บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลการคำนวณและแนวทางการเพิ่มผลผลิตในโรงงานตัวอย่าง

การหาจำนวนงานระหว่างผลิตในสายการผลิตก่อนการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการผลิตและการสังเกตุในสายการผลิตจริง สิ่งที่เกิดขึ้นและเห็นได้ชัดเจนก็คือ งานระหว่างผลิต, วัสดุระหว่างผลิต ที่มีในปริมาณมากเกินความจำเป็น ผลต่อเนื่องจาก 2 ส่วนข้างต้นก็จะทำให้เกิดความสูญเปล่าของแรงงานและความไม่สมดุลย์กันของแรงงาน การสังเกตุสายการผลิตจะพบสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้อย่างชัดเจนโดยเฉพาะในส่วนของโครงสร้าง เราจะนำข้อมูลจากการจับเวลาและการหาเวลาประมาณของแต่ละสถานีว่างงานมาคำนวณหาจำนวนงานระหว่างผลิตและหาเวลาสูญเปล่าของแรงงาน ที่เกิดขึ้นจริงในสายการผลิตเพื่อนำผลมาเปรียบเทียบเมื่อมีการนำทฤษฎีของระบบ JIT มาใช้

จากภาคผนวก ข แสดงปริมาณการผลิตของสถานีทำงาน พบว่า งานระหว่างผลิตจะเกิดขึ้นระหว่างสถานีเรียงแผ่นกับสถานีเชื่อมหวี เท่านั้น เพราะสถานีเชื่อมหวีใช้เวลาทำงานเฉลี่ยมากกว่าสถานีเรียงแผ่น จึงทำให้ไม่สามารถระบายงานที่เกิดจากการผลิตของสถานีเรียงแผ่นได้ทัน จึงเกิดการสะสมของงานระหว่างผลิต ใน 1 กะ ความแตกต่างของปริมาณการผลิตของสถานีเรียงกับสถานีเชื่อมหวีเป็น 473-258 = 251 ลูก แต่เมื่อทำการสังเกตการทำงานของพนักงานเรียงแผ่นจะพบว่าทำงานด้วยความเร็วในการทำงานไม่มาก คือเมื่อพบว่ามีงานระหว่างผลิตมากจะทำงานช้าลงในสมดุลย์กับการทำงานของสถานีเชื่อมหวี ในขณะเดียวกันเมื่อมีงานระหว่างผลิตมากขึ้น พนักงานในสถานีเชื่อมหวีก็จะทำงานเร็วขึ้นกว่าเดิม แต่การทำงานปกติของพนักงานเชื่อมทวีก็ถือว่าเป็นการทำงานที่มีความเร็วค่อนข้างสูง และทำงานอยู่ตลอดเวลา พนักงานเชื่อมหวีจึงเป็นพนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานสูง อายุการทำงานนาน แต่ต้องมีความกระฉับกระเฉง ถึงกระนั้นก็ยังไม่เพียงพอต่อการระบายงานที่เกิดจากสถานีเรียงแผ่นได้ โดยอัตราการเกิดงานระหว่างผลิตเป็น 1.91 นาที/ชิ้น ในปัจจุบันมีกล่องไม้ที่สำหรับใส่แผ่นธาตุจากสถานีเรียงแผ่นเพื่อส่งไปยังสถานีเชื่อมหวีทั้ งหมด 9 กล่อง หากพิจารณาว่ามีงานอยู่ที่สถานีเชื่อมหวี 1 งาน จำนวนงานระหว่างผลิตที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ 8 กล่อง หรือ 8 ชิ้น จากอัตราการเกิดงานระหว่างผลิต 1.91 นาที/ชิ้น งานระหว่างผลิตจะครบ 8 ชิ้นด้วยเวลา 15.28 นาที หมายความว่า หากพนักงานในสถานีเรียงแผ่นและสถานีเชื่อมหวีทำงานด้วยความเร็วปกติ (ตามการจับเวลา)

ทุก 15.28 นาที งานระหว่างผลิตจะเต็มและพนักงานเรียงแผ่นจะว่างงาน ในขณะที่พนักงานเชื่อมหวีจำเป็นที่จะต้องเร่งความเร็วในการทำงานให้มากขึ้นเพื่อระบายงานระหว่างผลิต

สถานีก่อนและหลังสถานีเชื่อมหวีมีปริมาณการผลิตที่สูงกว่าจึงทำให้เกิดคอขวดในสายการผลิตอย่างเห็นได้ชัด จึงจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น แนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มี 6 แนวทางคือ

1. ลดเวลาประมาณของสถานีเชื่อมหวีให้ใกล้เคียงกับสถานีเรียงแผ่นและหรือสถานีใส่ช่อง
2. ลดระยะเวลาการปรับตั้งเครื่องในสถานีเชื่อมหวี
3. เพิ่มเวลาทำงานต่อวันที่แท้จริงของสถานีเชื่อมหวี
4. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานและหรือเครื่องมืออุปกรณ์ของสถานีเชื่อมทวีใหม่ทั้งหมด
5. การเพิ่มสถานีทำงานในสถานีเชื่อมหวี
6. การใช้ความยืดหยุ่นทางด้านแรงงานและกำหนดจำนวนงานระหว่างผลิตที่เหมาะสม

ในแนวทางแรกเป็นแนวทางที่ถูกต้องและเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุจริง ๆ แต่ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาจะเป็นไปได้ยากและต้องใช้เวลาศึกษาวิเคราะห์ยาวนาน เช่นเดียวกันกับแนวทางที่ 2 ต้องใช้ความรู้ทางด้านเครื่องกลและเทคนิควิธีอย่างละเอียดเพื่อที่จะปรับลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร โดยในปัจจุบันเวลาในการปรับตั้งในสถานีเชื่อมหวี ก็ถือว่าใช้เวลาการปรับตั้งเครื่องจักรที่เหมาะสมจึงฝากต่อการปรับลดเวลาดังกล่าว

การเพิ่มเวลาทำงานต่อวันที่แท้จริงของสถานีเชื่อมหวี ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถกระทำได้คือในปัจจุบันสถานีเชื่อมหวีสามารถผลิตงานได้ 258 ลูก/กะ หากต้องการจัดให้สมดุลย์กับสถานีใส่ช่องซึ่งสามารถผลิตได้ 473 ลูก/กะ จะต้องทำงานล่วงเวลา, ลดเวลาพักหรือเพิ่มเวลาทำงานด้วยวิธีการอื่น เพื่อที่จะผลิตในส่วนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นคือ 215 ลูก/กะ จึงต้องมีเวลาทำงานเพิ่มขึ้น 341.85 นาที เป็นเวลาประมาณ 77% ของเวลาทำงานจริงใน 1 กะ ซึ่งเป็นไปได้ยากมากเพราะจะมีปัญหาในหลายเรื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจ่ายค่าแรงให้พนักงาน แนวทางสุดท้ายที่เสนอคือการใช้ประโยชน์จากการกำหนดระดับงานระหว่างผลิตและใช้ร่วมกับความยืดหยุ่นทางด้านแรงงาน จะเป็นแนวทางที่สามารถกระทำได้ทันทีหลังจากได้มีการศึกษาทางด้านเวลาการทำงานเฉลี่ยทั้งยังเป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้มีการปรับตัวเองได้ ถึงแม้ว่าเวลาการทำงานเฉลี่ยจากการศึกษาเวลาจะมีความผิดพลาดและคลาดเคลื่อน เทคนิคความยืดหยุ่นจะใช้ในกรณีที่เกิด

ความเหลื่อมล้ำ ในการทำงานระหว่าง 2 สถานีทำงานโดยเฉพาะในสถานีทำงานเรียงแผ่นและสถานีทำงานเชื่อมหวี พิจารณาเวลาว่างของสถานีเรียงแผ่น หากผลิตเพียงให้เท่ากับสถานีเชื่อมหวีคือ 258 ลูก/กะ จะใช้เวลาเพียง 223.17 นาที เวลาว่างใน 1 กะ จะเป็น 186.83 นาที เวลาว่าง 186.83 นาทีนี้เราจะนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อสายการผลิต โดยจะให้พนักงานไปช่วยทำงานในสถานีเชื่อมหวี นอกจากจะสามารถทำให้งานระหว่างผลิตลดลงแล้ว ยังมีผลทำให้อัตราการผลิตของสายการผลิตเพิ่มขึ้นและยังลดเวลาความสูญเปล่าทางด้านแรงงานต่อเนื่องตลอดทั้งส่วนโครงสร้างลงได้ รายละเอียดการคำนวณ เพื่อกำหนดเทคนิควิธีการใช้ความยืดหยุ่นทางด้านแรงงานและระดับของงานระหว่างผลิตจะแสดงในส่วนต่อไป

การหาเวลาว่างของแรงงานในส่วนโครงสร้าง

เมื่อพิจารณาเวลาทำงานเฉลี่ยของสถานีทำงานทั้ง 4 ในส่วนโครงสร้าง ก็จะพบว่าปริมาณการผลิต สูงสุดจะอยู่ที่สถานีเรียงแผ่น (473 ลูก/กะ) สถานีทำงานที่มีปริมาณการผลิตต่ำสุดคือสถานีเชื่อมหวี (258 ลูก/กะ) แม้ว่าสถานีอื่น ๆ จะผลิตได้มากเพียงใดหากสถานีเชื่อมหวีสามารถผลิตได้เพียง 258 ลูก/กะ ก็จะทำให้งานที่ออกจากส่วนโครงสร้างมีเพียง 258 ลูก/กะ จึงทำให้เกิดเวลาว่างจากส่วนต่างของปริมาณการผลิตขึ้น ดังนี้

