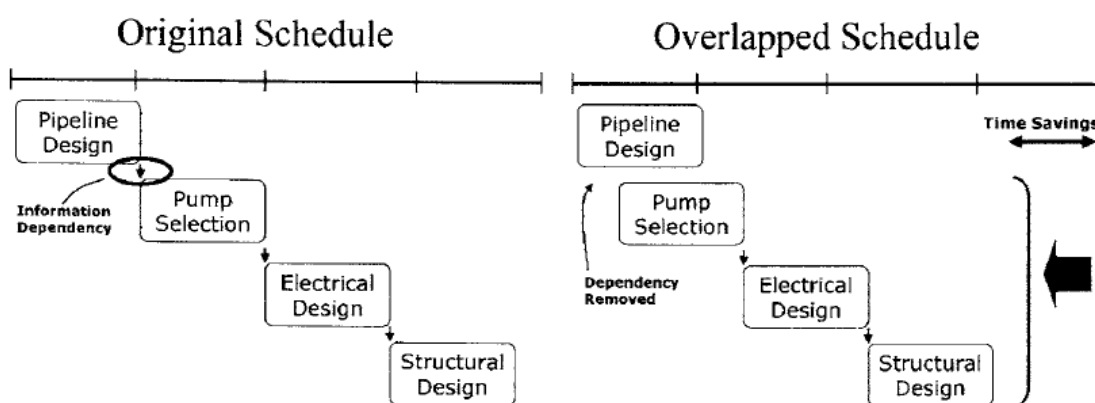
ที่มา: A.F. den Otter และ M. Prins, 2001

Denis R. Towill (2003) ได้ทำการศึกษาโครงการก่อสร้างกว่า 300 โครงการใน New South Wales และเปรียบเทียบระยะเวลาและงบประมาณของ ที่ใช้การก่อสร้างแบบบีบอัดเวลา ว่ามี ระยะเวลาลดลงถึง 40% และยังทำให้งบประมาณลดลง 25% ดังรูป 2.15



รูป 2.15 S-Curve แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาและงบประมาณ

Susan M. Bogus, Keith R. Molenaar และ James E. Diekmann (2005) ได้กล่าวไว้ว่าการซ้อนทับของกิจกรรมถือเป็นกลยุทธ์พื้นฐานของ Concurrent Engineering สำหรับการลดระยะเวลาในการส่งมอบโครงการ โดยที่รับรู้วิวัฒนาการหรือการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมก่อนหน้านี้ (Upstream Evolution) ได้อย่างรวดเร็ว ก็จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับกิจกรรมที่ตามหลัง



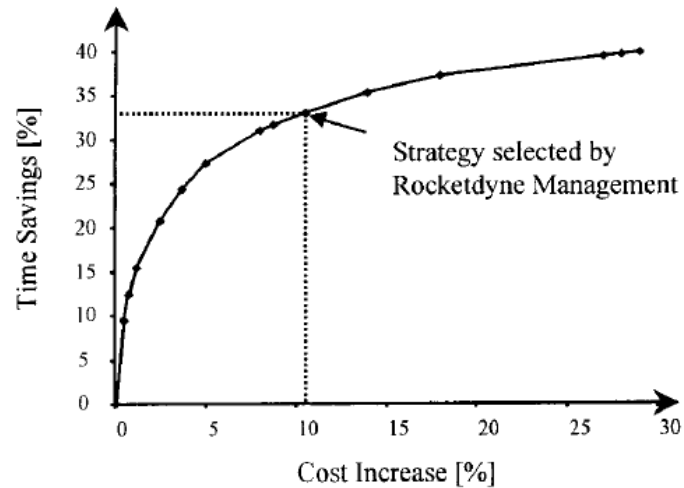
รูป 2.16 การเปรียบเทียบระยะเวลาแบบปกติกับระยะเวลาแบบซ้อนทับ

Susan M. Bogus, Keith R. Molenaar และ James E. Diekmann (2006) ได้กล่าวไว้ว่าการซ้อนทับของกิจกรรมเป็นวิธีการลดระยะเวลารวมของโครงการแบบเร่งด่วน แต่วิธีดังกล่าวไม่ได้ช่วยลดเงินและความเสี่ยงของการก่อสร้างลงตามได้ ดังนั้นการลดความเสี่ยงลงนั้น ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ของวิวัฒนาการหรือการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมก่อนหน้านี้ (Upstream Evolution) และความไวหรือผลที่ตามมาของกิจกรรมที่ตามหลัง (Downstream Sensitivity)

