การปรับปรุงกระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอ: กรณีศึกษาเมืองมรดกโลกหลวงพระบาง

นราธิป ภาวะรี*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาการขนถ่ายกระเบื้องดินขอเพื่อให้สามารถขนถ่ายกระเบื้องดินขอได้ในปริมาณที่มากขึ้นซึ่งมีแนวทางในการแก้ปัญหา 2 แนวทาง คือ 1. การลดระยะทางการขนถ่ายโดยการปรับปรุงผังโรงงาน พบว่าการปรับปรุงผังโรงงานด้วยวิธี CORELAP สามารถลดระยะทางการขนถ่ายได้ 60 เมตรต่อวัน คิดเป็น 12 % จากระยะทางก่อนปรับปรุง 2. การออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงาน คือ ตะกร้าบรรจุกระเบื้อง สามารถลดระยะทางในการขนถ่ายได้ 480 เมตรต่อวัน คิดเป็น 50% จากระยะทางการขนถ่ายก่อนปรับปรุง และเวลาสูญเปล่าจากการตากกระเบื้องลดลง 40 นาที คิดเป็น 22% ดังนั้นสามารถปรับปรุงปัญหาการขนถ่ายในกระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอโดยระยะทางการขนถ่ายรวมลดลง 540 เมตรต่อวัน และลดเวลาสูญเปล่าจากการตากกระเบื้อง 40 นาที

คำสำคัญ : การปรับปรุงกระบวนการผลิต, การวางผังโรงงานโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน, การขนถ่าย

สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 41000

* ผู้ติดต่อ, อีเมล์: yellow_incubus@hotmail.com รับเมื่อ 4 ธันวาคม 2557 ตอบรับเมื่อ 19 มีนาคม 2558

Production Improvement in Din-Kor Tiles Process: A Case study of World Heritage Town Luang Prabang

Narathip Pawaree*

Abstract

This research improves the Din-kor tiles handling problem for increase the Din-kor tiles quantity which 2 methods to the problems solution are 1. The distance of handling decrease by improving the plant layout. As a result, the improvement of plant layout is produced by Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP) method, which can reduce the distance of handling by 60 meters per day or 12% of the distance before improvement 2. The new equipment design is a basket for containing tiles, which can reduce the distance of handling by 480 meters per day or 50% of the distance before improvement. Moreover, the wasting time from airing tiles process can be reduced by 40 minutes or 22%. Therefore, this improvement can reduce the overall distance 540 meters per day and the wasting time from airing tiles process decreases 40 minutes.

Keywords : Production Improvement, Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP), Handling

Industrial Management Faculty of Technology Udonthani Rajabhat University, 41000

* Corresponding author, E-mail: yellow_incubus@hotmail.com Received 4 December 2014, 19 Accepted March 2015

1. บทนำ

หลวงพระบางเมืองมรดกโลก หากจะกล่าวถึงเสน่ห์ต่อผู้มาเยือนมีมากมาย อาทิเช่น วิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนเรียบง่าย ความงามของธรรมชาติที่ยังคงสภาพไม่ต่างจากอดีต และลักษณะอาหารพื้นเมืองที่ไม่เหมือนที่อื่น ทำให้หลวงพระบางจึงเป็นเมืองแห่งอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวที่มีอัตราการเติบโตสูง คิดเป็นมูลค่า 9,000 ล้านบาท [1] นอกเหนือจากอุตสาหกรรมท่องเที่ยว อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ก็เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่คงความเป็นเอกลักษณ์ของหลวงพระบาง คือ การผลิตกระเบื้องดินขอสำหรับใช้มุงหลังคาอาคาร บ้านเรือน จึงดำเนินการศึกษากระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอ ดังแสดงในรูปที่ 1 เพราะนอกจากจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่คงความเป็นเอกลักษณ์ของหลวงพระบาง ยังก่อให้เกิดการสร้างรายได้แก่ชุมชนท้องถิ่นที่ผลิตกระเบื้องดินขอ

จากการศึกษากระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอ พบว่าความสูญเปล่าหลักที่เกิดในกระบวนการผลิต คือ ปัญหาการขนถ่าย ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการผลิต การไหลที่ไม่ต่อเนื่อง และเกิดต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการดำเนินงานครั้งนี้จึงนำเสนอแก้ปัญหาการขนถ่าย จากการศึกษาสภาพปัญหาทั่วไปในปัจจุบันการขนถ่ายของวัตถุดิบในแต่ละแผนกมีการไหลที่ไม่ต่อเนื่องกัน ดังนั้นจึงใช้หลักการปรับปรุงผังโรงงาน ในการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการที่ใช้นี้จะคล้ายกับวิธีการหาคำตอบแบบดีที่สุด (Optimal solution) [2] พบว่าวิธีการหาคำตอบแบบดีที่สุดในการวางผังโรงงานมีหลายวิธี เช่น CRAFT (Computerized Allocation of Facilities Technique), COFAD (Computerized Facilities Design), ALDEP (Automated Layout Design Program), CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning) และ PLANET (Plant Layout Analysis Evaluation Technique) เป็นต้น จากการประเมินพบว่า วิธีการ CORELAP เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการใช้แก้ปัญหา เนื่องจากการเริ่มต้นของการวางผัง จะใช้ความสัมพันธ์ของแผนกที่มีความสัมพันธ์กันมากมาจัดลำดับในการเริ่มต้นก่อน ต่างจากวิธีของ ALDEP จะเริ่มต้นในการวางผังแบบสุ่มโดยไม่สนใจความสัมพันธ์ทำให้ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขการทำงาน [3] และวิธีการของ CRAFT และ COFAD นั้นจะต้องเก็บข้อมูลต้นทุนค่าใช้จ่ายของการขนถ่ายและปริมาณการขนถ่ายที่ละเอียด และจำนวนมาก [4] ซึ่งระยะเวลาในการเก็บข้อมูลของผู้วิจัยนั้นเป็นช่วงสั้นจึงไม่เพียงพอในการเก็บข้อมูล ส่วนวิธีการของ PLANET มีเงื่อนไข คือ ทุกแผนกสามารถเคลื่อนย้ายได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการดำเนินงานในปัจจุบัน [5] ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการ CORELAP สำหรับการแก้ปัญหาปรับปรุงผังโรงงานผลิตกระเบื้องดินขอและออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการขนถ่าย ซึ่งในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาไม่มีเครื่องมือช่วยในการขนถ่าย เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพ [6] อีกทั้งมีการทำงานที่ถูกหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) [7] สามารถลดระยะเวลาในการตากกระเบื้อง และระยะทางการขนถ่าย ส่งผลให้เกิดผลิตภาพในกระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอ อีกทั้งเป็นแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่มีลักษณะกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกันได้ต่อไป

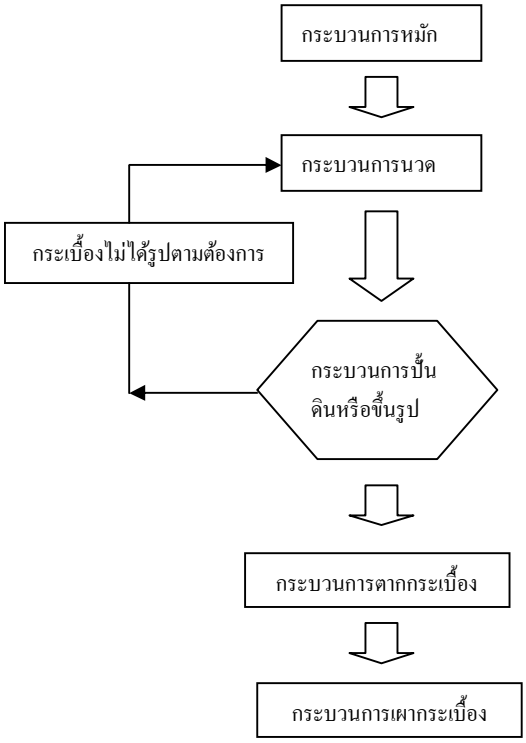
รูปที่ 1 การผลิตกระเบื้องดินขอ

2. วิธีการดำเนินการ

วิธีการดำเนินการ ประกอบการศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปในปัจจุบันโรงงานผลิตกระเบื้องดินขอตั้งอยู่หมู่บ้านจ่าน เมืองจอมพัด แขวงหลวงพระบาง มีจำนวนพนักงาน 20 คน มีกำลังการผลิตกระเบื้องดินขอเฉลี่ย 600 ตันต่อปี ลักษณะการผลิตจะผลิตตามคำสั่ง (made to order) ของลูกค้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานราชการ โดยผลิตภัณฑ์ของโรงงานผลิตกระเบื้องดินขอจากกระบวนการผลิตทั้งหมด มีดังนี้ กระเบื้องดินขอร้อยละ 70 และอิฐมอญ ร้อยละ 30 จากกระบวนการผลิตพบว่ากระเบื้องดินขอมีปริมาณการผลิตมากที่สุด แบ่งออกเป็น กระเบื้องดินขอแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าร้อยละ 85 กระเบื้องดินขอแบบปลายสามเหลี่ยมร้อยละ 10 และกระเบื้องดินขอแบบปลายมนคิดเป็นร้อยละ 5 ของอัตราการผลิตโดยเฉลี่ยทั้งหมด

2. ศึกษาวิธีการผลิตกระเบื้องดินขอในเมืองมรดกโลกหลวงพระบาง



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอ

พบว่ากระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอเริ่มจากการนำดินเหนียวที่แผนกวัตถุดิบมาเทลงในบ่อที่เตรียมไว้เพื่อหมัก ซึ่งขนาดบ่อหมักมีปริมาตร 2 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นผสมน้ำ ทิ้งไว้ 1 คืน จึงนำดินเหนียวที่ได้จากขั้นตอนการหมักมาเข้าเครื่องนวดดิน เพื่อให้ดินมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะทำการปั้นดิน และระยะเวลาในการนวดดินโดยเฉลี่ย 1-2 ชั่วโมง ดินที่ผ่านการนวดมาแล้วจะมีความเหมาะสมในการปั้นกระเบื้องดินขอ พนักงานจะทำการปั้นเป็นก้อนและทุบดินลงในแบบ จากนั้นหวีตัดในการแต่งรูปร่างของกระเบื้อง เมื่อเสร็จขั้นตอนการปั้นกระเบื้อง พนักงานจะนำ

กระเบื้องที่ได้มายังแผนกตากกระเบื้องใช้ระยะเวลาในการตาก 1-2 วัน จากนั้นนำกระเบื้องเข้าสู่กระบวนการเผาต่อไปซึ่งใช้ระยะเวลาเผากระเบื้อง 5 วัน ดังแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตในรูปที่ 2

3. ดำเนินการวิเคราะห์วิธีการทำงานในการผลิตกระเบื้องดินขอในปัจจุบัน เพื่อหาปัจจัยที่เป็นส่งผลต่อความสูญเปล่าในการทำงาน [8] ความซับซ้อนในการทำงาน และขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง

4. กำหนดรูปแบบวิธีการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอ

5. เปรียบเทียบผลจากรูปแบบการทำงานในปัจจุบันกับวิธีการที่นำเสนอ

6. สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษากระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอ พบว่าโรงงานผลิตกระเบื้องดินขอมีกำลังการผลิตในปัจจุบัน 2,400 แผ่นต่อวัน และระยะเวลาในการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 1

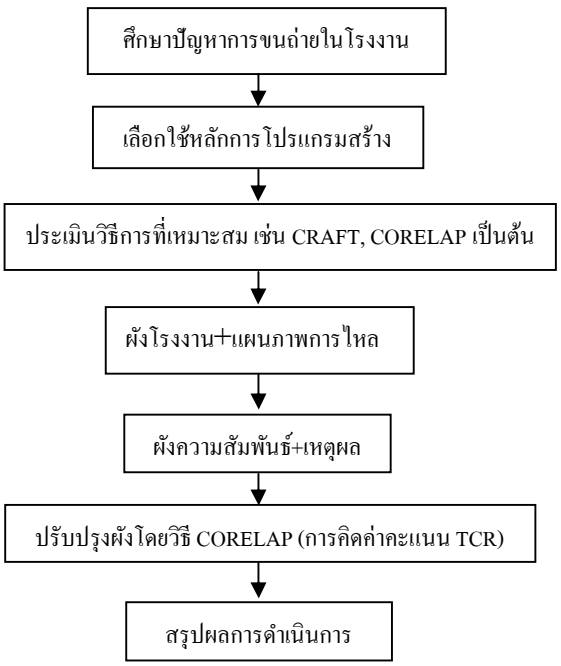
พบว่าปัญหากระบวนการผลิตในปัจจุบันยังมีความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการผลิต คือ ปัญหาการขนถ่าย โดยแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเด็น คือ 1. การจัดผังโรงงานที่ไม่เหมาะสม 2. ไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยการขนถ่ายระหว่างแผนกปั้นกระเบื้องกับแผนกตากกระเบื้อง ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาดังนี้

ตารางที่ 1 เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตปัจจุบัน

งานหลักที่	กิจกรรม	ระยะเวลา
1	กระบวนการหมักดิน	1-2 วันต่อ 100 กิโลกรัม
2	กระบวนการนวดดิน	2 ชั่วโมงต่อ 100 กิโลกรัม
3	กระบวนการปั้นดินหรือขึ้นรูปดิน	22 วินาทีต่อแผ่น
4	กระบวนการตากกระเบื้อง	1 วันต่อ 2,400 แผ่น
5	กระบวนการเผากระเบื้อง	5 วันต่อ 12,000 แผ่น

3.1 การนำเสนอแนวทางการปรับผังโรงงานของโรงงานกรณีศึกษา

รูปแบบการนำเสนอการปรับผังโรงงานใช้หลักการแบบโปรแกรมสร้าง (Construction Algorithms) ดังแสดงในรูปที่ 3 เนื่องจากหลักการแบบโปรแกรมสร้างสามารถใช้ข้อมูลได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งมีความยืดหยุ่นต่อเงื่อนไขการสลับตำแหน่งของแผนกที่มีความหลากหลายในการดำเนินงานจริง [9]



รูปที่ 3 แนวทางการวางผังโรงงาน

ในปัจจุบันโรงงานผลิตกระเบื้องดินขอ มีแผนกการดำเนินงานทั้งหมด 6 แผนก ได้แก่ แผนกวัตถุดิบ แผนกหมักดิน แผนกนวดดิน แผนกขึ้นรูปหรือปั้นดิน แผนกตากกระเบื้องดินขอ และแผนกเผากระเบื้อง ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยแผนกที่สามารถสลับตำแน่งได้มี 4 แผนก คือ แผนกหมักดินแผนกนวดดิน แผนกขึ้นรูปหรือปั้นดิน และแผนกตากกระเบื้องดินขอ ส่วนแผนกที่ไม่สามารถสลับตำแหน่งได้มี 2 แผนก คือ แผนกวัตถุดิบ และแผนกเผากระเบื้อง ส่วนลำดับการขนถ่ายระหว่างแผนกและระยะทางระหว่างแผนก ดังแสดงในรูปที่ 5 จากการประเมินความสัมพันธ์ของแผนกต่างๆ โดยใช้วิธีการการสร้างความสัมพันธ์ [10] กำหนดให้อักษรแสดงความใกล้ชิดมีค่าเป็นตัวเลข โดยที่ A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1 [11] ซึ่งการคำนวณค่าความสัมพันธ์ แสดงดังสมการที่ 1

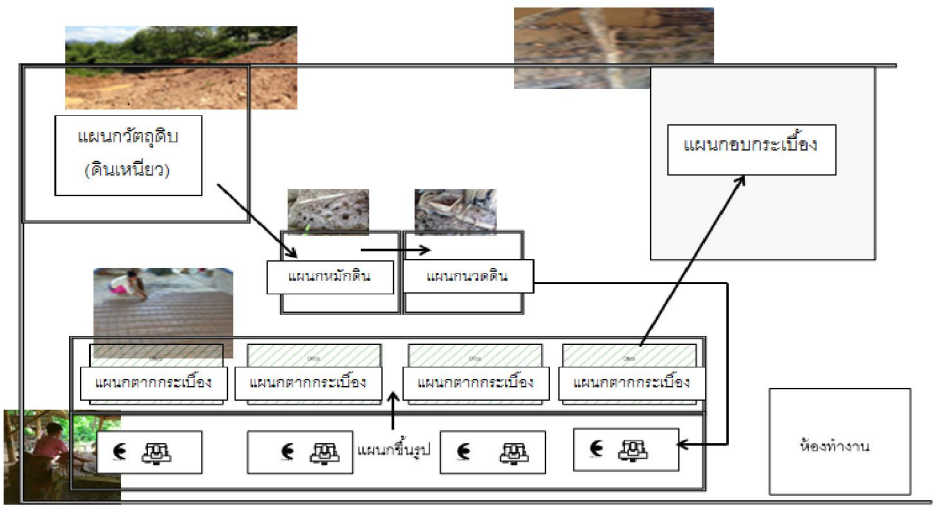
$$TCR=\sum_{j=1}^{m} V(r_{ij}) \qquad (1)$$

จากสมการที่ 1 TCR คือ ค่าคะแนนความสัมพันธ์ $V(r_{ij})$ คือ ค่าคะแนนความใกล้ชิดของหน่วยงาน i และ j ซึ่งในตารางที่ 2 จะแสดงขนาดของพื้นที่ในแต่ละแผนก โดยจะให้ พื้นที่ 40 ตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 1 เทมเพลต (บล็อก) และคะแนนความสัมพันธ์ (Total Closeness Rating: TCR) [12] ที่คำนวณได้ ดังแสดงในรูปที่ 7 และ ตารางที่ 3 ตามลำดับ

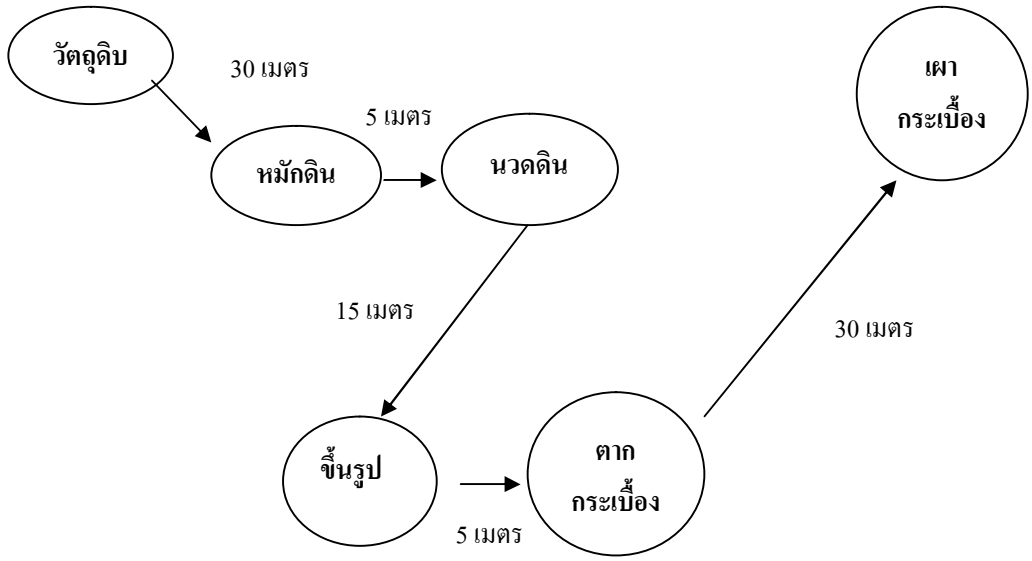
ตารางที่ 2 ขนาดพื้นที่ของแผนกต่างๆและเทมเพลต

แผนก	พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนเทมเพลต
วัตถุดิบ	80	2
หมักดิน	40	1
นวดดิน	40	1
ขึ้นรูป	160	4
ตากกระเบื้อง	160	4
เผากระเบื้อง	80	2

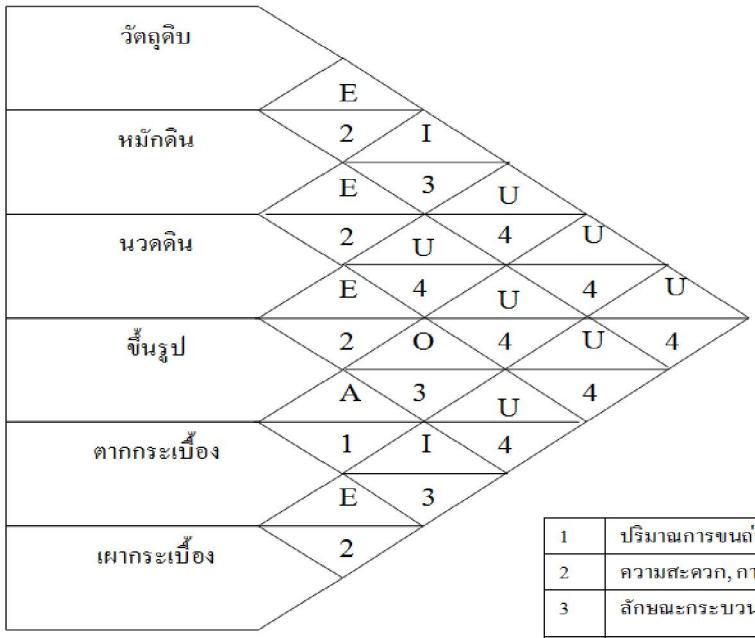
เมื่อได้ลำดับการจัดเรียงความสัมพันธ์ (คิดจากคะแนน TCR สูงสุด) พบว่าแผนกนวดดินจะเป็นแผนกเริ่มต้นในการจัดเรียงก่อน ถึงแม้คะแนน TCR จะมีค่าเท่ากับแผนกขึ้นรูป แต่การคิดลำดับความสำคัญในการจัดเรียงจะคิดจากแผนกที่มีการขนถ่ายอันดับต้นๆก่อน



รูปที่ 4 ผังโรงงานผลิตกระเบื้องดินขอในปัจจุบัน



รูปที่ 5 การขนถ่ายระหว่างแผนกของกระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอในปัจจุบัน



1	ปริมาณการขนถ่าย, ความสัมพันธ์กับลักษณะงาน
2	ความสะดวก, การไหล, การใช้เครื่องมือร่วมกัน
3	ลักษณะกระบวนการผลิตที่มีความต่อเนื่อง
4	มีความสัมพันธ์กันน้อย

รูปที่ 6 แผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart)

ตารางที่ 3 คะแนนค่าความสำคัญของการจัดเรียง

แผนก	วัตถุดิบ (ดินเหนียว)	หมักดิน	นวดดิน	ขึ้นรูป	ตากกระเบื้อง	เผากระเบื้อง	A	E	I	O	U	X	คะแนนความสัมพันธ์ (TCR)	ลำดับการจัดเรียง
วัตถุดิบ (ดินเหนียว)	-	E	I	U	U	U	0	1	1	0	3	0	15	5
หมักดิน	E	-	E	U	U	U	0	2	0	0	3	0	16	4
นวดดิน	I	E	-	E	O	U	0	2	1	1	1	0	19	1
ขึ้นรูป	U	U	E	-	A	I	1	1	1	0	2	0	19	2
ตากกระเบื้อง	U	U	O	A	-	E	1	1	0	1	2	0	18	3
เผากระเบื้อง	U	U	U	I	E	-	0	1	1	0	3	0	15	6

จากนั้นทำการกำหนดคะแนนการจัดเรียง (Placing rating) โดยที่ A จะได้ 600, E จะได้ 200, I จะได้ 50, O จะได้ 10, U จะได้ 0 และ X จะได้ -200 ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพของผังดังแสดงในสมการที่ 2

$$Z=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} V(r_{ij})D_{ij} \qquad (2)$$

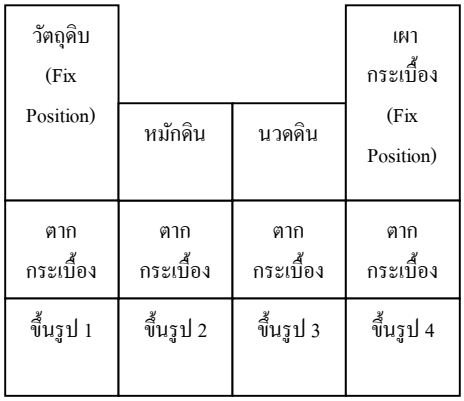
จากสมการที่ 2 ค่า Z คือ ค่าคะแนนในการจัดเรียง $V(r_{ij})$ คือ ค่าคะแนนความใกล้ชิดของหน่วยงาน i และ j ส่วน D_{ij} คือ ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างหน่วยงาน i และ j พบว่าการคิดคะแนนของการจัดเรียงด้วยวิธี CORELAP ผังโรงงานเดิมดังแสดงในรูปที่ 7 จะมีวิธีการคิดคะแนน ดังสมการที่ 2 โดยคิดจากทุกแผนกที่อยู่ติดกันและมีความสัมพันธ์กันตามการเรียงลำดับตัวอักษรก่อน-หลัง AEIOU ได้เท่ากับ 1,210 คะแนน จากนั้นจึงดำเนินการปรับปรุงวิธีการจัดเรียงผังโรงงานใหม่ตามวิธี CORELAP ดังแสดงในรูปที่ 8 โดยเริ่มต้นดังนี้

1. จัดวางแผนกนวดดินเป็นแผนกเริ่มต้นก่อนและต้องกำหนดให้ติดกับแผนกขึ้นรูปเนื่องจากคะแนน TCR มากที่สุดและเท่ากัน คือ 19 คะแนน (เนื่องจากคะแนน TCR ทั้ง 2 แผนกเท่ากันแต่แผนกนวดดินมีลำดับการไหลเริ่มต้นก่อนจึงจัดวางเริ่มต้นก่อน) จากนั้นจัดเรียงแผนกตากกระเบื้องให้ติดกับแผนกขึ้นรูปเนื่องจากมีความสัมพันธ์เป็น A รวมคะแนนได้ 800 คะแนน

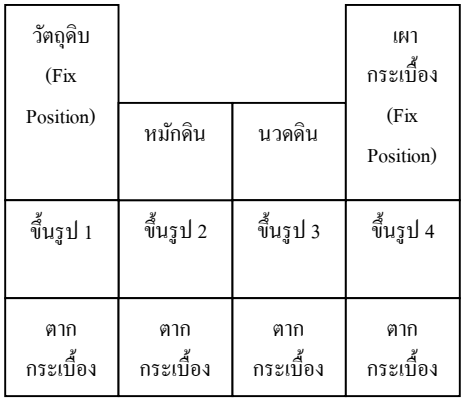
2. จากนั้นจัดวางแผนกหมักดินซึ่งจัดวางได้ 2 แบบ คือ 1. แผนกหมักดินติดกับ แผนกนวดดิน แผนกขึ้นรูป และแผนกวัตถุดิบ ซึ่งคะแนนเท่ากับ 400 คะแนน 2. แผนกหมักดินติดกับ แผนกนวดดิน แผนกขึ้นรูป และแผนกเผากระเบื้อง ซึ่งคะแนนเท่ากับ 200 คะแนน จึงเลือกวิธีที่ 1

3. วางแผนกที่เหลือลงคือ แผนกเผากระเบื้อง ซึ่งติดกับ แผนกนวดดิน และแผนกขึ้นรูป คิดคะแนนได้ 50 คะแนน

ดังนั้นคะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 1,250 คะแนน (800+400+50) ซึ่งมากกว่าค่าคะแนนผังโรงงานเดิม 40 คะแนน (1,250-1,210 = 40)



รูปที่ 7 การจัดเรียงแผนกก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 8 การจัดเรียงแผนกหลังการปรับปรุง

จากการจัดเรียงแผนกใหม่ตามลำดับขั้นตอนการทำงาน แผนกนวดดินกับแผนกขึ้นรูปได้มีการติดต่อกัน คิดเป็นจำนวนเที่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 16 เที่ยวต่อวัน (คิดรวม 4 สถานีงาน) โดยสามารถลดระยะทางก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงโดยเฉลี่ยได้ 60 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระยะทางก่อนการปรับปรุงและหลังปรับปรุง

แผนก	ระยะทางก่อนปรับปรุง (เมตร)	ระยะทางหลังปรับปรุง (เมตร)	*ผลต่าง (เมตร)
ขึ้นรูป 1	153	138	15
ขึ้นรูป 2	128	113	15
ขึ้นรูป 3	103	88	15
ขึ้นรูป 4	118	103	15
	รวม		60

*หมายเหตุ ผลต่างของระยะทางก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงคิดเป็นระยะเวลาต่อวัน

3.2 การนำเสนอออกแบบเครื่องมือช่วยในการผลิต

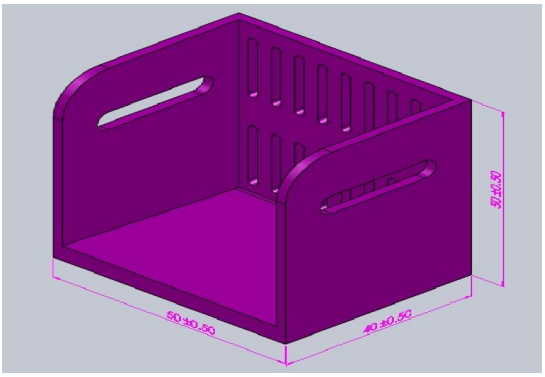
ในการศึกษาขั้นตอนการขึ้นรูปกระเบื้องดินขอพนักงานดำเนินการปั้นกระเบื้องให้ได้ขนาดตามแบบและตกแต่งให้สวยงามจำนวน 15-18 แผ่น จึงนำกระเบื้องที่ได้จากการขึ้นรูปไปตาก ดังแสดงในรูปที่ 9

พบว่าในระหว่างขั้นตอนการขึ้นรูปแล้วนำไปตากเป็นขั้นตอนที่มีการขนถ่ายมากที่สุด จำนวนเที่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 40 เที่ยวต่อวันต่อสถานีงาน รวมจำนวนเที่ยวในการขนถ่ายทั้งแผนกเฉลี่ยเท่ากับ 160 เที่ยวต่อวัน และในขั้นตอนนี้ไม่มีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยในการขนกระเบื้อง

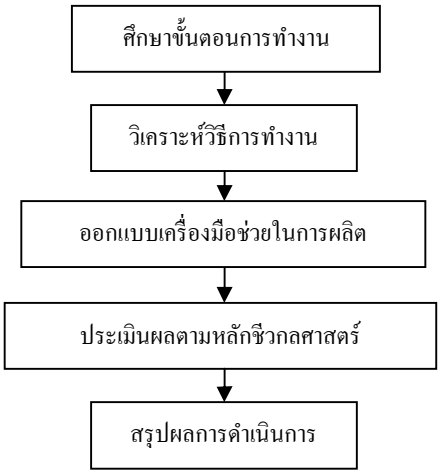
รูปที่ 9 ขั้นตอนการตากกระเบื้อง

จากการสำรวจสภาพการทำงานในปัจจุบันขั้นตอนการขนถ่ายกระเบื้องและตากกระเบื้อง พบว่าลักษณะของการทำงานของพนักงานเป็นการนั่งร้อยละ 80 และยืนร้อยละ 20 ทำให้เกิดความล้าจากการทำงานในการนำกระเบื้องมาตากจำนวนหลายเที่ยวต่อวัน ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บจากการทำงานในบริเวณเอว สะโพก และหลังส่วนล่าง ดังนั้นจึงดำเนินการออกแบบเครื่องมือช่วยในการผลิตเพื่อลดจำนวนเที่ยวในการขนถ่ายกระเบื้อง คือ ตะกร้าบรรจุกระเบื้อง ดังแสดงในรูปที่ 10

โดยการออกแบบขนาดตะกร้าบรรจุกระเบื้องมีแนวทางในการออกแบบ คือ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนถ่ายและช่วยในการทำงานของพนักงาน ซึ่งขั้นตอนในการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 11 เริ่มต้นจากกำหนดขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร และยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตร ซึ่งเกณฑ์การกำหนดขนาดความกว้างนั้นต้องการให้สามารถบรรจุกระเบื้องได้ 2 แถว และเกณฑ์กำหนดความยาวนั้นต้องมีขนาดยาวกว่าแผ่นกระเบื้องดินขอเล็กน้อย เพื่อป้องกันการไหลของกระเบื้องระหว่างการขนถ่าย ส่วนความสูงของตะกร้านั้นมีผลต่อปริมาณน้ำหนักการบรรจุกระเบื้องซึ่งต้องสัมพันธ์กับความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน เช่น เพศ ขนาดสัดส่วนของร่างกาย และท่าทางของร่างกาย [13] พบว่าพนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง น้ำหนักเฉลี่ย 50 กิโลกรัม และจากการทดลองเก็บข้อมูลเบื้องต้นปริมาณกระเบื้องที่พนักงานสามารถยกและไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 30-40 แผ่นต่อเที่ยว คิดเป็นน้ำหนัก 15 กิโลกรัม จึงใช้เป็นเกณฑ์ขั้นต้นสำหรับ การกำหนดสูงของตะกร้าเท่ากับ 15 เซนติเมตร

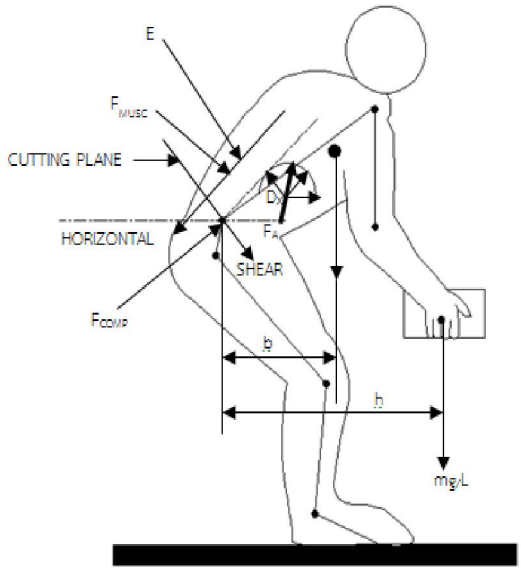


รูปที่ 10 ตะกร้าบรรจุกระเบื้อง



รูปที่ 11 ขั้นตอนการออกแบบเครื่องมือ

จากการออกแบบตะกร้าบรรจุกระเบื้องขั้นต้น จึงทำการทดสอบปริมาณน้ำหนักที่พนักงานดำเนินการยกเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อเที่ยวมีความเหมาะสมหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมต่อปริมาณน้ำหนักที่พนักงานดำเนินการยกหรือภาวะสถิตของการยกวัตถุ [14] โดยจำลองทางชีวกลศาสตร์ของหลังส่วนล่างในการยกของ ดังแสดงในรูปที่ 12 เพื่อคำนวณหาแรงที่กระทำกับกระดูกสันหลังบริเวณ L5/S1 [15]



รูปที่ 12 การจำลองทางชีวกลศาสตร์ของหลังส่วนล่างในการยกของ

F_{BW} = น้ำหนักส่วนบนของร่างกาย (3)

= มวลของร่างกาย x %มวลของร่างกาย [16] x ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก

= 50 x 0.51 x 9.81

= 250.16 นิวตัน

F_H = น้ำหนักของวัตถุที่ยก (4)

= น้ำหนักของวัตถุ x ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก

= 15 x 9.81

= 147.15 นิวตัน

F_M = แรงที่กล้ามเนื้อต้องกระทำเพื่อรักษาสมดุลในร่างกาย (5)

= (a+b)/c

a = ระยะห่างของแรงวัดจากร่างกายส่วนบนถึงจุดศูนย์กลางของหมอนรองกระดูก L5/S1 (เซนติเมตร) x น้ำหนักส่วนบนของร่างกาย (นิวตัน)

b = ระยะห่างของแรงวัดจากวัตถุถึงจุดศูนย์กลางของหมอนรองกระดูก L5/S1 (เซนติเมตร) x น้ำหนักส่วนบนของวัตถุ (นิวตัน)

c = ระยะห่างของแขนโมเมนต์ที่เกิดจากแรงดึงของกล้ามเนื้อหลังส่วนใน (เซนติเมตร)

$$= \frac{(23 \times 250.16)+(60 \times 147.15)}{5.3}$$

= 2,751.45 นิวตัน

ดังนั้น

สมดุลแรงในแนวขนาน (แรงกด: F_C)

$$F_C = F_M + (F_{BW} + F_H)\sin\theta \quad (6)$$

กำหนดให้มุมของระนาบผิวส่วนบนกระดูกสันหลังเท่ากับ 45^0

= 2751.45 + (250.16+147.15) sin 45

= 3,032.4 นิวตัน

สมดุลแรงในแนวดิ่ง (แรงเฉือน: F_S)

$$F_S = (F_{BW} + F_H) \cos\theta \quad (7)$$

= (250.16+147.15) cos 45

= 280.94 นิวตัน

จากการคำนวณด้วยวิธีชีวกลศาสตร์ พบว่าค่าแรงกด (F_C) ที่มีผลต่อข้อต่อกระดูกส่วนเอว มีค่าเท่ากับ 3,032.4 นิวตัน และแรงเฉือน (F_S) มีค่าเท่ากับ 280.94 นิวตัน โดยองค์กร NIOSH (National Institute for Occupation Safety and Health, Us) กำหนดให้ค่าแรงกดบนหมอนกระดูก L5/S1 [17] ที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต้องไม่เกิน 3,400 นิวตัน จากการคำนวณค่าแรงกดในการยกตะกร้าบรรจุกระเบื้องมีค่าเท่ากับ 3,032.4 นิวตัน ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ส่งผลให้การออกแบบตะกร้าบรรจุกระเบื้องได้ 30-40 แผ่นต่อเที่ยวมีความเหมาะสม ซึ่งจากการใช้อุปกรณ์ช่วยพนักงานสามารถตากกระเบื้องได้มากกว่าก่อนการดำเนินการปรับปรุง 2 เท่า ส่งผลให้ลดระยะทางและเวลาการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระยะทางและเวลาก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

