บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตยา ได้หาผลเฉลยด้วยวิธีฮิวริสติกส์ และมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจถึงสิ่งที่ดำเนินงานทั้งหมด จึงได้สรุปเป็นทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่

- ความสำคัญของอุตสาหกรรมยา
- เครื่องบรรจุยาแบบบลิสเตอร์
- การจัดตารางการผลิต
- ประเมินค่าถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์การยอมรับด้วยวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP)
- โปรแกรมโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Application Programs)
- เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยวิธีทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมยา

ยาเป็นสินค้าที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาของมนุษย์ โดยนิลสุวรรณ ลีลารัศมี และคณะ (2545) ได้กล่าวไว้ว่ายาแผนปัจจุบันเป็นทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property) อย่างหนึ่ง ยามีสิทธิบัตร (Patent) คุ้มครองแบบผูกขาดนานถึง 20 ปี แต่ยาก็เป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่จำเป็นต่อชีวิตและสุขภาพในการรักษาโรคและการฟื้นฟูสุขภาพผู้ป่วย การผลิตยาจึงต้องมีมาตรฐานการผลิตที่ดีเพื่อให้ได้สินค้ายาที่มีคุณภาพมีประสิทธิผลในการรักษาและปลอดภัยในการใช้ ดังนั้น การได้มาซึ่งยาแต่ละประเภทจึงต้องมีการลงทุนวิจัยพัฒนาเป็นจำนวนมากและยังต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงาคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ให้ผลิตออกจำหน่ายได้ เมื่อยานั้นหมดอายุสิทธิบัตรคุ้มครองแล้วก็จะมีการผลิตยานั้นออกมาแข่งขันซึ่งเรียกเป็น “ยาสามัญ” (Generics) ยาทุกสูตรทุกตำรับไม่ว่าจะเป็นยาสามัญหรือยาสิทธิบัตรก็ต้องผ่านการวิจัยพัฒนาทั้งนั้น อุตสาหกรรมยาจึงมีการพัฒนาตามเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา มีกิจกรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน และมีการควบคุมคุณภาพอย่างเข้มงวด

อุตสาหกรรมผลิตยาของไทยถือว่ามีวิวัฒนาการตั้งแต่การประกาศใช้พระราชบัญญัติ (พรบ.) ยา พ.ศ. 2510 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการควบคุมการผลิตและนำเข้ายามาใช้บริโภคภายในประเทศ ต่อมาในปี 2527 ได้มีการนำหลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice : GMP) มาเผยแพร่และฝึกอบรมให้กับภาคอุตสาหกรรมยา โดยให้ใช้เป็นมาตรฐานการผลิตยาที่มีคุณภาพ ซึ่งประกาศใช้เป็นกฎหมายในปี 2545 อุตสาหกรรมผลิตยาแผนปัจจุบันของไทยได้มีส่วนช่วยอย่างมากต่อการเข้าถึงยาการมียารักษาโรคอย่างพอเพียง และการรักษาสุขภาพของประชาชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตยาสามัญออกจำหน่ายในราคาที่ถูกกว่ายาสิทธิบัตรมาก ซึ่งช่วยทดแทนและประหยัดเงินตราได้ปีละหลายหมื่นล้านบาท อย่างไรก็ตามพฤติกรรมการใช้ยา การเป็นโรคของประชาชน อีกทั้งแพทย์ผู้สั่งจ่ายยา ก็เป็นผู้ที่กำหนดชนิดและประเภทของยาที่จะนำมาใช้รักษาโรค ประกอบกับความนิยมใช้ยานำเข้าซึ่งส่วนมากเป็นยาสิทธิบัตร ก็ยังเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดขนาดและส่วนแบ่งการตลาดของยา

ในช่วงปี 2529 – 2535 ประเทศพัฒนาแล้ว (Developed Countries) โดยมีสหรัฐอเมริกาเป็นแกนนำได้ทำการกดดันให้ประเทศกำลังพัฒนา (Developing Countries) แก้ไขกฎหมายสิทธิบัตรโดยให้คุ้มครองสินค้าสิทธิบัตรทุกชนิด (รวมทั้งผลิตภัณฑ์ยา) อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ในทุกกรณี มีผลทำให้ประเทศไทยต้องแก้ไข พรบ.สิทธิบัตร พ.ศ. 2522 ที่ให้สิทธิบัตรคุ้มครองเฉพาะกรรมวิธีการผลิต ตามที่สหรัฐต้องการเพื่อรักษาผลประโยชน์ทางการค้าระหว่างประเทศ การแก้ไขกฎหมายดังกล่าวมีผลทำให้อุตสาหกรรมยาต้องหันไปลงทุนวิจัยตัวยาใหม่ขึ้นใช้เอง ในขณะเดียวกัน ประเทศไทยได้ร่วมจัดตั้งเขตการค้าเสรีอาเซียน (ASEAN Free Trade Area: AFTA) ซึ่งปี 2545 มีการกำหนดอัตราภาษีนำเข้าเพียงร้อยละ 5 และในปี 2546 จะมีอัตราร้อยละ 0 โดยมียาเป็นสินค้าในกลุ่มที่ต้องลดภาษีนำเข้าระหว่างประเทศสมาชิกอาเซียนด้วยกัน

สถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงในรอบ 10 ปีที่ผ่านมาได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อทิศทางและการพัฒนาของอุตสาหกรรมยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประเทศไทยประสบปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำในปี 2540 ทำให้ผู้ประกอบการต้องดิ้นรนเป็นอย่างมาก เพื่อรักษาสัดส่วนตลาดยาสามัญที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติในทิศทางที่สามารถพึ่งพาตนเองได้และเพื่อรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ หลังจากปี 2540 กรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์ได้เล็งเห็นถึงศักยภาพการส่งออกของอุตสาหกรรมยา จึงได้ให้การสนับสนุน ประสานงานและอำนวยความสะดวกแก่ภาคอุตสาหกรรมยา สำหรับ อย. ก็ได้มีการแก้ไขปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกให้มีความคล่องตัวมากขึ้น อุตสาหกรรมยาจึงได้มีโอกาสแสดงศักยภาพและการแข่งขันเป็นรูปธรรมด้วยยอดส่งออกที่เพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามในปีพ.ศ. 2558 ประเทศไทยจะเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC) ดังนั้นอุตสาหกรรมยาต้องมีการปรับตัวเพื่อเตรียมพร้อมที่จะรับกับสถานการณ์ดังกล่าวนี้ จากโครงการเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้ SMEs ภาคการผลิต เพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ปี 2558

เนื่องจากสภาวะการแข่งขันทางเศรษฐกิจสูงมากในปัจจุบันได้ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ปรับตัวเพื่อแสวงหาโอกาสทางธุรกิจและความอยู่รอดจากการแข่งขันเสรีในระบบทุนนิยม ประเทศในอาเซียนสามารถเป็นได้ทั้งพันธมิตรและคู่แข่งทางการค้าของไทย ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และเวียดนามมีการพัฒนาศักยภาพในด้านต่างๆ อย่างรวดเร็ว อุตสาหกรรมต่างๆ ของไทยจึงจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้ทันกับสถานการณ์ปัจจุบัน

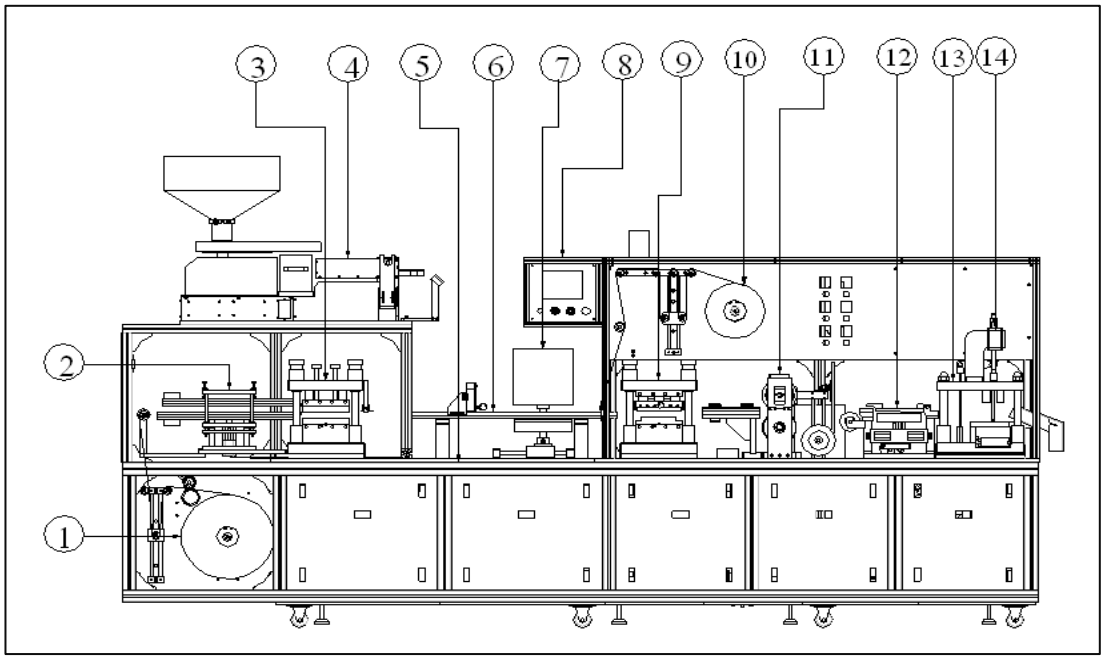
สำหรับเป้าหมายและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากการเข้าร่วมการเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน กลุ่มอุตสาหกรรมยาประกอบด้วยเป้าหมายหลัก ได้แก่ การเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมยาสามัญในภูมิภาคอาเซียน มีชื่อเสียงด้านคุณภาพ และมาตรฐาน ของ ASEAN มีโอกาสทางการตลาด จากภูมิศาสตร์ของประเทศซึ่งเป็นศูนย์กลางกลุ่มประเทศ CLMV ได้แก่ กัมพูชา ลาว พม่า เวียดนาม ท้ายที่สุดคือ มีความได้เปรียบในตลาดสินค้ายาประเภทหมดสิทธิบัตร (Generic Drug) การให้ได้มาซึ่งเป้าหมายข้างต้นจะต้องมีการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานยา /การวิจัยและพัฒนา การสนับสนุนจากภาครัฐด้านข้อมูล และกฎระเบียบมาตรการปกป้องผู้ผลิตภายในประเทศ การพัฒนาตลาดและสร้างตราสินค้า มาตรฐานยาอาเซียน (ASEAN Harmonization)/การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้รวดเร็วยิ่งขึ้นและมาตรฐาน PIC/S GMP นอกจากนี้การพัฒนาและยกระดับขีดความสามารถการรวมกลุ่มและเชื่อมโยงอุตสาหกรรมแบบ คลัสเตอร์ (Industrial Cluster) เป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย จากการใช้องค์ความรู้ และข้อมูลแบบบูรณาการได้เป็นอย่างดี

จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมยาเป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันกันสูงตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และในอนาคตด้วย ทั้งในเรื่องของราคาและคุณภาพ ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องเร่งปรับกลยุทธ์การแข่งขันด้านต่างๆ พร้อมทั้งพัฒนาศักยภาพการแข่งขันโดยเร็ว เพื่อรักษาและช่วงชิงส่วนแบ่งการตลาดสำคัญต่างๆ ดังนั้นการที่จะสามารถแข่งขันได้จำเป็นที่จะต้องมีความสามารถในการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

อุตสาหกรรมยาจัดเป็นอุตสาหกรรมที่จำเป็นต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ ในการรักษาโรคและการฟื้นฟูสุขภาพผู้ป่วย ดังนั้นการผลิตยาจึงต้องมีมาตรฐานการผลิตที่ดีเพื่อให้ได้สินค้ายาที่มีคุณภาพ มีประสิทธิผลในการรักษาและปลอดภัยในการใช้ อีกทั้งในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะผลิตเพื่อเก็บเป็นสินค้าคงคลัง (Make to Stock) เพื่อจะสามารถตอบสนองความต้องการที่เร่งด่วนของผู้ป่วยได้ เพื่อที่จะสามารถช่วยชีวิตของผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที ดังนั้นการผลิตยาให้ทันกับความต้องการของลูกค้าหรือผู้ป่วยจึงมีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมยา นอกจากความสามารถในการแข่งขันแล้วยังสามารถช่วยชีวิตของผู้ป่วยได้อีกด้วย

2.2 เครื่องบรรจุยาแบบบลิสเตอร์

Tanit (2012) ได้กล่าวว่าเครื่องบรรจุแบบบลิสเตอร์ ทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กับยา ทำงานแบบเป็นจังหวะด้วยลูกเบี้ยว (Cam) บนแกนเหล็ก (Cam Shaft) และระบบมอเตอร์เซอร์โว (Servo Motor) ซึ่งทำหน้าที่ขับเคลื่อนการทำงานของชุดอุปกรณ์ ณ ตำแหน่งชุดทำงานหลักของเครื่อง ได้แก่ การขึ้นรูป การซีล การตัด เครื่องรุ่นนี้ถูกออกแบบให้สามารถรองรับแผงบรรจุภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างมาตรฐานของเครื่อง (Modular Machine Construction)

โครงสร้างมาตรฐานของเครื่อง (Modular Machine Construction)

1. Unwinding PVC (ชุดปล่อยพีวีซี)

2. Preheat Station (ชุดอบฟิล์ม)
3. Forming Station (ชุดขึ้นรูป)
4. Auto Feeding Station (ชุดลงเม็ดอัตโนมัติ)
5. Frame Body (โครงเครื่อง)
6. Guide Rails Station (ชุดยึดรางประคอง)
7. Camera (ชุดกล้อง)
8. Power Control System (ระบบไฟ)
9. Sealing Station (ชุดซิลปิดผนึก)
10. Unwinding Feeding Foil (ชุดปล่อยฟอยส์)
11. Transport Station (ชุดดึงสโตรก – ขึ้นรูป)
12. Transport Station (ชุดดึงสโตรก – ตัดแผง)
13. Cutting Station (ชุดตัดแผง)
14. Reject Station (ชุดคัดแยกแผง)

จากรูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานเริ่มจาก การขึ้นรูป PVC หรือ Alu โดยเครื่องจะปล่อย PVC/Alu ในส่วนของ Unwinding PVC/Alu (1) และจะนำมาขึ้นรูปที่บริเวณ Preheat Station (2) โดยการขึ้นรูปของ PVC จะใช้ความร้อนในการขึ้นรูปและมีการใช้ลมในการเป่าให้เป็นหลุมที่บริเวณ Forming Station (3) ในส่วนของ Alu จะใช้การกดในการขึ้นรูปของหลุมใส่ยา มารับยาที่ปล่อยมาจาก Auto Feeding Station (4) จากนั้นหลุมยาจะเคลื่อนที่มาตาม Guide Rails Station (6) โดยมี Camera (7) เป็นตัวสอบเม็ดยา จะส่งสัญญาณไปยัง Reject Station (14) จากนั้นเครื่องจะปล่อย Alu จากบริเวณ Unwinding Feeding Foil (10) และมาซีลที่บริเวณ Sealing Station (9) เพื่อให้ Alu-PVC หรือ Alu/Alu ติดกัน จากนั้นจะเข้า Cutting Station (13) เพื่อตัดยาให้เป็นแผง และแผงยาที่มีจำนวนยาไม่ครบหรือลักษณะเม็ดยาบิ่นจะถูกคัดทิ้งที่บริเวณ Reject Station (14)

2.3 การจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิต (Scheduling) เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับงาน โดยมีเงื่อนไขของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งจะเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีเป้าหมายเพื่อให้มีการตอบสนองต่อวัตถุประสงค์หนึ่งหรือหลายๆ โดยที่ พิภพ ลลิตาภรณ์ (2546) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของการจัดตารางการผลิต 3 วัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์แรก ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ การเพิ่มประโยชน์การใช้หน่วยงาน คือ เป็นการลดช่องว่างงานของหน่วยงานสำหรับกรณีที่มีการกำหนดจำนวนงานที่แน่นอน วัตถุประสงค์ที่สอง คือ การลดจำนวนงานโดยเฉลี่ยที่คอยอยู่ในแถวคอยขณะที่

เครื่องจักรของงานนั้นกำลังทำงานอื่นอยู่ วัตถุประสงค์สุดท้าย คือ การลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนดหรือพยายามทำใบสั่งงานทุกงานให้เสร็จในระยะเวลาที่กำหนดไว้

2.3.1 คำนิยามเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบผลิต

ตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา นักวิจัยจำนวนมากได้เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหาและให้คำนิยามที่เกี่ยวกับการจัดตารางเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาด้านการผลิตเป็นส่วนมาก ทั้งนี้เนื่องจากการวางแผนการผลิตเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการประยุกต์เทคนิคด้านการจัดตารางเข้าไป ดังนั้น ชุมพล ศฤงคารศิริ (2548) และ Sule (1997) กล่าวว่าคำศัพท์ส่วนมากมีแนวโน้มที่เกี่ยวพันกับงานในด้านอุตสาหกรรม ถึงแม้ว่าการจัดตารางนี้จะไม่ได้ถูกจำกัดอยู่เพียงแต่ในวงการอุตสาหกรรมเท่านั้น ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรถูกพิจารณาว่าเป็นทรัพยากร หรืองานเปรียบเสมือนกับของสิ่งๆ หนึ่งที่ต้องการใช้ทรัพยากรในการผลิต แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้ให้บริการและลูกค้าในระบบบริการอาจจะถูกพิจารณาว่าเป็นทรัพยากรละงานตามลำดับก็ได้คำศัพท์ที่ใช้ในการวางแผนการผลิตที่จะนำมาสู่แบบจำลองของการจัดตารางอาจจะแบ่งได้ตามประเภทต่อไปนี้]

1. เครื่องจักรเดี่ยว (Single Machine) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักร (ผู้ให้บริการ) 1 เครื่องและงานทั้งหมดที่เข้ามาสู่ระบบจะถูกดำเนินการด้วยเครื่องจักรนี้ จะมีงานเพียง 1 งานเท่านั้นที่อยู่บนเครื่องจักรนี้ได้ที่เวลาใดเวลาหนึ่ง แต่ละงานจะมีระบุถึงเวลาดำเนินการและเวลาส่งมอบ นอกจากนั้นยังอาจจะมีคุณลักษณะอื่นที่สำคัญได้อีก เช่น ลำดับความสำคัญของงาน ค่าปรับถ้าไม่สามารถทำงานเสร็จได้ตามกำหนดส่งมอบ วัตถุประสงค์หลักของจัดตารางในระบบนี้ก็คือ การทำให้ค่าปรับที่เกิดจากงานส่งมอบมีค่าน้อยที่สุด
2. เครื่องจักรขนาน (Parallel Machine) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรที่อาจจะเหมือนกันทุกประการ (Identical Machine) หรือคล้ายคลึงกัน (Similar Machine) อยู่จำนวนหนึ่ง แต่ละงานสามารถที่จะเลือกทำบนเครื่องจักรใดที่อยู่ในกลุ่มนี้ก็ได้ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้คือ การทำให้เวลาเสร็จสิ้นของงานสุดท้าย (Makespan) มีค่าน้อยที่สุด
3. ระบบผลิตแบบไหลเลื่อน (Flow Shop) ในระบบนี้แต่ละงานจะต้องทำบนเครื่องจักรหลายเครื่องโดยที่เส้นทางการไหลของทุกงานจะมีลักษณะเป็นแบบแผนเดียวกัน และมีทิศทางการไหลของงานทิศทางเดียวเท่านั้น เวลาดำเนินการของแต่ละงานบนแต่ละเครื่องจักรอาจจะแตกต่างกันได้ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางระบบนี้ คือ การทำให้เวลาปิดงานของระบบมีค่าน้อยที่สุด
4. ระบบผลิตแบบตามงาน (Job Shop) ระบบผลิตแบบนี้เป็นหนึ่งในระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรที่แตกต่างกันจำนวนหนึ่ง แต่ละงานอาจจะใช้เครื่องจักรเหล่านี้ในการดำเนินการเพียงบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการวางแผน

กระบวนการ (Process Planning) ที่กำหนดให้ ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบนี้ก็คือ แต่ละงานไม่สามารถย้อนกลับมาทำบนเครื่องจักรเดิมได้ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้คือ การทำให้เวลาปิดงานของระบบหรือค่าปรับที่เกิดจากการส่งมอบงานล่าช้ามีค่าน้อยที่สุด

5. ระบบผลิตแบบเปิด (Open Shop) ระบบผลิตแบบนี้คล้ายกับระบบผลิตแบบตามงานยกเว้นแต่ว่าลำดับของการดำเนินงานของแต่ละงานสามารถสลับกันได้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ แต่ละงานไม่มีข้อจำกัดในด้านของลำดับก่อนหลังของการดำเนินการที่ต้องทำตาม ซึ่งก็คืองานมีความยืดหยุ่นในด้านลำดับก่อนหลังของงาน (Flexible Operation Sequence) วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้คือ การทำให้เวลาเสร็จสิ้นของงานสุดท้ายมีค่าน้อยที่สุด
6. ระบบผลิตแบบไม่อินสระต่อกัน (Dependent Shop) ระบบนี้คล้ายกันกับระบบผลิตแบบตามงานแต่ลำดับในการทำงานของงานหนึ่งหรือมากกว่าจะขึ้นอยู่กับการทำงานของงานอื่น วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้ คือ การทำให้เวลาเสร็จสิ้นของงานสุดท้ายมีค่าน้อยที่สุด
7. สายการประกอบ (Assembly Line) แต่ละงานที่อยู่ในระบบนี้จะต้องผ่านขั้นตอนการดำเนินการที่เหมือนกันตามลำดับที่กำหนดให้ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้คือ การหาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด และจัดสรรงานให้กับสถานีงานเหล่านี้ เพื่อทำให้สายการประกอบมีระดับการผลิตที่สมดุลและมีประสิทธิภาพสูงสุด
8. สายการประกอบแบบผสม (Mixed-Model Assembly Line) สายการประกอบแบบนี้สร้างขึ้นเพื่อผลิตชิ้นงานที่ความคล้ายคลึงกัน (แต่ไม่เหมือนกัน) โดยที่แต่ละงานอาจจะการดำเนินการและเวลาที่ใช้ในการดำเนินการที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้คือ เพื่อทำให้สายการประกอบมีระดับการผลิตที่สมดุลและมีประสิทธิภาพสูงสุด
9. การผลิตแบบรุ่น (Batch Processing) งานจะถูกผลิตเป็นรุ่น (Batch) โดยแต่ละรุ่นอาจจะใช้เวลาดำเนินการที่แตกต่างกัน และข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตจะเป็นตัวกำหนดว่า งานจำนวนเท่าใดที่จะสามารถผลิตได้ในขณะใดขณะหนึ่ง ตัวอย่างของระบบนี้คือ เตาอบขนมที่มีเพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้นที่สามารถนำเข้าไปอบในเตาได้ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้คือ การทำให้เวลาเสร็จสิ้นของงานสุดท้ายมีค่าน้อยที่สุด
10. เวลาปรับตั้งที่ขึ้นกับงานที่อยู่ก่อนหน้า (Sequence-dependent Setup Time) ในระบบนี้จะมีการแบ่งประเภทของงานออกเป็นกลุ่ม ถ้างานที่ทำต่อเนื่องกันอยู่ในประเภทเดียวกัน ก็จะไม่มีการปรับตั้งเครื่องจักรที่เกิดขึ้น แต่ถ้างานที่ทำต่อเนื่องอยู่ต่างประเภทกันแล้ว จะต้องมีการปรับตั้งเครื่องจักรเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการปรับตั้งเครื่อง แต่ละงานมีเวลาส่งมอบ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางในระบบนี้คือ เพื่อทำให้ค่าปรับรวมที่เกิดจากการส่งมอบงานล่าช้ามีค่าน้อยที่สุด
11. การวางแผนกำลังพล (Manpower Planning) วัตถุประสงค์เพื่อสร้างตารางกำลังพลที่เป็นไปตามความต้องการในด้านกฎหมายและสัญญาจ้าง โดยใช้พนักงานจำนวนน้อยที่สุด ในการทำงาน 7 วัน

ต่อสัปดาห์ เหตุผลหนึ่งที่เกี่ยวข้องก็คือ ความปลอดภัยในการทำงาน กล่าวคือ พนักงานต้องมีสันหยุดพักผ่อนอย่างเพียงพอ เพื่อที่เขาจะได้มีความว่องไวในการทำงาน ความต้องการอื่นที่อาจจะเกี่ยวข้อง เช่นพนักงานแต่ละคนจะต้องมีวันหยุดต่อกัน 2 วันในหนึ่งสัปดาห์ หรือมีวันหยุดสุดสัปดาห์จำนวน B ครั้งในรอบ A อาทิตย์ เป็นไปได้ว่าพนักงานแต่ละคนอาจจะมีเวลาเริ่มต้นทำงานที่แตกต่างกันเพื่อทำให้การทำงานโดยรวมครอบคลุมเวลาที่เกินกว่าเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ในบางครั้ง เราเรียกการจัดตารางลักษณะนี้ว่า การจัดตารางทัวร์ (Tour Scheduling)

2.3.2 คำจำกัดความในการจัดตารางการผลิต

พิภพ ลลิตาภรณ์ (2546) ได้แสดงคำศัพท์ส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตซึ่งโดยส่วนมากได้อธิบายความหมายในตัวเองอยู่แล้ว มีเฉพาะศัพท์ไม่กี่คำที่จำเป็นจะต้องอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งได้แก่คำดังต่อไปนี้

1. เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Processing Time) เป็นการพยากรณ์ค่าโดยประมาณว่าในการทำงานหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จต้องใช้เวลาเท่าไร การประมาณนี้รวมถึงเวลาในการเตรียมงานที่อาจต้องมีอยู่ด้วย เวลาปฏิบัติของงาน i ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย P_i
2. เวลากำหนดส่งงาน (Due Date) เป็นการนำกำหนดวันสุดท้ายของกำหนดการส่งงาน หรือเป็นการกำหนดว่างานต้องเสร็จในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าหากงานแล้วเสร็จหลังจากช่วงเวลาดังกล่าว จะถูกพิจารณาว่าส่งงานไม่ทันกำหนด และสมมติว่าถ้ามีการส่งงานช้ากว่ากำหนดต้องถูกปรับ เวลากำหนดส่งของงาน i ใดๆ จะใช้สัญลักษณ์แทนด้วย D_i
3. เวลาเบี่ยงเบน (Lateness) เป็นการคำนวณหาความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นจากเวลาแล้วเสร็จของงานว่ามีการเบี่ยงเบนไปจากเวลากำหนดส่งอย่างไร ถ้างานนั้นเสร็จก่อนเวลากำหนดส่ง เวลาเบี่ยงเบนมีค่าเป็นค่าลบ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้างานนั้นเสร็จหลังเวลากำหนดส่ง เวลาเบี่ยงเบนมีค่าเป็นค่าบวก เวลาเบี่ยงเบนของงาน i ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย L_i ซึ่ง $L_i = C_i - D_i$
4. เวลาล่าช้าของงาน (Tardiness) เวลาของงานคำนวณได้จากเวลาเบี่ยงเบน โดยงานที่มีความล่าช้าของงานที่เสร็จหลังจากเวลาที่กำหนดส่ง ซึ่งเวลาล่าช้าของงานมีค่าเท่ากับเวลาเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวก แต่ถ้างานเสร็จก่อนกำหนดส่ง ค่าเวลาเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบ และค่าเวลาล่าช้าของงานมีค่าเป็น 0 เวลาล่าช้าของงานใช้สัญลักษณ์แทนด้วย T_i
5. เวลาเพียงพอ (Slack) เป็นการวัดความแตกต่างระหว่างเวลาที่เหลืออยู่นับถึงวันกำหนดส่งของงานนั้นกับเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานผลิตของงานนั้น ค่าเวลาเพียงพอใดๆ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย SL_i ซึ่ง $SL_i = D_i - T_i$

