

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตกระจกกันรอย

Increasing Efficiency of Tempered Glass Production Process

ชิตษณ ภัคดีวานิช¹ และพิมพ์ชนก จงกิจจวรรกุล²

Chitsanu Pakdeewanich¹ and Pimchanok Joungekijworakul²

¹⁻² ภาควิชาการบริหารอุตสาหกรรมการผลิตและบริการ คณะพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

Department of Manufacturing and Service Industry Management, Faculty of Business and Industrial Development, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800

¹ Corresponding Author: E-mail: chitsanu.p@bid.kmutnb.ac.th

Received: 11 May 2021; Revised: 8 Nov. 2021; Accepted: 30 Nov. 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษากระบวนการผลิตกระจกกันรอย และ 2) เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูปกระจกกันรอย โดยโรงงานกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นโรงงานผลิตกระจกกันรอยโทรศัพท์มือถือในจังหวัดสมุทรปราการ ขั้นตอนในการวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตกระจกกันรอย ศึกษากระบวนการขึ้นรูปกระจกวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและออกแบบแนวทางแก้ไข พบว่า พนักงานมีเวลารอทำงานร้อยละ 39 ซึ่งเป็นการรอคอยการทำงานของเครื่องจักร ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการคำนวณจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อพนักงานมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตครั้งนี้

หลังจากการปรับปรุง พบว่า รอบเวลาในการผลิตหนึ่งรอบ เท่ากับ 132 วินาที พนักงานมีสัดส่วนในการทำงานร้อยละ 91 และกระบวนการผลิตดังกล่าวสามารถผลิตงานได้ 12 ชิ้นต่อรอบการผลิตหรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 50

คำสำคัญ : การเพิ่มประสิทธิภาพ กระบวนการผลิต แผนภูมิคนและเครื่องจักร

Abstract

The objectives of this research were to: 1) study the tempered glass production process and 2) increase the efficiency of the tempered glass milling process. The case study in this research was the factory in Samut Prakan Province that produced mobile screen protectors. The research methodology started with studying the tempered glass production process, the tempered glass milling process, then, analyzing the cause of the problem and designing the solution. The results showed that the employee had an idle time of 39% waiting for machine operation. We applied the machine-man ratio to this process improvement.

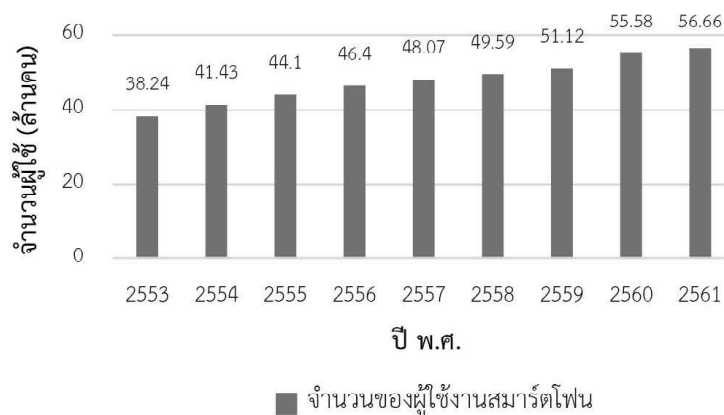
After the improvement, the results illustrated that a new production cycle time was 132 seconds. The employee had working proportion of 91% and the developed production process yielded 12 pieces per production cycle or 50% increase.

Keywords : Efficiency Improvement, Production Process, Man-machine Chart

1. บทนำ

สภาพแวดล้อมในการแข่งขันการค้าทางธุรกิจและอุตสาหกรรมมีการแข่งขันที่สูงขึ้น รวมทั้งการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม ในปัจจุบันสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ถูกใช้ในชีวิตประจำวันเป็นปกติ เพราะความสะดวกสบายในการสื่อสารและการทำงาน ด้วยเหตุดังกล่าวส่งผลให้ตลาดสมาร์ทโฟนเติบโตและสามารถเข้าถึงผู้ใช้งานได้อย่างครอบคลุม โดยมีการถือครองเฉลี่ยอย่างน้อยคนละ 1 เครื่อง ซึ่งธุรกิจสมาร์ทโฟนก่อให้เกิดธุรกิจอุปกรณ์เสริมมีถือขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้สมาร์ทโฟนมากยิ่งขึ้น อุปกรณ์เสริมมีถือ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ อุปกรณ์เสริมอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หูฟัง สายชาร์จแบตเตอรี่ แบตเตอรี่

สำรองและอุปกรณ์เสริมที่ไม่ใช่อิเล็กทรอนิกส์ เช่น फिल्मกันรอย เคสโทรศัพท์ การเติบโตของตลาดอุปกรณ์เสริมมีถือจะขยายตัวตามการเติบโตของสมาร์ทโฟน ซึ่งในปัจจุบันตลาดอุปกรณ์เสริมมีถือมีด้วยกันหลากหลายแบรนด์จึงทำให้เกิดการแข่งขันทางการค้า ในสถานะการแข่งขันดังกล่าวส่งผลให้ผู้ประกอบการตระหนักถึงการปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity) และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Quality) มากยิ่งขึ้นเพื่อความอยู่รอดขององค์กรและเป็นที่ยอมรับของกลุ่มลูกค้า ดังนั้นการศึกษาการทำงาน (Work Study) จึงเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างเห็นได้ชัดและมีงานวิจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงผลิตภาพหรือการลดความสูญเสียเปล่าในอุตสาหกรรมการผลิต [1,2,3]



ภาพที่ 1 จำนวนผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2561

จากภาพที่ 1 แสดงจำนวนผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553 - 2561 [4] จะเห็นได้ว่าในแต่ละปีมีผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ผู้ผลิตและผู้พัฒนาฟิล์มกระจกกันรอยจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อการแข่งขันที่สูงขึ้น ดังนั้นการตอบสนองที่รวดเร็วต่อผู้บริโภคจึงเป็นสิ่งสำคัญ อีกทั้งการปรับปรุงกระบวนการผลิตเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้มีข้อได้เปรียบทางการแข่งขัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการผลิตกระจกกันรอย โดยโรงงานตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นหนึ่งในผู้นำธุรกิจผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ฟิล์มและกระจกกันรอย หูฟัง อุปกรณ์เสริมไอที สายเคเบิลและที่ชาร์จสมาร์ทโฟน ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่กระบวนการผลิตกระจกกันรอยของโรงงาน เพื่อศึกษากระบวนการ