Thiengburanathum P., Chatsirikul U., และ Supriyasilp T. (2004) ได้ทำการศึกษาถึงกระบวนการลดระยะเวลาของ Modular Construction Systems โดยการหาข้อขาดหรือข้อจำกัดของระบบและทำการแก้ไขโดยใช้ Flow Synchronazation ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงจำนวนโมบายเครนเป็นข้อขาดของกระบวนการ หลังจากที่ได้เพิ่มจำนวนโมบายเครนเข้าไปในระบบทำให้สามารถลดระยะเวลาลงได้

Tomas A. Roemer, Reza Ahmadi และ Robert H. Wang (1999) ได้ทำการศึกษากระบวนการเร่งรัดงานของ Turbopump Process โดยใช้กลยุทธ์แบบ Time-Cost Trade-Off in Overlapped แสดงให้เห็นถึงระยะเวลาที่สั้นลง จากขั้นตอนการทำงานปกติที่ต้องใช้เวลา 379.1 วัน หลังจากทำการซ้อนทับของกิจกรรมแล้วเหลือเวลาที่ต้องใช้ในการทำงานเพียง 251.5 วัน แต่ทั้งนี้ก็ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น 10.5%

Figure 4. Time-cost trade-off for the turbopump process.



รูป 2.17 แสดงถึงงบประมาณที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้
วิธี Time-Cost Trade-Off ของ Turbopump Process

นาวัน และ ปุ่น (2554) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์สำหรับการเร่งรัดงานก่อสร้าง ซึ่งพบว่าจากการประยุกต์ใช้ QFD ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของการเร่งรัดการก่อสร้างตามลำดับ ดังนี้

- การเปลี่ยนระบบโครงสร้างและวัสดุในการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในหมวดหมู่ของกลยุทธ์ในหมวดหมู่ของลักษณะ โครงข่าย (Topology)
- การเพิ่มทรัพยากรในกระบวนการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในหมวดหมู่ของกลยุทธ์การลดระยะเวลาของกิจกรรม (Reduce Activity Duration)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการเร่งรัดงานก่อสร้างข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.9

ตาราง 2.9 สรุปเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการเร่งรัดงานก่อสร้าง

ลำดับที่	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลที่ได้รับ	ที่มา
1	รูปแบบของระบบการจัดทำและส่งมอบโครงการ	ระบบ D-B คือ การที่ผู้ก่อสร้างเป็นบริษัทเดียวกันกับผู้ออกแบบทำให้สามารถ นำเอาความคิดเห็นของผู้ก่อสร้างเข้ามาในช่วงออกแบบ ทำให้แบบที่ได้จึงมี “ความสร้างได้” (Constructibility) สูง นอกจากนี้ ผู้ออกแบบก่อสร้างยังสามารถแบ่งงานออกแบบเป็นส่วนๆ ส่วนไหนออกแบบเสร็จก็สามารถสร้างส่วนนั้นได้	พาสีทธิ์ หล่อธีรพงศ์ (2547)
2	Lean construction	ได้นำหลักการ Lean ไปประยุกต์ใช้กับบริษัทของตน โดยที่บริษัท Pacific Contracting พบว่าผลที่ได้รับคือ ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง และบริษัทมีผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 20% ในระยะปีครึ่ง ส่วนบริษัท Neenan Company พบว่าระยะเวลาโครงการและค่าใช้จ่ายลดลงถึง 30%	พาสีทธิ์ หล่อธีรพงศ์ และกมลวัลย์ ลือประเสริฐ (2542)
3	การวางแผนงาน และแผนกำหนดเวลางานก่อสร้าง	เวลาในสายงานวิกฤตเป็นเวลาของสายงานที่นับจากเริ่มต้นจนเสร็จโครงการยาวที่สุด ดังนั้น การลดเวลาของกิจกรรมวิกฤตก็เท่ากับการลดเวลาของโครงการก่อสร้างด้วย	วิสูตร จิระคำเกิง (2549)
4	การปรับปรุงผลิตภาพงานก่อสร้าง โดยแผนภูมิหลายกิจกรรม	วิธีการปรับปรุงผลิตภาพงานก่อสร้าง โดยการลดเวลาไร้ประสิทธิผล (Ineffective time) หรือ เวลารอคอย (Idle Time) ในกระบวนการก่อสร้าง	วิสูตร จิระคำเกิง (2553)