6. เวลากำหนดงานเสร็จ (Completion Time) เป็นช่วงกว้างของเวลาระหว่างเริ่มดำเนินการงานแรกได้เริ่มต้น ซึ่งเวลาที่งานแรกเริ่มต้นนี้ถูกกำหนดเป็น 0 จนกระทั่งงาน i เสร็จสิ้นลง เวลากำหนดเสร็จของงาน i ใช้สัญลักษณ์ C_i
7. เวลาปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time) เป็นเวลาที่ใช้ในการเตรียมงานก่อนทำการผลิต เวลาปรับตั้งเครื่องของรุ่นผลิตภัณฑ์ที่ k (Model k) ใช้สัญลักษณ์ S_k
8. รุ่นการผลิต (Batch) หมายถึง จำนวนของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนรายการใดรายการหนึ่งที่ทำการผลิตบนหน่วยผลิตใดหน่วยหนึ่งหลังจากที่ผลิตภัณฑ์รุ่นใดรุ่นหนึ่ง ได้ทำการผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยใดๆ หรือชุดใดๆ จนเสร็จสิ้นแล้ว ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นก็ถูกนำมาผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยนั้นตามขนาดของรุ่นที่ได้กำหนด

2.3.3 การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบขนาน

การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบขนาน พิภพ ลลิตาภรณ์ (2546) ได้อธิบายความหมายของการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตแบบขนานดังนี้ มีหน่วยผลิต 2 หน่วยขึ้นไปที่เหมือนกันและประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละหน่วยงานเท่ากัน เมื่อมีงานหลายงานที่เข้ามาในระบบ ระบบจะทำการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วย ในการจัดตารางการผลิตซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักใช้วิธีการทำงานตามลำดับงานที่เข้ามาโดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์สูงสุดของการจัดตาราง ดังนั้นการจัดลำดับงานให้ได้ผลดีจึงไม่ใช่เรื่องที่ทำได้ง่ายนัก เนื่องจากงานต่างๆ นั้นมีหลายขั้นตอนที่ต้องทำไปตามลำดับ การใช้เวลาตั้งเครื่อง (Set up) ก็เข้ามาเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับงาน นอกจากนั้นอุปกรณ์ที่มีใช้ในแต่ละหน่วยก็อาจมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน เราจึงต้องมีการจัดตารางการผลิต ในการจัดตารางการผลิตสำหรับหน่วยผลิตแบบขนานนั้น แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มงาน (Allocation) เป็นการตัดสินใจมอบหมายงานแต่ละงานไปยังหน่วยผลิตแต่ละหน่วย อีกขั้นตอนคือ การจัดลำดับก่อนหลัง (Sequencing) เกี่ยวข้องกับลำดับของงานในแต่ละหน่วยผลิต โดยทั้ง 2 ขั้นตอนดังกล่าวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

2.3.4 การจัดลำดับการผลิต (Production Scheduling)

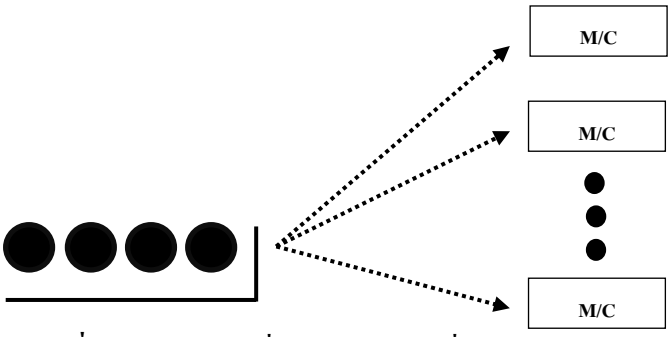
การจัดลำดับการผลิต (Production Scheduling) คือ การกำหนดความสัมพันธ์ของลำดับงานที่จะผลิตภายใต้ทรัพยากร (Resource) ที่มีอยู่อย่างจำกัด อาทิเช่น เครื่องจักร พนักงาน อุปกรณ์การขนถ่าย เป็นต้น เพื่อให้การผลิตนั้นๆ แล้วเสร็จภายในกำหนดช่วงเวลาระยะหนึ่งหรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นการจัดเวลาการทำงาน (job) บนเครื่องจักรที่ต้องผลิตงานนั้นๆ สำหรับปัญหาของการจัดลำดับการผลิตสำหรับงาน n งาน และเครื่องจักร m เครื่อง ในรูปแบบกลุ่มของเครื่องจักร (Identical Machines) โดยแต่ละเครื่องจักรจะวางขนานกันและความเร็วในการผลิตต่างกัน (Uniform Machines) ที่มีบทบาทใน

ระบบอุตสาหกรรม โดยทั่วไปปัญหาในการจัดลำดับการผลิตพิจารณาอยู่ 2 ประเด็น คือ เงื่อนไขข้อจำกัดของเครื่องจักร (Resource Constraint) และเงื่อนไขข้อจำกัดของการลำดับงานการผลิตของงานที่จะถูกผลิต (Technological Constraint) ในส่วนประเด็นของเครื่องจักรนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องจักรและทรัพยากรที่มีอยู่แล้ว ส่วนประเด็นของการลำดับการผลิต (Sequence) นั้นขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงาน กล่าวคือ เครื่องจักรจะไม่สามารถทำงานชิ้นต่อไปได้ ถ้ายังทำงานที่ทำก่อนยังไม่เสร็จเรียบร้อยเสียก่อน ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับปัญหาของระบบแถวคอย (Queuing Problem) ซึ่งผลของการจัดลำดับงานผลิตจะทำให้เครื่องจักรแต่ละเครื่องทำงานต่างๆ ตามลำดับที่จัดเอาไว้ งานผลิตใดที่ยังไม่ได้ทำการผลิตก็จะรอคอยอยู่ การจัดลำดับงานผลิตเป็นงานที่สำคัญและมีความยุ่งยากมาก เนื่องจากมีวิธีการจัดลำดับความสำคัญก่อนหลังของงานผลิตต่างๆ อยู่มากมายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการจัดลำดับงานผลิตแต่ละครั้ง และการจัดทำรายละเอียดของตารางการทำงานเป็นขั้นตอนจะต้องจัดทำรายละเอียดให้เครื่องจักรต้องทำการผลิตในแต่ละวันหรือแต่ละชั่วโมง โดยจะแสดงให้ทราบว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องเริ่มทำงานผลิตแต่ละงานเมื่อใด ทำงานผลิตเสร็จแล้ว เมื่อใดรอคอย ในช่วงเวลาใดมีเครื่องจักรใดบ้างว่างงานและว่างงานในช่วงเวลาใด ทั้งนี้ก็เพื่อให้สามารถทำงานผลิตเสร็จทันตามกำหนดเวลาตามความต้องการของลูกค้าในขณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์การ

2.3.5 การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรขนาน

ในระบบผลิตที่ประกอบด้วยเครื่องจักรขนาน (Parallel Machines) งานสามารถเลือกทำบนเครื่องจักรใดก็ได้จากจำนวนของเครื่องจักรขนานที่มีอยู่ การนำเครื่องจักรขนานมาใช้งานในระบบผลิตจะทำให้ระบบผลิตมีกำลังการผลิตมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น ถ้ามีการจัดสรรงานให้กับเครื่องจักรขนานทั้งแบบที่เหมือนกันทุกประการ (Identical) หรือแบบที่ไม่เหมือนกัน/คล้ายกัน (Non-Identical/Similar) อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะทำให้เวลาปิดงานของระบบ (Makespan) ลดลงอย่างมาก ปัญหาอีกประการหนึ่งที่จะกล่าวในบทนี้คือ การผลิตแบบรุ่น (Batch Processing) ซึ่งปะกอบด้วย 2 ประเด็นสำคัญ คือ

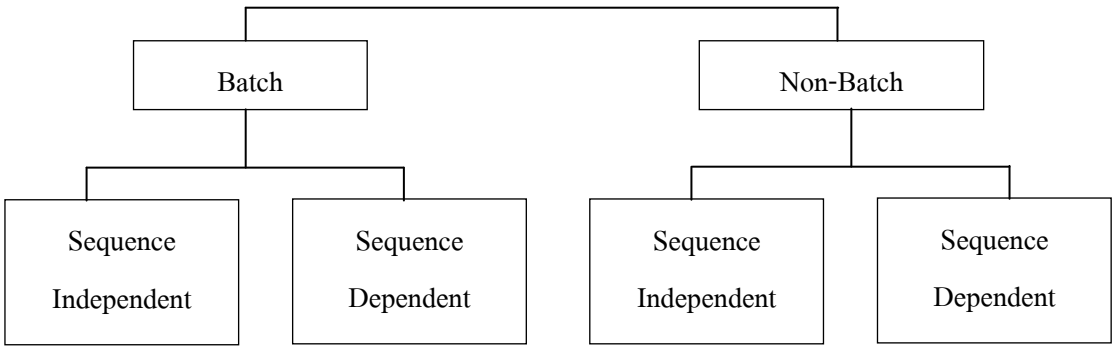
1. การแบ่งงานที่มีอยู่ออกเป็นรุ่นที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละรุ่นของงานที่จัดขึ้นนี้อาจจะถูกส่งไปผลิตบนเครื่องจักรขนาน เรียกปัญหาดังกล่าวว่า ปัญหาการอบขนมปัง (Baking Problem) และ
2. จากการที่งานสามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้นั้น การผลิตงานแต่ละชนิดจะต้องมีการปรับแต่งเครื่องจักรเกิดขึ้น ถ้าผลิตงานที่อยู่ในชนิดเดียวกันทั้งหมดในทีเดียว การปรับตั้งเครื่องจักรจะเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีการผลิตงานสลับชนิดกัน ก็จะมีการปรับตั้งเครื่องเกิดขึ้นในทุกครั้งของการสลับงาน ดังนั้น เราจะต้องเรียงลำดับงานอย่างไรจึงจะทำให้เวลาปรับตั้งเครื่องจักรมีค่าน้อยที่สุด โดยที่ยังคงทำให้สามารถส่งมอบงานได้ตรงตามกำหนด



รูปที่ 2.2 ระบบผลิตที่ประกอบด้วยเครื่องจักรขนาน

ซึ่งในหมายความว่า ระบบผลิตประกอบด้วยเครื่องจักรขนานที่เหมือนหรือคล้ายกันอยู่จำนวนหนึ่ง คำว่าเครื่องจักรขนาน ในที่นี้ไม่ได้หมายความถึงเครื่องจักรที่นำมาจัดเรียงทางกายภาพให้ขนานกัน แต่จะหมายถึง เครื่องจักรประเภทเดียวกันที่สามารถทำงานทดแทนกันได้ ดังในรูปที่ 2.2 การมีเครื่องจักรประเภทนี้อยู่ในระบบผลิตจะทำให้แนวทางในการจัดตารางเปลี่ยนไปจากการพิจารณาในเรื่องของการจัดลำดับงานเพียงอย่างเดียว ดังเช่นในกรณีเครื่องจักรเดี่ยว ส่งผลให้ต้องพิจารณาในเรื่องการจัดสรรงานลงบนเครื่องจักรที่เหมาะสมร่วมอีกด้วย

ในการจัดตารางการผลิตซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักใช้วิธีการง่ายๆ คือ ทำงานตามลำดับงานที่เข้ามาโดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์สูงสุดของการจัดตาราง ดังนั้นการจัดตารางให้ได้ผลถึงไม่ใช่เรื่องที่ทำได้ง่ายนักเนื่องจากงานต่างๆ นั้นมีหลายขั้นตอนที่ต้องทำไปตามลำดับ การใช้เวลาตั้งเครื่อง (Set up) ก็เข้ามาเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับงาน นอกจากนั้นอุปกรณ์ที่มีใช้ในแต่ละหน่วยอาจมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกันเราจึงต้องมีการจัดตารางการผลิต งานวิจัยฉบับนี้เป็นการจัดตารางการผลิตที่คำนึงถึงคุณลักษณะของการจัดงานที่เป็นกลุ่ม ที่ขึ้นกับงานก่อนหน้าได้แบ่งกลุ่มของปัญหาการจัดตารางผลิต Schutten (1996) ที่คำนึงถึงเครื่องจักรดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.3 แสดงกลุ่มปัญหาของการจัดตารางการผลิต

2.3.6 การใช้หลักเกณฑ์ของการจัดลำดับงานอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach)

การใช้วิธีฮิวริสติกส์ใช้แก้ปัญหาจริงในอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งวิธีนี้จะทำให้คำตอบที่ค่อนข้างดีเป็นที่ยอมรับได้ และบ่อยครั้งที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังใช้เวลาไม่มากในการหาคำตอบอีกด้วย จนปัจจุบันนี้นักวิจัยได้คิดค้นฮิวริสติกส์ขึ้นมาเป็นจำนวนมาก โดยชุมพล ศฤงคารศิริ (2548), Baker (1974) แต่ในที่นี้จะขอนำเสนอเฉพาะวิธีที่พบกับบ่อยครั้งในอุตสาหกรรมเท่านั้น โดย Pinedo (1995) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

2.3.6.1 EDD (Early or Earliest Due Date) ตารางจะสร้างขึ้นโดยพิจารณาจากกำหนดส่งมอบของงานเป็นสำคัญ งานที่มีกำหนดส่งมอบที่กระชั้นกว่าจะถูกวางไว้ในลำดับก่อนหน้างานที่มีกำหนดส่งมอบที่ช้ากว่า

2.3.6.2 SPT (Shortest Processing Time) กฎนี้บางทีเรียกว่า SOT (Shortest Operation Time) โดยจัดเรียงลำดับงานตามค่าที่เพิ่มขึ้นของเวลาดำเนินการ

2.3.6.3 Largest Penalty per Unit Length (LPUL) สำหรับแต่ละงาน ให้คำนวณอัตราส่วน $U_i = T_i/P_i$ = น้ำหนักค่าปรับของงาน i และ P_i = เวลาดำเนินการของงาน i แล้วเรียงลำดับงานตามค่าที่ลดลงของ U_i ในกรณีที่งานทั้งสองงานหรือมากกว่ามีค่า U_i เท่ากัน ให้เลือกงานที่มีเวลาดำเนินการน้อยกว่ามาทำก่อน

2.3.6.4 SPT-LPUL ให้ใช้ SPT เป็นกฎหลัก แต่ถ้าเมื่อใดก็ตามที่พบงานสองงานหรือมากกว่ามีแต้มเท่ากับ (Tie) เกิดขึ้น ให้ใช้ค่าของ U_i จากกฎ LPUL เป็นตัวตัดสินว่าจะเลือกงานใดจากงานที่มีเส้นเท่ากันมาทำก่อน (เลือกงานที่มี U_i มากมาทำก่อน)

2.3.6.5 SWPT (Shortest Weight Processing Time) สำหรับแต่ละงาน ให้คำนวณอัตราส่วน $S_i = P_i/T_i$ แล้วเรียงลำดับงานตามค่าที่เพิ่มขึ้นของ S_i

2.3.6.6 WT-LPUL (Lhortest Weight and LPUL) เรียงลำดับงานตามค่าที่ลดลงของน้ำหนักของแต่ละงาน (T_i) แต่ถ้ามีแต้มเท่ากันเกิดขึ้น ให้ใช้กฎ LPUL เป็นตัวตัดสิน

2.3.6.7 CR (Critical Ratio) คือ การจัดลำดับงานใดที่มีอัตราส่วนวิกฤตน้อยที่สุดให้ทำก่อน โดยมีรายละเอียดดังนี้ Stevenson (2007)

คำนวณค่า CR ของงานที่ยังไม่ได้จัดตารางผลิตจาก

$$CR = \frac{\text{เวลางานที่เหลือ}}{\text{งานที่เหลือ}} = \frac{\text{เวลากำหนดส่งงาน} - \text{เวลาปัจจุบัน}}{\text{เวลาการทำงานที่เหลือ}} \qquad (2.1)$$

งานที่มีค่า CR น้อยที่สุดให้นำไปผลิตก่อน หากมีงานที่มีค่า CR เท่ากัน ให้จัดงานใดเพื่อผลิตก่อนก็ได้ จากนั้นคำนวณค่า CR ใหม่ตามเวลาที่เหลือหลังจากที่นำงานที่แล้วไปใส่ตารางผลิต จนจัดครบทุกงาน

จากฮิวริสติกส์ที่ได้กล่าวมาขั้นต้นงานวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีการ Early Due Date และ วิธี Critical Ratio มาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เนื่องจากค่า Due Date เป็นค่าที่สำคัญในอุตสาหกรรมโดยเป็นค่าที่ชี้วัดว่าอุตสาหกรรมนั้นสามารถตอบสนองตามความต้องการของลูกค้า และค่า Critical Ratio นั้นมีการนำค่า Processing Time มาคิดเป็นสัดส่วนซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

2.4 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

การบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process, AHP) เป็นกระบวนการในการพิจารณาตัดสินใจที่เกิดจากการพิจารณาแบบเป็นเหตุเป็นผล ได้ถูกคิดค้นขึ้นตั้งแต่ปี คศ.1970 โดย ศาสตราจารย์ โทมัส สาตตี้ ซึ่งจบปริญญาเอกทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นแนวทางของ AHP จึงมีรูปแบบคณิตศาสตร์เป็นหลัก นั่นคือการแปลงสิ่งที่ไม่สามารถวัดค่าในเชิงปริมาณมาใช้ในการพิจารณาทางด้านเชิงปริมาณให้ได้ โดยการกำหนดระดับคะแนนการพิจารณา เพื่อให้คำตอบเป็นไปแบบมีเหตุผลโดยการกำหนดเป้าหมายและสร้างโครงสร้างของปัญหาที่ต้องการพิจารณาออกมาเป็นแผนภูมิลำดับชั้น (Hierarchy) ตามลำดับของชั้นเกณฑ์พิจารณาจากเกณฑ์หลักสู่เกณฑ์รองตามลำดับ จัดเรียงลงมาเป็นชั้นๆ จนถึงทางเลือก (Alternative) ที่ต้องการ แล้วจึงนำปัจจัยในแต่ละระดับมาเปรียบเทียบทีละปัจจัยๆ ตามลำดับไปเรื่อยๆ ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้ทำการพิจารณาสามารถมองเห็นองค์ประกอบของปัญหาโดยรวม และเปรียบเทียบปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผลทุกปัจจัยที่พิจารณาอันทำให้ผลการตัดสินใจที่ได้มีค่าถูกต้องมากขึ้น Saaty (1990), วชิรพงศ์ สาลีสิงห์ (2548), บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล และคณะ (2546)

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเป็นหนึ่งในวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM) นั่นคือการตัดสินใจเลือกทางเลือก หรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกเมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ โดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ และมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญ มีความละเอียดถูกต้องสูงและช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจดีที่สุดในสถานการณ์ที่ต้องมีการเลือก ซึ่งใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ที่ทำการตัดสินใจได้ตัดสินใจที่ดีที่สุดแล้วยังแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจนว่าทำไมสิ่งที่เลือกนั้นถึงดีที่สุด กระบวนการของ AHP ประกอบไปด้วยขั้นตอนการสร้างโครงสร้างลำดับชั้น ของการตัดสินใจ (Hierarchy Structure) โดยแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ในปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อนให้เป็นส่วนย่อยๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน Saaty (1990), ประภาศรี สวัสดิ์อำไพรักษ์ (2542), กลุ่มงานบำรุงรักษาระบบชลประทาน (2548), ธีระ เกียรติมานะโรจน์และคณะ (2545)

