



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

## การศึกษาวัสดุและกระบวนการผลิตที่ใช้ทำหุ่นยนต์แขนกล Study Materials and Processes for Robotics

สุพจน์ สำราญรัมย์\* ณิชภัส รอบเมือง<sup>1</sup> เกียรติไกร สารมะโน<sup>1</sup> สมภพ ทิมดิษฐ์<sup>1</sup> ชัยพล ผ่องพลีศาล<sup>1</sup> สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

\*E-mail: [sumranrom.suphot70@gmail.com](mailto:sumranrom.suphot70@gmail.com)

Suphot sumranrom\* Nathaphat robmuang<sup>1</sup> kriengkrai sanmano<sup>1</sup> Somphob timdit<sup>1</sup>Chaipol  
pongpleesan<sup>1</sup> Saharat wongsisa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasembundit University

<sup>2</sup>Industrial Management for Sustainable Management, Faculty of Engineering Rajamangala University  
of Technology Phra Nakhon

\*E-mail: [sumranrom.suphot70@gmail.com](mailto:sumranrom.suphot70@gmail.com)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาองค์ประกอบการผลิตชิ้นส่วนหุ่นยนต์ ในระบบแขนกล (Articulated Robot) โดยเลือกชิ้นส่วน  
แขนท่อนบน (Upper link) ที่ประกอบต่อเข้ากับแขนท่อนล่าง (Lower link) และประกอบต่อเข้ากับชิ้นส่วนมือหุ่นยนต์  
(Robot hand) ทำการศึกษาด้วยเทคนิควิศวกรรมย้อนรอย (Reverse Engineering) เมื่อหุ่นยนต์ทำงานส่วนแขนกลจะ  
รับภาระสูงสุด (Maximum load) ที่บริเวณจุดต่อของชิ้นส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ A, B และ C มีภาระ (Loads) รับแรงบิด  
(Torque) สูงสุดที่ 75.21 N/mm<sup>2</sup> , 73.05 N/mm<sup>2</sup> และ 19.28 N/mm<sup>2</sup> ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าแขนท่อนบน  
ของตัวอย่างชิ้นส่วน 3 ผลิตภัณฑ์ใช้วัสดุชนิดเหล็กหล่อ SC49 (JIS) ตัวอย่างชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ A, B และ C มี  
พื้นที่หน้าตัด 1,519.89 mm<sup>2</sup> , 857.21 mm<sup>2</sup> และ 2,059.82 mm<sup>2</sup> ตามลำดับ ปรากฏว่าพื้นที่หน้าตัดกับแรงบิดมี  
อัตราส่วนแตกต่างกันเป็น 20.20 เท่า, 11.73 เท่า และ 106.83 เท่า ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์เวลาในการขึ้นรูปด้วย  
กระบวนการตัดเฉือนปรากฏว่าใช้เวลาในการผลิตเป็น 813 นาที , 1,191 นาที และ 1,001 นาที ตามลำดับ สรุปได้ว่าการ  
ออกแบบและผลิตชิ้นส่วนแขนท่อนบนของหุ่นยนต์ (Upper link) ที่แรงบิดสูงสุดจำเป็นต้องสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดซึ่งมี  
ผลต่อเวลาในการผลิตและขนาดชิ้นส่วนที่เหมาะสมต่อการใช้งานกระทบต่อต้นทุนการผลิตและราคาจำหน่าย

**คำหลัก :** ชิ้นส่วนหุ่นยนต์, วิศวกรรมย้อนรอย, แรงบิด

### Abstract

This study investigates the composition of the robot parts in the Articulated Robot. It selects  
the upper link piece that is attached to the lower link and attaches it to the hand piece. Robot hand  
is Reverse Engineering. When the robot is operating, the arm load is the maximum load at the



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

junction of the individual pieces A, B and C with load the maximum torque was 75.21 N/mm<sup>2</sup>, and 73.05 N/mm<sup>2</sup>, and 19.28 N/mm<sup>2</sup>, respectively. The results of the study showed that the upper part of the sample was 3 pieces using cast iron material SC49 (JIS). Product samples A, B and C had the cross sectional area of 1,519.89 mm<sup>2</sup>, and 857.21 mm<sup>2</sup> and 2,059.82 mm<sup>2</sup>, respectively. It was found that the cutting area with the torque ratio was 20.20 times, 11.73 times and 106.83 times, respectively. The results of the machining time analysis showed that the production time was 813 minutes, 1,191 Minutes and 1,001 minutes, respectively. It can be concluded that the design and manufacture of the upper link of the robot, the maximum torque required is related to the cross-sectional area, which has a different effect on the time of production. It was found that the appropriate size of the components affected the cost of production and price competition.

**Keywords :** Robot parts, Reverse engineering ,Torque

## 1. บทนำ

ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมต่าง ๆ มีการแข่งขันรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ กลยุทธ์หนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้ประกอบการแข่งขันได้ในตลาดโลก คือ อาศัยความสามารถเชิงเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมเพื่อสนับสนุน การจัดสร้างระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ แขนกลเชื่อมโลหะ นับเป็นร้อยละ 38 ของจำนวนหุ่นยนต์ที่นำเข้ามาทั้งหมด [1]ถูกนำมาทดแทนแรงงานคนทั้งในด้านของการเพิ่มผลผลิตส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศที่มีราคาแพง และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย ดังนั้นการ ศึกษาวัสดุและกระบวนการผลิตที่ใช้ทำหุ่นยนต์ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการผลิตหุ่นยนต์และพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนแขนกลได้มีการเจริญเติบโตภายในประเทศอย่างมาก ทำให้มีความต้องการหุ่นยนต์ที่ใช้ในการผลิตมากตามไปด้วย[3]

การพัฒนาและผลิตแขนกลโดยประสบผลสำเร็จที่ดีพร้อม เกิดปัญหาด้านต้นทุนการผลิตหุ่นยนต์และสิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุดคือความแข็งแรงและความคงทนในการใช้งาน จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์บริเวณแขนท่อนบนให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเรียกได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก มี

ความโดดเด่นในการควบคุมค่าที่ละเอียดมากในกระบวนการผลิต ซึ่งชิ้นส่วนที่สำคัญที่สุดข้างต้นนี้ เป็นหลักในการเลือกชิ้นส่วนท่อนแขนส่วนบนของแขนกล หรือเรียกว่า Upper link มาใช้ศึกษาวัสดุและกระบวนการผลิต เพื่อให้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกวัสดุและชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด

### 1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาวัสดุและกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหุ่นยนต์
- 2) ประเมินประสิทธิภาพการออกแบบและผลิตชิ้นส่วนหุ่นยนต์เชิงวิศวกรรมย้อนรอย

### 1.2 ขอบเขตโครงการ

- 1) เลือกประเภทหุ่นยนต์แขนกล 6 แกนของ 3 ผลิตภัณฑ์ หุ่นยนต์แต่ละตัวรับน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม
- 2) เลือกชิ้นส่วนแขนท่อนบน (UPPER LINK) ของหุ่นยนต์
- 3) นำวัสดุชิ้นส่วนแขนท่อนบน (UPPER LINK) มาศึกษาว่าเป็นวัสดุชนิดใดที่ใช้ทำหุ่นยนต์
- 4) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบเพื่อแยกชิ้นส่วนหุ่นยนต์

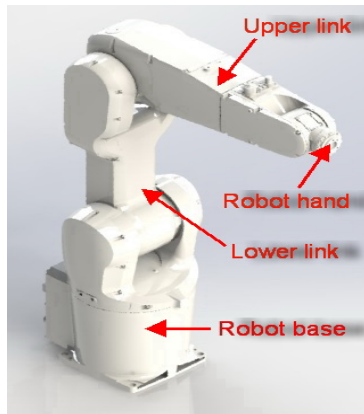


การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

- 5) เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของหุ่นยนต์แขนกล 6 แกนของ 3 ผลิตภัณฑ์
- 6) เปรียบเทียบราคาในการหล่อชิ้นงาน
- 7) กำหนดวิธีการผลิตงานกลึงให้กับชิ้นส่วน
- 8) เปรียบเทียบเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วน

## 2. ทฤษฎี

2.1 หุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรม เป็นเครื่องจักรกลอัตโนมัติอีกรูปแบบหนึ่งที่ถูกออกแบบและสร้างมาเพื่อนำมาใช้ทดแทนคนในกระบวนการผลิตต่างๆ หรือนำมาใช้เพื่อช่วยในกระบวนการผลิตในลักษณะหุ่นยนต์ทำงานร่วมกับคน ซึ่งหุ่นยนต์ที่ถูกสร้างมานั้นมีหลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ต้องการนำมาประยุกต์ใช้งาน



รูปที่ 1 ส่วนประกอบหุ่นยนต์

2.2 การทดสอบการดึง โดยทั่วไปหลังจากที่ทำการทดสอบจะทราบค่าของโหนดที่มากกระทำกับระยะยืดตัวของวัสดุ หากเครื่องทดสอบใดมีสมรรถนะสูงและทันสมัยสามารถใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์จะสามารถแสดงค่าความเค้น-ความเครียดวิศวกรรมได้ด้วย อย่างไรก็ตาม เราสามารถหา

ค่าต่าง ๆ จากการคำนวณโดยใช้สมการ ตัวแทนสมบัติวัสดุที่เกี่ยวข้องดังนี้

ค่าความเค้นวิศวกรรม (Engineering Stress) หรือ เรียกว่า Nominal Stress เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างโหลด หรือแรงที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดที่ตั้งฉากกับแรงที่กระทำ นั้นโดยสามารถแสดงในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความเค้น-ความเครียดในระดับค่าต่าง ๆ ได้ โดยกราฟนี้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างถูกต้องภายใต้ค่า ความเค้น-ความเครียดช่วงการยืดหยุ่นตัว (Elastic Deformation) และค่าในช่วงการเปลี่ยนรูปถาวร ของชิ้น ทดสอบนั้นๆ โดยใช้สมการค่าความเค้นวิศวกรรม ดังนี้

$$\text{Nominal stress } \sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

โดย  $\sigma$  คือ ความเค้น ( $N/m^2$ )  $F$  คือแรงที่กระทำตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบ ( $N$ )  $A$  คือ พื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบ ( $mm^2$ )

ค่าความเครียดวิศวกรรม (Engineering Strain Curve) หรือ เรียกว่า Linear Strain Curve เป็นค่าอัตรา การเปลี่ยนแปลงการยืดตัวของวัสดุตามแนวทิศทางของ แรงดึงชิ้นทดสอบ เทียบกับความยาวเริ่มต้นของชิ้นทดสอบนั้นซึ่งสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$\text{Linear strain } \epsilon = \frac{l_0}{l_1} \quad (2)$$

โดย  $\epsilon$  คือ ความเครียด  $l_0$  คือ ความยาวก่อนการดึง ( $mm$ )

$l_1$  คือ ความยาวหลังการดึง ( $mm$ )

simulation คือการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโมเดล 3มิติ (Strength Analysis) โดยใช้วิธี Finite Element Analysis (FEA) ในการคำนวณหาความแข็งแรงซึ่งจะมีโมดูลย่อยๆอีกหลายชนิดเพื่อให้ตอบโจทย์ความเสียหายที่มีได้หลากหลายรูปแบบที่ใช้จะเป็น Linear Static คือการวิเคราะห์ความ



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
 The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
 วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

เสียหายของชิ้นงานเมื่อได้รับแรงกระทำ สามารถดูการรับแรง (Stress) ที่ตำแหน่งต่างๆของชิ้นงานและการบิดงอ (Displacement) ได้

หลักการของ FEA คือการแบ่งชิ้นงานขนาดใหญ่ออกเป็นชิ้นงานขนาดเล็กๆ ที่มีรูปทรงเป็นเรขาคณิต(พวก สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม เป็นต้น) เนื่องจากเครื่องมือหรือสูตรคำนวณที่เรามีอยู่สามารถคำนวณได้แต่รูปทรงเรขาคณิต

2.3 ความเร็วรอบและอัตราป้อน

ความเร็วรอบของมีดกัด สามารถป้อนในโปรแกรมซีเอ็นซีได้ดังนี้

- ป้อนเป็นค่าความเร็วรอบโดยตรง หน่วยเป็นจำนวนรอบต่อนาที (RPM)
- ป้อนเป็นหมายเลขรหัส (Code Number) ซึ่งจะถูกแปลงเป็นชั้นความเร็วรอบต่าง ๆ กันที่ระบบส่งกำลังขับเคลื่อนของเครื่องจักรมีให้เลือกใช้ในภายหลัง