ลำดับที่	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลที่ได้รับ	ที่มา
5	Fast-Tracking by High Performance Design Teams	การดำเนินลำดับขั้นตอนของงานแบบขนานกันไป (Executing Traditional Sequential Activities Parallel) วิธีนี้ผู้ดำเนินงานต้องทำงานโดยที่ไม่มีข้อมูลที่เพียงพอในการออกแบบในแต่ละช่วง ซึ่งต้องเพิ่มการติดต่อเพื่อบริหารจัดการระหว่างงานในแต่ละขั้นตอน วิธีนี้อาจช่วยเพิ่มความรวดเร็วได้	A.F. den Otter และ M. Prins (2001)
6	Construction and The Time Compression Paradigm	ทำการศึกษาโครงการก่อสร้างกว่า 300 โครงการใน New South Wales และเปรียบเทียบระยะเวลาและงบประมาณของ ที่ใช้การก่อสร้างแบบบีบอัดเวลา ว่ามีระยะเวลาลดลงถึง 40% และยังทำให้งบประมาณลดลง 25%	Denis R. Towill (2003)
7	Concurrent Engineering Approach to Reducing Design Delivery Time	การซ้อนทับของกิจกรรมถือเป็นกลยุทธ์พื้นฐานของ Concurrent Engineering สำหรั บการลดระยะเวลาในการส่งมอบโครงการ	Susan M. Bogus, Keith R. Molenaar และ James E. Diekmann (2005)
8	Strategies for overlapping dependent design activities	การซ้อนทับของกิจกรรมเป็นวิธีการลดระยะเวลารวมของโครงการแบบเร่งด่วน แต่วิธีดังกล่าวไม่ได้ช่วยลดเงินและความเสี่ยงของการก่อสร้างลงตามได้ ดังนั้นการลดความเสี่ยงลงนั้น ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ของวิวัฒนาการหรือการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมก่อนหน้า	Susan M. Bogus, Keith R. Molenaar และ James E. Diekmann (2006)

ลำดับที่	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลที่ได้รับ	ที่มา
9	Rapid Production Strategies: Using Flow Synchronization for Modular Construction Systems	กระบวนการลดระยะเวลาของ Modular Construction Systems โดยการหาข้อขัดหรือข้อจำกัดของระบบและทำการแก้ไขโดยการใช้ Flow Synchronazation ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงจำนวนโมบายเครนเป็นคอขวดของกระบวนการ	Thiengburanathum P., Chatsirikul U., และ Supriyasilp T. (2004)
10	Time-Cost Trade-Offs in Overlapped Product Development	กระบวนการเร่งรัดงานของ Turbopump Process โดยใช้กลยุทธ์แบบ Time-Cost Trade-Off in Overlapped แสดงให้เห็นถึงระยะเวลาที่สั้นลงจากขั้นตอนการทำงานปกติที่ต้องใช้เวลา 379.1 วัน หลังจากทำการซ้อนทับของกิจกรรมแล้วเหลือเวลาที่ต้องใช้ในการทำงานเพียง 251.5 วัน แต่ทั้งนี้ก็ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น 10.5%	Tomas A. Roemer, Reza Ahmadi และ Robert H. Wang (1999)
11	การบริหารโครงการแบบเร่งรัด (Fast Track)	การบริหารโครงการแบบเร่งรัด (Fast Track) หมายถึง แนวความคิดในการบริหารจัดการที่นำไปสู่ความสำเร็จของการส่งมอบโครงการที่รวดเร็ว โดยการใช้เทคนิคต่างๆ รวมถึงการประยุกต์ใช้วิธีการใหม่ๆ ในการบริหารจัดการงานก่อสร้าง	Kwakye (1991)