นอกจากนี้ ผู้ใช้กระบวนการAHP เพื่อช่วยในการตัดสินใจจะสามารถตรวจสอบตัวเองได้ว่ามีความเที่ยงตรงในการใช้เหตุผลหรือไม่ด้วยการตรวจสอบค่าอัตราความเที่ยงตรงว่าผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจมีความเที่ยงตรงของการใช้เหตุผลอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบดังกล่าวจะสามารถป้องกันการตัดสินใจที่ผิดพลาดซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆได้ วิฑูรย์ ตันศิริมงคล (2542), ธีระ เกียรติมานะโรจน์และคณะ (2545)

2.4.1 องค์ประกอบของการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

การจะตัดสินใจโดยใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นได้นั้น ประกอบด้วย

2.4.1.1 เกณฑ์ (กำหนดโดยผู้ตัดสินใจ)

2.4.1.2 การเปรียบเทียบตามเกณฑ์ (พิจารณาโดยผู้ตัดสินใจ)

2.4.1.3 ตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ

การทำงานของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นระดับชั้น คือ เป้าหมาย เกณฑ์ เกณฑ์ย่อย และทางเลือก จากนั้นให้วิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่โดยให้ความสำคัญตามตารางระดับความสำคัญของแต่ละชั้น

2.4.2 ข้อได้เปรียบ คุณสมบัติ ความสามารถเบื้องต้น และข้อจำกัดของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

ข้อดีของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น คือ มีการกำหนดวัตถุประสงค์และทางเลือกในการตัดสินใจได้มีการประเมินวัตถุประสงค์และทางเลือกในการตัดสินใจได้ด้วยวิธีการเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison) มีการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ที่นำเข้าสู่การจัดลำดับวัตถุประสงค์และทางเลือกในการตัดสินใจเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ที่อยู่ภายใต้ข้อจำกัดของหลักเกณฑ์และข้อมูลทั้งหลายได้และสามารถนำเสนอรายงานผลลัพธ์ได้ทั้งในรูปแบบกราฟิกและในรูปแบบเอกสาร

ข้อจำกัดของกระบวนการวิเคราะห์เชิงระดับชั้น คือ การเก็บข้อมูลค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน ใช้เวลาค่อนข้างมากในการเก็บข้อมูล เนื่องจากต้องอธิบายให้ระดับความสำคัญอย่างละเอียดและชัดเจนให้

เข้าใจตรงกันสำหรับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล ใช้เวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างมาก หากมีปัจจัยในการพิจารณามาก จะเกิดความยุ่งยากขึ้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.3 ประโยชน์ของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นมีประโยชน์ที่สำคัญจนได้รับความนิยมในการนำไปใช้ คือ เข้าใจได้ง่ายและไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางเทคนิคชั้นสูง สามารถตรวจย้อนกลับถึงเหตุผลของการตัดสินใจ สามารถใช้ในการตัดสินใจกับปัญหาที่เรียบง่ายไปจนถึงปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน สามารถนำไปใช้ในการจัดสรรทรัพยากรทางตรง การวิเคราะห์กำไรและต้นทุน แก้ไขปัญหาความขัดแย้ง การออกแบบและพัฒนาประสิทธิภาพของระบบ เป็นวิธีที่มีหลักการง่ายในการหาคำตอบ แม้แต่ในการตัดสินใจแบบกลุ่มที่มีบุคคลที่มีความสามารถที่หลากหลายและมีความชื่นชอบที่แตกต่างกัน สามารถประยุกต์ใช้กับการเจรจาต่อรองเมื่อเกิดความขัดแย้ง โดยเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับผู้เกี่ยวข้องแต่ละฝ่าย เป็นกระบวนการตัดสินใจแบบหนึ่งที่มีพื้นฐานมาจากความรู้สึก อารมณ์และความคิดของมนุษย์ โดยที่คำนึกถึงสิ่งที่เป็นรูปธรรมและสิ่งที่เป็นนามธรรม และสามารถนำความรู้สึก เหตุผล ความชอบธรรม ที่เป็นลักษณะนามธรรม มาเป็นปัจจัยประกอบในการพิจารณาและแปรเปลี่ยนเป็นลักษณะรูปธรรมในเชิงของตัวเลขที่มีความหมายได้ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจสำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อน เหมาะสมกับการคัดเลือกโครงการที่ไม่มีข้อมูลทางสถิติและความน่าจะเป็น แต่อาศัยวิจารณญาณของผู้รู้ มนัสวีย์ โนนหัวรอ (2545)

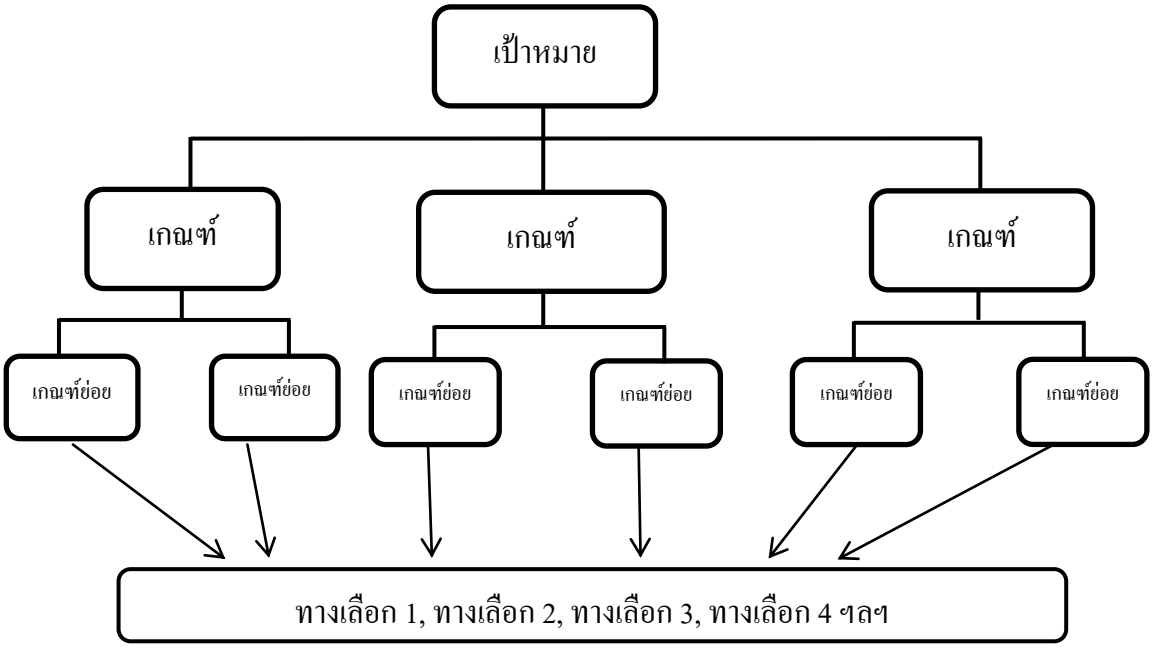
2.4.4 วิธีวิเคราะห์กระบวนการของ AHP

AHP จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นระดับชั้น คือ เป้าหมาย เกณฑ์ เกณฑ์ย่อย และทางเลือก จากนั้นให้วิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่โดยให้ความสำคัญ ตามตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ และคำนวณหาความสำคัญของแต่ละชั้น กระบวนการของ AHP มีขั้นตอนการดำเนินการ ปริญญ์ บุญกนิษฐ (2550), กลุ่มงานบำรุงรักษาระบบชลประทาน (2548), มนัสวีย์ โนนหัวรอ (2545) ดังนี้

2.4.4.1 สร้างโครงสร้างระดับชั้นของการตัดสินใจ

โครงสร้างระดับชั้นของการตัดสินใจ (Construct the Hierarchy) แยกหัวข้อปัญหาที่ต้องการตัดสินใจออกเป็นระดับย่อยๆ แล้วนำมาเขียนเป็นแผนภูมิตามความสำคัญของแต่ละหัวข้อ โดยระดับย่อยในแต่ละขั้นที่ถูกแยกไว้เรียกว่าองค์ประกอบหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แผนภูมิสามารถแบ่งออกเป็นหลายระดับชั้นขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา และแต่ละระดับชั้นจะประกอบด้วยกลุ่มของปัจจัยต่างๆ โดยจัดทำเป็นแผนภูมิระดับชั้น ให้ระดับชั้นบนสุด คือเป้าหมายหรือปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ

(Goal) ซึ่งต้องมีเพียงหนึ่งเป้าหมายเท่านั้น ระดับชั้นที่ 2 คือ เกณฑ์ (Criteria) ระดับชั้นที่ 3 คือ เกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) ระดับชั้นสุดท้าย คือ ทางเลือก (Alternative) ในแต่ละระดับชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้ แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.4 การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์

2.4.4.2 การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ของปัจจัยในการตัดสินใจของแต่ละระดับชั้น

การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ของปัจจัยในการตัดสินใจของแต่ละระดับชั้น (Compute the Weight of the Element in Each Level) เป็นขั้นตอนที่ใช้หลักทางคณิตศาสตร์ในการวินิจฉัยปัญหา โดยสามารถอธิบายได้จาก 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.4.4.2.1 การเปรียบเทียบความสำคัญ (Paired Comparisons) การเปรียบเทียบหาความสำคัญของเกณฑ์หรือองค์ประกอบในการตัดสินใจของทุกๆ ปัจจัยในทุกระดับชั้นของแผนภูมิ จะใช้วิธีการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ นำค่าที่ได้ใส่ในตารางเมตริกซ์ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างตารางเมตริกซ์ ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (ปริญญ์ บุญกนิษฐ, 2550)

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย		
		A1	A2	A3
ปัจจัย	A1	1	A12	A13
	A2	1/A12	1	A23
	A3	1/A13	1/A23	1

โดยจะมีจำนวนครั้งในการเปรียบเทียบเท่ากับ n(n-1)/2 เมื่อ n เท่ากับจำนวนปัจจัยทั้งหมดในระดับชั้นการวินิจฉัยเปรียบเทียบความสำคัญนั้นต้องใช้ตรรกะและเหตุผลร่วมกับความชำนาญและประสบการณ์ ผลที่ได้จากการวินิจฉัยคือ เหตุผลที่เกิดขึ้นจากการพิจารณาทุกปัจจัยในการเปรียบเทียบความสำคัญจะใช้ตัวเลข 1 ถึง 9 เป็นตัววัดถึงระดับความสำคัญ เพื่อแสดงถึงระดับความสำคัญที่แตกต่างระหว่าง 2 ปัจจัยที่ถูกเปรียบเทียบกัน ซึ่งตัวเลขแต่ละตัวจะมีระดับของความสำคัญและความหมายแตกต่างกันไป แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับความสำคัญและค่าแสดงเป็นตัวเลขของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น Huizingh (1994)

ระดับความสำคัญ (Preference Level)	**ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Value)**
เท่ากัน (Equally Preference)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preference)	2
ปานกลาง (Moderately Preference)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preference)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preference)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preference)	6
มากกว่า (Very Strongly Preference)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preference)	8
มากที่สุด (Extremely Preference)	9

การวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ เครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะเป็นคู่ คือ ตารางเมทริซ์ ซึ่งสามารถช่วยอธิบายเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความสำคัญและใช้ในการทดสอบความสอดคล้องกันของการวินิจฉัย

2.4.4.2.2 การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ (Computing a Vector of Priorities) เป็นวิธีการคำนวณหาค่า Normalized Matrix ของเมตริกซ์ในแต่ละแถวหรือค่าของลำดับเวกเตอร์ (Vector of Priorities) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) รวมค่าตัวเลขจากการเปรียบเทียบทุกตัวที่อยู่ในแนวตั้งของตารางเมตริกซ์

2) นำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 1 มาหารกับค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบในแนวตั้งของตัวเอง

3) นำผลลัพธ์ที่ได้จากการหารในข้อ 2 มาบวกกันในแนวนอน

4) นำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 3 มาหารด้วยตัวเลขที่ได้จากจำนวนขององค์ประกอบทั้งหมดในระดับชั้น

2.4.4.2.3 การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ของทางเลือกในลำดับถัดมา (Computing the Weight of Alternatives) เมื่อทราบค่าน้ำหนักเกณฑ์ของปัจจัยในแต่ละระดับชั้นแล้ว ขั้นต่อมาคือการคำนวณหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ของทางเลือกในระดับชั้นล่างสุด โดยแต่ละทางเลือกจะมีค่าน้ำหนักเกณฑ์ของแต่ละปัจจัยที่เปรียบเทียบซึ่งสามารถหาได้จากการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละปัจจัยกับทางเลือกเป็นคู่ๆ ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละปัจจัยนั้น จากนั้นเมื่อได้ค่าน้ำหนักเกณฑ์ของทางเลือกทั้งหมดแล้ว ก็สามารถจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกในการตัดสินใจได้ ผลลัพธ์ที่ได้จากผลรวมของการคูณน้ำหนักเกณฑ์ของปัจจัยและค่าน้ำหนักเกณฑ์ของทางเลือกในแต่ละปัจจัยนั้นๆ ดังนั้นจากข้อมูลการคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์ของปัจจัยข้างต้น ทำให้สามารถหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ของทางเลือกได้

2.4.4.3 การตรวจสอบความสอดคล้องของเหตุผล

การตรวจสอบความสอดคล้องของเหตุผล (Measure Consistency) ของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ สามารถตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล เพื่อความถูกต้องแม่นยำ ซึ่งถือเป็นจุดเด่นข้อหนึ่งของกระบวนการนี้ ความสอดคล้องของเหตุผลที่กล่าวถึง คือ การแปรผันกันโดยตรงของตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบจากค่าหนึ่งสู่อีกค่าหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ถ้าเกณฑ์ A มีความสำคัญเป็น 2 เท่าของเกณฑ์ B และเกณฑ์ B มีความสำคัญเป็น 2 เท่าของเกณฑ์ C ดังนั้นเกณฑ์ A ควรจะมีความสำคัญเป็น 4 เท่าของเกณฑ์ C เป็นต้น

ความสอดคล้องของการเปรียบเทียบจะบ่งบอกได้จากอัตราส่วนความสอดคล้อง CR (Consistency Ratio) ซึ่งเป็นตัวเลขโดยประมาณทางคณิตศาสตร์ ใช้ในการวิเคราะห์ถึงการสอดคล้องในการวินิจฉัยว่าน้ำหนักเกณฑ์ของแต่ละปัจจัยมีเหตุผลหรือไม่ โดยสามารถคำนวณได้จากสูตรที่ 2.2

$$CR = CI/RI \quad (2.2)$$

โดยที่ CR = ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง(Consistency Ratio)
CI = ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)
RI = ดัชนีการสุ่มตัวอย่าง (Random Index)

เมื่อ CI คือ ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index) ที่ได้จากตารางเปรียบเทียบ
สามารถหาดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) ได้จากสูตรที่ 2.3

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1) \quad (2.3)$$

โดย λ_{max} (Maximum Eigen Value) คือ ขนาดของเมทริกซ์ที่ใหญ่ที่สุด จากสูตรที่ 2.4
n คือ ขนาดของเมทริกซ์ที่ได้จากการวินิจฉัยเปรียบเทียบ

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{k_i}{r_i}}{n} \quad (2.4)$$

และดัชนีการสุ่มตัวอย่าง RI สามารถหาได้จากตารางข้อมูลดัชนีการสุ่มตัวอย่างโดย Saaty (1980) ดังตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index, RI) [Saaty, T.L. (1980)]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

ซึ่งผลจากการคำนวณได้พิจารณาค่าของ CR $\leq$ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ หากค่าของ CR$>$ 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้โดยผู้ตัดสินใจจะต้องทบทวนการให้คะแนนการเปรียบเทียบใหม่อีกครั้ง จนค่า CR ลดลง

2.5 โปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Application Programs) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้เลือกโปรแกรม Visual Basic ในการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับการทำงาน ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปดังนี้

2.5.1 ประวัติความเป็นมาของ Visual Basic

จุฬาลักษณ์ ถาไชยลา (2552) ได้กล่าวว่า Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ที่สร้างระบบปฏิบัติการ Windows 95/98 และ Windows NT/XP ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All Purpose Symbolic Instruction ซึ่งหมายถึง ขุดคาสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สาหรับผู้เริ่มต้น ภาษา Basic มีจุดเด่นคือผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมเลยก็สามารถเรียนรู้และนาไปใช้งานได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว

Visual basic เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 1.0 ออกสู่สายตาประชาชนตั้งแต่ปี 1991 โดยในช่วงแรกยังไม่มีความสามารถต่างจากภาษา QBASIC มากนัก แต่จะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ ซึ่งปรากฏว่า Visual Basic ได้รับความนิยมและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ไมโครซอฟท์จึงพัฒนา Visual Basic ให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสามารถและเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องมือตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม สภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดวส์ย่อย (MDI) และอื่น ๆ อีกมากมาย

Microsoft Visual Basic เป็นเครื่องมือในการสร้างโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ windows ที่ใช้งานง่าย โดยการเลือกเครื่องมือต่าง ๆ มาออกแบบหน้าจอของโปรแกรมที่จะสร้าง การเขียนโปรแกรมลักษณะนี้เรียกว่า Visual Programming ซึ่งไม่จาเป็นต้องเขียนคาสั่งต่าง ๆ มากนัก และสามารถสร้างโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว

2.5.2 ความสามารถของ Visual Basic

Visual Basic สามารถสร้างโปรแกรมทางด้านกราฟฟิก โปรแกรมจัดการไฟล์ โปรแกรมคำนวณเลข พื้นฐานทั่วไปที่ทางานบนระบบปฏิบัติการ Windows โปรแกรมฐานข้อมูลได้อย่างง่าย เพราะมีเครื่องมือเกี่ยวกับฐานข้อมูลอย่างครบถ้วน แลสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้ทันที มีคอมโพเน้นท์ทางด้าน Active X ได้แก่ Active X Component , Active X Control และ Active X Document ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถนาส่วนของโปรแกรมที่สร้างไว้ ไปใช้ในโปรแกรมอื่น ๆ ได้ และยังสามารถสร้างโปรแกรมที่รันบนอินเตอร์เน็ตได้อย่างง่าย โดยไม่ต้องเรียนรู้คาสั่งด้วยภาษา HTML หรือภาษาสคริปต์ที่ใช้งานบนอินเตอร์เน็ต

2.5.3 จุดเด่นของ Visual Basic

จุดเด่นของ Visual Basic คือ มีโครงสร้างภาษาที่ใกล้เคียงภาษามนุษย์ ทาให้เรียนรู้ได้ง่าย สามารถรวบรวมเครื่องมือที่ช่วยพัฒนา Application ได้อย่างสะดวกรวดเร็วไว้ในตัว สามารถสร้างไฟล์ .EXE ที่สามารถทางานได้ด้วยตนเอง สามารถออกแบบส่วนหน้าจอติดต่อผู้ใช้ (Form) ได้ทันที โดยไม่ต้องรอเขียนรหัสโปรแกรม Project บันทึกส่วนติดต่อผู้ใช้ (Form) และส่วนของรหัสโปรแกรม (Code) แยกกัน ทาให้สามารถนำ form เดิมไปปรับปรุงใช้กับ Project อื่นๆ ได้โดยไม่ต้องสร้างใหม่ แบะยังสามารถพัฒนา Application ได้หลายแบบ

