บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการปฏิบัติงานการผลิตที่มีประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง คล่องตัว สามารถผลิตได้ตามขนาดกำลังการผลิตที่มีอยู่ โดยใช้แรงงานคน เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ได้คุ้มค่าภายในพื้นที่โรงงานที่มีอยู่ กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพต้องมีการทำงานที่สมดุลกัน ระหว่างพนักงานกับเครื่องมือเครื่องจักร หรือแม้แต่ระหว่างพนักงานด้วยกันเองก็ต้องมีการทำงานที่สมดุลเท่าเทียมกันด้วย และควรให้กระบวนการผลิตนั้นมีความยืดหยุ่น สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของวิธีการผลิต และรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายได้

การจัดสายงานการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง นับว่ามีความ สำคัญมาก ในด้านการออกแบบโรงงาน และในด้านการวางแผนผังกระบวนการผลิตภายในโรงงานด้วย โรงงานที่มีการจัดสายงานการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องการจัดสายงานการผลิตให้มีความสมดุล ซึ่งหลักการโดยทั่วไปที่โรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้กันในการวางแผนผังกระบวนการผลิตก็คือ การจัดแผนผังกระบวนการผลิตควรที่จะทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆได้มากที่สุด และให้เกิดอัตราการผลิตให้มากที่สุดด้วยเช่นกัน

2.1 หลักการออกแบบแผนผังกระบวนการผลิต

หลักการในการออกแบบแผนผังกระบวนการผลิตที่โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆนิยมใช้โดยทั่วไปก็คือการให้การเคลื่อนไหว หรือการไหล (Flow) ของผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างคล่องตัว รวดเร็ว เสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และให้การใช้เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆคุ้มค่า เกิดอัตราการใช้กำลังการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (Utilization of Capacity) รวมทั้งการใช้พื้นที่โรงงานให้คุ้มค่า การจัดวางวัสดุ สิ่งของเป็นระเบียบไม่กีดขวางการเคลื่อนย้ายและการทำงานของคนงาน และที่สำคัญที่สุดก็คือให้การทำงานของพนักงานสะดวกและปลอดภัยด้วย ซึ่งการออกแบบแผนผังกระบวนการผลิตแต่ละประเภทจะถูกจัดให้เหมาะสมกับลักษณะประเภทของการผลิตภายใต้ข้อจำกัดของการผลิตแบบนั้น

2.2 ประเภทของแผนผังกระบวนการผลิต

การวางแผนผังกระบวนการผลิตสำหรับการผลิตแต่ละประเภท ย่อมแตกต่างกันเพราะลักษณะของงานแตกต่างกันและจำนวนของผลผลิตที่ต้องการในช่วงเวลาหนึ่งก็แตกต่างกัน แผนผังกระบวนการผลิตจึงแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ร.ศ. พิภพ ลลิตาภรณ์, 2542)

2.2.1 แผนผังกระบวนการผลิตแบบพื้นฐาน

- แผนผังกระบวนการผลิตแบบตามกระบวนการ
- แผนผังกระบวนการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์
- แผนผังกระบวนการผลิตแบบผลิตภัณฑ์อยู่กับที่

2.2.2 แผนผังกระบวนการผลิตแบบผสม

- แผนผังกระบวนการผลิตแบบแยกเป็นหน่วย
- แผนผังกระบวนการผลิตแบบยืดหยุ่น

ซึ่งในที่นี้จะอธิบายถึงแผนผังกระบวนการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์ แผนผังกระบวนการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์ เป็นการจัดวางเครื่องจักร อุปกรณ์แยกออกเป็นแต่ละชุด เพื่อใช้กับแต่ละสายผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะ เพื่อใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่มีรูปแบบมาตรฐาน ไม่มากแบบ แต่ละรูปแบบผลิตในปริมาณมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว โดยเครื่องจักร อุปกรณ์สำหรับแต่ละสายผลิตภัณฑ์ถูกวางเรียงตามลำดับขั้นตอนในการผลิต เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน

2.3 ลักษณะสำคัญของแผนผังกระบวนการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์มีดังต่อไปนี้

2.3.1 **ใช้กับการผลิตแบบต่อเนื่อง** (Continuous Process) ซึ่งเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบจำกัด แต่มีปริมาณการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงด้วยขนาดการผลิตที่ประหยัด

2.3.2. **วัตถุดิบหรือชิ้นงานจะไหลผ่านเครื่องจักรอุปกรณ์ตามลำดับขั้นตอนการผลิต** เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าแผนผังกระบวนการผลิตตามลำดับ ดังนั้นเครื่องจักร อุปกรณ์จะวางเรียงลำดับกันเป็นเส้นตรงหรือตัวแอล (L) หรือตัวเอส (S) หรือตัวโอ (O) หรือตัวยู (U) ก็ได้เพื่อให้ระยะทางการเคลื่อนย้ายชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ เช่นการจัดเรียงเป็นรูปตัวยู (U-Shaped Layout) จะเป็นการจัดแผนผังการผลิตเป็นรูปตัวยู เพื่อให้คนงานทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถใช้จำนวนคนงานน้อยลง คนงานเคลื่อนที่ในระยะทางที่สั้นลง การใช้ U-Shaped Layout จะต้องอบรมคนงานให้ทำงานเป็นหลายๆ อย่างและสามารถสลับหน้าที่การทำงานอย่างยืดหยุ่นได้

ลำดับงานของกระบวนการผลิตจะถูกกำหนดอย่างแน่นอน จึงนิยมใช้ระบบสายพานลำเลียงในการเคลื่อนย้ายงานระหว่างลำดับงานหรือระหว่างสถานีการทำงาน

การเคลื่อนย้ายงานระหว่างสถานีงาน วิธีการเคลื่อนย้ายงาน จากสถานีงานหนึ่งไปยังสถานีถัดไปในขณะปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

- *ไม่ใช้อุปกรณ์เชิงกล* การเคลื่อนย้ายชิ้นงานระหว่างสถานีงาน จะเป็นไปโดยใช้มือ ซึ่งมักจะเกิดปัญหาในเรื่องการรอคอย ทำให้การไหลของงานไม่สม่ำเสมอ รอบเวลาไม่คงที่ และอัตราการผลิตไม่แน่นอน ดังนั้นในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นนี้จึงมักจะมีสต็อกเพื่อความปลอดภัยไว้ระหว่างสถานีงาน

- *ใช้อุปกรณ์ลำเลียง* การเคลื่อนย้ายส่วนประกอบย่อย (Subassembly) ระหว่างสถานีงาน อาจจะใช้สายพานลำเลียงหรือโซ่ลำเลียง ระบบการเคลื่อนย้ายแบบนี้จะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง หรือหยุดเป็นช่วงๆได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะนิยมใช้กับสายงานการประกอบ แต่มักจะมีปัญหาเกิดขึ้นกับบางสถานีที่คนงานไม่สามารถจะประกอบชิ้นงานได้เสร็จทันเวลาซึ่งจะต้องส่งต่อให้กับสถานีงานถัดไป ดังนั้นการมีสต็อกเพื่อความปลอดภัยสำรองไว้บางส่วนก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นต่อสายงานการประกอบประเภทนี้เช่นกัน

บนสายพานลำเลียงสามารถควบคุมอัตราการผลิตของสายงานได้ โดยการควบคุมอัตราการป้อน ถ้าให้ f_p หมายถึง อัตราการป้อน การวัดจากจำนวนชิ้นงานต่อหน่วยเวลาจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่างคือ ความเร็วของสายพานลำเลียง และช่วงห่างของชิ้นงานบนสายพาน ถ้าให้ V_c หมายถึง ความเร็วของสายพานลำเลียง (ฟุต/นาที หรือ เมตร/วินาที) และ S_p หมายถึง ช่วงห่างระหว่างชิ้นงานบนสายพานลำเลียง (ฟุตหรือเมตร/ชิ้นงาน) สามารถหาอัตราการป้อนได้ดังสมการต่อไปนี้
(ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2546)

$$f_p = V_c/S_p \qquad (2.1)$$

ในขณะที่ชิ้นงานไหลไปตามสายงานโดยการควบคุมอัตราป้อนระดับหนึ่ง คนงานจะมีช่วงเวลาหนึ่งที่ต้องปฏิบัติงาน หลังจากนั้นงานจะผ่านเลยไป ช่วงเวลาปฏิบัติงาน (T_l) จะหาได้จากความเร็วของสายพาน (V_c) และความยาวของสถานีงาน (L_s) ดังสมการ

$$T_l = L_s/V_c \qquad (2.2)$$

2.3.3. **เครื่องจักรอุปกรณ์จะถูกแยกออกเป็นชุด** แต่ละชุดใช้กับผลิตภัณฑ์เพียงสายเดียว โดยไม่ใช้เครื่องจักรปะปนกันระหว่างสายผลิต หรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์เฉพาะ ซึ่งการแยกชุดเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับแต่ละสายผลิตภัณฑ์นี้แม้เป็นการลงทุนที่สูง แต่ก็จัดว่าคุ้มค่าเพราะปริมาณการผลิตของแต่ละสายผลิตภัณฑ์มีอยู่มากพอที่จะเฉลี่ยให้ต้นทุนเครื่องจักรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ต่ำลง ประกอบกับการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์เฉพาะผลิต โดยไม่ต้องใช่ร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นทำให้การผลิตทำได้รวดเร็ว ผลิตเสร็จในระยะเวลาอันสั้น

2.3.4. **แผนผังกระบวนการผลิตแบบตามผลิตภัณฑ์**แบ่งออกได้เป็น 2 สายการผลิตหลักคือ

2.3.4.1 สายการผลิตชิ้นส่วน (Fabrication Line) เป็นการผลิตชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2.3.4.2 สายการประกอบ (Assembly Line) เป็นการนำเอาชิ้นส่วนต่างๆมาประกอบกันเข้าเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

สายการผลิตชิ้นส่วนมักจะขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต และความเร็วของเครื่องจักร แต่สายการประกอบมักจะอาศัยคนงานในการประกอบ อย่างไรก็ดี ขั้นตอนหรือกระบวนการของสายการผลิตชิ้นส่วนและสายการประกอบควรจะมีความเร็วในการผลิตหรือกำลังการผลิตที่ใกล้เคียงกัน หรือเกิดการสมดุลกันในสายการผลิตนั่นเอง

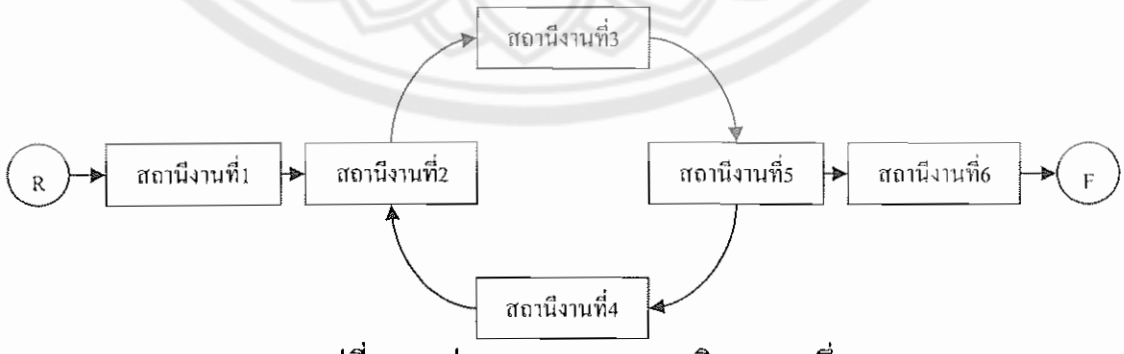
ปัญหาหนึ่งที่นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตก็คือ ปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิต เพราะการที่สายการผลิตไม่สมดุลนั้นจะทำให้การสภาพการผลิตไม่คล่องตัว กล่าวคือสถานีทำงานสถานีหลังต้องรองานจากสถานีทำงานก่อนหน้าและปริมาณงานของพนักงานมีปริมาณมาก-น้อย ไม่เท่ากัน ในการแก้ปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิตนี้ ไม่ว่าจะเป็นการทำให้เวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนของการทำงานสมดุลกัน หรือการทำให้สถานีทำงานแต่ละสถานีมีอัตราการผลิตที่สมดุลนั้นนับว่ามีความยากพอสมควรเพราะในทางปฏิบัตินั้น การที่จะทำให้สายการผลิตสมดุลอย่างแท้จริงนั้นเป็นไปได้ยาก การจัดสมดุลอย่างแท้จริงของสายการผลิตอาจเกิดขึ้นได้ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานให้มีมากๆได้ แต่ก็เป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นการปรับปรุงการจัดสายการผลิตจึงยังคงมีต่อไปเรื่อยๆเพื่อหาวิธีการทำงานในสายการผลิตที่ดีที่สุดนั่นเอง

2.4 หลักการจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิต (Production Line Balancing) จะเป็นการลดเวลาว่างงานของคนงานในสถานีทำงานต่างๆ ของสายการผลิตโดยพยายามทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละสถานีเท่ากัน หรือที่เรียกว่า เกิดความสมดุลกัน เพื่อทำให้ประสิทธิภาพของการใช้แรงงานสูงสุด มีเวลาว่างงานน้อยที่สุด และได้ผลผลิตจากสายการผลิตในอัตราที่สูงที่สุด

การสมดุลสายการผลิตต้องคำนึงถึงเครื่องจักรอุปกรณ์และวิธีการปฏิบัติงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ขั้นตอนในการปฏิบัติงานในการผลิตแบบต่อเนื่องจะต้องเรียงลำดับอย่างแน่นอน (Precedence Requirement) แต่ในแต่ละขั้นตอนอาจสามารถแบ่งการปฏิบัติงานนั้นออกเป็นงานย่อยหลายๆ งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของงานนั้นเองว่าจะสามารถแบ่งแยกย่อยออกไปอีกได้หรือไม่ บางงานอาจแยกย่อยไม่ได้เลย นอกจากนั้นลักษณะของเครื่องจักรอุปกรณ์ก็อาจจะแบ่งแยกการทำงานได้หรือไม่ได้ด้วยเช่นกัน เมื่อพิจารณาข้อจำกัดดังกล่าวแล้ว จึงทำการสมดุลสายการผลิตโดยจัดงานให้แก่แต่ละสถานีการผลิต โดยให้ทุกสถานีการผลิตใช้เวลาในการผลิตใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

การจัดสมดุลสายการผลิต เป็นปัญหาการกำหนดงานให้กับหน่วยผลิตแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะของการผลิตสินค้าปริมาณมากๆ และค่อนข้างสม่ำเสมอไม่ค่อยมีการผันแปรมากนัก เครื่องจักรที่ใช้ส่วนมากเป็นเครื่องจักรชนิดพิเศษเพื่อผลิตสินค้าเฉพาะอย่าง ตำแหน่งของขั้นตอนการทำงานต่างๆ ส่วนใหญ่จะถูกกำหนดแน่นอนตามลำดับขั้น เป็นสายการผลิต ซึ่งในสายการผลิตจะถูกแบ่งออกเป็นสถานีงาน (Work Station) หลายๆสถานีงานต่อเนื่องกัน ดังแสดงในรูป2.1 ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตจึงเป็นเรื่องการพิจารณากำหนดงานหรือขั้นงานต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบ หรือผลิตสินค้าให้กับสถานีงานหรือหน่วยผลิต โดยพยายามให้สถานีงานต่างๆ มีภาระงานที่สมดุลกัน ขณะเดียวกันก็สามารถผลิตสินค้าได้ตามอัตราความต้องการ



รูปที่ 2.1 รูปแบบของสายการผลิตแบบหนึ่ง

การผลิตแบบนี้จะทำงานแบบต่อเนื่อง เริ่มตั้งแต่วัตถุดิบผ่านขั้นตอนตามลำดับจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป การเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนจากขั้นหนึ่งไปอีกขั้นหนึ่งมักจะลำเลียงโดยสายพาน

การจัดสายการผลิตแบบต่อเนื่องนี้ ถ้าสามารถจัดให้สถานีทำงานแต่ละสถานีมีความสมดุลกันนั้น เวลาสูญเปล่า (Idle Time) ในแต่ละสถานีก็จะมีน้อย เมื่อเวลาว่างในสถานีงานมีน้อย ก็แสดงว่าประสิทธิภาพของสายการผลิตมีสูงนั่นเอง

บางทีแต่ละสถานีงานมีงานทำไม่เท่ากัน ทำให้คนงานในบางสถานีงานท้อใจ เพราะรู้สึกว่าเสียเปรียบที่ต้องทำงานมาก ทางแก้ไขทางหนึ่งของปัญหานี้ก็คือทำสายงานการผลิตให้สมดุล คือจัดให้แต่ละสถานีงานมีเวลาทำงานใกล้เคียงกัน สถานีงานส่วนใหญ่จะมีคนงาน 1 คน มีเครื่องมือหรือเครื่องจักรสำหรับงานเฉพาะของแต่ละคน

การแบ่งสายการผลิตออกเป็นสถานีงานสามารถกระทำได้โดยการนำสินค้าสำเร็จรูปมาวิเคราะห์แยกออกเป็นส่วนๆ และศึกษาขั้นตอนย่อยๆในการประกอบหรือการผลิตนั้น ต่อจากนั้นจึงศึกษาเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอน แล้วจึงนำขั้นตอนของงานเหล่านั้นมาแบ่งในสถานีงานให้ถูกต้องตามลำดับขั้น โดยให้สายการผลิตนั้นมีความสมดุลด้วย

งานการจัดสายการผลิตนี้ เป็นงานที่อาจเกิดขึ้นในช่วงของการออกแบบการผลิต หรือเป็นงานในช่วงหลังของการวางแผนการผลิตรวม ถ้าเกิดขึ้นในช่วงการออกแบบการผลิต หมายถึงกระบวนการผลิตนั้นเป็นแบบแน่นอน เครื่องจักรที่ใช้ส่วนมากเป็นขนาดใหญ่หรือชนิดพิเศษ เพื่อผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งตำแหน่งของการทำงานต่างๆ จะถูกกำหนดแน่นอนตามลำดับขั้น การเปลี่ยนแปลงทำได้ยาก เช่น การผลิตกระดาษ การกลั่นน้ำมัน การผลิตน้ำอัดลม เป็นต้น ไม่ว่าแผนการผลิตจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สายการผลิตนี้ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในบางกรณีในสายการผลิตงานในสถานีทำงานต่างๆ อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการผลิต การผลิตแบบนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกงานประกอบ หรืองานที่ต้องส่งผ่านสถานีประกอบหลายๆแห่ง ซึ่งอาจใช้คนเข้าประจำตามสถานีงานต่างๆ หรืออาจเป็นเครื่องจักรที่มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงได้พอสมควร

2.5 คำจำกัดความของการจัดสมดุลสายการผลิต

ความหมายของคำศัพท์บางคำที่ควรทราบในบทนี้มีดังต่อไปนี้ (อเนก รักสงบ, 2541)

2.5.1 **สมดุลสายการผลิต** (Line Balance) เป็นการกำหนดงานต่างๆ ในสายการผลิตที่ทำให้ภาระงานในสถานีการผลิตมีความสมดุลกัน การจัดลมดุลสายการผลิตอาจจะพยายามทำให้มีจำนวนสถานีการผลิตน้อยที่สุด ภายใต้รอบการผลิตที่กำหนดให้ หรืออาจจะพยายามทำให้รอบเวลาการผลิตน้อยที่สุด (อัตราการผลิตสูงสุด)

2.5.2 **สถานีการผลิต** (Production Station) **หรือ สถานีงาน** (Work Station) คือกลุ่มของงานกลุ่มหนึ่งในสายการผลิตซึ่งอาจจะต้องการความชำนาญในลักษณะคล้ายๆกัน ซึ่งสามารถทำให้แล้วเสร็จภายในรอบเวลาที่กำหนดโดยพนักงานเพียงคนเดียว หรือพนักงานหลายคนส่งผ่านงานไปตามลำดับงาน โดยมีเครื่องมือหรือเครื่องจักรทำงานร่วมกับคนด้วย ซึ่งในแต่ละสถานีการผลิตอาจมีพนักงาน 1 คนหรือมากกว่า ช่วยกันประกอบส่วนต่างๆ เข้ากับส่วนประกอบย่อยที่มีอยู่ก่อน จนได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในสถานีการผลิตสุดท้าย

2.5.3 **รอบเวลาการผลิต** (Cycle Time) คือเวลาซึ่งชิ้นส่วนต่างๆจะถูกปฏิบัติจนแล้วเสร็จบนสายการผลิต โดยทั่วไปรอบเวลาการผลิตจะขึ้นอยู่กับอัตราการผลิต ยกตัวอย่างเช่น ถ้าอัตราการผลิตคือ 10 หน่วยต่อชั่วโมง นั่นคือรอบเวลาการผลิตจะเท่ากับ 6 นาทีต่อหน่วย

2.6 การสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีต่าง ๆ (Methods of Line Balancing)

การจัดสายงานการผลิตในโรงงานที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง นับว่ามีความสำคัญมากในด้านการออกแบบโรงงาน โรงงานที่มีการจัดสายงานการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องพยายามจัดสายการผลิตให้มีความสมดุล ซึ่งตามความหมายของการจัดสมดุลของสายการผลิต (Production Line Balancing) คือการพยายามที่จะจัดให้สถานีงานต่างๆ มีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้เท่าๆ กัน แต่ถ้าหากเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันแล้ว อัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่ใช้เวลามากที่สุด ซึ่งเวลาที่ใช้ในสถานีงานที่เป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์นี้ เรียกว่า รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) นั่นเอง ซึ่งหมายถึงเวลาระหว่างที่ผลิตภัณฑ์เสร็จออกมาแต่ละชิ้นจะเท่ากับเวลาของสถานีงานที่ช้าที่สุด ดังนั้น จะเห็นว่าจะเกิดการรอคอยขึ้นในสถานีงานที่ใช้เวลาน้อยกว่า (ซึ่งต้องพยายามทำให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด) ตามปกติในการจัดสายการผลิต จะเริ่มด้วยการกำหนดรอบเวลาการผลิตลำดับขั้นงานต่างๆ และเวลาเฉลี่ยหรือเวลามาตรฐานของการทำงานแต่ละชิ้นนั้น จากนั้นก็พยายามรวบรวมรวมขั้นงานเข้าด้วยกันให้เป็นสถานี

ทำงานโดยพยายามให้เกิดความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานน้อยที่สุด ในกรณีที่สถานีทำงานมีมากหรือน้อยไปก็อาจจะจัดใหม่โดยให้รอบเวลาการผลิตมากขึ้นหรือน้อยลงตามลำดับ

ในการจัดสมดุลให้สายการผลิตได้มีผู้คิดค้นวิธีต่างๆ ขึ้นหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งวิธีต่างๆ ที่ใช้จะกล่าวถึง 3 วิธีด้วยกันคือวิธีของ Kilbridge และ Wester วิธีของ Helgson และ Birnie และวิธี COMSOAL

สถานีงาน	ชิ้นงาน	เวลาทำงาน	เวลาว่าง(นาที)	ประสิทธิภาพ(%)	ประสิทธิภาพที่สูญเสีย (%)
1	1,2,3	10	-	100	-
2	7,8	8	2	80	20
3	6,9	8	2	80	20
4	4	6	4	60	40
5	5,10	10	-	100	-
6	11	4	6	40	60

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการจัดแบ่งสถานีงานของสายการผลิต โดยวิธีของ Kilbridge และ Wester

2.6.1 วิธีของ Kilbridge และ Wester

วิธีนี้เป็นวิธีคำนวณด้วยมือ และให้ประสิทธิภาพของสายงานผลิตสูง แต่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ถ้าหากมีงานจำนวนมากๆ แต่ถ้าหากมีงานจำนวนไม่มากนัก วิธีนี้ก็จะให้ผลได้ดี ซึ่งหลักการของวิธีนี้พอจะสรุปง่ายๆ ได้ดังนี้คือ

2.6.1.1. เริ่มจากขั้นงานแรกทางซ้ายมือก่อน พยายามรวมขั้นงานต่างๆ เข้าเป็นสถานีงานหนึ่งและให้มีเวลาใกล้รอบเวลาการผลิตมากที่สุด

*2.6.1.2. การเลือกงานเข้าสถานีงาน*ให้พิจารณาเลือกจากงานที่ไม่มีงานอยู่ก่อนหน้า และพยายามอย่าให้ขัดกับลำดับของขั้นงาน

2.6.2 วิธีของ Helgson และ Birnie

วิธีจัดสมดุลสายการผลิตโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะใช้วิธีการของ Helgson และ Birnie โดยวิธีการนี้จะพิจารณากำหนดงานให้กับสถานีงานตามลำดับของงานที่มีความยาวของเวลาที่เหลืออยู่ในการทำงานทั้งหมดสูงที่สุดก่อน ซึ่งเรียกวิธีดังกล่าวว่า การจัดลำดับตามน้ำหนักของตำแหน่ง (Ranked Positional Weight) โดยก่อนอื่นต้องทำการกำหนดน้ำหนักให้กับขั้นตอนของงานทุกๆ ขั้นตอนที่อยู่ในสายการผลิตนั้น การกำหนดน้ำหนักให้กับแต่ละขั้นงานก็คือการหาผลรวมของเวลา

การทำงานของขั้นงาน นับตั้งแต่ขั้นงานที่ต้องการหาน้ำหนักไปจนถึงขั้นงานสุดท้ายของสายการผลิต เมื่อได้น้ำหนักของแต่ละขั้นตอนแล้ว ขั้นต่อไปคือ การแบ่งสถานีงาน ซึ่งการรวมขั้นงานให้เป็นสถานีงานจะสามารถทำได้ดังนี้

2.6.2.1. พิจารณารวมขั้นงานที่มีน้ำหนักสูงที่สุดก่อน ต่อจากนั้นจึงพิจารณาขั้นงานที่มีน้ำหนักรองลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ได้รอบเวลาการผลิตมากที่สุด ถ้าน้ำหนักที่อยู่รองลงไปมีน้ำหนักเท่ากันมากกว่าหนึ่งขั้นงานก็ให้เลือกขั้นงานที่จะทำให้ใกล้รอบเวลาการผลิตมากที่สุด

2.6.2.2. ขั้นงานที่จะพิจารณารวมเข้าในสถานีงานจะต้องไม่มีขั้นงานอยู่ก่อนหน้า หรือถ้าหากมีก็ต้องถูกจัดเข้าสถานีงานเรียบร้อยแล้ว เช่น ขั้นงานที่ 6 จะไม่ได้รับการพิจารณาเข้าสถานี ถ้าขั้นงานที่ 5 ยังไม่ถูกจัดเข้าสถานีงาน เป็นต้น

ขั้นงาน	เวลา (นาที)	เวลาของขั้นงานที่อยู่ในลำดับถัดไป																น้ำหนักของขั้นงาน	ขั้นงานที่ต้องมาก่อนทันที
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	20	20	43									22			86	21	63	255	-
2	43	235	43									22			86	21	63	235	1
3	23			23							22	22			86	21	63	237	-
4	90				90						22	22			86	21	63	304	
5	30					30	33						22	22	86	21	63	277	
6	33						33						22	22	86	21	63	247	5
7	21							21	37				22	22		21	63	186	-
8	37								37				22	22		21	63	165	7
9	45									45			22	22		21	63	166	
10	22										22	22			86	21	63	214	3, 4
11	22											22			86	21	63	192	2, 10
12	22												22	22		21	63	125	6, 8, 9
13	22													22		21	63	106	12
14	86														86	21	63	170	6, 11
15	21															21	63	84	13, 14
16	63																63	63	15

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการหาน้ำหนักของแต่ละขั้นงาน

ขั้นตอนการทำงาน	น้ำหนักของตำแหน่ง(นาที)	ขั้นตอนงานที่ต้องมาก่อนทันที
4	304	-
5	277	-
1	255	-
6	247	5
3	237	-
2	235	1
10	214	3,4
11	192	2,10
7	186	-
9	173	-
14	170	6,11
8	165	7
12	128	6,8,9
13	106	12
15	84	13,14
16	63	15

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างน้ำหนักของตำแหน่งแต่ละขั้นตอนการทำงานที่มาก่อนเรียงลำดับตามน้ำหนัก

2.6.3 วิธี COMSOAL

คำว่า COMSOAL ย่อมาจากคำว่า Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งทาง Heuristic โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสายงาน คอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทในการจัดสายงานการผลิตแบบประกอบเมื่อประมาณ 15 ปีที่แล้ว เนื่องจากโรงงานที่ประกอบผลิตภัณฑ์ได้ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วและมีสายงานการผลิตที่ประกอบด้วยงานย่อยเป็นจำนวนมากและสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จนกระทั่งการจัดสายงานด้วยวิธีการธรรมดาโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยไม่สามารถทำได้ ดังนั้น เมื่อวิวัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เจริญก้าวหน้าขึ้นจึงได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดสายงานการผลิตกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะสายงานการผลิตแบบประกอบ วิธี COMSOAL เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้เวลาไม่นานนัก

A.L. Arcus เป็นผู้คิดวิธี COMSOAL นี้ขึ้น โดยอาศัยการสร้างแนวทางของคำตอบให้มากขึ้นจากการสุ่มเลือกงานที่จะจัดกลุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ จัดงานเข้าไปในสถานีงานแล้วนำผลที่ได้จากการจัดสมดุลแต่ละกฎเกณฑ์มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพ และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม

สำหรับวิธีของ Kilbridge และ Wester เป็นวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตการคำนวณด้วยมือ ซึ่งเหมาะสมกับการจัดสมดุลให้กับสายการผลิตขนาดเล็กเท่านั้น สำหรับอีก 2 วิธีที่เหลือนั้นเป็นวิธีการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ (Heuristic) ซึ่งต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการจัดสมดุลสายการ ผลิต เหมาะสมกับการจัดสมดุลให้กับสายการผลิตขนาดใหญ่ มีขั้นตอนการทำงานเป็นจำนวนมาก สำหรับวิธี Heuristic นี้ ไม่อาจจะรับประกันได้ว่าจะให้คำตอบที่ดีที่สุด จะให้คำตอบที่พอใช้ได้ แต่สามารถหาคำตอบได้รวดเร็วและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

โดยปกติแล้วจะต้องการคำตอบที่ดีที่สุด แต่ลาเหตุที่ต้องเลือกวิธีการ Heuristic พอสรุปได้ดังนี้คือ

- เกิดความยุ่งยากในการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีอื่นๆ และไม่อาจหาคำตอบที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
- Heuristic ให้คำตอบที่ดีพอสมควร สามารถนำไปใช้ได้ในทางปฏิบัติ ซึ่งคำตอบที่ได้ไม่จำเป็นต้องดีที่สุด
- ในบางกรณีการใช้วิธี Heuristic ก็เพียงเพื่อหาแนวทางเริ่มที่จะแก้ปัญหาเท่านั้น

ครั้งที่		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
LIST	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที	งาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนทันที
LIST A	1	0	2	0	2	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	4	0	5	0	11	0
	2	1	3	1	3	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	5	1	11	1		
	3	1	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	11	1				
	4	1	5	1	5	1	6	0	6	0	9	0	10	0	11	1						
	5	1	6	0	6	0	8	0	9	1	10	1	11	2								
	6	1	7	0	8	0	9	2	10	1	11	2										
	7	1	8	0	9	2	10	1	11	2												
	8	1	9	3	10	1	11	2														
	9	3	10	1	11	2																
	10	1	11	2																		
	11	2																				
	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา	งาน	เวลา
LIST B	1	6	2	2	2	2	3	2	3	2	9	2	3	2	3	2	4	8	5	5	11	4
			6	5	6	5	6	5	6	5	9	9	10	5								
			7	7	8	1	9	1														
			8	1																		
		เหลือเวลา (16)		เหลือเวลา (16)		เหลือเวลา (3)		เหลือเวลา (1)		เหลือเวลา (10)		เหลือเวลา (11)		เหลือเวลา (8)		เหลือเวลา (3)		เหลือเวลา (16)		เหลือเวลา (10)		เหลือเวลา (5)
LIST C	1		2		2		5		3		3		3		3		4		5		11	
			6		6		6		7		8		10									
			7		8		9															
			8																			
เลือก	1		7		2		5		6		9		10		3		4		5		11	

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการจัดสายการผลิตโดยวิธี COMSOAL

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปเป้าหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตได้ดังนี้

- ต้องการหาจำนวนตำแหน่งงานที่น้อยที่สุด โดยจำนวนการผลิตคงที่
- ต้องการอัตราการผลิตมากที่สุด โดยใช้คนงานเท่าเดิม

2.7 ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องรู้ในการจัดสมดุลสายการผลิต

ในการจัดสมดุลของสายการผลิต ข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้คือ

2.7.1. ข้อมูลแสดงขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะบอกให้ทราบถึงลำดับขั้นก่อน - หลังของขั้นงานต่างๆ โดยอาจจะเขียนแสดงเป็นไดอะแกรมก็ได้

2.7.2. ข้อมูลแสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานต่าง ๆ ซึ่งควรจะเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) ของงานนั้นๆ

2.7.3. ข้อจำกัดในการปฏิบัติงานโดยรวม

2.7.4. อัตราการผลิตที่ต้องการ

2.8 ขั้นตอนในการสมดุลสายการผลิต

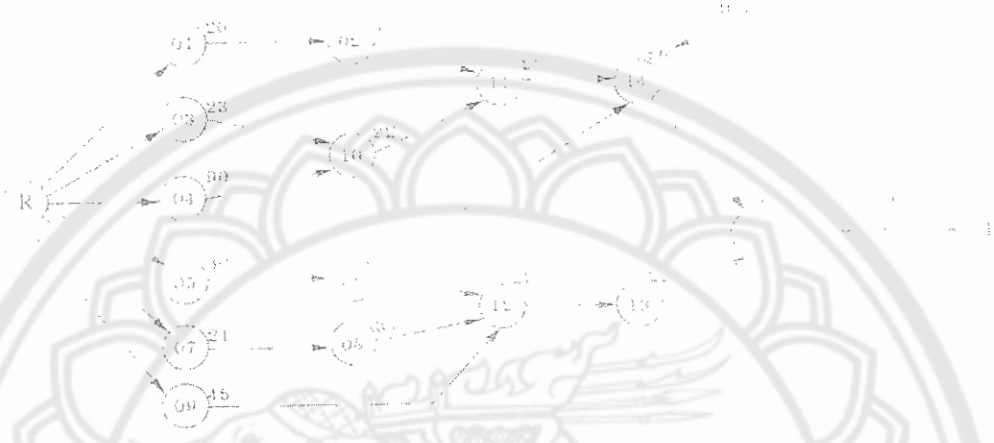
ขั้นตอนในการที่จะสมดุลสายการผลิตมีดังต่อไปนี้ (ร.ศ. พิภพ ลลิตาภรณ์, 2539)

2.8.1. คำนวณหารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของสายการผลิต รอบเวลาการผลิตเป็นระยะเวลาระหว่างผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นจะออกมาจากสายการผลิต ซึ่งรอบเวลาการผลิตของสายการผลิตจะเท่ากับเวลาของขั้นตอนที่ช้าที่สุดในสายการผลิตนั้น

$$\textit{รอบเวลาการผลิต} = \textit{เวลาที่มีทั้งหมดเพื่อการผลิตต่อวัน} / \textit{กำลังการผลิตต่อวัน} \quad (2.3)$$

ในการกำหนดรอบเวลาการผลิตโดยปกติจะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการของตลาด ซึ่งจะกำหนดมาเป็นอัตราการผลิตต่อปี ต่อวัน หรือต่อชั่วโมงการทำงาน จากนั้นจึงมาหาว่าใน 1 ชิ้น ควรจะใช้เวลาเท่าใดจึงจะผลิตได้ตามปริมาณที่ต้องการ ซึ่งค่าของรอบเวลาการผลิตนี้จะมีประโยชน์อย่างมากต่อการออกแบบโรงงาน หรือวางผังโรงงานและติดตั้งเครื่องจักร และยังมีประโยชน์ในกรณีที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้พอเพียงกับความต้องการที่เปลี่ยนไป บางกรณี รอบเวลาการผลิตอาจจะถูกกำหนดโดยจำนวนสถานีงาน เช่น งานที่สามารถแบ่งออกเป็น 16 ชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.5เวลารวมทั้งหมดของงานเท่ากับ 600 นาที ซึ่งอาจจัดให้พนักงานคนเดียวทำงานทั้ง 16 ขั้นตอนได้ซึ่งหมายถึงมีสถานีทำงาน

เดียวและมีรอบเวลาผลิต 600 นาที หรืออัตราการผลิต 1 ชิ้นต่อ 10 ชั่วโมง ถ้าใช้คนงาน 7 คน หรือ 7 สถานีทำงานเวลาทำงานใน แต่ละสถานีในกรณี ที่สมดุลจะเท่ากับ600/7 = 86 นาที ฉะนั้นรอบเวลาการผลิตจึงเท่ากับ 86 นาที หรืออัตราการผลิต 1 ชิ้นต่อ 86 นาที



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนและลำดับการทำงานของผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาที)	ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (นาที)
1	20	9	45
2	43	10	22
3	23	11	22
4	90	12	22
5	30	13	22
6	33	14	86
7	21	15	21
8	37	16	63
		รวม	600

ตารางที่ 2.5 เวลามาตรฐานของแต่ละขั้นตอนการทำงาน

แต่จากการพิจารณาแต่ละขั้นตอนการทำงานจะเห็นว่างานที่ 4 ต้องใช้เวลา 90 นาที ดังนั้น รอบเวลาการผลิตจึงต้องไม่น้อยกว่า 90 นาที ในการจัดสายการผลิตบางครั้ง การจัดให้สถานีงานที่มีอยู่ทุกๆ สถานีงานใช้เวลาเท่ากับรอบเวลาผลิตที่คำนวณได้ อาจจะกระทำไม่ได้ เนื่องจากมีขีดจำกัดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการทำงานและเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มสถานีงานเพิ่มขึ้นให้เหมาะสมเพื่อจะให้ได้รอบเวลาการผลิตตามต้องการ ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 2.3 ถ้าสมมติว่ารอบเวลาการผลิตเท่ากับ 10 นาที จำนวนสถานีงานในการจัดสมดุลสายการผลิตคือ 46/10 = 5 สถานี

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างสายการผลิตแบบหนึ่ง

จากการจัดสายการผลิตโดยการใช้วิธีของ Kilbridge และ Wester เพื่อให้ได้รอบการผลิต 10 นาที จะต้องจัดให้มีสถานีงานเท่ากับ 6 สถานีงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.6

สถานีงาน	ขั้นงาน	เวลา (นาที)	เวลาว่าง (นาที)
1	1,2,3	10	0
2	7,8	8	2
3	6,9	8	2
4	4	6	4
5	5,10	10	0
6	11	4	6

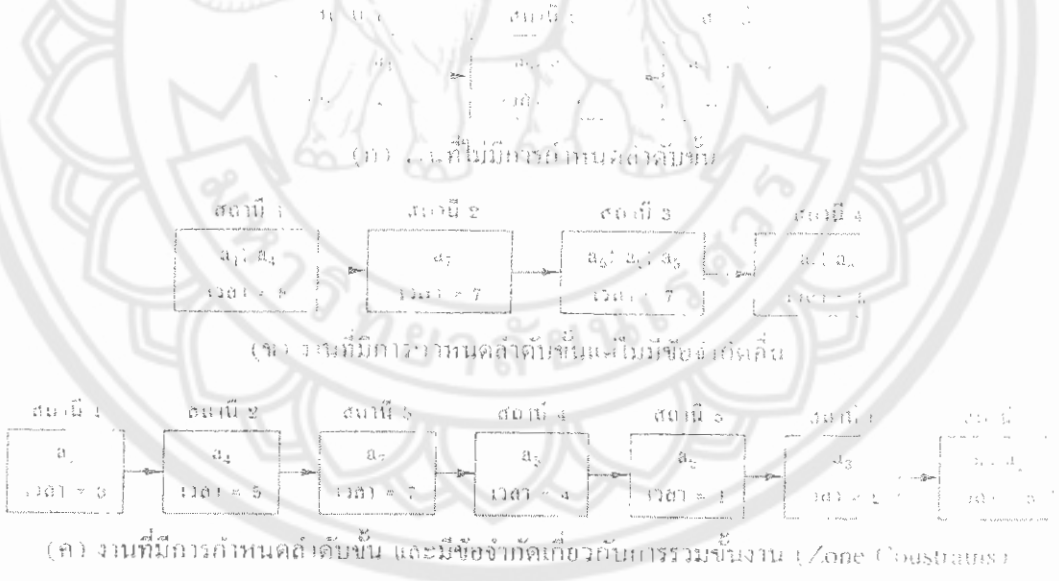
ตารางที่ 2.6 การจัดแบ่งสถานีงานของสายการผลิต

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอจะกล่าวได้ว่า ในการตัดสินใจว่าควรเลือกใช้จำนวนตำแหน่งงานและรอบเวลาการผลิตเท่าไรในการออกแบบจัดสายการผลิตจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ อีกหลายประการ เช่น อัตราการผลิต และความต้องการของผลิตภัณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ค่าลงทุนในการติดตั้งและวางผังโรงงาน เงินทุนในการดำเนินการ เป็นต้น

สมมติว่ามีงาน 8 งาน ที่ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นในสายงานการประกอบสายหนึ่ง งานต่างๆและเวลาที่ใช้ (เวลาเป็นนาที) เพื่อให้แต่ละงานแล้วเสร็จ เป็นดังนี้

งาน	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8
เวลา	3	1	2	5	4	4	7	1

จากตัวอย่าง ต้องการให้รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 9 นาทีต่อชิ้น นอกจากนั้นเราสามารถจัดงานต่างๆ เรียงตามลำดับขั้นอย่างไรก็ได้ ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดในการกำหนดจำนวนผู้ประกอบหรือสถานีงานจะเป็น 3 คน หรือ 3 สถานีงาน ดังแสดงในรูป 2.4 (ก)



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการกำหนดงานเพื่อให้เกิดสมดุลในสายการผลิต

เพื่อให้สถานการณ์สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น จะกำหนดให้การปฏิบัติงานต่างๆต้องเป็นไปเป็นลำดับขั้นตอนก่อน – หลัง ซึ่งในที่นี้จะสมมติว่าแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานจะเรียงลำดับกันดังนี้

$$a1 > a4 > a7 > a5 > a2 > a3 > a6 > a8$$

ภายใต้รอบเวลาการผลิตที่ต้องการ 9 นาที จะสามารถจัดสมดุลสายการผลิตได้ดังรูปที่ 2.4 (ข) จำนวนของสถานีงานได้เพิ่มขึ้นเป็น 4 สถานีงาน อย่างไรก็ตาม อัตราการผลิตจะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน (ถ้าปัจจัยอื่นๆไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงาน) เพราะเวลาของสถานีงานที่สูงที่สุดคือ 8 นาที

2.8.2. **คำนวณจำนวนสถานีงานการผลิตต่ำสุดที่ต้องการ** เพื่อใช้ในการจัดงานทั้งหมดลงในสถานีการผลิตเหล่านั้น

จำนวนสถานีงานต่ำสุด = เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำงานทุกสถานีรวมกัน / รอบเวลาการผลิต (2.4)

2.8.3. **จัดงานย่อยลงในแต่ละสถานีการผลิตตามลำดับของงาน** โดยให้แต่ละสถานีเสียเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ให้น้อยที่สุดจนเต็มเวลาของแต่ละสถานี

2.8.4. **คำนวณหาประสิทธิภาพของการใช้แรงงานคนงาน** (Efficiency) เพื่อควบคุมการสูญเปล่าของแรงงาน (Balance Delay) ให้เหลือน้อยที่สุด

$$\text{ประสิทธิภาพของการใช้แรงงาน(\%)} = \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด}}{\left(\text{จำนวนสถานีงานการผลิต} \times \text{รอบเวลาการผลิต}\right)} \quad (2.5)$$

$$\text{การสูญเปล่าของแรงงาน} = 1 - \text{ประสิทธิภาพของการใช้แรงงาน} \quad (2.6)$$

ในการประเมินผลการจัดสมดุลที่ได้ดำเนินการไป สามารถจะกระทำได้ 2 ลักษณะคือ การวัดประสิทธิภาพของสถานีงานและการวัดประสิทธิภาพของสายการผลิต ซึ่งประสิทธิภาพของสายการผลิตก็คือผลรวมของเวลางานต่างๆ ทั้งหมดคูณด้วย 100 แล้วหารด้วย (รอบเวลาการผลิตคูณด้วยจำนวนสถานีงาน) ดังสมการที่ (2.5)

ตัวอย่างจากรูปที่ 2.4 (ข) มีประสิทธิภาพของสายการผลิตเท่ากับ

ประสิทธิภาพ = [(27) x (100)] / [(9) x (4)] % = 75 %

สำหรับประสิทธิภาพของสายการผลิตในรูปที่ 2.4 (ก) เท่ากับ 100% ซึ่งแน่นอนว่าย่อมต้องดีกว่าและสำหรับประสิทธิภาพของสถานีงานสามารถหาได้จาก ผลรวมของเวลาในสถานีงานคูณด้วย 100 หารด้วยรอบเวลาการผลิต ซึ่งสถานีงานที่ 1 ของรูปที่ 2.4 (ข) มีประสิทธิภาพเท่ากับ

ประสิทธิภาพ = [(8) x (100)] / (9) = 88.9 %

ในทำนองเดียวกัน สถานีงานที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.8 % เช่นเดียวกับสถานีที่ 3

ลมมติว่างานแต่ละงานในจำนวน 8 งานนั้น ต้องการความชำนาญเฉพาะอย่าง คนงานแต่ละคนจะสามารถทำงานได้เฉพาะงานเลขคู่ หรืองานเลขคี่เท่านั้น ไม่มีพนักงานคนใดที่สามารถทำได้ทั้งงานเลขคู่และงานเลขคี่ภายใต้รอบเวลาการผลิต 9 นาที จะสามารถจัดสมดุลสายการผลิตได้ดังรูปที่

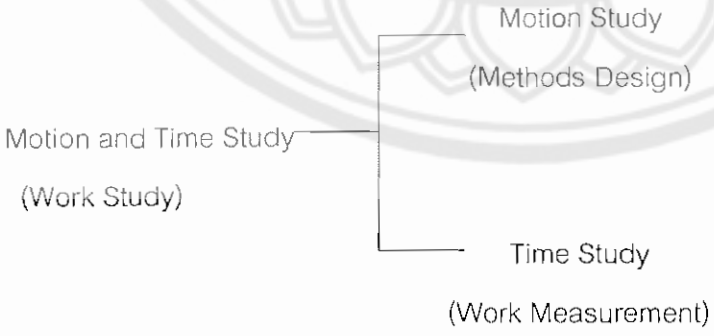
2.4 (ค) ซึ่งมี 7 สถานีงาน จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เมื่อเพิ่มเงื่อนไขเกี่ยวกับลำดับก่อนหลัง หรือข้อจำกัดในการรวมชิ้นงานเข้าไป จะเป็นผลให้การจัดสมดุลไม่มีประสิทธิภาพ ที่กล่าวมาทั้งหมดต้องการให้เข้าใจว่าในการจัดสายการผลิตหรือการประกอบใดๆต้องมีการเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน และอาจจะมีเงื่อนไขข้อจำกัดในการทำงาน รวมทั้งข้อจำกัดเกี่ยวกับความชำนาญหรือสภาพร่างกาย เช่น ความถนัดทางซ้ายหรือขวาของสายการผลิต (ร.ศ. พิภพ ลลิตาภรณ์, 2539)

2.9 การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study)

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงาน ซึ่งดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงานสภาพการทำงานเครื่องมือต่างๆ และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง การหาเวลามาตรฐานของงาน และการศึกษาการเคลื่อนไหวของเวลาเป็นการรวมเอาการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เข้ากับการศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาการเคลื่อนไหว (Methods Design หรือ Methods Study) หมายความถึงการวิเคราะห์ขั้นตอนของการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติงาน รวมทั้งเครื่องมือ เครื่องจักร และการวางผังในการปฏิบัติงานนั้นๆ

การศึกษาเวลา (Time Study) หมายถึง วิธีการในการคำนวณหาเวลาในการปฏิบัติงานโดยอาศัยเครื่องมือจับเวลา และการบันทึกขั้นตอนนี้อาจรวมถึงการปรับเวลาโดยการให้ค่าเผื่อต่างๆ และการให้อัตราความเร็ว ทั้งนี้เพื่อให้ได้เวลามาตรฐานสำหรับคนงานปกติซึ่งทำงานในอัตราความเร็วมาตรฐานตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้ภายใต้สภาพเงื่อนไขที่เหมาะสม (ผ.ศ. อิสรา ธีระวัฒน์สกุล, 2542)



2.10 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาเป็นการศึกษาการทำงานอย่างมีระบบเพื่อสนองวัตถุประสงค์ดังนี้

- พัฒนาวิธีการและระบบที่ดีที่สุดในการทำงาน
- การจัดตั้งระบบและวิธีการทำงานเป็นมาตรฐาน
- หาเวลามาตรฐานในการทำงาน
- ช่วยเหลือในการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง

2.10.1 การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า

การพัฒนาการทำงานที่ดีกว่า หรืออีกนัยก็คือ การออกแบบวิธีการทำงาน(Work Methods Design) เพื่อนำเอาแรงงาน เครื่องจักรและวัตถุดิบมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ ซึ่งจะรวมถึงการศึกษาระบบการผลิต การป้อนวัตถุดิบการใช้เครื่องจักร ขั้นตอนในการผลิตและการขนส่ง ดังนั้นในการออกแบบวิธีการทำงานจึงต้องเริ่มต้นตั้งแต่การศึกษาวัตถุประสงค์ ไปจนถึงขบวนการผลิตสินค้าสำเร็จรูป เพื่อนำมาซึ่งพัฒนาวิธีการที่ดีที่สุดในการทำงาน ในขั้นนี้จะใช้วิธีการแก้ปัญหาทั่วไปมาใช้ (General Problem Solving Process)

2.10.2 การจัดตั้งวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน

เมื่อเราได้พัฒนาวิธีการทำงานที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ การนำเอาวิธีการนั้นมาใช้ โดยปกติจะแตกออกเป็นงานย่อย ๆ ซึ่งอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น การเคลื่อนไหวของมือ ขนาดและรูปร่างของวัสดุ เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ เป็นต้น รวมทั้งกำหนดสภาพเงื่อนไขในการทำงานเพื่อให้ได้มาตรฐานงานที่ตั้งไว้

2.10.3 การหาเวลามาตรฐาน

การหาเวลามาตรฐาน ซึ่งอยู่ในขั้น Work Measurement คือการหาจำนวนนาทีซึ่งคนงานที่ได้รับการฝึกมาดีแล้ว ทำงานที่กำหนดด้วยความเร็วปกติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้เวลาที่ได้นี้จะเป็นเวลามาตรฐานในการทำงานนั้น ๆ ซึ่งได้ประโยชน์ในการจัดตารางการผลิตการประเมินต้นทุน การควบคุมต้นทุนแรงงาน และอื่น ๆ การหาเวลามาตรฐาน อาจกระทำได้หลายวิธี คือ

ก) Direct Time Study

ข) Predetermined Motion-Time System

ค) Work Sampling

ง) Elemental Data

ทั้งสี่วิธีนี้ มีขั้นตอนในการศึกษาที่แตกต่างกัน แต่วิธีที่นิยมใช้มากที่สุดคือ การใช้นาฬิกาจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) ซึ่งจะได้เวลาจากการศึกษางานของจริง จากนั้นปรับค่าที่ได้ด้วยตัวคูณอัตราความเร็ว และบวกค่าเผื่อในการทำงานเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานสำหรับงานนั้น

2.10.4 **การฝึกหัดคนงาน**

การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีจะใช้ไม่ได้ผลเลย ถ้าคนงานไม่รู้จักวิธีใช้ ดังนั้นการศึกษาการเคลื่อนไหว และเวลาจึงเน้นถึงการนำเอาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วมาใช้งานได้การฝึกคนงานให้ทำงานมาตรฐานจนได้เวลาตามที่กำหนดไว้ โดยอาศัยแผนภูมิต่าง ๆ ที่ได้จากการออกแบบวิธีการทำงาน การสาธิตด้วยภาพยนตร์และการจูงใจให้คนอยากทำงาน

2.11 **การศึกษาวิธีการทำงาน** (Method Study)

หมายถึงการบันทึกวิธีการทำงานเดิม หรือที่จะเสนอแนะขึ้นใหม่อย่างมีขั้นตอนและตรวจตราอย่างมีระบบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ง่าย มีประสิทธิภาพและประหยัด

การศึกษาวิธีการทำงานมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน โดยการหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า
- ลดการใช้วัตถุดิบ หรือลดของเสียลง
- เพื่อปรับปรุงการวางผังโรงงานให้ดีขึ้น
- เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในโรงงานให้ถูกสุขลักษณะ
- หาวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม
- เพื่อใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ได้เต็มกำลังการผลิต
- เพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงาน

2.12 **ขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงาน**

2.12.1 เลือกงานที่จะศึกษา

งานที่นักออกแบบวิธีการทำงานเลือกมาศึกษา เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานนั้นควรจะมีสิ่งบอกเหตุว่า สมควรที่จะนำมาศึกษา ดังต่อไปนี้

ก) งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย เช่น งานที่มีการสิ้นเปลืองวัสดุ โดยไม่ก่อให้เกิดผลผลิตขึ้น งานที่เสียเวลารอคอยในขบวนการผลิต มีการเคลื่อนย้ายวัสดุบ่อยครั้ง ระยะทางในการเคลื่อนย้ายยาว ใช้แรงงานคนมากกว่าใช้อุปกรณ์เคลื่อนย้ายวัสดุ

ข) งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น เมื่อกำหนดวิธีการทำงานใหม่ โดยใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีสูง จำเป็นต้องศึกษาวิธีการทำงานเพื่อให้รับกับเทคโนโลยีใหม่ได้หรืองานนั้นใช้เครื่องจักรเดิม แต่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้สูงขึ้นกว่าเดิม

ค) งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับพนักงาน สิ่งที่บอกเหตุว่างานนั้นสมควรจะได้มีการศึกษาวิธีการทำงาน ก็คือการที่พนักงานขาดงานบ่อย หรือลาออกบางครั้งอันเป็นผลมาจากลักษณะงานที่น่าเบื่อหน่าย การทำงานซ้ำซากจำเจ และเมื่อจะทำการศึกษางานนั้นแล้วจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ ก็ควรพิจารณาถึงปฏิกิริยาต่อต้านมากน้อยเท่าใด ควรเลือกงานที่เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานแล้วมีปฏิกิริยาต่อต้านน้อย

2.12.2 การบันทึกการทำงาน

คือการบันทึกวิธีการทำงานจริงที่ทำอยู่ปัจจุบันซึ่งการบันทึกนั้นจะต้องว่างสำหรับการอ่านสามารถเข้าใจวิธีการทำงานได้ทันที จึงใช้แผนภูมิและไดอะแกรม ที่มีฟอร์มเป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งมีหลายชนิด แผนภูมิ และไดอะแกรมเหล่านี้จะเป็นรากฐานสำหรับการตรวจตราเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า

แผนภูมิและไดอะแกรมมาตรฐานมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ซึ่งได้นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการบันทึกวิธีการทำงานในการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

2.12.3 การตรวจตราข้อมูลได้อย่างละเอียด

การตรวจตราข้อมูลที่บันทึกไว้โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม คำถามสำหรับการตรวจตราส่วนมากจะเป็นคำถามสำเร็จรูปที่ตั้งไว้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่องกัน

จุดประสงค์ของการตรวจตราก็เพื่อให้ทราบต้นเหตุของปัญหาและนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า ซึ่งแยกเป็น 4 ด้านด้วยกันดังนี้

2.12.3.1 เพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็น (Eliminate all Unnecessary Work)

เนื่องจากงานบางอย่างนั้นเมื่อวิเคราะห์โดยการตั้งคำถามแล้ว ไม่มีความจำเป็นต้องทำต่อไปอีกดังนั้นแนวทางในการขจัดงานที่ไม่จำเป็น ให้พิจารณาดังนี้

ก) เลือกงานที่มีปัญหาเรื่องต้นทุนสูง ถ้าสามารถขจัดงานนี้ได้จะทำให้ลดต้นทุน ค่าแรงทางตรง วัตถุดิบ และค่าโสหุ้ยอุปกรณ์การผลิตลงได้ ไม่ว่าขั้นการปฏิบัติงานนี้จะมีประสิทธิภาพสูงเพียงใดก็ตาม เพราะเมื่อใช้เทคนิคการตั้งคำถามแล้ว คำตอบว่าเป็นงาน

ป วร
ทาง
.ม.ปุ
ศาลก
รณว

4840144

25
สำนักหอสมุด
15 ก.ค. 254

ที่ไม่จำเป็นอีกต่อไป ก็ให้ตัดทิ้งได้โดยไม่จำเป็นต้องคำนวณ และไม่จำเป็นต้องศึกษาให้มีความรู้ในงานนั้นอย่างสมบูรณ์ก่อน

ข) กรณีที่คำตอบว่าเป็นงานที่ยังจำเป็น เพราะมีวัตถุประสงค์และเหตุผลแน่นอนก็ได้ แยกวัตถุประสงค์ให้เด่นชัดว่าทำงานนั้นเพื่ออะไรบ้าง

