

การออกแบบสร้างและวิเคราะห์แม่แรงแบบเอ็กซ์ลิฟท์โดยใช้สลักเกลียวเมตริก สำหรับยกรถยนต์

Design, Construction and Analysis of X-Lift Jack by Using Metric Bolt for Lifting Car

ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

Chanchai Wiroomritichai

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพฯ 10160

โทร. 02-4570068 ต่อ 5121 โทรสาร 02-4570068 E-mail : chanchai@siam.edu

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบ สร้างและวิเคราะห์แม่แรงแบบเอ็กซ์ลิฟท์โดยใช้สลักเกลียวเมตริก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 mm ระยะพิทช์ 2 mm ซึ่งเป็นวัสดุที่มีจำหน่ายทั่วไปภายในประเทศ โดยนำมาประยุกต์เป็นองค์ประกอบหลักของแม่แรงที่ออกแบบ เพื่อทดแทนสกรูส่งกำลังขนาด 13 mm ระยะพิทช์ 3 mm ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SolidWorks เพื่อศึกษาค่าโมเมนต์บิดสูงสุดของสกรูส่งกำลังและสลักเกลียวเมตริกในการยกรถยนต์ ค่าความปลอดภัยของสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐาน และค่าความปลอดภัยของสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบผลจากการวิเคราะห์พบว่าโมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการหมุนสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2,385.73 N.mm และโมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการหมุนสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 2,407.04 N.mm ค่าความปลอดภัยของสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 12.06 และค่าความปลอดภัยของสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 24.49

คำสำคัญ: การออกแบบ สร้าง วิเคราะห์ แม่แรงแบบเอ็กซ์ลิฟท์ สลักเกลียวเมตริก

Abstract

This research has designed, constructed and analyzed an x-lift jack by using metric bolt with 14 mm diameter and 2 mm pitch. The metric bolt made of local material available in Thailand was applied to be the main component of the jack in order to replace the 13 mm diameter and 3 mm pitch power screw which has to be imported. The material was analyzed by SolidWorks software to study the maximum torque of power screw and metric bolt in car lift. The analysis result for the safety of power screw of standard car jack and the safety of metric bolt of the designed jack showed that the maximum torque in the rotation power screw of the standard jack was equal to 2,407.04 N.mm. The safety of power screw of standard car jack was equal to 12.06 and the safety of metric bolt of the designed jack was equal to 24.49.

Keywords: Design, Construction, Analysis, X-Lift Jack, Metric Bolt

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สำคัญ เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จำเป็นประจำรถยนต์ คือแม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูส่งกำลังเท่ากับ 13 mm ระยะพิทช์ 3 mm ซึ่งจากขนาดวัสดุดังกล่าว จำเป็นต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อนำมาเป็นส่วนประกอบในการสร้างแม่แรง และนอกเหนือจากนี้ แม่แรงที่ใช้กับรถยนต์โดยส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากบริษัทต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เพื่อตอบสนองต่อกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ที่มีจำนวนมากขึ้น เนื่องจากมีโครงการรถยนต์คันแรกให้กับประชาชนชาวไทย ซึ่งส่งผลให้มีการใช้รถยนต์ทั่วประเทศมีจำนวน 36,213,927 คัน (กรมการขนส่ง, 2558) ส่งผลให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของแม่แรงที่เป็นอุปกรณ์สำคัญประจำรถยนต์

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงทำการออกแบบ สร้างและวิเคราะห์โมเมนต์บิดสูงสุด ค่าความปลอดภัยสกรูส่งกำลัง และสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบเทียบกับแม่แรงมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SolidWorks และทำการสร้างแม่แรงโดยชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งหมดที่นำมาใช้ในการสร้างแม่แรง มีจำหน่ายทั่วไปภายในประเทศ เพื่อทดแทนการนำเข้าแม่แรงจากต่างประเทศ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบแม่แรงและสร้างแม่แรงจำนวน 1 ชุด
- 2.2 เพื่อศึกษาค่าโมเมนต์บิดสูงสุดของแม่แรงที่ออกแบบเปรียบเทียบกับแม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์
- 2.3 เพื่อศึกษาค่าความปลอดภัยของสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบเปรียบเทียบกับสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์

3. ขอบเขตของงานวิจัย

- 3.1 แม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูส่งกำลังเท่ากับ 13 mm ระยะพิทช์ 3 mm
- 3.2 แม่แรงที่ได้ออกแบบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียวเมตริกเท่ากับ 14 mm ระยะพิทช์ 2 mm
- 3.3 รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นรถยนต์ที่นั่งส่วนบุคคลน้ำหนัก 1,200 กิโลกรัม

4. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

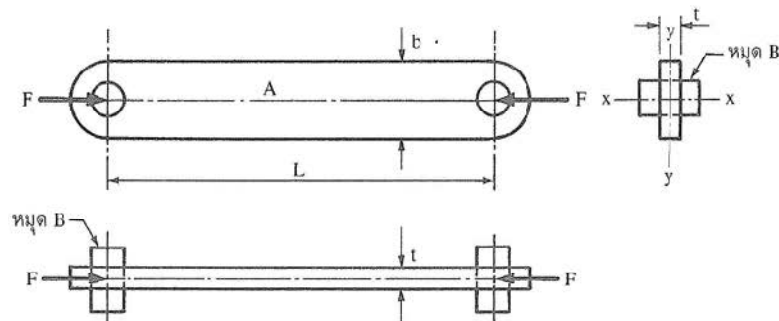
โกเมท และคณะ (2549) ได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ยกรถยนต์ ที่มีขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนย้ายได้ที่มีขนาดมิติโดยรวมที่ ความกว้าง × ความยาว × ความสูงที่ 1,300 mm × 1,900 mm × 130 mm ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ ชุดโครงสร้างอุปกรณ์ กลไกสำหรับยก แผ่นยก ระบบสำหรับการยก ระบบควบคุมการทำงาน โดยชุดส่งกำลัง และกลไกการเคลื่อนที่จะเป็นกลไกที่ส่งกำลังมาจากระบบนิวเมติก โดยใช้ความดันลมที่ 7.5 บาร์ เป็นต้น กำลังขับเคลื่อนการยกรถยนต์ที่มีน้ำหนักประมาณ 1,300 กิโลกรัม เพื่ออำนวยความสะดวก ในการตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบเบรก ระบบรองรับน้ำหนัก การเปลี่ยนล้อและยางของรถยนต์ ผลการทดลองอุปกรณ์ยกรถยนต์ พบว่าสามารถใช้งานได้ดี เป็นที่น่าพอใจและมีประสิทธิภาพตามสมควร

คณาภท และคณะ (2554) ได้ทำการสร้างแม่แรงยกรถยนต์ โดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลง โดยใช้มอเตอร์เป็นกำลังอัดน้ำมันไฮดรอลิกเข้าไปยังกระบอกสูบ แล้วใช้สวิตช์ปิด เปิด เป็นตัวควบคุม เพื่อแก้ไข

ปัญหาเกี่ยวกับยางรถยนต์ เนื่องจากสภาพของยางหรือเกิดการรั่วซึมของยาง ผลการทดลอง สามารถยกรถยนต์ขนาดเล็กได้รวดเร็วและปลอดภัย

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 การรับแรงกดของพื้นที่หน้าตัดของชิ้นต่อโยง (วรวิทย์ และชาญ, 2556)



ภาพที่ 1 ชิ้นส่วนต่อโยงรับแรงกด

พิจารณาจากภาพที่ 1 พบว่าการโค้งงอรอบแกน y-y จะเป็นลักษณะของเสาแบบ CC (Clamped) ที่ปลายยึดแน่นทั้งสองข้าง ทั้งนี้เพราะปลายที่สวมอยู่ในหมุดไม่สามารถจะโค้งขึ้นได้ แต่การโค้งงอรอบแกน x-x ปลายเสาหมุนรอบหมุดได้ ดังนั้นจึงเป็นลักษณะของเสาแบบ SS (Simply Supported) เป็นปลายยึดแบบธรรมดา

$$\text{การโค้งงอในแนวแกน x-x} \quad k = \frac{b}{\sqrt{12}} \quad (1)$$

$$F = \frac{\pi^2 E A b^2}{12 N L^2} \quad (2)$$

$$\frac{L_e}{k} = \frac{\sqrt{12} L}{b} \quad (3)$$

$$\text{การโค้งงอรอบแกน y-y} \quad F = \frac{\pi^2 E A t^2}{3 N L^2} \quad (4)$$

$$\frac{L_e}{k} = \frac{\sqrt{12} L}{2 t} \quad (5)$$

การคำนวณหาแรงกดที่กระทำกับชิ้นต่อโยงของแม่แรงให้ใช้สูตรพาราโบลา (Parabolic Formula)

$$F = \frac{\sigma_y A}{N} \left[1 - \frac{\sigma_y (L_e/k)^2}{4 \pi^2 E} \right] \quad (6)$$

โดยที่ F	คือ	แรงกดหน่วย N
σ_y	คือ	ความต้านแรงดึงคราก (Yield Strength) หน่วย N/mm ²
A	คือ	พื้นที่หน้าตัด หน่วย mm ²
N	คือ	ค่าความปลอดภัยของชิ้นงาน

L_e	คือ	ความยาวสมมูล (Equivalent Length) หน่วย mm.
L	คือ	ความยาวของชิ้นงาน mm.
k	คือ	รัศมีไจเรชั่น
E	คือ	โมดูลัสความยืดหยุ่น หน่วย GN/m ²
$\frac{L_e}{k}$	คือ	อัตราส่วนความเพียว มีค่าประมาณ $40 < L_e/k \leq 115$

4.2.2 การคำนวณขนาดของสลักเกลียว

$$\sigma_{td} = \frac{F}{A_s} \quad (7)$$

$$\sigma_{td} = \frac{\sigma_y}{N} \quad (8)$$

$$(8) = (9) \frac{\sigma_y}{N} = \frac{F}{A_s} \quad (9)$$

โดยที่ σ_{td}	คือ	ความเค้นออกแบบ หน่วย N/mm ²
A_s	คือ	พื้นที่รับความเค้น หน่วย mm ²

ตารางที่ 1 ค่าความปลอดภัย (N)

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงชั่วทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงชั่วสองทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

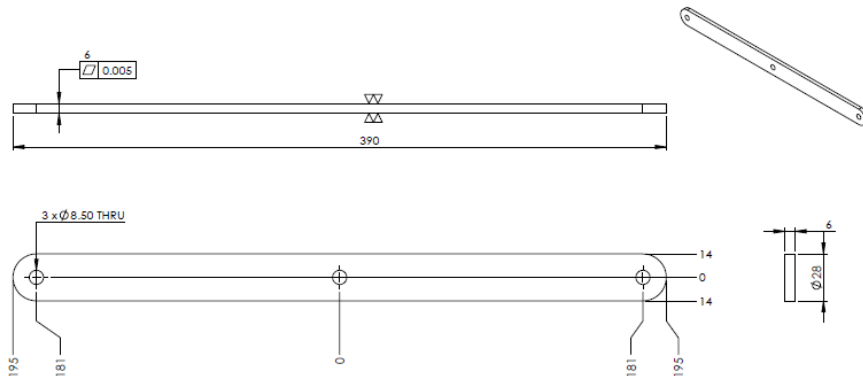
ตารางที่ 2 มาตรฐานสลักเกลียวเมตริก

Size	Coarse Pitch Threads	
Designation	Pitch (mm/thread)	Tensile Stress Area (mm ²)
M4	1.0	13.452
M6	1.0	22.484
M8	1.25	40.581
M10	1.5	63.981
M12	2.0	102.63
M14	2.0	162.30
M16	2.0	169.74
M16	2.5	237.79

ที่มา : Standard Metric and USA Bolt Shank Dimensions (2558)

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ทำการออกแบบชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักของแม่แรงคือ ชิ้นตอโยงแบบเอ็กซีลลิพท์และสลักเกลียวเมตริก ในการออกแบบ กำหนดให้ชิ้นตอโยง มีความหนา (t) = 6 mm. ความกว้าง (b) = 28 mm. ความยาวของ (L) = 181 mm. คำนวณการรับแรงกดของพื้นที่หน้าตัดของชิ้นตอโยง เพื่อนำไปคำนวณหาขนาดของสลักเกลียวเมตริก



ภาพที่ 2 ขนาดของชิ้นส่วนเอ็กซีลลิพท์

$$\text{การโค้งรอบแกน x-x} \quad \frac{L_e}{k} = \frac{\sqrt{12}L}{b} = \frac{\sqrt{12} \times 181}{28} = 22.39$$

$$\text{การโค้งรอบแกน y-y} \quad \frac{L_e}{k} = \frac{\sqrt{12} \times 181}{2t} = \frac{\sqrt{12} \times 181}{2 \times 6} = 52.25$$

เนื่องจาก อัตราส่วนความเพียว $40 < L_e/k \leq 115$ ใช้สูตรพาราโบลา (Parabolic Formula) Solid Works Material Steel ASTM A36 Steel (Yield Strength) : $\sigma_y = 250 \text{ N/mm}^2$ โมดูลัสความยืดหยุ่นของ Carbon Steel : $E = 207 \text{ Gpa}$ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นตอโยง: $A = bt = 28 \times 6 = 168 \text{ mm}^2$

$$F = \frac{\sigma_y A}{N} \left[1 - \frac{\sigma_y (L_e/k)^2}{4\pi^2 E} \right] = \frac{(250)(168)}{3} \left[1 - \frac{(250)(52.25)^2}{4\pi^2 (207000)} \right]$$

$$F = 12830.74 \text{ N} (1283.07 \text{ kg})$$

คำนวณหาขนาดของสลักเกลียวเมตริก

$$\frac{\sigma_y}{N} = \frac{F}{A_s}, \quad \frac{250}{3} = \frac{12830.07}{A_s}$$

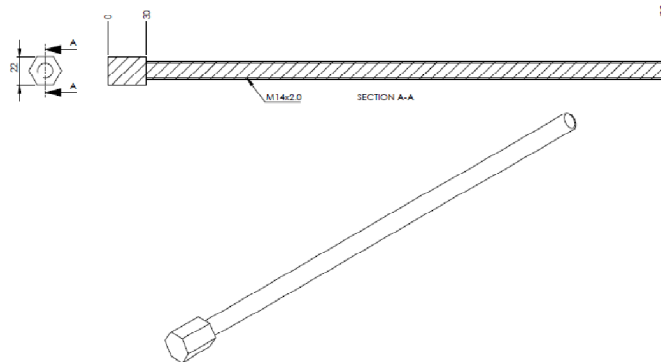
พื้นที่รับความเค้น: $A_s = 153.97 \text{ mm}^2$

จากตารางที่ 2 เกลียวเมตริกแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ เกลียวละเอียด เลือกใช้ M14x2.0

5.2 ทำการสร้างแบบและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแม่แรงที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks

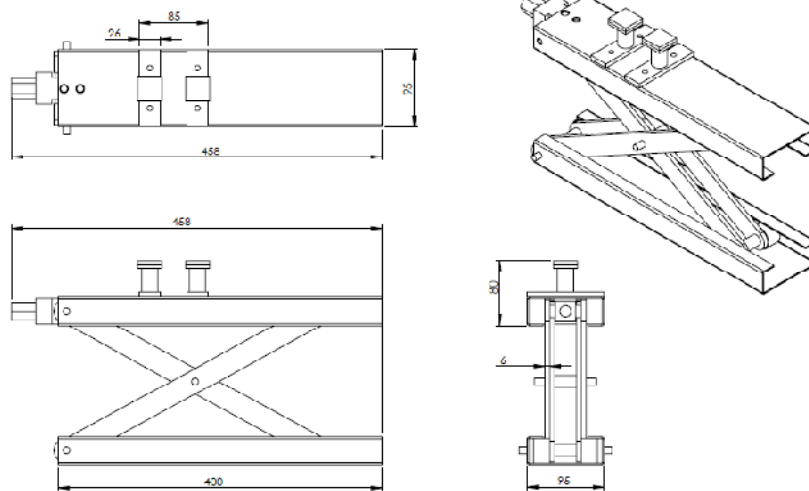
5.2.1 แบบของชิ้นตอโยงของแม่แรงที่ออกแบบ ความกว้าง 28 mm. ความหนา 6 mm. ความยาว 181 mm.

5.2.2 แบบของสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบขนาด M14 ระยะพิตช์ 2.0 mm. ความยาว 430 mm.



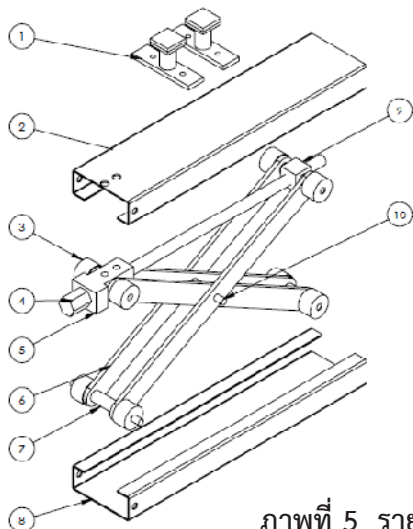
ภาพที่ 3 สลักเกลียวเมตริก

5.2.3 ทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่แรงที่ออกแบบ ด้วยโปรแกรม SolidWorks



ภาพที่ 4 แม่แรงแบบเอ็กซ์ลิฟท์

5.2.4 รายละเอียดส่วนประกอบของแม่แรงแบบเอ็กซ์ลิฟท์



PART LIST				
ITEM	PART NAME	SIZE	MATERIAL	QTY.
1.	Lifter Support		SS-400	2
2.	Top Plate		SS-400	1
3.	Roller		SS-400	4
4.	Screw	M14x2.0	SS-400	1
5.	Screw Support		SS-400	1
6.	Cross Arm		SS-400	2
7.	Cross Arm Support-1		SS-400	1
8.	Down Plate		SS-400	1
9.	Cross Arm Support-2		SS-400	1
10.	Cross Arm Support-3		SS-400	1

ภาพที่ 5 รายละเอียดของแม่แรงแบบเอ็กซ์ลิฟท์

5.3 ทำการสร้างแม่แรงแบบแอกซ์ลิฟท์ขึ้นจริง เพื่อทดสอบการยกรถยนต์



ภาพที่ 6 แม่แรงแบบแอกซ์ลิฟท์

5.4 ทำการทดสอบแม่แรงแบบแอกซ์ลิฟท์ที่สร้างขึ้นจริง เพื่อทำการยกรถยนต์ที่มีน้ำหนัก 1200 kg



ภาพที่ 7 การใช้แม่แรงแบบแอกซ์ลิฟท์ยกรถยนต์

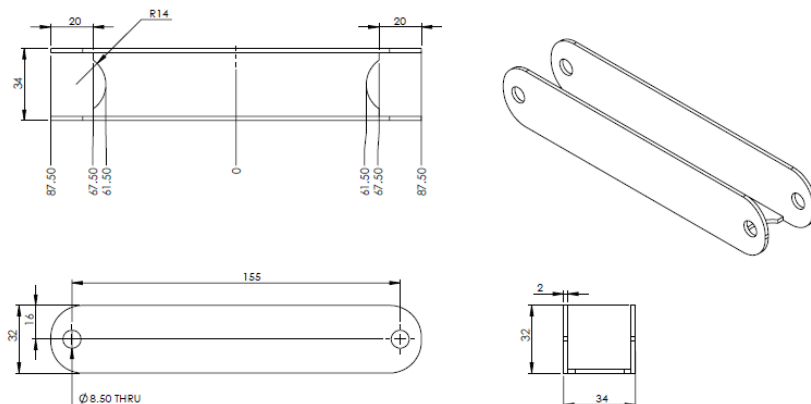
5.5 ทำการเขียนแบบแม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์ ด้วยโปรแกรม SolidWorks

5.5.1 กำหนดแม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์เพื่อสร้างแบบ ซึ่งสามารถใช้ยกรถยนต์ที่มีน้ำหนัก 1,200 กิโลกรัมได้ โดยเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป



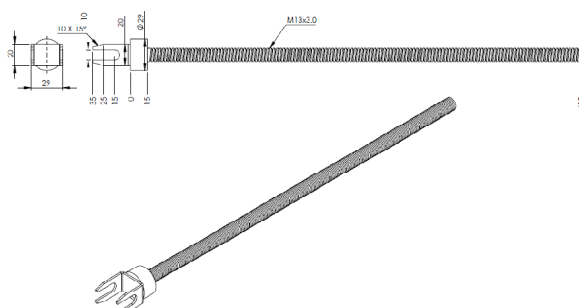
ภาพที่ 8 แม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์

5.5.2 ทำการสร้างแบบของชิ้นต่อโยงของแม่แรงมาตรฐาน ความกว้าง 32 mm. ความหนา 2 mm. ความยาว 155 mm.



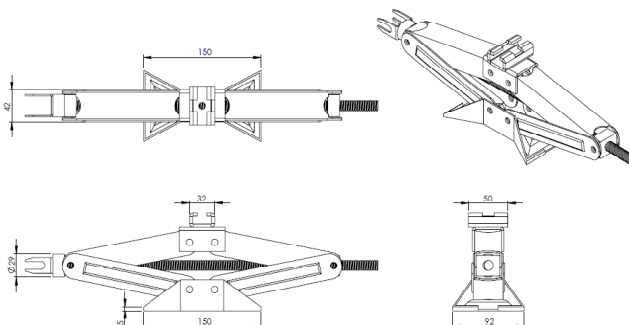
ภาพที่ 9 ชิ้นต่อโยงของแม่แรงที่ออกแบบ

5.5.3 ทำการสร้างแบบสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐาน ขนาด M13 ระยะพิตช์ 3 mm. ความยาว 415 mm.



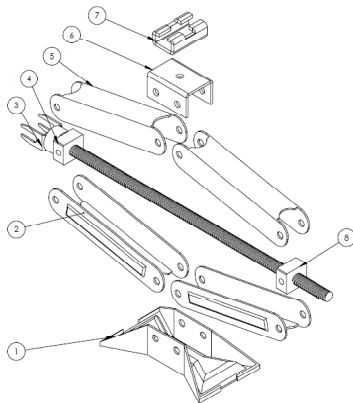
ภาพที่ 10 สกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐาน

5.5.4 ทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของแม่แรงมาตรฐาน ด้วยโปรแกรม SolidWorks



ภาพที่ 11 แบบแม่แรงมาตรฐาน

5.5.5 รายละเอียดส่วนประกอบของแม่แรงมาตรฐาน



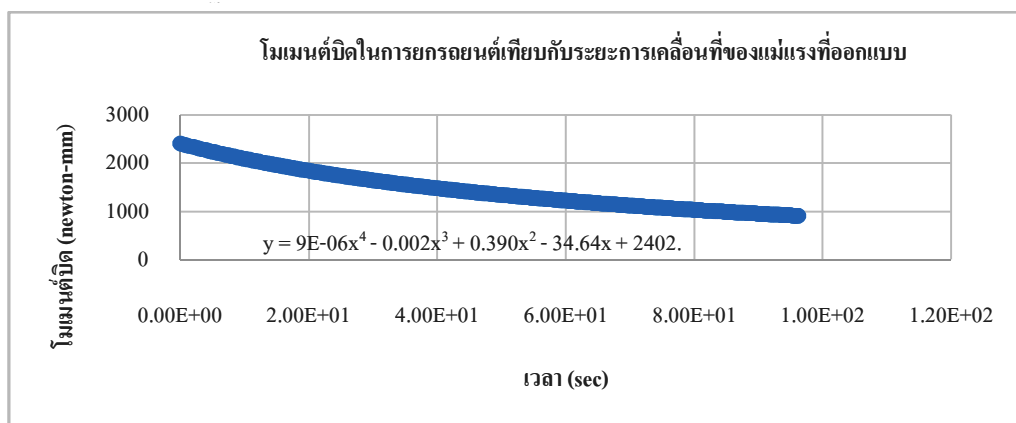
PART LIST				
ITEM	PART NAME	SIZE	MATERIAL	QTY.
1.	Base		SS400	1
2.	Link-1		SS400	2
3.	Screw	M13x3.0	SS400	1
4.	Screw Support-1		SS400	1
5.	Link-2		SS400	2
6.	Top Plate		SS400	1
7.	Lift Support		SS400	1
8.	Screw Support-2		SS400	1

ภาพที่ 12 ส่วนประกอบต่างๆ ของแม่แรงมาตรฐาน

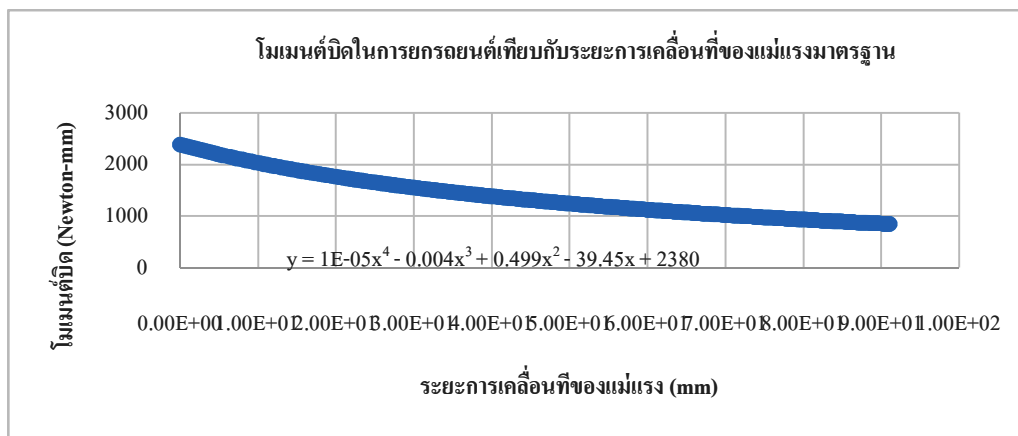
5.6 ทำการวิเคราะห์แม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์ เปรียบเทียบกับแม่แรงที่ออกแบบ โดยใช้แบบแม่แรงมาตรฐานและแบบแม่แรงที่ออกแบบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม SolidWorks ทำการวิเคราะห์ค่าโมเมนต์บิดสูงสุดของแม่แรงมาตรฐานและแม่แรงที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks Motion แล้วนำค่าโมเมนต์บิดสูงสุดที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อ เพื่อค่าความปลอดภัยของสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐานที่ติดมากับรถยนต์ เปรียบเทียบกับสลักเกลียวเมตริก ของแม่แรงที่ออกแบบ ด้วยโปรแกรม SolidWorks

6. ผลการวิจัย

6.1 จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SolidWorks Motion พบว่า โมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการยกรถยนต์เทียบกับระยะทางการเคลื่อนที่ของแม่แรงที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 2,407.042 Nmm. และโมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการยกรถยนต์เทียบกับระยะทางการเคลื่อนที่ของแม่แรงมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2,385.734 Nmm

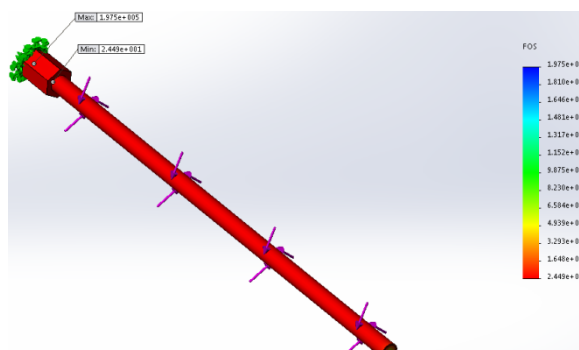


ภาพที่ 13 กราฟโมเมนต์บิดในการยกรถยนต์เทียบกับระยะการเคลื่อนที่ของแม่แรงที่ออกแบบ



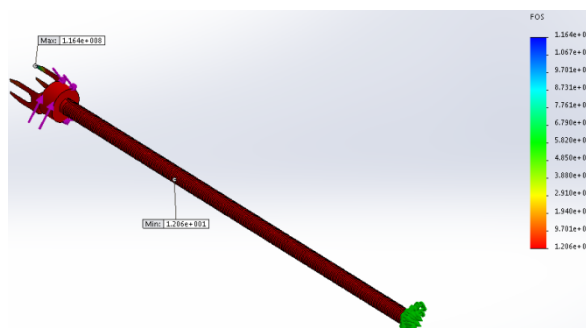
ภาพที่ 14 กราฟโมเมนต์บิดในการยกรถยนต์เทียบกับระยะการเคลื่อนที่ของแม่แรงมาตรฐาน

6.2 จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SolidWorks Simulation โดยนำค่าโมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการยกรถยนต์ของแม่แรงที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 2,407.042 Nmm. ไปวิเคราะห์ต่อได้ค่าความปลอดภัยของสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบเท่ากับ 24.49



ภาพที่ 15 ค่าความปลอดภัยของแม่แรงที่ออกแบบ

6.3 จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SolidWorks Simulation โดยนำค่าโมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการยกรถยนต์ของแม่แรงมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2,385.734 Nmm. ไปวิเคราะห์ต่อ ได้ค่าความปลอดภัยของสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐานเท่ากับ 12.06



ภาพที่ 16 ค่าความปลอดภัยของแม่แรงมาตรฐาน

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SolidWorks พบว่าโมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการหมุนสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2,385.73 N.mm และโมเมนต์บิดสูงสุดที่ใช้ในการหมุนสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 2,407.042 N.mm ส่งผลให้แม่แรงที่ออกแบบใช้โมเมนต์บิดใกล้เคียงกับแม่แรงมาตรฐานต่างกันเพียง 21.31 N.mm และค่าความปลอดภัยของสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 12.06 และค่าความปลอดภัยของสลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบมีค่าเท่ากับ 24.49 ส่งผลให้สลักเกลียวเมตริกของแม่แรงที่ออกแบบมีค่าความปลอดภัยมากกว่าสกรูส่งกำลังของแม่แรงมาตรฐานประมาณ 2 เท่า

ดังนั้น แม่แรงที่ออกแบบใช้โมเมนต์บิดใกล้เคียงกับแม่แรงมาตรฐานในการยกรถยนต์และมีค่าความปลอดภัยมากกว่า 2 เท่า

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โปรแกรม SolidWorks และนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการสร้างแม่แรงจริง เพื่อทดสอบยกรถยนต์

9. บรรณานุกรม

- กรมการขนส่งทางบก. 2558. **จำนวนรถจดทะเบียน (สะสม)**. [online]. เข้าถึงจาก http://apps.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html
- โกเมท มณีนิล และคณะ. 2549. **อุปกรณ์ยกรถยนต์**. ปริญญาานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- คณาภัท หลำรอด และคณะ. 2554. **แม่แรงยกรถยนต์โดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง**. ปริญญาานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และ ชชาญ ถนัดงาน. 2556. **การออกแบบเครื่องจักรกล 1**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Standard Metric and USA Bolt Shank Dimensions. 2558. **มาตรฐานสลักเกลียวเมตริก**. [online]. เข้าถึงจาก <http://euler9.tripod.com/bolt-database/23.html>