2.5.4 โปรแกรมประยุกต์ Visual Basic

สมปอง ตรุวรรณ์ (2550) กล่าว่าการสร้างโปรแกรมประยุกต์ Visual Basic ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การสร้างอินเตอร์เฟซ โดยมีฟอร์มเป็นออบเจ็กต์พื้นฐานและเป็นที่วางตัว control สำหรับการติดต่อกับผู้ใช้ สามารถตั้งค่าคุณสมบัติ เป็นการกำหนดพฤติกรรมและการทำงานให้กับออบเจ็กต์ต่างๆ และสามารถเขียนคำสั่ง เป็นการควบคุมการประมวลผลผ่าน procedure ที่กำหนด

2.6 เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยวิธีทำไม-ทำไม

ฮิโตชิ โอกุระและคณะ (2549) กล่าวว่า การวิเคราะห์แบบทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ มีขั้นมีตอน ไม่เกิดการตกหล่น เพื่อให้ได้พบต้นตอหรือรากเหง้าที่แท้จริง เนื่องจากการแก้ไขปัญหาไม่ตรงจุดและการเกิดความผิดพลาดซ้ำซาก มีสาเหตุหนึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ปัญหาไม่ตรงจุด ซึ่งทำให้การแก้ไขปัญหานั้นเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์ การวิเคราะห์ด้วยคำถาม “ทำไม” จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดปัญหาดังกล่าว ขั้นตอนการทำ Why- Why Analysis มีดังนี้

- วิเคราะห์ข้อเท็จจริง โดยไปดูต้นตอ หรือสาเหตุจริงๆ ให้รู้อย่างลึกซึ้งว่ามีที่มาที่ไปอย่างไร และลักษณะอาการเป็นอย่างไร โดยดูที่สถานการณ์จริง (Genba) และดูสภาพของจริง (Genbutsu) เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริง (Fact) ควรวาดภาพประกอบด้วยจะทำให้เข้าใจง่ายขึ้น
- วิเคราะห์หาต้นตอของปัญหา โดยการวิเคราะห์หาปัจจัยที่ เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์หรือปัญหา ซึ่งทำได้โดย การถามทำไม ทำไม ไปเรื่อยๆ จนเจอต้นตอของปัญหา ซึ่งส่วนใหญ่แล้วต้นตอของปัญหามักจะเกิดจากการขาดมาตรการการปฏิบัติงานที่ดีและเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน สำหรับปรากฏการณ์หรือปัญหา ส่วนใหญ่มักมีมากกว่าหนึ่งสาเหตุ แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) เป็นเครื่องมือช่วยที่ดี เพราะนอกจากได้รายละเอียดครบถ้วนแล้วยังสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยการถามกลับไปกลับมาว่า สิ่งนั้นๆ เป็นเหตุเป็นผล หรือมีความสอดคล้องกันเชิงตรรกะ (Logic) หรือไม่ เพราะการพิจารณาด้วยวิธีนี้จะช่วยทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องมากขึ้น
- หาวิธีการแก้ไข หรือป้องกัน จากการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย ทำให้เราได้ทราบถึงต้นตอที่แท้จริง จึงสามรถกำหนดวิธีการแก้ไข และมาตรการป้องกันการเกิดซ้ำ นำมาตรการที่ได้ไปปฏิบัติจริง

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Barker (1974) กล่าวว่าการจัดตารางการผลิตนั้นเป็นศาสตร์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจว่างานที่จะต้องทำมีอะไรบ้าง และแต่ละงานเริ่มทำเวลาใด ภายใต้การผสมผสานแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับการปฏิบัติงานจริง

French (1982) กล่าวไว้ว่าการจัดตารางการผลิตเป็นการจัดทรัพยากรเครื่องจักร และงานที่ต้องทำให้มีลำดับขั้นตอนการผลิตตามกระบวนการที่เหมะสมตามเวลาที่กำหนด เพื่อให้การใช้ทรัพยากรเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

Pinedo (1995) กล่าวว่าการจัดตารางการผลิตเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับงานในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เพื่อให้เป็นตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไขที่ต้องการได้สูงสุด ทรัพยากรในที่นี้คือ เครื่องจักร คนงาน หน่วยประมวลผล เป็นต้น ส่วนงานหมายถึง งานที่ทำในกระบวนการผลิต

Eun และคณะ (2009) ได้เสนอวิธีการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนาน ที่มีเงื่อนไขของลำดับงาน เพื่อให้มีเวลาแล้วเสร็จของงานต่ำที่สุด โดยการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่มีลักษณะเหมือนกันหลายเครื่องโดยมีเงื่อนไขความสัมพันธ์กันของลำดับงานก่อนและหลังตามแบบ

ของ (S-precedence) ซึ่งคล้ายกับวิธีการลำดับความสำคัญแบบมาก่อนทำก่อน โดยใช้วิธีการการโปรแกรมเชิงเส้นตรงบนพื้นฐานของฮิวริสติกการเรียงลำดับ และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธี SPT อัลกอริทึม

Dehua et al. (2009) ได้เสนอการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนาน 2 เครื่องเพื่อให้มีเวลาแล้วเสร็จของงานต่ำ โดยการจัดตารางการผลิตในครั้งนี้จะเสนอการจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรแบบขนาน โดยมีเงื่อนไขของคาบเวลาการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรได้ โดยเครื่องจักรหนึ่งจะมีเงื่อนไขคาบเวลาที่ ไม่แน่นอน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีเวลาแล้วเสร็จของงานต่ำที่สุด วิธีการดำเนินงานจะทำการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่สามารถแบ่งงานได้ และมีเงื่อนไขด้านคาบเวลาในการพร้อมใช้งานของเครื่องจักร โดยประยุกต์ใช้ LPT algoritm และ LS algorithm ในแบบไม่เชื่อมต่อและเชื่อมต่อ

Tamer (2009) ได้นำเสนอวิธีการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนาน 2 กลุ่มเครื่องจักร โดยคำนึงถึงผลกระทบจากเวลาการตั้งเครื่องจักรและการเคลื่อนย้าย มีจุดประสงค์ เพื่อให้มีผลน้ำหนักรวมระหว่างเวลาแล้วเสร็จกับเวลาล่าช้า ต่ำที่สุด ซึ่งในระบบการผลิตบางระบบเวลาในการติดตั้งเครื่องและเวลาในการเคลื่อนย้ายที่ของวัตถุดิบมีความสำคัญอย่างมาก บางระบบอาจจะรวมเวลาเหล่านี้ไว้ในเวลาผลิต จึงทำให้ไม่เห็นถึงปัญหาที่แท้จริง งานวิจัยนี้จึงนำเวลาในการติดตั้งเครื่องและเวลาเคลื่อนที่ของงาน มาพิจารณาเป็นหลัก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงเวลาการตั้งค่าเครื่องจักรที่เกิดจากการเรียนรู้ของมนุษย์ ใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยการสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และเสนอฮิวริสติกส์สำหรับการแก้ไขปัญหาขนาดใหญ่

Grzegorz (2009) จัดตารางการผลิตงานที่เป็นอิสระต่อกันและไม่สามารถแยกงานได้ให้กับเครื่องจักรแบบขนานภายใต้เงื่อนไขการจัดสรรเครื่องจักรอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีเวลาแล้วเสร็จของงานต่ำที่สุด โดยจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักรแบบขนานที่มีลักษณะเหมือนกัน โดยมีเงื่อนไขการใช้งานได้ของเครื่องจักร และอัตราการผลิตขึ้นกับจำนวนของเครื่องจักรที่จัดให้ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การสร้างฮิวริสติก และการประยุกต์วิธีเมตะฮิวริสติกวิธีทาบูเสิร์ชในการหาคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด

Gao (2005) ใช้วิธี parallel hybrid genetic algorithm สำหรับแก้ไขปัญหาเครื่องจักรขนานที่ไม่เหมือนกัน (Non-Identical Parallel Machine) โดยมีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์คือหาค่าที่น้อยที่สุดของเวลา

ปิดงานของระบบ (minimize makespan) โดยทดลองกับปัญหาขนาดใหญ่สุดที่ 100 งาน 15 เครื่องจักร เปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสติกส์ ซึ่งให้ผลลัพท์ที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับวิธีฮิวลิสติกส์

Tahar และคณะ (2006) ได้ศึกษางานวิจัยนี้โดยพิจารณาของการจัดตารางผลิตสำหรับเครื่องจักรแบบวางขนานกันโดยการแบ่งแยกงานและมีเวลาเตรียมการผลิตที่เป็นแบบไม่อิสระ ซึ่งเพื่อจะทำให้ค่าเวลาเสร็จสิ้นของงานสุดท้ายต่ำที่สุด ในปัญหาที่เป็น NP-Hard จึงได้นำเสนอวิธีการทางฮิวริสติกอัลกอริทึมที่ปรับปรุงใหม่ซึ่งใช้วิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้นตรง วิธีการนี้ได้ถูกปรับปรุงขึ้นเพื่อลดเวลาในการแก้ไขปัญหา งานวิจัยนี้มีประโยชน์ในการพิจารณาเกี่ยวกับเวลาเตรียมการผลิต ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตสำหรับเครื่องจักรแบบวางขนานกัน