ค) ตั้งคำถามเพื่อขจัดวัตถุประสงค์ของงานโดยพิจารณาว่าเกิดอะไรขึ้น ถ้าไม่ทำงานนั้น ถ้าคำตอบออกมาว่าการไม่ทำงานนั้นเลย จะก่อให้เกิดผลดีกว่าการยังคงทำงานเช่นนั้นอยู่ ก็ควรตัดการทำงานนั้นออกทันที ซึ่งก็เป็นการตัดวัตถุประสงค์ของงานนั้นออกไป โดยไม่คำนึงถึงวัตถุประสงค์ของงานเลยว่าสำคัญเพียงใด อันอาจก่อให้เกิดผลเสียตามมา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาเพิ่มเติมอีกสองด้าน คือ ผลที่ตามมาและจำนวนเงินหรือผลตอบแทนที่ได้รับจากการตัดวัตถุประสงค์ของงาน และวิธีการทำงานนั้นออก ถ้าวัตถุประสงค์ของงานนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่สามารถละเลยได้จะใช้การตั้งคำถาม "ทำไม" เมื่อคำตอบยังคงบอกว่างานนั้นจำเป็นก็ให้ตั้งคำถามเพื่อขจัดงานที่ต้องกระทำก่อนงานที่กำลังพิจารณาว่าสามารถตัดทิ้งได้ทั้งหมดหรือบางส่วน บางครั้งอาจตัดงานที่มีต้นทุนต่ำสุดออกก็ได้ ถ้างานนั้นไม่จำเป็นต้องทำ

ประโยชน์ของการขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกมีดังนี้

- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน
- ไม่เสียเวลาสำหรับช่วงการปรับปรุงวิธีการทำงาน การทดลองและติดตั้งวิธีการทำงานใหม่
- ไม่จำเป็นต้องมีการฝึกหัดพนักงาน สำหรับวิธีการทำงานใหม่
- ปัญหาเรื่องคนงานคัดค้านมีน้อย
- เป็นวิธีการปรับปรุงงานให้ง่ายขึ้น ผลของงานเท่าเดิมหรือดีกว่า แต่ไม่เสียค่าใช้จ่ายเลย

2.12.3.2 เพื่อรวบรวมขั้นการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (Combine Operations or Element)

ในขบวนการผลิต ปกติจะแตกงานออกเป็นขั้นการปฏิบัติงานหลายขั้นด้วยกัน เพื่อให้ง่ายสำหรับการแบ่งงานตามความชำนาญของคนงานแต่ละคน แต่บางครั้งการแบ่งขั้นการปฏิบัติงานมากเกินความจำเป็นทำให้ใช้อุปกรณ์การเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ มากเกินความจำเป็นไปด้วย ก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา ได้แก่การไม่ลมดุลันในขั้นปฏิบัติงานหลายๆ ขั้นนี้ มีงานค้าง หรืองานระหว่างทำมากในสายการผลิต เพราะการวางแผนการผลิตไม่เหมาะสม มีงาน

ล่าช้าอันเกิดจากการจ้างคนในขั้นการปฏิบัติงานนั้น หรือเมื่อคนงานประจำขั้นการปฏิบัติงานนั้นหยุดงานลง ดังนั้นวิธีการที่จำให้งานง่ายก็คือ การรวมขั้นการปฏิบัติงานตั้งแต่ 2 ขั้น เข้าด้วยกัน หรือบางครั้งการเปลี่ยนลำดับการทำงานก็เปิดโอกาสให้มีการรวมขั้นการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน

2.12.3.3 เพื่อเปลี่ยนลำดับขั้นการปฏิบัติงาน (Chang the Sequence of Operations)

ในการผลิตสินค้าใหม่มักเริ่มต้นผลิตจำนวนน้อยก่อนเพราะเป็นขั้นทดลอง แต่เมื่อขยายการผลิตมากขึ้นทีละน้อยๆ หากลำดับขั้นการปฏิบัติงานยังคงเหมือนเดิม มักเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัสดุ และการไหลของงาน เพราะจำนวนผลิตเพิ่มขึ้นกว่าเดิมการตรวจตราอย่างละเอียด จะใช้วิธีการตั้งคำถามเพื่อดูว่า จะสามารถเปลี่ยนลำดับขั้นการปฏิบัติงานได้หรือไม่ เพื่อให้งานง่ายและรวดเร็วขึ้น การใช้แผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ บันทึกการทำงานจะช่วยชี้ให้เห็นว่าสมควรจะเปลี่ยนลำดับขั้นการปฏิบัติงานอย่างไร เพื่อลดการเคลื่อนย้ายวัสดุ และทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.12.3.4 เพื่อทำให้การปฏิบัติงานที่จำเป็นนั้นง่ายขึ้น (Simplify the Necessary Operations)

หลังจากที่ศึกษาการทำงานโดยการตั้งคำถามเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นรวมขั้นการปฏิบัติ งานและเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงานแล้ว ก็จะเหลือเฉพาะงานและการปฏิบัติงานที่จำเป็น แต่ขั้นการปฏิบัติงานเหล่านั้นอาจยาก โดยที่มีวิธีการทำงานอื่นที่ง่ายกว่าและสามารถทำงานนั้นให้เสร็จได้เช่นเดียวกัน การตั้งคำถามเพื่อให้งานง่าย จะเริ่มคำถามทุกอย่างที่เกี่ยวกับงานนั้น เช่น วิธีการทำงาน วัตถุดิบที่ใช้เครื่องมือ สภาพแวดล้อมในการทำงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยตั้งสมมติฐานว่างานที่กำลังวิเคราะห์อยู่นั้นยังไม่สมบูรณ์ คำถามที่ตั้งจะขั้นต้นด้วย "อะไร, ที่ไหน, เมื่อใด ใคร, อย่างไร และทำไม" นั้นก็คือ "What, Where, When, Who, How and Why"

ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นวัตถุประสงค์ของการตรวจตราข้อมูลอย่างละเอียดอันจะนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า สำหรับเทคนิคในการตั้งคำถาม ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้คำถามสำเร็จรูป (Checklist) นั้น จะมีวิธีการตั้งคำถามในขั้นเบื้องต้น และการตั้งคำถามในขั้นที่ 2 ซึ่งจะสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.7 (ผ.ศ. อิสรา ธีระวัฒน์สกุล, 2542)

2.12.4 **พัฒนาวิธีการทำงานที่เหมาะสม**

เมื่อวิเคราะห์วิธีการทำงานโดยการตั้งคำถามอย่างครบถ้วน และเป็นระบบต่อเนื่องแล้ว คำตอบสำหรับพัฒนาไปสู่วิธการทำงานที่ดีกว่าจะออกมาเอง ในขั้นนี้จึงเป็นการบันทึกวิธีการทำงานที่เสนอแนะลงบนแผนภูมิ และไดอะแกรมต่างๆ พร้อมกับตรวจสอบไปด้วยในตัวว่า มีสิ่งใดหลุดลอด

ไปจากการพิจารณาบ้าง เปรียบเทียบจำนวนครั้งของขั้นการปฏิบัติงาน ระยะทาง การเคลื่อนย้าย การประหยัดเวลา ของวิธีการทำงานเดิมกับวิธีการที่เสนอ

2.12.5 **ทำการใช้วิธีการทำงานใหม่**

ก่อนจะเริ่มวิธีการทำงานใหม่ต้องพยายามโน้มน้าวจิตใจของผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงานทั้งหมด ให้ยอมรับการเปลี่ยนแปลงตามลำดับตั้งแต่ผู้ควบคุมโรงงาน ฝ่ายบริหาร คนงาน หรือตัวแทน หลังจากเมื่อทุกฝ่ายคล้อยตามยอมรับแล้ว จำเป็นต้องมีการฝึกคนงานตามวิธีการที่เสนอแนะ ในที่นี้ อาจใช้รูปภาพ ภาพนิ่ง ภาพยนตร์ ประกอบการบรรยายบางโรงงานอาจมีห้องทดสองเพื่อให้คนงาน ฝึกตามวิธีใหม่ก่อนเริ่มทำการใช้วิธีการนั้นทำงานจริง

หัวข้อที่จะถาม		การตั้งคำถามเบื้องต้น	มีการตั้งคำถาม ขั้นที่ 2
วัตถุประสงค์	What	อะไรที่ทำ	มีอะไรอย่างอื่นหรือไม่ที่อาจกระทำได้
	Why	เหตุใดจึงทำอย่างนั้น	สรุปแล้วจะต้องทำอย่างไร
สถานที่	Where	ที่ใดบ้างที่ใช้ในการทำงาน	มีที่อื่นที่อาจทำงานนั้นได้
	Why	เหตุใดจึงทำที่นั้น	สรุปแล้วจะต้องทำที่ใด
ลำดับต่อเนื่อง	When	เมื่อใดจึงกระทำ	มีเวลาอื่นอีกหรือไม่ที่อาจกระทำได้
	Why	เหตุใดจึงทำเวลานั้น	สรุปแล้วจะต้องทำเมื่อใด
ตัวบุคคล	Who	ผู้ใดทำงานนั้น	มีผู้อื่นอีกหรือไม่ที่อาจกระทำได้
	Why	เหตุใดจึงให้ผู้นั้นทำ	สรุปแล้วจะต้องให้ผู้ใดทำ
ความหมาย	How	งานนั้นกระทำอย่างไร	มีแนวทางอื่นอีกหรือไม่ที่อาจกระทำได้
	Why	เหตุใดจึงให้ผู้นั้นทำ	สรุปแล้วจะต้องทำอย่างไร

ตารางที่ 2.7 เทคนิคการตั้งคำถามอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ

2.13 การเคลื่อนที่และการขนถ่ายวัสดุ

การเคลื่อนที่และการขนถ่ายวัสดุ เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของการปรับปรุงการปฏิบัติงาน วัสดุซึ่งต้องถูกเคลื่อนย้ายเป็นระยะทางไกล ทำให้เสียพื้นที่และเวลาในการทำงานโดยไม่จำเป็นอีกทั้ง ยังอาจเป็นอุปสรรคต่อการขยายการผลิตในอนาคต การเคลื่อนย้ายและขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพ มีผลโดยตรงมาจาก การวางผังโรงงานที่ดี นั่นคือ การจัดเรียงเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน ในลักษณะที่จะทำให้การเคลื่อนที่ของวัสดุง่ายที่สุดและรวดเร็วที่สุด

2.14 การวิเคราะห์ขบวนการ (Process Analysis)

2.14.1 แผนภูมิขบวนการผลิต (Process Chart)

แผนภูมิคือ เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล อย่างกะทัดรัด เพื่อความสะดวกในการอ่าน แผนภูมิมีลักษณะเป็นเครื่องหมายหรือแผนภาพ ซึ่งแยกแยะขั้นตอนของขบวนการผลิตไว้อย่างชัดเจน การวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิ โดยทั่วไปมักเริ่มต้นด้วย การที่วัตถุดิบเคลื่อนเข้าสู่ สายการผลิต และบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่าง ๆ บนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนที่ประกอบแล้ว แผนภูมิขบวนการผลิตอาจเป็นการบันทึกขั้นตอนการผลิต ของสินค้าชนิดเดียวในแผนกหนึ่ง หรือของสินค้าหลาย ๆ ชนิดภายในแผนกต่าง ๆ พร้อม ๆ กันก็ได้