ตารางที่4.1 แสดงเวลาว่างของสถานีทำงานในส่วนโครงสร้าง

สถานีทำงาน	ปริมาณการผลิต (ลูก/กะ)	ส่วนต่างปริมาณการผลิต (ลูก/กะ)	เวลาว่างงาน (นาที/กะ)
เรียงแผ่น	473	215	186.83
เชื่อมหวี	258	-	-
ใส่ช่อง	301	43	59.12
เช็คซ๊อต	427	169	162.32

จากการสังเกตการทำงานจริงพบว่าพนักงานในสถานีอื่น ๆ ที่มีเวลาว่างจะไม่มีช่วงเวลาใดเลยที่จะยืนรองานโดยมิได้ทำอะไร พนักงานจะลดความเร็วในการทำงานลดให้เท่าเทียมกับสถานีทำงานที่ช้ากว่า จึงมีงานทำตลอดและต่อเนื่อง หากงานว่างจริง ๆ พนักงานจะใช้เวลาในส่วนนี้ในการจัดเตรียมวัสดุ ทำความสะอาด สถานีทำงานซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นงานที่ไม่เกิด

ประโยชน์ต่อการผลิตและผลิตภัณฑ์ ทั้งสิ้น เราจึงจำเป็นที่จะต้องให้พนักงานทำงานด้วยความเร็วปกติและนำเวลาว่างส่วนนั้นไปใช้ในเทคนิคความยืดหยุ่นทางด้านแรงงาน อันจะเกิดประโยชน์ต่อสายการผลิตโดยรวม

การปรับสมดุลย์การผลิตเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตในส่วนโครงสร้างในไลน์

1. สถานีเรียงแผ่นและสถานีเชื่อมหวี- ความแตกต่างของอัตราการผลิตของ สถานีทำงาน การเรียงแผ่นและการเชื่อมหวีเป็น 215 ลูก/กะ อัตราความไม่สมดุลย์ของปริมาณการผลิตของสถานีทำงานทั้ง 2 นี้จะทำให้เกิดงานระหว่างผลิตเป็นจำนวนมาก และจากการสังเกตุในกระบวนการผลิตพบว่ามีการรอคอยบ่อยครั้ง ในสถานีการเรียงแผ่นเนื่องจากต้องรอรับกล่องไม้ที่ใช้สำหรับเรียงแผ่นกลับคืน ถ้าทำการผลิตต่อเนื่องในรูปแบบนี้จะทำให้เกิดงานระหว่างผลิตของ 2 สถานีนี้ ประมาณ 31 ชิ้น/ช.ม.

เปรียบเทียบระยะเวลาทำงานของการเรียงแผ่นและการเชื่อมหวี ใน 1 กะ เชื่อมหวีสามารถผลิตได้ 255 ลูก ดังนั้นการเรียงแผ่นจะผลิตได้มากเพียงใด ก็ไม่ทำให้ผลผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้นได้ เพราะขีดจำกัดของการเชื่อมหวี การเรียงแผ่นผลิต 255 ชิ้น/กะ จะใช้เวลา 220 นาที จึงมีเวลาว่างเหลือถึง 190 นาที เวลาว่างในส่วนนี้เองที่เราจะทำเทคนิคของความยืดหยุ่นทางด้านแรงงานมาใช้เพื่อปรับปรุงการทำงาน ในปัจจุบันมีกล่องสำหรับใส่แผ่นธาตุเพื่อส่งไปยังการเชื่อมหวีทั้งหมด 11 กล่อง กำหนดเมื่อมีงานระหว่างผลิตจากการเรียงแผ่นกับการเชื่อมหวีเป็น 7 กล่อง ให้พนักงานในขั้นตอนการเรียงแผ่น ไปช่วยพนักงานในขั้นตอนการเชื่อมหวีทำการเชื่อมหวีงานที่ค้างอยู่ 7 กล่อง (ลูก) แต่การที่จะเคลื่อนที่เพื่อไปทำการช่วยยังอีกขั้นตอนต้องมีการเตรียมในส่วนของเครื่องมือเครื่องจักร วัสดุ พนักงาน และการอบรมในงานที่ต้องทำคือเชื่อมหวี

กำหนดให้เมื่อมีงานระหว่างการเรียงแผ่นไปยังการเชื่อมหวีครบ 7 กล่อง ให้พนักงานที่ทำการเรียงแผ่นเคลื่อนที่ไปยังการเชื่อมหวีเพื่อทำการระบายงานที่ค้างอยู่จนเหลือ 1 ชิ้น แล้วกลับไปทำงานในตำแหน่งเดิมคือการเรียงแผ่น เมื่องานระหว่างการเรียงแผ่นไปยังการเชื่อมหวีครบ 7 กล่องก็ให้ทำเช่นเดิม ตลอดทั้งกะ(วัน)

คำนวณการช่วงเวลาที่ทำงานระหว่างผลิตจะครบ 7 ชิ้น

จาก $IPK = \frac{(AT_2 - AT_2)(H / AT_2)}{AT1}$ $H = \frac{IPK\,(AT_1\,AT_2)}{(AT_2 - AT_1)}$

$$7 = \frac{(1.59 - 0.869)\ (H / 1.59)}{0.865}$$

$$H = 13.28 \text{ นาที}$$

เมื่อเริ่มต้นทำการผลิตและเวลาผ่านไป 13.28 นาทีจะทำให้ กล่องของงานระหว่างผลิตที่การเรียงแผ่นและการเชื่อมหวีครบ 7 ชิ้น ให้พนักงานที่มาจากการเรียงแผ่นที่ในตำแหน่งของการเชื่อมหวีจนเหลืองานระหว่างผลิตหรือกล่อง 9 กล่อง จึงกลับไปยังตำแหน่งเดิมมีการเรียงแผ่น คำนวณหางานในระหว่างที่พนักงานมาช่วยในตำแหน่งการเชื่อมหวี 1 คน

เวลาประมาณของการเชื่อมหวีเพียงคนเดียวเป็น 3.325 นาทีใน 1 วัน ถ้าทำงานตรวจสถานีเชื่อมหวีคนเดียวจะทำได้ 123 ชิ้น ดังนั้นเวลาทำงานเฉลี่ยของการเชื่อมหวีใหม่จะเป็น 1.076 นาที คำนวณหาช่วงเวลาที่งานระหว่างผลิตลงลดเหลือ 1 กล่องหรือมีความแตกต่าง 6 กล่อง

เวลาทำงานเฉลี่ยของการเรียงแผ่น (1 คน) = 1.73 นาที
เวลาทำงานเฉลี่ยของการเชื่อมหวี (30 คน) = 1.076 นาที

เวลาทำงานเฉลี่ยในขณะนี้การเชื่อมหวีจะสามารถทำงานได้เร็วทำการเรียงแผ่นเพราะได้นำคนจากการเรียงแผ่นมาช่วยในการเชื่อมหวี เวลาที่พนักงานเรียงแผ่นจะต้องไปช่วยหวีคำนวณได้จาก

$$H = \frac{IPK\ (AT_1\ AT_2)}{AT_1 - AT_2}$$

$$H = \frac{b\ (1.73 \times 1.076)}{(1.73 - 1.076)}$$

$$H = 17.08 \text{ นาที}$$

ในช่วงเวลา 17.08 นาที การเชื่อมหวีสามารถทำการผลิต ได้จำนวน 15.87 ลูก จากเดิมจะผลิตได้ 10.74 ลูก มากกว่าเดิมประมาณ 6 ลูก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปการทำงานระหว่างการเรียงแผ่นและการเชื่อมหวีจะถูกกำหนดโดยจำนวนของงานระหว่างผลิตคือ 7 กล่องในทางทฤษฎีแล้วงานระหว่างผลิตยิ่งมีจำนวนน้อยเท่าใดก็จะทำให้เกิดการผลิตในปริมาณที่สูงขึ้นเท่านั้น แต่จำนวนครั้งของการเคลื่อนที่ก็จะเพิ่มขึ้น ใน 1 วันจะมีการเคลื่อนที่ของพนักงานเรียงแผ่นไปยังการเชื่อมหวีจำนวน 13 ครั้ง

ปริมาณการผลิตที่ได้จากการเชื่อมหวีจากเดิม 258 ลูก/กะ จะเพิ่มขึ้นจากการเคลื่อนที่ของพนักงานเรียงแผ่น จำนวน 13 ครั้งๆ ละ 17.08 นาที ปริมาณของการเชื่อมหวีเพิ่มขึ้นครั้งละ 5.14 ลูกหรือ 5 ลูก ใน 1 วัน เคลื่อนที่ 13 ครั้งได้ปริมาณ 65 ลูก เพราะฉะนั้นปริมาณที่ออกจากการเชื่อมหวีต่อกะเป็น 323 ลูก

ในขณะเดียวกันที่การเรียงแผ่นจะได้ปริมาณการผลิตที่ลดน้อยลงเนื่องมาจากต้องมีพนักงาน 1 คนไปช่วยในการผลิตของการเชื่อมหวี แต่ปริมาณลดลงนี้ไม่ได้ทำให้ปริมาณการผลิตโดยรวมลดลงแต่กลับจะเพิ่มเนื่องจากมีการขยายจุดที่เป็นคอขวดของสายการผลิต ปริมาณของการเรียงแผ่นในวิธีการใหม่จะต้องแบ่งแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ พนักงานที่ทำการเรียงแผ่นตลอดเวลากับพนักงานที่มีการเคลื่อนที่ไปทำการเชื่อมหวี

