

บทที่ 2

การจัดตารางการผลิต ปัญหา และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการผลิต และการจัดตารางการผลิตของบริษัทฟิสบา (ประเทศไทย) จำกัด

การวางแผน และจัดตารางผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการจัดสรรงานที่ทำให้เหมาะสมกับจำนวนพนักงาน และ/หรือเครื่องจักรที่มีให้เสร็จสิ้น ภายใต้เงื่อนไข หรือข้อกำหนดอื่นๆของโรงงานผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจะเป็น ตาราง หรือแผนการผลิตที่แสดงถึงการจัดสรรทรัพยากรให้กับงาน เวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุดสำหรับงานแต่ละงานที่จัดให้กับพนักงาน หรือเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

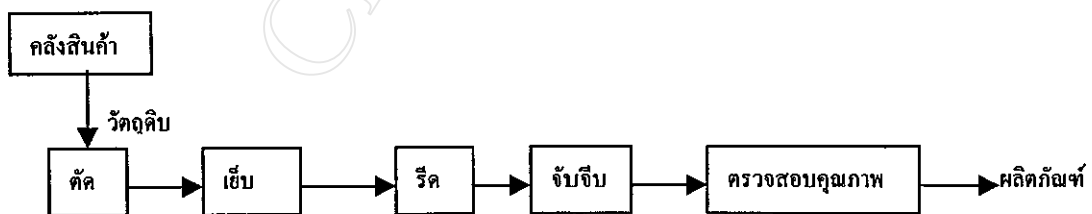
ตัวแบบของการจัดตารางงานผลิตได้รับการนำไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขาเช่น การจัดตารางการทำงานของโปรแกรมต่างๆในเครื่องคอมพิวเตอร์ การแข่งขันกีฬา ระบบบริการซ่อมบำรุงรถยนต์ การบริการคนไข้ที่มารับการตรวจรักษาในโรงพยาบาล และอื่นๆ แม้จะไม่ได้เกี่ยวข้องกับงาน หรือเครื่องจักรเลยก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจาก โครงสร้างของการค้นหาคำตอบที่อยู่ในรูปแบบของการจัดลำดับก่อนหลังภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ และผลลัพธ์ที่ออกมาจะหมายถึงประโยชน์สูงสุด หรือที่น่าพึงพอใจที่สุด ไม่ว่าจะเป็นเวลาของการรอคอยที่น้อยที่สุด การประหยัดทรัพยากรที่สุด หรือค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดก็ตาม

รูปแบบการจัดตารางการผลิตของบริษัทฟิสบาฯ ก็มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการจัดตารางงานข้างต้นด้วยคือ การที่ต้องผลิตผ้าผืนในรูปแบบที่ถูกคำสั่งการให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด โดยทรัพยากรคือ พนักงานในแผนกต่างๆของฝ่ายผลิต และที่สำคัญคือการทำงานจะต้องระบุเวลาเริ่มต้นที่ดีที่สุดที่จะทำให้สินค้าเสร็จทันตามกำหนดเวลา นอกจากนี้ การจัดตารางการผลิตในโรงงานของบริษัทฟิสบาฯยังมีข้อจำกัดอื่นๆอีกหลายประการทั้งที่เหมือน และแตกต่างกัน เช่น คุณสมบัติ และความสามารถของพนักงานก็อาจเทียบได้กับการที่ทรัพยากรในโรงงานผลิตนั้นถูกจำกัดไว้สำหรับงานบางงานที่เฉพาะเจาะจง แต่ส่วนที่แตกต่างก็จะเป็นเหตุการณ์ไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในโรงงาน อันเป็นผลให้เวลาในการผลิตสินค้า ไม่ว่าจะเป็นเวลาที่ใช้ในการผลิต หรือเวลาที่เริ่มต้น และสิ้นสุดการผลิตนั้นไม่อาจเป็นไปตามตารางที่กำหนดไว้ได้

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางงานผลิตกันอย่างแพร่หลาย ทั้งการใช้เทคนิคในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น โปรแกรมเชิงเส้น

(Linear Programming) หรือ โปรแกรมเชิงพลวัต (Dynamic Programming) ในสาขาวิชาการวิจัยดำเนินงาน (Operation Research) ร่วมกับเทคนิควิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ การใช้ฮิวริสติกที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ล้วนแต่ก็ช่วยสนับสนุนให้ความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความยากในการกำหนดสูตร และเงื่อนไขประกอบอื่นๆ ในรูปแบบของอสมการเชิงคณิตศาสตร์ก็เป็นข้อจำกัดของการใช้วิธีนี้ด้วย ส่วนเทคนิคในอีกสาขาวิชาหนึ่งที่ได้รับความสะดวกเช่นกัน เป็นการศึกษาวิจัยในเรื่องของปัญหาประดิษฐ์ที่รวมไปถึง ระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบฐานความรู้ และเทคนิคในการค้นหาคำตอบอื่นๆ คุณลักษณะที่เด่นที่สุดของระบบผู้เชี่ยวชาญ และระบบฐานความรู้คือความสามารถในการใช้ความรู้ทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ ในกระบวนการตัดสินใจ ตลอดจนความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ในโครงสร้างที่ซับซ้อนเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด แต่ข้อจำกัดของระบบเหล่านี้ก็มีเช่นกัน คือ การที่จะต้องใช้เวลาในการสร้าง และการตรวจสอบความถูกต้องมากทีเดียว

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทพีสบา (ประเทศไทย) จำกัด แบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นรายได้หลัก และมีปริมาณการสั่งซื้อเป็นจำนวนมากคือ ผลิตภัณฑ์ประเภทผ้าม่านทั้งรูปแบบมาตรฐาน และรูปแบบพิเศษตามที่ถูกค้าต้องการ โดยมีกระบวนการผลิตที่แบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอนหลักคือ การตัด เย็บ รีด จับจีบ และตรวจสอบคุณภาพก่อนการบรรจุหีบห่อ นอกจากนี้ ในสายการผลิตยังจะมีการแบ่งแยกย่อยออกไปอีกตามคุณลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบ หรือผ้าที่นำมาผลิตเป็นผ้าม่าน และคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า อันประกอบด้วยผ้าม่านหนา ผ้าม่านบาง และผ้าม่านแบบพิเศษ ดังนั้นพนักงานในฝ่ายผลิตจึงได้รับการจัดแบ่งกลุ่มย่อยออกตามแต่ละขั้นตอนของการผลิต รวมทั้งมีการจัดแบ่งสายการผลิต (Production Line) เพื่อความสะดวกในการจัดวางอุปกรณ์ เครื่องมือในการผลิต การไหลของงานที่ต่อเนื่อง และความเชี่ยวชาญเฉพาะของพนักงานด้วย

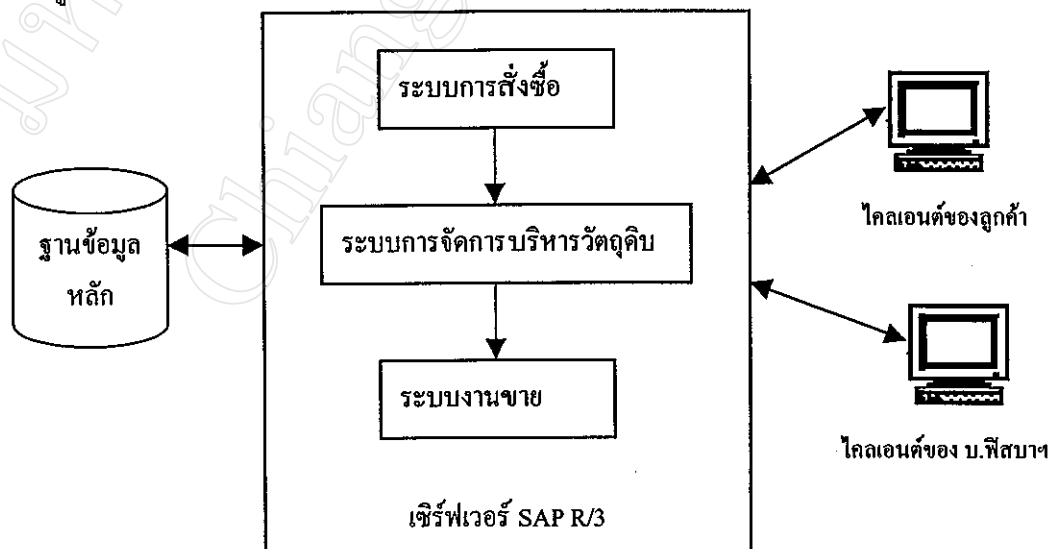


รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการผลิตหลักของบริษัทพีสบา (ประเทศไทย) จำกัด กลุ่มย่อยของพนักงานในแผนกต่างๆของฝ่ายผลิตมีดังต่อไปนี้

