

การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการหล่อ
กรณีศึกษา โรงงานผลิตอุปกรณ์สุขภัณฑ์

นายศักดิ์ดา ประสงค์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2552

IMPROVEMENT OF DIE CASTING PROCESS
A CASE STUDY OF FAUCET INDUSTRY

Mr. Sakda Pasingchob

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management
Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology
Academic Year 2009

ศักดิ์ดา ปะสิงขอบ : การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ
กรณีศึกษา บริษัทผลิตอุปกรณ์สุขภัณฑ์. อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์กิตติคุณ
อัมพิกา ไกรฤทธิ, 63 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ
โดยการใช้แผนผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart Diagram) ด้วยการวิเคราะห์
กระบวนการที่มีคุณค่า (Real Value Added : RVA) และกำจัดกระบวนการที่ไม่มีคุณค่า (Non
Value Added : NVA) ออกไป

ผลจากการจัดกระบวนการที่ไม่สร้างคุณค่าออกจากกระบวนการ สามารถลดเวลา
ทำงานจากเดิม 3,236 นาที เหลือ 2,614 นาที สามารถลดเวลาในการทำงานได้ 622 นาที
คิดเป็น 19.22 % ประสิทธิภาพ (Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 1 ชุด / 53.93 ชั่วโมง เป็น 1 ชุด /
43.5 ชั่วโมง ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นจาก 1.85 % เป็น 2.29 % กระบวนการ
ผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ (Die Casting) สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานได้ 4 ชั่วโมง 36 นาที
กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Core Box) สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานได้ 5 ชั่วโมง
45 นาที

ผลสรุปจากเดือน มกราคม ถึงเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2552 ทางแผนกผลิตแม่พิมพ์
สามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อได้ 25,652 บาท สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วน
เครื่องมือตัดในการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อได้ 553,333 บาท ในส่วนของแม่พิมพ์ทำไส้แบบสามารถ
ลดค่าใช้จ่ายในการผลิตแม่พิมพ์ได้ 16,165 บาท สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องมือตัดใน
การผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบได้ 240,950 บาท

บัณฑิตวิทยาลัย
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....



SAKDA PASINGCHOB : IMPROVEMENT OF DIE CASTING PROCESS :
 A CASE STUDY OF FAUCET INDUSTRY. ADVISOR : PROFESSOR EMERITUS
 AMPIKA KRAIRIT, 63 PP.

This Independent Study applied Flow Process Chart Diagram technique, with process analysis of Real Value Added (RVA) and Non Value Added (NVA), as a tool to improve die casting process for mould fabrication.

After removing Non Value Added processes, the processing time was decreased from 3,226 minutes to 2,614 minutes or 19.22%. Also, the productivity was increased from 1 unit / 53.93 hours to 1 unit / 43.5 hours. Operating efficiency increased from 1.85% to 2.29%. In addition, die casting processing time was decreased by 4 hours 36 minutes for normal mould fabrication and decreased by 5 hours 45 minutes for mould fabrication with core box.

To summarize the result from January till August 2009, Mould Fabrication Department could reduce the operating cost by 25,652 Baht and the cutting tool cost by 553,333 Baht. For mould fabrication with core box, operating cost was reduced by 16,165 Baht and the cutting tool cost by 240,950 Baht.

Graduate School

Student's Signature.....

Field of Study Industrial Management

Advisor's Signature.....

Academic Year 2009



กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยคำแนะนำที่ดีเป็นอย่างยิ่ง สำหรับการแก้ไข ปัญหาต่างๆ ในการทำสารนิพนธ์ โดย ศาสตราจารย์กิตติคุณ อัมพิกา ไกรฤทธิ ซึ่งเป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ อีกทั้งยังได้ทำการตรวจสอบข้อบกพร่องและแนะนำแก้ไข ให้มีความสมบูรณ์ จึงกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณเหมันต์ วิเศษสิงห์ และพี่ๆ เพื่อนๆ ร่วมชั้นเรียน ที่ให้คำปรึกษาและ ให้คำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณ บริษัท โกรเฮ้สยาม จำกัด และเพื่อนพนักงานแผนกผลิตแม่พิมพ์ ทุกๆ ท่าน ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ช่วยเหลือในด้านข้อมูลต่าง ๆ และให้ความ ร่วมมือ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ จนทำให้การศึกษาในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ทำให้มี โอกาสศึกษามาจนกระทั่งปัจจุบันนี้

นายศักดิ์ดา ปะสังชอบ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
 บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการทำสารนิพนธ์.....	4
ขอบเขตในการทำสารนิพนธ์.....	4
ขั้นตอนดำเนินการทำสารนิพนธ์.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสารนิพนธ์.....	4
ขั้นตอนของการทำสารนิพนธ์.....	5
2 หลักการพื้นฐาน การสำรวจเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
หลักการพื้นฐาน.....	6
การวัดและประเมินผล.....	13
เทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้.....	13
การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
3 วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์.....	19
ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตในโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....	19
ศึกษาที่มาของปัญหา สาเหตุของปัญหา.....	25
วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเครื่องมือทดลอง.....	25
ออกแบบวิธีการที่จะแก้ปัญหา กำหนดแนวทางที่เหมาะสม.....	30

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1	ระยะเวลาดำเนินการทำสารนิพนธ์..... 5
2	สัญลักษณ์และความหมายของกระบวนการ..... 13
3	Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ..... 27
4	Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ..... 28
5	เวลาการปฏิบัติงานจริงของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อและแม่พิมพ์ ทำไส้แบบ..... 29
6	เปรียบเทียบเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์..... 39
7	เปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ 40
8	Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ หลังการปรับปรุง.. 41
9	Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ หลังการ ปรับปรุง..... 42



สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	ก๊อกรน้ำชุดที่ใช้กับอ่างล้างหน้า (Basin).....	1
2	ก๊อกรน้ำชุดที่ใช้กับชุดล้างของสุภาพสตรี (Bidet)	2
3	ก๊อกรน้ำชุดที่ใช้กับอ่างอาบน้ำ (Bath).....	2
4	ก๊อกรน้ำชุดที่ใช้กับฝักบัว (Shower).....	3
5	แม่พิมพ์แบบแรงโน้มถ่วง (Gravity Die Casting).....	6
6	เครื่องเทแม่พิมพ์แบบแรงโน้มถ่วง (Gravity Die Casting).....	7
7	แม่พิมพ์แบบแรงดันต่ำ (Low Pressure Die Casting)	7
8	เครื่องเทแม่พิมพ์แบบแรงดันต่ำ (Low Pressure Die Casting).....	8
9	แม่พิมพ์แบบเบ้าเดียว (Single Core Box).....	9
10	เครื่องยิงไส้แบบแม่พิมพ์แบบเบ้าเดียว (Single Core Box).....	9
11	แม่พิมพ์แบบหลาย ๆ เบ้า (Bianchi Core Box).....	10
12	เครื่องยิงไส้แบบแม่พิมพ์แบบหลาย ๆ เบ้า (Bianchi Core Box)	10
13	แม่พิมพ์ที่ประกอบพร้อมกับไส้แบบ จาก Computer ฝ่าให้เห็นไส้แบบภายใน..	11
14	แม่พิมพ์ที่ประกอบพร้อมกับไส้แบบ จากลักษณะงานจริง.....	11
15	แม่พิมพ์ที่ประกอบพร้อมงานจริง.....	12
16	ชิ้นงานฝ่าให้เห็นภายใน.....	12
17	กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อและแม่พิมพ์ทำไส้แบบ.....	20
18	การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการทำงาน CAM.....	21
19	การตั้งค่า Parameter ใน Program.....	22
20	การทำโปรแกรมแต่ละกระบวนการ.....	22
21	การจำลองการเดินของมีดตัด (Tool Path).....	23
22	เครื่องจักร CNC Machining Center.....	23
23	การปรับแต่งแม่พิมพ์ทำไส้แบบ.....	24
24	การประกอบ Steel Core แม่พิมพ์เทหล่อ.....	25
25	แม่พิมพ์เทหล่อ แบบ Gravity Die Casting.....	26
26	แม่พิมพ์ทำไส้แบบ แบบ Roper Core Box.....	27
27	แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อ ด้าน Bush.....	31
28	แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อ ด้าน Pin.....	32

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
29	แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ใส่แบบ ด้าน Bush..... 33
30	แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ใส่แบบ ด้าน Pin..... 34
31	แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อ ด้าน Bush..... 35
32	แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อ ด้าน Pin..... 36
33	แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ใส่แบบ ด้าน Bush..... 37
34	แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ใส่แบบ ด้าน Pin..... 38



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมแม่พิมพ์มีการขยายตัวไปยังอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านยานยนต์ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องประดับ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องใช้ในครัวเรือน อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องใช้สำนักงาน อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางรวมถึงอาหารและยา อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตร อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสุขภัณฑ์ ซึ่งกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสุขภัณฑ์ ต้องใช้แม่พิมพ์ในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่นกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งชิ้นงานที่มีรูปร่างคล้ายกันทุกๆ ตัว และเป็นตามความต้องการของลูกค้า รวมถึงสามารถผลิตได้ครั้งละมากๆ โดยที่มีชิ้นงานเหมือนกันทุกชิ้น

สำหรับแม่พิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสุขภัณฑ์นั้น แม่พิมพ์จะมี 4 แบบ คือ แบ่งตามการใช้งานของสินค้าแต่ละประเภท ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีอยู่ 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ชุดที่ใช้กับอ่างล้างหน้า (Basin)



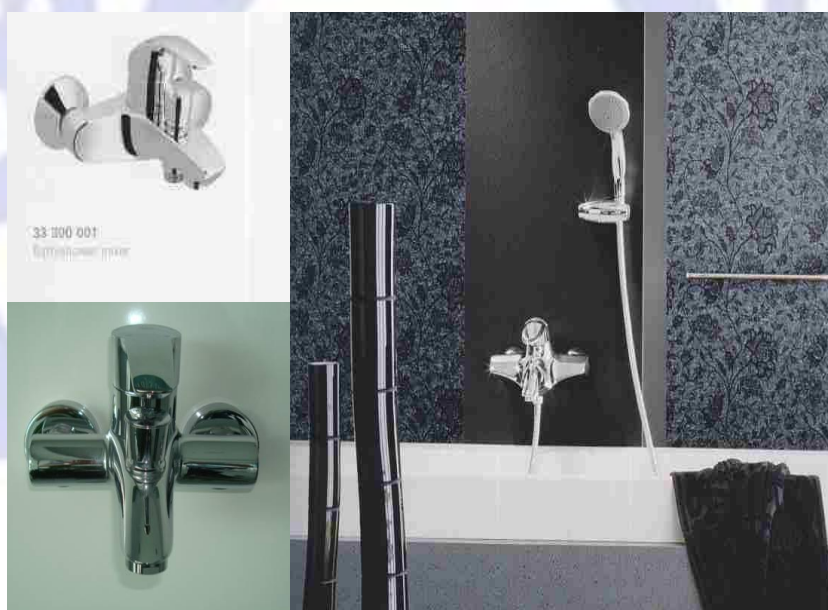
รูปที่ 1 ก๊อกน้ำชุดที่ใช้กับอ่างล้างหน้า (Basin)

2. ชุดที่ใช้กับชุดชำระล้างของสุภาพสตรี (Bidet)



รูปที่ 2 ก๊อกน้ำชุดที่ใช้กับชำระล้างของสุภาพสตรี (Bidet)

3. ชุดที่ใช้กับอ่างอาบน้ำ (Bath)



รูปที่ 3 ก๊อกน้ำชุดที่ใช้กับอ่างอาบน้ำ (Bath)

4. ชุดที่ใช้กับฝักบัว (Shower)



รูปที่ 4 ก๊อกน้ำชุดที่ใช้กับฝักบัว (Shower)

กระบวนการทำแม่พิมพ์จะแบ่งออกเป็นแม่พิมพ์ที่ทำไส้แบบ (Core Box) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แม่พิมพ์แบบเข้าเดียว (Roper Core Box) และแม่พิมพ์แบบหลายเข้า (Bianchi Core Box) ส่วนแม่พิมพ์ที่ทำการเทหล่อ (Die Casting) การเทหล่อก็มี 2 แบบ คือ แบบแรงโน้มถ่วง (Gravity Die Casting) และแบบใช้แรงดันต่ำ (Low Pressure Die Casting) จะเป็นกระบวนการหลักของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ แต่ในการผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ ยังมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์อื่นอีก อาทิเช่น กระบวนการทุบขึ้นรูป (Forging)

สำหรับโรงงาน ที่เป็นกรณีศึกษา เป็นโรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ ก๊อกน้ำประเภทต่างๆ ซึ่งมีกระบวนการต่างๆ ดังนี้ กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ (Tool Shop) กระบวนการเทหล่อ (Foundry) กระบวนการขึ้นรูปและตัดเกลียว (Machining) กระบวนการขัดเจียรผิว ขัดมันผิว (Grinding and Polishing) กระบวนการชุบ (Plating) กระบวนการประกอบและการบรรจุ (Assembly) ดังนั้นทางการจัดทำสารนิพนธ์ จึงพิจารณาเลือกกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญขององค์กร ซึ่งกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ ถ้าไม่ได้รับการควบคุมที่ดี อาจจะทำให้เกิดผลเสียหาย ทั้งนี้ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ ของทางโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ยังไม่มีการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิต ผู้จัดทำสารนิพนธ์มุ่งหวังว่า ทางโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา จะมีการปรับปรุงกระบวนการตามทฤษฎี และหลักการตามที่คุณจัดทำสารนิพนธ์ได้ ทำการศึกษา มา ซึ่งจะทำให้ลดการสูญเสียและทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการทำสารนิพนธ์

เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ โดยการขจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA = No Value Added) ออกจากกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ

ขอบเขตในการทำสารนิพนธ์

ทำการศึกษาและปรับปรุงเฉพาะกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเทหล่อ ซึ่งจะประกอบด้วย กระบวนการผลิตชิ้นงานเทหล่อ (Die Casting) และกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Core Box)

ขั้นตอนดำเนินการทำสารนิพนธ์

1. สำรวจถึงสถานะปัจจุบัน
2. ศึกษากระบวนการดำเนินงาน รวมถึงวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตในปัจจุบัน
3. วิเคราะห์การดำเนินงานของแผนกผลิตแม่พิมพ์ (Tool Shop)
 - 3.1 ศึกษากระบวนการผลิตของแผนกผลิตแม่พิมพ์
 - 3.2 ศึกษากระบวนการดำเนินงานของการปฏิบัติงานของแผนกผลิตแม่พิมพ์
4. ศึกษานำปัญหาและสาเหตุ
 - 4.1 ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
 - 4.2 หาวิธีการและแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์
5. ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ
6. สรุปผลการปรับปรุงปัญหาพร้อมแนวทางการแก้ไข
7. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสารนิพนธ์

แผนกผลิตแม่พิมพ์สามารถปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบตามทฤษฎีที่ได้นำเข้าไปประยุกต์ใช้ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานสูงสุดและสามารถตรวจสอบขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ทุกขั้นตอน

ขั้นตอนของการทำสารนิพนธ์

ตารางที่ 1 ระยะเวลาดำเนินการทำสารนิพนธ์

ลำดับ	รายละเอียด	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1	สำรวจถึงสถานะปัจจุบัน								
2	ศึกษาระบบการดำเนินงาน รวมถึงวิธีการปฏิบัติงาน ในกระบวนการผลิตในปัจจุบัน								
3	วิเคราะห์การดำเนินงานของ แผนก Tool Shop								
4	พิจารณาปัญหาและสาเหตุ								
5	ศึกษาและปรับปรุง กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ ในกระบวนการเทหล่อ								
6	สรุปผลการปรับปรุงปัญหา พร้อมแนวทางการแก้ไข								
7	จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์								



บทที่ 2

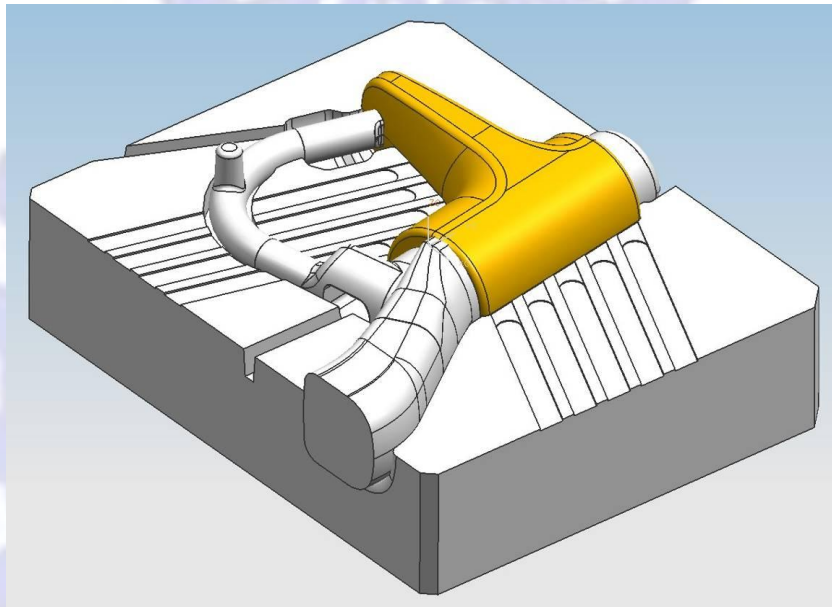
หลักการพื้นฐาน การสำรวจเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการพื้นฐาน

ในการดำเนินการทำสารนิพนธ์ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แม่พิมพ์เทหล่อ และแม่พิมพ์ทำไส้แบบ สำหรับแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ คือ แม่พิมพ์เทหล่อ และแม่พิมพ์ทำไส้แบบ

1. แม่พิมพ์เทหล่อ (Die Casting) แบ่งออกได้อีก 2 ประเภท คือ

1.1 แม่พิมพ์แบบอาศัยแรงโน้มถ่วง (Gravity Die Casting) เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับการเทหล่อ แบบใช้คนในการเทหล่อ แม่พิมพ์ประเภทนี้ จะใช้กับงานที่มีเบาเดียว

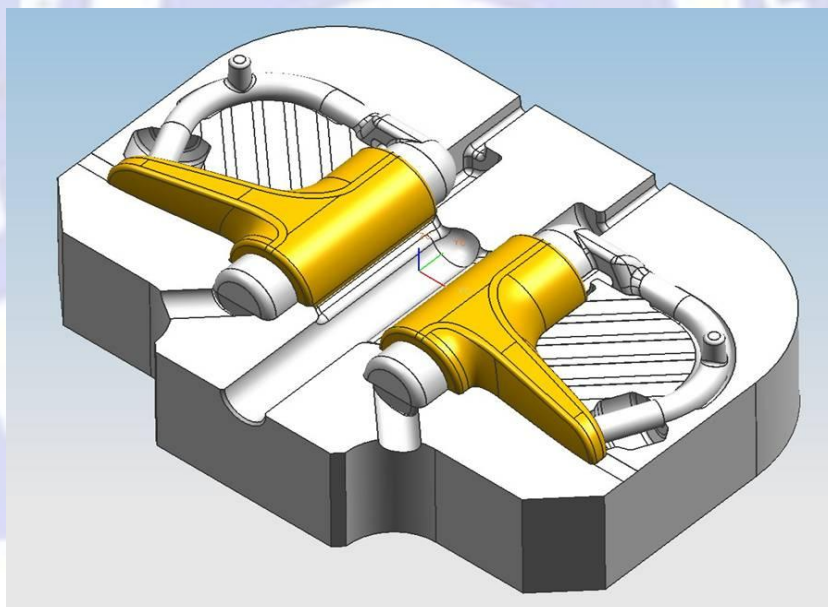


รูปที่ 5 แม่พิมพ์แบบแรงโน้มถ่วง (Gravity Die Casting)

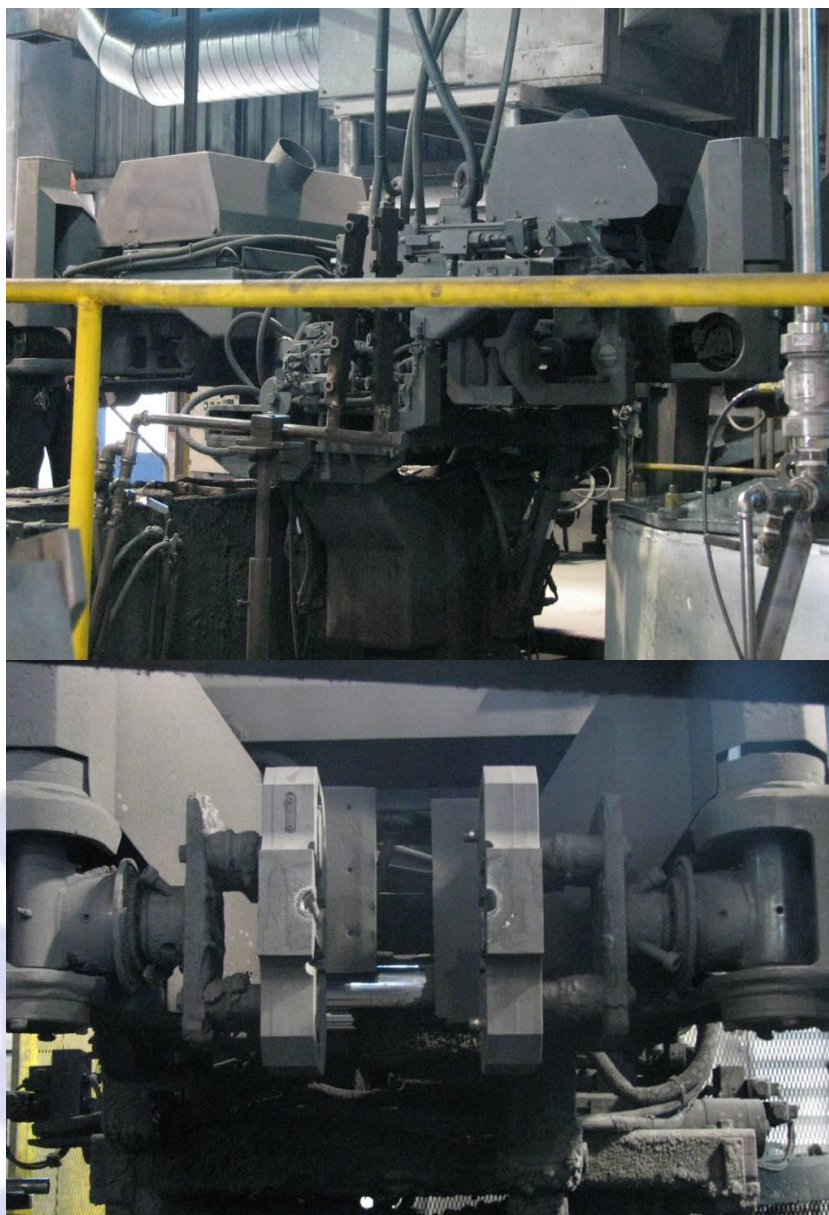


รูปที่ 6 เครื่องเทแม่พิมพ์แบบแรงโน้มถ่วง (Gravity Die Casting)

1.2 แม่พิมพ์แบบแรงดันต่ำ (Low Pressure Die Casting) เป็นแม่พิมพ์เทหล่อที่ใช้แรงดันในการดันน้ำโลหะเข้าไปในแบบพิมพ์หรือแม่พิมพ์



รูปที่ 7 แม่พิมพ์แบบแรงดันต่ำ (Low pressure Die Casting)



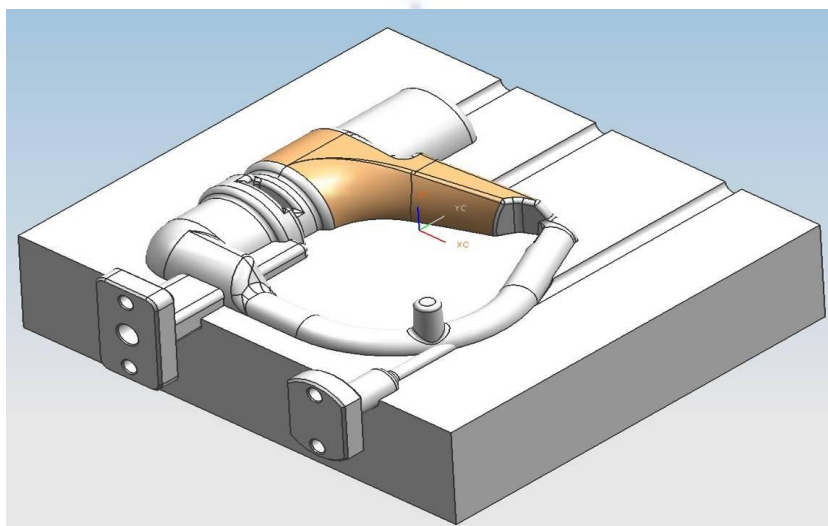
รูปที่ 8 เครื่องเทแม่พิมพ์แบบแรงดันต่ำ (Low Pressure Die Casting)

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์หรือแบบเทหล่อมีหลายประเภทซึ่งแล้วแต่ลักษณะการใช้งานของแต่ละผลิตภัณฑ์สำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์เทหล่อจะใช้วัสดุที่มีชื่อว่า คอปเปอร์เบริลเลียม (Copper Beryllium) คือ เรียกตามส่วนประกอบที่ผสมอยู่ในวัตถุดิบ

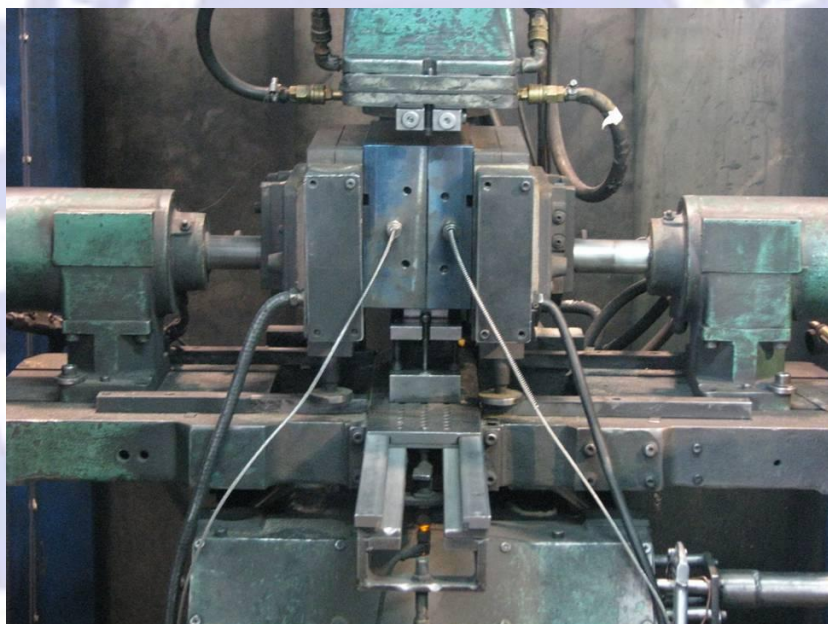
CuCoNiBe Cu คือ ทองแดง (Copper) Co คือ โคบอลต์ (Cobalt) Ni คือ นิกเกิล (Nickel) Be คือ เบริลเลียม (Beryllium)

2. แม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Core Box) แบ่งออกได้อีก 2 ประเภท คือ

2.1 แม่พิมพ์แบบเบ้าเดียว (Single Core Box) สำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา
เรียกแม่พิมพ์ชนิดนี้ว่า โรเปอร์คอร์บ็อกซ์ (Roper Core Box)

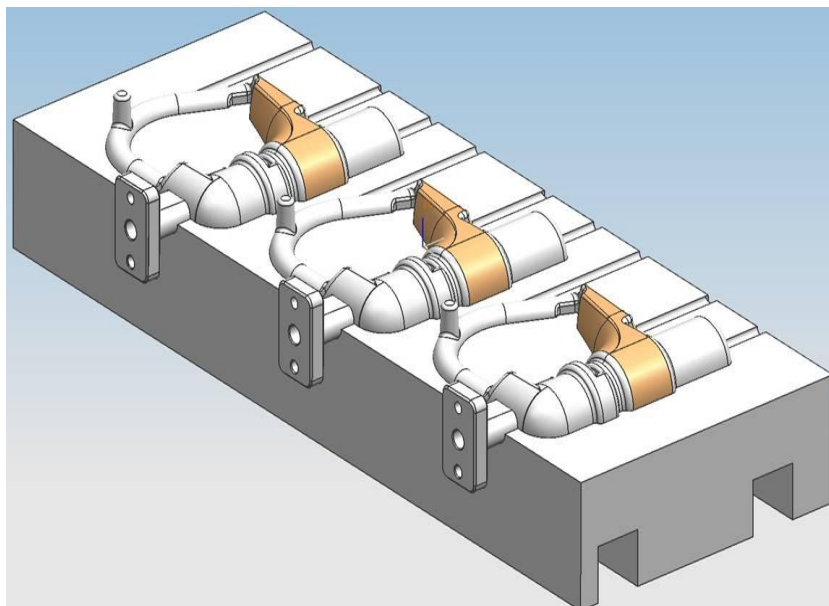


รูปที่ 9 แม่พิมพ์แบบเบ้าเดียว (Single Core Box)



รูปที่ 10 เครื่องยิงไส้แบบแม่พิมพ์แบบเบ้าเดียว (Single Core Box)

แม่พิมพ์แบบหลายเบ้าสำหรับที่โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาเรียกแม่พิมพ์ชนิดนี้ว่า
ไบแอนชี คอรับอกซ์ (Bianchi Core Box)



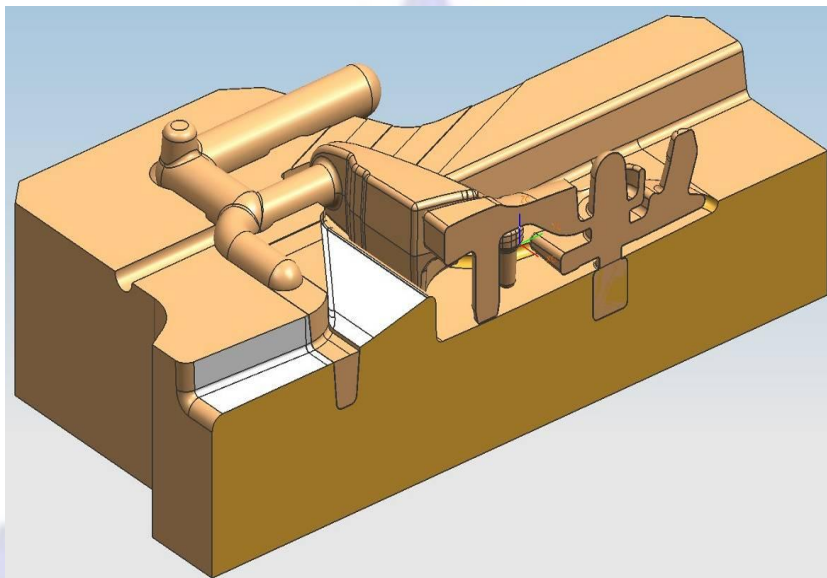
รูปที่ 11 แม่พิมพ์แบบหลายเบ้า (Bianchi Core Box)



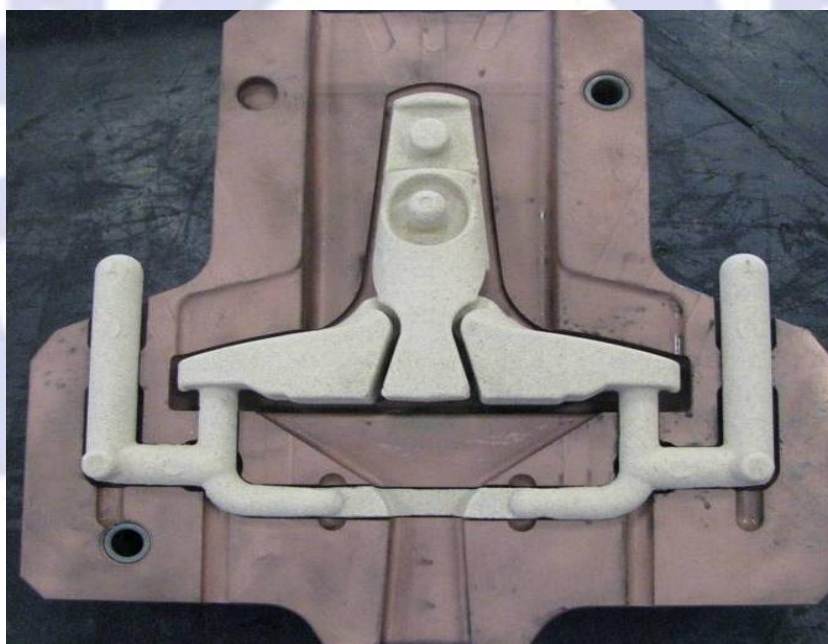
รูปที่ 12 เครื่องยิงไล่แบบแม่พิมพ์แบบหลายเบ้า (Bianchi Core Box)

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ไส้แบบจะใช้วัสดุหลายชนิด ได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด (S50C) และเหล็กเครื่องมือสำหรับงานร้อนเกรด (SKD11)

การทำงานของแม่พิมพ์เทหล่อจะประกอบไปด้วยแม่พิมพ์เทหล่อ (Die Casting) และไส้แบบ (Core Sand) ดังตัวอย่างที่แสดง ดังนี้



รูปที่ 13 แม่พิมพ์ที่ประกอบพร้อมทั้งไส้แบบจาก Computer ฝ่าให้เห็นไส้แบบภายใน



รูปที่ 14 แม่พิมพ์ที่ประกอบพร้อมทั้งไส้แบบจากลักษณะงานจริง



รูปที่ 15 แม่พิมพ์ที่ประกอบพร้อมงานจริง



รูปที่ 16 ชิ้นงานผ่าให้เห็นภายใน

การวัดและประเมินผล

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อมีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเวลาก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ จากเวลาในการปฏิบัติงานที่สั้นลง

เทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้

1. แผนผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart Diagram)

แผนผังการไหลในกระบวนการ คือ การแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนย่อยๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน เพื่อที่จะให้เห็นภาพอย่างชัดยิ่งขึ้น และง่ายต่อการจัดการประโยชน์จากการใช้แผนผังการไหลในกระบวนการ คือ สามารถกำจัดงานที่ไร้ประสิทธิภาพ และงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่ม (Non Value Added)

เมื่อใดจึงจะใช้แผนผังการไหลของกระบวนการ

1.1 เมื่อต้องการแบ่งแยกกิจกรรมการทำงานออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ

1.2 เมื่อต้องการรวบรวม จัดการ และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการทำงาน

1.3 เมื่อต้องการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงานให้ดีขึ้น

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์และความหมายของกระบวนการ

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
○	การปฏิบัติงาน (Operation)	การผลิต/การเตรียมงาน
⇒	การเดินทาง (Transportation)	การเคลื่อนที่และการเคลื่อนไหว
⊃	การรอคอย (Delay)	การรอคอยระหว่างปฏิบัติงาน
□	การตรวจสอบ (Inspection)	การตรวจรับ การตรวจทาน
▽	การจัดเก็บ (Storage)	การจัดเก็บต้นระหว่าง และท้ายกระบวนการ

ในสัญลักษณ์ทั้ง 5 สัญลักษณ์ สัญลักษณ์ที่ทำให้เกิดคุณค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์มีอยู่เพียงสัญลักษณ์เดียวเท่านั้น คือ การปฏิบัติงาน นอกนั้นอีก 4 สัญลักษณ์ ล้วนเป็นงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่ม

การกำจัดเวลาไร้ประสิทธิภาพและการลดเวลาส่วนเกินให้เหลือน้อยที่สุดสามารถกระทำได้โดยใช้หลักการของ ECRS

E = Eliminate คือ การกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น

C = Combine คือ รวมกิจกรรมเข้าไว้ด้วยกัน

R = Rearrange คือ จัดเรียงกิจกรรมใหม่
 S = Simplify คือ ทำให้ง่าย ๆ (วันรัตน์ จันทกิจ. 2543)

2. การวิเคราะห์กระบวนการ

ในการวิเคราะห์กระบวนการ จะดูจากกรอบเวลาว่าลดลงได้มากน้อยเพียงใด โดยมากมักจะใช้ 3 ตัวด้วยกัน คือ

2.1 Real Value Added (RVA) กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า หมายถึง กิจกรรมหลักของกระบวนการที่ตรงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด เช่น การจัดส่งสินค้าที่รวดเร็ว การส่งสินค้าโดยขั้นตอนไม่ยุ่งยากมากนัก

2.2 Business Value Added (BVA) หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำธุรกิจของเราเอง เช่น นโยบายและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งได้บวกต้นทุนเข้าไปแต่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าในสายตาของลูกค้า เช่น การจัดทำรายงาน การทำข้อมูลให้ทันสมัย

2.3 No Value Added (NVA) กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า หมายถึง กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้แก่ลูกค้าเลยสักนิดเดียวเป็นเพียงความต้องการในการประกอบธุรกิจเท่านั้น เช่น การจัดเก็บ การทำงานซ้ำ การอนุมัติ การตรวจสอบ ระดับพัสดุคงคลัง การรอคอย การตรวจสอบสินค้าเข้า

การปรับปรุงรอบเวลา (Cycle Time) จะเกิดขึ้นต่อไปเมื่อมีความพยายามให้มีกิจกรรม RVA มากๆ และกำจัดหรือให้มีน้อยที่สุดในส่วนของ BVA และ NVA (อัมพิกา ไกรฤทธิ์. 2548)

3. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement Kai-Zen)

คำว่า "Kai-Zen" เป็นคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น แปลว่า (Improvement) "Kai" แปลว่า การเปลี่ยนแปลง (Change) และ "Zen" แปลว่า ดี (Good) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีก็คือ การปรับปรุงนั่นเอง Kai-Zen เป็นแนวคิดธรรมดา และเป็นส่วนหนึ่งในทฤษฎีการบริหารของญี่ปุ่น ซึ่งโดยธรรมชาติ หรือด้วยการฝึกฝนนั้นทำให้คนญี่ปุ่นมีความรู้สึกรับผิดชอบในการที่จะทำให้ทุกอย่าง ดำเนินไปโดยราบรื่นเท่าที่จะสามารถทำได้ ด้วยการปรับปรุงสิ่งต่างๆ ให้ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องในชีวิตประจำวันหรือการทำงาน ซึ่งเป็นจุดแข็งที่ทำให้ Kai-Zen ดำเนินไปได้อย่างดี ในประเทศญี่ปุ่น เพราะโดยหลักการแล้ว Kai-Zen ไม่ใช่เพียงการปรับปรุงเท่านั้น แต่หมายความรวมถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด (Continuous Improvement)

การจัดกระบวนการ การคิดแบบพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาก็ได้โดยง่าย มีอยู่ 2 ประเด็น คือ ถ้าพบว่า มีสาเหตุมากกว่าหนึ่งสาเหตุ ก็ต้องมีมาตรการแก้ไขมากกว่าหนึ่งมาตรการ และลองพยายามคิดในแง่ของ "การหยุด" "การลด" "การเปลี่ยนแปลง"

การหยุดหรือการลด

การหยุดหรือการลดเป็นสิ่งที่ให้ผลมากที่สุด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า การปรับปรุงที่ยิ่งใหญ่ที่สุด

- หยุดหรือลดการทำงานที่ไม่จำเป็นทั้งหลาย
- หยุดหรือลดการทำงานที่ไม่มีประโยชน์
- หยุดหรือลดการทำงานที่ไม่มีความสำคัญทั้งหลาย

การเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงมีพลังเป็นที่สอง รองลงมาจกพยายามที่จะลดงานที่ไม่มีประโยชน์งานที่ก่อความรำคาญ น่าเบื่อหน่ายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แม้ว่า อาจจะไม่สามารถทำให้หยุดได้ทั้งหมดแต่ก็นำเข้าสู่การปรับปรุง

- เริ่มต้นจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้
- เปลี่ยนแปลงบางส่วนของงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (สุรัส ตังไพฑูรย์. 2548)

4. การประยุกต์คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

4.1 การประยุกต์คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ CAD (Computer Aided Design) การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเขียนแบบผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการเตรียมและพิมพ์เอกสารทางวิศวกรรมเพื่อการผลิต แม้ว่าในปัจจุบันซอฟต์แวร์ทางด้าน CAD มีหลากหลายและมีการพัฒนาต่อเนื่อง แต่หลักการของ CAD ก็คือ ช่วยผู้ออกแบบและสามารถเขียนแบบทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ให้มีความสะดวกรวดเร็ว ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ทำให้ปัจจุบัน CAD มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดียิ่งขึ้น สามารถเขียนงานที่ซับซ้อนได้อย่างง่ายดาย สามารถวิเคราะห์และเปลี่ยนแปลงแบบ รวมทั้งช่วยเสนอแบบทางเลือกที่หลากหลาย ก่อนการตัดสินใจผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ข้อดีของ CAD คือ ช่วยลดเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น และช่วยให้การไหลของข้อมูลสู่หน่วยงานอื่น ๆ มีความแม่นยำยิ่งขึ้น สิ่งที่ผู้ออกแบบต้องตระหนัก ก็คือ ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะถูกกำหนดมาตั้งแต่กระบวนการออกแบบ หากกระบวนการออกแบบมีประสิทธิภาพแล้ว จะสามารถลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ทั้งในการผลิต การประกอบ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ CAD ได้แก่ การออกแบบเพื่อการผลิตและการประกอบ (Design for Manufacture and Assemble : DFMA) และการสร้างต้นแบบ 3 มิติ (3D Object Modelling)

4.2 การประยุกต์คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต CAM (Computer Aided Manufacturing)

การประยุกต์คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต คือ การใช้ชุดคำสั่งจากซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อสั่งและควบคุมเครื่องจักรให้ผลิตชิ้นงานตามคำสั่งจากคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติแทนการใช้พนักงาน โดยปรกติแล้ว จะมีการนำข้อมูลแบบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์ CAD มาแปลงคำสั่งในรูปแบบที่เครื่องจักรสามารถเข้าใจ ที่เรียกว่า G-Code เพื่อให้สามารถสั่งและควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งรูปแบบการทำงานนี้เรียกว่า CAM การทำงานของซอฟต์แวร์ทั้งสองประเภทนี้จะเรียกว่า CAD/CAM (ไฮเซอร์ เจย์ และ เรนเดอร์ เบร์รี. 2549)

5.การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์

การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control : CNC) เป็นระบบการควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรด้วยคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

ข้อดีและข้อจำกัดของระบบซีเอ็นซี

ข้อดี

1. มีความเที่ยงตรงและชิ้นงานที่มีความคงที่สม่ำเสมอ
2. ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ใช้เวลาน้อยลง
3. ค่าใช้จ่ายในการผลิตลดลง
4. ลดจำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน
5. ไม่จำเป็นต้องใช้คนงานที่มีทักษะและประสบการณ์สูงในการควบคุมเครื่องจักร
6. การตรวจสอบคุณภาพทำได้โดยง่ายไม่จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอน
7. มีความคล่องตัวและความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
8. ลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องและเปลี่ยนเครื่องมือ

ข้อจำกัด

1. เครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีมีราคาสูง ทำให้ค่าลงทุนในการผลิตช่วงต้นๆ สูงตามไปด้วย
2. การบำรุงรักษายุ่งยากและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง
3. จำเป็นต้องใช้คนงานที่มีความรู้และทักษะสูงในการเขียนโปรแกรมสั่งงาน
4. จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมให้กับพนักงาน ในกรณีที่จะนำระบบซีเอ็นซีไปใช้

ทดแทนเครื่องจักรกลแบบเดิม (อำนาจ ทองแสน. 2544)

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับสารนิพนธ์นี้ ได้ทำการศึกษาถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นขั้นตอนแนวทางในการดำเนินงานทำสารนิพนธ์ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์

นุกุล อุบลบาน (2543) ได้นำเสนองานวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ การปรับปรุงกระบวนการทำงานของกระบวนการวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ โดยใช้กระบวนการคิด จากทฤษฎีข้อจำกัด การปรับปรุงและสร้างกระบวนการทำงานระบบใหม่ของระบบการวางแผนและการจัดการผลิต เพื่อเปรียบเทียบความเป็นไปได้ในการทดแทนระบบเดิมและหาวิธีการของการลดและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการ การสร้างกระบวนการทำงานหลักของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์

อรรถพล สุชีวดี (2545) ได้นำเสนองานวิจัย การประยุกต์ใช้ CAD (Computer Aided Design) CAE/CAM (Computer Aided Engineering) / (Computer Aided Manufacturing) ในการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและการปรับตั้งพารามิเตอร์เครื่องฉีดพลาสติก การนำเอาเทคโนโลยีทางด้าน Computer มาช่วยในการวิเคราะห์และจำลองการฉีดขึ้นงาน (Simulation) นำข้อมูลมาออกแบบชิ้นงาน การจำลองการกัดชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ แล้วแปลงเส้นทางเดินมีดตัด (Tool Path) ออกมาเป็นคำสั่ง G-Code แล้วนำไปใช้ควบคุมเครื่องจักรควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ CNC Machining Center

สุรศักดิ์ ลลิตเกียรติกุล (2550) ได้นำเสนองานวิจัย การประยุกต์ใช้หลักการผลิตของลีน (Lean Manufacturing) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ เพื่อทำการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ด้วยการลดความสูญเสียนานๆ ให้เกิดการใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่มีให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด โดยประโยชน์ทางอ้อมที่ได้ คือ สามารถใช้หลักการต่างๆ ที่ดำเนินการปรับปรุงในครั้งนี้ เป็นตัวอย่างแนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้หลักการของลีนในส่วนงานผลิตอื่นๆ