ผลิตกระจกกันรอย มองหาปัญหา และหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตกระจกกันรอย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระจกกันรอย
- 2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูปกระจกกันรอย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

- 3.1 ศึกษาเครื่องมือและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย
 - 1) การศึกษางาน (Work Study) หมายถึง การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกและสรรหาวิธีการทำงานโดยใช้ทรัพยากรที่มีอย่างคุ้มค่า

มากที่สุดในการปฏิบัติงานนั้น ๆ นอกจากนี้ยังนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน และหามาตรฐานของงานในการทำงานในกระบวนการต่าง ๆ [5]

2) ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) การกระทำใด ๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรในปริมาณมาก ไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลาหรือเงิน แต่ไม่ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่าหรือเกิดความเปลี่ยนแปลง ซึ่งการที่จะบอกได้ว่ากระกระทำนั้นมีคุณค่าหรือไม่นั้น ให้ตัดสินที่สินค้าหรือบริการว่าเกิดความเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ซึ่งความสูญเสียมียู่ 7 ประการ ได้แก่ การผลิตมากเกินไป ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว ความสูญเสียเนื่องจากการกระบวนการผลิต ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอยและความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย [6]

3) แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของพนักงานและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) เป็นแผนภูมิแสดงการทำงานร่วมกันระหว่างคนและเครื่องจักร อาจมีตั้งแต่หนึ่งคนกับหนึ่งเครื่องขึ้นไป ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อดูสัดส่วน

การรอคอยงานของคนและเครื่องจักรและเพื่อศึกษาว่าควรต้องลดหรือเพิ่มจำนวนคนในการทำงานหรือไม่ แผนภูมิประเภทนี้มีนักวิเคราะห์โดยใช้แกนของเวลาและตารางสรุปเวลาการทำงาน การวิเคราะห์จะใช้กราฟแท่งแทนกิจกรรมแต่ละประเภท โดยใช้การระบายสีหรือสัญลักษณ์แทนกิจกรรมร่วม กิจกรรมอิสระหรือการว่างงาน [7]

4) แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ โดยการทำความเข้าใจกระบวนการทำงานนั้น ๆ อย่างถ่องแท้และวิเคราะห์หาสาเหตุ หัวปลาแสดงถึงปัญหาและก้างปลาจะแสดงถึงสาเหตุต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะแบ่งเป็น 5 ส่วน ได้แก่ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการและสภาพแวดล้อม [8]

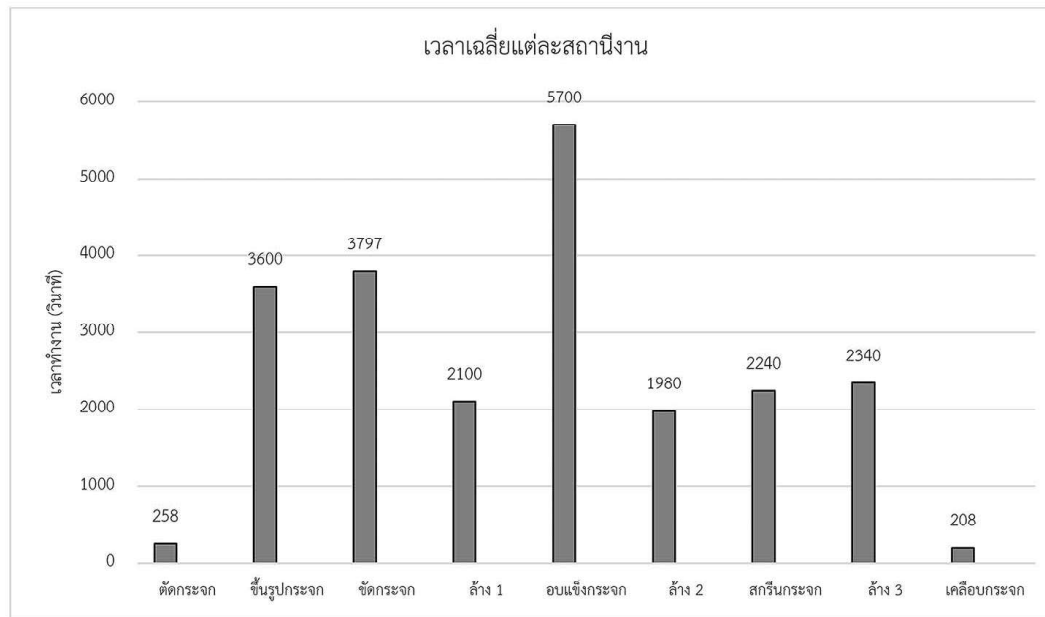
3.2 ศึกษากระบวนการผลิตกระจกกันรอย ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำงานของกระบวนการผลิตกระจกกันรอยและจัดเก็บเวลาตั้งแต่กระบวนการแรกไปจนถึงกระบวนการสุดท้าย เพื่อมองหาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดขั้นตอนในกระบวนการผลิตกระจกกันรอย

ขั้นตอน	การปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน
1. ตัดกระจก	ป้อนขนาดของแบบเข้าเครื่องตัด และเลือกรุ่นตามใบงาน จากนั้นเครื่องจะตัดกระจกออกเป็นชิ้นงานย่อย ๆ เมื่อตัดเสร็จจะนำกระจกเรียงใส่ถาดเพื่อส่งต่อไปเครื่อง CNC	
2. ขึ้นรูปกระจกด้วยเครื่องจักร CNC	นำกระจกที่ได้จากการตัดมาเจียรให้เป็นรูปร่างตามรุ่นต่าง ๆ และทำการแต่งขอบกระจกให้ได้ 2.5D ทุกครั้งที่เปิด Job ใหม่ต้องนำตัวอย่างไปตรวจขอบ 2.5D ซึ่งความหนาขอบกระจกต้องอยู่ระหว่าง 0.30-0.50 มิลลิเมตร	
3. ขัดกระจก	วางกระจกลงบนผ้าเครื่อง โดยหน้าที่เป็น 2.5D ต้องหงายขึ้น เหน้าแปรงลงในพรมเพื่อนำกระจกลงไปขัดทำให้ขอบกระจกเกิดความเงา ระยะเวลาในการขัดจะอยู่ที่ 4-5 นาที	

ตารางที่ 1 ต่อ

ขั้นตอน	การปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน
4. ล้างคราบแป้ง	นำชิ้นงานที่ขัดเสร็จแล้วใส่กระเช้าเพื่อไปล้างโดยแช่ในน้ำกรด น้ำยา L102 และน้ำ EDI และอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 130-140 องศาเซลเซียส	
5. อบแห้งกระจก	ดูอบประกอบด้วยเครื่อง A B และ C โดยเครื่อง A กับ B จะทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิกระจกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะลงไปแช่ในโพแทสเซียมที่เครื่อง C เป็นเวลา 135 นาที	
6. ล้างคราบโพแทสเซียม	นำชิ้นงานที่อบเสร็จแล้วล้างด้วยน้ำยา BL688 และน้ำ EDI เพื่อขจัดคราบโพแทสเซียม จากนั้นอบความร้อนที่ตู้ 1 ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส และอบความร้อนที่ตู้ 2 ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส	
7. สกรีนกระจก	สกรีนกระจกให้เป็นสีขาวหรือสีดำ จากนั้นนำกระจกที่สกรีนมาอบให้สีแห้งด้วยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที โดยกระจกที่มีการสกรีนสีจะมีแค่ Full Frame หรือ FF เท่านั้น	
8. ล้างรอยนิ้วมือ	นำกระจกที่ได้จากการอบมาล้างด้วยน้ำยา BL688 และน้ำ EDI จากนั้นนำไปอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส	
9. เคลือบกระจก	การเคลือบผิวกระจกทำให้หน้าจอสีเพื่อการสัมผัส โดยวางกระจกบนแผ่น PE จากนั้นนำไปวางที่สายพาน สายพานจะวิ่งผ่านเครื่องพ่นน้ำยาและเครื่องอบแห้ง เมื่ออบเสร็จนำกระจกมาซีลพลาสติกบรรจุใส่กล่องส่งให้แผนก AB	



ภาพที่ 2 แสดงเวลาเฉลี่ยแต่ละสถานีงานของกระบวนการผลิตกระจกกันรอย

จากภาพที่ 2 แสดงเวลาเฉลี่ยแต่ละสถานีงานของกระบวนการผลิตกระจกกันรอย จำนวน 105 ชิ้น ยกเว้นสถานีอบแห้งกระจกที่มีจำนวน 2,880-3,840 ชิ้น และสถานีล้างทั้ง 3 มีจำนวน 210 ชิ้น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นการปรับปรุงไปที่ขั้นตอนการขึ้นรูปกระจกด้วยเครื่องจักร CNC เนื่องจากทางโรงงานได้มีการปรับปรุงขั้นตอนการขัดกระจกและอบแห้งกระจกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงไม่สามารถเข้าไปปรับปรุงได้ ซึ่งขั้นตอนการขึ้นรูปกระจกมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการทำงานที่ต้องใช้ระยะเวลานาน เกิดการรอคอยงาน ทำให้เกิดความสูญเปล่า

ในกระบวนการผลิตกระจกกันรอย

3.3 ศึกษากระบวนการขึ้นรูปกระจก ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการขึ้นรูปกระจกด้วยเครื่อง CNC พบว่า การเดินเครื่องขึ้นรูปกระจกของแต่ละรหัสมีเวลาไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงทำการแบ่งประเภทของกระจกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทเร็วและช้า โดยใช้เวลาในการเดินเครื่องเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง กล่าวคือ ผู้วิจัยกำหนดให้รหัสกระจกที่มีเวลาเดินเครื่องไม่เกิน 90 วินาทีต่อรอบ เป็นรหัสกระจกที่ใช้เวลาน้อย และกำหนดให้รหัสกระจกที่มีเวลาเดินเครื่องมากกว่า 90 วินาทีต่อรอบ เป็นรหัสกระจกที่ใช้เวลามาก ดังตารางที่ 2

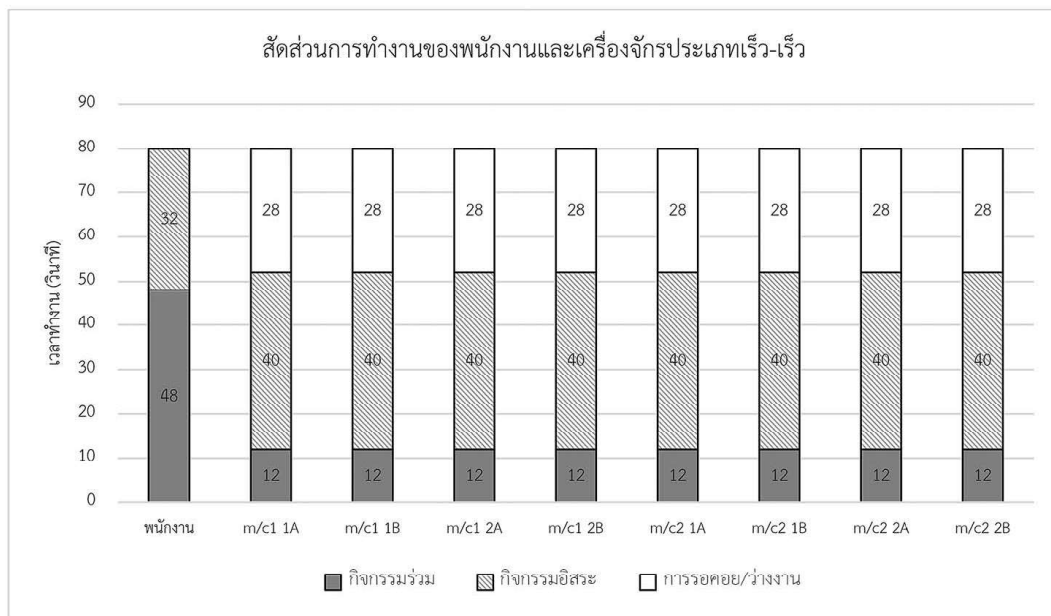
ตารางที่ 2 แสดงเวลาเดินเครื่องจักรขึ้นรูปกระจกสำหรับรหัสกระจกที่ใช้เวลาน้อยและมาก

รหัสกระจกที่ใช้เวลาน้อย		รหัสกระจกที่ใช้เวลามาก	
รหัสกระจก	เวลาเดินเครื่อง (วินาที)	รหัสกระจก	เวลาเดินเครื่อง (วินาที)
DP1045	88	DP503	136
DP334	85	DP503s	136
DP431	81	DP518	132
DP351	80	DP031	150
DP252	79	DP008	180

จากตารางที่ 2 พบว่า เวลาเดินเครื่องของรหัสกระจก DP1045, DP334, DP431, DP351 และ DP252 มีเวลาในการเดินเครื่องอยู่ที่ 79-88 วินาทีต่อรอบ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มรหัสกระจกที่ใช้เวลาน้อย ส่วนรหัสกระจก DP503, DP503s, DP518, DP031 และ DP008 มีเวลาเดินเครื่องอยู่ที่ 132-180 วินาทีต่อรอบ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มรหัสกระจกที่ใช้เวลามาก จากข้อมูลดังกล่าวสถานีนงานสามารถจับคู่การเดินเครื่องจักรและแบ่งเป็นคู่ จำนวนทั้งสิ้น 3 คู่ได้แก่ คู่ที่ 1 เวลาในการเดินเครื่องสำหรับรหัสกระจกที่ใช้เวลาน้อยคู่กับเวลาเดินเครื่องสำหรับรหัสกระจกที่ใช้เวลานาน (หรือเรียกว่า การเดินเครื่องประเภทเร็ว-เร็ว) คู่ที่ 2 เวลาในการเดินเครื่องสำหรับรหัสกระจกที่ใช้เวลามาก

คู่กับเวลาเดินเครื่องสำหรับรหัสกระจกที่ใช้เวลามาก (หรือเรียกว่า การเดินเครื่องประเภทช้า-ช้า) และคู่ที่ 3 เวลาในการเดินเครื่องสำหรับรหัสกระจกที่ใช้เวลาน้อยคู่กับเวลาเดินเครื่องสำหรับรหัสกระจกที่ใช้เวลามาก (หรือเรียกว่า การเดินเครื่องประเภทเร็ว-ช้า) โดยการเดินเครื่องทั้ง 3 ประเภท มีจำนวนการผลิตเท่ากับ 8 ชิ้นต่อรอบการผลิต

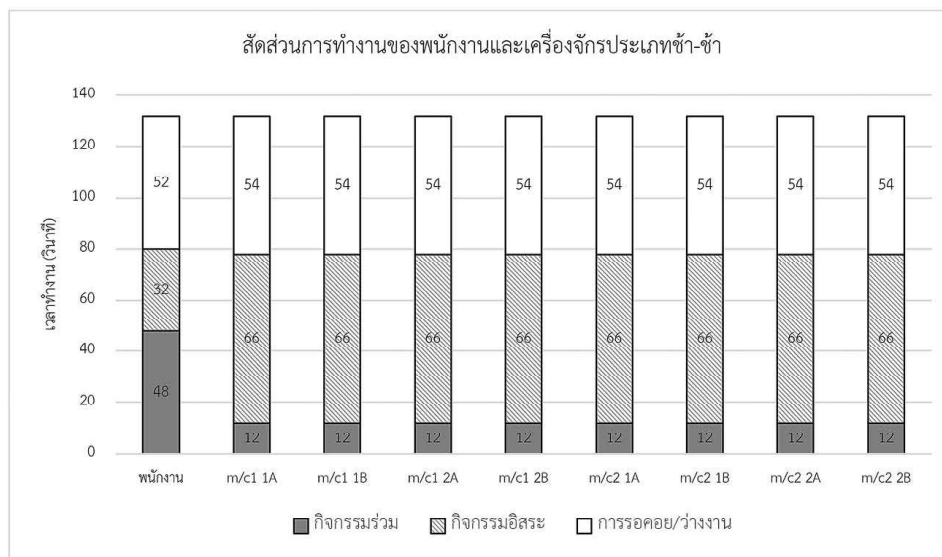
จากการศึกษากระบวนการผลิตกระจกกันรอย ซึ่งมีการแบ่งการเดินเครื่องออกเป็น 3 ประเภท ผู้วิจัยจึงเก็บเวลาการทำงานของพนักงาน เวลาการทำงานของเครื่องจักร และเวลาการรอคอยต่อรอบการผลิต เวลาทั้ง 3 แสดงสัดส่วนต่าง ๆ ดังภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5



ภาพที่ 3 แสดงสัดส่วนการทำงานของพนักงานและการเดินเครื่องประเภทเร็ว-เร็ว

จากภาพที่ 3 แสดงการทำงานของพนักงาน 1 คน ต่อเครื่องจักร 2 เครื่อง โดยเครื่องจักรที่ 1 มีแม่พิมพ์ 4 แบบ คือ m/c1 1A, m/c1 1B, m/c1 2A และ m/c1 2B เครื่องจักรที่ 2 มีแม่พิมพ์ 4 แบบเช่นเดียวกัน คือ m/c2 1A, m/c2 1B, m/c2 2A และ m/c2 2B พนักงานมีเวลาทำงานร่วมกับเครื่องจักรเท่ากับ 48 วินาที

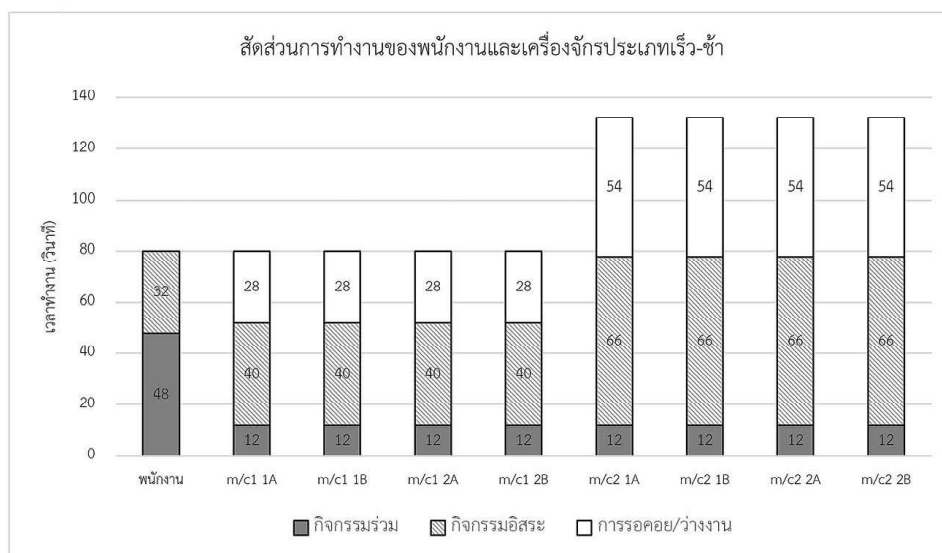
มีกิจกรรมอิสระเท่ากับ 32 วินาที และไม่มีเวลาว่างงาน ส่วนเครื่องจักรที่ 1 และ 2 เป็นเครื่องจักรที่ใช้เวลาเดินเครื่องน้อยทั้งคู่ (การเดินเครื่องประเภทเร็ว-เร็ว) ดังนั้นเวลาทำงานของทั้ง 2 เครื่องจักรจึงเท่ากัน ได้แก่ กิจกรรมร่วมเท่ากับ 12 วินาที กิจกรรมอิสระเท่ากับ 40 วินาที และเวลารอคอยเท่ากับ 28 วินาที



ภาพที่ 4 แสดงสัดส่วนการทำงานของพนักงานและการเดินเครื่องประเภทช้า-ช้า

จากภาพที่ 4 แสดงการทำงานของพนักงาน 1 คน ต่อเครื่องจักร 2 เครื่อง โดยเครื่องจักรที่ 1 มีแม่พิมพ์ 4 แบบ คือ m/c1 1A, m/c1 1B, m/c1 2A และ m/c1 2B เครื่องจักรที่ 2 มีแม่พิมพ์ 4 แบบเช่นเดียวกัน คือ m/c2 1A, m/c2 1B, m/c2 2A และ m/c2 2B พนักงานมีเวลาทำงานร่วมกับเครื่องจักรเท่ากับ 48 วินาที มีกิจกรรม

อิสระเท่ากับ 32 วินาที และมีเวลารอคอยเท่ากับ 52 วินาที ส่วนเครื่องจักรที่ 1 และ 2 เป็นเครื่องจักรที่ใช้เวลาเดินเครื่องมากทั้งคู่ (การเดินเครื่องประเภทช้า-ช้า) ดังนั้นเวลาทำงานของทั้ง 2 เครื่องจักรจึงเท่ากัน ได้แก่ กิจกรรมร่วมเท่ากับ 12 วินาที กิจกรรมอิสระเท่ากับ 66 วินาที และเวลารอคอยเท่ากับ 54 วินาที

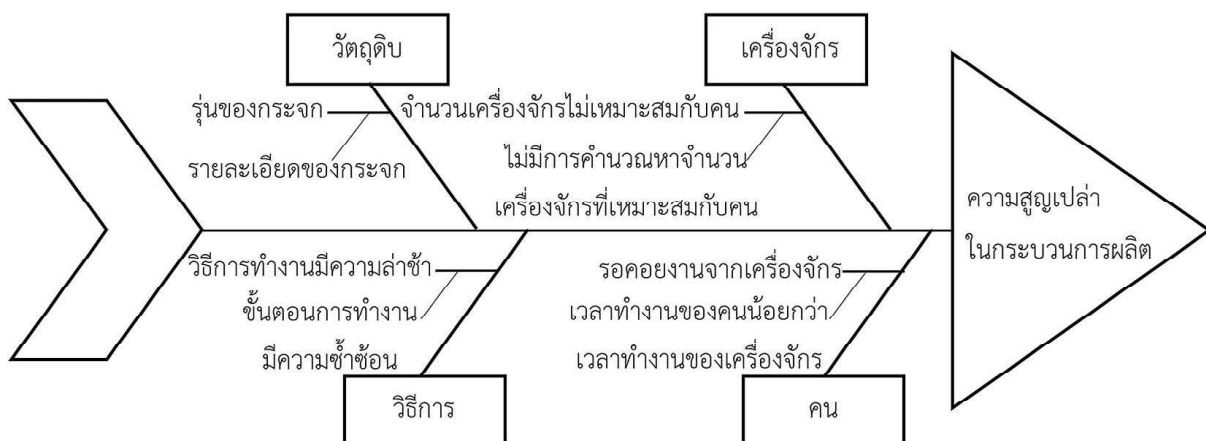


ภาพที่ 5 แสดงสัดส่วนการทำงานของพนักงานและการเดินเครื่องประเภทเร็ว-ช้า

จากภาพที่ 5 แสดงการทำงานของพนักงาน 1 คน ต่อ เครื่องจักร 2 เครื่อง โดยเครื่องจักรที่ 1 มีแม่พิมพ์ 4 แบบ คือ m/c1 1A, m/c1 1B, m/c1 2A และ m/c1 2B เครื่องจักรที่ 2 มีแม่พิมพ์ 4 แบบเช่นเดียวกัน คือ m/c2 1A, m/c2 1B, m/c2 2A และ m/c2 2B พนักงานมีเวลาทำงานร่วมกับเครื่องจักรเท่ากับ 48 วินาที มีกิจกรรมอิสระเท่ากับ 32 วินาที และไม่มีว่างงาน การเดินเครื่องจักรเป็นประเภทเร็ว-ช้า กล่าวคือ เครื่องจักรที่ 1 เป็นเครื่องจักรที่ใช้เวลาเดินเครื่องน้อย เวลากิจกรรมรวมเท่ากับ 12 วินาที กิจกรรมอิสระเท่ากับ 40 วินาที และเวลารอคอยเท่ากับ 28 วินาที เครื่องจักรที่ 2 เป็นเครื่องจักรที่ใช้เวลาเดินเครื่องมาก มีเวลากิจกรรมรวมเท่ากับ 12 วินาที กิจกรรมอิสระเท่ากับ 66 วินาที และเวลารอคอยเท่ากับ 54 วินาที

จากการวิเคราะห์การเดินเครื่องทั้ง 3 แบบ พบว่า การเดินเครื่องประเภทเร็ว-เร็ว และการเดินเครื่องแบบประเภทเร็ว-ช้า นั้น พนักงานทำงานร้อยละ 100 หรือทำงานแบบไม่มีเวลาว่างงาน แต่การเดินเครื่องประเภทช้า-ช้า พนักงานมีเวลาว่างงาน 52 วินาที หรือร้อยละ 39.39 ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตกระจกกันรอย การเดินเครื่องประเภทช้า-ช้า เพราะพนักงานมีเวลาว่างงานสูง

3.4 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและออกแบบแนวทางการแก้ไขจากการศึกษากระบวนการขึ้นรูปกระจกกันรอย ผู้วิจัยพบว่า มีพนักงานว่างงานในกระบวนการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แผนภูมิแก๊งปลา เพื่อหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว



ภาพที่ 6 แผนผังสาเหตุและผลที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์หาความสูญเสียในกระบวนการผลิตกระจกกันรอย โดยใช้แผนผังสาเหตุและผลดังภาพที่ 6 พบว่า พนักงานมีเวลารอคอยงานจากเครื่องจักรเนื่องจากเวลาทำงานของเครื่องจักรมาก และไม่ได้มีการกำหนดสัดส่วนการทำงานระหว่างพนักงานและเครื่องจักร

อย่างเหมาะสม ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แผนภูมิคนและเครื่องจักร เพื่อดูสัดส่วนการทำงานและการว่างงานของพนักงานและการว่างงานของเครื่องจักร ดังภาพที่ 7

แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man - Machine Chart)									
รุ่นกระจก : DP518					เครื่องจักร : CNC				
ขั้นตอน : การขึ้นรูปกระจก					แผนก : การผลิต				
วิธีการทำงาน : ก่อนปรับปรุง									
พนักงาน	วินาที	m/c 1				m/c 2			
		mold 1A	วินาที	mold 1B	วินาที	mold 2A	วินาที	mold 2B	วินาที
หยิบงานออกจาก mold 1A	3	ถูกหยิบขึ้นงาน	3						
ตรวจสอบคุณภาพขอบ 2.5D	3	รอ (ตรวจสอบคุณภาพ)	3						
ตรวจสอบขอบบิ่น/แตก + ใส่เฟลท	3	รอ (คนเอางานใส่เฟลท)	3						
หยิบงานวาง mold 1A	9	ถูกวางขึ้นงาน	9			เครื่องทำงาน	20	ว่างงาน	20
เดินจาก m/c1 ไป m/c2	2								
หยิบงานออกจาก mold 2A	3					ถูกหยิบขึ้นงาน	3		
ตรวจสอบคุณภาพขอบ 2.5D	3					รอ (ตรวจสอบคุณภาพ)	3		
ตรวจสอบขอบบิ่น/แตก + ใส่เฟลท	3					รอ (คนเอางานใส่เฟลท)	3		
หยิบงานวาง mold 2A	9			เครื่องทำงาน	66	ถูกวางขึ้นงาน	9		
เดินจาก m/c2 ไป m/c1	2								
ว่างงาน	26	ว่างงาน	48			ว่างงาน	28	เครื่องทำงาน	46
หยิบงานออกจาก mold 1B	3			ถูกหยิบขึ้นงาน	3				
ตรวจสอบคุณภาพขอบ 2.5D	3			รอ (ตรวจสอบคุณภาพ)	3				
ตรวจสอบขอบบิ่น/แตก + ใส่เฟลท	3			รอ (คนเอางานใส่เฟลท)	3				
หยิบงานวาง mold 1B	9			ถูกวางขึ้นงาน	9	ว่างงาน	20	เครื่องทำงาน	20
เดินจาก m/c1 ไป m/c2	2								
หยิบงานออกจาก mold 2B	3							ถูกหยิบขึ้นงาน	3
ตรวจสอบคุณภาพขอบ 2.5D	3							รอ (ตรวจสอบคุณภาพ)	3
ตรวจสอบขอบบิ่น/แตก + ใส่เฟลท	3							รอ (คนเอางานใส่เฟลท)	3
หยิบงานวาง mold 2B	9	เครื่องทำงาน	66			ถูกวางขึ้นงาน	9		
เดินจาก m/c2 ไป m/c1	2								
ว่างงาน	26			ว่างงาน	48	เครื่องทำงาน	46	ว่างงาน	28



กิจกรรมร่วม



กิจกรรมอิสระ



การว่างงาน/รอคอยงาน

ภาพที่ 7 แผนภูมิคนและเครื่องจักร ก่อนปรับปรุง (พนักงาน 1 คน ต่อ 2 เครื่องจักร)

ตารางที่ 4 สรุปสัดส่วนการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรผลิตกระจกกันรอย (ก่อนการปรับปรุง)

สัดส่วนการทำงาน	พนักงาน (วินาที)	เครื่อง 1 (วินาที)		เครื่อง 2 (วินาที)	
		Mole A	Mole B	Mole A	Mole B
เวลาว่างงาน	52	54	54	54	54
เวลาทำงาน	80	66	66	66	66
เวลาทั้งหมด	132	132	132	132	132
ร้อยละของการทำงาน	60.61	50	50	50	50

จากข้อมูลดังตารางที่ 4 จะเห็นว่า พนักงานมีเวลาว่างงานเท่ากับ 52 วินาที จากเวลาทั้งหมด 132 วินาที คิดเป็นร้อยละ 39.39 และเครื่องจักรมีเวลาว่างงานเท่ากับ 54 วินาที จากเวลาทั้งหมด 132 วินาที คิดเป็นร้อยละ 40.91 ซึ่งการว่างงานของพนักงานและเครื่องจักรเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน จึงทำให้เกิดความสูญเสียของพนักงานและเครื่องจักร ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นช่วงเวลาที่สามารววิเคราะห์จำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสม และเพิ่ม

มูลค่าให้แก่โรงงานได้

ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้หลักการคำนวณจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อพนักงาน เพื่อหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อพนักงาน 1 คน สำหรับการควบคุมเครื่องจักรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และลดความสูญเสียเนื่องจากการว่างงาน โดยการคำนวณจะใช้เวลาการทำงานของพนักงาน 1 คนต่อเครื่องจักร 1 เครื่อง ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$N_{mc} = \frac{T_{mc} + T_{mc}}{T_{mi} + T_{md}}$$

โดย N_{mc} คือ จำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่พนักงานสามารถควบคุมได้

T_{mc} คือ เวลาในการทำงานอิสระของเครื่องจักร

T_{md} คือ เวลาในการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานและเครื่องจักร

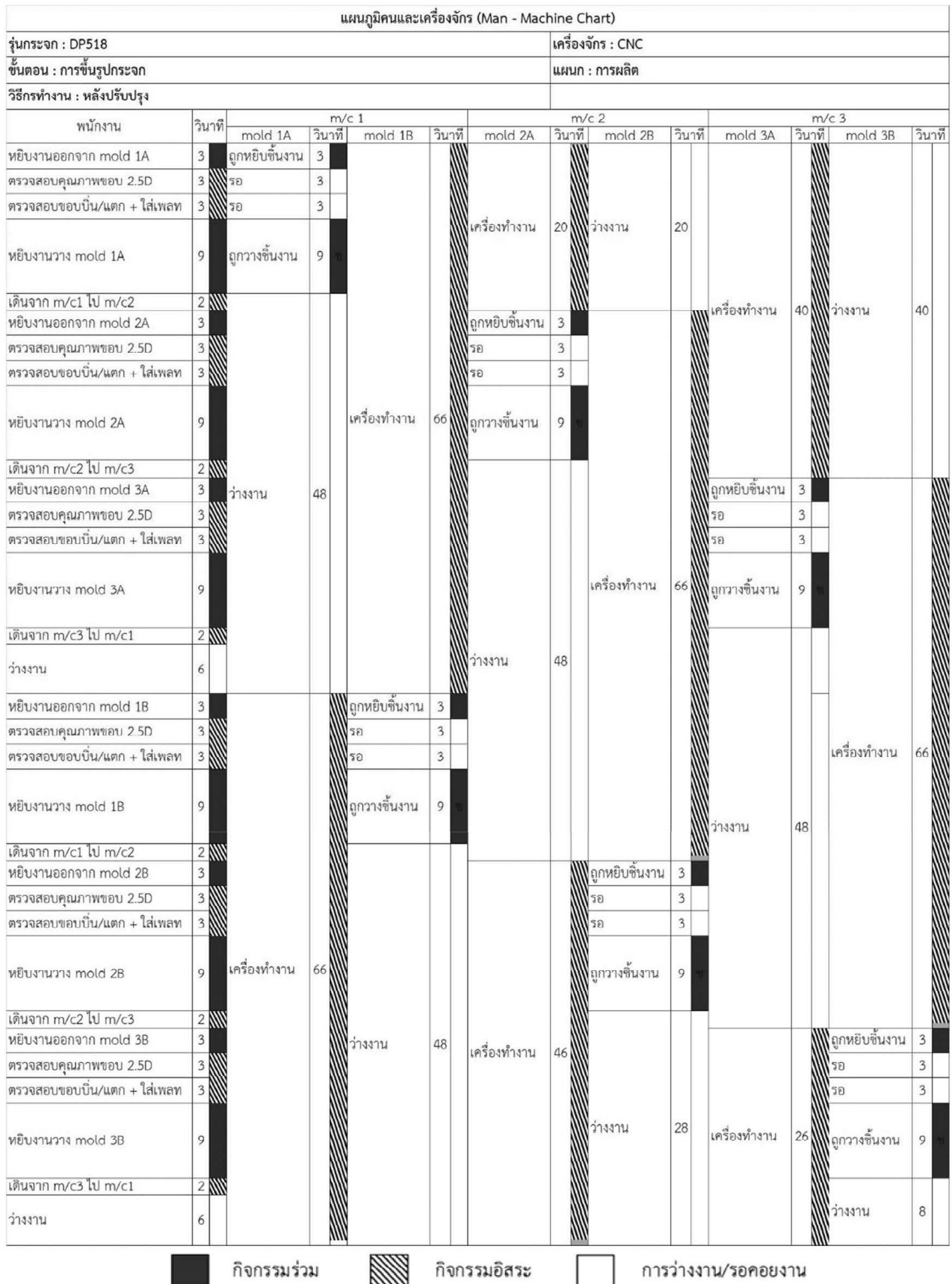
T_{mi} คือ เวลาในการทำงานอิสระของพนักงาน

$$N_{mc} = \frac{66 + 12}{8 + 12} = 3.9$$

ผู้วิจัยแทนค่าเวลาการทำงาน of พนักงาน 1 คน ต่อการทำงาน of แม่พิมพ์ 1 แบบ โดยเวลาการทำงานอิสระของเครื่องจักรเท่ากับ 66 วินาที การทำงานอิสระของพนักงาน เท่ากับ 8 วินาที และการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานและเครื่องจักร เท่ากับ 12 วินาที ผลปรากฏว่าจำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่พนักงานสามารถควบคุมได้เท่ากับ 3.9 เครื่อง หากมีทศนิยมให้ปัดทศนิยมที่เกินลง [6] จึงสรุปได้ว่าจำนวนเครื่องจักรที่พนักงานสามารถควบคุมได้ เท่ากับ 3 เครื่อง

5. ผลการวิจัย

5.1 จากแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้การคำนวณจำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่พนักงานสามารถควบคุมได้ สรุปได้ว่าพนักงาน 1 คน สามารถควบคุมเครื่องจักรจำนวน 3 เครื่อง ซึ่งสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบแผนภูมิคนและเครื่องจักร ดังภาพที่ 8



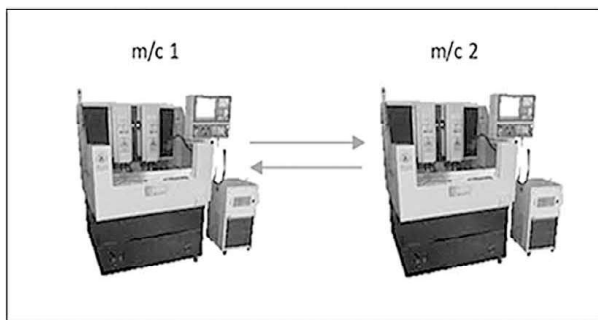
ภาพที่ 8 แผนภูมิคนและเครื่องจักร หลังปรับปรุง (พนักงาน 1 คน ต่อ 3 เครื่องจักร)

ตารางที่ 5 สรุปสัดส่วนการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรผลิตกระจกกันรอย (หลังการปรับปรุง)

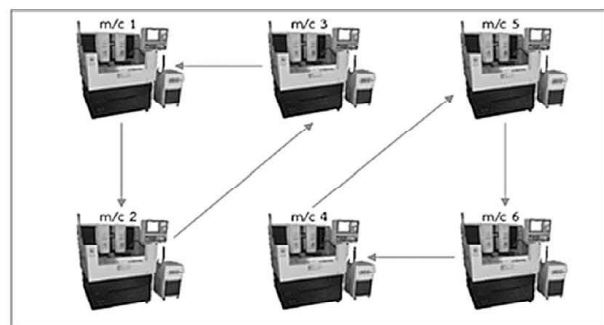
สัดส่วนการทำงาน	พนักงาน	เครื่อง 1 (วินาที)		เครื่อง 2 (วินาที)		เครื่อง 3 (วินาที)	
		Mole A	Mole B	Mole A	Mole B	Mole A	Mole B
เวลาว่างงาน	12	54	54	54	54	54	54
เวลาทำงาน	120	66	66	66	66	66	66
เวลาทั้งหมด	132	132	132	132	132	132	132
ร้อยละของการทำงาน	90.91	50	50	50	50	50	50

จากข้อมูลตารางที่ 5 พบว่า พนักงานมีเวลาว่างงานเท่ากับ 12 วินาที เวลาทำงาน เท่ากับ 120 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 90.91 เครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง มีเวลาว่างงานเท่ากับ 54 วินาที เวลาการทำงาน เท่ากับ 66 วินาที หรือ

คิดเป็นร้อยละ 50 ดังนั้นการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรจาก 2 เครื่อง เป็น 3 เครื่อง ส่งผลให้พนักงานมีเวลาว่างงานลดลงจากเดิม เครื่องจักรมีสัดส่วนการทำงานเท่าเดิม ซึ่งผู้วิจัยเปรียบเทียบการเดินระหว่างเครื่องจักร ดังภาพที่ 9



(ก)



(ข)

ภาพที่ 9 แบบจำลองการเดิน (ก) ก่อนการปรับปรุง และ (ข) หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 6 ปริมาณชิ้นงานในสถานีการขึ้นรูปกระจก (ก่อนและหลังปรับปรุง)

สัดส่วนการทำงาน	รอบการทำงาน (วินาที)	เวลาว่างงานของพนักงาน (วินาที)	ปริมาณชิ้นงานต่อรอบ (ชิ้น)	ปริมาณชิ้นงาน/ชั่วโมง (ชิ้น)	ต้นทุนค่าแรง (บาท/ชิ้น)
ก่อนปรับปรุง	132	52	8	218	0.26
หลังปรับปรุง	132	12	12	327	0.17
ผลต่าง	-	ลดลง 40 วินาที	เพิ่มขึ้น 4 ชิ้น	เพิ่มขึ้น 109 ชิ้น	ลดลง 0.09 บาท/ชิ้น
		หรือร้อยละ 76.92	หรือร้อยละ 50	หรือร้อยละ 50	หรือร้อยละ 34.62

จากข้อมูลตารางที่ 6 พบว่า รอบการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงไม่มีการเปลี่ยนแปลง เวลาว่างงานของพนักงานจากเดิม 52 วินาที เหลือ 12 วินาที ลดลง 40 วินาที หรือร้อยละ 76.92 ปริมาณชิ้นงานต่อรอบจากเดิม 8 ชิ้น เป็น 12 ชิ้น เพิ่มขึ้น 4 ชิ้น หรือร้อยละ 50 ปริมาณชิ้นงาน

ต่อชั่วโมงจากเดิม 218 ชิ้น เป็น 327 ชิ้น เพิ่มขึ้น 109 ชิ้น หรือร้อยละ 50 และต้นทุนค่าแรงต่อชิ้นจากเดิม 0.26 บาท ต่อชิ้น เหลือ 0.17 บาทต่อชิ้น ลดลง 0.09 บาทต่อชิ้น หรือร้อยละ 34.62

6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษากระบวนการผลิตกระจกกันรอย โดยใช้หลักการศึกษางาน พบว่า ปัญหาการว่างงานหรือรอคอยงานของพนักงานในสถานีการขึ้นรูปกระจก ทำให้เกิดความสูญเสียเนื่องจากการรอคอยงาน ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์พบว่า พนักงานมีเวลารอว่างงานระหว่างกระบวนการผลิตกระจกกันรอย จากสาเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) เพื่อคำนวณหาสัดส่วนการทำงานและสัดส่วนการว่างงาน พบว่า การทำงานพนักงาน 1 คน ต่อเครื่องจักร 2 เครื่อง พนักงานมีสัดส่วนการทำงานต่ำกว่าร้อยละ 65 ผู้วิจัยจึงคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรสูงสุดต่อพนักงานหนึ่งคนและกำหนดเส้นทางการเดินระหว่างเครื่องจักรให้พนักงาน ผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า พนักงาน 1 คน สามารถควบคุมเครื่องจักรจำนวน 3 เครื่อง ซึ่งการดำเนินการดังกล่าว สามารถเพิ่มสัดส่วนการทำงานของพนักงานเป็นร้อยละ 90.91 และเพิ่มปริมาณงานต่อรอบการผลิตร้อยละ 50

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการขึ้นรูปกระจกกันรอย โดยการประยุกต์ใช้แผนผังสาเหตุและผล แผนภูมิคนและเครื่องจักรและหลักการคำนวณจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อพนักงานหนึ่งคน ซึ่งผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือดังกล่าว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการขึ้นรูปกระจกอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับงานของสุชาติและกมลวัฒน์ [1] ซึ่งศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพลทขึ้นส่วนประกอบคอยล์ โดยใช้แผนภูมิคนและเครื่องจักร รวมทั้งยังสอดคล้องกับงานของศุภกรและกัญญาวิริ์ [2] ซึ่งประยุกต์ใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผลในการแก้ไขปัญหาคอขวด

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากการปรับปรุงครั้งนี้ เป็นการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรต่อพนักงาน ซึ่งพนักงานอาจได้รับผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนดังกล่าว ดังนั้นควรมีการศึกษากระบวนการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร เพื่อเพิ่มสัดส่วนการทำงานของเครื่องจักรให้เหมาะสม

2) การทำงานของเครื่องจักรไม่ได้รับการเปลี่ยนแปลง

ใด ๆ ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการวิเคราะห์การลดเวลาว่างของเครื่องจักร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรต่อการอบการผลิต

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุชาติ อารังสุข และกมลวัฒน์ จิบเอี่ยม. (2563). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพลทขึ้นส่วนประกอบคอยล์. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1, ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม ธันวาคม 2563, 53-67.
- [2] ศุภกร เจริญประสิทธิ์ และกัญญาวิริ์ ไถ่เงิน. (2563). การลดเวลาสูญเสียจากการทำเอกสารเบิกจ่ายอะไหล่ โดยการประยุกต์ใช้แนวคิด DMAIC. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2563, 124-136.
- [3] สมชาย เปี้ยงพรม และนภาพร ภาษาสุข. (2564). การลดความสูญเสียในการปฏิบัติงานของกระบวนการจ่ายสินค้า: กรณีศึกษา บริษัทอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่ม จำกัด. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2564, 69-86.
- [4] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2564). [ออนไลน์]. จำนวนประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไป จำแนกตามการมี การใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ จำแนกตามภาค จังหวัด พ.ศ. 2553 - 2562. [สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2564]. จาก <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/16.aspx>.
- [5] วุฒิพร ศรีไพโรจน์. (2558). การปรับปรุงกระบวนการผลิตและกำลังคนต่อสายการผลิตเพื่อลดต้นทุนแรงงาน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- [6] สุทธิโรจน์ ศิวฐานุพงศ์. (2559). การลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ. การค้นคว้าอิสระ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, นครปฐม.

- [7] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). การศึกษางานอุตสาหกรรม Industrial Work Study. กรุงเทพมหานคร: ทิพย์.
- [8] วิชญา จันทนา และวัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ. (2563). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเซรามิก: กรณีศึกษา โรงงานในจังหวัดสมุทรปราการ. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปีที่ 37 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2563, 58-83.