หัวข้อ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง (ต่อวัน)
ระยะทาง (เมตร)	960	480	480
เวลา (นาที)	184	144	40

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าระยะทางจากการปรับปรุง (คิดรวม 4 สถานีงาน) ลดลง 480 เมตรหรือ 1 เท่าจากเดิม คิดจากจำนวนเที่ยวเดิม 160 เที่ยวต่อวัน เหลือ 80 เที่ยวต่อวัน และระยะเวลาในการตากกระเบื้องดินขอก่อนปรับปรุง 184 นาที (การตากต่อครั้งเท่ากับ 68 วินาที) ระยะเวลาการตากกระเบื้องดินขอหลังปรับปรุง 144 นาที (การตากต่อครั้งเท่ากับ 110 วินาที)

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตกระเบื้องดินขอพบว่า

1. แนวทางการปรับผังการผลิตด้วยวิธี CORELAP สามารถลดระยะทางได้ 60 เมตรต่อวัน คิดเป็น 12% จากระยะทางการขนถ่ายก่อนปรับปรุง

2. แนวทางการออกแบบใช้เครื่องมือช่วยในการผลิตสามารถลดระยะทางได้ 480 เมตรต่อวัน คิดเป็น 50% จากระยะทางการขนถ่ายก่อนปรับปรุง และระยะเวลาในการตากกระเบื้องได้ 40 นาทีต่อวัน คิดเป็น 22% จากระยะเวลาในการตากกระเบื้องก่อนปรับปรุง

ดังนั้นสามารถลดระยะทางทั้งหมดหลังจากการปรับปรุงเท่ากับ 540 เมตรต่อวัน และลดระยะเวลาในกระบวนการตากกระเบื้องได้ 40 นาทีต่อวัน

อย่างไรก็ตามการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยปรับผังการผลิตด้วยวิธี CORELAP และ การออกแบบเครื่องมือช่วยในการผลิต จะสามารถลดระยะทางการขนถ่าย และระยะเวลาลงได้แต่ยังไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุด ควรมีการปรับปรุงวิธีการทำงานและออกแบบเครื่องมือช่วยในการผลิตเพิ่ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานอย่างต่อเนื่อง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์แก้วประเสริฐ สอนมะณี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ เป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณนายเพ็ก ศรีสุพรรณทอง เจ้าของโรงงานผลิตกระเบื้องดินขอผู้ให้ข้อมูลในการผลิตกระเบื้องดินขอ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Laos data center Khon Kaen University, “Laos Information”, Available: http://laos.kku.ac.th /index.php?option=com_content&task=view&id= 870& Itemid=1, 20 August 2014. (in Thai)

[2] R. Meller and K. Gua, “The Facility Layout Problem: Recent and Emerging Trends and Perspectives”, Journal of Manufacturing Systems 15(5), 1996, pp. 351-366.

[3] L. Galbraith and W. Miller, “A multifactor approach to selecting computer generated electronics assembly facility layouts”, Computer and Industrial Engineering 18, 1990, pp. 1-11.

[4] S. Ghosh and B. Sarkar, “Cost optimization by Genetic algorithms technique for Y-Oscillatory plant layout”, African Journal of Business Management 5, 2011, pp. 4078-4086.

[5] Li Weng, “Efficient and flexible algorithms for Plant layout algorithms”, Dissertation, Department of Industrial and Management System Engineering, West Virginia University, USA. 1999.

[6] S. Tangphotitam, “Productivity Improvement in Latex Production”, Proceeding of the 16th Conference Industrial Engineering Networks, Bangkok, Thailand, 2007, pp.142-148.

[7] S. Tangtivarat, “Implementation of lean concept to rubber – product production process”, master thesis, Faculty of Engineering, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. 2012.

[8] B. Khamoon, “An Efficiency Improvement of Cigarette rolling and packing”, master thesis, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok. 2002.

[9] J. Thomskins, J. White, Y. Bozer and J. Tachoco, “Facilities Planning (3rd ed)”, John Wiley & Sons Inc, 2003.

[10] J. Moore, “Plant Layout and Design”, Macmillan Publishing Co.Inc, 1959.

[11] P. Pheerapattana, “Plant Layout and Equipment”, Khonkaen University Publishers, Khonkaen, 2005. (in Thai)

[12] S. Heragu, “Facilities Design (1st ed)”, International Thomson Plubishing Inc, 1997.

[13] V. Vijakan, N. Yodpijit and S.Limnorarat, “Ergonomic Assessment for Lifting Tasks in Automotive Parts Manufacturing” , Proceeding of the 21th Conference Industrial Engineering Networks, Bangkok, Thailand, 2012, pp.492-502.

[14] B. Limwanich and N. Charoenchai, “Biomechanical Analysis of Workstation Improvement in Actuator Arm Damper Assembly of Hardisk Drive Industry”, KKU Engineering Journal 38, 2011, pp. 83-91. (in Thai)

[15] D. Chaffin, G. Andersson and B. Martin, “Occupational Biomechanics”. John Wiley & Sons Inc, 2006.

[16] K. Intharanon, “Ergonomic”, Chulalongkorn University Publishers, Bangkok, 2005. (in Thai)

[17] National Institute for Occupation Safety and Health (NIOSH), “Work practice guide for manual lifting”, US Dept. of Health and Human Services, 1981, pp. 81-122.