การศึกษาจากแผนภูมิดังกล่าว ช่วยให้เห็นภาพของขั้นตอนการผลิต ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นมากกว่าการอ่านคำบรรยายเพียงอย่างเดียว และจะช่วยให้สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานได้ง่ายขึ้นอีกด้วย การปรับปรุงส่วนใดส่วนหนึ่งของขบวนการจะส่งผลปรากฏออกมาบนแผนภูมิ ทำให้ทราบถึงผลกระทบที่อาจมีต่อส่วนอื่น ๆ ของขั้นตอนการผลิต ยิ่งกว่านั้นเราสามารถนำเอาขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนภูมิขบวนการ ทำการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดปลีกย่อยลึกซึ้งลงไปอีก การวิเคราะห์แผนภูมิส่วนใหญ่จะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไป 5 ตัว (ผ.ศ. อิสรา ธีระวัฒน์สกุล, 2542) คือ

○ = Operation หมายถึง การปฏิบัติงานบนชิ้นงานเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน

⇨ = Transportation หมายถึง การเคลื่อนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

□ = Inspection หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน หรือการตรวจดู เพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน

D = Delay หมายถึง ความล่าช้าของงาน เนื่องจากมีอุปสรรคขัดขวางไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นต่อไปดำเนินต่อได้

▽ = Storage หมายถึงการเก็บดูแลชิ้นงานอย่างถาวร ซึ่งการเบิกจ่ายควรมีคำสั่งหรือหนังสือจากผู้เกี่ยวข้อง

สัญลักษณ์ข้างต้นนี้ อาจรวมกันได้ในกรณีที่เกิดขึ้นพร้อมกัน เช่น มีการกลึงพร้อมกับมีการตรวจดูความได้ศูนย์ของชิ้นงาน อาจใช้สัญลักษณ์รวมว่า ⊙ ก็ได้

2.14.2 แผนภูมิการผลิตต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

เป็นแผนภูมิที่แสดงการเคลื่อนย้ายตามลำดับก่อนหลัง หรือแสดงทางการทำงานของผลิตภัณฑ์ เป็นแผนภูมิที่แสดงรายละเอียดของการปฏิบัติงานมากกว่าแผนภูมิขบวนการ เนื่องจาก

แผนภูมินี้เน้นที่การเคลื่อนไหว ดังนั้นการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมินี้ จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีผังของการเคลื่อนที่ และจากแผนภูมินี้จะนำไปสู่การวางผังที่ดีขึ้น แผนภูมิการผลิตต่อเนื่องนี้ อาจจำแนกต่อไปได้อีกเป็น

ก) การเคลื่อนที่ของคน

ข) การเคลื่อนที่ของวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์

ค) การเคลื่อนที่ของเครื่องมือหรือเครื่องใช้

ซึ่งในประเภทที่ ค) นี้จะไม่ค่อยได้พบเห็นบ่อยนัก เนื่องจากเครื่องจักรส่วนใหญ่มักติดอยู่กับที่ อาจใช้ติดตามเครื่องมือเล็กๆ บางชนิดได้ เช่น สว่านไฟฟ้า มอเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น

2.15 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา (Time Study) คือการหาเวลามาตรฐานในการทำงานของคนงานซึ่งได้รับการฝึกฝนการทำงานนั้นมาเป็นอย่างดี และสามารถทำงานนั้นในอัตราปกติ (Normal Pace) ด้วยวิธีการที่กำหนดให้ (Specified Method) (นิตยา ศิริสุข และ ศิรินทร์วงษ์ พงษ์นรินทร์, 2541)

จากคำนิยามข้างต้น จะเห็นว่าการศึกษาเวลาแตกต่างจากการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิธีการทำงานและออกแบบวิธีที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว การศึกษาเวลา เกี่ยวกับการวัดผลงานซึ่งผลที่ได้ก็จะมีหน่วยเป็นนาทีหรือวินาที ที่คนงานคนหนึ่งสามารถทำงานนั้นๆ ได้ตามวิธีการที่ได้กำหนดการไว้ เวลาที่ได้นี้ คือ เวลามาตรฐาน (Time Standard) นั่นเอง อาจอธิบายความหมายของเวลามาตรฐานของงาน โดยแสดงเป็นสมการความสัมพันธ์กับผลผลิตได้ดังนี้

$$\text{EXPECTED OUTPUT (PIECES)} = \frac{\text{TOTAL TIME SPENT ON OPERATION}}{\text{STANDARD TIME PERPIECE}} \qquad (2.7)$$

สมการข้างต้นนี้แสดงให้เห็นว่า เวลามาตรฐานของชิ้นงานควรรวมเอาเวลาเผื่อต่างๆ สำหรับการทำงาน เช่น การล่าช้า การพักเหนื่อย เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่ใช้ในการผลิต เวลามาตรฐานจะช่วยให้เราษมารถคำนวณผลผลิตมาตรฐานของงาน เมื่อคนทำงานด้วยประสิทธิภาพ 100% ดังนั้น ถ้าอัตราผลผลิตของคนงานต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เราอาจคำนวณค่าประสิทธิภาพในการทำงานได้จากสูตร

$$\text{EFFICIENCY} = \frac{\text{ACTUAL OUTPUT}}{\text{STANDARD OUTPUT}} \qquad (2.8)$$

ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกรทำงานภายในโรงงานว่าได้เปลี่ยนแปลงไปในทางบวกหรือลบ

2.15.1 ประเภทของการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลามีอยู่ 4 ประเภท คือ

ก) Direct Time Study คือ การศึกษาเวลา โดยใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงาน

ข) Predetermined Motion-Time System คือการหาเวลาโดยการใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่าง ๆ ตามวิธีที่มีผู้คิดค้นขึ้น เช่น

a. Motion Time Analysis (MTA)

b. Body Member Movements

ค) Working Sampling คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติในการหาอัตราส่วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน

ง) Standard Time Data and Formula คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีตและสูตรบางสูตรช่วยในการหาเวลา

2.15.2 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

แม้ว่าการศึกษาเวลา จะมีประโยชน์โดยตรงในการหาเวลามาตรฐาน เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในแผนการให้รางวัลแก่คนงานก็ตาม แต่ประโยชน์อื่น ๆ ที่ได้รับก็มีอีกมากมาย เช่น

ก) Labor Cost Control ใช้หาเวลาทำงานของคนงานในงานชิ้นหนึ่ง ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุน และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

ข) Budgeting ใช้ในการประเมินอัตราค่าใช้จ่าย (Overhead Rate) ของชิ้นงานหรือสินค้าที่ผลิตโดยใช้สูตร

$$\text{OVERHEAD RATE} = \frac{\text{ESTIMATED OVERHEAD COST}}{\text{STANDARD LABOR COST FOR THE ESTIMATED VOLUME}} \quad (2.9)$$

ค) Cost Estimation ใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายของงานหรือสินค้าที่อาจจะผลิตในอนาคต โดยการอาศัยข้อมูลจากการศึกษาเวลาในอดีต เพื่อใช้ในการกำหนดราคาสินค้า

ง) Manpower Planning ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่า แต่ละหน่วยงานต่าง ๆ ต้องการกำลังคนในการทำงานเท่าใด

จ) Training ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดการฝึกคนงานใหม่ และเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพในการทำงาน

ฉ) Production Line Balancing ใช้ช่วยในการกระจาย Load การทำงานให้สม่ำเสมอกัน นั่นคือ คนงานทุกคนควรมีเวลาทำงานและเวลาในการพักผ่อนเท่ากัน ไม่ใช่คิดจากจำนวนงาน

ช) Incentive Scheme Based on Output ใช้ในการตั้งผลงานมาตรฐาน เพื่อเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบผลงานของคนงานแต่ละคน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการให้รางวัลหรือโบนัสที่ยุติธรรม

ซ) Evaluation of Alternative Methods ใช้เปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า โดยการหาเวลาของวิธีต่าง ๆ ซึ่งยังช่วยในการหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าอีกด้วย

ฌ) Production Scheduling เวลามาตรฐานช่วยในการกำหนดเวลาของการผลิตได้อย่าง แน่นอน ทำให้การตั้งเป้าหมายการผลิตเป็นไปตามความต้องการ

ญ) Plant Layout ช่วยในการประเมินพื้นที่ ที่จะใช้ในการทำงานชิ้นหนึ่ง ๆ ว่าถ้าต้องการผลผลิตเท่านี้ต่อวัน ต้องการใช้จำนวนคนงานเท่าใด

ฏ) Maximum Plant Capacity ช่วยในการคำนวณหาระดับกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน

2.15.3 **การสังเกตและการบันทึกเวลา**

การจับเวลาอาจกระทำได้ 2 วิธีดังนี้

ก) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) คือการจับเวลาแบบติดต่อกันโดยไม่หยุด นั่นคือเริ่มจับเวลาตั้งแต่ 0 เมื่อเริ่มงานย่อยแรก และเวลาของงานย่อยต่อ ๆ ไป ก็ดูได้จากเข็มนาฬิกาจนจบวัฏจักร เวลาของงานย่อยที่แท้จริง จะได้จากเวลาเริ่มต้นของงานย่อยถัดไปลบออกด้วยเวลาเริ่มต้นของมัน

ข) การบันทึกทุกเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive Timing or Snapback Timing) คือ **การจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มที่ 0 ดังนั้นเวลาที่อ่านได้ก็จะเป็นเวลาจริงของแต่ละงานย่อย โดยไม่ต้องหักออก**

2.16 คำนวณหาจำนวนรอบเวลาในการจับเวลา

เหตุผลที่ต้องหาจำนวนรอบที่เหมาะสม เพราะการจับเวลาย่อยมีความคลาดเคลื่อนและอาจมีงานย่อยอื่น ๆ (Foreign Element) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการจับเวลาเพียงรอบเดียว หรือ 2 – 3 รอบ ย่อมไม่ใช่ค่าที่แน่นอน และยังทำให้เรารู้ถึงความคลาดเคลื่อนในการจับเวลาเวลาด้วยสูตรที่ใช่กับกลุ่มตัวอย่าง ที่มีขนาดใหญ่กว่า 30 ข้อมูล มีดังนี้

$$N = \frac{\left[40N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]}{\left[\sum X\right]^2} \qquad (2.10)$$

ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยกว่า 30 ตัว ค่า Sample variance จะแปรค่า สูงมากจากกลุ่มหนึ่งไปอีกกลุ่มหนึ่ง ทำให้การแจกแจงของข้อมูลที่ได้ออกมาเป็นรูประฆังแบน ในกรณีนี้ควรใช้ T-distribution แทน ซึ่งจะทำให้ค่า Sample Standard Error มีสูตรดังนี้

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum\left(X - \bar{X}\right)^2}{N-1}} \qquad (2.11)$$

และ

$$S_{\bar{X}} = \frac{S_X}{\sqrt{N}} \qquad (2.12)$$

ค่าสถิติ t นี้ได้จาก

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S_{\bar{X}}} \qquad (2.13)$$

ซึ่งค่า t นี้แปรผันตามขนาดของข้อมูล หรือ Degree of Freedom ถ้าเราต้องการให้ค่า x คลาดเคลื่อนจากค่า ไม่เกิน 5 ภายในระดับความเชื่อมั่น 95 % เราจะหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้จากสูตรค่าความแม่นยำ สัมพันธ์ ดังนี้

$$rel.acc = \frac{t_{\frac{\alpha}{2},\nu} \times s_{\bar{x}}}{\bar{x}} 100\% \qquad (2.14)$$

เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้ คือ 5 % ถ้ามีค่ามากกว่าก็จะขยายขนาดของ N ออกไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ความแม่นยำสัมพันธ์ตามที่ต้องการ

2.17 การหาค่าอัตราเร็ว (DETERMINING THE RATING FACTOR)

2.17.1 การหาค่าเวลาตัวแทน

เมื่อเราได้ศึกษาขั้นตอนของการทำงาน และได้ทำการจับเวลาครบจำนวนรอบตามที่ต้องการแล้ว ขั้นต่อไปคือ การเลือกค่าเวลาตัวแทน (Representative Time or Selected Time) ของงานย่อยต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในกรคำนวณ จากการจับเวลาหลาย ๆ รอบ ซึ่งจะต้องตัดสินใจเลือกค่าเพียงค่าเดียว ดังวิธีต่อไปนี้

ก) ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Average) ซึ่งก็คือ การนำเอาเวลาจริงทั้งหมดรวมกันหารด้วยจำนวนรอบ

ข) ใช้วิธีหาค่าฐานนิยม (Model Method) คือ การใช้ค่าของตัวเลขที่มีความถี่ของการเกิดขึ้นสูงที่สุด เป็นค่าตัวแทนของจำนวนทั้งหมด

หลังจากที่ได้ค่าของเวลาตัวแทนของแต่ละงานย่อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดค่า Rating Factor หรือ อัตราความเร็วของการทำงาน ให้กับคนงานที่ทำงานนั้น

2.17.2 นิยาม

การประเมินอัตราความเร็ว (Rating) คือ ขบวนการซึ่งผู้ทำการศึกษาเวลาใช้ในการเปรียบเทียบการทำงานของคนงาน ซึ่งกำลังถูกศึกษาอยู่กับระดับการทำงานปกติ ในความรู้สึกของผู้ทำการศึกษานั้น

จากความจำกัดความข้างต้นนี้ จะเห็นว่าการให้ค่าอัตราความเร็วของคนงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ก) การตั้งระดับความเร็วปกติของงาน

ข) การลงความเห็นว่า การทำงานของคนงานภายใต้การศึกษานั้น แตกต่างจากระดับความเร็วปกติเท่าใด

ความเร็วปกติ (Normal Pace) คือ อัตราการทำงานของคนงานเฉลี่ย ซึ่งทำงานภายใต้การแนะนำที่ถูกต้อง และปราศจากแรงกระตุ้นจากเงินรางวัล อัตราความเร็วนี้สามารถคงอยู่ตลอดไปโดยไม่ก่อให้เกิดความเครียดทางร่างกายหรือจิตใจ หรือต้องอาศัยความพยายามจนเกินไป

	SKILL			EFFORT	
+0.15	A1	Superskill	+0.13	A1	Excessive
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	Good	+0.05	C1	Good
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
	CONDITIONS			CONSISTENCY	
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfect
+0.04	B	Excellent	+0.03	B	Excellent
+0.02	C	Good	+0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.02	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

ตารางที่ 2.8 ตารางคะแนนขององค์ประกอบต่าง ๆของการให้อัตราความเร็วระบบ Westing House

2.17.3 ระบบของการให้อัตราความเร็ว

วิธีประเมินอัตราการทำงานมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี คือ

ก) "Skill & Effort Rating" วิธีนี้เกิดขึ้นโดย Charles E. Bedaux ในปี ค.ศ. 1916 โดย Bedaux ได้ตั้งมาตรฐานของเวลาไว้เป็นแต้มหรือเรียกว่า "B" โดยกำหนดค่า โดยเฉลี่ยแล้วคนงานทำงานในอัตราปกติจะได้ 60 B ต่อชั่วโมง ดังนั้น อัตราเฉลี่ยของคนงานย่อมได้ประมาณ 70 – 85 B ต่อชั่วโมง

ข) "Westing House System of Rating"คิดขึ้นโดย บริษัท Westing House ในปี ค.ศ. 1927 โดยอาศัยองค์ประกอบ 4 ตัว ช่วยในการพิจารณา นั่นคือ

a. Skill หมายถึง ทักษะ หรือความชำนาญในการปฏิบัติงานนั้น ๆ

b. Effort หมายถึง ความพยายามในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ของคนงานแต่ละคน

c. Conditions หมายถึง สภาพหรือสภาวะเงื่อนไขในระหว่างการปฏิบัติงาน

d. Consistency หมายถึง ความสม่ำเสมอในระหว่างการปฏิบัติงาน

การประเมินค่าอัตราความเร็วของคนงาน จะให้คะแนนองค์ประกอบทั้ง 4 ตัวนี้ โดยพิจารณาจากตารางที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 2.8 (วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, 2535)

ค) "Synthetic Rating" คือ การประเมินค่าความเร็วโดยอาศัยวิธี Predetermined Motion Time นั่นคือ เราจะหาเวลาของแต่ละงานย่อยได้จากตาราง และนำเวลานั้นมาเปรียบเทียบกับเวลาที่จับได้ ก็สามารถทราบถึงอัตราความเร็วของคนงานที่เรากำลังทำการศึกษาอยู่ โดยใช้สูตรดังนี้

$$R = \frac{P}{A} \qquad (2.15)$$

เมื่อ R = Performance Rating Factor

P = Predetermined Motion-Time Standard for The Element (นาที)

A = Average Actual Time Value (Selected Time) for The Same Element as P (นาที)

ง) "Objective Rating" วิธีนี้คิดขึ้นโดย Mundel โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

i. ประเมินค่าของงานอย่างเดียว โดยดูจากอัตราความเร็ว โดยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของงาน

ii. เพิ่มค่า Difficulty Adjustment นอกเหนือจากอัตราความเร็ว โดยพิจารณาจาก

- Amount of body use.
- Foot pedals used.
- Use of two hands simultaneously.
- Eye-hand co-operation.
- Handing or sensory Requirement.
- Weight Handled or resistance encountered.
- Other special constraints of work speed.

2.18 **การหาค่าเวลาเผื่อต่าง ๆ และการหาเวลามาตรฐาน** (DETERMINING ALLOWANCES AND STANDARD TIME)

2.18.1 **ประเภทของค่าเวลาเผื่อ** (Type of Allowance)

Normal Time ที่ได้จากการคำนวณคือ เวลาปกติซึ่งคนงานที่ชำนาญทำงานด้วยความเร็วปกติ แต่การทำงานทุกอย่างไม่ใช่จะทำโดยไม่มีการหยุดพักผ่อน หรือเกิดเหตุล่าช้าเลย ดังนั้นจึงต้องมีเวลาเผื่อไว้ให้สำหรับกรณีต่าง ๆ ซึ่งสมเหตุสมผล เวลาที่ยอมให้ มีด้วยกัน 3 ชนิดคือ

- เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowance)
- เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance)
- เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า (Delay or Contingency Allowance)

เวลามาตรฐานจะคำนวณจาก เวลาปกติรวมกับค่าของเวลาเผื่อ

$$Standard\ Time = Normal\ Time + Allowance \qquad (2.16)$$

การปรับค่าเผื่อนี้ ควรแยกออกจากส่วนของการให้ค่าอัตราความเร็วในการทำงาน

2.18.1.1 เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowance)

เกิดจากความต้องการของพนักงาน เช่น ต้องการหยุดตัว การไปเข้าห้องน้ำ การดื่มน้ำ เป็นต้น สภาพการทำงานแต่ละอย่างเป็นสาเหตุของการใช้เวลาส่วนตัวไม่เหมือนกัน เช่นการทำงานในห้องปรับอากาศ งานที่ใช้กำลังมาก และงานในสถานที่ทำงานที่ร้อนอาจต้องดื่มน้ำบ่อย การพิจารณ าให้เวลาลดหย่อนนี้ต้องพิจารณาสภาพการทำงานประกอบ โดยทั่วไปแล้วเวลาลดหย่อนส่วนตัวนี้จะคิด

ให้ประมาณ 2-5 % ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือประมาณ 10-24 นาที แต่ในงานที่ค่อนข้างหนัก หรืองานในที่ร้อนอาจเพิ่มให้มากกว่า 5 %ได้ (ผ.ศ อิสรา ธีระวัฒน์สกุล, 2542,17-2) เช่น

Mundel ให้ค่าเผื่อขึ้นกับสภาพแวดล้อมไว้ดังนี้

Comfortable condition 23 นาที/วัน

Warm condition 30 นาที/วัน

Hot, Dusty, Noisy 50 นาที/วัน

2.18.1.2 เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance)

เมื่อพนักงานทำงานหนัก หรือทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีความร้อนสูง ความชื้น ฝุ่นละออง และเสียงอึกทึกต่างๆ จะทำให้พนักงานเกิดความเครียด ร่างกายเกิดความเมื่อยล้า และต้องการพักผ่อนให้ร่างกายกลับคืนสู่ลภาพปกติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเวลาลดหย่อนเนื่องจากความเมื่อยล้า เวลาลดหย่อนประเภทนี้ จะขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความแข็งแรงของพนักงาน ระยะเวลาในการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ปัจจุบันยังไม่มีค่าที่เป็นมาตรฐานสำหรับค่าลดหย่อนประเภทนี้ บางบริษัทใช้วิธีทดลองใช้ค่าหลายๆ ค่าและอาจปรับเปลี่ยนจนได้ค่าที่พอใจ นอกจากนี้ค่าความเมื่อยล้าที่แท้จริง ไม่สามารถวัดได้ แม้ว่าการทำงานหนัก คนงานจำเป็นต้องมีเวลาพัก แต่เวลาที่ต้องการพักนี้ ยังขึ้นกับ

- บุคคล
- ช่วงเวลาในการทำงานก่อนการพัก
- สภาพแวดล้อมของการทำงาน
- อื่น ๆ

ในกรณีที่มีการทำงานหนัก และเกี่ยวข้องกับการต้องใช้เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าทางร่างกาย โดย ILO (International Labor Organization) หรือองค์การแรงงานระหว่างประเทศได้สรุปผลของเวลาเผื่อเป็นเปอร์เซ็นต์ของ Normal Time ไว้ดังตารางที่ 2.9 การปรับค่าเผื่อสำหรับความเมื่อยล้านี้ ส่วนใหญ่มักได้จากการทดลองเปลี่ยนระยะของการพักในช่วงเวลาต่างๆ แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบ (นิตยา ศรีสุข และ ศิรินทร์วงษ์ พงษ์นรินทร์, 2541)

2.18.1.3 เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า (Delay or Contingency Allowance)

ความล่าช้าอาจเกิดได้ทั้งแบบหลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Delay) และแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Delay) ถ้าเป็นความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงได้หรือจงใจกระทำก็จะไม่ถูกนำมาคิดในการคำนวณเวลามาตรฐาน แต่ถ้าเป็นความล้าซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้จะถูกนำมาคิดในการหาเวลามาตรฐาน

สาเหตุบางอย่างที่ทำให้เกิดความล่าช้า คือ

- เกิดการเสียของเครื่องจักรอย่างกะทันหัน
- เกิดความล่าช้าเนื่องจากต้องคอยงานที่จะมาป้อนหรือคอยวัสดุ
- รอคอยคำสั่งจากหัวหน้า
- การเตรียมงานและการทำความสะอาด
- การดูแลรักษาเครื่องมือ

Allowances		Men (%)	Women (%)
Standing allowance		2	4
Weight allowance :			
Weight encountered (lb) :	5	0	1
	10	1	2
	20	3	4
	40	9	13
	50	13	20 (max)
	70	22	-
Bad light		2	2
Heat & humidity			
Cooling power (Katk themometer)	12 or more	0	
	10	3	
	8	10	
	6	21	
Fine or exacting work		2	2
Noise level:			
Intermittent,loud		2	2
Intermittent,very loud		5	5
Mental Strain:			
Fairly complex		1	1
Very complex		8	0
Monotory:			
Medium		1	1
High		4	4

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าเวลาเผื่อที่ใช้ในการหาเวลามาตรฐานของ ILO

ที่มา: นิตยา ศรีสุข, ศิรินทร์วงษ์ พงษ์นริทร์."การจัดสมดุลการผลิตและปรุงประสิทธิภาพการทำงานของคนงาน กรณีศึกษาบริษัท เดลต้า อิเล็กโทรนิคส์(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2547