พนักงานที่ทำการเรียงแผ่นตลอดทั้งกะจะทำการผลิตได้ = 410/1.73 = 236.99 ลูก

พนักงานที่ทำการเรียงแผ่นและมีการเคลื่อนที่ไปเชื่อมหวี = 185.92/1.73 = 107.47 ลูก

ระหว่างสถานีเรียงแผ่นสามารถทำการผลิตได้ 344.46 ลูก/กะ ≈ 344 ลูก/กะ

หากลดปริมาณของงานระหว่างผลิตลงให้เหลือเพียง 5 ลูก จำนวนของงานระหว่างผลิต 5 ลูกก็จะถูกนำไปใช้เป็นบรรทัดฐานเมื่อการตัดสินใจในการผลิตระหว่างการเรียงแผ่นและการเชื่อมขั้วต่อไป

คำนวณหาช่วงเวลาที่ทำงานระหว่างผลิตจะครบ 5 ลูก

$$H = \frac{IPK\,(AT_1\,AT_2)}{(AT_1 - AT_2)}$$

$$H = \frac{5\,(1.59 \times 0.865)}{(1.59 - 0.865)} = 9.49 \text{ นาที}$$

เมื่อเวลาผ่านไป 9.49 นาทีงานระหว่างผลิตจะครบ 5 ลูก จะมีการเคลื่อนที่ของพนักงานการเรียงแผ่นไปยังการเชื่อมหวี และทำการผลิตจนงานระหว่างผลิตเหลือ 1 ลูก หรือเกิดความแตกต่าง 4 ลูก

คำนวณหาช่วงเวลาที่ทำงานระหว่างผลิตเหลือ 1 ลูก (แตกต่าง 4 ลูก)

$$H = \frac{4(1.73 \times 1.076)}{(1.73 - 1.076)}$$

$$H = 11.39 \text{ นาที}$$

สรุปได้ว่าหากลดจำนวนของงานระหว่างผลิตลงเหลือ 5 ชิ้น จะมีการเคลื่อนที่จากการเรียงแผ่นเมื่อเวลาผ่านไป 9.49 นาที และเคลื่อนที่กลับมาเมื่อทำงานไป 11.39 นาที จำนวนครั้งที่มีการเคลื่อนที่จากการเชื่อมทวีใน 1 กะจะเป็น 19 ครั้ง

ปริมาณการผลิตของการเชื่อมหวีจากเดิม 258 ลูก/กะ ด้วยวิธีการใหม่จะทำให้ได้ปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น จากการเคลื่อนที่ของพนักงานเรียงแผ่นจำนวน 19 ครั้ง ใน 1 ครั้ง สามารถผลิตงานที่การเชื่อมหวีได้ (11.39/3.323) 3.427 ลูก ใน 1 วันจะทำการผลิตได้ 65 ลูก ซึ่งเป็นปริมาณที่เท่ากับการกำหนดให้มีจำนวนงานระหว่างผลิต 7 กล่อง ในทางทฤษฎีเราควรจะเลือกใช้จำนวนงานระหว่างผลิตที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องคำนึงถึงจำนวนที่ต้องการทำการเคลื่อนที่และช่วงเวลาที่เคลื่อนที่ไปทำงานอื่น หากมีจำนวนครั้งมากเกินไปอาจทำให้เกิดความสับสนของพนักงานและความเมื่อยล้าได้

เลือกจำนวนของงานระหว่างผลิต 5 กล่องเป็นตัวกำหนดการเคลื่อนที่ของพนักงานจากการเรียงแผ่นไปยังการเชื่อมหวี ปริมาณการผลิตของการเชื่อมหวีเพิ่มขึ้นจาก 258 ลูก/กะ เป็น

323 ลูก/กะ การเรียงแผ่นจะมีปริมาณการผลิตลดลงจากเดิม 473 ลูกเป็น 346 ลูก/กะ ซึ่งหาได้จาก

พนักงานเรียงแผ่นตลอดทั้งกะจะผลิตได้ = 236.99 ลูก
พนักงานเรียงแผ่นและมีการเคลื่อนที่ไปเชื่อมหวี = 189.8/1.73 = 109.72 ลูก
รวม 346.17 ลูก/กะ ≈ 346 ลูก

2.สถานีเช็คซ๊อตและสถานีใส่ช่อง - เมื่อทำการปรับปรุงการทำงานของการเรียงแผ่นและการเชื่อมหวีใหม่ โดยมีการกำหนดการทำงานพัฒนาการเคลื่อนที่ของพนักงานเรียงแผ่น จะทำให้คอขวดของส่วนโครงสร้างขยายขึ้น และมีความสมดุลย์มากยิ่งขึ้น และคอขวดได้ลูกเปลี่ยนลูกจากเดิมเป็นที่การเชื่อมหวีไปอยู่ที่การใส่ช่อง เพราะในขณะนี้การใส่ช่องมีปริมาณการผลิตน้อยที่สุด 301 ลูก/กะ

ใช้หลักการเดิมในการขจัดคอขวดทางการผลิตในส่วนของการใส่ช่อง โดยให้พนักงานในสถานีการเช็คซ๊อตเป็นผู้ที่จะเคลื่อนที่มาช่วยทำงานในส่วนของการใส่ช่อง โดยจะต้องทำให้ปริมาณการผลิตของการใส่ช่องมีปริมาณใกล้เคียง หรือเท่ากับการเชื่อมหวีคือ 323 ชิ้น

ต้องทำให้ปริมาณการผลิตของการใส่ช่องเท่ากับปริมาณการผลิตในสถานีการเชื่อมขั้วในขณะนี้มีปริมาณการผลิตเป็น 323 ลูก/กะ เราจะให้พนักงานในสถานีเช็คซ๊อตเริ่มต้นทำงานที่ตำแหน่งของการใส่ช่องนั้นหมายถึงว่าขณะเริ่มต้นการทำงานจะมีพนักงานใส่ช่อง 2 คน เวลาการทำงานเฉลี่ยของใส่ช่องจึงน้อยกว่าเวลาทำงานเฉลี่ยของการเชื่อมขั้ว คือเวลาของการใส่ช่องเดิม 1.36 นาที/ลูก เมื่อมีพนักงาน 2 คน เวลาทำงานเฉลี่ยจะลดลงเป็นประมาณ 0.68 นาที/ลูก ในขณะที่เวลาการทำงานเฉลี่ยของการเชื่อมขั้วเป็น 1.27 นาที/ลูก ซึ่งเป็นเวลาใหม่ที่ได้ปรับปรุงและจากการใช้เทคนิคความยืดหยุ่นของแผนงานและระบบงานระหว่างผลิต ดังนั้นกำหนดให้พนักงานเช็คซ๊อตที่สถานีทำงานของตัวเอง

งานที่ได้จากสถานีเชื่อมทวีสูงสุดเป็น 323 ลูก/กะ ในขณะที่สถานีเช็คซ๊อคสามารถทำการผลิตได้ 427 ลูก/กะ หรือใช้เวลา 0.96 นาที/ลูก ถ้าต้องทำการผลิตเพียง 323 ลูก/กะ จะใช้เวลาทั้งหมด 310.08 นาที สถานีเช็คซ๊อตจึงมีเวลาว่างเท่ากับ 410 - 310.08 = 99.92 นาที เวลา

ว่างในส่วนนี้เองที่จะใช้ในการช่วยทำการผลิตในสถานีใส่ช่อง หากใช้เวลาว่าง 99.92 นาทีไปทำการช่วยผลิตในสถานีใส่ช่องจะได้จำนวนงานเพิ่มขึ้น 99.92 / 1.36 = 73.47 ลูก/กะ ต้องการปริมาณการผลิตเป็นสถานีใส่ช่องเพิ่มขึ้นเพียง 323 - 301 = 22 ลูก/กะ เท่านั้น ปริมาณ 22 ลูก/กะ ใช้เวลาทำงานในสถานีใส่ช่อง 29.92 นาที พนักงานที่สถานีเช็คซ๊อตจะนำเวลาว่างมาทำงานในสถานีใส่ช่อง 29.92 นาทีเท่านั้น ยังคงเหลือเวลาว่างอยู่ประมาณ 43.55 นาที