การหาความเร็วรอบและอัตราการป้อนดังนี้

ความเร็วรอบ (speed)

$$N = \frac{Vc * 1000}{\pi * D} \quad (3)$$

โดย N คือ ความเร็วรอบ (rev/min) Vc คือ ความเร็วตัด (m/min)  $\pi$  คือ ค่าคงที่ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) อัตราป้อน (feed)

$$Ft = N * Fz * Z \quad (4)$$

โดย Ft คือ อัตราป้อน (mm/min) N คือ ความเร็วรอบ (rev/min) Fz คือ อัตราป้อนต่อฟัน (mm/tooth) Z คือ จำนวนคมฟัน

3. วิธีการทดลอง

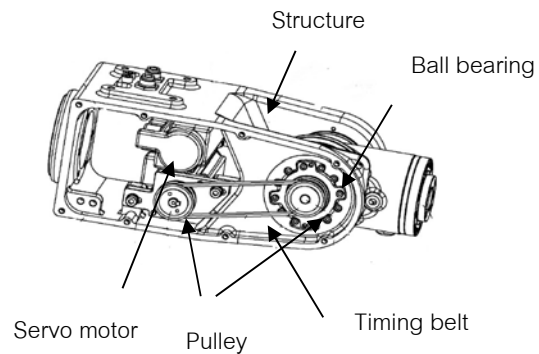
ในการศึกษาโครงการนี้จะนำหุ่นยนต์ชนิดแขนกล 6 แกนของ 3 ผลิตภัณฑ์ คือ A , B , C โดยเลือกชนิดหุ่นยนต์ที่รับน้ำหนัก

ไม่เกิน 5 กิโลกรัม

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของหุ่นยนต์

Name	DOF	LOAD Kg.	Position Repeatability (mm)	Max Reach (mm)
A	6	5	±0.02	706
B	6	5	±0.025	901
C	6	5	±0.02	650

ส่วนที่นำวิเคราะห์คือ แขนท่อนบน(Upper link) ซึ่งมี ส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของ Upper Link [8]

วิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม Solid work simulation V.2016 Finite Element Analysis (FEA) ในการคำนวณหาความแข็งแรง ทำการวิเคราะห์แบบคงที่ (Linear Static) สำหรับตำแหน่งชิ้นส่วนที่สำคัญในโครงสร้างคือรูที่ยึดลูกปืน มีขั้นตอนดังนี้

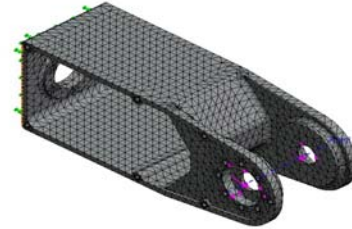
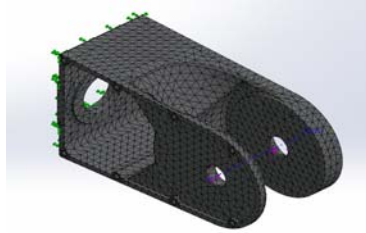
- เปิดชิ้นงานที่ต้องการวิเคราะห์
- กำหนดคุณสมบัติวัสดุลงบนชิ้นงาน
- กำหนดขอบเขตที่ยึด(Fixture) ลงบนผิวชิ้นงาน
- กำหนดภาระแรง (Load) ลงบนผิวชิ้นงาน
- การประมวลผลและวิเคราะห์ (Analyze)



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
 The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
 วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

### 3.1 วิเคราะห์โครงสร้างผลิตภัณฑ์ A

### 3.2 วิเคราะห์โครงสร้างผลิตภัณฑ์ B

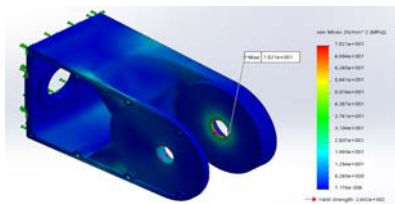


รูปที่ 3 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Mesh)

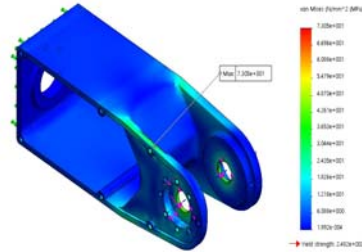
รูปที่ 6 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Mesh)

หลังจาก Run โปรแกรมจะประมวลผลเสร็จซึ่งจะแสดงผลค่าของความเค้นที่เกิดขึ้นในรูปแบบชั้นสี (Fringe Plot) ดังรูปที่ 6 พบว่าความเค้นสูงสุด (Von Mises) ที่เกิดขึ้นบริเวณรูยึดลูกปืนมีค่าเท่ากับ 75.21 N/mm<sup>2</sup>

ผลค่าของความเค้นที่เกิดขึ้นในรูปแบบชั้นสี (Fringe Plot) ดังรูปที่ 10 พบว่าความเค้นสูงสุด (Von Mises) ที่เกิดขึ้นบริเวณรูยึดลูกปืนมีค่าเท่ากับ 73.05 N/mm<sup>2</sup>



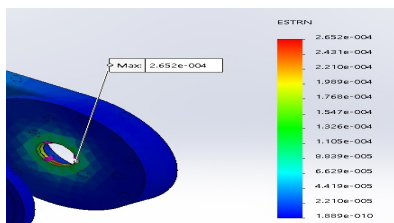
รูปที่ 4 ค่าความเค้นสูงสุดของผลิตภัณฑ์ A



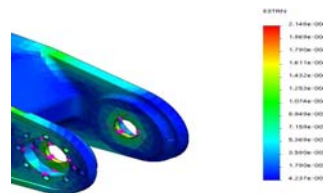
รูปที่ 7 ค่าความเค้นสูงสุดของผลิตภัณฑ์ B

ค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการยืดตัวสูงสุดเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ส่วนกลาง มีค่าการยืดสูงสุด 0.0002652 มม. ดังรูปที่ 7

ค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการยืดตัวสูงสุดเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ส่วนกลาง มีค่าการยืดสูงสุด 0.0002148 มม. ดังรูปที่ 11



รูปที่ 5 ค่าความเครียดสูงสุดของผลิตภัณฑ์ A



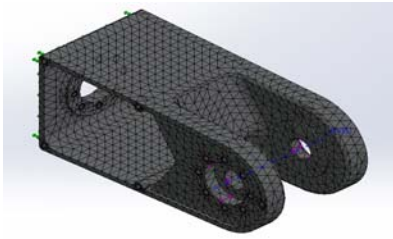
รูปที่ 8 ค่าความเครียดสูงสุดของผลิตภัณฑ์ B





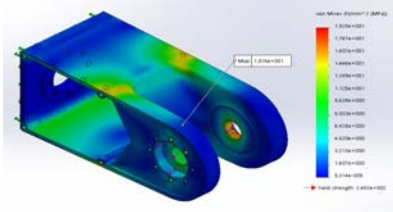
การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
 The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
 วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

3.3 วิเคราะห์โครงสร้างผลิตภัณฑ์ C



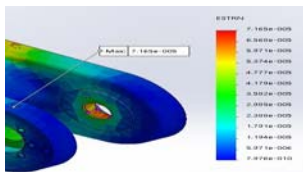
รูปที่ 9 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Mesh)

ผลค่าของความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นในรูปแบบชั้นสี (Fringe Plot) ดังรูปที่ 14 พบว่าความเค้นสูงสุด (Von Mises) ที่เกิดขึ้นบริเวณรูยึดลูกปืนมีค่าเท่ากับ 19.28 N/mm<sup>2</sup>



รูปที่ 10 ค่าความเค้นสูงสุดของผลิตภัณฑ์ C

ค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการยืดตัวสูงสุด เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ส่วนกลาง มีค่าการยืดสูงสุด 0.00007165 มม. ดังรูปที่ 15

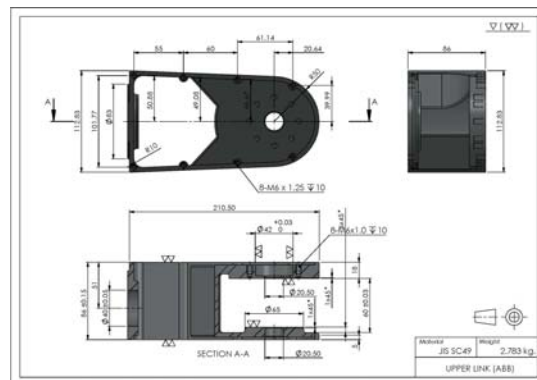


รูปที่ 11 ค่าความเครียดสูงสุดของผลิตภัณฑ์ C

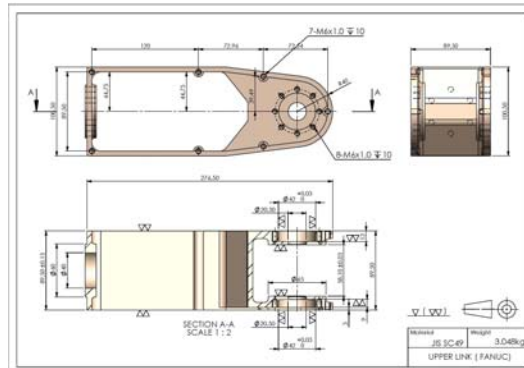
4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบกระบวนการผลิต

การผลิตชิ้นส่วนทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์โดยงานกัดและงานกลึง ด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ (CNC Milling) โดยมีกระบวนการผลิตดังนี้



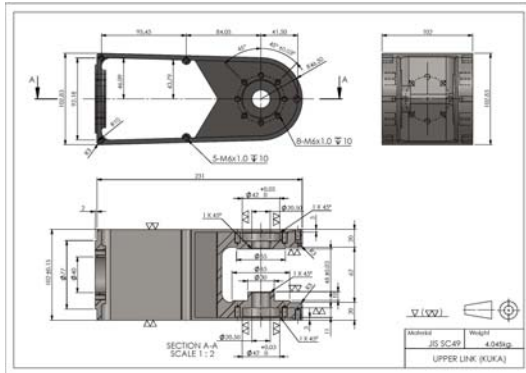
รูปที่ 12 แบบผลิตของผลิตภัณฑ์ A



รูปที่ 13 แบบผลิตของผลิตภัณฑ์ B

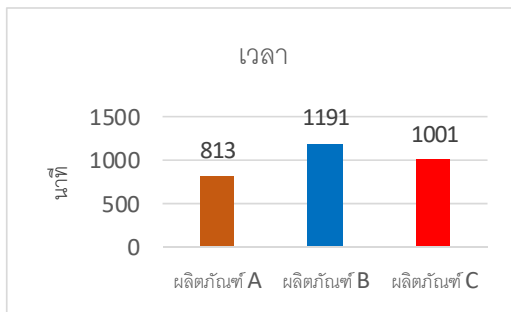


การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
 The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
 วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า



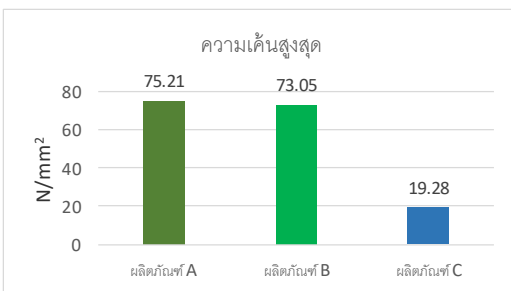
รูปที่ 14 แบบผลิตของผลิตภัณฑ์ C

จากกระบวนการผลิตทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์มาเปรียบเทียบเป็นกราฟดังนี้

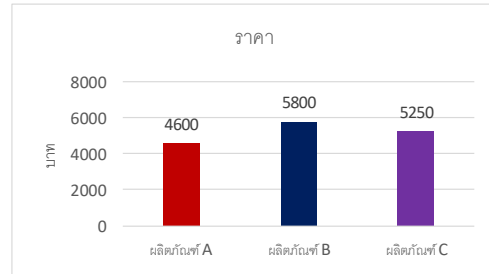


รูปที่ 15 เปรียบเทียบเวลา

ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อทดสอบการรับแรง



รูปที่ 16 เปรียบเทียบความเค้นสูงสุด



รูปที่ 17 เปรียบเทียบราคาค้นทุน

### 5. สรุปผลการทดสอบ

วัสดุที่ใช้ทำหุ่นยนต์แขนกลในอุตสาหกรรมทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ใช้วัสดุเป็นเหล็กหล่อ JIS Grade SC49 ทำการขึ้นรูปโดยการหล่อแบบทรายพบว่าผลิตภัณฑ์ A B และ C มีต้นทุนในการหล่อขึ้นรูป 4,600 บาท , 5,800 บาท และ 5,250 บาท ตามลำดับ

ผลการศึกษาในเรื่องการออกแบบการรับโหลดที่น้ำหนัก 50 นิวตัน ทำการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบกับค่าความเค้น (Yield Strength) ตามมาตรฐานของเหล็กหล่อ JIS Grade SC49 คือ 248.9 N/mm<sup>2</sup> ชิ้นส่วนแขนท่อนบน (Upper link) ของผลิตภัณฑ์ B ออกแบบมาให้มีพื้นที่หน้าตัดน้อยที่สุด แต่สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่าผลิตภัณฑ์ A

ผลการวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีเครื่องกัด (CNC milling) โดยเปรียบเทียบกับเวลามาตรฐานของเครื่องพบว่าผลิตภัณฑ์ ใช้เวลาในกระบวนการผลิตทั้งหมดน้อยที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ A ซึ่งในเวลาทั้งหมด 813 นาที

สรุปผลิตภัณฑ์ A มีต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ B และ C ในส่วนของการรับโหลด ผลิตภัณฑ์ C ออกแบบพื้นที่หน้าตัดต่อการกระทำที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ A และ B



การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

6. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปฏิญานีพนธ์ฉบับนี้ได้รับความกรุณาเอื้อเฟื้อจากบุคคลต่าง ๆ ในการให้ข้อมูล และอำนวยความสะดวกให้คำแนะนำปรึกษาในทุก ๆ ด้านจนผลงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผศ.สหรัตน์ วงศ์ศรีษะ และ ผศ. ชานนท์ มุลวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาในการจัดทำปฏิญานีพนธ์ช่วยให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาในการจัดทำโครงการ ช่วยเสนอแนะแนวทาง แนวคิดและแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอดจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วารสารของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม พิมพ์เป็นปีที่ 60 ฉบับเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน 2561
- [2] โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (2554). “หุ่นยนต์ เล่มที่36 เรื่องที่ 6” สืบค้นเมื่อ 2556, มิถุนายน 25, เข้าถึงได้จาก:  
<http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book>
- [3] บุญธรรม ภัทราจารุกุล หุ่นยนต์อุตสาหกรรม กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น 2556
- [4] ศ. ดร.ปราโมทย์ เดชะอำไพ, ผศ. ดร.วิโรจน์ ลิ้มตระการ, เสฎฐวรธ สัจจิตภวัตสกุล และ ยศกร ประทุมวัลย์ ผู้แปล การประยุกต์ใช้ไฟไนต์อินนิเม้นต์ด้วย Solid work Simulation
- [5] คุณสมบัติเหล็กหล่อ JIS SC 49 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก [https://www.totalmateria.com/TM\\_materials.aspx?t=JIS&gr=1&ty=5&cl=17&sc=26&db=1&LN=TH](https://www.totalmateria.com/TM_materials.aspx?t=JIS&gr=1&ty=5&cl=17&sc=26&db=1&LN=TH)
- [6] ราคาหล่อเหล็กจาก ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอส.อาร์.อาร์ 2010 37/131 ม.9 ต.สวนหลวง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110 โทร 034-446-750-1
- [7] เครื่องกัด cnc <https://xn--cnc-pklp1ouczdvd0d.blogspot.com/>

[8]<https://patents.google.com/patent/US8516920B2/en?q=US+8%2c516%2c920+B2>

ประวัติย่อผู้จัดทำโครงการ

ข้อมูลส่วนตัว



ชื่อ-สกุล : นาย ณภัฏ รบเมือง  
วันเดือนปีเกิด : 1 ธันวาคม 2529  
ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 68/1453 ซอย 11 ฝั่งยาว หมู่บ้านอมรินทร์พรี ถนน อยู่วิทยา แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530  
เบอร์โทรศัพท์ : 091-7246482  
ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2561 บริษัท คอนเนคเทอร์ เอ็กเพอร์ต จำกัด



ชื่อ-สกุล : นาย สุตาน สำราญรมย์  
วันเดือนปีเกิด : 25 พฤศจิกายน 2522





การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2  
The 2<sup>nd</sup> Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society  
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 168ถ.เสรีไทย แขวงคลองกุ่ม เขต  
ปทุมธานี กรุงเทพฯ 10240  
เบอร์โทรศัพท์ : 092-4878880  
ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2557-2561 บริษัท สามที เอนจิ  
เนียริง จำกัด



ชื่อ-สกุล : นายเกรียงไกร สารมะโน  
วันเดือนปีเกิด : 10 พฤษภาคม 2533  
ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 42/295 ถ.กิ่งแก้ว ซ.41 ตำบล  
ราชาเทวะ อำเภอบางพลี สมุทรปราการ 10540  
เบอร์โทรศัพท์ : 080-8164371  
ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2552-2561 บริษัท ไทยฮอนด้า  
เมनुแฟคเจอร์ริง จำกัด