- (1) แผนกตัด ประกอบด้วย กลุ่มพนักงานตัดผ้าหนา (cutting drape) พนักงานตัดผ้าบาง (cutting lace) และพนักงานตัดงานพิเศษ

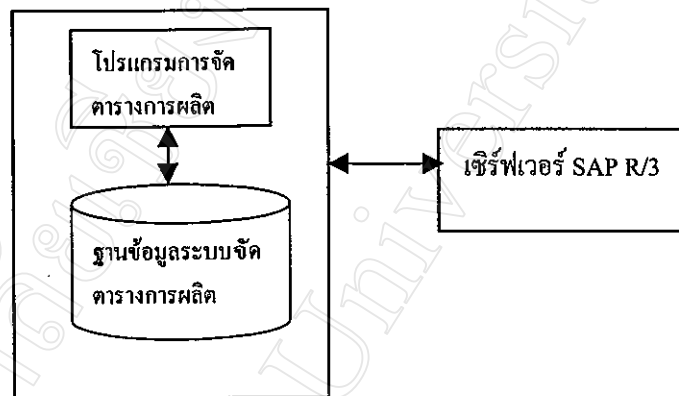
- (2) แผนกเย็บ ประกอบด้วย กลุ่มพนักงานเย็บผ้าหนา (sewing drape) ผ้าบาง (sewing lace) และผ้ากำมะหยี่ (sewing velvet) ที่แบ่งไปตามขั้นตอนต่างๆของการเย็บผ้า ได้แก่ การเย็บต่อลาย (Joining) การเย็บชายกัน ลู๊ย (Overlock) และการสอย (Blind stitch)
- (3) แผนกรีด ประกอบด้วยกลุ่มพนักงานรีดผ้าที่มีการแบ่งย่อยไปตามขั้นตอนของการรีด เช่นกัน เช่น รีดผ้าบาง (iron lace) ผ้าหนา (iron drape) ผ้ากำมะหยี่ (iron velvet) รีดเฉพาะส่วนหัวของผ้ามาน รีดซ่อม และรีดคาว
- (4) แผนกจับจีบ ประกอบด้วยกลุ่มพนักงานจับจีบ และเครื่องจับจีบสำหรับผ้ามานชนิดบาง และมีส่วนผสมของโพลีเอสเตอร์
- (5) แผนกตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วย พนักงานตรวจสอบคุณภาพผ้าหนา ผ้าบาง และตรวจสอบงานพิเศษ

หลังจากที่ลูกค้าทำการติดต่อเข้ายังระบบ SAP R/3 เพื่อทำรายการ (transaction) ของการสั่งซื้อเสร็จสิ้น ข้อมูลรายละเอียดการสั่งซื้อของลูกค้าที่อ้างอิงโดยใช้หมายเลขใบสั่งซื้อ (Purchase order number) ตามด้วยรายการการสั่งซื้อ (Purchase order line number) จากโมดูลการสั่งซื้อของระบบจะถูกส่งผ่านเข้าสู่โมดูลของระบบการจัดการบริหารวัตถุดิบ เพื่อการตรวจสอบปริมาณวัตถุดิบคงเหลือที่จะนำมาใช้ในการผลิตสินค้า แล้วจึงส่งต่อไปยังโมดูลระบบงานขายโดยอัตโนมัติ เพื่อสร้างเป็นรายการขายสำหรับบริษัทฟิสบาฯ และอ้างอิงโดยใช้หมายเลขใบขายสินค้า (Sales order) ที่เชื่อมโยงกับใบสั่งซื้อแต่ละรายการของลูกค้าด้วย การไหลของข้อมูลการซื้อ และการขายสามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.2 การไหลของข้อมูลการซื้อ และการขายระหว่างลูกค้า และบริษัทฟิสบาฯ

บริษัทฟิสาฯ ทำการวางแผนและจัดการการผลิตโดยใช้ระบบสารสนเทศ เพื่อการจัดตารางการผลิต ซึ่งติดตั้งอยู่บนเครื่องไคลเอนต์เครื่องหนึ่ง การทำงานในส่วนนี้จะเริ่มต้นจากการที่ผู้ใช้ระบบทำการติดต่อเข้าไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อเรียกใช้โปรแกรมสำหรับการถ่ายโอนข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตสินค้า เช่น วันที่สั่งซื้อ วันกำหนดส่ง รูปแบบสินค้า ขนาด จำนวน และวัตถุดิบที่ใช้เข้าสู่ระบบการจัดการการผลิตเพื่อการจัดตารางเวลาการผลิตที่เหมาะสมต่อไป



รูปที่ 2.3 ไคลเอนต์ของบริษัทฟิสาฯ ที่ทำหน้าที่จัดการตารางการผลิต

ผู้ใช้ระบบ ซึ่งอยู่ในแผนกเตรียมการผลิตจะเป็นผู้ระบุวันที่ต้องการให้ผลิตเสร็จ โดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นล่วงหน้าก่อนวันกำหนดส่ง 1 วัน หลังจากนั้นระบบก็จะประมวลผลเพื่อหาวันเริ่มต้นการผลิต รวมทั้งเวลาที่ดีที่สุดที่จะทำให้การผลิตในทุกขั้นตอนเสร็จสิ้นทันวันที่ระบุข้างต้น การถ่ายโอนข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ รวมทั้งการจัดการตารางการผลิตจะทำงานหลายครั้งในแต่ละวัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าที่เข้ามา

ชื่อแบบ
สินค้า

ขั้นตอน

| # | Task | Team | SU | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | | |
|----|------------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| 10 | Cutting Drape | | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Joining Drape 1 | | 1 | .8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Overlock Drape 1 | | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Blind Stitch Drape 1 | | 0 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | Iron Drape | | 4 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | Height Cut | | 2 | .2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | Pleating Locketitch | | 1 | .5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | Pleating Table | | 0 | .5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | Pleating Plastic Stick | | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

รูปที่ 2.4 ชื่อแบบสินค้า ขั้นตอนการผลิต และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

ระบบการ จัดตารางการผลิตจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐาน อันประกอบด้วย ชื่อแบบ (Model) สินค้า ขั้นตอนการผลิต และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ดังมีรายละเอียดดังที่ปรากฏ ในรูปที่ 2.4 ผู้ใช้สามารถเข้าไปเพิ่มเติม หรือปรับแต่งข้อมูลได้ตามต้องการ ความหมายของฟิลด์ แต่ละรายการเรียงลำดับจากซ้ายไปขวาสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. # - หมายเลขลำดับขั้นตอนการผลิต ตัวเลขน้อย หรือตัวเลขที่มาก่อนหมายถึงขั้นตอนการทำงานที่เกิดขึ้นก่อน
2. Task - เป็นชื่อเรียกขั้นตอนการทำงาน ที่จะเชื่อมโยงไปยังทรัพยากร (Resources) ของการผลิต อันได้แก่ กลุ่มพนักงานผลิต ในแต่ละสายการผลิตอีกครั้งหนึ่ง ตัวอย่าง เช่น ขั้นตอน Cutting Lining จะถูกเชื่อมโยงไปยังกลุ่ม Cutting Drape หรือ กลุ่มพนักงานตัดผ้าหนา เป็นต้น
3. Team - จะได้รับการระบุเป็นพิเศษสำหรับขั้นตอน และชื่อแบบสินค้าที่ต้องการเฉพาะเจาะจงกลุ่มพนักงาน
4. SU - Setup Time เป็นเวลา หน่วยนาทีที่ใช้ในการเตรียมพร้อมก่อนลงมือปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน ตัวอย่างเช่น ขั้นตอนการตัด Setup Time อาจหมายถึงระยะเวลาเฉลี่ยที่พนักงานตัดใช้ในการเดินไปเบิกผ้าจากแผนกคลังสินค้าจนกระทั่งลงมือตัด นอกจากนี้ ฟิลด์ Setup Time ยังอาจใช้สำหรับระบุระยะเวลาของการรอ หรือการเสียเวลาจากขั้นตอนหนึ่ง ไปยังอีกขั้นตอนหนึ่งก็ได้

5. Min – หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ย หน่วยเป็น นาทีที่ใช้ในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน
6. Lgt – Light Time ระยะเวลาเฉลี่ย หน่วยเป็นนาทีที่ใช้ในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของวัตถุดิบที่เป็นผ้าชนิดที่มีน้ำหนักเบา
7. LTm – Light Team เป็นการระบुकลุ่มงานเฉพาะสำหรับการปฏิบัติงานกับผ้าที่มีน้ำหนักเบา
8. Med – Medium Time ระยะเวลาเฉลี่ย หน่วยเป็นนาทีที่ใช้ในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของวัตถุดิบที่เป็นผ้าชนิดที่มีน้ำหนักปานกลาง
9. MtM – Medium Team เป็นการระบुकลุ่มงานเฉพาะ สำหรับการปฏิบัติงานกับผ้าที่มีน้ำหนักปานกลาง
10. Hvy – Heavy Time ระยะเวลาเฉลี่ย หน่วยเป็นนาทีที่ใช้ในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของวัตถุดิบที่เป็นผ้าชนิดที่มีน้ำหนักมาก
11. HTm – Heavy Team เป็นการระบुकลุ่มงานเฉพาะ สำหรับการปฏิบัติงานกับผ้าที่มีน้ำหนักมาก
12. Grp – Grouping เป็นรูปแบบการจัดกลุ่มสำหรับการจัดตารางเวลาการผลิต และการคำนวณเวลาสุทธิที่ใช้ในการผลิตสินค้าแต่ละหน่วย ในแต่ละรายการของใบสั่งซื้อ ดังต่อไปนี้
 - 12.1) ช่องว่าง : หมายถึงไม่มีการจัดกลุ่มของสินค้าแต่ละหน่วยในใบสั่งซื้อ กล่าวคือระบบจะจัดตารางเวลาผลิตแยกแต่ละหน่วยสินค้าใน ใบสั่งซื้อออกจากกัน ตัวอย่างเช่น ผ้าผืน 1 ชุดจะแบ่งเป็นหน่วยย่อยคือ 2 ชิ้น อันได้แก่ผ้าผืนข้างซ้าย และผ้าผืนข้างขวา หรือถ้าเป็นปลอกหมอนอิงจะมีหน่วยเป็นชิ้นจะได้รับการจัดตารางเวลาสำหรับการผลิตผ้าผืนแต่ละข้าง และปลอกหมอนที่แยกจากกัน
 - 12.2) SO : หมายถึงการจัดแบ่งกลุ่มจัดตารางเวลาการผลิตตามหมายเลขใบขายสินค้า ซึ่งเป็นหมายเลขจากการประมวลผลในโมดูลระบบงานขายของซอฟต์แวร์ SAP R/3 ที่จะอ้างอิงเชื่อมโยงกับหมายเลขใบสั่งซื้อแต่ละรายการที่ลูกค้าส่งเข้ามา ตัวอย่างใบสั่งซื้อของลูกค้า และหมายเลข Sales Order เพื่อแสดงการรับทราบ หรือยืนยันการสั่งซื้อมีลักษณะดังรูปที่ 2.3
 - 12.3) PO : หมายถึงการจัดแบ่งกลุ่มจัดตารางเวลาการผลิตตามหมายเลขใบสั่งซื้อ (Purchase Order) ของลูกค้าเพื่อให้สินค้าแต่ละรายการในใบสั่งซื้อถูกทยอยผลิตออกมาในเวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการบรรจุหีบห่อที่มีข้อกำหนดว่าสินค้าจากใบสั่งซื้อเดียวกันต้องบรรจุอยู่ในกล่องเดียวกัน
 - 12.4) PM : หมายถึงการจัดแบ่งกลุ่มจัดตารางเวลาการผลิตตาม ชื่อแบบสินค้าในใบสั่งซื้อเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการไหลของงานที่ใช้วัตถุดิบที่คล้ายคลึงกันเข้าไปในแต่ละสายการ

ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น ในใบสั่งซื้อที่ประกอบไปด้วย ผ้าผืนหนาจำนวน 2 ชุด และผ้าผืนบาง จำนวน 2 ชุด หากถูกระบุให้มีการจัดกลุ่มในแบบ PM ก็จะได้รับการจัดตารางการผลิตที่แยกชนิดของผ้าผืนแต่ละรูปแบบ ให้เข้าไปในสายการผลิตในเวลาเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

13. Dependent หมายถึงขั้นตอนย่อยที่เกิดขึ้นทันทีหลังจากการปฏิบัติในขั้นตอนหลักเสร็จสิ้น หรือเป็นผลพวงมาจากการปฏิบัติงานในขั้นตอนหลัก ตัวอย่างเช่น การระบุ Dependent เป็น Incl. Tassel ในขั้นตอนของ Height Cut จะหมายถึง การผลิตสายรัดผ้าผืนจะเกิดขึ้นหลังจากขั้นตอนการตัดความสูงของผ้าผืนให้ตรงตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดเศษผ้าที่สามารถนำมาทำเป็นสายรัดผ้าผืนได้ เป็นต้น

การไหลของงานในฝ่ายผลิตเริ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับวัตถุดิบ หรือ ผ้า จากฝ่ายคลังสินค้าก็จะมีการกระจายออกไปตามทรัพยากรต่างๆในโรงงาน อันได้แก่กลุ่มพนักงาน และเครื่องจักรดังกล่าวต่อไป ผู้ใช้ระบบสามารถเข้าไประบุสภาพความพร้อมใช้งาน (Active) ของเครื่องจักรหรือการมาทำงานของพนักงานได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ หรือทุกครั้งที่ทำการจัดตารางเวลาการผลิตได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.5

The screenshot shows a software window titled "Production Planning - [Teams : Form]". It features a menu bar, a toolbar, and a main workspace. In the workspace, there is a table with the following data:

| MT | Order | Incl | Active |
|----|-------|------|-------------------------------------|
| 10 | | CG3 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 20 | | CG4a | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 30 | | CG4b | <input type="checkbox"/> |

Below the table, there is a "Product" field with the value "C1" and a "Date" field with the value "1/1/2000".

รูปที่ 2.5 การระบุสภาพความพร้อมใช้งานของทรัพยากรการผลิต

รายละเอียดข้อมูลในใบขายสินค้าแต่ละใบ หลังจากที้อปโหลดเข้ามาสู่ระบบการจัดการเวลาการผลิตเรียบร้อยแล้วจะเป็นดังรูปที่ 2.6

The screenshot shows a software window titled 'Production Planning - [Production : Form]'. It contains a header section with various data fields and a main table of production steps.

| ลำดับ | Step | ชื่อ | จำนวน | เวลา | รวม | เวลา | รวม | เวลา | รวม | เวลา | รวม |
|-------|------|------------------------|-------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 1 | 10 | Cutting Drape | 4 | 12 | | | 0 | | | | |
| 1 | 20 | Joining Drape 2 | 1 | 3 | | | 0 | | | | |
| 1 | 21 | Overlock Drape 2 | 0 | 4 | | | 0 | | | | |
| 1 | 22 | Blind Stitch Drape 2 | 0 | 6 | | | 0 | | | | |
| 1 | 30 | Iron Drape | 4 | 8 | | | 0 | | | | |
| 1 | 35 | Height Cut | 2 | 1 | | | 0 | | | | |
| 1 | 36 | Pleating Lockstitch | 0 | 2 | | | 0 | | | | |
| 1 | 37 | Pleating Table | 0 | 2 | | | 0 | | | | |
| 1 | 38 | Pleating Plastic Stick | 0 | 4 | | | 0 | | | | |
| 1 | 39 | Pleating 3M | 0 | 4 | | | 0 | | | | |

รูปที่ 2.6 ข้อมูลที่เข้าสู่ระบบการจัดการเวลาการผลิต

ระบบจะทำการจัดลำดับความสำคัญของใบสั่งซื้อที่เข้ามา เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกจัดตารางการผลิตก่อนหลัง ซึ่งประกอบด้วย ความสำคัญระดับ A B และ C โดยใช้วันกำหนดส่งเป็นหลัก กล่าวคือ

ความสำคัญระดับ “A” จะเป็นใบสั่งซื้อสินค้าที่มีวันกำหนดส่ง น้อยกว่า หรือเท่ากับ 3 วันจากวันที่กำหนดให้เริ่มทำการผลิต

ความสำคัญระดับ “B” จะเป็นใบสั่งซื้อที่มีวันกำหนดส่ง ถัดไปจากวันที่กำหนดให้เริ่มต้นผลิตมากกว่า 3 วัน แต่ไม่เกิน 7 วัน

ความสำคัญระดับ “C” จะเป็นใบสั่งซื้อที่มีวันกำหนดส่ง ถัดไปจากวันที่กำหนดให้เริ่มต้นผลิตมากกว่า 7 วัน

Production Planning - [Production : Form]

Order No: 260569 PO No: 4500068626.000030 Plant: 20020820

Material: Drape Curtain L Vendor: FLEURY 13457 074 Order Date: 20020826

Lot: 0 Qty: 1 2

| Unit | Step | Task | Start Date | Start Time | Setup | Lot Size | Plant | Start Date | Start Time | Lot | Order |
|------|------|------------------------|------------|------------|-------|----------|----------|------------|------------|-----|--------------------------|
| 1 | 10 | Cutting Drape | 20020823 | 13:04 | 4 | 12 | 20020823 | 13:28 | 31 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 20 | Joining Drape 2 | 20020826 | 9:56 | 1 | 3 | 20020826 | 10:02 | 42 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 21 | Overlock Drape 2 | 20020826 | 10:02 | 0 | 4 | 20020826 | 10:10 | 44 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 22 | Blind Stitch Drape 2 | 20020826 | 10:32 | 0 | 8 | 20020826 | 10:48 | 48 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 30 | Iron Drape | 20020826 | 11:00 | 4 | 8 | 20020826 | 11:16 | 94 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 35 | Height Cut | 20020826 | 13:52 | 2 | 1 | 20020826 | 13:54 | 23 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 36 | Pleating Lockstitch | 20020826 | 13:54 | 0 | 2 | 20020826 | 13:58 | 77 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 37 | Pleating Table | 20020826 | 13:58 | 0 | 2 | 20020826 | 14:02 | 25 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 38 | Pleating Plastic Stick | 20020826 | 14:44 | 0 | 4 | 20020826 | 14:52 | 81 | | <input type="checkbox"/> |
| 1 | 39 | Pleating 3M | 20020826 | 14:52 | 0 | 4 | 20020826 | 15:00 | 82 | | <input type="checkbox"/> |

5730

รูปที่ 2.8 รายการสั่งซื้อที่ได้รับการจัดการตารางการผลิตเรียบร้อยแล้ว

หากการจัดการเวลาการผลิตเสร็จสิ้นโดยมีข้อขัดแย้ง หรือเป็นไปได้ เช่น เวลาเริ่มต้นผลิตกลายเป็นวันก่อนหน้าวันที่ระบุไว้ หรือเป็นวันที่ผ่านมาแล้ว รวมทั้งหากเกิดกรณีที่พนักงานผลิตไม่สามารถปฏิบัติตามเวลาที่ระบุไว้ได้ด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้ใช้จะต้องทำการยกเลิกเวลาการผลิตที่ระบบระบุ และจัดการเวลาการผลิตใหม่ไปตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงด้วยตนเองต่อไป

2.2 คุณภาพของตารางเวลาการผลิต (Production Schedule Quality)

การจัดการเวลาการผลิต เป็นการวางแผนตารางการทำงานประจำวันให้กับพนักงานฝ่ายผลิตที่จัดทำขึ้นก่อนล่วงหน้าวันปฏิบัติงานจริง (Predictive scheduling) ตารางเวลาการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานได้ตามสถานการณ์จริงในโรงงานผลิตนั้นควรจะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัดของการผลิตได้ทุกประการ แต่ในทางปฏิบัติจริงภายใต้สภาวะแวดล้อมของโรงงานผลิตนั้น เหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ตารางเวลาการผลิตที่ได้กำหนดไว้ก่อนจึงจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามไป ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะกำหนดลงไปได้อย่างชัดเจนว่าตารางเวลาการผลิตที่ระบบจัดทำขึ้นจะใช้ได้จริงหรือไม่ เนื่องจาก

ความขัดแย้งจากการพยายามที่จะไปคู่ประโยชน์สูงสุด เป็นผลให้เป้าหมายที่จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องนั้นมีมากเกินไป

2.2.1 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต (Scheduling Constraint)

เงื่อนไข และข้อจำกัดที่บ่อยครั้งเป็นผลให้พนักงานฝ่ายผลิตไม่สามารถปฏิบัติตามตารางเวลาการผลิตมีดังต่อไปนี้

- จำนวนพนักงาน หากในตารางการผลิตได้รับการจัดไว้สำหรับพนักงานที่มากกว่าจำนวนพนักงานที่สามารถปฏิบัติงานได้จริง ย่อมเป็นผลให้เวลาในตารางการผลิตสั้นเกินไป อีกทั้งผลผลิตตามแผนการผลิตก็จะมากเกินไปกว่าความสามารถในการผลิตที่แท้จริงด้วย

- ชั่วโมงการทำงาน โดยปกติแล้วชั่วโมงการทำงานสำหรับการจัดตารางเวลาการผลิตจะอยู่เฉพาะในช่วงเวลาทำงานปกติ (08:00-17:00) เท่านั้น ยกเว้นในกรณีที่ได้รับใบสั่งซื้อเป็นจำนวนมาก แต่ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับดุลพินิจของฝ่ายบริหารว่าจะให้ทำล่วงเวลาหรือไม่

- คุณสมบัตินี้ และความสามารถของพนักงาน เงื่อนไขที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับข้อนี้คือ การสลับเปลี่ยนเวรพนักงานเป็นประจำทุกเดือน (ยกเว้นแผนกตัด) ให้มาทำงานในตำแหน่งรีด ซึ่งต้องใช้พนักงานทั้งสิ้นจำนวน 12 คน โดยเฉลี่ยแล้วจะมีพนักงานจากแผนกอื่นโดยประมาณดังนี้ แผนกเย็บ 4 คน แผนกจับจีบ 5 คน กลุ่มงานพิเศษ 1 คน และพนักงานเข้าใหม่อีก 2 คน ในช่วงวันแรกๆของการเปลี่ยนตำแหน่งอาจมีการติดขัด หรือมีช่วงเสียเวลาบ้าง

- ความยากง่ายของงาน หากเป็นงานที่ยาก หรือในบางครั้งที่ถูกคำสั่งสินค้าในรูปแบบพิเศษซึ่งได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะ พนักงานเตรียมการผลิตรวมทั้งผู้เชี่ยวชาญด้านการตัด และเย็บจะต้องร่วมกันศึกษาแบบ (Pattern) เพื่อวางแผนการตัดคำนวณจำนวนผ้าที่ใช้ และลักษณะการตัดเย็บ รวมทั้งต้องใช้เวลาในการลองผิดลองถูกเพื่อสร้างแบบตัวอย่าง และติดต่อกับลูกค้าเพื่อตรวจสอบความต้องการให้แน่ชัดก่อนลงมือปฏิบัติงานจริง

- คุณภาพของสินค้า และประเภทของลูกค้า สินค้าของบริษัทพิสพาฯ จะได้รับการตรวจสอบคุณภาพก่อนการบรรจุหีบห่อทุกชิ้น แต่สำหรับลูกค้าที่มีความพิถีพิถันเป็นพิเศษ ขนาดของสินค้า ตลอดจนรูปแบบจะต้องตรงกับที่ตนระบุไว้ในใบสั่งซื้อทุกประการ พนักงานในทุกขั้นตอนการผลิตจะต้องเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ มิฉะนั้น หากพบข้อผิดพลาดใดก็ตามจะต้องนำกลับมาซ่อมแซม หรือต้องผลิตใหม่ซึ่งอาจต้องใช้เวลาเป็นสองเท่าทีเดียว

- ลักษณะ หรือธรรมชาติของเนื้อผ้า ผ้าบางชนิดจะมีการยืดหด และคืนรูปได้ช้ากว่าปกติ เช่นผ้าที่มีส่วนผสมของโพลีเอสเตอร์ หลังจากผ่านการรีดด้วยไอน้ำแล้วจะมีการหดขึ้นเป็นผลให้ขนาดของผ้ามันไม่ตรงตามที่ลูกค้าระบุ จึงต้องมีการแขวนทิ้งไว้ประมาณ 1-3 คืน เพื่อให้ผ้าคืนตัวกลับมากงรูปตามปกติก่อนที่ผ่านไปยังขั้นตอนการจับจีบต่อไปได้

2.2.2 การประเมินผลตารางเวลาการผลิต (Production Schedule Evaluation)

ตารางเวลาการผลิตที่มอบประโยชน์สูงสุดควรจะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด และเงื่อนไขดังกล่าวไว้ข้างต้น และยังคงก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในส่วนของการจ้างแรงงานที่น้อยที่สุด นอกจากนี้ ตารางเวลาการผลิตควรต้องมีความยืดหยุ่นต่อการปรับปรุงแก้ไขในภายหลัง รวมทั้งยังต้องสามารถกระจายงานได้อย่างทั่วถึงอีกด้วย

เป้าหมายที่สำคัญที่สุดในมุมมองของฝ่ายบริหารคือ การลดค่าใช้จ่าย อันได้แก่ ค่าจ้างแรงงานให้ได้มากที่สุด และการที่จะเป็นเช่นนั้นได้มีเพียง การจัดการตารางเวลาการผลิตที่สามารถแสดงให้เห็นได้อย่างเด่นชัดว่า จำนวนพนักงานที่มีอยู่นั้นมากเกินไป ซึ่งก็หมายความว่า ฝ่ายบริหารจะสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ ซึ่งจะทำให้ได้โดยการจัดการตารางเวลาการผลิตโดยใช้พนักงานน้อยลงกว่าที่มีอยู่จริง

เป้าหมายที่สำคัญรองลงมาคือ การจัดทำตารางการผลิตที่มีความยืดหยุ่นมากพอสำหรับการปรับปรุงแก้ไขได้ในภายหลัง ซึ่งจะกล่าวถึงความจำเป็นในการปรับปรุงตารางการผลิตนี้ต่อไป อย่างไรก็ตาม เป้าหมายสำคัญทั้งสองประการนี้อาจขัดแย้งกันเอง เนื่องจากการจัดการตารางการผลิตให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด น่าจะเป็นรูปแบบตารางการผลิตที่ค่อนข้างกระชับ และไม่มีช่องว่างพอที่จะขยายหรือเพิ่มเติมขั้นตอนการทำงานลงไปได้ ดังนั้นการคำนึงถึงส่วนได้เปรียบเสียเปรียบระหว่างเป้าหมายทั้งสองประการจึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณากันอย่างสมเหตุสมผลด้วย

หากพิจารณาในทางปฏิบัติแล้ว การจัดการตารางการผลิตให้ได้รับประโยชน์สูงสุด ดังเป้าหมายทั้งสองประการข้างต้นอาจไม่สามารถทำได้ จากการศึกษาที่ต้องเป็นตารางการผลิตที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด และยืดหยุ่นที่สุดต่อการปรับปรุงในภายหลัง แต่ถึงกระนั้น ตารางการผลิตดังกล่าวอาจจะไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขประการหนึ่งคือ การที่อาจไม่มีงานใดเสร็จตามเวลาที่กำหนด ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่ควรให้เกิดขึ้นมากที่สุดในความเป็นจริง ด้วยเหตุนี้ เงื่อนไขของการทำงานจะต้องเสร็จตามเวลาที่กำหนดจึงเข้ามามีบทบาทมากที่สุด ส่วนเรื่องค่าใช้จ่าย และความยืดหยุ่นนั้นก็กลับกลายเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอันดับรองลงไป

การจัดการตารางการผลิตภายใต้เงื่อนไขที่ระบุว่า งานจะต้องเสร็จตามเวลาที่กำหนด อาจเป็นผลให้ตารางการผลิตผลลัพธ์ที่ออกมาไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้อจำกัดอื่น อาทิ การที่ต้องทำงานล่วงเวลาในบางแผนก หรืออาจต้องได้รับคำตำหนิในเรื่องคุณภาพของสินค้าจากลูกค้า เป็นต้น ดังนั้น ฝ่ายบริหาร ตลอดจนฝ่ายผลิต และฝ่ายตรวจสอบคุณภาพจึงจำเป็นต้องมีการหารือถึงการให้ความสำคัญ หรือนำหนักของเงื่อนไข และข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้นด้วย

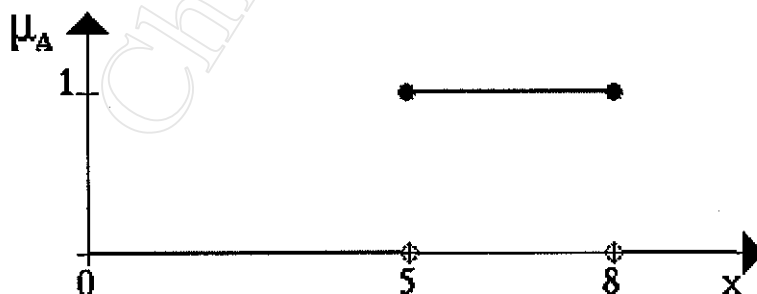
2.3 ทฤษฎีฟัซซีเซต

2.3.1 ฟัซซีเซต (fuzzy set) และฟัซซีลอจิก (fuzzy logic)

แนวคิดของฟัซซีเซต และฟัซซีลอจิก โดย Lotfi A. Zadeh อาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยแห่งแคลิฟอร์เนีย เมืองเบิร์กลีย์ ประเทศสหรัฐอเมริกา นั้นได้รับการเผยแพร่เมื่อปี ค.ศ.1965 ด้วยความประสงค์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลและความรู้ที่มีความคลุมเครือไม่แน่นอน ซึ่งจากทฤษฎีเซตโดยทั่วไปนั้นมีการนิยามโดยใช้สมาชิกที่อยู่ในเซตนั้น เพื่ออธิบายคุณลักษณะอันแน่นอนที่เรากำลังสนใจอยู่นั้นว่าเป็นสมาชิก หรือไม่เป็นสมาชิกในเซตดังกล่าว และตรรกะที่ต้องพิสูจน์จะมีค่าเพียง จริง หรือ เท็จ ในขณะที่ฟัซซีเซตนั้นมีการนิยามโดยใช้ฟังก์ชันสมาชิก (Membership function: MF) เพื่อแสดงดีกรีมากน้อยของการเป็นสมาชิกในฟัซซีเซตนั้น และตรรกะจะมีได้มากมาย เช่น ใช่/ไม่ใช่ จริง/เท็จ ดำ/ขาว และอื่นๆ เพื่อประโยชน์ในการอธิบายข้อมูล หรือความรู้ในประโยคที่เรามักจะใช้ในการสื่อสารซึ่งไม่ได้มีการระบุเป็นตัวเลขแน่ชัดลงไป เช่น อากาศค่อนข้างอบอุ่น หรือ หนาวเล็กน้อย ให้อยู่ในรูปแบบของสูตรทางคณิตศาสตร์ที่นำไปประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งก็นับได้ว่าเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความคิดเลียนแบบมนุษย์

ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ X เป็นเซตจักรวาล (Universe :U) อันประกอบด้วยตัวเลขจำนวนจริงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 10 และกำหนดให้ A เป็นซับเซตของ X โดย A ประกอบด้วยตัวเลขจำนวนจริงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 5 ถึง 8 หรือ $A = [5,8]$

หลังจากนั้น เราจะนิยามฟังก์ชันสมาชิกของ A ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 เพื่อแสดงดีกรีของสมาชิกใน X ว่าเป็นสมาชิกในซับเซต A หรือไม่ ดังแสดงในภาพ



รูปที่ 2.9 ดีกรีการเป็นสมาชิกในซับเซต A

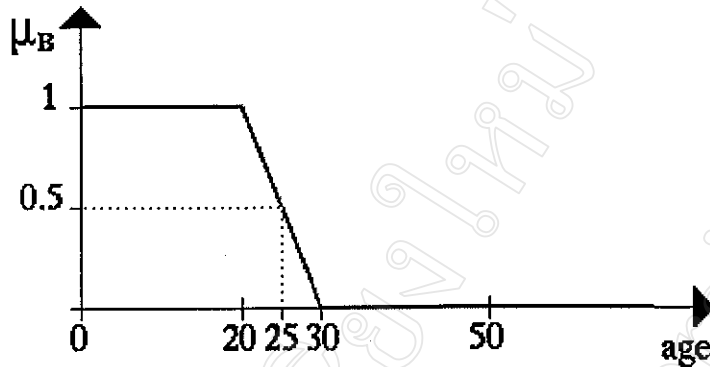
เราสามารถอธิบายได้ว่า สมาชิกที่มีดีกรีของการเป็นสมาชิกเป็น 1 นั้นเป็นสมาชิกที่อยู่ในเซต A ส่วนสมาชิกที่มีดีกรีของการเป็นสมาชิกเป็น 0 จะเป็นสมาชิกที่ไม่ได้อยู่ในเซต A อันที่จริงคำอธิบายนี้ก็เพียงพอแล้วสำหรับการนำไปใช้กับแอปพลิเคชันหลายสาขา แต่ในบางแอปพลิเคชันแนวคิดนี้ยังมีคำอธิบายที่ยืดหยุ่นไม่เพียงพอ ดังตัวอย่างที่จะกล่าวต่อไป

กำหนดให้ B เป็นเซตของคนอายุน้อย โดยกำหนดค่าต่ำสุด หรือขอบเขตล่างเป็น 0 ซึ่งค่อนข้างชัดเจนสำหรับการอธิบายถึงคนที่มีอายุน้อย แต่การกำหนดค่าสูงสุด หรือขอบเขตบนสำหรับคนอายุน้อยค่อนข้างจะระบุได้ยาก ด้วยเหตุนี้ เราจะเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าสูงสุดให้เป็น 20 ก่อน โดยกำหนดให้ B เป็นเซตของตัวเลขในช่วง 0 ถึง 20 หรือ $B = [0,20]$

ปัญหาที่ตามมาคือ หากบุคคลหนึ่งมีอายุครบ 20 ปีในวันครบรอบวันเกิดของเขา ซึ่งยังคงได้รับการพิจารณาว่าอยู่ในเซตของคนอายุน้อย แต่ในวันถัดมาเขาจะต้องย้ายไปอยู่ในเซตของคนที่มีอายุมากหรือไม่ และแม้ว่าเราจะขยับตัวเลขขอบเขตบนนั้นไปมากเท่าใด เราก็ยังคงจะต้องพบกับคำถามนี้อยู่เช่นเดิม

คำอธิบายที่เป็นธรรมชาติมากกว่า น่าจะเป็นการเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับค่าตราบะสำหรับการเป็นสมาชิกในเซตของคนอายุน้อย และคนอายุมาก ให้เป็นค่าที่ไม่เฉพาะเจาะจงมากนัก กล่าวคือ ไม่เป็นเพียง ใช่ หรือ ไม่ใช่ แต่ใช้การระบุว่า อายุมากเล็กน้อย หรือ อายุไม่มากเท่าใดนัก เป็นต้น

จากตัวอย่างแรก ค่าดีกรีของการเป็นสมาชิกนั้นมีเพียง 0 และ 1 และการที่จะทำให้แนวคิดนี้มีความยืดหยุ่นขึ้น เราก็เพียงเพิ่มค่าระหว่างตัวเลข 0 และ 1 ให้มากขึ้น โดยรูปแบบของมันคือค่าที่อยู่ในช่วง $[0,1]$ นั่นเอง อย่างไรก็ตาม การแปลความหมายของดีกรีการเป็นสมาชิกก็จะยุ่งยากมากขึ้น แต่ ค่า 1 และ 0 จะยังคงมีความหมายเช่นเดิมคือ การเป็น และไม่เป็นสมาชิกในเซต B อย่างแน่นอน ส่วนค่าอื่นๆที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ก็จะหมายถึงดีกรีการเป็นสมาชิกในเซต B ที่เพิ่มขึ้นทีละน้อย ดังกราฟแสดงค่าดีกรีการเป็นสมาชิกของคนอายุน้อยในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ฟัชซีเซตของคนอายุน้อย

จากรูปแสดงให้เห็นว่าบุคคลที่มีอายุ 25 ปี ยังคงเป็นคนที่อายุไม่มาก ด้วยดีกรีการเป็นสมาชิกของคนอายุน้อยคือ 0.5 หรือ 50 เปอร์เซ็นต์

2.3.2 ตัวแปรทางภาษา (Linguistic Variable) และค่าภาษา (Linguistic Value)

ตัวแปรชนิดตัวเลขสามารถแทนค่าได้โดยใช้ตัวเลข และเช่นเดียวกับตัวแปรทางภาษาในระบบฟัชซีลอจิกก็สามารถใช้ค่าภาษา ซึ่งก็คือ คำ หรือคำพูดที่มีความสัมพันธ์กับดีกรีการเป็นสมาชิกในเซต ดังนั้น ตัวแปร เช่น ความสูง ซึ่งมีค่าตัวเลขเป็น 1.75 เมตร นั้นเราจะกำหนดค่าของตัวแปรทางภาษาให้เป็น “สูง” พร้อมดีกรีของการเป็นสมาชิกเป็น 0.92 หรือ “เตี้ยมาก” ที่มีดีกรีของการเป็นสมาชิกเป็น 0.06 ในขณะที่ “สูงมาก” มีดีกรีของการเป็นสมาชิกเป็น 0.7

ค่าภาษาของตัวแปรทางภาษานั้นสามารถอธิบายได้โดยใช้เซตของคำ หรือ คำพูด ดังตัวอย่างเช่นตัวแปรภาษา “อายุ” หรือ age ที่อธิบายได้โดยค่าที่อยู่ในเซต อันประกอบด้วย {“น้อย”, “ไม่น้อย”, “ไม่น้อยมาก”, “น้อยมาก”, “กลางคน”, “เลยกลางคน”, “แก่”, “ไม่แก่”, “แก่มาก”, “ไม่อ่อนไม่แก่”, “ค่อนข้างแก่”, ...} เป็นต้น

2.3.3 การดำเนินการเกี่ยวกับฟัชซีเซต (Operation of fuzzy set)

ให้ A และ B เป็นฟัชซีเซตของเซตจักรวาล U โดยมี x เป็นสมาชิกใน U การดำเนินการพื้นฐานเกี่ยวกับฟัชซีเซตมีนิยามไว้ดังนี้

- (1) คอมพลีเมนต์ (complement) ของ A

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- (2) ผลผนวก (union) ของ A และ B

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

(3) ผลตัด (intersection) ของ A และ B

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

2.3.4 การอนุมานแบบฟัซซี

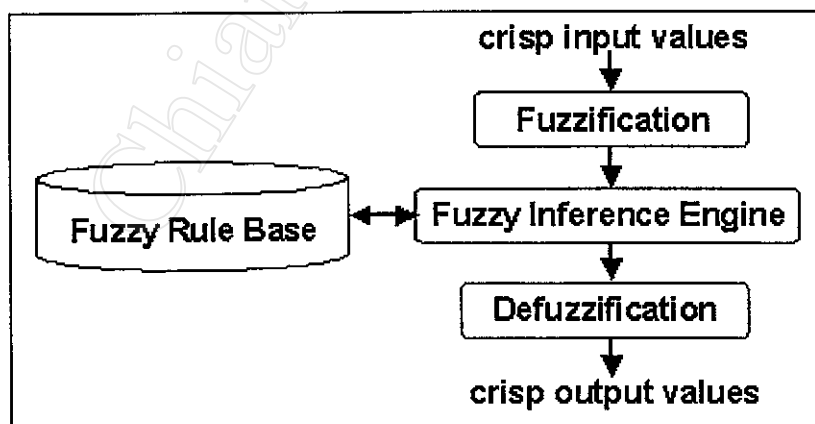
การอนุมานแบบฟัซซี เป็นการดัดแปลงการแจกแจงจากเหตุสู่ผล (implication) ภายใต้กฎในตรรกวิทยาแบบธรรมดา (IF-THEN) ให้สามารถนำมาใช้กับฟัซซีเซต กล่าวคือ หากกำหนดให้ X_1 และ Y เป็นตัวแปรทางภาษา ในขณะที่ A_1 และ B เป็นนิพจน์ทางภาษา ส่วนที่อยู่หลัง IF หมายถึงถึงหลักฐาน และส่วนที่อยู่หลัง THEN นั้นหมายถึงข้อสรุป เราจะได้ว่า

$$\text{IF } X_1 = A_1 \text{ and } X_2 = A_2 \dots \text{ and } X_n = A_n \text{ THEN } Y = B$$

เงื่อนไขแต่ละเงื่อนไขในส่วนของ IF นั้นจะเป็นการระบุถึงดีกรีของค่าความเป็นจริง ซึ่งเป็นไปตามดีกรีของการเป็นสมาชิกของพจน์ทางภาษาเหล่านั้น และใช้การคำนวณโดยใช้นิยามของการดำเนินการเกี่ยวกับฟัซซีเซต ในส่วนของ IF เพื่อให้ได้ค่าดีกรีของความเป็นจริงสำหรับข้อสรุปที่อยู่ในส่วนของ THEN จากกฎแต่ละกฎที่มี แล้วนำไปเป็นค่าสรุปสำหรับดีกรีการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซตผลลัพธ์ อันจะนำไปสู่การคำนวณหาค่าตอบในรูปของตัวเลขที่แน่นอน

2.3.5 การออกแบบระบบเพื่อการอนุมานแบบฟัซซี

การออกแบบระบบเพื่อการอนุมานแบบฟัซซี เป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากระบบนั้นมีความซับซ้อน และมีตัวแปรมาก การออกแบบก็จะยิ่งยุ่งยากมากขึ้น และจำเป็นต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาคำนวณด้วย แนวทางการทำงานหลักๆ ของระบบที่ใช้การอนุมานแบบฟัซซีเป็นดังแผนภาพต่อไปนี้

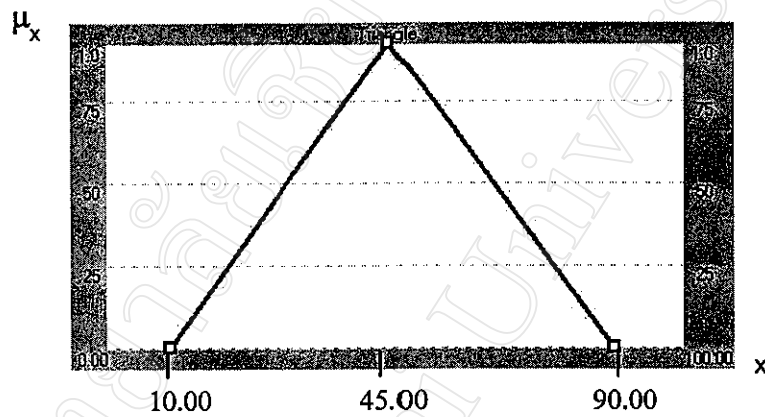


รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการทำงานหลักของระบบฟัซซี

โดยมีรายละเอียดการทำงานในขั้นตอนต่างๆคือ

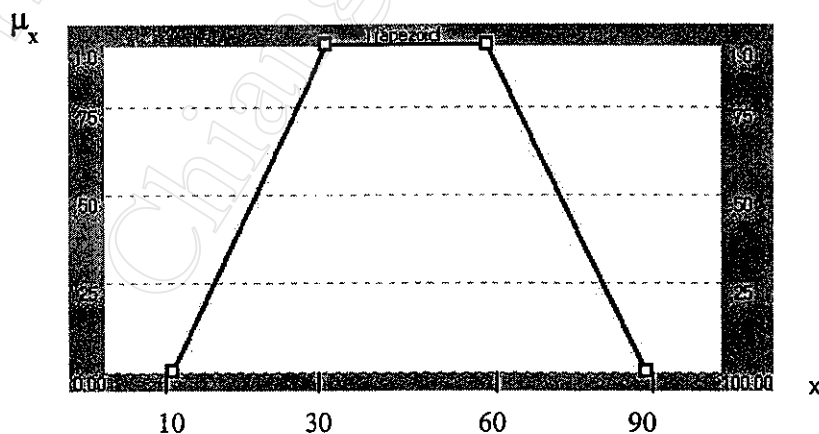
1. Fuzzification เป็นการนำค่าอินพุตของตัวแปรทางภาษามาระบุคิกริของการเป็นสมาชิกในฟังก์ชันเซต อันสอดคล้องกับที่ระบุไว้ในฟังก์ชันสมาชิก รูปแบบของฟังก์ชันสมาชิกที่นำมาใช้ก็มีหลากหลายรูปแบบด้วยกัน และที่นิยมใช้กันที่สุด มีดังต่อไปนี้คือ

1.1 ฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยมหรือ Triangle ที่มีรูปแบบของฟังก์ชันคล้ายกับการนำฟังก์ชันเส้นตรงเพิ่ม และลดเข้ามารวมเข้าด้วยกัน มีตำแหน่งของค่าพารามิเตอร์ที่พิจารณาจำนวน 3 จุด ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างฟังก์ชันสมาชิกแบบ Triangle

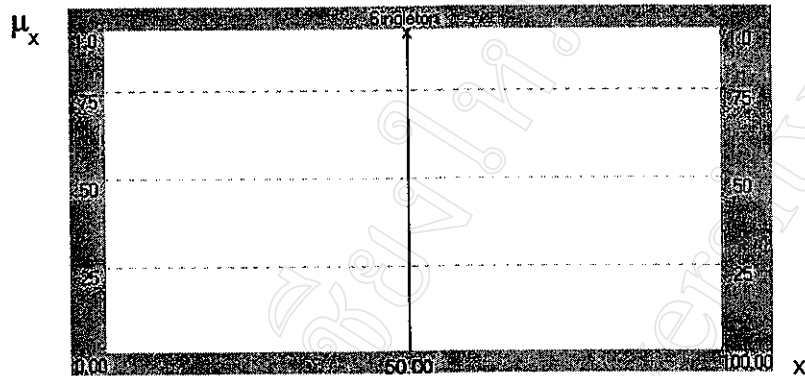
1.2 ฟังก์ชันสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู หรือ Trapezoidal ที่มีตำแหน่งของค่าพารามิเตอร์พิจารณาด้วยกัน 4 จุด ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างฟังก์ชันสมาชิกแบบ Trapezoidal

1.3 ฟังก์ชันสมาชิกแบบ Singleton ที่จัดเป็นกรณีพิเศษ เนื่องจากเป็นรูปแบบของการแสดงค่าที่แน่นอนค่าใดค่าหนึ่ง ที่ไม่ใช่การระบุค่าเป็นช่วงในแบบฟังก์ชัน ฟังก์ชันสมาชิกลักษณะนี้จะใช้

สำหรับการค้นหาคำตอบซึ่งมีทางเลือกเฉพาะ ระบุไว้อย่างแน่นอน รูปแบบการแสดงผลของฟังก์ชันจะเป็นดังรูป



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างฟังก์ชันสมาชิกแบบ Singleton

2. Fuzzy Inference Engine เป็นการคำนวณหาค่าความเป็นจริงจากหลักฐานในกฎแต่ละข้อ เพื่อหาข้อสรุปของกฎเหล่านั้น โดยอาศัยการดำเนินการทางพีชคณิตจากตัวดำเนินการ (AND, OR) ที่เชื่อมโยงหลักฐานเหล่านั้นไว้ ผลลัพธ์ที่ออกมาจะเป็นพีชคณิตสำหรับตัวแปรผลลัพธ์จากกฎแต่ละข้อ หลังจากนั้นจะทำการรวมพีชคณิตทุกชุดที่ระบุให้กับตัวแปรผลลัพธ์ให้กลายเป็นชุดเดียว

3. Defuzzification เป็นการแปลงค่าทางภาษาในพีชคณิตของตัวแปรผลลัพธ์ ให้กลายเป็นตัวเลขเพียงค่าเดียว ซึ่งวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดคือวิธีการหาจุดรวมมวล (Centroid) ภายใต้สมการ

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_A(y_i) y_i}{\sum_{i=1}^n \mu_A(y_i)}$$

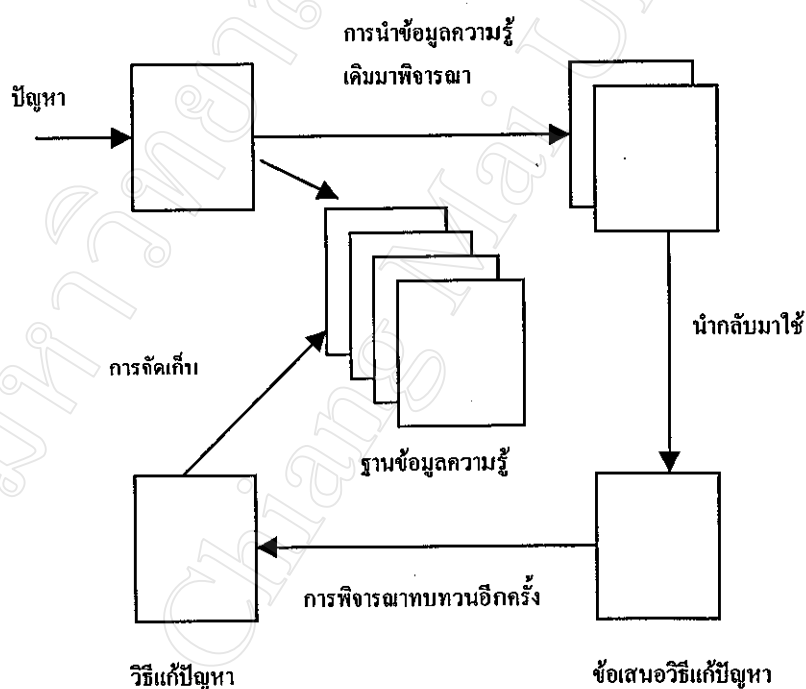
โดยที่ y_i เป็นค่าทางภาษาในพีชคณิตชุด A ของสมาชิกลำดับที่ i จากทั้งสิ้น n ตัว ซึ่งให้วิธีการเป็นสมาชิกเป็น μ_A ซึ่งจากสมการก็เป็นการหาผลรวมของผลคูณระหว่างค่าในพีชคณิตจำนวนทั้งสิ้น n ตัวกับวิธีการเป็นสมาชิกของค่านั้น แล้วนำมาหารด้วยผลรวมของวิธีการเป็นสมาชิกสำหรับค่าทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

ทฤษฎีพีชคณิตได้รับการนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการการผลิตด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากความสามารถในการแก้ปัญหาการจัดการการผลิตที่เกิดจากความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงงานผลิต ซึ่งความไม่แน่นอนเหล่านี้สามารถระบุได้โดยใช้ค่าพีชคณิต และอธิบายโดยใช้วิธีการของการเป็นสมาชิก เพื่อประกอบการพิจารณาถึงเหตุการณ์บางอย่างที่ไม่สามารถอธิบายโดย

ใช้ตัวเลข และส่งผลให้การจัดตารางการผลิตมีความใกล้เคียง และสอดคล้องกับเหตุการณ์จริงได้มากขึ้น

2.4 ทฤษฎี Case-Based Reasoning

ทฤษฎี Case-Based Reasoning หรือชื่อย่อเรียกว่า CBR เป็นทฤษฎีของการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ และในเอกสารฉบับนี้จะใช้คำย่อ CBR แทนวิธีการที่นำมาใช้แก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลความรู้เดิม และการกำหนดตัวแบบในการค้นหา โดยทั่วไปแล้วในฐานข้อมูลที่เก็บความรู้เดิมจะประกอบไปด้วยลักษณะของปัญหา และคำตอบของปัญหา ซึ่งสามารถนำมาเป็นคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ได้ อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะเหล่านั้นจะต้องได้รับการจัดเก็บอย่างมีโครงสร้างที่ดีเพื่อประโยชน์ในการค้นหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัฏจักรการทำงานพื้นฐานของ CBR สามารถอธิบายได้ดังภาพ



รูปที่ 2.15 วัฏจักรการทำงานพื้นฐานของ CBR

วัฏจักรการทำงานพื้นฐานของ CBR ประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงานหลักทั้งสิ้น 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ

- (1) การนำข้อมูลความรู้เดิมที่คล้ายคลึงกับปัญหาออกมาพิจารณา
- (2) การนำเหตุผลหรือคำตอบของผลลัพธ์จากข้อมูลความรู้ที่คล้ายคลึงกันมาใช้

(3) การทบทวน หรือปรับคำตอบของผลลัพธ์ให้เหมาะสมกับปัญหาใหม่ยิ่งขึ้น

(4) การจัดเก็บคำตอบผลลัพธ์ไว้ หลังจากที่ได้รับ การตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว เพื่อการเรียกใช้ใหม่ต่อไป

รูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลความรู้ที่มีอยู่หลากหลายรูปแบบ แต่สิ่งที่สำคัญคือ การที่ต้องสามารถนำเสนอรายละเอียดข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์อ่านได้ และต้องเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการหาเหตุผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดังที่ต้องการด้วย

2.4.1 การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎี CBR ร่วมกับทฤษฎี Nearest Neighbor

ทฤษฎี Nearest Neighbor เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการของ CBR ในการประเมินความคล้ายคลึง (similarity) ระหว่างข้อมูลความรู้ที่ได้รับ การเก็บบันทึกไว้ กับปัญหาที่ต้องการคำตอบ และเพื่อให้การประเมินเป็นไปได้อย่างสมเหตุสมผลมากขึ้นจึงอาจต้องมีการระบุน้ำหนักให้กับสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ด้วย วิธีการประเมินความคล้ายคลึงระหว่างสถานการณ์ที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล กับสถานการณ์ของปัญหาสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{similarity}(\text{Case}_I, \text{Case}_R) = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \times \text{sim}(f_i^I, f_i^R)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

โดย similarity (CASE_I, CASE_R) เป็นค่าความคล้ายคลึงระหว่างสถานการณ์ของปัญหาที่ต้องการคำตอบ และสถานการณ์ในฐานข้อมูลความรู้เดิม

w_i เป็นน้ำหนักความสำคัญของสถานการณ์

$\text{sim}(f_i^I, f_i^R)$ เป็นการหาค่าความคล้ายคลึงของสถานการณ์ตัวที่ i ของสถานการณ์อินพุต I และสถานการณ์ที่ดึงออกมาจากฐานข้อมูล R ในจำนวนทั้งสิ้น n สถานการณ์

เนื่องจาก เหตุการณ์ และสถานการณ์ในข้อมูลความรู้เดิม กับสถานการณ์ใหม่มักจะไม่เหมือนกันเสียทีเดียว ดังนั้น การทราบขนาดของความคล้ายคลึง และประเมินออกมาในรูปของตัวเลขคะแนนก็จะช่วยเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจในการหาคำตอบได้

2.4.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎี CBR ร่วมกับเทคโนโลยีของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องเหมาะสมจะส่งผลให้การจัดเก็บ และการเรียกคืนข้อมูลเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นระบบฐานข้อมูลจึงนับเป็นเครื่องมือที่ได้รับ

ความนิยมมากในการนำมาใช้กับวิธีการของ CBR โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากปัญหานั้นสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบของการสอบถามข้อมูลในฐานข้อมูลได้ เราก็จะสามารถดึงคำตอบที่ตรงไปตรงมาสำหรับปัญหานั้น ได้ทันที

2.4.3 การประยุกต์ใช้ทฤษฎี CBR เพื่อการปรับปรุงตารางการผลิต

การปรับปรุงแก้ไขตารางเวลาการผลิต ให้สอดคล้องกับเหตุการณ์จริงในโรงงานผลิตอาจทำได้โดย การจัดตารางเวลาการผลิตขึ้นใหม่ตั้งแต่ต้น หรือปรับเปลี่ยนตารางการผลิตเดิมด้วยวิธีการต่างๆจากประสบการณ์ของผู้จัดตารางการผลิตเอง การจัดตารางเวลาการผลิตขึ้นใหม่จะให้ผลลัพธ์ออกมาได้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากกว่า แต่ในทางปฏิบัติจะต้องใช้เวลามาก และสร้างความสับสนให้กับพนักงาน เนื่องจากตารางใหม่อาจมีความแตกต่างจากตารางเดิมไปอย่างสิ้นเชิง

สถานการณ์ในโรงงานผลิตที่มักเป็นสาเหตุให้ต้องมีการปรับปรุงตารางการผลิต คือ การปฏิบัติงานในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งต้องใช้เวลาานกว่าที่ระบุไว้ เป็นผลให้ขั้นตอนถัดไปเริ่มปฏิบัติในเวลาที่ยาวออกไป และอาจส่งผลให้ผลิตไม่ทันวันกำหนดส่ง หรือสถานการณ์ของเครื่องจักรขัดข้อง รวมทั้งการขาด ลา มา สายของพนักงานที่ก่อให้เกิดภาวะคอขวดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง นอกจากนี้ก็ยังมีสถานการณ์ของการปฏิบัติงานที่ผิดพลาด หรือไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด ล้วนแต่ก็เป็นผลให้ผู้นำหน้าที่จัดตารางการผลิต หรือแม้แต่ฝ่ายบริหารเองต้องหาวิธีการ หรือการตัดสินใจในการแก้ปัญหาเหล่านี้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถเสร็จทันวันกำหนดส่งให้ได้ ดังนั้นการนำทฤษฎี CBR มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และกลไกในการประเมินความคล้ายคลึงระหว่างข้อมูลความรู้เดิม กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงงานมาใช้ในการแก้ปัญหการปรับปรุงตารางการผลิต อันเนื่องมาจากสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ไว้ก่อนล่วงหน้า จึงน่าจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญเพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้จัดตารางการผลิตได้เป็นอย่างดี