อนิวรรณ หาสุข (2544) ได้นำเสนองานวิจัย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจำลองแบบกระบวนการหล่อในการหล่อด้วยแบบหล่อกาวีดีไคคาสติง โดยมุ่งเน้นในการจำลองแบบการไหลของโลหะเหลวและการแข็งตัวของโลหะ นำผลการจำลองมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น และปรับปรุงกระบวนการหล่อให้ดีขึ้น ผลการจำลองสามารถช่วยให้วิศวกรสามารถระบุถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในชิ้นงานหล่อ

ธวัช วิวัฒน์เจริญ (2544) ได้นำเสนองานวิจัย การปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดต้นทุนการผลิตของชุดตายฉีดยางดริฟซีลด้วยการปรับเปลี่ยนวัสดุ โดยมุ่งเน้น การใช้เทคนิคการเปลี่ยนแปลงวัสดุจาก S45C เป็น S400 ทำให้ลดเวลาในการปรับแต่งแม่พิมพ์ รวมถึงการทดลองแม่พิมพ์ลดลงจากเดิมถึง 66% และยังได้นำเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบ Computer มาช่วยในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์



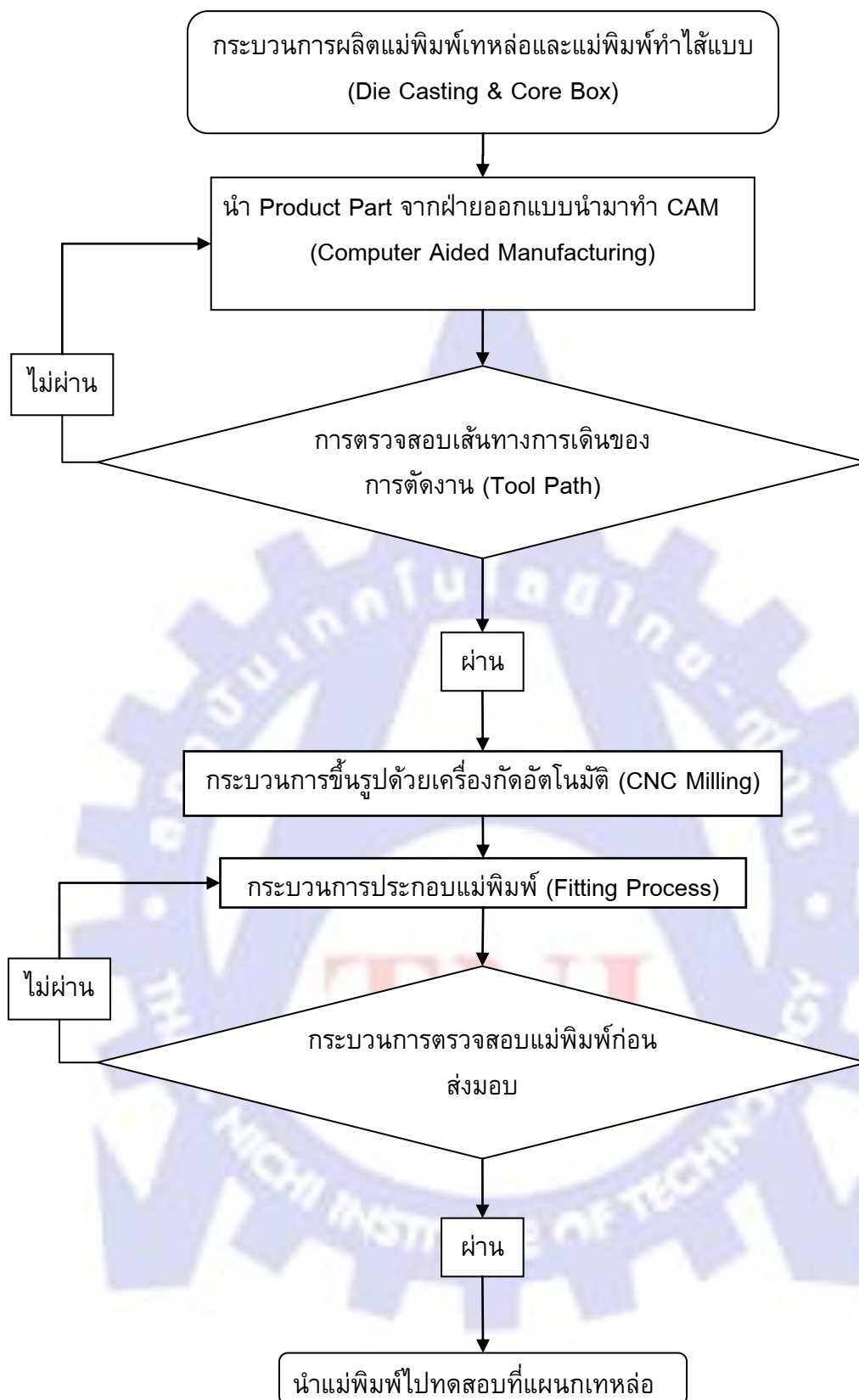
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์

โรงงานที่เป็นกรณีศึกษา ก่อตั้งขึ้นครั้งแรกในประเทศเยอรมัน ก่อตั้งที่เมือง เฮมาร์ เมื่อปี พ.ศ. 2479 ซึ่งในประเทศเยอรมันมีด้วยกันทั้งหมด 3 แห่ง และได้มีการขยายการผลิตมายังประเทศต่างๆ รวมถึงประเทศไทย โรงงานได้ก่อตั้งขึ้นที่จังหวัดระยอง ในปี พ.ศ.2538 บนพื้นที่ทั้งหมด 58 ไร่ ในปัจจุบันโรงงาน มีจำนวนพนักงานทั้งหมด 830 คน โดยแบ่งตามเพศ มีเพศชายทั้งหมด 551 คน หญิงทั้งหมด 279 คน แบ่งตามแผนกได้ทั้งหมด 18 แผนก ซึ่งแผนกที่จะทำการแก้ไขกระบวนการผลิต คือ แผนก Tool Shop ซึ่งมีพนักงานทั้งหมด 16 คน มีผู้บริหาร 1 คน ระดับวิศวกร 5 คน ระดับช่างเทคนิคทั้งหมด 10 คน ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ของโรงงาน จะใช้เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่มาใช้ในการกระบวนการผลิต ตั้งแต่กระบวนการในการออกแบบ (Design Process) ไปจนถึงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ (Manufacturing Process)

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตในโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

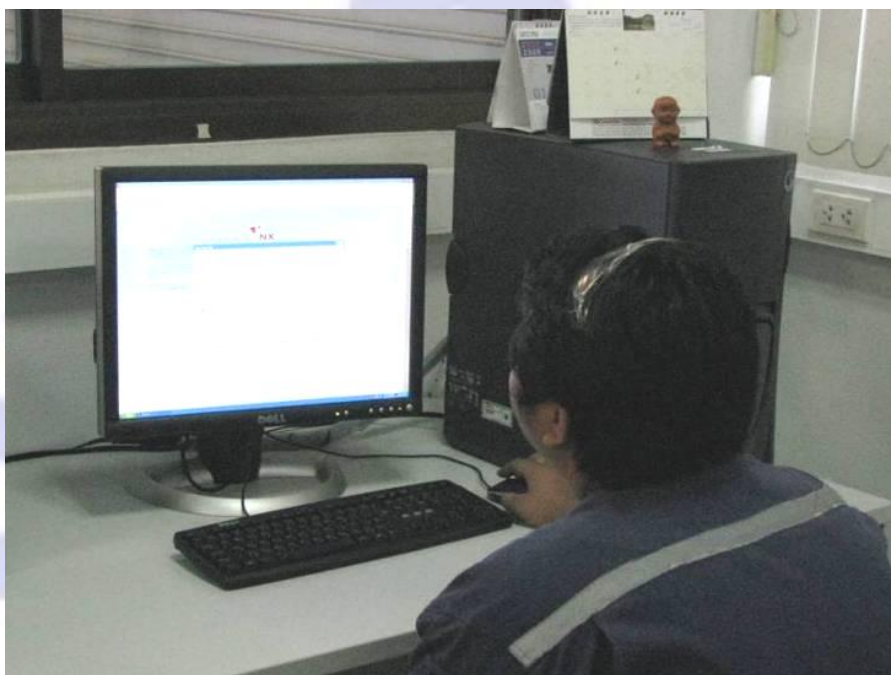
การศึกษาระบบการดำเนินงานรวมถึงกระบวนการผลิตของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เพื่อทราบถึงลักษณะการดำเนินงานในปัจจุบัน ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยมุ่งเน้นที่กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานสารนิพนธ์ และทำการจำแนกปัญหาออกเป็นกลุ่มโดยจำแนกตามกระบวนการทำงานของทางแผนกผลิตแม่พิมพ์ ดังนี้



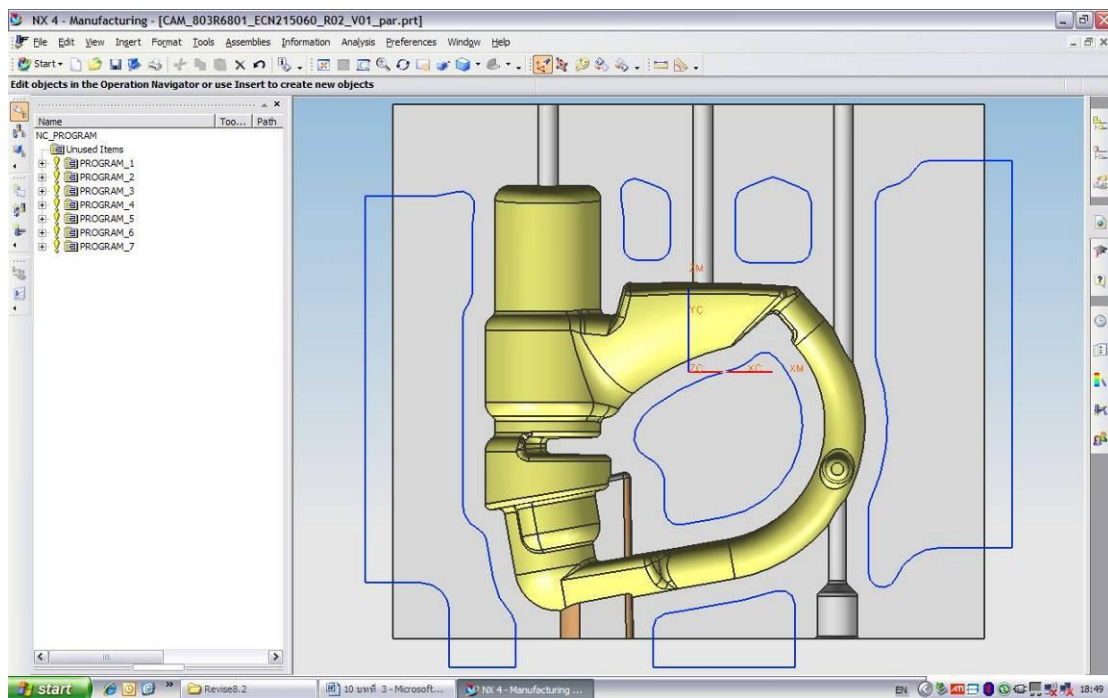
รูปที่ 17 กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อและแม่พิมพ์ทำไส้แบบ

1. กระบวนการนำ Product Part จากฝ่ายออกแบบนำมาทำ CAM

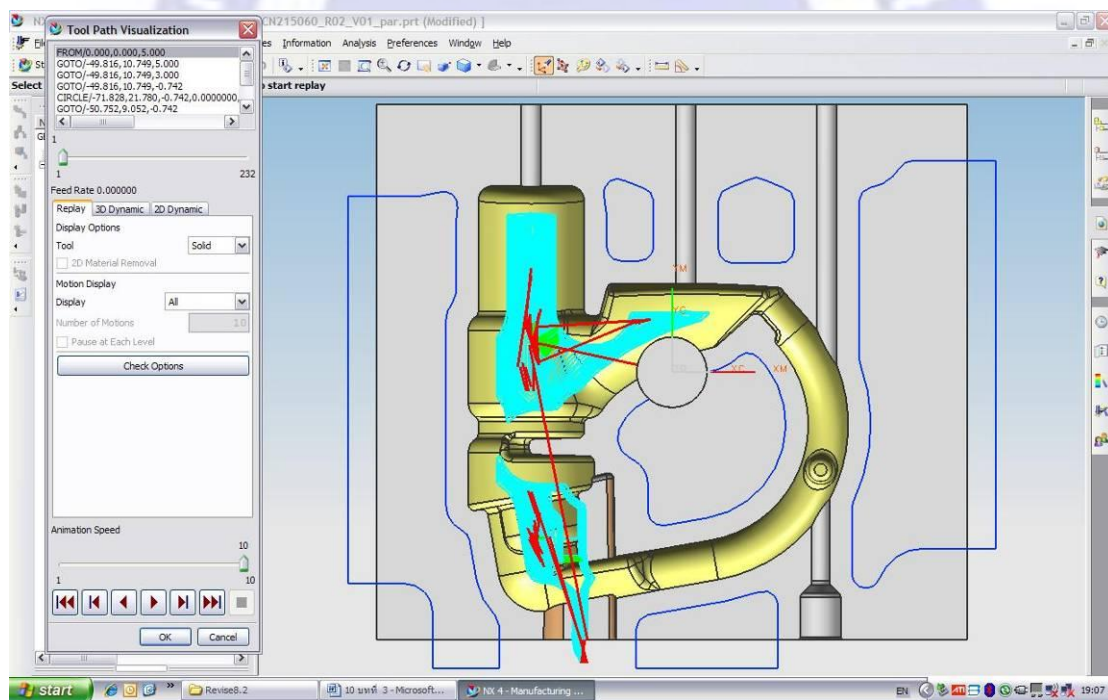
คือ การนำเอาแบบของชิ้นงาน (3D Model) ที่จะทำการผลิตมาทำการออกแบบทิศทางการเดินตัดงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในส่วนของกระบวนการนี้ ทางผู้ที่ออกแบบทิศทางการเดินของมีดตัด (Cutting Tools) จะต้องเป็นผู้กำหนดว่าในชิ้นงานชิ้นนี้จะต้องทำงานทั้งหมดกี่กระบวนการ เป็นผู้เลือกมีดตัด (Cutting Tools) ว่าจะใช้ขนาดเท่าใดบ้างและใช้เป็นจำนวนเท่าใด ถ้าผู้ที่ออกแบบทิศทางการเดินเลือกมีดตัด (Cutting Tools) ไม่ถูกต้องเลือกกระบวนการไม่ถูกต้องก็จะส่งผลกับกระบวนการถัดไป ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรและตัวแม่พิมพ์ ดังนั้นกระบวนการทำ CAM (Computer Aided Manufacturing) จึงมีความสำคัญมากกว่ากระบวนการอื่นๆ



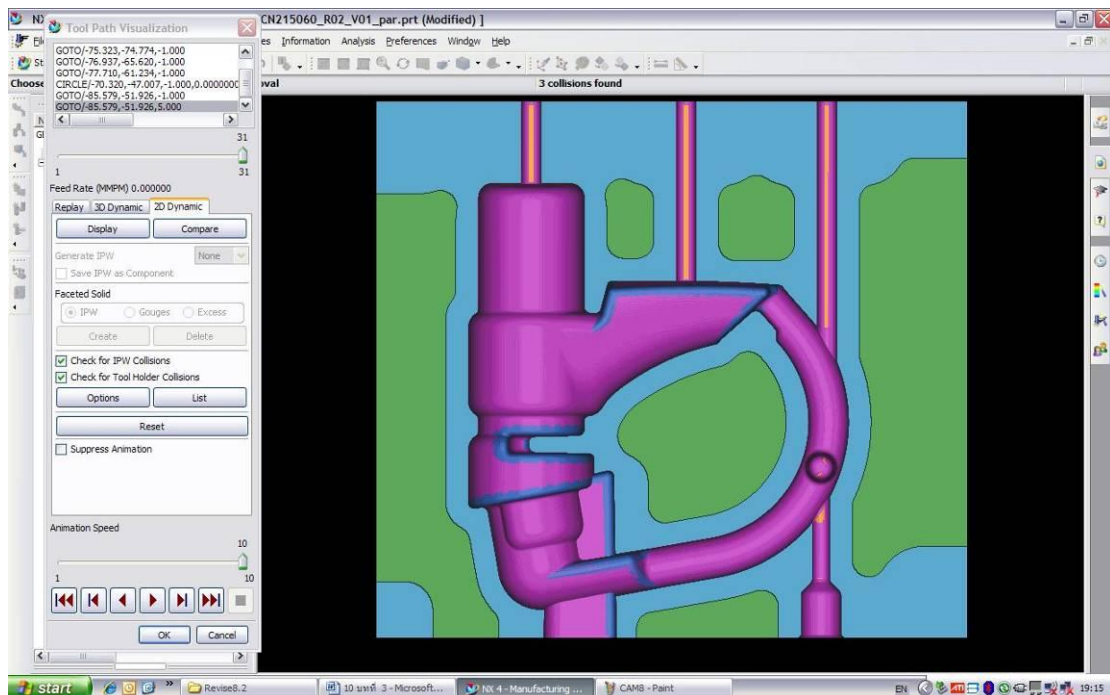
รูปที่ 18 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการทำงาน CAM



รูปที่ 19 การตั้งค่า Parameter ใน Program



รูปที่ 20 การทำโปรแกรมแต่ละกระบวนการ



รูปที่ 21 การจำลองการเดินของมีดตัด (Tool Path)

2. กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling)

เครื่องจักรที่ใช้ในการขึ้นรูปแม่พิมพ์ คือ เครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC Machining Center) โดยจะรับข้อมูลที่จากการ CAM (Computer Aided Manufacturing) โดยคอมพิวเตอร์จะแปลงข้อมูลการเดินของมีดตัด (Tool Path) เป็นคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า G-Code เครื่องจักรจะนำคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษร (G-Code) ทำงานตามรูปร่างที่กำหนดหรือตามที่ออกแบบมา



รูปที่ 22 เครื่องจักร CNC Machining Center

3. กระบวนการประกอบแม่พิมพ์ (Fitting Process)

ขั้นตอนการประกอบแม่พิมพ์ (Fitting Process) คือ กระบวนการขั้นสุดท้ายของการผลิตแม่พิมพ์ ในกระบวนการนี้จะนำเอาส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์มาประกอบเข้าด้วยกัน อาทิเช่น Guide Bush, Guide Pin, รูยิง (Shooting Insert) และ Steel Core มาประกอบเข้ากับตัวแม่พิมพ์ พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของแม่พิมพ์ด้วยการประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อตรวจสอบว่ามีปัญหาหรือไม่ ทดสอบการทำงานพร้อมกันกับไส้แบบ (Core Sand) เพื่อตรวจสอบว่าแม่พิมพ์พร้อมที่จะนำไปใช้ในการผลิตชิ้นงานหรือไม่



รูปที่ 23 การปรับแต่งแม่พิมพ์ทำไส้แบบ



รูปที่ 24 การประกอบ Steel Core แม่พิมพ์เทหล่อ

ศึกษาที่มาของปัญหา สาเหตุ ของปัญหา

ปัจจุบันในการผลิตแม่พิมพ์ใช้เวลานาน ทำให้ไม่สามารถส่งมอบแม่พิมพ์ ได้ตามกำหนดเวลาที่วางแผนไว้ ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อน และมาตรฐานการทำงานที่ไม่เหมือนกันในแต่ละครั้งที่ผลิตแม่พิมพ์ ดังนั้นเพื่อให้ทันเวลาส่งมอบจึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ให้เร็วขึ้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA = Real Value Added) และกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA = No Value Added) เพื่อขจัดงานที่ซ้ำซ้อนและไร้ประสิทธิภาพออกไป และกำหนดเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเครื่องมือทดลอง

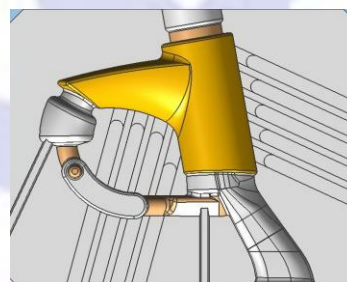
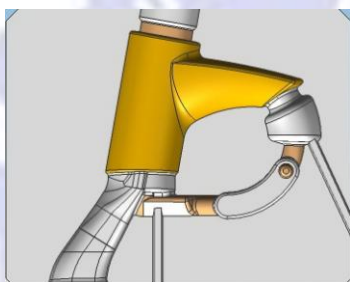
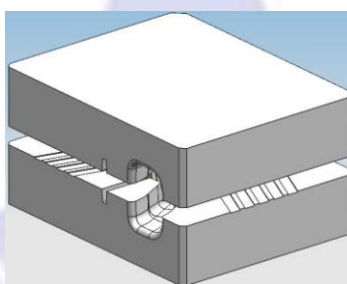
1. การศึกษาการวิเคราะห์กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ด้วย Flow Process Chart และวิเคราะห์ กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA = Real Value Added) และ กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA = No Value Added)

แนวทางและขั้นตอนการทำสารนิพนธ์

- 1.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ด้วย Flow Process Chart
- 1.2 วิเคราะห์กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA) และกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) เพื่อขจัดงานที่ซ้ำซ้อนและไร้ประสิทธิภาพออก
- 1.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการวิเคราะห์ กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA) และ กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA)

2. การวิเคราะห์กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ด้วย Flow Process Chart

หลังจากที่ได้มีการกำหนดว่าจะทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยใช้ การวิเคราะห์กระบวนการด้วย กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA) และ กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ผลิตภัณฑ์ที่เลือกแม่พิมพ์แบบ Gravity ของชุด ก้อนน้ำอ่างล้างมือ (Basin) แม่พิมพ์ 1 ชุด ประกอบด้วย แม่พิมพ์เทหล่อ (Gravity Die Casting) และแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Roper Core Box) แม่พิมพ์เทหล่อแบบ Gravity Die Casting แม่พิมพ์เทหล่อ 1 ชุด ประกอบด้วยแม่พิมพ์ด้าน Bush และด้าน Pin



รูปที่ 25 แม่พิมพ์เทหล่อแบบ Gravity Die Casting

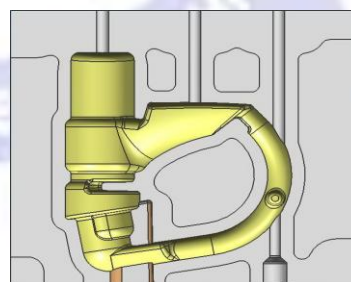
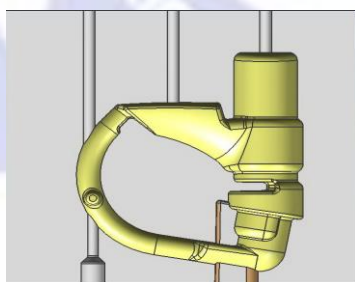
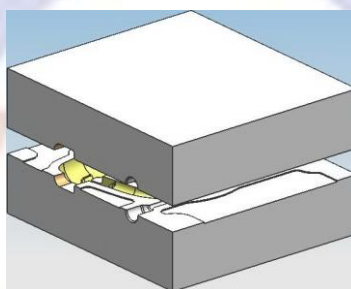
ตารางที่ 3 Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ

ชื่อกระบวนการ

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อก่อนการปรับปรุง

สัญลักษณ์/ความหมาย		สภาพปัจจุบัน		หลังการปรับปรุง			
		จำนวน	เวลา/นาที	จำนวน	เวลา/นาที		
		กระบวนการ	กระบวนการ	กระบวนการ	กระบวนการ		
○	การปฏิบัติงาน การผลิต การเตรียมงาน	6	2100				
⇨	การเดินทาง การเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหว						
◯	การรอคอย การรอรหว่างปฏิบัติงาน						
□	การตรวจสอบ การตรวจรับ การตรวจทาน						
▽	การจัดเก็บ						
กระบวนการ	กิจกรรม	สัญลักษณ์					เวลา/กระบวนการ (นาที)
		○	⇨	◯	□	▽	
	กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ						
1	นำ Product Part จากฝ่ายออกแบบนำมาทำ CAM	●					210
2	การตรวจสอบเส้นทางการเดินของการตัดงาน (Tool Path)			●			30
3	กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling)	●					1660
4	กระบวนการประกอบแม่พิมพ์ (Fitting Process)	●					120
5	กระบวนการตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนส่งมอบ			●			50
6	นำแม่พิมพ์ไปทดสอบที่แผนกเทหล่อ		●				30
	รวมกิจกรรม	3	1		2		2100

ในส่วนของแม่พิมพ์ทำไส้แบบ Roper Core Box แม่พิมพ์ทำไส้แบบ 1 ชุด ประกอบด้วยแม่พิมพ์ด้าน Bush และด้าน Pin เช่นเดียวกับแม่พิมพ์เทหล่อ



รูปที่ 26 แม่พิมพ์ทำไส้แบบ แบบ Roper Core Box

ตารางที่ 4 Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ

ชื่อกระบวนการ

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบก่อนการปรับปรุง

สัญลักษณ์ความหมาย		สภาพปัจจุบัน		หลังการปรับปรุง			
		จำนวน	เวลา/นาที	จำนวน	เวลา/นาที		
		กระบวนการ		กระบวนการ			
		6	2016				
○	การปฏิบัติงาน การผลิต การเตรียมงาน						
⇒	การเดินทาง การเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหว						
▷	การรอคอย การระหว่างปฏิบัติงาน						
□	การตรวจสอบ การตรวจรับ การตรวจทาน						
▽	การจัดเก็บ						
กระบวนการ	กิจกรรม	สัญลักษณ์					เวลา/กระบวนการ (นาที)
		○	⇒	▷	□	▽	
	กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ						
1	นำ Product Part จากฝ่ายออกแบบนำมาทำ CAM	●					210
2	การตรวจสอบเส้นทางการเดินของการตัดงาน (Tool Path)				●		30
3	กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling)	●					1576
4	กระบวนการประกอบแม่พิมพ์ (Fitting Process)	●					120
5	กระบวนการตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนส่งมอบ				●		50
6	นำแม่พิมพ์ไปทดสอบที่แผนกหล่อ		●				30
	รวมกิจกรรม	3	1		2		2016

จากการวิเคราะห์ Flow Process Chart กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) ของแม่พิมพ์เทหล่อ (Gravity Die Casting) และแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Roper Core Box) ใช้เวลาในการปฏิบัติงานที่สูงกว่ากระบวนการอื่น จึงนำไปวิเคราะห์กระบวนการด้วยการวิเคราะห์กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA) และกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ทำการจับเวลามาตรฐานการปฏิบัติงานทั้งสองกระบวนการ เพื่อนำไปวิเคราะห์ กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA) และกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ เพื่อขจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกระบวนการ

ตารางที่ 5 เวลาการปฏิบัติงานจริงของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อและแม่พิมพ์ทำไส้แบบ

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Die Casting Bush Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	45
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	65
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	100
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	75
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	75
10	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70
	เวลารวม	840
	Die Casting Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	45
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	65
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	100
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	75
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	55
10	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70
	เวลารวม	820
	Core Box Bush Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105
9	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	20
	เวลารวม	798
	Core Box Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105
	เวลารวม	778
	เวลารวมทั้งหมด	3,236

จากตารางจะเห็นได้ว่า เวลาที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) ทั้ง 2 กระบวนการใช้เวลาในการปฏิบัติงานทั้งหมด 3,236 นาที

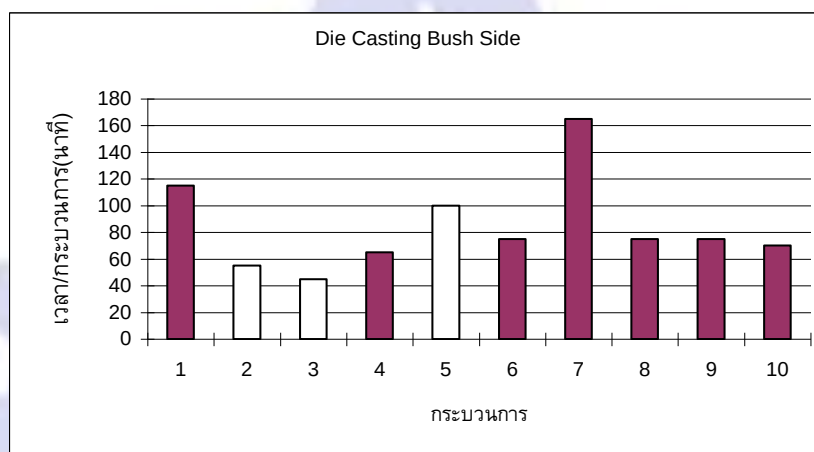
$$\begin{aligned}
 \text{ประสิทธิภาพรวม (Productivity)} &= \text{แม่พิมพ์เทหล่อ 1 ชุด / เวลาในการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง)} \\
 &= 1 \text{ ชุด} / 3,236 \text{ นาที} \\
 &= 1 \text{ ชุด} / 53.93 \text{ ชั่วโมง} \\
 &= 1 \text{ ชุด} / 2.25 \text{ วัน}
 \end{aligned}$$

ออกแบบวิธีการที่จะแก้ปัญหา กำหนดแนวทางที่เหมาะสม

จากตารางการจับเวลามาตรฐานการปฏิบัติงานจริง จะเห็นว่า กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) ของแม่พิมพ์เทหล่อ (Gravity Die Casting) และแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Roper Core Box) ใช้เวลาในการปฏิบัติงานที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงกระบวนการ โดยนำข้อมูลแต่ละกระบวนการข้างต้นมาทำการวิเคราะห์ กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA) และ กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) เพื่อขจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อและกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ โดยใช้การจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. แม่พิมพ์เทหล่อแบบ Gravity Die Casting แม่พิมพ์เทหล่อ 1 ชุด ประกอบด้วยแม่พิมพ์ด้าน Bush และด้าน Pin
2. แม่พิมพ์ทำไส้แบบ Roper Core Box แม่พิมพ์ทำไส้แบบ 1 ชุด ประกอบด้วยแม่พิมพ์ด้าน Bush และด้าน Pin เช่นเดียวกับแม่พิมพ์เทหล่อ

ก่อนปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Die Casting Bush Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	45
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	65
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	100
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	75
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	75
10	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70



กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

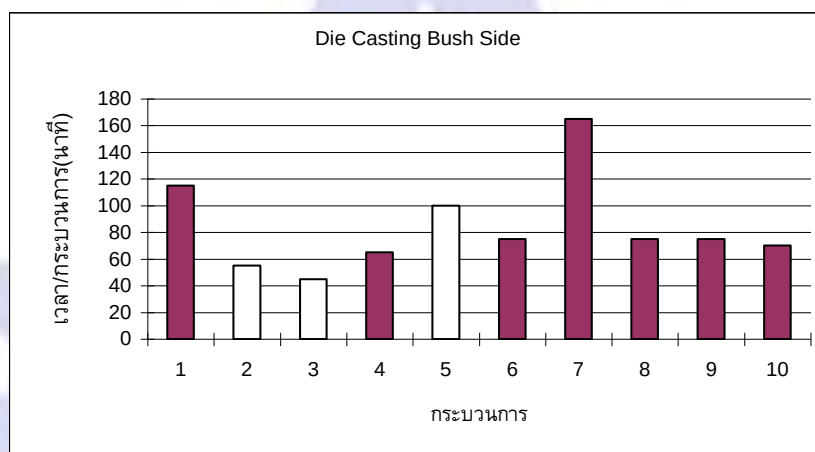
รูปที่ 27 แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อด้าน Bush

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อด้าน Bush พบว่า กระบวนการตัดหยาบมีการทำงานซ้ำๆกันทั้งหมด 6 กระบวนการ จากการวิเคราะห์ใน 6 กระบวนการ มีอยู่ 3 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) มี 3 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการที่ 2 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 16R4 เวลา 55 นาที
2. กระบวนการที่ 3 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5 เวลา 45 นาที
3. กระบวนการที่ 5 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 8R4 เวลา 100 นาที

นำกระบวนการไปจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกระบวนการด้าน Bush

ก่อนปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Die Casting Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	45
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	65
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	100
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	75
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	75
10	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70



กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

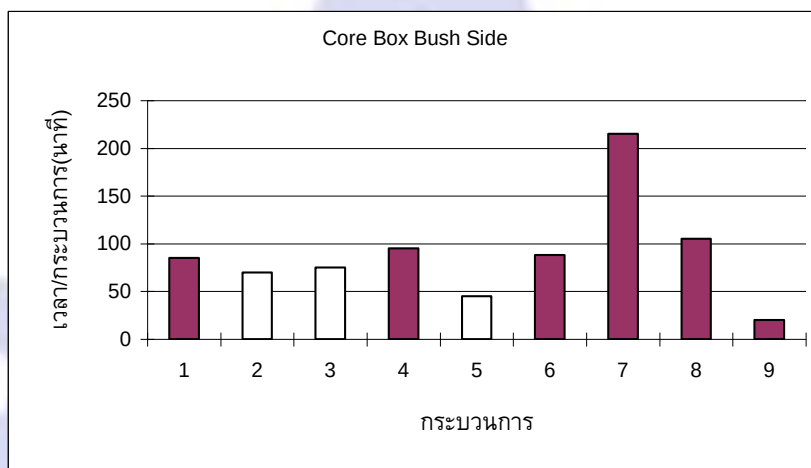
รูปที่ 28 แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อด้าน Pin

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อด้าน Pin พบว่า กระบวนการตัดหยาบ มีการทำงานซ้ำๆ กันทั้งหมด 6 กระบวนการ จากการวิเคราะห์ใน 6 กระบวนการ มีอยู่ 3 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) มี 3 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการที่ 2 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 16R4 เวลา 55 นาที
2. กระบวนการที่ 3 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5 เวลา 45 นาที
3. กระบวนการที่ 5 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 8R4 เวลา 100 นาที

นำกระบวนการไปจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกระบวนการด้าน Pin

ก่อนปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Core Box Bush Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105
9	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	20



กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

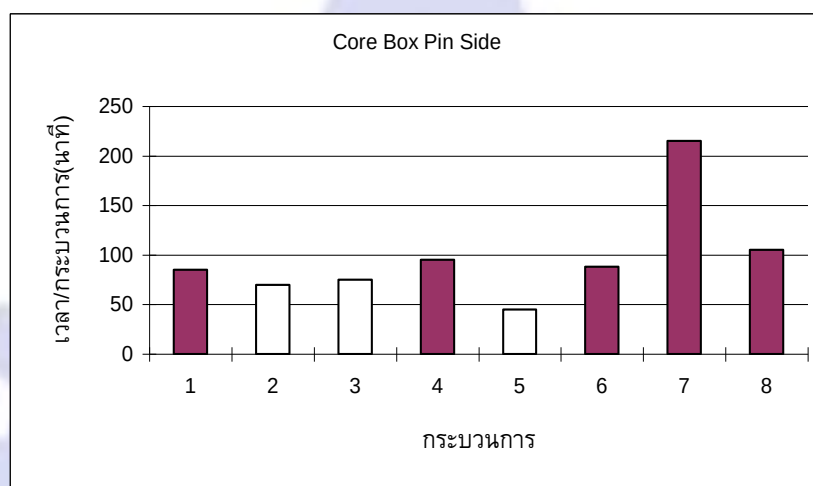
รูปที่ 29 แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ใส่แบบ ด้าน Bush

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำใส่แบบด้าน Bush พบว่า กระบวนการตัดหยาบมีการทำงานซ้ำๆ กันทั้งหมด 6 กระบวนการ จากการวิเคราะห์ใน 6 กระบวนการ มีอยู่ 3 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) มี 3 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการที่ 2 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 16R4 เวลา 70 นาที
2. กระบวนการที่ 3 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5 เวลา 75 นาที
3. กระบวนการที่ 5 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 8R4 เวลา 45 นาที

นำกระบวนการไปจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกระบวนการด้าน Bush

ก่อนปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Core Box Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105



กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

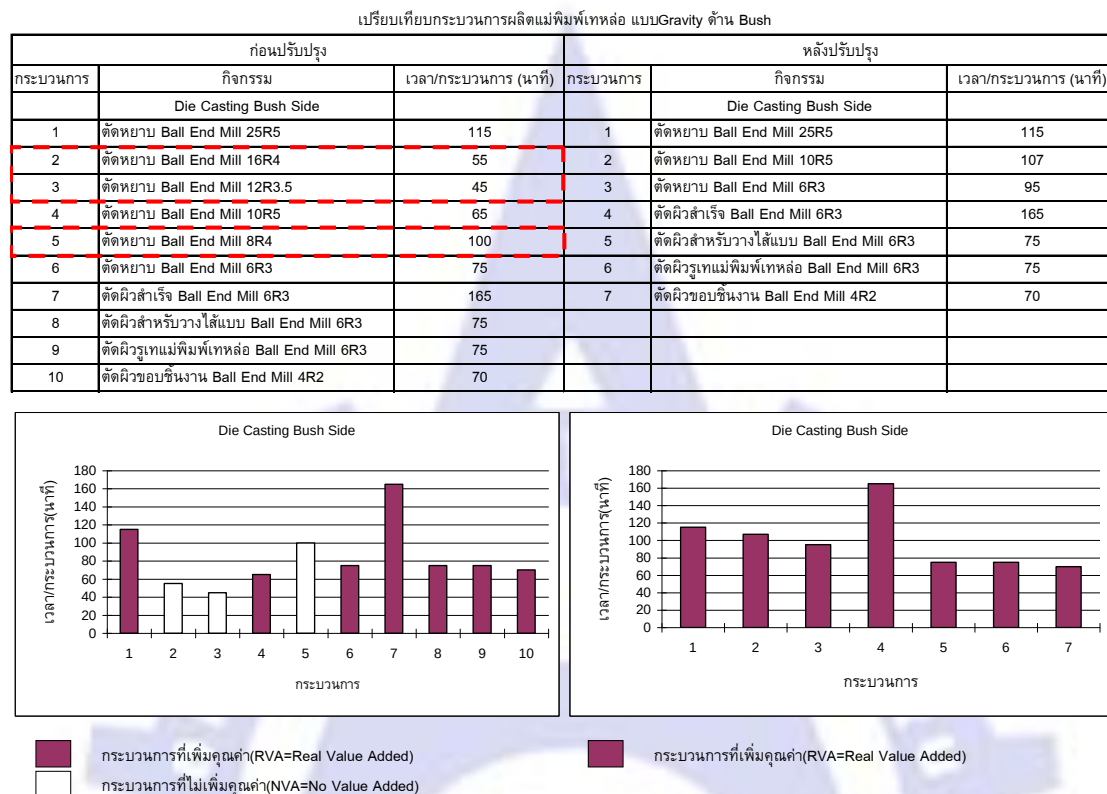
รูปที่ 30 แผนภาพการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ใส่แบบ ด้าน Pin

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำใส่แบบด้าน Pin พบว่า กระบวนการตัดหยาบมีการทำงานซ้ำๆ กันทั้งหมด 6 กระบวนการ จากการวิเคราะห์ใน 6 กระบวนการ มีอยู่ 3 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) มี 3 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการที่ 2 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 16R4 เวลา 70 นาที
2. กระบวนการที่ 3 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5 เวลา 75 นาที
3. กระบวนการที่ 5 กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 8R4 เวลา 45 นาที

นำกระบวนการไปจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกระบวนการด้าน Pin

ผลจากการจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ออกจากกระบวนการ หลังจากนั้นนำมาปฏิบัติงานจริง นำมาเปรียบเทียบเวลาการปฏิบัติงานก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 31 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อด้าน Bush

จากการจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ออกจากกระบวนการด้าน Bush และนำการทดลองไปปฏิบัติงานจริงผลที่ออกมาสามารถลดกระบวนการจากเดิม จาก 10 กระบวนการ เหลือ 7 กระบวนการ และลดเวลาในการปฏิบัติงานจาก 840 นาที เหลือเพียง 702 นาที สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานด้าน Bush ได้ 138 นาที

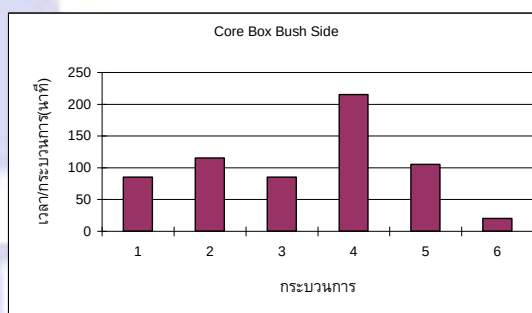
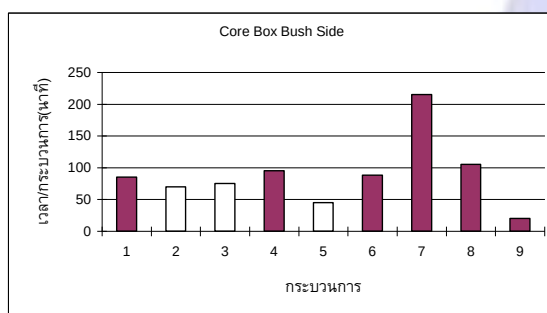


รูปที่ 32 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อด้าน Pin

จากการจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ออกจากกระบวนการด้าน Pin และนำการทดลองไปปฏิบัติงานจริงผลที่ออกมา สามารถลดกระบวนการจากเดิม จาก 10 กระบวนการ เหลือ 7 กระบวนการ และลดเวลาในการปฏิบัติงานจาก 820 นาที เหลือเพียง 682 นาที สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานด้าน Pin ได้ 138 นาที

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ แบบRoper ด้าน Bush

ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Core Box Bush Side			Core Box Bush Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	115
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	85
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45	5	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88	6	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	20
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215			
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105			
9	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	20			



กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)
 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

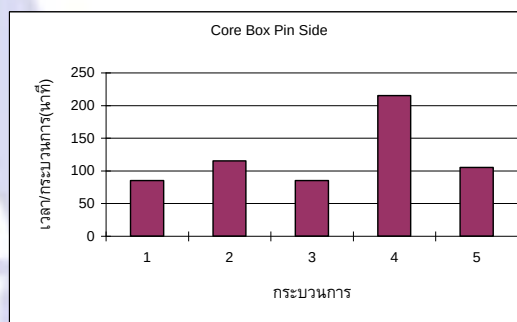
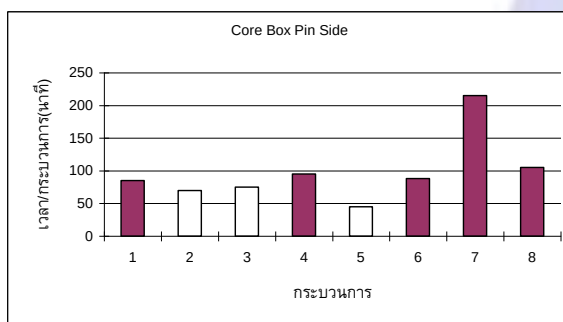
กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

รูปที่ 33 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ไส้แบบ ด้าน Bush

จากการจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ออกจากกระบวนการด้าน Bush และนำการทดลองไปปฏิบัติงานจริงผลที่ออกมาสามารถลดกระบวนการจากเดิม จาก 9 กระบวนการ เหลือ 6 กระบวนการ และลดเวลาในการปฏิบัติงานจาก 798 นาที เหลือเพียง 625 นาที สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานด้าน Bush ได้ 173 นาที

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ แบบ Roper ด้าน Pin

ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Core Box Pin Side			Core Box Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	115
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	85
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45	5	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88			
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215			
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105			



 กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)
 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

 กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

รูปที่ 34 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ไส้แบบ ด้าน Pin

จากการจำลองด้วยโปรแกรม Unigraphics NX6 เพื่อจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ออกจากกระบวนการด้าน Pin และนำการทดลองไปปฏิบัติงานจริงผลที่ออกมา สามารถลดกระบวนการจากเดิม จาก 8 กระบวนการ เหลือ 5 กระบวนการ และลดเวลาในการปฏิบัติงานจาก 798 นาที เหลือเพียง 625 นาที สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานด้าน Pin ได้ 173 นาที

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Die Casting Bush Side			Die Casting Bush Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	107
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	45	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	95
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	65	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	100	5	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	75	6	ตัดผิวรูแม่พิมพ์ที่เหลือ Ball End Mill 6R3	75
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165	7	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75			
9	ตัดผิวรูแม่พิมพ์ที่เหลือ Ball End Mill 6R3	75			
10	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70			
	เวลารวม	840		เวลารวม	702
	Die Casting Pin Side			Die Casting Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	115
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	107
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	45	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	95
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	65	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	100	5	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	75	6	ตัดผิวรูแม่พิมพ์ที่เหลือ Ball End Mill 6R3	55
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	165	7	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	75			
9	ตัดผิวรูแม่พิมพ์ที่เหลือ Ball End Mill 6R3	55			
10	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	70			
	เวลารวม	820		เวลารวม	682
	Core Box Bush Side			Core Box Bush Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	115
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	85
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45	5	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88	6	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	20
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215			
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105			
9	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	20			
	เวลารวม	798		เวลารวม	625
	Core Box Pin Side			Core Box Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	85
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	70	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	115
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	75	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	85
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	95	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	45	5	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	88			
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	215			
8	ตัดผิวขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	105			
	เวลารวม	778		เวลารวม	605
	เวลารวมทั้งหมด	3,236		เวลารวมทั้งหมด	2,614

เป็นการเปรียบเทียบเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) ของแม่พิมพ์เทหล่อ (Gravity Die Casting) และแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Roper Core Box)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาในการผลิต	3,236	2,614
ประสิทธิผล (Productivity) (1ชุด / เวลาในการปฏิบัติงาน ชั่วโมง)	1 ชุด / 53.93 ชั่วโมง 1ชุด / 2.25 วัน	1 ชุด / 43.5 ชั่วโมง 1ชุด / 1.8 วัน
ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)	1.85	2.29

เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิผลรวม (Productivity) ก่อนและหลังจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ออกจากกระบวนการ

หลังจากจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อแบบ Gravity Die Casting และกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ Roper Core Box สามารถลดเวลาทำงานจากเดิม 3,236 นาที เหลือ 2,614 นาที สามารถลดเวลาในการทำงานได้ 622 นาที คิดเป็น 19.22 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพ (Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 1 ชุด / 53.93 ชั่วโมง (1ชุด / 2.25 วัน) เป็น 1 ชุด / 43.5 ชั่วโมง (1ชุด / 1.8 วัน) ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นจาก 1.85 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.29 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์กระบวนการโดยใช้แผนผังการไหลของกระบวนการและทำการวิเคราะห์กระบวนการ โดยการวิเคราะห์กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA = Real Value Added) และกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA = No Value Added) โดยการจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าออก ทำให้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยลง ประสิทธิภาพในการทำงานในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์สูงขึ้น

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์

จากผลการศึกษาการหาเวลามาตรฐานโดยใช้ Flow Process Chart เพื่อนำไปวิเคราะห์กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (No Value Added) ออกจากกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อและกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ จากการปรับลดกระบวนการทำให้เวลาในการทำงานลดลงดังตารางเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการดังนี้

ตารางที่ 8 Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อหลังการปรับปรุง

สัญลักษณ์/ความหมาย		ชื่อกระบวนการ		สภาพปัจจุบัน		หลังการปรับปรุง	
		กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อหลังการปรับปรุง		จำนวน	เวลา/นาที	จำนวน	เวลา/นาที
				กระบวนการ		กระบวนการ	
○	การปฏิบัติงาน การผลิต การเตรียมงาน			6	2100	6	1824
⇨	การเดินทาง การเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหว						
▭	การรอคอย การระหว่างปฏิบัติงาน						
□	การตรวจสอบ การตรวจรับ การตรวจทาน						
▽	การจัดเก็บ						
กระบวนการ	กิจกรรม	สัญลักษณ์				เวลา/กระบวนการ (นาที)	
		○	⇨	▭	□	▽	
	กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ						
1	นำ Product Part จากฝ่ายออกแบบนำมาทำ CAM	●					210
2	การตรวจสอบเส้นทางการเดินของการตัดงาน (Tool Path)			●			30
3	กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling)	●					1384
4	กระบวนการประกอบแม่พิมพ์ (Fitting Process)	●					120
5	กระบวนการตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนส่งมอบ				●		50
6	นำแม่พิมพ์ไปทดสอบที่แผนกเทหล่อ		●				30
	รวมกิจกรรม	3	1		2		1824

จากตารางที่ 8 หลังจากให้นำข้อมูลจาก Flow Process Chart ไปวิเคราะห์กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA = Real Value Added) และขจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA = No Value Added) ออกจากกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ ผลที่ออกมา คือ เวลาในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อสามารถลดลงจากเดิม 2,100 นาที เหลือ 1,824 นาที เวลาในการปฏิบัติงานลดลง 276 นาที หรือคิดเป็นชั่วโมงได้เท่ากับ 4 ชั่วโมง 36 นาที

ตารางที่ 9 Flow Process Chart ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบหลังการปรับปรุง

ชื่อกระบวนการ

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบหลังการปรับปรุง

สัญลักษณ์/ความหมาย		สภาพปัจจุบัน		หลังการปรับปรุง			
		จำนวนกระบวนการ	เวลา/นาที	จำนวนกระบวนการ	เวลา/นาที		
○	การปฏิบัติงาน การผลิต การเตรียมงาน	6	2016	6	1670		
⇒	การเดินทาง การเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหว						
◯	การรอคอย การระหว่างปฏิบัติงาน						
□	การตรวจสอบ การตรวจรับ การตรวจทาน						
▽	การจัดเก็บ						
กระบวนการ	กิจกรรม	สัญลักษณ์					เวลา/กระบวนการ (นาที)
		○	⇒	◯	□	▽	
	กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ						
1	นำ Product Part จากฝ่ายออกแบบนำมาทำ CAM	●					210
2	การตรวจสอบเส้นทางการเดินของการติดตั้ง (Tool Path)				●		30
3	กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling)	●					1230
4	กระบวนการประกอบแม่พิมพ์ (Fitting Process)	●					120
5	กระบวนการตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนส่งมอบ				●		50
6	นำแม่พิมพ์ไปทดสอบที่แผนกหล่อ		●				30
	รวมกิจกรรม	3	1		2		1670

จากตารางที่ 9 หลังจากให้นำข้อมูลจาก Flow Process Chart ไปวิเคราะห์ กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA = Real Value Added) และขจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA = No Value Added) ออกจากกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) ของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ ผลที่ออกมา คือ เวลาในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ สามารถลดลงจากเดิม 2,016 นาที เหลือ 1,670 นาที เวลาในการปฏิบัติงานลดลง 346 นาที หรือคิดเป็นชั่วโมงได้เท่ากับ 5 ชั่วโมง 45 นาที

ในแผนกผลิตแม่พิมพ์ มีพนักงานทั้งหมด 8 คน นำค่าแรงของพนักงานทั้งหมดมาเฉลี่ยค่าแรงต่อชั่วโมงเครื่องจักร โดยคิดชั่วโมงทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ได้ค่าแรงเฉลี่ยต่อชั่วโมงเครื่องจักร 46 บาท

แม่พิมพ์เทหล่อ สามารถลดเวลาในการปฏิบัติได้ 4 ชั่วโมง 36 นาที คิดเป็นจำนวนเงินได้ $(46 \times 4.6) = 212$ บาท ต่อการผลิตแม่พิมพ์ 1 ชุด

แม่พิมพ์ทำไส้แบบ สามารถลดเวลาในการปฏิบัติได้ 5 ชั่วโมง 45 นาที คิดเป็นจำนวนเงินได้ $(46 \times 5.75) = 265$ บาท ต่อการผลิตแม่พิมพ์ 1 ชุด

นอกจากนี้ ยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อีกทาง คือ สามารถประหยัดเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ (Die Casting) คือ

- กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 16R4 (Insert for 16R4) ราคา $410 \times 2 = 820$ บาท

- กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5 (Insert for 12R3.5) ราคา $395 \times 2 = 590$ บาท

- กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 8R4 ราคา 3,163 บาท

จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายของเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ (Die Casting) ไป 4,573 บาท ต่อการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ 1 ชุด

ในส่วนของกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Core Box) สามารถประหยัดเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการ คือ

- กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 16R4 (Insert for 16R4) ราคา $410 \times 2 = 820$ บาท

- กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5 (Insert for 12R3.5) ราคา $395 \times 2 = 590$ บาท

- กระบวนการตัดหยาบ Ball End Mill 8R4 ราคา 2,540 บาท

จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายของเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ไส้แบบ (Core Box) 3,950 บาท ต่อการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ 1 ชุด

สรุปผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ (Die Casting)

สามารถลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติได้ 212 บาท และลดค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องมือตัดต่อการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ 4,573 บาท ต่อการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ 1 ชุด

จากข้อมูลการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อตั้งแต่ เดือนมกราคม ถึง เดือนสิงหาคม ทางแผนกผลิตแม่พิมพ์ผลิตแม่พิมพ์ทั้งหมด 121 ชุด

สามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อได้ $121 \times 212 = 25,652$ บาท และสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องมือตัดต่อการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อได้ $121 \times 4,573 = 553,333$ บาท

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Core Box)

สามารถลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติได้ 265 บาท และลดค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องมือตัดต่อการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ 3,950 บาท ต่อการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ 1 ชุด

จากข้อมูลการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อตั้งแต่ เดือนมกราคม ถึง เดือนสิงหาคม ทางแผนกผลิตแม่พิมพ์ผลิตแม่พิมพ์ทั้งหมด 61 ชุด

สามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบได้ $61 \times 265 = 16,165$ บาท
และสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องมือตัดต่อการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบได้ $61 \times 3,950$
 $= 240,950$ บาท

เสนอแนะแนวทางใหม่

จากการทดลองปรับลดกระบวนการดังกล่าวข้างต้น เป็นเพียงแนวทางแนวทางหนึ่ง ซึ่งในอนาคตข้างหน้าอาจจะมีการปรับลดกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน ออกจากกระบวนการได้อีก ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ทางแผนกที่ผลิตแม่พิมพ์ (Tool Shop) นำเอาทฤษฎีและหลักการเอาไปพัฒนาในแต่ละกระบวนการ (Process) เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานสูงขึ้น และพัฒนาพนักงานให้มีความรู้และทักษะที่หลากหลายในการปฏิบัติงาน (Multi Skill) สามารถทำงานทดแทนกันได้ สามารถโยกย้ายงานไปทำงานในหน้าที่อื่น ควรปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ให้สะดวกต่อการทำงานและมีประสิทธิภาพการทำงาน ดำเนินกิจกรรม 5 ส. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) มีการกำหนดมาตรฐานการทำงานแต่ละกระบวนการอย่างชัดเจน

ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์

ได้เรียนรู้การนำแผนผังการไหลของกระบวนการ มาวิเคราะห์หากระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (RVA = Real Value Added) และขจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA = No Value Added) ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการเทหล่อ โดยสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานและประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของการผลิตและในส่วน of เครื่องมือตัด

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- โกศล ดีศีลธรรม. (2547). การเพิ่มผลผลิตภาพในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ชัน แอด แอนด์ พริน.
- กะทียะ โฮโซทานิ. (2547). การแก้ปัญหาแบบ **QC** วิธีการแก้ปัญหาในงานตามแบบ **ฉบับญี่ปุ่น**. แปลโดย วีรพงษ์ เจริญจิรพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ณัฐพันธุ์ เขจรนันท์. (2548). การจัดการการผลิตและการดำเนินงาน **Production and Operation Management**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ธวัช วิวัฒน์เจริญ. (2544). การปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดต้นทุนการผลิตของชุด **ดาวยิงดียวตรีฟซิล**ด้วยการปรับเปลี่ยนวัสดุ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- นิยม ดีสวัสดิ์มงคล. (2543). **100 ถาม-ตอบ 5ส**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- นุกูล อุบลบาน. (2543). การปรับปรุงกระบวนการรอบการทำงานของกระบวนการวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ โดยใช้กระบวนการคิดจาก **ทฤษฎีข้อจำกัด**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บรรจง จันทมาศ. (2546). การบริหารงานคุณภาพและเพิ่มผลผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ยาสุโกะ โยชิฮารุ. (2550). การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วย **ไคเซ็น**. แปลโดย สุลภัส เครือกาญจนา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วันรัตน์ จันทกิจ. (2543). **17 เครื่องมือนักคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ซีโน ดีไซน์.
- ศุภชัย อาชีวะระงับโรค. (2547). **Practical PDCA**แก้ปัญหาและปรับปรุงงานเพื่อ **ความสำเร็จ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ซีโน ดีไซน์.
- สุรศักดิ์ ลลิตเกียรติกุล. (2550). การประยุกต์ใช้หลักการผลิตของ **ลีน (Lean Manufacturing)**. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา. (ม.ป.ป.). สื่ออิเล็กทรอนิกส์
แฟ้มข้อมูลและโปรแกรมคอมพิวเตอร์. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2552, จาก
<http://tdc.thailis.or.th/tdc/>
- สุรัส ตังไพฑูรย์. (2548). เทคนิคการลดความสูญเสียในโรงงานอุตสาหกรรม.
กรุงเทพฯ : บริษัท ชัม ชิสเท็ม จำกัด.
- อนิวรรต หาสุข. (2544). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจำลองแบบกระบวนการหล่อใน
การหล่อด้วยแบบหล่อกาวีตีไดคาสติ้ง. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรม
อุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี.
- อรรถพล เจริญผลประภา. (2547). การปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยใช้เทคนิคสลิ้น และ
ซิกส์ ซิกมา ในโรงงานอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์. วิทยานิพนธ์
วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อรรถพล สุชีวุติ. (2545). การประยุกต์ใช้ CAD/CAE/CAM ในการออกแบบแม่พิมพ์ฉีด
ฝาเกลียวพลาสติกและการปรับตั้งพารามิเตอร์เครื่องฉีดพลาสติก.
วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อัมพิกา ไกรฤทธิ์. (2543). การวิเคราะห์คุณค่า การลดต้นทุนในธุรกิจอุตสาหกรรม.
พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ธรรมดาเพรส จำกัด.
- อำนาจ ทองแสง. (2544). ทฤษฎีและการเขียนโปรแกรม CNC สำหรับการควบคุม
เครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ไฮเซอร์ เจย์ และ เรนเดอร์ เบร์รี. (2549). การจัดการการผลิตและซบวนการ. แปลโดย
จินตนิย ไพโรจน์ และคณะ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น
อินโดไชน่า.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก.

เวลาการปฏิบัติงานจากจาก Program Unigrahic NX6



ตารางที่ 1 ตารางการปฏิบัติงานจาก Program Unigraphic

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
Die Casting Bush Side		
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	49
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	38
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	34
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	10
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	9
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	12
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	27
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	7
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18
10	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59
เวลารวม		263
Die Casting Pin Side		
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	48
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	37
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	33
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	10
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	8
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	11
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	17
8	ตัดผิวสำหรับวางไส้แบบ Ball End Mill 6R3	7
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18
10	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59
เวลารวม		248
Core Box Bush Side		
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	36
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	59
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	59
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	52
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	41
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	45
8	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	30
9	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	4
เวลารวม		381
Core Box Pin Side		
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	36
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	56
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	53
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	52
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	41
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	44
8	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	28
เวลารวม		365
เวลารวมทั้งหมด		1257

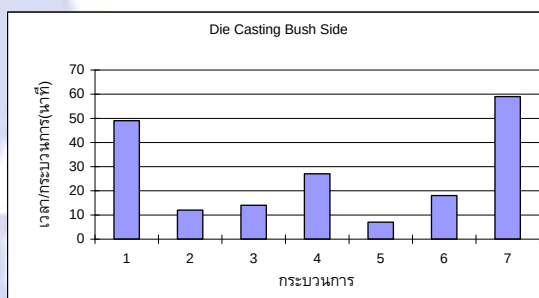
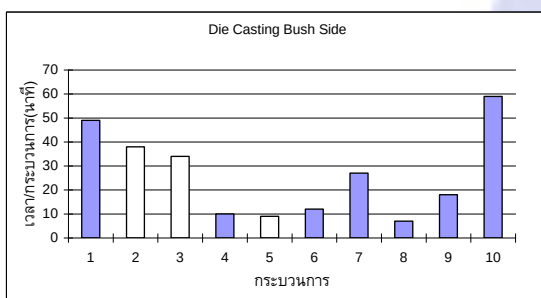
ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์กระบวนการจาก Program Unigraphics NX6



กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ แบบGravity

ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
Die Casting Bush Side			Die Casting Bush Side		
1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	49	1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	49
2	ตัดหยาน Ball End Mill 16R4	38	2	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	12
3	ตัดหยาน Ball End Mill 12R3.5	34	3	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	14
4	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	10	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	27
5	ตัดหยาน Ball End Mill 8R4	9	5	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7
6	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	12	6	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	27	7	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59
8	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7			
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18			
10	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59			