กำหนดให้เมื่องานระหว่างผลิตระหว่างสถานเชื่อมหวีกับใส่ช่องครบ 3 ลูก ให้พนักงานเช็คซ๊อตไปช่วยคำนวณหาช่วงเวลาที่งานระหว่างผลิตระหว่างผลิต ระหว่างสถานีเชื่อมทวีกับใส่ช่องครบ 3 ชิ้น

$$H = \frac{3(1.27 \times 1.36)}{(1.36 - 1.27)}$$

$$H = 57.57 \text{ นาที}$$

เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 57.57 นาที จะมีงานระหว่างผลิตครบ 3 ชิ้นที่สถานีใส่ช่อง พนักงานเช็คซ๊อตจะต้องไปช่วยทำงานในส่วนของการใส่ช่องจนเหลือ 1 ชิ้น ในขณะนี้เวลาทำงานเฉลี่ยที่สถานีใส่ช่องจะแสดงครึ่งหนึ่งจะอยู่ที่ประมาณ 0.68 นาที/ลูก คำนวณหาช่วงเวลาที่พนักงานเช็คซ๊อตไปช่วยพนักงานใส่ช่องให้งานระหว่างผลิตเหลือ 1 ชิ้น (ความแตกต่างในปริมาณงานระหว่างผลิต 2 ชิ้น)

$$H = \frac{2(1.27 \times 0.68)}{(1.27 - 0.68)}$$

$$H = 2.93 \text{ นาที}$$

เมื่อเวลาผ่านไป 2.93 นาที งานระหว่างผลิตที่สถานีใส่ช่องจะลดลงเหลือเพียง 1 ลูก พนักงานเช็คซ๊อตก็จะกลับไปยังสถานีของตนเอง เพื่อทำงานที่รออยู่ คำนวณหาจำนวนชิ้นงานที่รออยู่ที่สถานีเช็คซ๊อต ในช่วงเวลา 2.93 นาที จากเวลาการทำงานเฉลี่ยของสถานีใส่ช่องที่มีพนักงานทำงาน 2 คน คือ 0.68 นาที ได้ดังนี้

$$Cp = \frac{2.93}{0.68}$$

$$Cp = 4.3 \approx 4 \text{ ชิ้น}$$

แสดงว่าเมื่อพนักงานเช็คซ๊อตเริ่มไปช่วยทำงานที่สถานีใส่ช่องจนเหลืองานระหว่างผลิตที่สถานีใส่ช่อง 1 ชิ้น จะมีงานรออยู่ที่สถานีของการเช็คซ๊อต 4 ชิ้น จะคำนวณหาช่วงเวลาที่ต้องการเคลื่อนที่ใช้ช่วยงานในสถานีใส่ช่อง (57.57 นาที) จึงไม่เกิดปัญหาในการเคลื่อนที่เพื่อไปช่วยในสถานีใส่ช่อง

คำนวณหาจำนวนครั้งและปริมาณที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของพนักงานเช็คซ๊อตไปยังสถานีใส่ช่อง จำนวนครั้งในการเคลื่อนที่ไปสถานีใส่ช่อง = 410/157.57+ 2.937 = 6.77 ครั้ง นับได้เป็น 6 ครั้งเท่านั้น ดังนั้นช่วงเวลาที่ทำการช่วยในการผลิตในสถานีใส่ช่องเป็น 6 x 2.930 = 17.58 นาที แต่สิ่งที่เราต้องการจะต้องไปทำการช่วยผลิตในสถานีใส่ช่องอย่างน้อย 29.92 นาที ยังขาดหายไป 12.34 นาที ต้องเพิ่มเวลาที่เข้าไปช่วยทำงานใน 1 ช่วงจาก 2.93 นาทีอีกช่วงละ 2.06 นาที ดังนั้นเวลาในการช่วยงานที่สถานีใส่ช่องเป็น 4.99 นาที ใน 1 กะ ทำการช่วยจำนวน 6 ครึ่งรวมเวลาช่วยทำงานทั้งกะเป็น 29.94 นาที ใน 1 กะจะสามารถทำงานเพิ่มได้ 22.01 ลูกหรือประมาณ 22 ลูก

ช่วงเวลาที่พนักงานเช็คซ๊อตไปช่วยในสถานีใส่ช่องเป็นเวลา 4.99 นาที คำนวณหาปริมาณงานที่รออยู่ที่สถานีเช็คซ๊อตเป็น 4.99/0.68 = 7.33 ลูก เนื่องจากเวลาในการผลิตที่ใส่ช่องลดลงครึ่งหนึ่ง คำนวณหาระยะเวลาในการผลิตของสถานีเช็คซ๊อตให้กลับสู่สภาวะปกติคือไม่เหลืองานที่สถานีตนเอง

$$H = \frac{7(1.36 \times 0.96)}{(1.36 - 0.96)}$$

$$H = 22.85 \text{ นาที}$$

พนักงานเช็คซ๊อตจะใช้เวลา 22.85 นาที ในการทำให้สถานะของงานที่สถานีของตนเองเป็นปกติ ยังคงเพียงพอต่อการเคลื่อนที่ไปช่วยพนักงานใส่ช่องเพราะใช้เวลาน้อยกว่าเวลาที่งานระหว่างผลิตที่สถานีใส่ช่องจะครบ 3 ลูก

สรุปการเคลื่อนที่ของพนักงานเช็คซ๊อตไปสถานีใส่ช่อง เมื่องานระหว่างผลิตที่สถานีใส่ช่องมีจำนวน 3 ชิ้น (หรือประมาณ 57.57 นาที) ให้พนักงานเช็คซ๊อตเคลื่อนที่ไปช่วยงานที่สถานีใส่ช่องช่วยจนกระทั่งงานที่สถานีเช็คซ๊อตครบ 7 ลูก (หรือประมาณ 4.99 นาที) ให้พนักงานเช็คซ๊อตเคลื่อนที่กลับไปตำแหน่งเดิม เพื่อขจัดงานที่สถานีตนเอง เมื่องานระหว่างผลิตที่สถานีใส่ช่องครบ 3 ลูกก็ให้กลับไปช่วยงานและเริ่มวัฏจักรของการทำงานแบบยืดหยุ่นอีกครั้ง และปริมาณการผลิตของสถานีใส่ช่องจะทำได้เพิ่มขึ้น 22 ลูกต่อกะ ดังนั้นใน 1 กะจะทำได้ 301 + 22 = 323 ลูก ซึ่งเป็นอัตราที่เหมาะสมในสายการผลิตระหว่างสถานีเชื่อมหวีและใส่ช่อง

ใน 1 วันพนักงานเช็คซ๊อตจะทำงานของตนเองในช่วงเวลา 57.57 นาทีทั้งหมด 6.55 รอบเป็นเวลา 380.06 นาที และรายงานในส่วนของการใส่ช่อง 29.94 นาทีจะสามารถทำการผลิตในสถานีของตนเองได้ 394.89 ลูก/กะ หรือประมาณ 395 ลูก/กะ ซึ่งระหว่างปริมาณการผลิตในสถานีเชื่อมหวีและใส่ช่อง พนักงานเช็คซ๊อตจึงมีเวลาเพียงพอที่จะช่วยเหลืองานในสถานีใส่ช่องโดยยังคงสามารถรักษาระดับของปริมาณการผลิตของตนเองไว้ได้

ตารางที่4.2 แสดงการปรับอัตราการผลิตของส่วนโครงสร้างจากการใช้เทคนิคความยืดหยุ่นของแรงงาน

สถานีทำงาน	อัตราการผลิตที่ทำได้ (ลูก/กะ)	ขนาดของงานระหว่างผลิต (อื่น)	จำนวนครั้งที่ยืดหยุ่น (ครั้ง/กะ)	ช่วงเวลาที่ต้องการเคลื่อนที่ (นาที)	ช่วงเวลาการทำงานแบบยืดหยุ่น (นาที)
เรียงแผ่น	346	5	19 ↓	9.49	11.39
เชื่อมหวี	323	3	-	-	-
ใส่ช่อง	323	7	-	-	-
เช็คซ๊อต	395	7	7 ↑	57.57	4.99

การคำนวณหาปริมาณการจัดเก็บวัสดุระหว่างผลิต (Raw In Process,Kanban Size)

หลักการพื้นฐานของการคำนวณปริมาณการจัดเก็บวัสดุระหว่างผลิต หรือในระบบ JIT จะเรียกว่า Kanban Size ก็คือจะต้องมีปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ทำการผลิตหยุดชะงักหรือเสียหาย มีหลายปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดถึงปริมาณการจัดเก็บวัสดุระหว่างผลิตดังแสดงได้ในสูตรการคำนวณขนาดของการจัดเก็บวัสดุระหว่างผลิตที่น้อยที่สุด

ในสายการผลิตตัวอย่าง เมื่อเราพิจารณาแผนภูมิขั้นตอนการประกอบแบตเตอรี่ สถานีทำงานที่จะต้องมีการใช้วัสดุแสดงได้ในตารางที่ 4.3 ซึ่งจะแสดงถึงรายละเอียดที่ต้องการสำหรับ

การคำนวณหาปริมาณการจัดเก็บวัสดุระหว่างผลิต (Kanban Size)

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณการจัดเก็บวัสดุระหว่างผลิตในปัจจุบัน

สถานีทำงาน	ชนิดของวัสดุ	ความต้องการวัสดุต่อลูก	อุปกรณ์จัดเก็บวัสดุ	ปริมาณการจัดเก็บต่ออุปกรณ์	จำนวนอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุในปัจจุบัน	เวลาในการเติมวัสดุ (นาที)
เรียงแผ่น	แผ่นธาตุบวก,ลบ	82 แผ่น	Pallet 1.0x1.2 ม.	11,375 แผ่น	2 Pallet	15
เชื่อมหวี	ขั้วซีก ขั้วยาว แท่งตะกั่ว	10 ขั้ว 2 ขั้ว 0.69 kg.	ลัง 0.3x0.5 ม. ลัง 0.3x0.5 ม. Pallet 1.0x1.2 ม.	160 ขั้ว 133 ขั้ว 1000 kg.	2 2 1	15 15 15
ใส่ซอง	เปลือก	1	Pallet 1.0x1.2 ม.	200 ลูก	2	15
ซีล	ฝา	1	Pallet 1.0x1.2 ม.	500 ฝา	2	15
เชื่อมขั้ว	แท่งตะกั่ว	0.12 kg.	Pallet 1.0x1.2 ม.	500 kg.	2	15

* หมายเหตุ - เวลาในการเติมวัสดุไม่สามารถจับเวลาเพื่อทำเป็นเวลาทำงานเฉลี่ยได้ จึงได้ให้หัวหน้าฝ่ายผลิตประเมินเวลาการเติมวัสดุที่สามารถปฏิบัติได้โดยง่าย

จากสูตรการคำนวณหาขนาดของการจัดเก็บวัสดุที่น้อยที่สุด

$$N = \frac{DQT\,(1 + X)}{H \times C}$$

N = จำนวนอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุที่ต้องการ

D = ปริมาณการผลิต (ลูก/กะ)

Q = จำนวนชิ้นส่วนต่อผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วย (ชิ้น/ลูก)

T = เวลาในการเติมวัสดุ (นาที)

H = เวลาทำงานต่อกะ (นาที)

C = ปริมาณของวัสดุต่ออุปกรณ์จัดเก็บวัสดุ (ชิ้น/อุปกรณ์)

X = ค่าเผื่อประสิทธิภาพของระบบการเติมวัสดุ (ค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงประสิทธิภาพที่สูง)

คำนวณหาจำนวนของอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุและปริมาณของวัสดุในสถานีใส่ช่องโดยที่สถานีใส่ช่องมีข้อมูลดังต่อไปนี้

ปริมาณความต้องการหรือปริมาณการผลิตที่ทำได้ = 344 ลูก/กะ

จำนวนแผ่นธาตุต่อแบตเตอรี่ 1 ลูก = 82 แผ่น

เวลาในการเติมวัสดุ = 15 นาที

เวลาทำงาน = 410 นาที/กะ

ปริมาณของวัสดุต่อ Pallet = 11,375 แผ่น/Pallet

ค่าเผื่อประสิทธิภาพ = 0.15

แทนค่าในสูตร

$$N = \frac{344 \times 82 \times 15\,(1+0.15)}{410 \times 11{,}375} \quad \frac{(\text{ลูก/กะ} \,.\, \text{แผ่น/ลูก} \,.\, \text{นาที})}{(\text{นาที/กะ} \,.\, \text{แผ่น/Pallet})} = \text{Pallet}$$

N = 0.104 Pallet

ปริมาณของการจัดเก็บวัสดุที่น้อยที่สุด

$$= \frac{344 \times 82 \times 15\ (1+0.15)}{410} = 1186.8 \cong 1187 \text{ แผ่น}$$

จากค่าที่คำนวณได้สามารถแปลความหมายสำหรับการเติมวัสดุและปริมาณของการจัดเก็บวัสดุได้ดังนี้

ในช่วงเวลาที่เริ่มสั่งวัสดุเพื่อเข้ามาเติมในสถานีทำงาน ในช่วงเวลา 15 นาทีนั้นจะต้องมีปริมาณของวัสดุทั้งหมด 1187 แผ่นเป็นอย่างน้อยเพื่อทำการผลิตในช่วงรอการเติมวัสดุชุดใหม่ เมื่อสั่งวัสดุแล้วและเวลาผ่านไป 15 นาที วัสดุใหม่ก็จะจัดส่งมายังสถานีทำงานที่ต้องการ (เรียงแผ่น) ในขณะที่วัสดุที่ใช้อยู่จะหมดพอดีในการควบคุมการเติมวัสดุจะใช้โดยระบบบัตรคัมบัง (Kanban System) ซึ่งจะกล่าวต่อไปหลังจากการคำนวณหาปริมาณการจัดเก็บวัสดุ ระบบการเติมวัสดุเช่นนี้เป็นหัวใจของระบบ JIT โดยจะทำให้ปริมาณของการเก็บวัสดุในกระบวนการผลิตลดลงและทำให้เกิดการหมุนเวียนของวัสดุสูง จากการคำนวณที่ผ่านมามีค่าเผื่ออยู่ประมาณ 15% แสดงถึงว่าการเติมวัสดุใหม่จะมาถึงก่อนที่วัสดุในสถานีเรียงแผ่นจะหมดลง โดยที่การเติมวัสดุจะเติมเต็มจำนวนที่สั่งและจะเก็บวัสดุที่เหลืออยู่กลับไป จะทำให้ปริมาณวัสดุสูงสุดในกระบวนการผลิตมีปริมาณเท่ากันตลอดคือเท่ากับจำนวนของปริมาณวัสดุต่อ 1 Pallet

1.สถานีเรียงแผ่น

ในสถานีเรียงแผ่นลดปริมาณแผ่นธาตุต่อ Pallet ลงจาก 11,375 แผ่น เหลือ 6150 แผ่นลดลงประมาณ 40 % โดยที่จำนวนครั้งในการเติมวัสดุที่เพิ่มขึ้นจาก 3 ครั้ง เป็น 5 ครั้งต่อกะ การเติมวัสดุจะถูกกำหนดโดยปริมาณของแน่นจากที่เหลืออยู่คือ 1,230 แผ่น ซึ่งจะใช้ได้ประมาณ 15 ลูกใช้เวลาประมาณ 17.88 นาที ในขณะที่เวลาในการเติมวัสดุใช้ประมาณ 15 นาที การเติมวัสดุพนักงานจะเติมวัสดุเมื่อวัสดุใช้ไป 4,920 แผ่น หรือเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 71.51 นาที พนักงานเติมวัสดุจะถูกสั่งให้เติมวัสดุและอีก 15 นาที ต่อมาวัสดุที่สั่งปริมาณ 6,150 แผ่นจะถูกนำมาเติมในสถานีเรียงแผ่น การเติม 5 ครั้งต่อกะจะทำให้การเติมในครั้งที่ 5 จะมีแผ่นธาตุเหลือเมื่อหมดเวลาทำงานในกะนั้นเป็น 2,542 แผ่น ปริมาณของแผ่นะาตุ 2,542 แผ่นนี้จะถูกขจัดโดยพนักงานเติมวัสดุของกะต่อไป พนักงานเติมวัสดุจะต้องเติมวัสดุให้เต็มเมื่อเริ่มทำงานของกะนั้นอีก 6,150 แผ่น

2.สถานีเชื่อมหวี

สถานีเชื่อมทวีประกอบด้วยวัสดุ 3 ประเภท ได้แก่

2.1 ขั้วซีกเป็นที่เชื่อมบนหวีของ CELL ต่าง ๆ ทั้งขั้วบวกและขั้วลบ

2.2 ขั้วยาวเป็นขั้วบวกลบของแบตเตอรี่

2.3 แท่งตะกั่ว - ใช้สำหรับเชื่อมขั้วทั้งหมดลงบนหวีของแผ่นธาตุ วัสดุทั้งหมดเป็นแท่งตะกั่วที่ผ่านการหล่อให้ได้รูปข่าวตามความต้องหการของแบตเตอรี่แต่ละประเภท

คำนวณหาความต้องการของวัสดุแต่ละประเภท

ขั้วซีก ปริมาณที่ต้องการต่อกะ = 323 ลูก/กะ

จำนวนขั้วซีกที่ต้องการต่อแบตเตอรี่ 1 ลูก = 10 ขั้ว (ทั้งบวกและลบ)

เวลาในการเติมวัสดุ = 15 นาที

เวลาทำงาน = 410 นาที/กะ

ปริมาณของวัสดุต่อลัง = 160 ชั่ง/ลัง

คำเพื่อประสิทธิภาพ = 0.15

แทนค่าในสูตร

$$N = \frac{323 \times 10 \times 15\ (1 + 0.15)}{410 \times 160} \quad \frac{\text{(ลูก/กะ. ขั้ว/ลูก. นาที)}}{\text{(นาที/กะ ขั้ว/ลัง)}}$$

$$N = 0.85 \text{ ลัง.}$$

ต้องการปริมาณ 1 ลังสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่ ในปริมาณ 1 ลังนั้น มีปริมาณวัสดุที่แท้จริงสำหรับรอการเติมวัสดุ $= \frac{323 \times 10 \times 15 \times (1+0.15)}{410} = 135.89$ ขั้ว $\cong$ 136 ขั้ว

ในปัจจุบันมีลังสำหรับในขั้วซีก 2 ลัง เป็นปริมาณที่เหมาะสมแล้ว การกำหนดการเติมวัสดุจะต้องเริ่มสั่งวัสดุใหม่เมื่อขั้วซีกหมดไป 1 ลัง ในระหว่างที่รอการเติมวัสดุใหม่ จำนวน 2 ลังนั้น จะมีขั้วซีกเหลืออยู่ 1 ลัง เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที ขั้วซีกใหม่ 2 ลังจะมาเต็มที่สถานีเชื่อมหวี ขั้วซีกจะเหลืออยู่ประมาณ 24 ขั้ว และจะถูกเก็บไปเมื่อมีการเติมวัสดุใหม่

ขั้วยาว ปริมาณที่ต้องการต่อกะ = 323 ลูก/กะ

จำนวนขั้วที่ต้องการต่อแบตเตอรี่ 1 ลูก = 2 ขั้ว

เวลาในการเติมวัสดุ = 15 นาที

เวลาทำงาน = 410 นาที/กะ

ปริมาณวัสดุต่อลัง = 133 ขั้ว/ลัง

ค่าเพื่อประสิทธิภาพ = 0.15

แทนค่าในสูตร

$$N = \frac{323 \times 2 \times 15\ (1 + 0.15)}{410 \times 133} = \frac{\text{(ลูก/กะ ขั้ว/ลูก นาที)}}{\text{(นาที/กะ ขั้ว/ลัง)}}$$

$N = 0.204$ ลัง

ต้องการปริมาณขั้วยาว 1 ลังสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่ ปริมาณของวัสดุที่แท้จริงสำหรับรอการเติมวัสดุ = $323 \times 2 \times 15\ (1 + 0.15) = 27.18$ ขั้ว $\cong$ 28 ขั้ว

ปริมาณของขั้วยาวสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่นั้นเป็น 28 ขั้ว ดังนั้นเราสามารถใช้ขั้วยาว เพียง 1 ลังได้ยาวจากปัจจุบันมี 2 ลัง โดยเติมวัสดุใน 1 ลัง เต็มลังคือปริมาณ 133 ชั่ง เมื่อใช้ไปประมาณ 100 ขั้ว ให้เริ่มสั่งขั้วยาวเข้ามายังสถานีเชื่อมต่อ โดยกำหนดเป็นเส้นขีดไว้ที่ 1 ลังสำหรับการสั่งวัสดุเข้ามาใหม่ เมื่อมีการเติมวัสดุใหม่จะมีขั้วยาวเหลืออยู่ประมาณ 5 ขั้ว

แท่งตะกั่ว ปริมาณที่ต้องการต่อกะ = 323 ลูก/กะ

จำนวนแท่งตะกั่วที่ต้องการต่อแบตเตอรี่ 1 ลูก = 0.69 กก.

เวลาในการเติมวัสดุ = 15 นาที

เวลาทำงาน = 410 นาที/กะ

ปริมาณวัสดุต่อ Pallet = 1000 กก.

ค่าเผื่อประสิทธิภาพ = 0.15

แทนค่าในสูตร $N = \frac{323 \times 0.69 \times 15\ (1 + 0.15)}{410 \times 1000}$ $\frac{\text{(ลูก/กะ กก./ลูก นาที)}}{\text{นาที/กะ กก./Pallet}}$

$N = 0.009$ Pallet

ต้องการปริมาณของแท่งตะกั่วสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่ ปริมาณของแท่งตะกั่วที่แท้จริงสำหรับรอการเติมวัสดุ $= \frac{323 \times 0.69 \times 15\ (1 + 0.15)}{410} = 9.37$ กก. $\cong$ 10 กก.

ปริมาณของตะกั่วสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่นั้นเป็น 10 กก. ดังนั้นสามารถลดปริมาณของแท่งตะกั่วใน 1 Pallet ลงได้ เนื่องจากแบตเตอรี่ 1 ลูกต้องการแท่งตะกั่วน้ำหนักเพียง 0.69 กก. ใน 1 กะต้องการแบตเตอรี่สำเร็จ 323 ลูก จึงต้องการแท่งตะกั่วน้ำหนักเพียง 222.87 กก. หรือประมาณ 223 กก.

สามารถลดน้ำหนักของแท่งตะกั่วจาก 1000 กก. ต่อ Pallet ให้เหลือ 100 กก. ต่อ Pallet ได้ เพราะความต้องการแท่งตะกั่วต่อวันมีเพียง 223 กก. จึงมีการเติมวัสดุใน 1 วันเพียง 3 ครั้ง การใช้และการเติมวัสดุต้องแบ่งแท่งตะกั่วออกเป็น 10 ส่วน เมื่อใช้ไป 9 ส่วน (90 กก.) ให้สั่งแท่งตะกั่วเหลืออยู่ประมาณ 0.63 kg. หรือหมดพอดี

3. สถานีใส่ช่อง

สถานีใส่ช่องจะนำ Cell ของแบตเตอรี่ (โดยมากมี 6 Cell) ออกจากกล่องไม้แล้วนำมาใส่ในช่องของเปลือกแบตเตอรี่ที่ทำด้ายพลาสติก ในสถานีทำงานนี้จะมีวัสดุที่เข้ามาคือเปลือก โดยที่เปลือกจะวางซ้อนอยู่บน Pallet คำนวณหาปริมาณของการจัดเก็บวัสดุที่น้อยที่สุด

ปริมาณที่ต้องการต่อกะ 323 ลูก/กะ
จำนวนเปลือกที่ต้องการต่อแบ่ตเตอรี่ 1 ลูก = 1 เปลือก/ลูก
เวลาในการเติมวัสดุ = 15 นาที
เวลาทำงาน = 410 นาที/กะ
ปริมาณวัสดุต่อ Pallet = 200 ลูก/Pallet
ค่าเผื่อประสิทธิภาพ = 0.15

แทนค่าในสูตร

$$N = \frac{323 \times 1 \times 15\ (1 + 0.15)}{410 \times 200} \quad \frac{(\text{ลูก/กะ})\ (\text{ลูก/ลูก})\ (\text{นาที})}{\text{นาที/กะ}\ \ \text{ลูก/Pallet}}$$

$$N = 0.068 \text{ Pallet}$$

ต้องการปริมาณของเปลือกจำนวน 1 Pallet สำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่ ปริมาณของเปลือกที่แท้จริงสำหรับรอการเติมวัสดุ

$$= \frac{323 \times 1 \times 15\ (1 + 0.15)}{410} = 13.59 \text{ ลูก} \cong 13 \text{ ลูก}$$

ปริมาณของเปลือกสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่เป็น 13 เปลือก สามารถลดปริมาณของเปลือกใน Pallet ได้ เนื่องจากใน 1 วันต้องการแบตเตอรี่เพียง 323 ลูก ลดปริมาณของเปลือกใน Pallet ลงเป็น 100 เปลือก/Pallet และแบ่งออกเป็น 5 ขั้นหรือ 5 ส่วน เมื่อใช้งานไป 4 ส่วน (หรือ 80 เปลือก) ให้เริ่มสั่งเปลือกเข้ามาใหม่ 1 Pallet (100 เปลือก) เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 15 นาที จะมีเปลือกชุดใหม่เข้ามาส่งที่สถานีใส่ช่อง และจะมีเปลือกเหลืออยู่ประมาณ 7 เปลือก การลดปริมาณเปลือกลงเหลือ 100 เปลือก/Pallet จะต้องมีการเติมวัสดุจำนวน 4 ครั้ง/ละ โดยจะมีเปลือกเหลืออยู่เมื่อสิ้นสุดกะนั้นประมาณ 77 ลูก

4.สถานีซีล

สถานีซีลจะนำผ่าขอบเขตของแบตเตอรี่มาประกบแล้วปิดด้วยความร้อนจากเครื่องซีล วัสดุที่เข้ามาในสถานีนี้คือ ฝา ฝาจะถูกวางซ้อนอยู่บน Pallet คำนวณหาปริมาณของการจัดเก็บวัสดุที่น้อยที่สุด

ปริมาณที่ต้องการต่อกะ = 1,583 ลูก/กะ

จำนวนฝาที่ต้องการต่อแบตเตอรี่ = 1 ฝา

เวลาในการเติมวัสดุ = 15 นาที

เวลาทำงาน = 410 นาที/กะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณวัสดุต่อ Pallet = 500 ฝา/Pallet

ค่าเผื่อประสิทธิภาพ = 0.15

แทนค่าในสูตร $N = \frac{1,583 \times 1 \times 15\ (1+0.15)}{410 \times 500}$ (ลูก/กะ ฝา/ลูก นาที)

$N = 0.133$ Pallet

ต้องการปริมาณของฝา 1 Pallet สำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่ ปริมาณของฝาที่แท้จริง

สำหรับรอการเติมวัสดุ $= \frac{1583 \times 1 \times 15\ (1+0.15)}{410} = 66.6$ ฝา $\cong$ 67 ฝา

ปริมาณของฝาสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่นั้นเป็น 67 ฝา ในปัจจุบันมี Pallet สำหรับจัดเก็บฝาในสถานีซีล สามารถลดลงให้เหลือ 1 Pallet ได้ (500 ฝา) โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน เมื่อใช้งานไป 4 ส่วน (400 ฝา) ให้เริ่มสั่งวัสดุเข้ามาใหม่ เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที จะมีการเติมวัสดุใหม่เข้ามา 1 Pallet (500 ฝา) และจะมีฝาเหลืออยู่ประมาณ 33 ฝา จำนวนครั้งในการเติมวัสดุใน 1 กะมี 4 ครั้ง โดยครั้งสุดท้ายจะมีฝาเหลือประมาณ 417 ฝา

5.สถานีเชื่อมขั้ว

เมื่อมีการปิดฝาเข้ากับตัวเปลือกของแบตเตอรี่เรียบร้อยแล้วจะต้องมีการเชื่อมขั้วที่ขั้วบวกและขั้วลบ ของแบตเตอรี่ โดยการหายอดน้ำตะกั่วลงในขั้วบวกและขั้วลบ ในสถานีทำงานนี้จะต้องมีวัสดุที่เข้ามาคือ 1 แท่งตะกั่ว โดยระวางอยู่บน Pallet คำนวณหาปริมาณของการจัดเก็บวัสดุที่น้อยที่สุด

ปริมาณ ปริมาณที่ต้องการต่อกะ = 951 ลูก/กะ

แท่งตะกั่วที่ต้องการต่อแบตเตอรี่ = 0.12 ก.ก./ลูก

เวลาในการเติมวัสดุ = 15 นาที

ปริมาณวัสดุต่อ Pallet = 1000 ก.ก.

ค่าเผื่อประสิทธิภาพ = 0.15

แทนค่าในสูตร $N = \frac{951 \times 0.12 \times 15\ (1+0.10)}{410 \times 1000}$ (ลูก/กะ ก.ก./ลูก นาที)

$N = 0.0048$ Pallet

ต้องการปริมาณของแท่งตะกั่ว 1 Pallet สำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่ ปริมาณของแท่งตะกั่วที่แท้จริงสำหรับรอการเติมวัสดุ $= 951 \times 0.12 \times 15(1+0.15) = 4.8$ ก.ก. $\cong$ 5 ก.ก.

ปริมาณของแท่งตะกั่วสำหรับรอการเติมวัสดุครั้งใหม่นั้นเป็น 5 ก.ก. ในปัจจุบันมีแท่งตะกั่ว 1 Pallet (1000 ก.ก.) สำหรับสถานีเชื่อมขั้ว สามารถลดปริมาณของแท่งตะกั่วใน Pallet ลงได้ให้เหลือเพียง 50 ก.ก. เพราะใน 1 วันเราต้องการเพียง 114.12 ก.ก. เท่านั้น การเติมวัสดุครั้งละ 1000 ก.ก. จึงไม่เหมาะสม ปริมาณ 50 ก.ก. ที่อยู่ใน Pallet นั้นเราจะแบ่งออกเป็น 10 ส่วน เมื่อใช้ไป 9 ส่วน (45 ก.ก.) ให้สั่งแท่งตะกั่วใหม่เข้ามา 1 Pallet (50 ก.ก.) ใน 1 วันจะมีการเติมวัสดุ 3 ครั้ง

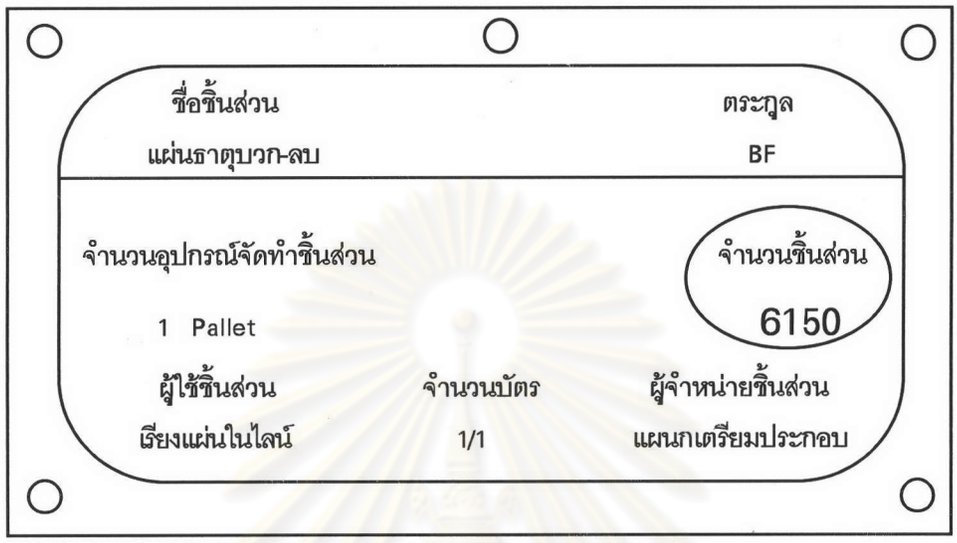
การออกแบบระบบ Kanban สำหรับสื่อสารในการเติมวัสดุ

ระบบ Kanban เป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบทันเวลา เพราะการเติมวัสดุในระบบ JIT จะเติมเท่าที่ต้องการและจำเป็นเท่านั้น และระบบ Kanban ไม่ได้เปิดโอกาสให้มีความผิดพลาดในการเติมวัสดุมากนักจึงจำเป็นที่ต้องมีการออกแบบระบบ Kanban รวมทั้งบัตร Kanban ให้เหมาะสม

บัตร Kanban โดยพื้นฐานแล้วจะต้องแสดงถึงส่วนหลักๆ คือจุดที่ต้องการใช้วัสดุ จุดที่จำหน่ายวัสดุ, ปริมาณที่ต้องการและชิ้นส่วนที่ต้องการใช้ 4 ส่วนที่กล่าวมาจำเป็นต้องมีการออกแบบในบัตร Kanban ทุกบัตร รายละเอียดเพิ่มเติมอื่นๆ อาจถูกบรรจุลงในบัตร Kanban ได้ ตามแต่ลักษณะของการใช้งาน บัตร Kanban ที่จะถูกนำมาใช้ในการทำงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นแบบบัตรเดี่ยว (Single Card) เพราะการเติมวัสดุจะติดต่อระหว่าง 2 จุดเท่านั้น คือจุดที่ใช้วัสดุกับจุดที่จำหน่ายวัสดุ ส่วนจุดจำหน่ายวัสดุอื่นที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาในงานวิจัยครั้งนี้

ลักษณะของบัตร Kanban

รูปที่4.1 ลักษณะทั่วไปของบัตรคัมบัง



บัตร Kanban ที่แสดงในรูปเป็นบัตรที่จะถูกนำไปใช้ในการเติมวัสดุของสถานีเรียงแผ่นในไลน์ โดยจะมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ชื่อชิ้นส่วน - แผ่นธาตุบวก-ลบ ในสถานีเรียงแผ่นจะต้องใช้แผ่นธาตุทั้งบวกและลบ

โมเดล - พนักงานเติมวัสดุจะทราบว่าแผ่นธาตุที่ต้องการเป็นแผ่นธาตุสำหรับตระกูลใดในที่นี้สำหรับตระกูล BF

จำนวน - แผ่นธาตุบวกและลบที่ต้องการจะมีปริมาณรวมกัน 6150 แผ่น หรืออย่างละ 3075 แผ่น

อุปกรณ์จัดเก็บชิ้นส่วน - แผ่นธาตุทั้งบวกและลบจะถูกวางลงบน Pallet และจะวางลงบนพื้น

ผู้ใช้ชิ้นส่วน - ผู้ใช้ชิ้นส่วนก็คือผู้ที่ส่งสัญญาเรียกเพื่อการเติมวัสดุ ในที่นี้คือสถานีเรียงแผ่นในไลน์

ผู้จำหน่ายชิ้นส่วน - พนักงานเติมวัสดุจะทราบว่าต้องไปนำแผ่นธาตุมาจากแผนกใด ในที่นี้ คือ แผนกเตรียมวัสดุ

จำนวนบัตร - 1/1 หมายความว่า มีบัตรเดียว ซึ่งเป็นลักษณะของบัตรคัมบัง

แบบเดี่ยว คือนำมาจากวัสดุมาจากชุดจำหน่ายชิ้นส่วนจุดเดียว แล้วจัดส่วนได้เลย

การหาจำนวนบัตรคัมบัง

บัตรคัมบังนี้จะติดอยู่กับอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุ ในแต่ละสถานีทำงานและต้องอยู่ในตำแหน่งสามารถมองเห็นได้ง่าย ขนาดของบัตรคัมบังต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะเห็นรายละเอียดทั้งหมดของบัตร จำนวนของบัตรคัมบังหาได้จากสูตร

$$KC = \frac{DQ}{N_1 \ C_1}$$

KC = จำนวนบัตรคัมบังที่ต้องการต่อกะ

D = ปริมาณการผลิต (ลูก/กะ)

Q = จำนวนชิ้นส่วนต่อผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วย (ชิ้น/ลูก)

C_1 = ปริมาณของวัสดุต่ออุปกรณ์จัดเก็บวัสดุที่เลือกใช้ (ชิ้น/อุปกรณ์)

N_1 = จำนวนของอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุที่เลือกใช้

จำนวนของบัตรคัมบังจะสอดคล้องกับจำนวนของอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุและจำนวนครั้งในการเติมวัสดุของแต่ละสถานีทำงาน จำนวนบัตรคัมบังแต่ละสถานีทำงานแสดงได้ในตารางที่4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่4.4 แสดงจำนวนบัตรคัมบังต้องการในสถานีทำงาน

สถานีทำงาน	ชนิดของวัสดุ	D (ลูก/กะ)	Q (ชิ้นลูก)	C_1 (ชิ้น/อุปกรณ์)	N_1 1	จำนวนอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุที่ต้องการ (อุปกรณ์/กะ)	จำนวนครั้งที่ต้องการเติมวัสดุ (ครั้ง/กะ)	จำนวนบัตรคัมบัง (บัตร/กะ)
เรียงแผ่นในไลน์	แผ่นธาตุบวก-ลบ	344	82	6150	1	5	5	5
เชื่อมหวี	ขั้วซีก ขั้วยาว แท่ง ตะกั่ว	323	10 2 0.69	160 133 100	2 1 1	22 5 3	11 5 3	11 5 3
ใส่ซ่อง	เปลือก	323	1	100	1	4	4	4
ซีล	ฝา	1,583	1	500	1	4	4	4
เชื่อมขั้ว	แท่งตะกั่ว	951	0.12	50	1	3	3	3

การใช้บัตรคัมบังในการเติมวัสดุ

บัตรคัมบัง 1 บัตรจะติดอยู่กับอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุ 1 อุปกรณ์ ยกเว้นในสถานีเชื่อมหวี สำหรับชิ้นส่วนขั้วซีก มีกการเติมวัสดุครั้งละ 2 ลัง จึงใช้บัตรคัมบัง 1 บัตรแทนลังใส่ชิ้นส่วน 2 ลัง การเติมวัสดุที่เกิดขึ้นต่อเมื่อพนักงานเติมวัสดุเห็นสัญญาณไฟเพื่อเติมวัสดุ (สีเหลือง) สัญญาณไฟนี้จะเกิดขึ้น 2 จุดคือ ณ ตำแหน่งที่ต้องการเติมวัสดุและที่จุดช่วยวัสดุ พนักงานจะเดินมายังสถานีทำงานที่ต้องการเติมวัสดุ หากไม่สามารถเห็นได้ว่าสัญญาณไฟนั้นเป็นการส่งสัญญาณเพื่อเติมวัสดุชนิดใด จึงทำให้เกิดการเดินที่สูญเปล่า 1 ครั้ง หากสัญญาณไฟสามารถแสดงได้ในตำแหน่งที่จำหน่ายวัสดุว่าในสายการผลิตต้องการเติมวัสดุชนิดใด ณ สถานีทำงานใด ก็จะลดระยะทางการเดินและระยะเวลาการเติมวัสดุของพนักงานเติมวัสดุได้ เมื่อพนักงานเติมวัสดุทรายว่าต้องเติมวัสดุชนิดใดก็จะจัดวางและใส่ชิ้นส่วนเหล็กนั้นลงในอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุความแต่ประเภทของวัสดุ และจะทำการขนถ่ายวัสดุด้วย Jack Truck ที่เป็นรถยกสำหรับสอดใน Pallet

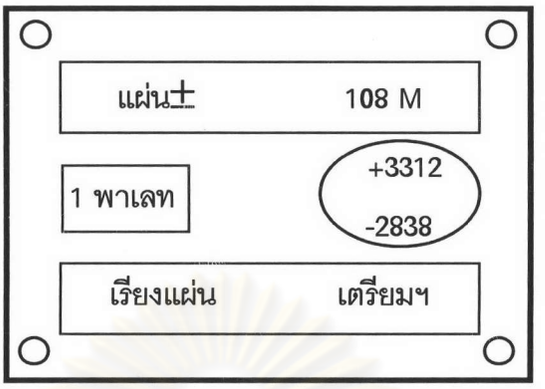
และมีแขนโยกที่โยกด้วยเครื่องมือสำหรับโยกกระบอกน้ำมัน ในทุก ๆ สถานีทำงานจะทำการขนถ่ายด้วย Jack Truck เหมือนกัน จึงทำให้ไม่เกิดการสับสนในการใช้อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

พนักงานเติมวัสดุจะขนถ่ายชิ้นส่วนที่ต้องการตามรายละเอียดในบัตรคัมบัง ทั้งชิ้นส่วน, ปริมาณและตำแหน่งของสถานีทำงานที่ต้องการวัสดุนั้น การที่พนักงานเติมวัสดุจะทราบว่าสัญญาณไฟที่ส่งมานั้นเป็นตัวแทนของการเติมวัสดุชนิดใด จะต้องมีการติดตั้งสัญญาณไฟ 1 ดวง แทนการเติมวัสดุ 1 ชิ้น และต้องมีบัตรคัมบังติดอยู่ควบคู่กับสัญญาณไฟนั้น ๆ ก็จะทำให้การสื่อสารระหว่างในสายการผลิต กับพนักงานเติมวัสดุเป็นไปอย่างรวดเร็วและชัดเจน มีสถานีทำงานที่ต้องการเติมวัสดุอยู่ 5 สถานี และมีวัสดุ 7 ชนิดที่ต้องการเติมในสายการผลิตจึงจะต้องมีสัญญาณไฟที่สายการผลิต 7 ดวง ณ ตำแหน่งของการเติมวัสดุทั้ง 7 ชนิด สัญญาณไฟอีกชุดหนึ่ง (7 ดวง) จะต้องติดตั้งที่ตำแหน่งของจุดจำหน่ายวัสดุ ซึ่งจุดจำหน่ายวัสดุทั้ง 7 ชิ้นนั้นอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน จึงจะต้องมีการเดินสัญญาณไฟให้ครบทุกจุด สัญญาณไฟในตำแหน่งจำหน่ายวัสดุจะต้องบัตรคัมบังกำกับตรงตำแหน่งไฟเพื่อให้พนักงานเติมวัสดุ ทราบในทันทีว่าต้องเติมวัสดุชนิดใด ปริมาณเท่าใด สถานีใดที่ต้องการ บัตรคัมบังจึงต้องมีเพิ่มขึ้นอีก 7 บัตร เพื่อแทนการเติมวัสดุทั้ง 7 ชนิด บัตรคัมบังนี้อาจมีขนาดใหญ่กว่าบัตรคัมบังที่ติดอยู่กับอุปกรณ์จัดเก็บวัสดุ เพื่อสามารถทำให้เห็นได้ในระยะไกล

เมื่อเราได้จัดวางวิธีการและแนวทางในการใช้บัตรคัมบังรวมทั้งการสื่อสารระหว่างสายการผลิตกับการเติมวัสดุไว้เรียบร้อยแล้ว การอบรมพนักงานทุก ๆ คนที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจดังระบบดังกล่าว มีความสัมพันธ์มากตามการทำให้ระบบคัมบังบรรลุผลสำเร็จ กรณีส่วนร่วมอย่างจริงจังของพนักงานทุกคนเป็นตัวกำหนดถึงความสำเร็จในการนำระบบคัมบังไปใช้ และยังมีผลต่อการจัดระบบการผลิตให้เข้าสู่ระบบ JIT เพราะหัวใจของระบบ JIT ส่วนหนึ่งจะเป็นผลของระบบคัมบังที่ใช้เพื่อการควบคุมวัสดุ สำหรับบัตรคัมบังที่นำไปใช้ในสายการผลิตแสดงในรูปที่ 4.2 ถึง รูปที่4.8

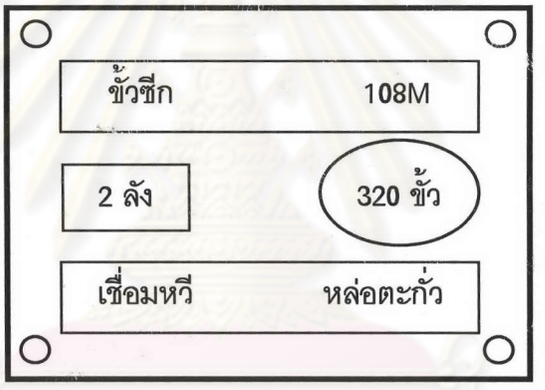
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่4.2 บัตรคัมบังสำหรับสถานีเรียงแผ่นสถานีเรียงแผ่น

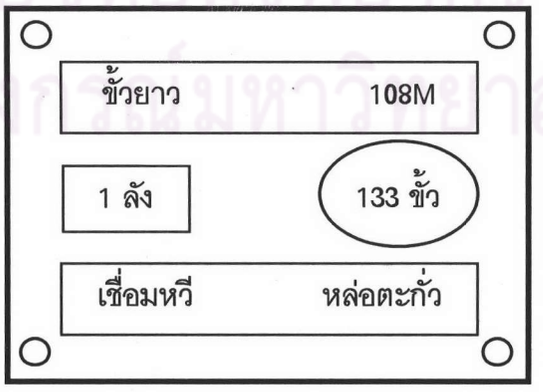


สถานีเชื่อมหวี

รูปที่4.3 บัตรคัมบังสำหรับสถานีเชื่อมหวี(ขั้วซีก)

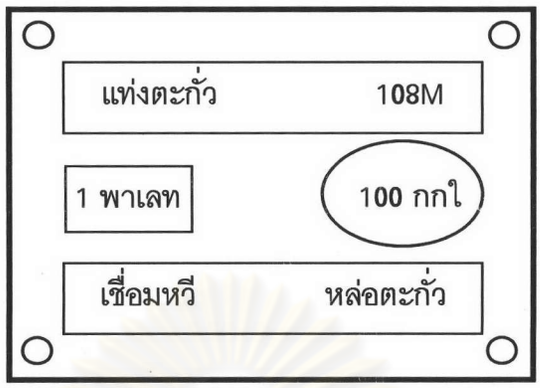


รูปที่4.4 บัตรคัมบังสำหรับสถานีเชื่อมหวี(ขั้วยาว)

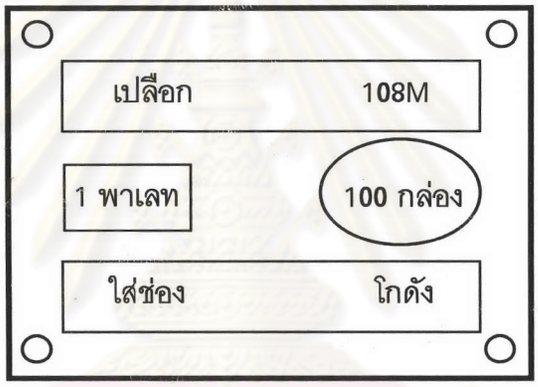


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่4.5บัตรคัมบังสำหรับสถานีเชื่อมหวี(แท่งตะกั่ว)



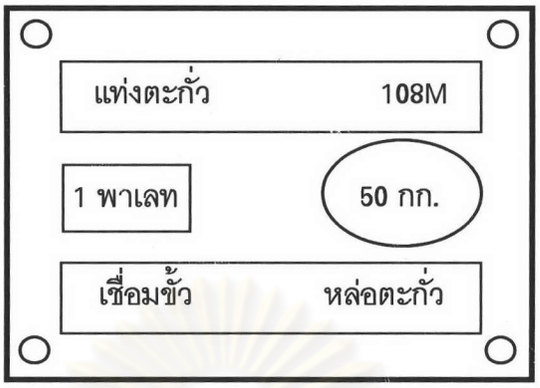
รูปที่4.6 บัตรคัมบังสำหรับสถานีใส่ซ่อง



รูปที่4.7 บัตรคัมบังสำหรับสถานีซีล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่4.8 บัตรคัมบังสำหรับสถานีสถานีเชื่อมขั้ว



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย