

การจัดผังการผลิตด้วยเทคโนโลยีกลุ่ม สำหรับโรงงานผลิตเครื่องมือแพทย์

Production Layout Using Group Technology for a Medical Device Factory

รติพล จันทร์แพง, มานิตา ธรรมเจริญ และชูศักดิ์ พรสิงห์*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ถนนราชมรรคาใน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

Ratiphon Chanphaeng, Manita Thumjaroen and Choosak Pornsing*

Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering, Silpakorn University,
Sanamchandra Palace Campus, Rajamankha Nai Road, Muang, Nakhon Pathom 73000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงการจัดวางเครื่องจักร โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกลุ่มในการปรับปรุงผังการผลิต และประเมินกำลังการผลิตตามผังการผลิตแบบใหม่ได้ด้วยรูปแบบคอขวดของโรงงานผลิตเครื่องมือแพทย์ตัวอย่าง โดยเลือกกระบวนการผลิตหลอดเก็บเลือด เนื่องจากพบปัญหากระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง ระยะเวลาการลำเลียงชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อน ระยะเวลาการจัดเตรียมการผลิตและเปลี่ยนกระบวนการผลิตใช้เวลานาน การวิจัยครั้งนี้เริ่มจากการจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์ 8 กลุ่ม จัดวางแผนผังเครื่องจักรจำนวน 22 เครื่อง จัดทำแผนภาพการไหลของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต จัดกลุ่มตามหลักการของเทคโนโลยีกลุ่ม และแก้ไขปัญหาคอขวดตามหลักการของรูปแบบคอขวด ผลการวิจัยพบว่าก่อนการปรับปรุงการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ไม่สัมพันธ์กับเครื่องจักร การใช้ประโยชน์การผลิตแบบยืดหยุ่นอยู่ที่ 12.07 % หลังการจากการปรับปรุงพบว่าสามารถจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรที่สัมพันธ์กันได้เป็น 3 กลุ่ม โดยจากการคำนวณผลิตภัณฑ์มีจำนวนการผลิตเพิ่มขึ้น 3,960 ชุด/เดือน การใช้ประโยชน์การผลิตแบบยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นเป็น 44.04 % และเมื่อปรับปรุงพื้นที่การทำงานจริงจากการลงทุน 2,066,666.67 บาท สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีจำนวนการผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3,771 ชุด/เดือน และมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ 82.11 % โดยสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 15 เดือน

คำสำคัญ : เทคโนโลยีกลุ่ม; รูปแบบคอขวด

Abstract

The aim of this study was to organize the machines of medical devices factory by applying of group technology to reform production layout and assess production capacity through latest

production layout in part of blood collection tube production with the bottleneck model. Owing to the discontinuous process problem, the long range material handling problem and the complicated product design, the preparation processes or changing production takes so long time. The study started with the classification of 8 product groups. Then, the layout diagram of 22 machines was provided. After that, flowchart of the continuous process, group management (based on group technology principal) and the problem solving by using bottleneck model was exploited. The results showed that, before improvement, the part handling was not relate to the machine layout and the utilizing of flexible manufacturing was 12.07 %. As the improved process based on the bottleneck model, the results showed that it could categorized product groups and the related machines into 3 groups. The amount of products increased 3,960 pieces/month. The utilization of flexible manufacturing is increased to 44.04 %. The investment in real working area improvement with 2,066,666.67 Baht, which is increased average amount of products by 3,771 pieces/month and the return of investment rate is 82.11 % with 15 months payback period.

Keywords: group technology; bottleneck model

1. บทนำ

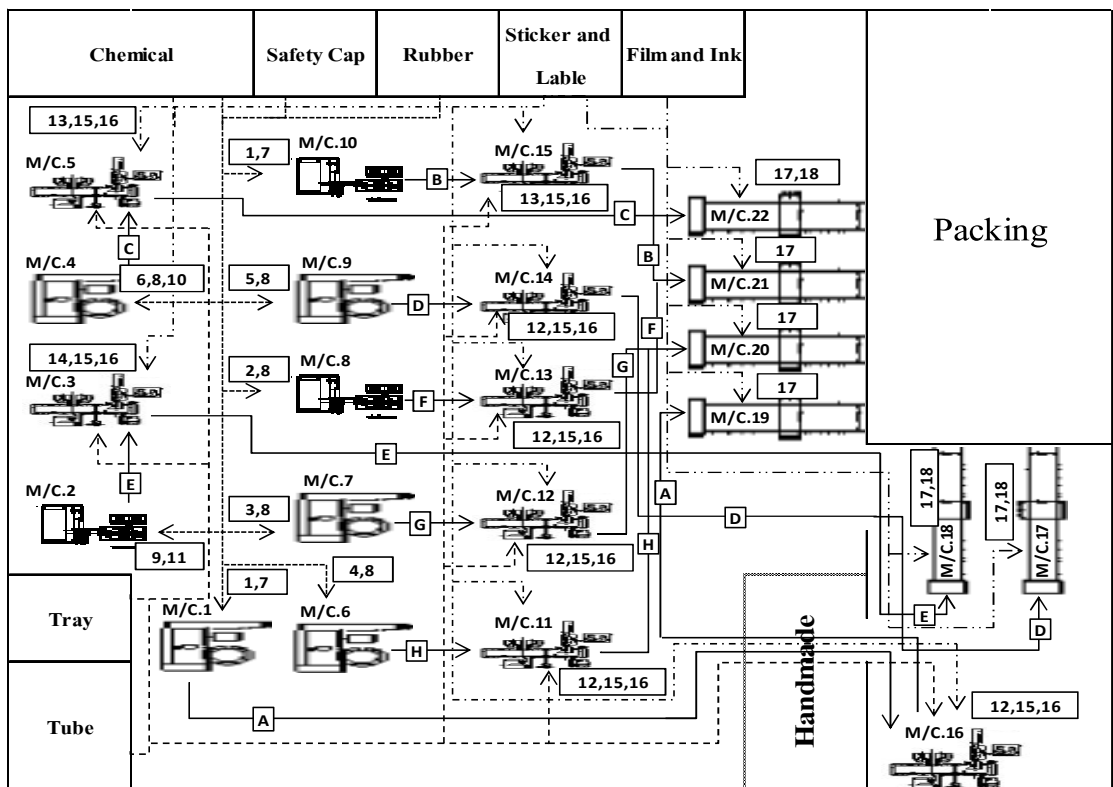
ช่วงปี พ.ศ. 2544-2643 องค์การสหประชาชาติ ได้คาดการณ์ว่าโลกจะเข้าสู่ศตวรรษแห่งสังคมผู้สูงอายุ โดยสังคมผู้สูงอายุแต่ละประเทศจะแตกต่างกันออกไป ตามสภาพแวดล้อมของ เช่น การพัฒนาทางเศรษฐกิจ การพัฒนาทางการแพทย์และโภชนาการ ซึ่งในประเทศไทยได้ประกาศเป็นสังคมผู้สูงอายุตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 [1] ภายได้คำจำกัดความว่า “สังคมผู้สูงอายุ คือ สังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่า 10 % ซึ่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป 10.4 %” และได้เตรียมให้การสนับสนุนธุรกิจอุตสาหกรรมสำหรับผู้สูงอายุเพื่อรองรับการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ และอุตสาหกรรมเครื่องมือที่ใช้ทางการแพทย์ ก็เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุน ถือเป็นสิ่งที่ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญและพร้อมที่จะดูแลสังคมผู้สูงอายุที่กำลังจะมาถึง

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาโรงงานตัวอย่างซึ่งเป็นโรงงานเครื่องมือแพทย์ในเครือของประเทศญี่ปุ่น

ซึ่งมีชื่อเสียงในการผลิตผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์มากกว่า 30 ปี และคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Board of Investment, BOI) ได้ให้การส่งเสริมการลงทุนด้วยทุนจดทะเบียน 2,600 ล้านบาท สำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์หลอดเก็บเลือด (blood collection tube) ในโรงงานเครื่องมือแพทย์ตัวอย่างมาใช้ในการวิจัย ผลิตภัณฑ์นี้ใช้สำหรับเก็บเลือดโดยใช้เข็มชนิดปลายแหลมทั้งสองด้าน ปลายเข็มด้านหนึ่งใช้เจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ ส่วนปลายอีกด้านใช้สำหรับแทงจุกยางของหลอดสุญญากาศที่ใช้เก็บเลือด เมื่อเจาะเลือดได้แล้วให้ใช้หลอดสุญญากาศแทงปลายอีกด้าน ความดันของเลือดจะทำให้เลือดไหลเข้าสู่หลอดเก็บเลือดตามปริมาณของการดูดสุญญากาศฉีดเข้าเส้นเลือดดำ ด้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องเข้าสู่ร่างกาย จึงต้องดูแลและควบคุมผลิตภัณฑ์เป็นพิเศษ ดังนั้นผู้ผลิตจึงได้ให้ความสำคัญเป็นพิเศษในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยให้มีชีวิตที่ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า

แรกเริ่มโรงงานตัวอย่างได้จัดวางพื้นที่ฝั่งเครื่องจักรแบบตามขนาดของพื้นที่ที่มีอยู่ โดยไม่ได้แบ่งแยกการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ ไม่ได้วางแผนการเพิ่มเครื่องจักรในอนาคต เมื่อเครื่องจักรมีจำนวนเพิ่มขึ้นทำให้พื้นที่และการจัดวางเครื่องจักรในปัจจุบันพบปัญหากระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง ระยะทางการลำเลียงชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อน ระยะเวลาการจัดเตรียมการผลิตและเปลี่ยนกระบวนการผลิตใช้เวลานาน มีปัญหาคอขวด (bottleneck) เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 1 จากแผนภาพการไหลของกระบวนการผลิต โดยยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่ม A เริ่มต้นการผลิตด้วยเครื่องจักรที่ 1 เมื่อผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วจะถูกเคลื่อนย้ายไปผลิตเพื่อการประกอบที่เครื่องจักร 16 ซึ่งมีระยะห่างกันมาก และขั้นตอนสุดท้ายจะเคลื่อนย้ายย้อนกลับไปที่ห้องหุ้มด้วย

ฟิล์มที่เครื่องจักร 19 ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีกลุ่ม (group technology) [2,3] และรูปแบบคอขวด (bottleneck model) [4-6] เข้ามาช่วยจัดการในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ตั้งแต่การกำหนดชื่อและลำดับของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ การสร้างกลุ่มของแต่ละผลิตภัณฑ์ การจัดวางแผนฝั่งเครื่องจักร การจัดทำแผนภาพการไหลของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต การกำหนดชื่อและลำดับของเครื่องจักร การจัดกลุ่มตามหลักการของ rank order clustering technique โดยการคำนวณและกำหนดค่าของ binary value and decimal equivalent และจัดกลุ่มตามลำดับของ rank หลังจากนั้นก็คำนวณการหาระยะทางและเวลาที่มีประสิทธิภาพ และการแก้ไขปัญหาคอขวดตามหลักการของรูปแบบคอขวด



รูปที่ 1 แผนภาพการไหลของกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุง

2. วัตถุประสงค์

2.1 จัดกลุ่มผลิตภัณฑ์จำนวน 8 กลุ่ม และจัดวางเครื่องจักรจำนวน 22 เครื่อง โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกลุ่มในการปรับปรุงผังการผลิต

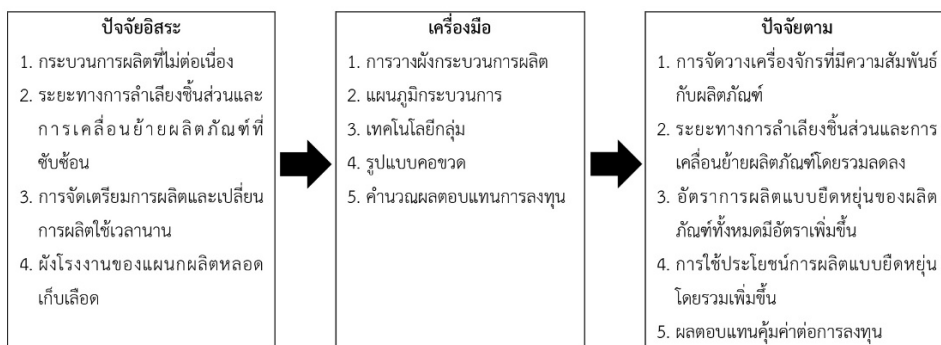
2.2 ออกแบบการจัดวางเครื่องจักรเพื่อประเมินกำลังการผลิตตามผังการผลิตแบบใหม่ได้ด้วยรูปแบบคอขวด

3. สมมติฐานของงานวิจัย

3.1 การใช้เทคโนโลยีกลุ่มสามารถทำให้เกิดความสมดุลที่มีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

3.2 สามารถใช้รูปแบบคอขวดในการแก้ไขปัญหาคอขวดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. กรอบการวิจัย



รูปที่ 2 กรอบการวิจัย “การจัดผังการผลิตด้วยเทคโนโลยีกลุ่มสำหรับโรงงานผลิตเครื่องมือแพทย์”

5. การดำเนินงานวิจัย

5.1 ศึกษาสภาพโรงงานตัวอย่าง รายละเอียดของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ และเครื่องจักรที่ใช้ผลิตในปัจจุบัน

5.1.1 สภาพโรงงานตัวอย่าง มีจำนวนพนักงานประมาณ 5,000 คน แบ่งระบบการจัดการออกเป็น 7 ฝ่าย และแยกเป็นแผนกต่าง ๆ จำนวน 30 แผนก ในที่นี้ 4 ฝ่าย จะเป็นในส่วนของการผลิตและแบ่งออกเป็น 16 แผนกผลิต สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยผลิตภัณฑ์ของแผนกผลิตหล่อเก็บเลือด

5.1.2 รายละเอียดของผลิตภัณฑ์หล่อเก็บเลือด ใช้สำหรับเก็บเลือด โดยมีส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 3

5.1.3 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีจำนวนทั้งหมด 22 เครื่อง แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ โดยมีรายละเอียดของเครื่องจักรและการผลิตดังนี้

(1) กระบวนการที่ 1 cap assembly machine มีจำนวน 8 เครื่อง เป็นขั้นตอนแรกของการผลิตโดยเป็นกระบวนการประกอบจุกปิดหล่อเก็บ

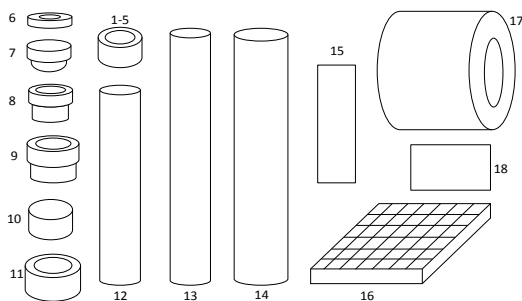
(2) กระบวนการที่ 2 collection tube assembly machine มีจำนวน 8 เครื่อง การผลิตขั้นต่อมาเป็นขั้นตอนการประกอบชุดหล่อเก็บ

(3) กระบวนการที่ 3 seal machine มีจำนวน 6 เครื่อง ขั้นตอนสุดท้ายเป็นขั้นตอนการนำชุดหล่อเก็บเลือดห่อคลุมด้วยฟิล์มเพื่อป้องกันการปนเปื้อนต่าง ๆ

5.2 การออกแบบการทดลองตามหลักการของเทคโนโลยีกลุ่มและรูปแบบคอขวด

5.2.1 การแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 8 ประเภท ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 8 กลุ่ม ตามคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ดังนี้

(1) กลุ่ม A เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศ



รูปที่ 3 ส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์หลอดเก็บเลือด : (1) = safety cap - RD จุกปิดชั้นนอกสีแดงสำหรับหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของเลือดขณะเปิด-ปิด (2) = safety cap - BE จุกปิดชั้นนอกสีฟ้าสำหรับหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของเลือดขณะเปิด-ปิด (3) = safety cap - GY จุกปิดชั้นนอกสีเทาสำหรับหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของเลือดขณะเปิด-ปิด (4) = safety cap - GN จุกปิดชั้นนอกสีเขียวสำหรับหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของเลือดขณะเปิด-ปิด (5) = safety cap - VT จุกปิดชั้นนอกสีม่วงสำหรับหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของเลือดขณะเปิด-ปิด (6) = cap - RY วงแหวนสีเหลืองสำหรับประกอบเข้ากับจุกปิดชั้นนอก 2 ชั้น สีแดง (7) = rubber cap จุกยางสำหรับประกอบเข้ากับจุกปิดชั้นนอกสีแดงของหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร

ป้องกันการรั่วซึมของของเหลวและอากาศ (8) = rubber stopper - M จุกปิดชั้นในสำหรับประกอบเข้ากับจุกปิดชั้นนอกของหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร เป็นยางปิดได้สนิทไม่มีการรั่วซึมของของเหลวและอากาศ สามารถป้องกันการสัมผัสเลือดหรือละอองเลือด (aerosol) ในขณะเปิด-ปิดจุกหลอด (9) = rubber stopper - L จุกปิดชั้นในสำหรับประกอบเข้ากับจุกปิดชั้นนอกของหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร เป็นยางปิดได้สนิทไม่มีการรั่วซึมของของเหลวและอากาศ สามารถป้องกันการสัมผัสเลือดหรือละอองเลือด (aerosol) ในขณะเปิด-ปิดจุกหลอด (10) = double safety cap - RY จุกปิดชั้นนอก 2 ชั้น สีแดงสำหรับหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของเลือดขณะเปิด-ปิด (11) = double safety cap - VT(L) จุกปิดชั้นนอกสีม่วงสำหรับหลอดเก็บเลือดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร เป็นพลาสติกช่วยป้องกันการฟุ้งกระจายของเลือดขณะเปิด-ปิด (12) = tube 13x75 mm. หลอดเก็บเลือด เป็นพลาสติกขนาด 13x75 มิลลิเมตร มีขีดและตัวเลขบอกปริมาตร ติดอยู่ที่ด้านข้างของหลอด (13) = tube 13x100 mm. หลอดเก็บเลือด เป็นพลาสติกขนาด 13x100 มิลลิเมตร มีขีดและตัวเลขบอกปริมาตร ติดอยู่ที่ด้านข้างของหลอด (14) = tube 16x100 mm. หลอดเก็บเลือด เป็นพลาสติกขนาด 16x100 มิลลิเมตร มีขีดและตัวเลขบอกปริมาตร ติดอยู่ที่ด้านข้างของหลอด (15) = code

sticker ฉลากแสดงรายละเอียดรุ่นของการผลิต วันหมดอายุและสามารถเขียนข้อมูลต่าง ๆ บนฉลากได้ ติดอยู่ที่ด้านข้างของหลอด (16) = package tray ภาชนะสำหรับบรรจุหลอดเก็บเลือด เป็นภาชนะพลาสติก ลักษณะเป็นช่องใส่จำนวน 50 ช่อง (17) = film roll ฟิล์มสำหรับปิดคลุมหลอดเก็บเลือดที่บรรจุในภาชนะเพื่อป้องกันเชื้อโรค ฝุ่นละอองและการปนเปื้อน (18) = label ฉลากสำหรับพิมพ์แถบบันทึกข้อมูล (bar code and QR code)

ภาชนะขนาด 13×75 มม. จุกปิดสีแดงและมีสารกันเลือดแข็งตัว

(2) กลุ่ม B เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศขนาด 13×100 มม. จุกปิดสีแดงและมีสารกันเลือดแข็งตัว

(3) กลุ่ม C เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศขนาด 13×100 มม. จุกปิดเป็นแบบ 2 ชั้น สีแดง (วงแหวนสีเหลือง) ชั้นนอกเป็นพลาสติก ชั้นในเป็นยางและมีสารกันเลือดแข็งตัวชนิด clot activator and gel

(4) กลุ่ม D เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศขนาด 13×75 มม. จุกปิดเป็นแบบ 2 ชั้น สีม่วง ชั้นนอกเป็นพลาสติก ชั้นในเป็นยางและมีสารกันเลือดแข็งตัวชนิด K₂EDTA (spay dry)

(5) กลุ่ม E เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศขนาด 16×100 มม. จุกปิดเป็นแบบ 2 ชั้น สีม่วง ชั้นนอกเป็นพลาสติก ชั้นในเป็นยางและมีสารกันเลือดแข็งตัวชนิด K₃EDTA (spay dry)

(6) กลุ่ม F เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศขนาด 13×75 มม. จุกปิดเป็นแบบ 2 ชั้น สีฟ้า ชั้นนอกเป็นพลาสติก ชั้นในเป็นยางและมีสารกันเลือด

แข็งตัวชนิด 3.2 % sodium citrate

(7) กลุ่ม G เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศขนาด 13×75 มม. จุกปิดเป็นแบบ 2 ชั้น สีเทา ชั้นนอกเป็นพลาสติก ชั้นในเป็นยางและมีสารกันเลือดแข็งตัวชนิด potassium oxalate and sodium fluoride

(8) กลุ่ม H เป็นหลอดพลาสติกสุญญากาศขนาด 13×75 มม. จุกปิดเป็นแบบ 2 ชั้น สีเขียว ชั้นนอกเป็นพลาสติก ชั้นในเป็นยางและมีสารกันเลือดแข็งตัวชนิด lithium heparin

5.2.2 แบ่งกลุ่มของเครื่องจักรเป็น 3 กลุ่มตามลำดับการจัดวางเครื่องจักรในปัจจุบันจำนวน 22 เครื่อง ได้แก่ เครื่องจักรกลุ่ม safe cap อยู่ในกระบวนการ cap assembly machine เครื่องจักรกลุ่ม tube อยู่ในกระบวนการ collection tube assembly machine และเครื่องจักรกลุ่ม pack อยู่ในกระบวนการ seal machine

5.3 จัดความสัมพันธ์ของกลุ่มผลิตภัณฑ์และกลุ่มเครื่องจักร

นำผลิตภัณฑ์ทั้ง 8 กลุ่ม (กลุ่ม A-H) ที่ผ่านกระบวนการผลิตในกลุ่มเครื่องจักรเดียวกัน มาจัดให้อยู่ในกลุ่มความสัมพันธ์เดียวกัน

5.4 จัดความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์และกลุ่มเครื่องจักร

นำชิ้นส่วนของแต่ละผลิตภัณฑ์ทั้ง 18 ชิ้น (1-18) ที่ถูกกล่าเลียงเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ในเครื่องจักรเดียวกันมาจัดให้อยู่ในกลุ่มความสัมพันธ์เดียวกัน

5.5 เขียนแผนภาพการไหลของกระบวนการผลิต

ความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับเครื่องจักร ความสัมพันธ์ของเครื่องจักรกับชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ สามารถแสดงแผนภาพการไหลของกระบวนการผลิต

ดังรูปที่ 1 เมื่อนำความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับเครื่องจักร ความสัมพันธ์ของเครื่องจักรกับชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์มาเขียนแผนภาพการไหลทำให้ทราบถึงกระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง ระยะทางการลำเลียงชิ้นส่วนและเส้นทางที่ซับซ้อน

5.6 การปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักการของเทคโนโลยีกลุ่มและรูปแบบคอกขวด

เทคโนโลยีกลุ่มเป็นการผลิตชิ้นงานที่คล้ายกันและรวมกลุ่มกันเพื่อใช้ประโยชน์จากความคล้ายคลึงกันของชิ้นงานในการออกแบบและการผลิตชิ้นส่วน [2] เครื่องมือและเครื่องจักรจะถูกจัดกลุ่มตามชิ้นส่วนการผลิตที่มีความเหมือนกัน ทำให้ไม่เกิดการกระจายในการผลิต ซึ่งจะทำให้การผลิตเร็วขึ้น ระยะทางการขนถ่ายลำเลียงน้อยลง จำนวนงานที่รอการผลิตน้อยลง และเวลาการจัดเตรียมการเตรียมการผลิตน้อยลง

5.6.1 การจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรโดยวิธีการจัดลำดับกลุ่ม (grouping part and machines by rank order clustering, ROC)

การจัดความสัมพันธ์ของข้อมูลผลิตภัณฑ์และเครื่องจักร เพื่อจัดรูปแบบของเทคโนโลยีกลุ่ม โดยข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันจะใส่เลข 1 และกำหนดค่าของ binary value ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 8 กลุ่ม เริ่มตั้งแต่กลุ่มแรกจะมีค่า 2^0 ไปจนถึง 2^8 และคำนวณผลรวมของ decimal equivalent ในแต่ละเครื่องจักรที่ได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งการจัดลำดับกลุ่ม (ROC) มีขั้นตอนดังนี้

(1) ในแถวของเมทริกซ์อ่านชุดของ 1 และ 0 (รายการที่ว่าง = 0) จากซ้ายไปขวาเป็นเลขฐานสอง อันดับของแถวในลำดับมีค่าลดลงในกรณีที่มีอันดับแถวในลำดับเดียวกันมีค่าเท่ากันในเมทริกซ์ปัจจุบัน

(2) นับจากบนลงล่างเป็นลำดับของแถว

ตารางที่ 1 การจัดลำดับกลุ่มเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุง

		Binary Values									
		Product								Decimal Equivalent	Rank
Machine No.	Machine Name	BCT-RD75	BCT-RD100	BCT-RY100 R	BCT-VT75R	BCT-VT100 R	BCT-BE75	BCT-GY75	BCT-GN75		
		A	B	C	D	E	F	G	H		
1	Safe Cap 1	1								128	1
2	Double Safe Cap 5					1				8	13
3	Tube 8					1				8	14
4	Double Safe Cap 4			1						32	7
5	Tube 7			1						32	8
6	Safe Cap 3								1	1	21
7	Safe Cap 4							1		2	19
8	Safe Cap 5						1			4	16
9	Double Safe Cap 3				1					16	10
10	Safe Cap 6		1							64	5
11	Tube 9								1	1	22
12	Tube 3							1		2	20
13	Tube 4						1			4	17
14	Tube 5				1					16	11
15	Tube 6		1							64	6
16	Tube 10	1								128	2
17	Pack 7 (Barcode)				1					16	12
18	Pack 4 (QR Code)					1				8	15
19	Pack 2	1								128	3
20	Pack 5							1	1	3	18
21	Pack 6		1				1			68	4
22	Pack 3 (QR Code)			1						32	9

แถวเดียวกับลำดับที่กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้าหรือไม่ ถ้าใช่ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 7 ถ้าไม่ใช่ให้ทำตามขั้นตอนต่อไป

(3) เรียงลำดับแถวในชิ้นงาน-เครื่องจักรของเมทริกซ์โดยการลดลำดับ เริ่มต้นจากด้านบน

(4) ในแต่ละคอลัมน์ของเมทริกซ์ อ่านชุดของ 1 และ 0 (รายการที่ว่าง = 0) จากบนลงล่างเป็นเลขฐานสอง อันดับคอลัมน์ในลำดับที่มีค่าลดลง ในกรณีที่เท่ากัน อันดับคอลัมน์ในลำดับเดียวกันก็อยู่ในเมทริกซ์ปัจจุบัน

(5) นับจากซ้ายไปขวาเป็นลำดับของคอลัมน์เดียวกับลำดับที่กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้าหรือไม่ ถ้าใช่ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 7 ถ้าไม่ใช่ให้ทำตามขั้นตอนต่อไป

(6) เรียงลำดับคอลัมน์ในชิ้นงาน-เครื่องจักรของเมทริกซ์โดยรายการเหล่านั้นในการลดลำดับเริ่มต้นด้วยคอลัมน์ด้านซ้าย ไปที่ขั้นตอนที่ 1

(7) หยุด

เมื่อทำการปรับปรุงโดยแบ่งกลุ่มเครื่องจักรจากค่า decimal equivalent และจัดลำดับเครื่องจักรตามค่าของ rank แล้ว สามารถแบ่งกลุ่มเครื่องจักรได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดลำดับกลุ่มเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง

Machine No.	Machine Name	Product								Binary Values
		BCT-RD75	BCT-RD100	BCT-BE75	BCT-RY100R	BCT-VT75R	BCT-VT100R	BCT-GY75	BCT-GN75	
		A	B	F	C	D	E	G	H	
1	Saif Cap 1	1								2097152
16	Tube 10	1								1048576
19	Pack 2	1								524288
21	Pack 6		1	1						262144
10	Saif Cap 7		1							131072
15	Tube 6		1							65536
8	Saif Cap 5			1						32768
13	Tube 4			1						16384
4	Double Saif Cap 4				1					8192
5	Tube 7				1					4096
22	Pack 3 (QR Code)				1					2048
9	Saif Cap 6					1				1024
14	Tube 5					1				512
17	Pack 7 (Barcode)					1				256
2	Double Saif Cap 5						1			128
3	Tube 8						1			64
18	Pack 4 (QR Code)						1			32
20	Pack 5							1	1	16
7	Saif Cap 4							1		8
12	Tube 3							1		4
6	Saif Cap 3								1	2
11	Tube 9								1	1
Decimal Equivalent		3670016	458752	311296	14336	1792	224	28	3	

5.6.2 การประเมินกำลังการผลิตด้วยรูปแบบคอขวด

Bottleneck Model คือ รูปแบบของกระบวนการผลิตที่มีรอบเวลาช้าที่สุดหรือกำลังการผลิตต่ำที่สุด เป็นผลมาจากความแตกต่างของกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอน ส่งผลต่อการวางแผนการส่งให้กับลูกค้า ทำให้เกิดเวลาสูญเปล่า วางงาน หรือเกิดงานสะสม โดยถ้าเครื่องจักรใดมีอัตราการผลิตต่ำสุดเครื่องจักรนั้นจะเป็นคอขวด งานระหว่างกระบวนการมีปริมาณมากในขั้นตอนใด ขั้นตอนนั้นเป็นคอขวด

และถ้าระบบการผลิตมีความไวมาก ส่งผลให้เกิดอัตราการผลิตที่สูงมากในขั้นตอนใด ขั้นตอนต่อไปที่รับงานจะเป็นคอขวด

การประเมินการผลิตด้วยรูปแบบคอขวด เริ่มจากกำหนดผลิตภัณฑ์ (j) การดำเนินงาน (k) หน้าที่งาน สถานีงาน (i) เวลาของกระบวนการ (t_{ijk}) และความถี่ของการดำเนินงาน (f_{ijk}) เพื่อจัดรูปแบบคอขวด ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

(1) ภาระเฉลี่ยงานในแต่ละสถานี เพื่อคำนวณปริมาณงานที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานี ดังสมการที่ 1 คือ $WL_i = \sum_i \sum_k t_{ijk} f_{ijk} p_j$ โดย t_{ijk} คือ เวลาการดำเนินงาน k ในกระบวนการ j ที่สถานี i (นาทื), f_{ijk} คือ ความถี่การดำเนินงาน k ในผลิตภัณฑ์ j ที่สถานี i , P_j คือ อัตราส่วนการผสมผสานชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ (part mix) สำหรับผลิตภัณฑ์ j โดยกำหนดให้การผสมผสานของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในระบบเท่ากับ 1 ($\sum_{j=1}^p p_j = 1.0$), p คือ จำนวนการผสมผสานชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่แตกต่างกัน

(2) คำนวณค่าเฉลี่ยของจำนวนการเคลื่อนย้าย สำหรับสถานีที่มีการขนย้ายผลิตภัณฑ์ ดังสมการที่ 2 คือ $n_t = \sum_i \sum_j \sum_k f_{ijk} p_j - 1$

(3) หาภาระการทำงานของระบบ ดังสมการที่ 3 คือ $WL_{n+1} = n_t t_{n+1}$ โดย n_t คือ จำนวนของการเคลื่อนย้าย, t_{n+1} คือ เวลาการเคลื่อนย้าย (นาทื) เพื่อคำนวณปริมาณงานที่เกิดขึ้นในสถานีที่มีการขนย้ายผลิตภัณฑ์

(4) หาสถานีคอขวดของระบบ ดังสมการที่ 4 คือ $WL_s = WL_i / S_i$ โดย S_i คือ จำนวนของผู้ให้บริการสำหรับสถานี i เป็นการหาค่าสูงสุดของอัตราส่วนระหว่างสถานีทั้งหมด ทำให้ทราบภาระงานสูงสุดของผู้ให้บริการ

(5) หาอัตราการผลิตแบบยืดหยุ่นสูงสุด

ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด โดย $R^*_p = \frac{s^*}{WL^*}$ กำหนดให้ WL^*, s^* และ t^* คือ ภาระงานที่เหมือนกัน จำนวนของผู้ให้บริการและเวลาการดำเนินงานสำหรับสถานที่เป็นคอขวด

(6) คำนวณอัตราการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังสมการที่ 6 คือ $R^*_{pj} = p_j R^*_p$ โดย p_j คือ อัตราส่วนของการผสมผลิตภัณฑ์สำหรับรูปแบบผลิตภัณฑ์ j

(7) คำนวณการใช้ประโยชน์เฉลี่ยของแต่ละสถานีการทำงาน ดังสมการที่ 7 คือ $U_i = \frac{WL_i}{s_i} (R^*_p)$

(8) คำนวณการใช้ประโยชน์การผลิตแบบยืดหยุ่นรวม ดังสมการที่ 8 คือ $\bar{U}_s = \frac{\sum_{i=1}^n s_i U_i}{\sum_{i=1}^n s_i}$

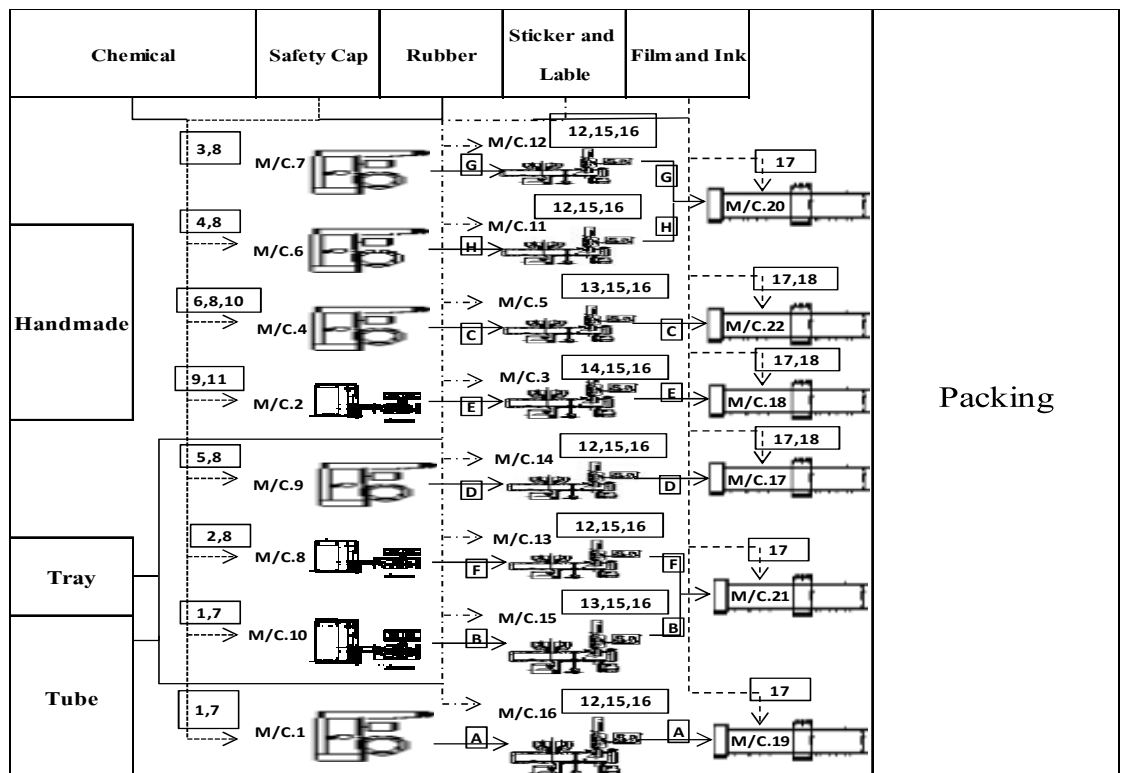
6. ผลการดำเนินงาน

ผลจากการใช้เทคโนโลยีกลุ่มในการจัดความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรสามารถแบ่งกลุ่มได้ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 3

จากความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์กับเครื่องจักรและความสัมพันธ์ของเครื่องจักรกับชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ทำให้สามารถแสดงแผนภาพการไหลของกระบวนการผลิตและแผนภูมิการประกอบผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุงได้ดังรูปที่ 4

ตารางที่ 3 การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์และเครื่องจักร

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เครื่องจักร
1	A, B, F	1, 8, 10, 13, 15, 16, 19, 21
2	C, D, E	2, 3, 4, 5, 9, 14, 17, 18, 22
3	G, H	6, 7, 11, 12, 20



รูปที่ 4 แผนภาพการไหลของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง

หลังการปรับปรุงการจัดผังการผลิตด้วยเทคโนโลยีกลุ่มในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบอัตราการผลิตที่ได้จริงก่อนและหลังการปรับปรุง โดยใช้ข้อมูลการผลิตระหว่างเดือนมกราคม

ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 เปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลการผลิตที่ได้จริงหลังปรับปรุง

เดือน (วันทำงาน)	อัตราการผลิตที่ได้จริง (ชุด)		
	พ.ศ. 2559	พ.ศ. 2560	ผลต่าง
มกราคม (29 วัน)	614,419	618,333	เพิ่มขึ้น 3,914
กุมภาพันธ์ (27 วัน)	572,855	576,483	เพิ่มขึ้น 3,628
ค่าเฉลี่ย/เดือน (28 วัน)	593,637	597,408	เพิ่มขึ้น 3,771

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าอัตราการผลิตที่ได้จริงมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3,771 ชุด/เดือน มีค่าน้อยกว่าผลตามการคำนวณที่ 30 วันทำงาน ซึ่งจะมีอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้น 3,960 ชุด/เดือน เนื่องจากการทำงานจริงมีจำนวนวันทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 28 วัน/เดือน จึงทำให้อัตราการผลิตที่ได้จริงเพิ่มขึ้นมีอัตราน้อยกว่าอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นตามการคำนวณ 189 ชุด/เดือน

7. สรุปผลการวิจัย

การดำเนินการตามหลักการจัดเทคโนโลยีกลุ่มพบว่าสามารถลดระยะเวลาการจัดเตรียมการผลิต ลดระยะทางการลำเลียงชิ้นส่วนและเส้นทางการไหลของผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suzic และคณะ [3] ได้ใช้หลักการจัดเทคโนโลยีกลุ่ม เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตของบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์พบว่าระยะเวลาการเตรียมการผลิตลดลง ความซับซ้อนของเส้นทางการลำเลียงชิ้นส่วนและระยะทางการลำเลียงชิ้นส่วนลดลง ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพโดยใช้รูปแบบคอกวดหลังการจัด

เทคโนโลยีกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่าอัตราการผลิตแบบยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมีอัตราเพิ่มขึ้น 5.5 ชุด/ชั่วโมง การใช้ประโยชน์การผลิตแบบยืดหยุ่น

ตารางที่ 5 อัตราการผลิตสูงสุดของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด R_p^* และการใช้ประโยชน์การผลิตแบบยืดหยุ่นโดยรวม $\bar{U}_s$

	ก่อน	หลัง	ผลต่าง
R_p^* (sets/hr)	1.7691	7.3529	5.5
$\bar{U}_s$ (%)	12.07	44.04	31.97

โดยรวมเพิ่มขึ้นจากเดิม 31.97 % สอดคล้องกับงานวิจัยของ Singholi และคณะ [5] ที่วิจัยกรณีศึกษาของบริษัทผลิตวาล์วในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่มีความยืดหยุ่นของการผลิตโดยใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลอง พบว่าอัตราการผลิตแบบยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 0.74 ชุด/ชั่วโมง เป็น 11.43 ชุด/ชั่วโมง และการใช้ประโยชน์การผลิตแบบยืดหยุ่นโดยรวมเพิ่มขึ้นจาก 88.53 % เป็น 99.99 % อัตราการผลิตจริงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อ

เดือนได้ 3,771 ชุด/เดือน ช่วงระยะเวลาในการคืนทุน 15 เดือน ผลประโยชน์สุทธิจากการดำเนินงาน 1,696,940 บาท/ปี

8. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยพบว่าการดำเนินงานวิจัยยังไม่มีมีการขยายผลถึงหน่วยงานอื่น หากมีการอธิบายถึงหลักการและประโยชน์ที่ได้รับให้พนักงานเข้าใจ จะทำให้พนักงานสามารถนำไปขยายผลสำหรับกระบวนการทำงานต่าง ๆ ได้ และการใช้หลักการของเทคโนโลยีกลุ่มและรูปแบบคอกขวดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในทุกกระบวนการของอุตสาหกรรม นอกจากนี้เนื่องจากปัญหาคอกขวดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา จึงควรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

9. รายการอ้างอิง

- [1] กรมสรรพากร, 2558, ก้าวสู่สังคมสูงอายุ : สังคมผู้สูงอายุ...ประเทศไทยพร้อมหรือยัง, น. สรรพากรสาส์น 2558: 87-97.
- [2] Groover, M.P., 2002, Chapter 15 Group Technology and Cellular Manufacturing, pp. 420-442, Textbook Automation,

Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing.

- [3] Suzić, N., Stevanov, B., Ćosić, I., Anišić, Z. and Sremčev, N., 2012, Customizing products through application of group technology: A case study of furniture manufacturing, J. Mechanic. Eng. 58: 724-731.
- [4] Groover, M.P., 2002, Chapter 16 Flexible Manufacturing System, pp. 460-487, Textbook Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing.
- [5] Singholi, A., Chhabra, D. and Ali, M., 2010, Towards improving the performance of flexible manufacturing system: A case study, J. Indust. Eng. Manag. 3: 87-115.
- [6] Kumar, B.S., Mahesh, V., Kumar, B.S., 2015, Modeling and analysis of flexible manufacturing system with FlexSim, Int. J. Computat. Eng. 5(10): 1-6.