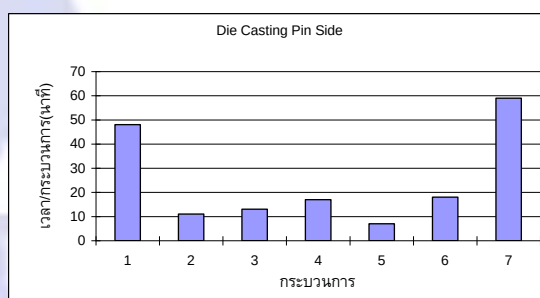
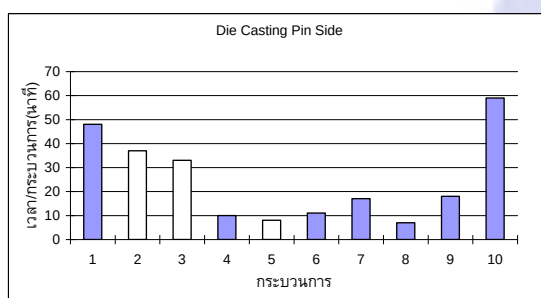
กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)
 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

รูปที่ 1 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อด้าน Bush

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์เทหล่อ แบบGravity

ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
	Die Casting Pin Side			Die Casting Pin Side	
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	48	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	48
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	37	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	11
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	33	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	13
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	10	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	17
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	8	5	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	11	6	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	17	7	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59
8	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7			
9	ตัดผิวรูเทแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18			
10	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59			



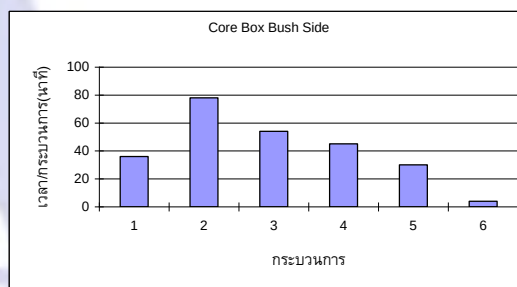
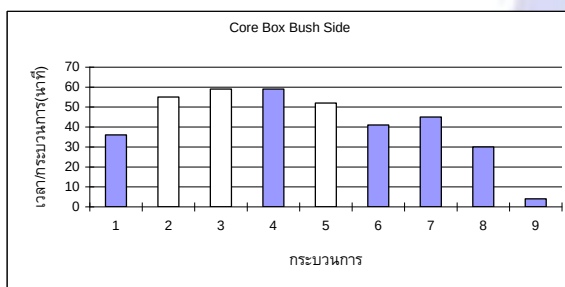
■ กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)
 □ กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

■ กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

รูปที่ 2 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์เทหล่อด้าน Pin

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำไส้แบบ แบบ Roper

ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ(นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ(นาที)
Core Box Bush Side			Core Box Bush Side		
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	36	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	36
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	78
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	59	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	54
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	59	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	45
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	52	5	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	30
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	41	6	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	4
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	45			
8	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	30			
9	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	4			



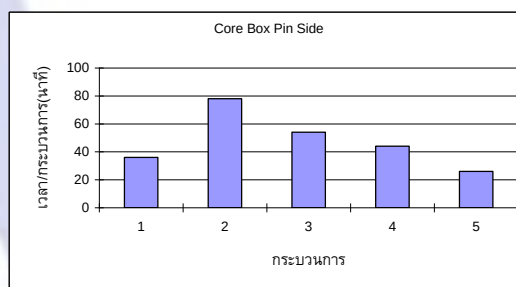
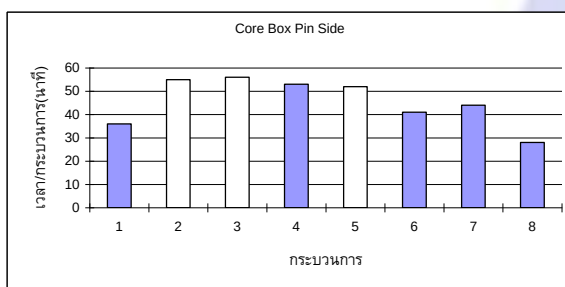
กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)
 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

รูปที่ 3 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ทำไส้แบบด้าน Bush

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ทำใส่แบบ แบบ Roper

ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ(นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ(นาที)
Core Box Pin Side			Core Box Pin Side		
1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	36	1	ตัดหยาบ Ball End Mill 25R5	36
2	ตัดหยาบ Ball End Mill 16R4	55	2	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	78
3	ตัดหยาบ Ball End Mill 12R3.5	56	3	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	54
4	ตัดหยาบ Ball End Mill 10R5	53	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	44
5	ตัดหยาบ Ball End Mill 8R4	52	5	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	26
6	ตัดหยาบ Ball End Mill 6R3	41			
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	44			
8	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	28			



กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)
 กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า(NVA=No Value Added)

กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า(RVA=Real Value Added)

รูปที่ 4 แผนภาพการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ RVA และ NVA แม่พิมพ์ทำใส่แบบด้าน Pin

ภาคผนวก ค.

การเปรียบเทียบเวลาการปฏิบัติงานจาก Program Unigraphics NX6



ตารางที่ 2 ตารางการปฏิบัติงานก่อนและหลังการวิเคราะห์ RVA และ NVA

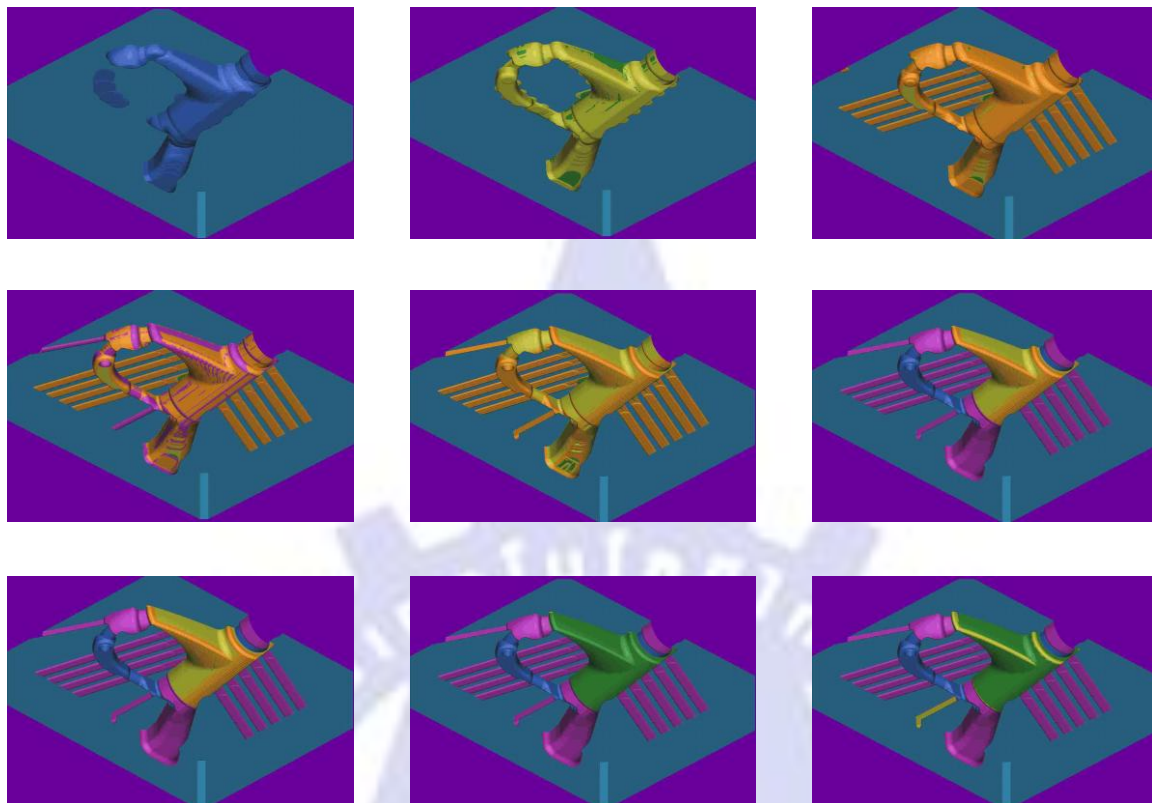
กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)	กระบวนการ	กิจกรรม	เวลา/กระบวนการ (นาที)
Die Casting Bush Side			Die Casting Bush Side		
1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	49	1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	49
2	ตัดหยาน Ball End Mill 16R4	38	2	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	12
3	ตัดหยาน Ball End Mill 12R3.5	34	3	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	14
4	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	10	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	27
5	ตัดหยาน Ball End Mill 8R4	9	5	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7
6	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	12	6	ตัดผิวรูแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	27	7	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59
8	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7			
9	ตัดผิวรูแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18			
10	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59			
เวลารวม		263	เวลารวม		186
Die Casting Pin Side			Die Casting Pin Side		
1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	48	1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	48
2	ตัดหยาน Ball End Mill 16R4	37	2	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	11
3	ตัดหยาน Ball End Mill 12R3.5	33	3	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	13
4	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	10	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	17
5	ตัดหยาน Ball End Mill 8R4	8	5	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7
6	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	11	6	ตัดผิวรูแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	17	7	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59
8	ตัดผิวสำหรับวางใส่แบบ Ball End Mill 6R3	7			
9	ตัดผิวรูแม่พิมพ์เทหล่อ Ball End Mill 6R3	18			
10	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	59			
เวลารวม		248	เวลารวม		173
Core Box Bush Side			Core Box Bush Side		
1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	36	1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	36
2	ตัดหยาน Ball End Mill 16R4	55	2	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	78
3	ตัดหยาน Ball End Mill 12R3.5	59	3	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	54
4	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	59	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	45
5	ตัดหยาน Ball End Mill 8R4	52	5	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	30
6	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	41	6	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	4
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	45			
8	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	30			
9	ตัดร่องระบายอากาศ Ball End Mill 12R3.5	4			
เวลารวม		381	เวลารวม		247
Core Box Pin Side			Core Box Pin		
1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	36	1	ตัดหยาน Ball End Mill 25R5	36
2	ตัดหยาน Ball End Mill 16R4	55	2	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	78
3	ตัดหยาน Ball End Mill 12R3.5	56	3	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	54
4	ตัดหยาน Ball End Mill 10R5	53	4	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	44
5	ตัดหยาน Ball End Mill 8R4	52	5	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	26
6	ตัดหยาน Ball End Mill 6R3	41			
7	ตัดผิวสำเร็จ Ball End Mill 6R3	44			
8	ตัดผิวสำเร็จขอบชิ้นงาน Ball End Mill 4R2	28			
เวลารวม		365	เวลารวม		238
เวลารวมทั้งหมด		1257	เวลารวมทั้งหมด		844

ภาคผนวก ง.

การเดินของมีดตัด (Tool Path) จาก Program Unigrahic NX6

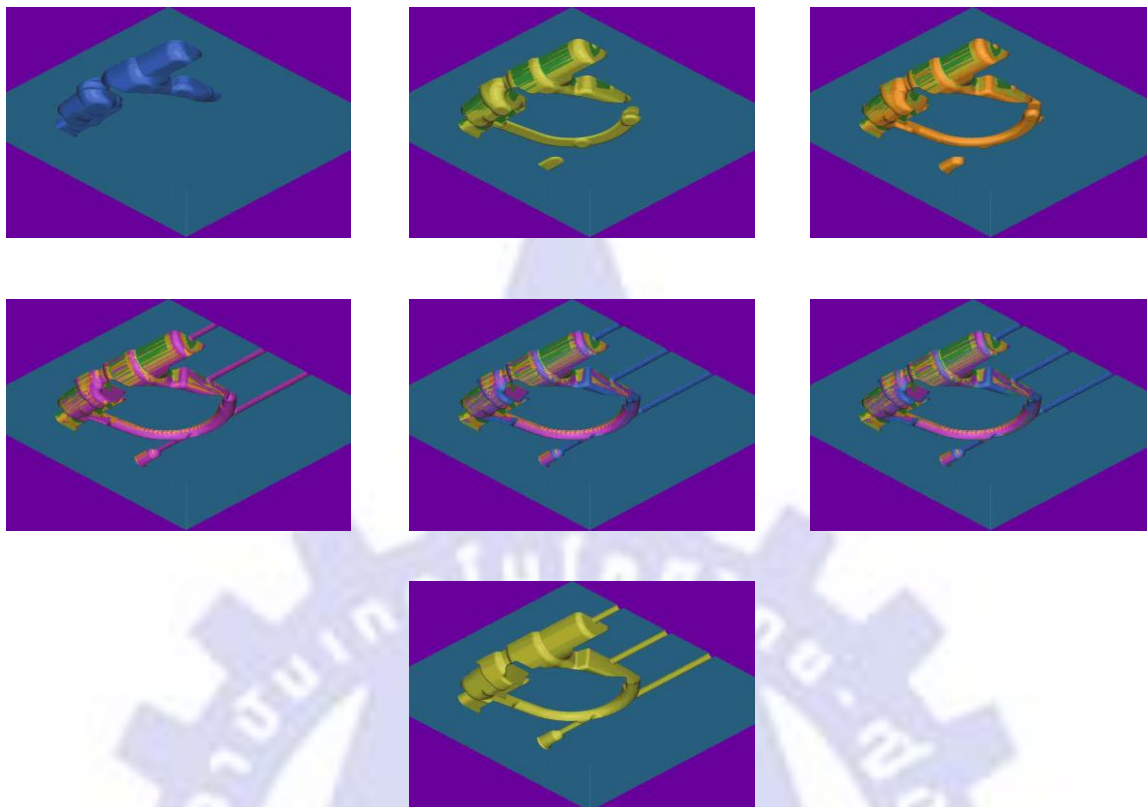


การเดินของมีดตัด (Tool Path) ของแม่พิมพ์เทหล่อ (Die Casting)



รูปที่ 5 การเดินของมีดตัด (Tool Path) ของแม่พิมพ์เทหล่อ

การเดินทางของมีดตัด (Tool Path) ของแม่พิมพ์ทำไส้แบบ (Roper Core Box)



รูปที่ 6 การเดินทางของมีดตัด (Tool Path) ของแม่พิมพ์ทำไส้แบบ

ภาคผนวก จ.
การคำนวณค่าแรงต่อชั่วโมงเครื่องจักร



ตารางที่ 3 ตารางค่าแรงของพนักงานในแผนกผลิตแม่พิมพ์

จำนวนพนักงาน (คน)	ค่าแรง (บาท) / เดือน
1	7,600
2	8,100
3	10,700
4	10,850
5	11,030
6	12,000
7	12,500
8	16,500
รวม	88,990

$$\begin{aligned} \text{ค่าแรงเฉลี่ย / คน / เดือน} &= \text{ค่าแรงทั้งหมด / จำนวนพนักงานทั้งหมด} \\ &= 88,990 / 8 \end{aligned}$$

$$= 11,124 \text{ บาท}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าแรงเฉลี่ย / คน / วัน} &= \text{ค่าแรง (เดือน) / 30 วัน} \\ &= 11,124 / 30 \end{aligned}$$

$$= 371 \text{ บาท}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าแรงเฉลี่ย / คน / ชั่วโมง} &= \text{ค่าแรง (วัน) / 8 ชั่วโมง} \\ &= 371 / 8 \end{aligned}$$

$$= 46 \text{ บาท}$$