ลำดับที่	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลที่ได้รับ	ที่มา
12	ระบบ โมดูลาร์ (Modular System)	ระบบ โมดูลาร์ (Modular System) เทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านที่ทันสมัย และมีรูปแบบการให้บริการ ที่ให้ความสำคัญในทุกๆ รายละเอียด ตั้งแต่เรื่องสภาพแวดล้อม ความแข็งแรงทนทาน รวมถึงคุณภาพของวัสดุและระบบต่างๆ ที่เลือกใช้ภายในบ้าน โดยทั่วไปการก่อสร้างบ้านหนึ่งอาจต้องใช้เวลาดังแต่ 6 เดือนไปจนถึงเป็นปี แต่สำหรับบ้านโมดูล่านั้นใช้เวลาก่อสร้างทั้งหมดประมาณ 4 เดือน	SCG HEIM (Online)
13	ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป	ระบบ โครงสร้างสำเร็จรูปความรวดเร็วในการประกอบติดตั้งยังส่งผลดีสำหรับงานต่อเนื่องของการก่อสร้างโดยรวมทั้งหลัง เช่น โครงหลังคา งานก่อผนัง ก็สามารถเข้ามาทำงานได้สะดวกรวดเร็วโดยไม่ต้องรอรยะเวลาขึ้นตอนทำโครงสร้าง	บริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด (2010)
14	การวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์สำหรับการเร่งรัดงานก่อสร้าง	จากการประยุกต์ใช้ QFD ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของการเร่งรัดการก่อสร้างตามลำดับ ดังนี้ - การเปลี่ยนระบบโครงสร้างและวัสดุในการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในหมวดหมู่ของกลยุทธ์ในหมวดหมู่ของลักษณะโครงข่าย (Topology) - การเพิ่มทรัพยากรในกระบวนการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในหมวดหมู่ของกลยุทธ์การลด	นาวิน และ ปุ่น (2554)

ลำดับที่	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ผลที่ได้รับ	ที่มา
		ระยะเวลาของกิจกรรม (Reduce Activity Duration)	

ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจเลือกใช้กลยุทธ์สำหรับการเร่งรัดการก่อสร้าง สามารถจำแนกประเภทของกลยุทธ์สำหรับการเร่งรัดการก่อสร้าง ได้ 4 ประเภท คือ (1) Topology (2) Reduce Activity Duration (3) Buffer Management และ (4) Rework Inspection (ปุ่น เทียงบุรณธรรม, 2553) ดังตาราง 2.10

ตาราง 2.10 ประเภทของกลยุทธ์สำหรับการเร่งรัดการก่อสร้าง

Fast Track Construction Strategies			
Topology	Reduce Activity Duration	Buffer Management	Rework Inspection
Parallel	Increase Mans	Award	Create Check Point
Phase Construction	Increase Machines		
Overlap Process	Increase Materials		
Concurrent Engineering	Increase Moneys		
Theory of Constrains	Increase Equipments		
Design-Build	Increase Tools		
Modular Construction	Increase Working Time		
Precast Concrete	Quality Control		
Post-Tension	Training Worker		
Prefabrication/ Pre-Assembly	Safety		
RC Baring Wall	Lean Construction		
Tunnel Form			

ตาราง 2.10 ประเภทของกลยุทธ์สำหรับการเร่งรัดการก่อสร้าง (ต่อ)

Fast Track Construction Strategies			
Topology	Reduce Activity Duration	Buffer Management	Rework Inspection
RC Wall Baring			
Concrete to Steel			
Brick to Panel			

โดยที่ Topology หมายถึง การลำดับขั้นตอนของการก่อสร้างแบบโครงข่าย

Reduce Activity Duration หมายถึง การลดระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมในการก่อสร้าง

Buffer Management หมายถึง การบริหารจัดการส่วนเผื่อ

Rework Inspection หมายถึง การตรวจสอบงานหรือคุณภาพของงานก่อสร้าง

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคการเปลี่ยนแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) แบบ One-Phase Model มาวิเคราะห์หาความต้องการของผู้บริหารโครงการเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดงานก่อสร้าง และเพื่อลดจุดอ่อนของการให้ค่าความสัมพัทธ์ จึงใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ในส่วนของการหาลำดับความสำคัญ (Prioritization) โดยการเปรียบเทียบความสัมพัทธ์ทีละคู่ (Pairwise Comparisons) เพื่อให้ได้ค่าหรือผลลัพธ์ที่ออกมาถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด