รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยของฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำดับเพลิงขนาด 10 นิ้ว

Design and Analysis of Safety Values of 10 Inch Fire Hose Weight Support Base

โดย

นาย พัชรพล คงภิวัฒนา 6103100009

นาย สิทธิชัย หวังบำรุงศักดิ์ 6203100002

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564

หัวข้อโครงงาน : การออกแบบ และวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยอุปกรณ์รองรับท่อ ในส่วนท่อน้ำปั๊มดับเพลิงขนาด 10 นิ้ว

รายชื่อผู้จัดทำ : นาย พัชรพล คงภิวัฒนา 6103100009

นาย สิทธิชัย หวังบำรุงสักดิ์ 6203100002

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา : 3/2563

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 3/2563

คณะกรรมการการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)

..... พนักงานที่ปรึกษา

(นาย ศุภโชค แก้วกนก)

..... กรรมการกลาง

(อ. สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ.ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ตามที่นาย พัชรพล คงภิวัฒนา และ นาย สิทธิชัย หวังบำรุงศักดิ์ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสยาม ได้เข้าปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 19 พฤษภาคม 2564 ถึง วันที่ 28 สิงหาคม 2564 ในแผนกฝ่ายเครื่องกล ตำแหน่ง วิศวกร ณ บริษัท ไพพ์ไลน์ จำกัด

แก้ไขโดยได้รับมอบหมายงานจากทางแผนกควบคุมคุณภาพให้ใช้วิชาที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ในการทำงาน และได้รับหมอบหมายให้ปฏิบัติงานควบคุมพนักงานของบริษัทให้มีความถูกต้องตามแบบแผนของงาน และทำให้เกิดความเข้าใจในหน้าที่หลักการทำงานของงานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้มาตรฐาน

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้วข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
นาย พัชรพล คงภิวัฒนา
นาย สิทธิชัย หวังบำรุงศักดิ์
นักศึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไพพ์ไลน์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 19 พฤษภาคม 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม 2564 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ค่ามากมายสำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

นาย ศุภโชค แก้วกนก วิศวกรงานระบบ (Engineer)

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และเป็นปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งผู้จัดทำ/คณะจัดทำขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายพัชรพล คงภิวัฒนา

นายสิทธิชัย หวังบำรุงศักดิ์

19 พฤษภาคม 2564

Project Title : Design and Analysis of Safety Values of 10 Inch Fire HoseWeight Support Base

By : Mr. Patcharapon Kongpiwattana 6103100009

: Mr. Sittichai Hwangbumrungsak 6203100002

Advisor : Dr. Chanchai Wiroonritichai

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Mechanical Engineering

Faculty : Engineering

Semester / Academic Year : 3/2020

Abstract

In the design of the base to support the weight of 2 10-inch fire hoses. The weight working on the support on the water inlet side of the fire pump is 2,401.34N and the support on the side of the fire pump out the water is 2,412.57N. by Pipelines Co., Ltd. is assigned to check the safety value and the deflection distance then design a new support using a ready-made program made 3 types of steel gutter. The weight support base installed on-site A has a steel size of 4 inches (100x50x5x7.5mm.), a newly designed weight support base B has a steel size of 4 inches (100x50x5x7.5mm.), a new designed weight base C has a steel size of 3 inches (75x40x5x7mm.)

From the analysis, it was found that the base to support the weight of the pipe on the water inlet side of the fire pump installed on site A has a safety value of 39 and the deflection distance is 2.171mm. As for the water side from the fire pump installed on the site, A has a safety value of 39 and the deflection distance is 2.181mm. , The new design B has a safety value of 90 and a deflection distance of 0.818mm. As for the water out of the newly designed fire pump B, the safety value is 89 and the deflection distance is 0.822mm., the weight base for the new designed fire pump inlet pipe C has a safety value of 47 and the deflection distance. The body is 0.985mm and the side of fire pump out the water it has a safety value of 47 and a deflection distance of 0.990mm.

In conclusion, use the new designed fire water pipe support base C using steel gutter size (75×40x5x7mm) will be safer than the base to support the weight of the fire hose installed at the site is 8, the deflection distance of the water in the fire pump is less than 1.186mm. and the deflection distance of the water out the fire pump is less than 1.191mm.

Keywords: Structure/ Design / Analysis / Finite element

หัวข้อโครงงาน : การออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยของฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำดับเพลิงขนาด 10 นิ้ว
รายชื่อผู้จัดทำ : นาย พัชรพล คงภิวัฒนา 6103100009
: นาย สิทธิชัย หวังบำรุงศักดิ์ 6203100002
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา : 3/2563
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

บทคัดย่อ

ในการออกแบบฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำดับเพลิงขนาด 10 นิ้ว จำนวน 2 ตัว รับภาระที่กระทำต่อฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงเท่ากับ 2,401.34N และฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงเท่ากับ 2,412.57N. โดยทาง บริษัท ไพพ์ไลน์ จำกัด มอบหมายให้ตรวจสอบค่าความปลอดภัยและระยะโก่ง จากนั้นให้ออกแบบฐานรองรับใหม่โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ทำการใช้เหล็กรางน้ำ 3 แบบ โดยฐานรองรับน้ำหนักแบบติดตั้งหน้างาน A มีขนาดเหล็ก 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.) , ฐานรองรับน้ำหนักที่ออกแบบใหม่ B มีขนาดเหล็ก 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.) , ฐานรองรับน้ำหนักที่ออกแบบใหม่ C มีขนาดเหล็ก 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.) จากผลการวิเคราะห์พบว่าฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ติดตั้งหน้างาน A มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 39 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 2.171mm. ส่วนด้านน้ำออกจากปั๊มดับเพลิงที่ติดตั้งหน้างาน A มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 39 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 2.181mm. , ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 90 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.818mm. ส่วนด้านน้ำออกจากปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 89 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.822mm. , ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ Cมีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 47 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.985mm และด้านน้ำออกจากปั๊มดับเพลิง มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 47 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.990mm

สรุปจากผลการวิเคราะห์เลือกใช้ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C โดยใช้เหล็กรางน้ำขนาด (75×40x5x7mm) จะมีความปลอดภัยมากกว่าฐานรองรับน้ำหนักท่อดับเพลิงที่ติดตั้งหน้างานเท่ากับ 8 ระยะโก่งตัวด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงน้อยกว่าเท่ากับ 1.186mm. และระยะโก่งตัวด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงน้อยกว่าเท่ากับ 1.191mm.

คำสำคัญ : โครงสร้าง / ออกแบบ / วิเคราะห์ / ไฟไนต์เอลิเมนต์

ผู้ตรวจ

สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ก

กิตติกรรมประกาศ ข

บทคัดย่อ ค

Abstract ง

บทที่ 1 บทนำ.

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์โครงสร้าง 1

1.3 ขอบเขตของโครงการ 1

1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา 3

2.1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับความปลอดภัย 3

2.1.2 ทฤษฎีไฟไนต์เอลิเมนต์เกี่ยวข้องกับของแข็ง 3

2.1.3 หลักการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง 10

2.1.4 ท่อเหล็กดำ 12

2.1.5 วัสดุวิศวกรรม 13

2.1.6 ท่อเหล็กดำแบบมีตะเข็บ SCH40 ขนาด 10 นิ้ว 15

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา 15

2.2.1 ศึกษาอิทธิพลรูปทรงของดรอบีดในการลากขึ้นรูปโลหะที่มีรูปทรงไม่สมมาตรด้วยการจำลองด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ 15

2.2.2 การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ของเสาเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตรับแรงกระทำเยื้องศูนย์ 16

2.2.3 เส้นอิทธิพลสำหรับแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคานต่อเนื่องที่มีความแข็งเกร็งแรงดัดเปลี่ยนแปลงบนฐานรองรับยืดหยุ่น 16

2.2.4 เส้นอิทธิพลของคานต่อเนื่องบนฐานรองรับยืดหยุ่นโดยวิธีสติฟเนสโดยตรง 17

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.5 การวิเคราะห์วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริป โดยใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ 18

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ 19

3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน 20

3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารองค์กร 21

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย 21

3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา 21

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 21

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 21

3.7.1 ปรึกษาพนักงานพี่เลี้ยง 21

3.7.2 ตั้งหัวข้อโครงงาน 21

3.7.3 ขั้นตอนการออกแบบฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิง 22

3.8 การคำนวณหาน้ำหนักที่กระทำต่อฐานรองรับน้ำหนักท่อ ขนาด 10 นิ้ว 28

3.8.1 (ขาน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง) 28

3.8.2 (ขาน้ำออกปั๊มดับเพลิง) 29

3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 30

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 จากผลการทดลองโดยการใช้ โปรแกรมกดแรงบนชิ้นงาน ขนาดเหล็กรางน้ำขนาด 100x50 mm. 31

4.1.1 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน (ขาเข้าปั๊มดับเพลิง) หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว 31

4.1.2 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน (ขาออกปั๊มดับเพลิง) หาค่าความปลอดภัยและระยะโก่งตัว 33

4.1.3 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบใหม่ (ขาเข้าปั๊มดับเพลิง) หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว 34

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.4 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบใหม่ (ขาออกปั๊มดับเพลิง) หาค่าความปลอดภัยและระยะโก่งตัว 37

4.1.5 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบติดตั้งหน้างาน ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว ขนาดเหล็กรางน้ำ 39

4.1.6 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบติดตั้งหน้างาน ด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิง หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว ขนาดเหล็กรางน้ำ 41

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 46

5.2 ข้อเสนอแนะ 47

บรรณานุกรม 48

ภาคผนวก 49

ประวัติผู้จัดทำ 73

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ 2
ตารางที่ 2.1 ชนิดของแรงและวัสดุที่นำมาใช้งาน 3
ตารางที่ 2.2 ตารางเหล็กรางน้ำ 13
ตารางที่ 2.3 ตารางหน้าแปลน 14
ตารางที่ 3.1 ตารางเหล็กรางน้ำ 22
ตารางที่ 3.2 ขนาด ยูแบนขนาด 10 นิ้ว 24

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1โดเมนและเงื่อนไขขอบเขตของวัตถุทรงตันภายใต้แรงกระทำใด ๆ 4

รูปที่ 2.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบเครื่องยนต์ดีเซล 10

รูปที่ 2.3 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบนอน 11

รูปที่ 2.4เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบตั้ง 11

รูปที่ 2.5 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงรักษาแรงดันในระบบ 12

รูปที่ 3.1 แผนที่ตั้ง บริษัท ไพพ์ไลน์ จำกัด 19

รูปที่ 3.2 Terminal 21 Rama3 20

รูปที่ 3.3ตำแหน่งงานในโครงการ Terminal 21 Rama3 21

รูปที่ 3.4 เหล็กรางน้ำขนาด C chanel 5 นิ้ว ขนาด 100×50mm 23

รูปที่ 3.5 ประกอบเหล็กรางน้ำเข้าด้วยกัน 23

รูปที่ 3.6 เหล็กยูแบนขนาด 10 นิ้ว 25

รูปที่ 3.7 ภาพรวมอุปกรณ์รองรับท่อขนาด 10 นิ้ว 25

รูปที่ 3.8 ใส่จุดยึดที่เหล็ก 26

รูปที่ 3.9 ใส่แรงให้ชิ้นงาน 26

รูปที่ 3.10 แสดงค่า ความปลอดภัย 27

รูปที่ 3.11 ค่าโก่งตัวของวัตถุ 27

รูปที่ 4.1 ฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน 31

รูปที่ 4.2 เหล็กรางน้ำ 100×50mm 31

รูปที่ 4.3 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน 32

รูปที่ 4.4 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน 32

รูปที่ 4.5 ฐานรองรับท่อน้ำขาออกปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน 33

รูปที่ 4.6 เหล็กรางน้ำ 100×50mm 33

รูปที่ 4.7 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อน้ำขาออกปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน 34

รูปที่ 4.8 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อน้ำขาออกปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน. 34

รูปที่ 4.9 ฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 35

รูปที่ 4.10 เหล็กรางน้ำ 100×50mm 35

รูปที่ 4.11 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 36

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.12 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 36

รูปที่ 4.13 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบใหม่ (ขาออกปั๊มดับเพลิง) 37

รูปที่ 4.14 เหล็กรางน้ำ 100×50mm 37

รูปที่ 4.15 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 38

รูปที่ 4.16 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อน้ำขาเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 38

รูปที่ 4.17 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบใหม่ (ด้านน้ำน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง) 39

รูปที่ 4.18 เหล็กรางน้ำ 75x40mm 39

รูปที่ 4.19 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อน้ำด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 40

รูปที่ 4.20 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อน้ำด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 40

จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 0.985mm

รูปที่ 4.21 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบใหม่ (ด้านน้ำน้ำออกปั๊มดับเพลิง) 41

รูปที่ 4.22 เหล็กรางน้ำ 75x40mm 41

รูปที่ 4.23 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อน้ำด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 42

จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

รูปที่ 4.24 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อน้ำด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ 42

จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 0.990mm

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) เป็นอุปกรณ์สำคัญเพื่อป้องกันอัคคีภัยในอาคารต่างๆ โดยทั่วไปแล้วจะมีทั้งแบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลหรือมอเตอร์ไฟฟ้า โดยจะมีการเดินท่อจากเครื่องไปยังจุดต่างๆในอาคารเพื่อจ่ายน้ำในกรณีเกิดอัคคีภัย เช่นต่อเข้ากับสปริงเกอร์หรือจุดจ่ายน้ำดับเพลิงตามพื้นที่ต่างๆ การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชนิดต่างๆมักจะเกิดจากการออกแบบและคำนวณโดยวิศวกรที่วางระบบในอาคารนั้นๆ และส่วนมากจะติดตั้งก่อนใช้งานในอาคาร การติดตั้งจะต้องมีสถานที่สำหรับติดตั้งเครื่องสูบน้ำโดยเฉพาะทั้งนี้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องพร้อมในการทำงานอยู่ตลอด 24 ชั่วโมงจึงควรได้รับการตรวจสอบและดูแลระบบอยู่เป็นประจำทั้งในส่วนของเครื่องยนต์,ปั๊มสูบน้ำ,ชุดควบคุมและท่อส่งน้ำ การติดตั้งท่อส่งน้ำดับเพลิงจะต้องติดตั้งฐานรองรับน้ำหนักซึ่งทางบริษัทจะต้องติดตั้งฐานรองรับน้ำหนักเอง ดังนั้นทางผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงเห็นปัญหาและความสำคัญที่จะจัดทำรายงานนี้ขึ้นโดยการศึกษาจากการสร้างแบบฐานรองรับท่อส่งน้ำดับเพลิงในหน้างานจริงขึ้นมาโดยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อเป็นทางเลือกในการสร้างฐานรองรับน้ำหนักแบบใหม่

จากการฝึกสหกิจศึกษาตามโครงการ สหกิจศึกษาของทางมหาวิทยาลัยจึงได้เลือกในหัวข้อเรื่องการออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยของฐานรองรับท่อส่งน้ำดับเพลิง โดยทางบริษัทได้มอบหมายงานให้ดูแลในเรื่องระบบดับเพลิง ข้าพเจ้าจึงเล็งเห็นว่าฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงที่ทางบริษัทจัดทำขึ้นนั้นสามารถลดต้นทุนในการจัดทำได้ และมาตราฐานในการรองรับน้ำหนักใกล้เคียงกัน โดยจากแบบงานที่ได้รับจากโครงการนำไปสร้างและใช้ประโยชน์ได้สูงสุดและถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน

1.2.1 ออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงโดยโปรแกรมสำเร็จรูป

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 การหาค่าความปลอดภัยของฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิง

1.3.2 การหาระยะโก่งตัวของฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นหลังการติดตั้งซึ่งก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองในการแก้ไข

1.4.2 สามารถใช้โปรแกรมในการออกแบบระบบอุปกรณ์รองรับขนาดฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงได้

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มิ.ย. 64	ก.ค. 64	ส.ค. 64	ก.ย.. 64
ศึกษาข้อมูล	←——→			
ตั้งหัวข้อของโครงงาน	←——→			
วิเคราะห์ข้อมูล		←——→		
ทดสอบระบบ		←——→		
สรุปผลและปรับปรุง			←——→	
จัดทำเอกสาร			←——→	

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับความปลอดภัย

ในการผลิตการออกแบบชิ้นงานเครื่องจักร เครื่องก่อสร้าง หรือแม้แต่การขนถ่ายวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงานหรือที่หน้างานก่อสร้าง เมื่อจะดำเนินงานใด ๆ ก็ตาม จะต้องมีค่าเผื่อไว้ สำหรับการออกแบบเพื่อป้องกันไม่ให้แรง หรือกำลังต่าง ๆ มากระทำต่อเครื่องจักร หรือเครื่องมือ ต่าง ๆ มีมากเกินกว่าที่เครื่องจักร หรือเครื่องมือนั้น ๆ จะรับได้ค่าเผื่อดังกล่าวเรียกว่าค่าความปลอดภัย หากเผื่อน้อยไปก็จะเกิดอันตรายแต่แม้เราจะพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดกับชิ้นงาน เครื่องจักร หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่เราได้ออกแบบไว้อย่างครบถ้วนแล้ว แต่เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เราไม่สามารถคาดเดาได้อย่างไรก็ดีการใช้ค่าความปลอดภัยมากไปก็ทำให้สิ้นเปลืองยิ่งในยุคสมัยนี้แล้วการลดต้นทุนในการผลิตเป็นสิ่งที่จำเป็นหากใช้ค่าความปลอดภัยมากต้นทุนก็สูงมาก

$$F.S = \frac{P_{fail}}{P_{allow}} \text{ หรือ } F.S = \frac{\sigma_{fail}}{\sigma_{allow}} \text{ หรือ } F.S = \frac{\tau_{fail}}{\tau_{allow}}$$

F.S. คือ ค่าความปลอดภัย

P_{fail} คือ แรงสูงสุดที่ทำให้เกิดความเสี่ยหาย

P_{allow} คือ แรงที่อนุญาตให้ใช้งานได้

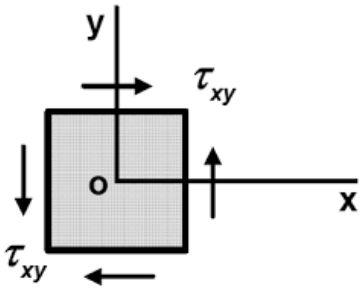
ตารางที่ 2.1 ชนิดของแรงและวัสดุที่นำมาใช้งาน

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียว	เหล็กหล่อ
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2.0	5-6
แรงที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา	8	10
แรงกระแทกอย่างหนัก	10-15	15-20

2.1.2 ทฤษฎีไฟไนต์เอลิเมนต์เกี่ยวกับของแข็ง

รูปที่ 2.1.2 แสดงวัตถุทรงตัน รูปร่างใด ๆ ใน 3 มิติคือ x-y-z โคออร์ดิเนต บนผิวบางส่วนของวัตถุนี้อาจถูกจับยึดตรึงแน่น (Fixed) ในขณะที่ผิวบางส่วนอาจถูกแรงภายนอกมากระทำหรือผิวบางส่วนอาจปล่อยอิสระไว้ (Free Boundary) โดเมนของวัตถุทรงตันสามารถแบ่งออกเป็นเอลิเมนต์แบบ 3 มิติทรงสี่หน้า (Tetrahedral Element) ย่อย ๆ ได้ดังแสดงในรูปอนึ่งวัตถุทรงตันนี้จะมีรูปร่างใด ๆ ก็ได้ไม่ว่าจะเป็นรูปร่างของเครื่องยนต์ซึ่งอาจมีส่วนเว้าส่วนโค้งหรือกลวงอยู่

ภายในรูปร่างซึ่งมีลักษณะซับซ้อนเช่นนี้สามารถบางออกเป็นเอลิเมนต์แบบ 3 มิติทรงสี่หน้าที่มีขนาดเล็กเป็นจำนวนมากได้



รูปที่ 2.1 โดเมนและเงื่อนไขขอบเขตของวัตถุทรงตันภายใต้แรงกระทำใด ๆ

ที่ตำแหน่งใด ๆ ก็ตามในวัตถุทรงตันนี้สมการเชิงอนุพันธ์ซึ่งแสดงความสมดุลของแรงในแนวแกน x , y และ z คือ

$$\begin{aligned}\frac{\partial\sigma_x}{\partial_x}+\frac{\partial\tau_{xy}}{\partial_y}+\frac{\partial\tau_{xz}}{\partial_z}=0\\ \frac{\partial\sigma_{xy}}{\partial_x}+\frac{\partial\tau_y}{\partial_y}+\frac{\partial\tau_{xz}}{\partial_z}=0\\ \frac{\partial\tau_x}{\partial_x}+\frac{\partial\tau_{yz}}{\partial_y}+\frac{\partial\sigma_z}{\partial_z}=0\end{aligned} \qquad (2.1)$$

โดย $\sigma_x,\sigma_y,\sigma_z$ แทนค่าความเค้นฉาก (Normal Stress) ในแนวแกน x, y, z ตามลำดับ และ τ_x,τ_y,τ_z แทนค่าความเค้นเฉือน (Shearing Stress)

บนผิวรอบนอกบางส่วนของวัตถุทรงตันนี้อาจประกอบไปด้วยเงื่อนไขขอบเขตที่แตกต่างกันไป เช่น ผิวบางส่วนอาจมีการกำหนดระยะของการเคลื่อนตัวในขณะที่ผิวส่วนอื่น ๆ อาจมีการกำหนดเงื่อนไขของความเค้นที่ผิว (Surface Traction) ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบทั่วไปได้คือ

$$\vec{T}=T_x\hat{i}+T_y\hat{j}+T_z\hat{k} \qquad (2.2)$$

โดย T_x,T_y,T_z แทนค่าความเค้นที่ผิวในทิศแกน x, y, z ตามลำดับค่าความเค้นผิวเหล่านี้สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของค่าความเค้นฉากและความเค้นเฉือนได้คือ

$$\begin{Bmatrix}T_x\\T_y\\T_z\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}\sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz}\\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{yz}\\ \tau_{xz} & \tau_{xy} & \sigma_z\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}n_x\\n_y\\n_z\end{Bmatrix} \qquad (2.3)$$

โดย n_x,n_y,n_z เป็นทิศทางโคไซน์ (Direction Cosines) ของเวกเตอร์

$$\vec{n}=n_x\hat{i}+n_y\hat{j}+n_z\hat{k} \qquad (2.4)$$

ซึ่งเป็นเวกเตอร์หน่วย(Unit Vector) ที่ตั้งฉากกับผิว ณ จุดที่กำลังพิจารณาอยู่นั้น ค่าของความเค้นย่อย (Stress Components) ต่าง ๆ ในสมการ (2.3) มีความสัมพันธ์กับค่าของความเครียดย่อยดังนี้

$$\{\sigma\} = [c]\{\varepsilon\} \tag{2.5}$$

เวกเตอร์ในสมการ (2.5) นี้ประกอบด้วย

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \\ \tau_{yz} \\ \tau_{xz} \end{Bmatrix} \{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{xz} \end{Bmatrix} \tag{2.6}$$

และ γ_{xy} , γ_{xz} , γ_{yx} แทนค่าความเครียดเฉือน

เมทริกซ์ [C] แทนเมทริกซ์ความยืดหยุ่นของวัสดุ(Material Elasticity Matrix) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$[C] = \frac{E}{(1+\nu)(1+2)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & 1-\nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & \nu & 1-\nu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{(1-2\nu)}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{(1-2\nu)}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{(1-2\nu)}{2} \end{bmatrix} \tag{2.7}$$

โดย

E แทนค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น (Modulus Of Elasticity)

v แทนอัตราส่วนของปัวซอง (Poisson, s Ratio)

ค่าความเครียดย่อยต่าง ๆ ข้างต้น สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของค่าการเคลื่อนตัว u, ν, w ตามทฤษฎีของการเสียรูปน้อย (Small Deformation Theory)

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\sigma_u}{\sigma_x}; \gamma_{xy} = \frac{\sigma_u}{\sigma_y}\frac{\sigma_v}{\sigma_x} \\ \varepsilon_x &= \frac{\sigma_v}{\sigma_z}; \gamma_{xz} = \frac{\sigma_u}{\sigma_z}\frac{\sigma_w}{\sigma_x} \\ \varepsilon_x &= \frac{\sigma_w}{\sigma_z}; \gamma_{xz} = \frac{\sigma_u}{\sigma_z}\frac{\sigma_w}{\sigma_x} \end{aligned} \tag{2.8}$$

กล่าวคือจำนวนตัวไม่รู้ค่าสำหรับปัญหาวัตถุทรงตันคือค่าของการเสียรูป u, ν, w เท่านั้น เมื่อทราบค่าของการเสียรูปเหล่านี้แล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าของความเครียดย่อยและค่าของความเค้นย่อยตามสมการที่ (2.8) และ (2.5)

ลักษณะการกระจายของค่าการเคลื่อนตัว u, ν, w บนเอลิเมนต์ต่างถูกสมมุติให้อยู่ในรูปแบบของเชิงเส้น ยกตัวอย่างเช่น

$$u(x, y, z) = \alpha_2 x + \alpha_3 y + \alpha_3 z \tag{2.9}$$

โดย a_i i = 1, 2, 3, 4 เป็นค่าคงที่ซึ่งหาได้จากเงื่อนไขที่จุดต่อทั้งสี่ดังนี้

จุดต่อ1 : $u(x_1, y_1, z_1) = u_1 = \alpha_1 + \alpha_2 x_1 + \alpha_3 y_1 + \alpha_3 z_1$ (2.10 ก)

จุดต่อ2 : $u(x_2, y_2, z_2) = u_2 = \alpha_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 y_2 + \alpha_3 z_2$ (2.10 ข)

จุดต่อ3: $u(x_3, y_3, z_3) = u_3 = \alpha_1 + \alpha_1 x_3 + \alpha_3 y_3 + \alpha_3 z_4$ (2.10 ค)

จุดต่อ4 : $u(x_4, y_4, z_4) = u_4 = \alpha_1 + \alpha_2 x_4 + \alpha_3 y_4 + \alpha_3 z_4$ (2.10 ง)

สมการ (2.10 ก)ถึง (2.10 ง) สามารถนำ มาใช้หาค่าคงที่ a_i i = 1, 2, 3, 4 ได้จากนั้นจึงเขียนสมการให้อยู่ในรูปแบบใหม่ได้คือ

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= N_1 u_1 + N_2 u_2 + N_3 u_3 + N_4 u_4 \\ &= [N]\{u\} \end{aligned} \tag{2.11}$$

โดย [N] เรียกว่า เมทริกซ์ของการประมาณภายในเอลิเมนต์ (Element Interpolation Matrix) และ {u} แทนเวกเตอร์ของค่าการเคลื่อนตัวที่จุดต่อ(Vector Of Nodal U-displacement)ในแนวแกน x รายละเอียดของฟังก์ชันการประมาณภายในของเมทริกซ์ [N] ประกอบด้วย

$$N_i(x, y, z) = L_i(x, y, z) \quad i = 1, 2, 3, 4 \tag{2.12}$$

โดย L_i เรียกว่าโคออร์ดิเนตปริมาตร (Volume Coordinate) ซึ่งมีรายละเอียดคือ

$$L_i = \frac{1}{6v}(a_i + b_i x + c_i y + d_i z) \quad i = 1, 2, 3, 4 \tag{2.13}$$

ในที่นี้ v = ปริมาตรของเอลิเมนต์ $= \frac{1}{6}\begin{vmatrix} 1 & x_1 & y_1 & z_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & z_2 \\ 1 & x_3 & y_3 & z_3 \\ 1 & x_4 & y_4 & z_4 \end{vmatrix}$ (2.14)

$$a_1 = \begin{vmatrix} x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \\ x_4 & y_4 & z_4 \end{vmatrix} \; ; \; c_1 \begin{vmatrix} x_2 & 1 & z_2 \\ x_3 & 1 & z_3 \\ x_4 & 1 & z_4 \end{vmatrix}$$

(2.14ก)

$$b_1 = \begin{vmatrix} 1 & y_2 & z_2 \\ 1 & y_3 & z_3 \\ 1 & y_4 & z_4 \end{vmatrix} \; ; \; d_1 \begin{vmatrix} x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \\ x_4 & y_4 & 1 \end{vmatrix}$$

ส่วนค่าคงที่ตัวอื่น ๆ ได้แก่ a_1, b_1, c_1, d_1 เมื่อ i = 2, 3, 4 สามารถเขียนออกมาได้ในทำนองเดียวกันโดยใช้การวนสลับเปลี่ยนตัวเลข (Cyclic Permutation) เช่น

$$a_2 = \begin{vmatrix} x_3 & y_3 & z_3 \\ x_4 & y_4 & z_4 \\ x_1 & y_1 & z_1 \end{vmatrix} \qquad (2.15ข)$$

ดังนั้น ลักษณะการกระจายของค่าการเคลื่อนตัว u, v, w ในแนวแกน x, y, z บนเอลิเมนต์ทรงสี่หน้าแบบ 4 จุดต่อคือ

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= [N] \{u\} \\ v(x, y, z) &= [N] \{v\} \\ w(x, y, z) &= [N] \{w\} \end{aligned} \qquad (2.15)$$

โดยเมทริกซ์ฟังก์ชัน การประมาณภายใน [N] มีรายละเอียดดังแสดงในสมการ (2.12) ถึง (2.14) เอลิเมนต์ทรงสี่หน้าอันดับสูงขึ้นไปอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่าเป็นเอลิเมนต์อันดับ 2 (Quadratic) นั้นประกอบด้วย 10 จุดต่อโดยมีจุดต่อหมายเลข 1 ถึง 4 อยู่ที่มุมทั้งสี่และหมายเลข 5 ถึง 10 อยู่กึ่งกลางของขอบทั้งหก

เอลิเมนต์ชนิดนี้สามรถให้ผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงตรงสูงมากกว่าเอลิเมนต์แบบ 4 จุดต่อจากการสมมุติลักษณะการเคลื่อนตัวซึ่งมีอันดับสูงกว่าด้วยการใช้จำนวนจุดต่อที่มากกว่าฟังก์ชันการประมาณภายในของเอลิเมนต์ชนิดนี้สามารถประดิษฐ์ขึ้นได้โดยใช้กระบวนการเช่นเดียวกันกับที่ได้อธิบายสำหรับเอลิเมนต์แบบ 4 จุดต่อ ซึ่งเริ่มจากการสมมุติลักษณะการกระจายของค่าเคลื่อนตัวเช่น u (x, y, z) ให้แปรผันไปกบั x, y, z ขึ้นไปถึงกำลังสอง

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y + \alpha_4 z + \alpha_5 x^2 + \alpha_6 xy \\ &\quad + \alpha_7 y^2 + \alpha_8 yz + \alpha_9 z^2 + \alpha_{10} xz \end{aligned} \qquad (2.16)$$

โดย $\alpha_1 i$ = 1 ถึง 10 เป็นค่าคงที่ซึ่งหาได้จากเงื่อนไขที่จุดต่อทั้งสิบในทำนองเดียวกันกับ เอลิเมนต์แบบ 4 จุด หลังจากได้ α_1 ทั้งสิบค่านี้แล้วให้แทนกลับลงในสมการ (2.16) เราสามารถเขียน

ลักษณะการกระจายของค่าการเคลื่อนตัว u ในทิศแกน x ในรูปแบบของค่าการเคลื่อนตัวที่ จุดต่อทั้งสิบได้ดังนี้

$$u(x,\ y,\ z)\ =\ [N]\ \{u\} \tag{2.17}$$

โดย

$$\begin{aligned} N_i\ &=\ L_i\ (2L_i\ -\ 1)\ i\ =\ 1,\ 2,\ 3,\ 4 \\ N_5\ &=\ 4L_1L_2\ ;\ N_8\ =\ 4L_2L_3 \\ N_6\ &=\ 4L_1L_3\ ;\ N_9\ =\ 4L_3L_4 \\ N_7\ &=\ 4L_1L_4\ ;\ N_{10}\ =\ 4L_2L_4 \end{aligned} \tag{2.18}$$

ในทำนองเดียวกันลักษณะการกระจายของค่าการเคลื่อนตัว v และ w ในทิศแกน y และ z สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของค่าการเคลื่อนตัวที่จุดต่อทั้งสิบได้เช่นกัน คือ

$$v(x,\ y,\ z)\ =\ [N]\ \{v\} \tag{2.19}$$

$$w(x,\ y,\ z)\ =\ [N]\ \{w\} \tag{2.20}$$

สมการไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับเอลิเมนต์ทรงสี่หน้าไม่ว่าจะเป็นแบบ 4 จุดต่อหรือแบบ 10 จุดต่อ สามารถประดิษฐ์ขึ้นได้โดยการประยุกต์ระเบียบวิธีถ่วงน้ำหนักเศษตกค้าง (Method Of Weighted Residuals) เริ่มจากการคูณสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยด้วยฟังก์ชันน้ำหนักซึ่งในที่นี่คือฟังก์ชันการประมาณภายใน Ni แล้วอินทิเกรตตลอดทั่วทั้งปริมาตรของเอลิเมนต์นั้นจากนั้นจึงกำหนดให้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับศูนย์นั้นคือ

$$\int_v N_i \left(\frac{\partial \sigma_x}{\partial_x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial_y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial_z} \right) dV\ = 0$$

$$\int_v N_i \left(\frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial_x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial_y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial_z} \right) dV\ = 0 \tag{2.21}$$

$$\int_v N_i \left(\frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial_x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial_y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial_z} \right) dV\ = 0$$

โดย V แทนปริมาตรของเอลิเมนต์นั้น ๆ ส่วนฟังก์ชันการประมาณภายใน N_i ในสมการ (2.10) ขึ้นอยู่กับชนิดของเอลิเมนต์ที่ใช้ยกตัวอย่างเช่น หากเราเลือกใช้เอลิเมนต์ทรงสี่หน้าแบบ 4 จุดต่อแล้วฟังก์ชัน การประมาณภายในจะเกิดจากการเขียนลกั ษณะการกระจายของค่าการเคลื่อนตัว u, v, w ในสมการ (2.9) รวมเข้าด้วยกันคือ

$$\left[\vec{\delta}\right]\ =\ [N(\mathrm{x},\mathrm{y},\mathrm{z})]\ \left[\vec{\delta}\right] \tag{2.22}$$

โดย $\left[\vec{\delta}\right]T\ =\ [u\ v\ w]$

$$\left[\vec{\delta}\right]T \;=\; \left[u_1\, v_1\, w_1\;\; u_2\, v_2\, w_2\;\; u_3\, v_3\, w_3\;\; u_4\, v_4\, w_4\right] \tag{2.23}$$

ซึ่งหมายถึงเวกเตอร์ของความเครียดย่อยในสมการ (2.8) สามารถเขียนในรูปแบบของค่าการเคลื่อนตัวที่จุดต่อ $[\delta]$ ได้ดังนี้

$$\{\varepsilon\} \;=\; \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{xz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \dfrac{\partial_u}{\partial_x} \\ \dfrac{\partial_v}{\partial_y} \\ \dfrac{\partial_w}{\partial_z} \\ \dfrac{\partial_u}{\partial_y} + \dfrac{\partial_v}{\partial_x} \\ \dfrac{\partial_v}{\partial_z} + \dfrac{\partial_w}{\partial_y} \\ \dfrac{\partial_u}{\partial_z} + \dfrac{\partial_w}{\partial_x} \end{Bmatrix} \;=\; \left[B(x,y,z)\right]\{\delta\} \tag{2.24}$$

โดย [B] แทนเมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดย่อยและการเคลื่อนตัวที่จุดต่อจากการประยุกต์ระเบียบวิธีถ่วงน้ำหนักเศษตกค้างตามสมการ (2.21) นี้ทำให้เกิดสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ สำหรับเอลิเมนต์ทรงสี่หน้าแบบ 4 จุดต่อ ประกอบไปด้วย 12 สมการย่อยซึ่งสามารถเขียนในรูปแบบของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$[N]\ \{\delta\} = \{F\} \tag{2.25}$$

โดย [K] แทนเมทริกซ์ของความแข็งแกร่ง (Stiffness Matrix) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$[K] = [B]\ [C]\ [B]\ V \tag{2.26}$$

โดย [C] แทนเมทริกซ์ความยืดหยุ่น ของวัสดุตามสมการ (2.7) และ V แทนปริมาตรของเอลิเมนต์ที่พิจารณาอยู่นั้น

ส่วนเวกเตอร์{F} ทางด้านขวามือของสมการ (2.25) แทนโหลดเวกเตอร์ (Load Vector) ซึ่งอาจเกิดแรงดัน (Pressure) ที่กระทำบนผิวภายนอกยกตัวอย่างเช่นหากด้านซึ่งประกอบด้วยจุด ต่อ 2-3-4 เป็นด้านที่ผิวภายนอกของโมเดลซึ่งถูกแรงดันที่มีค่า P_x, P_y, P_z กระทำในทิศแกน x, y, z ตามลำดับแล้วเวกเตอร์ {F} ที่เกิดขึ้นคือ

$$[F] = \frac{A_{1-2-3}}{3}\ \left[0\ 0\ 0\ \ p, \mathrm{p}, \mathrm{p}, \mathrm{p}, \mathrm{p}, \mathrm{p}, \mathrm{p}, \mathrm{p}, \mathrm{p}\right] \tag{2.27}$$

โดย A_{1-2-3} แทนพื้นที่ของด้านซึ่งประกอบด้วยจุดต่อ 2-3-4 เป็นต้น

สมการไฟไนต์เอลิเมนต์พร้อมไฟไนต์เอลิเมนต์เมทริกซ์ดังสมการ (2.26) และ (2.27) นี้เองที่นำไปประดิษฐ์เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์และฝังตัวอยู่ในไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ที่ใช้

วิเคราะห์ปัญหารูปทรงตันใด ๆ ภายใต้เงื่อนไขขอบเขตต่าง ๆ กันได้สมการไฟไนต์เอลิเมนต์จะถูกคำนวณขอบเขตลงบนระบบสมการรวมนี้แล้วจึงแก้สมการรวมทั้งระบบเพื่อหาค่าของการเคลื่อนตัว u, v, w ในทิศแกน x, y, z ของทุก ๆ จุดต่อ เมื่อสมการค่าของการเคลื่อนตัว u, v, w ของทุก ๆ จุดต่อแล้วคำนวณหาค่าความเครียดย่อยในแต่ละเอลิเมนต์โดยใช้สมการ (2.19) ก่อนนำไปหาค่าความเค้นย่อยโดยใช้สมการ (2.5) ต่อไป

2.1.3 หลักการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

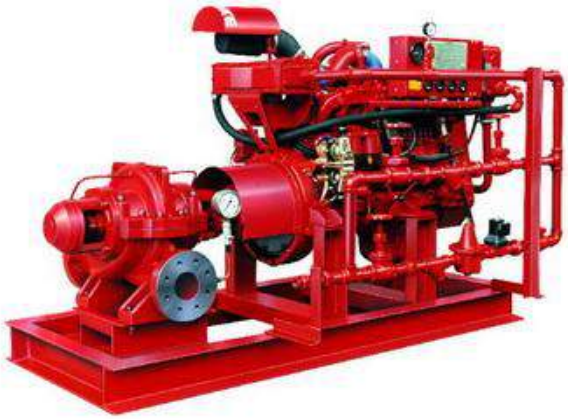
การทำงานของระบบปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire Pump) ขึ้นอยู่กับความต้องการน้ำภายในเส้นท่อดับเพลิง วิศวกรผู้ออกแบบ จะเป็นผู้กำหนดระดับของความดันที่สถานะต่างๆ ในการเริ่มและหยุดการทำงานของระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) โดยปกติจะมีอยู่ 3 ระดับ ในกรณีเป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ใช้ต้นกำลังแบบเครื่องยนต์ดีเซล

รูปที่ 2.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบเครื่องยนต์ดีเซล

ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump System) เป็นระบบปั๊มน้ำดับเพลิงที่มีให้เลือกเหมาะกับงานหลากหลายแบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ และการควบคุมการทำงานได้ทั้งแบบ MANUAL และ AUTOMATIC

การติดตั้ง Fire Pump จะมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ แบบนอน (Horizontal) และแบบตั้ง (Vertical) ซึ่งการเลือกลักษณะตามการติดตั้งนั้น จะต้องคำนึงถึงระดับน้ำเริ่มต้นที่ใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงดูดและจ่ายออกไปยังระบบท่อดับเพลิง ส่วนประเภทของระบบต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงมี 2 ประเภท คือ แบบเครื่องยนต์ดีเซลและแบบมอเตอร์ไฟฟ้า โดยระบบทั้งสองประเภทสามารถใช้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงทั้งแบบนอนและตั้ง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง Fire Pump แบบนอนนั้น ระดับของแหล่งน้ำดับเพลิงจะต้องมีระดับสูงกว่าระดับท่อดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง โดยเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบนอนนี้จะมีหลายลักษณะ เช่น แบบหอยโข่ง เป็นต้น



รูปที่ 2.3 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบนอน

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบตั้ง แหล่งน้ำดับเพลิงมีระดับน้ำต่ำกว่าระดับท่อดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องทำการเลือกเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเป็นแบบตั้ง (Vertical Type) เท่านั้น โดยการออกแบบและติดตั้งจะต้องมีการจัดสร้างตะแกรงกันขยะ หรือเศษสิ่งของต่างๆ ที่จะเข้ามาในบ่อน้ำที่ใช้สำหรับการดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง รวมทั้งการติดตั้งตัวกรอง (Strainer) ไว้ที่ปลายของท่อดูดเสมอ

รูปที่ 2.4 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบตั้ง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงรักษาแรงดันในระบบ (Jocky Pump) โดยปกติเป็นเครื่องสูบน้ำที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง หน้าที่ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงรักษาแรงดันนี้ คือการเติมน้ำทดแทนน้ำส่วนที่อาจมีการรั่วซึมออกไปจากระบบท่อน้ำดับเพลิง โดยเครื่องสูบน้ำนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อแรงดันภายในระบบท่อน้ำดับเพลิงลดลงจากระดับที่กำหนดไว้และเมื่อมีการเติมน้ำอยู่ในระดับปกติแล้ว เครื่องสูบน้ำนี้จะหยุดเองโดยอัตโนมัติเช่นกันห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องมีเส้นทางการเข้าออกที่ปลอดภัยและสามารถเข้าได้โดยสะดวกตลอดเวลา ตำแหน่งของห้องควรจะอยู่ในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศได้ดีและไม่มีน้ำท่วมขัง ผนังห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

รูปที่ 2.5 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงรักษาแรงดันในระบบ (Jocky Pump)

2.1.4 ท่อเหล็กดำ

ท่อเหล็กดำ sch 40 แบบมีตะเข็บ ท่อเหล็กดำแบบมีตะเข็บ นิยมรียกกันว่า ท่อดำ หรือ ท่อเหล็กดำsch 40 ท่อเหล็กดำนี้ผลิตมาจากเหล็กกล้าคุณภาพสูง และได้ผ่านการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรมาตรฐานควบคุมโดยวิศวกร และผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยมีมาตราฐานการตรวจสอบที่มีคุณภาพสูงมาก เนื่องมาจากเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงกลมแบบมาตราฐาน มอก.107-2533 ชั้นคุณภาพ HS41 มีความยาว 6,000 mm/เส้น ท่อที่มีตะเข็บ เป็นท่อที่เหมาะกับแรงดันที่ไม่สูงนัก เช่น เป็นท่อปล่อยน้ำทิ้ง ท่อปล่อยลมไหลผ่าน ท่อน้ำประปา สาเหตุที่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องทนแรงดันสูง เพราะกรรมวิธีการผลิต การเชื่อมรอยต่อให้ติดกันกลายเป็นท่อ มีโอกาสที่จะเกิดรอยแตกตรงส่วนรอยต่อได้ ประเภทการใช้งานท่อเหล็กดำ sch 40 แบบมีตะเข็บ : ใช่สำหรับเป็นท่อลำเลียง, ท่อประปา, ท่อชลประทาน และงานโครงสร้างทั่วไป ความยาวต่อเส้น : 6 เมตร ท่อเหล็กดำ sch 40 แบบไร้ตะเข็บ

ท่อแบบไร้ตะเข็บ (Seamless Pipe) ผลิตจากแท่งเหล็ก (Steel billet) ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้แท่งเหล็กดัดกลมวิธีการผลิตเริ่มมาจากการให้ ความร้อนแท่งเหล็กที่อุณหภูมิประมาณ 1230°C (2250°F) จากนั้นแท่งเหล็กที่ร้อนแดงจะถูกหมุนและดึงด้วยลูกรีดผ่านแท่งทะลวง Piercing rod mandrel) ลูกรีดจะดึงให้เนื้อโลหะไหลผ่านแท่งทะลวงทำให้เกิดเปลือกท่อกลวง (Hollow pipe shell)ขึ้น หลังจากนั้นจะให้ ความร้อนอีกครั้งแล่าจึงรีดท่อโดยมี Support Bar อยู่ด้านใน เพื่อปรับให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของผนังที่ต้องการ

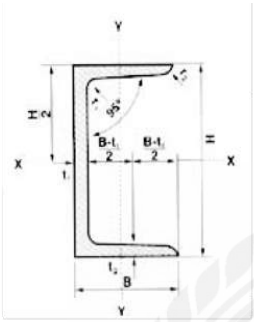
ท่อเหล็กที่ไม่มีตะเข็บ เหมาะกับงานที่ต้องรับแรงดันสูง ทนความร้อนได้สูง เช่นงานน้ำมัน งานแก๊ส เพราะเป็นงานที่ต้องอาศัยความปลอดภัยมาก ท่อจะแตกไม่ได้ กรรมวิธีในการผลิตท่อ

เหล็กไม่มีตะเข็บโดยคร่าวๆ คือ การนำเพลาตันไปหลอมให้ร้อน จากนั้นก็เจาะทะลุเพลาตันให้เป็นรูกลวงไป เราก็จะได้ท่อเหล็กไม่มีตะเข็บ

ประเภทการใช้งานท่อเหล็กดำ sch 40 แบบไร้ตะเข็บ : ใช่สำหรับท่อแก๊ส, น้ำมัน, งานไอน้ำ และงานโครงสร้างทั่วไป ความยาวต่อเส้น : 6 เมตร

2.1.5 วัสดุวิศวกรรม

ตารางที่ 2.2 ตารางเหล็กรางน้ำ



ตารางที่	Channels	(TIS 1227 : 1996 / JIS G3192 : 1990)

(Grade SM400, SM490, SM520, SS400, SS490 or SS540)

Moment of Inertia $I = Ar^2$

Radius of Gyration $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

Modulus of Section $Z = \frac{I}{C}$

A = Sectional Area

Dimensios (mm)					Sectional Area	Weight	Moment of Inertia		Radius of Gyration		Modulus of Section	
							(cm^4)		(cm)		(cm^3)	
H x B	t1	t2	r1	r2	(cm^2)	(kg/m)	Ix	Iy	rx	ry	Zx	Zy
50 x 25	5	6	6	3	4.92	3.86	16.8	2.49	1.85	0.71	6.73	1.48
75 x 40	5	7	8	4	8.818	6.92	75.3	12.2	2.92	1.17	20.1	4.47
100 x 50	5	7.5	8	4	11.92	9.36	188	26	3.97	1.48	37.6	7.52
125 x 65	6	8	8	4	17.11	13.4	424	61.8	4.98	1.9	67.8	13.4
150 x 75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	861	117	6.03	2.22	115	22.4
150 x 75	9	12.5	15	7.5	30.59	24	1050	147	5.86	2.19	140	28.3
180 x 75	7	10.5	11	5.5	27.2	21.4	1380	131	7.12	2.19	153	24.3
200 x 80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	1,950	168	7.88	2.32	195	29.1
200 x 90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	2,490	277	8.02	2.68	249	44.2
250 x 90	9	13	14	7	44.07	34.6	4,180	294	9.74	2.58	334	44.5
	11	14.5	17	8.5	51.17	40.2	4,680	329	9.56	2.54	374	49.9
300 x 90	9	13	14	7	48.57	38.1	6,440	309	11.5	2.52	429	45.7
	10	15.5	19	9.5	55.74	43.8	7,410	360	11.5	2.54	494	54.1
	12	16	19	9.5	61.9	48.6	7,870	379	11.3	2.48	525	56.4
380 x 100	10.5	16	18	9	69.39	54.5	14,500	535	14.5	2.78	763	70.5
	13	20	24	12	85.71	67.3	17,600	655	14.3	2.76	926	87.8

1. เหล็กรางน้ำ

เหล็กรางน้ำ (C-Channel) เป็นเหล็กที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1227-2539 ผลิตจากเหล็กกล้ารีดมีลักษณะเป็นรูปตัวยูใช้สำหรับงานโครงสร้างโครงสร้างหลังคาโกดังแท่นเครื่องหอคอยและโครงสร้างขนาดใหญ่ เหล็กรางน้ำสามารถรับน้ำหนักได้ดีด้วยความแข็งแรงรูปทรงมาตรฐานจึงใช้กันมาก เช่น สะพาน เสาตอม่อ โครงสร้างรถยนต์เหล็กรางน้ำใช้ทำแชสซีรถเหล็กรางน้ำขนาดมาตรฐานจะต้องมีหน้าตัดเรียบปีกขาทั้งสองด้านจะต้องเท่ากันเสมอความหนาและขนาดต้องเสมอกันตลอดทั้งเส้น เพื่อสะดวกในการประกอบชิ้นงานให้สวยงามยิ่งขึ้น

เหล็กรางน้ำมีหลายขนาดให้เลือกตามลักษณะการใช้งานนิยมเรียกขนาดเป็นนิ้วขนาด 2 นิ้ว ขึ้นไปจนถึงขนาด 12 นิ้ว ข้อควรระวังในปัจจุบันมีเหล็กรางน้ำตัวเบาจำหน่ายมากเมื่อรับน้ำหนักหรือแรงมากจะเกิดการบิดงอเสียรูปทรงจึงจำเป็นต้องตรวจสอบขนาดและสเปคต้องไม่พลาดเกิน 2% รวมถึงต้องมีใบรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรมถ้าเหล็กรางน้ำบางยี่ห้อมีตัวพิมพ์นูนก็ควรพิมพ์อย่างถูกต้องตามแบบที่กำหนดไว้ด้วย

ตารางที่ 2.3 ตารางหน้าแปลน

PLATE FLANGES FOR JIS 10K

Dimension (Unit : mm)

Nominal Pipe Size		Inside Dia.	Outside Dia.	Bolt Circle	Thickness	Drilling		Weight (Kg)	
in	mm	A	D	C	T	H	N	Flat Face	Blind
1/2	15	22.5	95.0	70	12	15	4	0.57	0.61
3/4	20	28.0	100.0	75	14	15	4	0.74	0.80
1	25	34.5	125.0	90	14	19	4	1.20	1.40
1.1/4	32	43.5	135.0	100	16	19	4	1.50	1.70
1.1/2	40	50.0	140.0	105	16	19	4	1.60	1.90
2	50	61.5	155.0	120	16	19	4	1.90	2.30
2.1/2	65	77.5	175.0	140	18	19	4	2.60	3.30
3	80	90.5	185.0	150	18	19	8	2.65	3.60
4	100	116.0	210.0	175	18	19	8	3.20	4.70
5	125	142.0	250.0	210	20	23	8	4.90	7.40
6	150	167.0	280.0	240	22	23	8	6.30	10.10
8	200	218.0	330.0	290	22	23	12	8.60	15.00
10	250	270.0	400.0	355	24	25	12	11.00	22.00
12	300	320.0	445.0	400	24	25	16	12.00	27.00
14	350	358.0	490.0	445	26	25	16	18.50	35.50
16	400	409.0	560.0	510	28	27	16	25.00	58.00
18	450	459.0	620.0	565	30	27	20	33.00	70.00
20	500	510.0	675.0	620	30	27	20	36.00	84.00
22	550	561.0	745.0	680	32	33	20	49.00	110.00
24	600	612.0	795.0	730	32	33	24	52.00	125.00

2.1.6 ท่อเหล็กดำแบบมีตะเข็บ SCH40 ขนาด 10 นิ้ว

นิยมเรียกกันว่าท่อดำท่อเหล็กนี้ผลิตขึ้นมาจากเหล็กกล้าคุณภาพสูงและได้ผ่านการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรมาตรฐานควบคุมโดยวิศวกรและผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยมีมาตรฐานการตรวจสอบที่มีคุณภาพสูงมากเนื่องจากโครงสร้างเหล็กรูปพรรณวงกลมแบบมาตรฐาน มอก. 107-2533 ชั้นคุณภาพ HS40 มีความยาว 6000mm ต่อเส้น

ท่อที่มีตะเข็บเป็นท่อที่เหมาะกับแรงดันที่ไม่สูงนัก เช่น เป็นท่อปล่อยน้ำทิ้งท่อปล่อยลมไหลผ่านท่อน้ำประปาสาเหตุที่ไม่เหมาะสมกับงานที่ต้องทนแรงดันสูงเพราะกรรมวิธีการผลิตการเชื่อมรอยต่อให้ติดกลายเป็นท่อมีโอกาศจะเกิดรอยแตกตรงท่อได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.2.1 ศึกษาอิทธิพลรูปทรงของดรอบีดในการลากขึ้นรูปโลหะที่มีรูปทรงไม่สมมาตรด้วยการจำลองด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ ชื่อผู้แต่ง สุริยา ประสมทอง พ.ศ. 2555 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์

ปัญหาการลากขึ้นรูปที่พบมาก คือ การฉีกขาดและการเกิดรอยย่นสาเหตุเกิดจากแรงกดชิ้นงานถ้าแรงกดมากเกินไปอาจทำให้เกิดการฉีกขาดของวัสดุและถ้าแรงกดน้อยเกินไปทำให้เกิดรอยย่นของวัสดุการควบคุมสภาวะการไหลของโลหะแผ่นในงานขึ้นรูปสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การลดหรือเพิ่มแรงกดชิ้นงานหรือลดแรงเสียดทานระหว่างผิวแม่พิมพ์กับชิ้นงานแต่วิธีดังกล่าวไม่สามารถควบคุมการไหลของโลหะแผ่นเฉพาะในบริเวณได้ดังนั้นจึงมีความพยายามหาวิธีการควบคุมสภาวะการไหลของโลหะแผ่นขึ้นโดยอาศัยการขัดขวางการไหลตัวของโลหะด้วยสันเล็ก ๆ ที่เรียกว่าดรอบีด

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ดรอบีดที่มีรูปร่างหน้าตัดครึ่งวงกลมหน้าตัดรูปตัววีและหน้าตัดสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าโดยมีตัวแปรที่ศึกษาคืออิทธิพลแรงกดชิ้นงาน 30, 50 และ 70เปอร์เซ็นต์ วัสดุที่ใช้ในการศึกษาเหล็กรีดเย็นเกรด SPCC, SPCD และ SPCE ที่มีผลกระทบต่อการไหลตัวของโลหะแผ่นที่ไหลเข้าสู่ช่องเปิดดายในการลากขึ้นรูปโดยใช้รูปทรงของดรอบีดที่แตกต่างกันแรงกดชิ้นงานที่แตกต่างกันและวัสดุต่างชนิดกันแล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับผลการจำลองด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารูปทรงของดรอบีดแรงกดชิ้นงานและชนิดของวัสดุมีผลกระทบต่อการไหลตัวของโลหะแผ่นเป็นอันมากจากการเปรียบเทียบผลการทดลองพบว่าแรงกดชิ้นงาน 50 เปอร์เซ็นต์ ดรอบีดหน้าตัดครึ่งวงกลมและวัสดุเกรด SPCE โลหะสามารถไหลตัวได้ดีทำให้ชิ้นงานไม่เกิดการฉีกขาดและรอยย่นลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการจำลองด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์พบว่ามีความแตกต่างกันเฉลี่ย 7.4 เปอร์เซ็นต์ โดยวัดจากความหนาที่เปลี่ยนไปของวัสดุแต่ละจุดดังนั้นจึงสรุปผลการเปลี่ยนรูปร่างสุดท้ายของวัสดุจากวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ที่สอดคล้องกับรูปร่าง

จริงซึ่งผลการทดลองและวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์สามารทำนายและหาแนวทางการแก้ไขรูปทรงของดรอบีดในการลากขึ้นรูปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2 การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ของเสาเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตรับแรงกระทำเยื้องศูนย์
ชื่อผู้แต่ง วรการ อนันตเสนา พ.ศ. 2558 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนองานวิจัยการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ 3 มิติของเสาสั้นเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตรับแรงกระทำเยื้องศูนย์โดยพิจารณาผลกระทบจากการโอบรัดตัวของคอนกรีตงานวิจัยเริ่มจากการพัฒนาแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของเสาเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตรับแรงกระทำตรงศูนย์โดยตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กับผลจากการทดสอบในอดีตและนำแบบจำลองไปศึกษาผลกระทบของตัวแปรออกแบบประกอบด้วยความกว้างแผ่นปีกของเหล็กรูปพรรณและระยะห่างเหล็กเสริมปลอกต่อพฤติกรรมกำลังรับแรงอัดตรงศูนย์ของเสาวัสดุผสมจากการวิเคราะห์พบว่าความกว้างแผ่นปีกมีผลกระทบต่อบริเวณพื้นที่การโอบรัดตัวสูงของคอนกรีตภายในเสาโดยที่ความกว้างแผ่นปีกมากจะส่งผลให้บริเวณพื้นที่การโอบรัดตัวสูงมีพื้นที่มากและระยะห่างเหล็กเสริมปลอกมีผลกระทบต่อกำลังภายหลังกำลังรับแรงอัดสูงสุดของเสาโดยเสาที่มีระยะห่างเหล็กเสริมปลอกน้อยจะสูญเสียกำลังช้ากว่าเสาที่มีระยะห่างเหล็กเสริมปลอกมากจากนั้นได้พัฒนาแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของเสาเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตรับแรงกระทำเยื้องศูนย์โดยตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์กับผลจากการทดสอบในอดีตและนำแบบจำลองไปสร้างเส้นปฏิสัมพันธ์กำลังรับแรงตามแนวแกนและแรงดัดร่วมกันของเสาวัสดุผสมรวมทั้งศึกษาผลกระทบของตัวแปรออกแบบประกอบด้วยกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตและกำลังครากของเหล็กรูปพรรณต่อเส้นปฏิสัมพันธ์กำลังของเสาวัสดุผสม และเปรียบเทียบกับเส้นปฏิสัมพันธ์กำลังด้วยวิธีการกระจายหน่วยแรงแบบพลาสติกที่เสนอโดยข้อกำหนด AISC360-1 จากการวิเคราะห์พบว่าเส้นปฏิสัมพันธ์กำลังที่เสนอโดยข้อกำหนด AISC360-10 มีความปลอดภัยในการออกแบบเสาเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตแต่จะมีความปลอดภัยน้อยลงเมื่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมีค่าลดลงหรือกำลังครากของเหล็กรูปพรรณมีค่าสูงขึ้น

2.2.3 เส้นอิทธิพลสำหรับแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับแรงเฉือน และโมเมนต์ดัดของคานต่อเนื่องที่มีความแข็งเกร็งแรงดัดเปลี่ยนแปลงบนฐานรองรับยืดหยุ่น
ชื่อผู้แต่ง พงษ์ภลัย ภัทรประภานันท์ พ.ศ. 2537 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย

เส้นอิทธิพลสำหรับแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคานต่อเนื่องที่มีความแข็งเกร็งแรงดัดเปลี่ยนแปลงบนฐานรองรับยืดหยุ่นใช้สำหรับหาแรงปฏิกิริยาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดมากที่สุดคานที่นำมาทำการวิจัยคือคานต่อเนื่อง 12 ช่วงคานซึ่งแต่ละช่วงคานมีความยาวโมเมนต์อินเนอร์เซียและโมดูลัสของความยืดหยุ่นไม่เท่ากันทุกช่วงคานความยาวโมเมนต์อินเนอร์

เชียและโมดูลัสของความยืดหยุ่นของคานช่วงแรกทางซ้ายมือกำหนดให้เป็นหนึ่งส่วนความยาว โมเมนต์อินเนอร์เชียและโมดูลัสของความยืดหยุ่นของคานช่วงอื่น ๆ กำหนดไว้เป็นอัตราส่วนกับช่วงคานแรกซ้ายมือวิธีวิจัยกระทำได้โดยให้น้ำหนักหนึ่งหน่วยเคลื่อนผ่านไปตามตำแหน่งของจุดแบ่งบนคานต่อเนื่องซึ่งแต่ละช่วงคานแบ่งออกเป็น 5 ส่วนแบ่งแล้วคำนวณแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการของสมการห้าโมเมนต์ (Five- Moment Equation) เมื่อทราบแรงปฏิกิริยาที่สัมพันธ์กับตำแหน่งที่น้ำหนักหนึ่งหน่วยกระทำบนคานก็สามารถคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดที่ตำแหน่งจุดแบ่งตามความยาวช่วงคานได้จากนั้นนำผลที่ได้มาเขียนเส้นอิทธิพลสำหรับปฏิกิริยาที่ฐานรองรับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดได้ทำการพล็อตเส้นอิทธิพลของแรงปฏิกิริยาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคานต่อเนื่อง 12 ช่วงคานซึ่งมีค่า K=0, 0.001, 0.01 และ 0.1 เมตร/ตัน โดย W=0, 0.12, 1.2 และ 12 ตามลำดับ สำหรับ W=0 มี ผลต่อเส้นอิทธิพลของแรงปฏิกิริยา 8 ช่วงคานมีผลต่อเส้นอิทธิพลของแรง เฉือน 7 ช่วงคานและมีผลต่อเส้นอิทธิพลของโมเมนต์ดัด 6 ช่วงคานเมื่อ W มีค่ามากขึ้นจะมีผลต่อเส้นอิทธิพลของแรงปฏิกิริยาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดจำนวนมากช่วงคานขึ้นจนกระทั่ง W=12 จะมีผลต่อเส้นอิทธิพลของ แรงปฏิกิริยาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดทุกช่วงคาน

2.2.4 เส้นอิทธิพลของคานต่อเนื่องบนฐานรองรับยืดหยุ่นโดยวิธีสติฟเนสโดยตรง ชื่อผู้แต่ง ศุภวุฒิ ดวนด่วน พ.ศ. 2544 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้คือการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาเส้นอิทธิพลสำหรับระยะโก่งมุมหมุนแรงเฉือนโมเมนต์ดัดและแรงปฏิกิริยาของคานต่อเนื่อง 2 ถึง 12 ช่วงคานบนฐานรองรับที่ยืดหยุ่นได้ในแนวขนานกับแรงปฏิกิริยาโดยมีค่าคงที่ของสปริงที่ฐานรองรับความยาวช่วงคานโมดูลัสยืดหยุ่นโมเมนต์ความเฉื่อยของแต่ละช่วงคานเปลี่ยนแปลงได้การวิเคราะห์กระทำโดยวิธีสติฟเนสโดยตรงโดยแบ่งคานแต่ละช่วงออกเป็นชิ้นส่วนย่อยแล้วให้น้ำหนักหนึ่งหน่วยกระทำที่จุดแบ่งเหล่านั้นคำนวณหาระยะโก่งมุมหมุนแรงเฉือนโมเมนต์ดัดและแรงปฏิกิริยาที่จุดต่อต่าง ๆ เนื่องจากน้ำหนักหนึ่งหน่วยกระทำที่แต่ละจุดแบ่งเพื่อนำผลที่ได้มาเขียนเส้นอิทธิพลต่อไปจากการวิจัยพบว่าเมื่อค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งที่ฐานรองรับเพิ่มขึ้นอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าพิกัดสูงสุดของระยะโก่งมุมหมุนโมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วงคานและที่ฐานรองรับและโมเมนต์ลบที่กึ่งกลางช่วงคานของฐานรองรับที่มีค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งมากกว่าจะมีค่ามากกว่าของฐานรองรับที่มีค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งน้อยกว่าแต่อัตราการลดลงของค่าพิกัดสูงสุดของแรงเฉือนที่ฐานรองรับและแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับของฐานรองรับที่มีค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งมากกว่าจะมีค่าน้อยกว่าของฐานรองรับที่มีค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งน้อยกว่าส่วนอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าพิกัดสูงสุดของแรงเฉือนที่กึ่งกลางช่วงคานและโมเมนต์ลบที่ฐานรองรับ

ไม่เปลี่ยนแปลงโดยมีนัยสำคัญกับค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งและเมื่อค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งที่ฐานรองรับเพิ่มขึ้นจำนวนช่วงคานที่มีผลต่อค่าพิกัดของเส้นอิทธิพลของระยะโก่งมุมหมุน แรงเฉือนโมเมนต์ดัดและแรงปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญจะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเมื่อค่าตัวประกอบความแข็งเกร็งเท่ากับ 0, 1.326, 2.5 และ 25 จำนวน ช่วงคานที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ 7, 8, 10 และ 12 ช่วงคานตามลำดับสำหรับตัวประกอบความแข็งเกร็งที่มีค่ามากกว่า 25 จะมีผลต่อค่าพิกัดของเส้นอิทธิพลอย่าง มีนัยสำคัญกับคานต่อเนื่องมากกว่า 12 ช่วงคาน

2.2.5 การวิเคราะห์วงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริปโดยใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ ชื่อผู้แต่ง ชาญไชย ไทยเจียม พ.ศ.2540 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยบัณฑิตวิทยาลัย

วิเคราะห์วงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริปโดยใช้วิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ในตัวอย่างวงจรกรองผ่านแถบความถี่แฮร์พินไลน์ไมโครสตริปการวิเคราะห์อาศัยสมการอินทิกรัลในรูปศักย์แม่เหล็กชนิดเวกเตอร์ศักย์ไฟฟ้าชนิดสเกลาร์และฟังก์ชันของกรีน ผลเฉลยของสมการอินทิกรัลสามารถหาได้โดยใช้เทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์ผลการวิเคราะห์แสดงในรูปของค่าพารามิเตอร์กระจัดกระจายซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยในอดีตและผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมอีอี ซอฟ รวมถึงผลการวัดที่ได้จากวงจรตัวอย่างที่สร้างขึ้นพบว่ามีค่าสอดคล้องกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีสมการอินทิกรัลร่วมกับเทคนิคไฟไนต์เอลิเมต์ เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์วงจรกรองความถี่แบบไมโครสตริปได้

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติการ

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติจะกล่าวถึง ชื่อ-ที่ตั้งของสถานประกอบการลักษณะโดยรวมของสถานประกอบการรูปแบบการบริหารองค์กรตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายระยะเวลาที่ปฏิบัติ ขั้นตอนวิธีการดำเนิน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานโครงการสหกิจ

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

สำนักงานใหญ่ : เลขที่ 34 หมู่ 10 ซอย สุขุมวิท 107 แขวง สำโรงเหนือ เขต เมือง จังหวัด สมุทรปราการ 10270

รายละเอียดบริษัท : ออกแบบ และติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล

โทรศัพท์ : 0-2749-9332-4

โทรสาร : 0-2749-9335

รูปที่ 3.1 แผนที่ตั้ง บริษัท ไพพ์ไลน์ จำกัด

สถานที่ปฏิบัติงาน : ถนนพระราม 3

รูปที่ 3.2 Terminal 21 Rama3

3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน

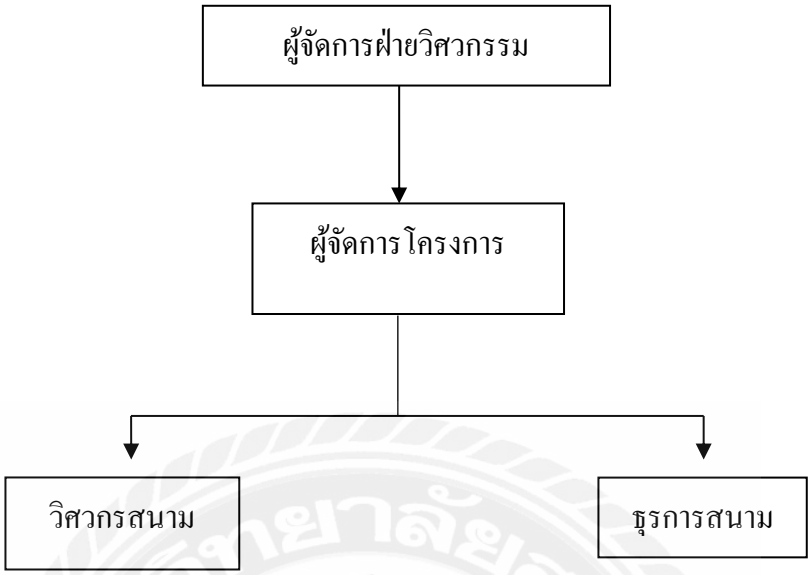
ชื่อ โครงการ : Terminal 21 Rama3

ที่ตั้ง : 3766 ถนน พระราม 3 แขวง บางโคล่ เขต บางคอแหลม จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10120

จุดเด่น : ออกแบบ และติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล

3.3รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารองค์กร

บริษัท บริษัท ไพพ์ไลน์ จำกัด



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งงานในโครงการ Terminal 21 Rama3

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : วิศวกรสนาม

ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : ตรวจสอบช่างติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล

3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : นาย ศุภโชค แก้วกนก

ตำแหน่ง : วิศวกรงานระบบ (Engineer)

แผนก : งานระบบ (Mechanical Engineer)

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน : วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2564

สิ้นสุดการปฏิบัติงาน : วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 ปรึกษาพนักงานพี่เลี้ยง

สอบถามถึงหัวข้อโครงงานในหัวเรื่องต่าง ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรม

3.7.2 ตั้งหัวข้อโครงงาน

หาหัวข้อโครงงานโดยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงความเป็นไปได้ในโครงงานรวมถึงขอคำชี้แนะในการเจอปัญหาในการทำโครงงาน

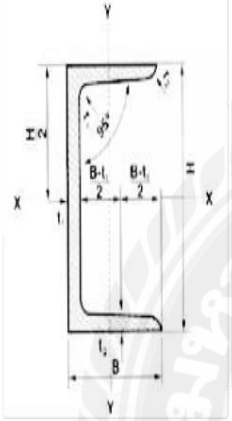
3.7.3 ขั้นตอนการออกแบบฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิง

1. กดเข้าไปโปรแกรมสำเร็จรูป

2. ออกแบบเหล็กรางน้ำตามขนาด C chanel

ฐานรองรับน้ำหนักแบบติดตั้งหน้างาน A มีขนาดเหล็ก 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm) , ฐานรองรับน้ำหนักที่ออกแบบใหม่ B มีขนาดเหล็ก 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm) และฐานรองรับน้ำหนักที่ออกแบบใหม่ C มีขนาดเหล็ก 3 นิ้ว (75x40x5x7mm)

ตารางที่ 3.1 ตารางเหล็กรางน้ำ



ตารางที่	Channels	(TIS 1227 : 1996 / JIS G3192 : 1990)

(Grade SM400, SM490, SM520, SS400, SS490 or SS540)

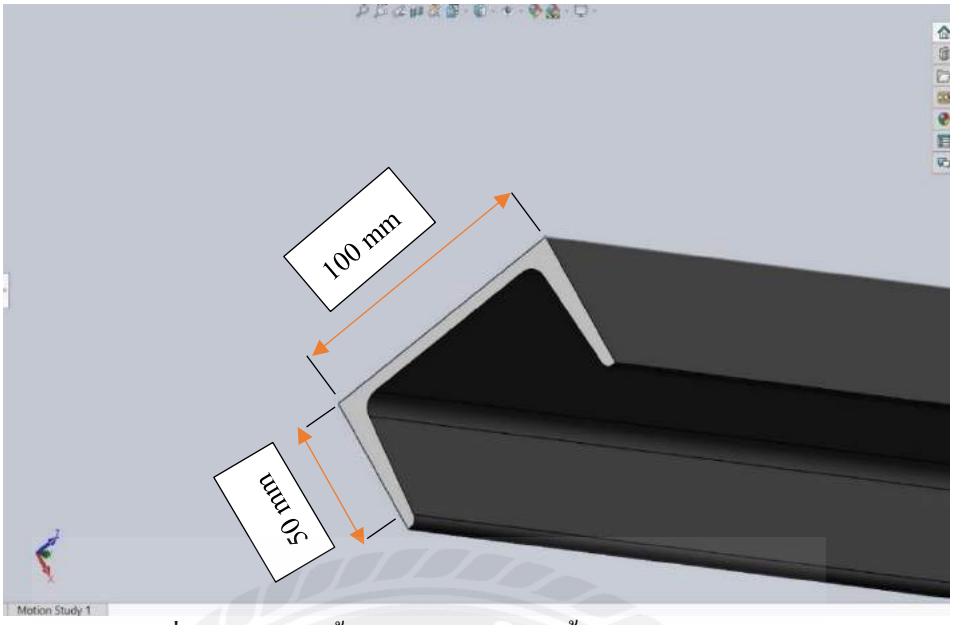
Moment of Inertia $I = Ar^2$

Radius of Gyration $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

Modulus of Section $Z = \frac{I}{C}$

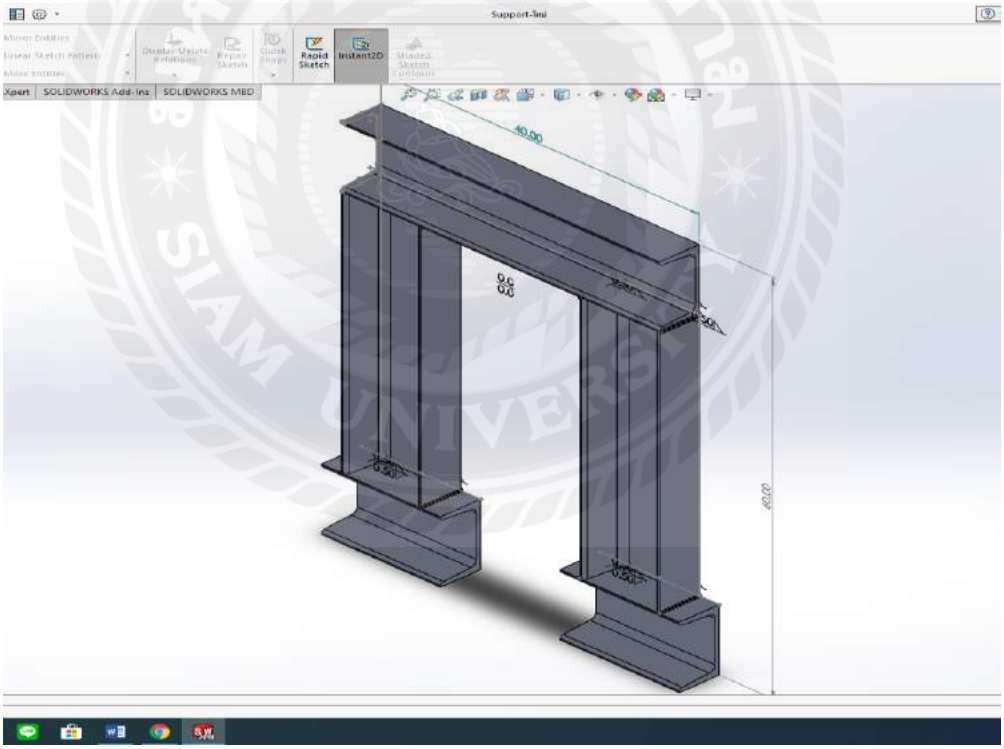
A = Sectional Area

Dimensios (mm)					Sectional Area	Weight	Moment of Inertia		Radius of Gyration		Modulus of Section	
							(cm^4)		(cm)		(cm^3)	
H x B	t1	t2	r1	r2	(cm^2)	(kg/m)	Ix	Iy	rx	ry	Zx	Zy
50 x 25	5	6	6	3	4.92	3.86	16.8	2.49	1.85	0.71	6.73	1.48
75 x 40	5	7	8	4	8.818	6.92	75.3	12.2	2.92	1.17	20.1	4.47
100 x 50	5	7.5	8	4	11.92	9.36	188	26	3.97	1.48	37.6	7.52
125 x 65	6	8	8	4	17.11	13.4	424	61.8	4.98	1.9	67.8	13.4
150 x 75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	861	117	6.03	2.22	115	22.4
150 x 75	9	12.5	15	7.5	30.59	24	1050	147	5.86	2.19	140	28.3
180 x 75	7	10.5	11	5.5	27.2	21.4	1380	131	7.12	2.19	153	24.3
200 x 80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	1,950	168	7.88	2.32	195	29.1
200 x 90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	2,490	277	8.02	2.68	249	44.2
250 x 90	9	13	14	7	44.07	34.6	4,180	294	9.74	2.58	334	44.5
	11	14.5	17	8.5	51.17	40.2	4,680	329	9.56	2.54	374	49.9
300 x 90	9	13	14	7	48.57	38.1	6,440	309	11.5	2.52	429	45.7
	10	15.5	19	9.5	55.74	43.8	7,410	360	11.5	2.54	494	54.1
	12	16	19	9.5	61.9	48.6	7,870	379	11.3	2.48	525	56.4
380 x 100	10.5	16	18	9	69.39	54.5	14,500	535	14.5	2.78	763	70.5
	13	20	24	12	85.71	67.3	17,600	655	14.3	2.76	926	87.8



รูปที่3.4 เหล็กรางน้ำขนาด C chanel 4 นิ้ว (100×50x5x7.5mm)

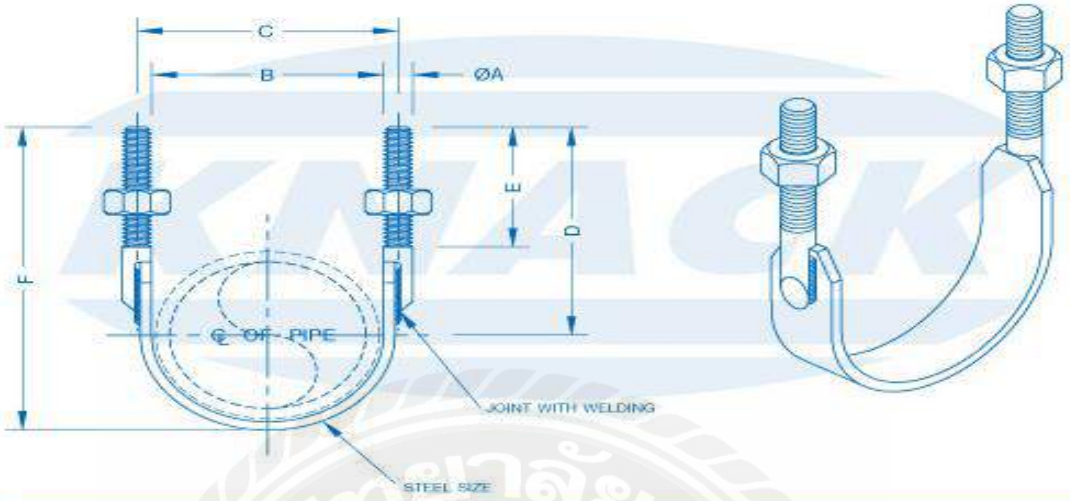
3. ประกอบเหล็กรางน้ำให้เป็นซัพพอร์ทรองรับน้ำหนักท่อส่งน้ำดับเพลิง มีความสูง 60×40cm



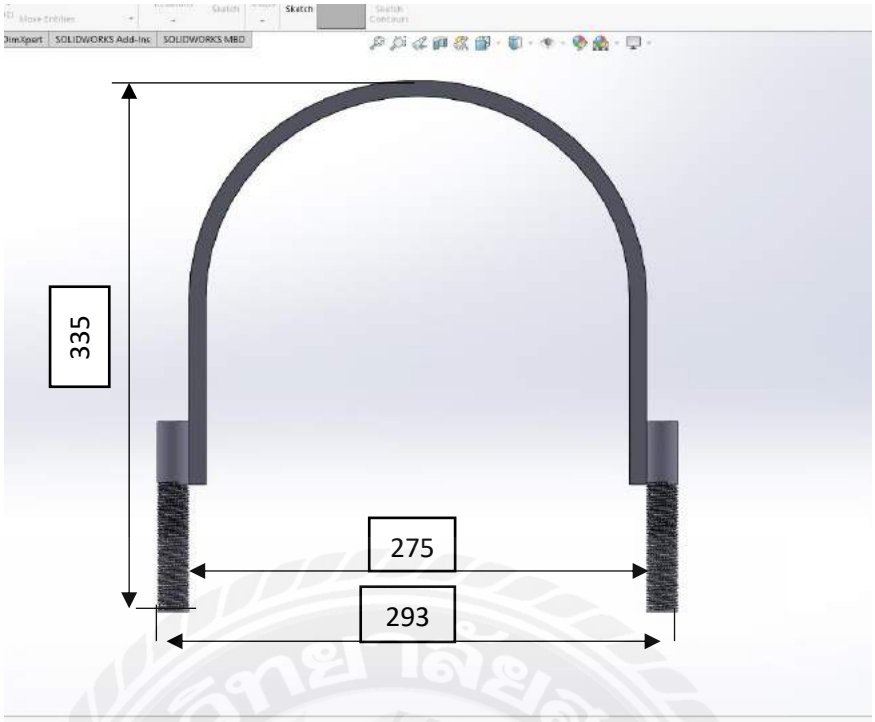
รูปที่ 3.5 ประกอบเหล็กรางน้ำเข้าด้วยกัน

4. สร้างยูแบน ขนาด 10 นิ้ว

ตารางที่ 3.2 ขนาด ยูแบนขนาด 10 นิ้ว



NOMINAL PIPE SIZE		THREAD SIZE A		STEEL SIZE	B	C	D	E	F
INCH	MM.	INCH	MM.						
2	50	3/8	9.5	3 x 25	67	76	67	40	100
2 1/2	65	3/8	9.5	3 x 25	79	88	74	40	113
3	80	3/8	9.5	3 x 25	96	105	88	45	135
4	100	1/2	12.7	5 x 32	115	126	110	60	172
5	125	1/2	12.7	5 x 32	140	153	120	60	195
6	150	5/8	15.9	5 x 38	165	181	138	60	225
8	200	5/8	15.9	5 x 38	220	236	155	60	270
10	250	3/4	19	5 x 50	275	293	198	80	335
12	300	7/8	22.2	5 x 50	324	346	233	90	400
14	350	7/8	22.2	5 x 50	356	378	273	90	440
16	400	7/8	22.2	5 x 50	406	428	298	90	490
18	450	1	25.4	6 x 63	457	481	314	90	542
20	500	1	25.4	9 x 75	508	532	340	90	613
24	600	1	25.4	9 x 75	610	634	390	90	695
30	750	1	25.4	9 x 75	762	786	466	90	847

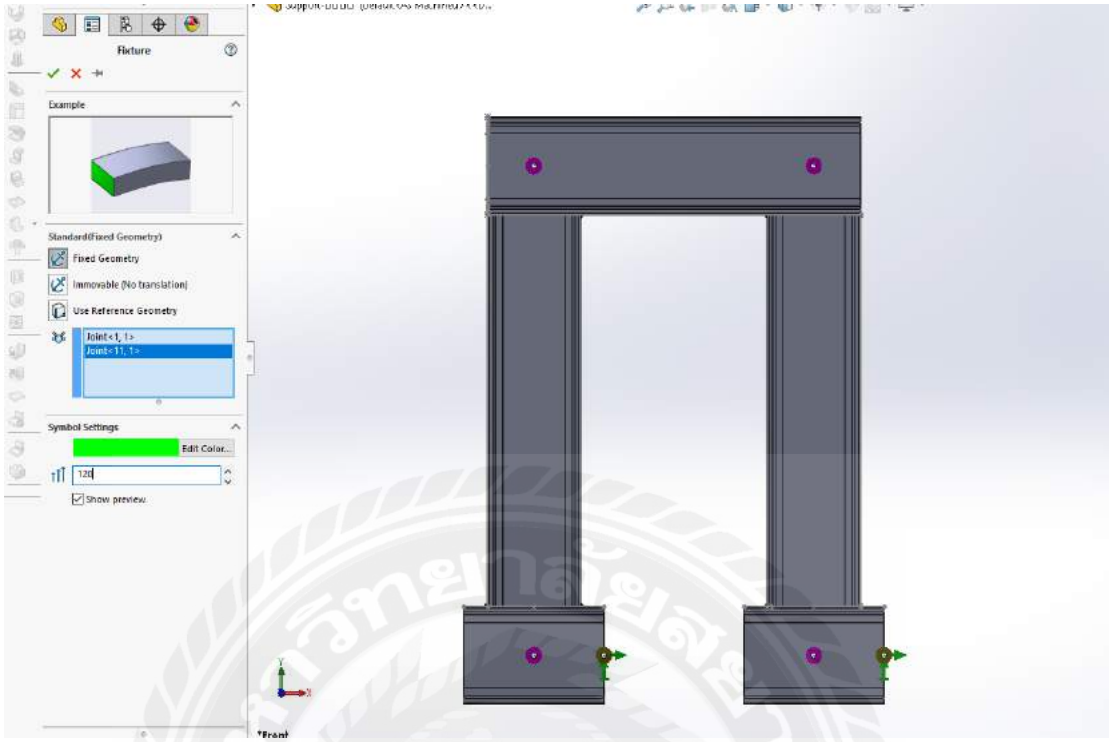


รูปที่ 3.6 เหล็กยูแบนขนาด 10 นิ้ว

5. ประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน

รูปที่ 3.7 ภาพรวมอุปกรณ์รองรับท่อขนาด 10 นิ้ว

6.ใส่จุดยึดชิ้นงานFixture เหล็ก U chanel 4 นิ้ว (100×50x5x7.5mm) สูง 60×40cm

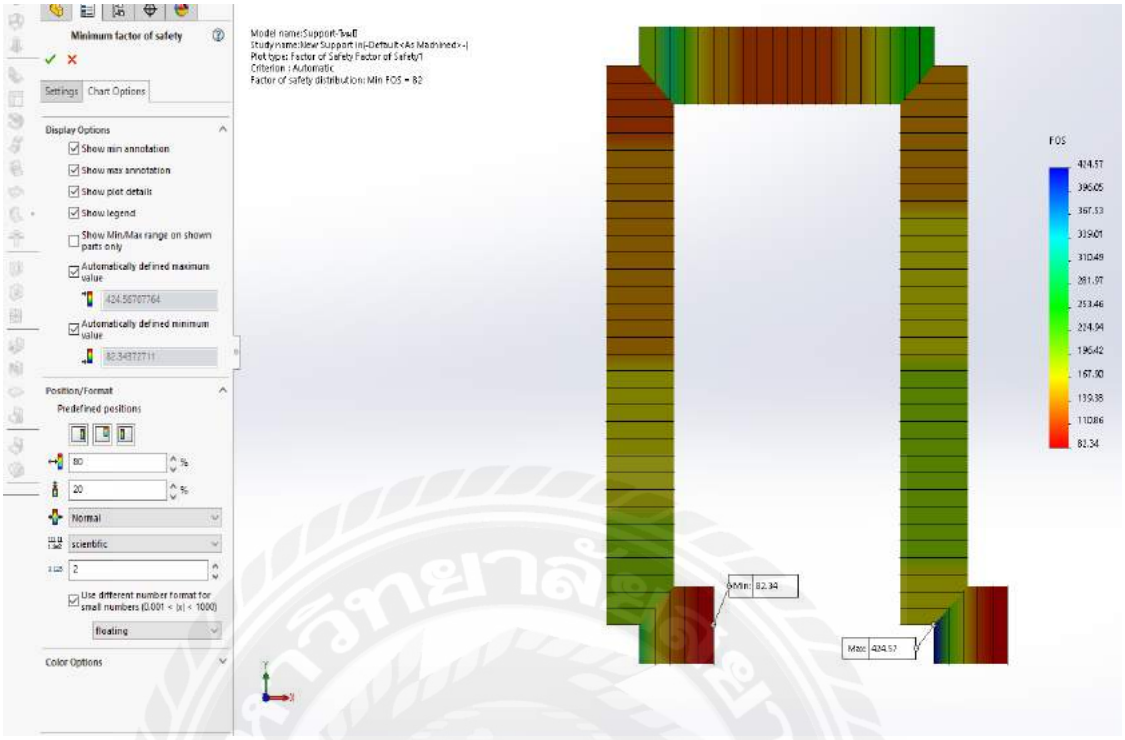


รูปที่ 3.8 ใส่จุดยึดที่เหล็ก

7. ใส่แรงที่ชิ้นงาน เหล็ก U chanel 4 นิ้ว (100×50x5x7.5mm) สูง 60×40cm

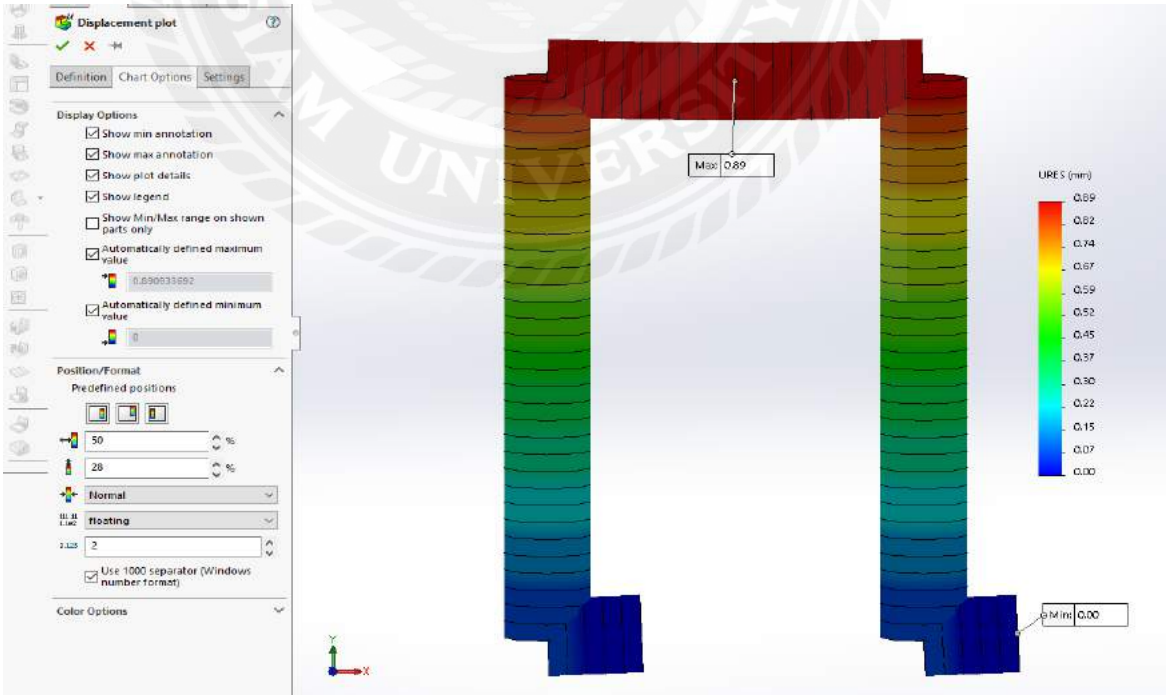
รูปที่ 3.9 ใส่แรงให้ชิ้นงาน

8. Simulation หาค่า Safety of Factor



รูปที่ 3.10 แสดงค่า ความปลอดภัย

9. หาระยะโก่งตัว



รูปที่ 3.11 ค่าโก่งตัวของวัตถุ

3.8 การคำนวณหาน้ำหนักที่กระทำต่อฐานรองรับน้ำหนักท่อ ขนาด 10 นิ้ว

3.8.1 (ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง)

น้ำหนักของยูแบน 10 นิ้ว (ตัวที่ 1) = 4kg × 9.81m/s² = 39.24N

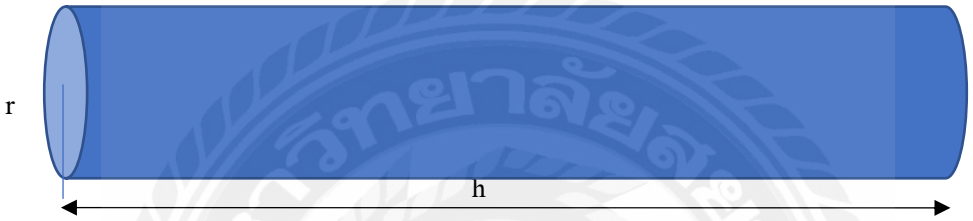
น้ำหนักของยูแบน 10 นิ้ว (ตัวที่ 2) = 4kg × 9.81m/s² = 39.24N

เท่ากับ 78.48N

น้ำหนักท่อเหล็กดำตะเข็บในขนาด 10 นิ้ว SCH40 =362kg ×9.81 m/s²

เท่ากับ 3,551.22N

น้ำหนักหน้าแปลน 10 นิ้ว = 11kg x 9.81m/s² = 107.91N



หาน้ำหนักน้ำในท่อ r = 135mm ความยาว = 1,320mm

ใช้สูตร $\pi \times r^2 \times h$

เท่ากับ $\pi \times (135)^2 mm \times 1{,}320mm$

เท่ากับ 75,577,294.47mm³

แปลงเป็นลิตร $L = \frac{mm^3}{1{,}000{,}000}$

$= \frac{75{,}577{,}294.47 mm^3}{1{,}000{,}000}$

เท่ากับ 75.57L แปลงเป็นกิโลกรัมเท่ากับ 75.57kg

75.57kg × 9.81 m/s²

เท่ากับ 741.34N

ดังนั้นรวมน้ำหนักทั้งหมดที่กระทำต่ออุปกรณ์รองรับท่อประกอบด้วยยูแบนจำนวน 2 ตัว ท่อเหล็กดำแบบมีตะเข็บขนาด 10 นิ้ว SCH40 หน้าแปลนจำนวน 4 แปลน และน้ำหนักน้ำภายในท่อ

78.48N + 3,551.22N + (107.91N x 4) + 741.34N

เท่ากับ 4,802.68N

เนื่องจาก อุปกรณ์รองรับท่อมีจำนวน 2 ชุดแต่การจำลองใช้อุปกรณ์รองรับท่อ 1 ตัวดังนั้นแรงที่กระทำต่ออุปกรณ์รองรับท่อเท่ากับ 2,401.34N

3.8.2 (ด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิง)

น้ำหนักของยูแบน 10 นิ้ว (ตัวที่ 1) = 4kg × 9.81m/s² = 39.24N

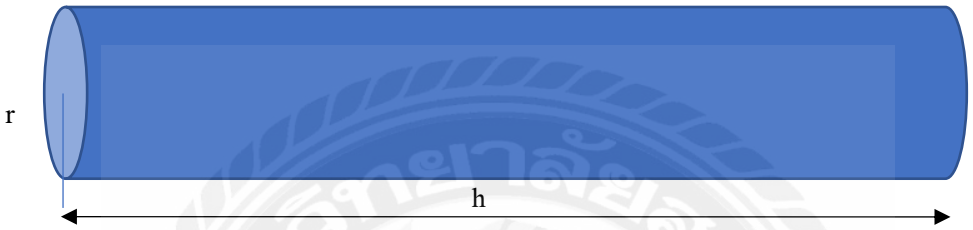
น้ำหนักของยูแบน 10 นิ้ว (ตัวที่ 2) = 4kg × 9.81m/s² = 39.24N

เท่ากับ 78.48N

น้ำหนักท่อเหล็กดำตะเข็บในขนาด 10 นิ้ว SCH40 =362kg × 9.81 m/s²

เท่ากับ 3,551.22N

น้ำหนักหน้าแปลน 10 นิ้ว = 11kg x 9.81m/s² = 107.91N



หาน้ำหนักน้ำในท่อ r = 135mm ความยาว = 1360mm

ใช้สูตร $\pi \times r^2 \times h$

เท่ากับ $\pi \times (135)^2 mm \times 1{,}360mm$

เท่ากับ 77,867,515.51mm³

แปลงเป็นลิตร $L = \frac{mm^3}{1{,}000{,}000}$

$= \frac{77{,}867{,}515.51 mm^3}{1{,}000{,}000}$

เท่ากับ 77.86L แปลงเป็นกิโลกรัมเท่ากับ 77.86kg

77.86kg×9.81 m/s²

เท่ากับ 763.80N

ดังนั้นรวมน้ำหนักทั้งหมดที่กระทำต่ออุปกรณ์รองรับท่อประกอบด้วยยูแบนจำนวน 2 ตัว ท่อเหล็กดำแบบมีตะเข็บขนาด 10 นิ้ว SCH40 หน้าแปลนจำนวน 4 แปลน และน้ำหนักน้ำภายในท่อ

78.48N + 3,551.22N + (107.91N x 4) + 763.80N

เท่ากับ 4,825.14N

เนื่องจาก อุปกรณ์รองรับท่อมีจำนวน 2 ชุดแต่การจำลองใช้อุปกรณ์รองรับท่อ 1 ตัวดังนั้นแรงที่กระทำต่ออุปกรณ์รองรับท่อเท่ากับ 2,412.57N

3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงการ โดยใช้เครื่องฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์

Hardware

1.คอมพิวเตอร์ รุ่น MSI GF62 8RE

2.เครื่องปริ้น

3.กล้องถ่ายรูป Samsung Galaxy A50

4.เครื่องถ่ายเอกสาร

5. กระดาษ A4

Software

1.โปรแกรม Microsoft Word

2.โปรแกรมสำเร็จรูป

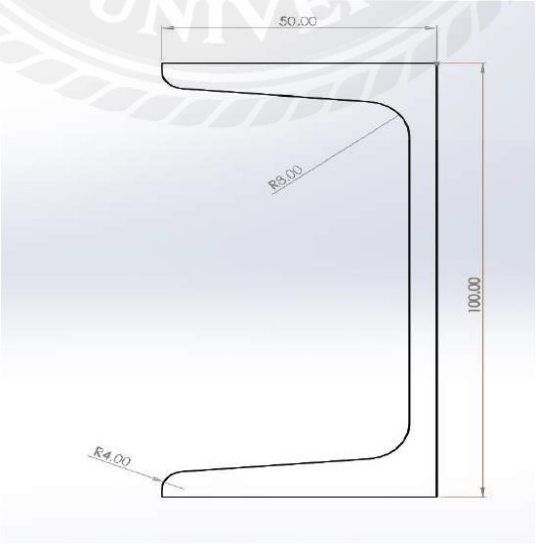
บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

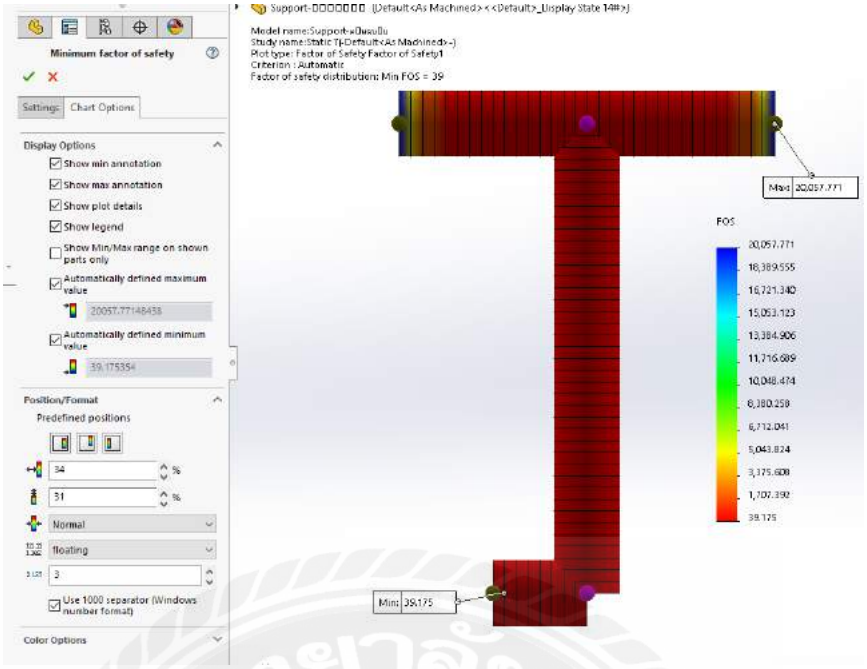
4.1 จากผลการทดลองโดยการใช้ โปรแกรมกดแรงบนชิ้นงาน

4.1.1 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน แบบ A เหล็กรางน้ำขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.) ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง มีความสูง 60x40cm หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว มีแรงกระทำเท่ากับ 2,401.34N

รูปที่ 4.1 ฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A

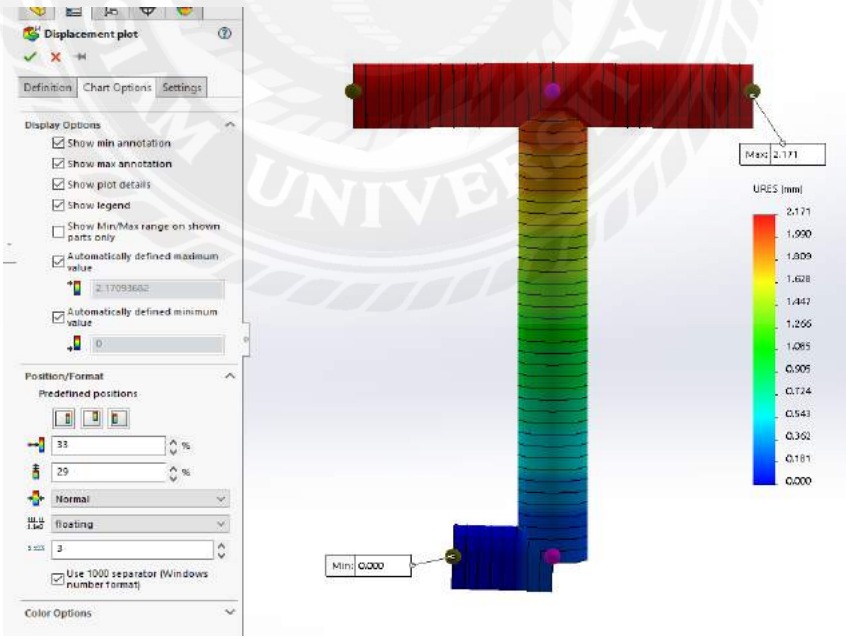


รูปที่ 4.2 เหล็กรางน้ำขนาด 4 นิ้ว (100×50x5x7.5mm.)



รูปที่ 4.3 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อด้านน้ำน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A

จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า เกิดความเสียหายมากแต่ในจุดที่เกิดความเสียหายมากที่สุดนั้นมีค่า Safety factor = 39

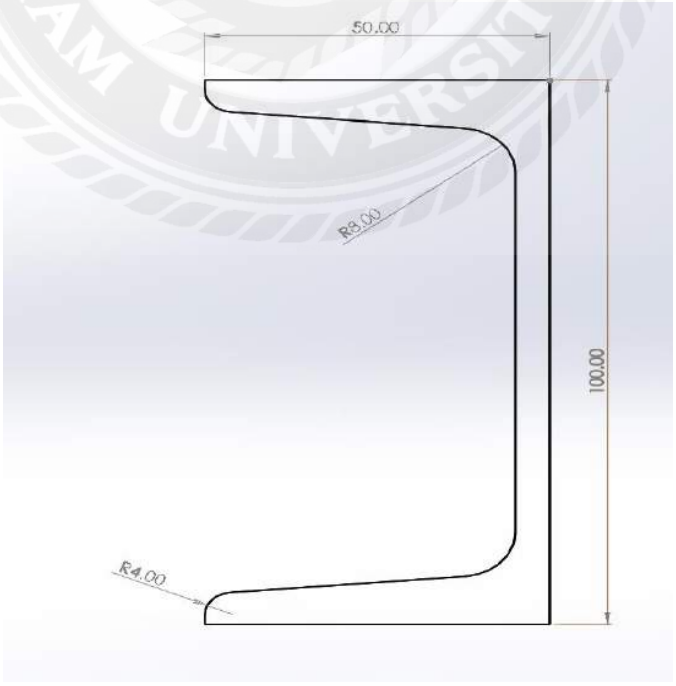


รูปที่ 4.4 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A

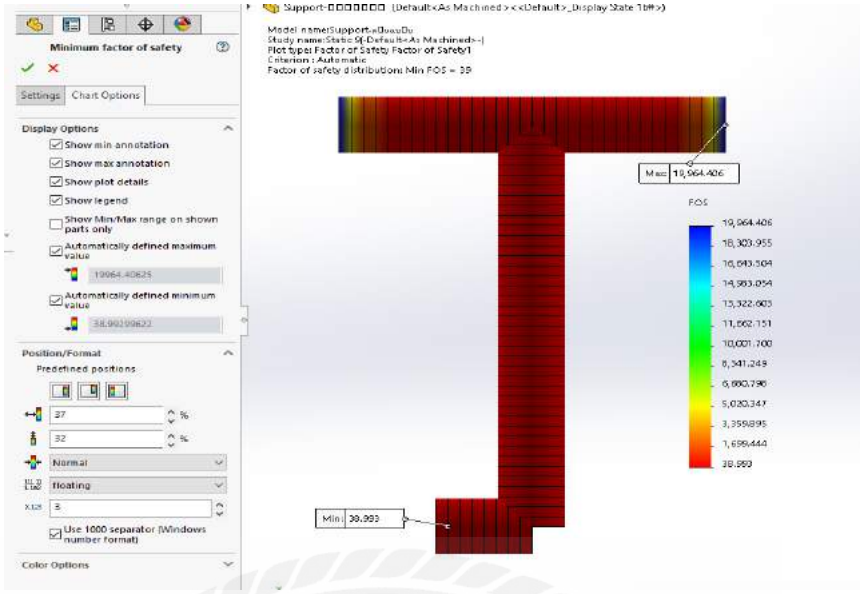
จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 2.171mm

4.1.2 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน แบบ A เหล็กรางน้ำขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.) ด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิง ความสูง 60x40cm หาค่าความปลอดภัยและระยะโก่งตัว มีแรงกระทำเท่ากับ 2,412.57N

รูปที่ 4.5 ฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A

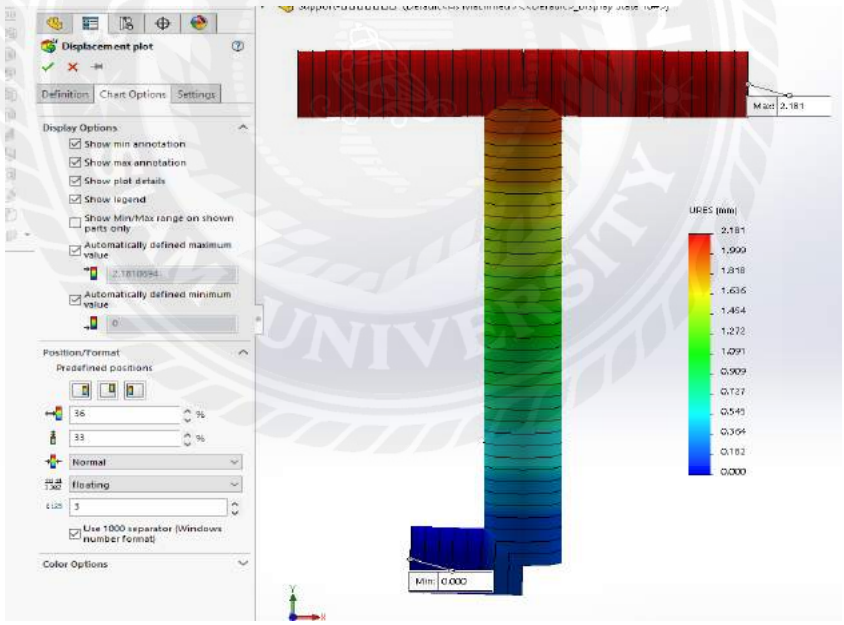


รูปที่ 4.6 เหล็กรางน้ำขนาด 4 นิ้ว (100×50x5x7.5mm.)



รูปที่ 4.7 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A

จากการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า เกิดความเสียหายมากแต่ในจุดที่เกิดความเสียหายมากที่สุดนั้นมีค่า Safety factor = 39

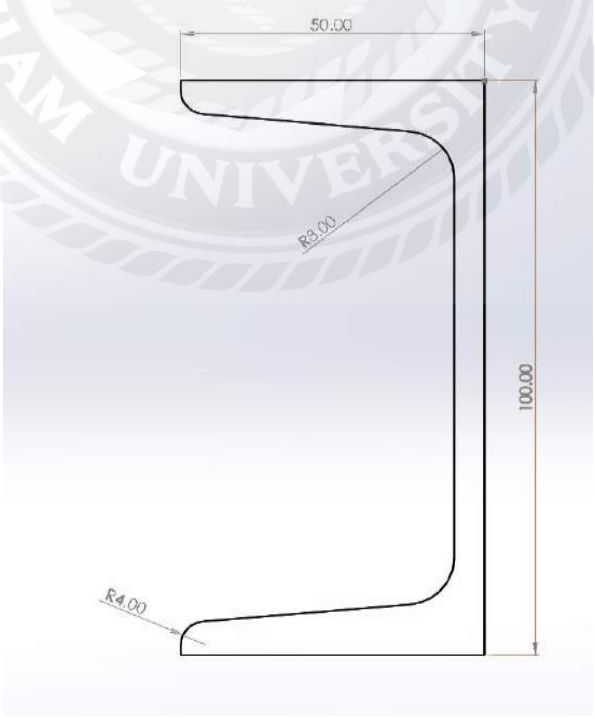


รูปที่ 4.8 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A

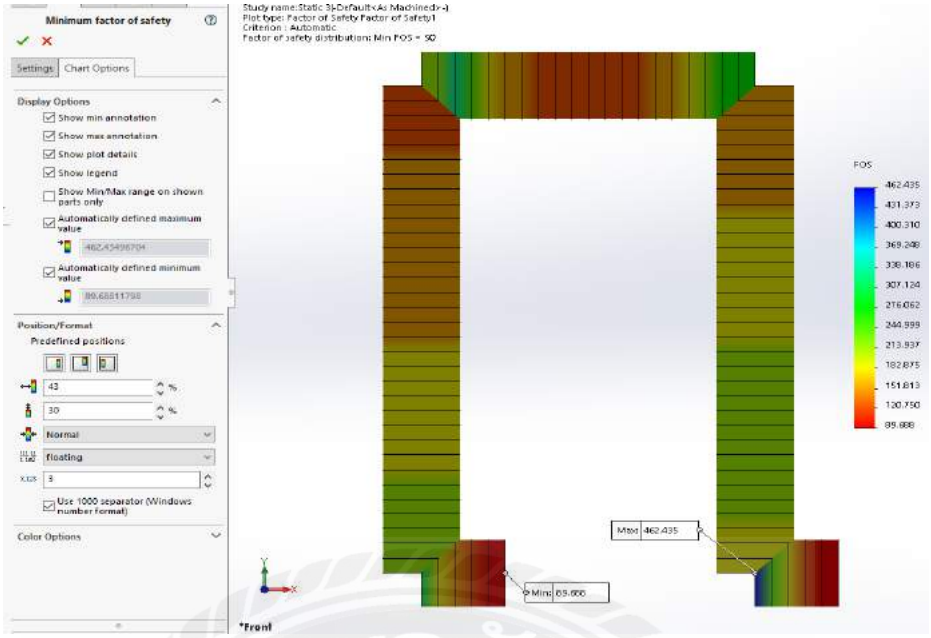
จากการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 2.181mm

4.1.3 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B เหล็กรางน้ำขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.) ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง ความสูง 60x40cm หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว จะมีแรงกระทำเท่ากับ 2401.34N

รูปที่ 4.9 ฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

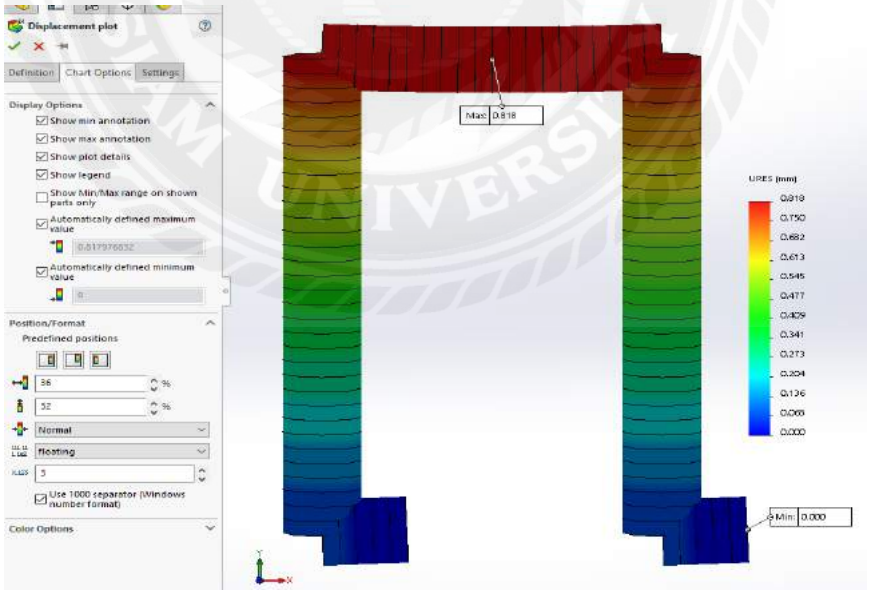


รูปที่ 4.10 เหล็กรางน้ำ 4 นิ้ว (100×50x5x7.5mm.)



รูปที่ 4.11 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อน้ำด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า เกิดความเสียหายมากแต่ในจุดที่เกิดความเสียหายมากที่สุดนั้นมีค่า Safety factor = 90

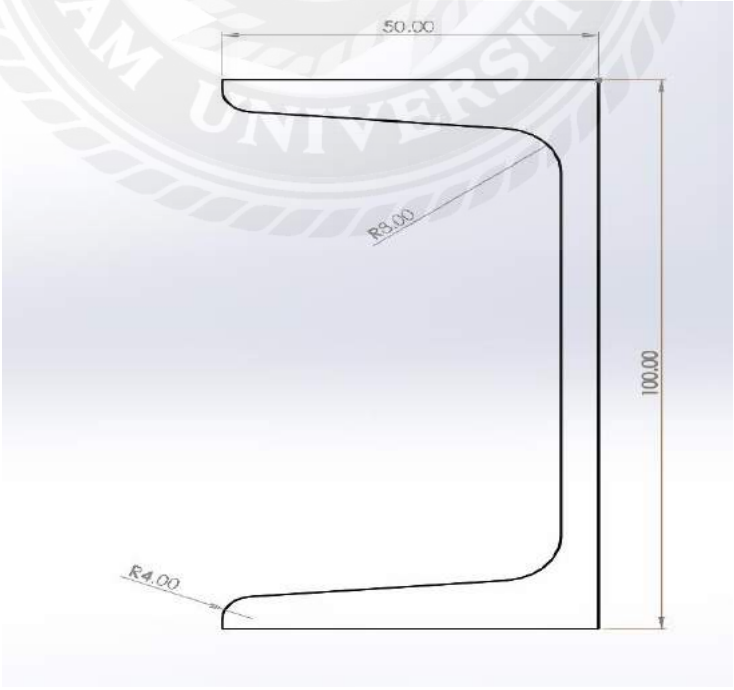


รูปที่ 4.12 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

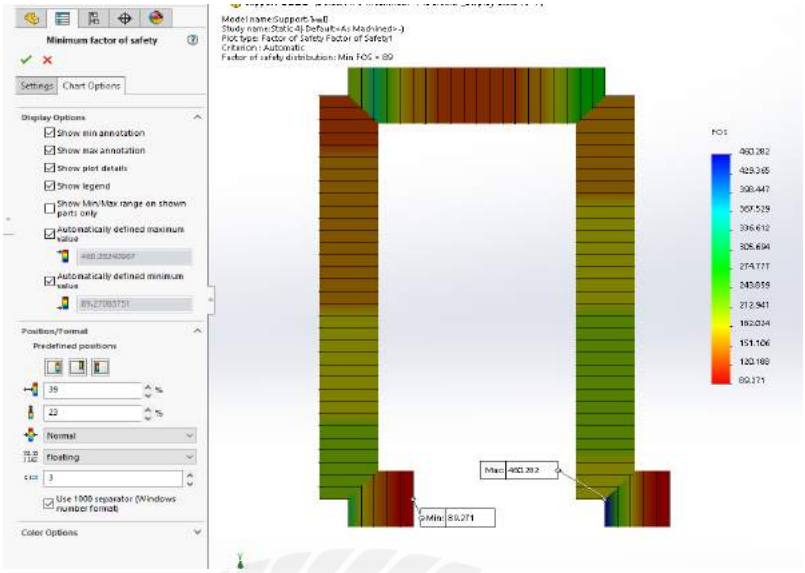
จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 0.818mm

4.1.4 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงแบบใหม่ B เหล็กรางน้ำขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.) ด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิง ความสูง 60x40cm หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว จะมีแรงกระทำเท่ากับ 2,412.57N

รูปที่ 4.13 ฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

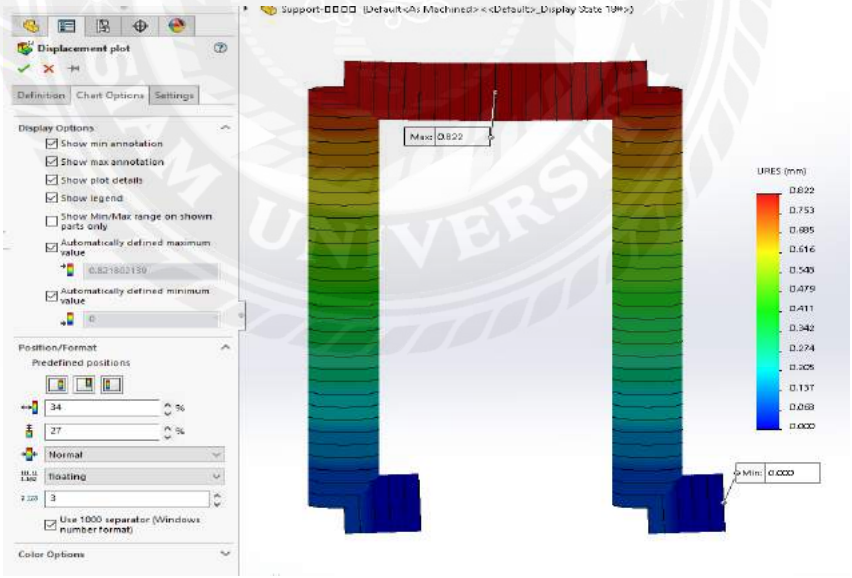


รูปที่ 4.14 เหล็กรางน้ำ 4 นิ้ว (100×50x5x7.5mm.)



รูปที่ 4.15 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า เกิดความเสียหายมากแต่ในจุดที่เกิดความเสียหายมากที่สุดนั้นมีค่า Safety factor = 89

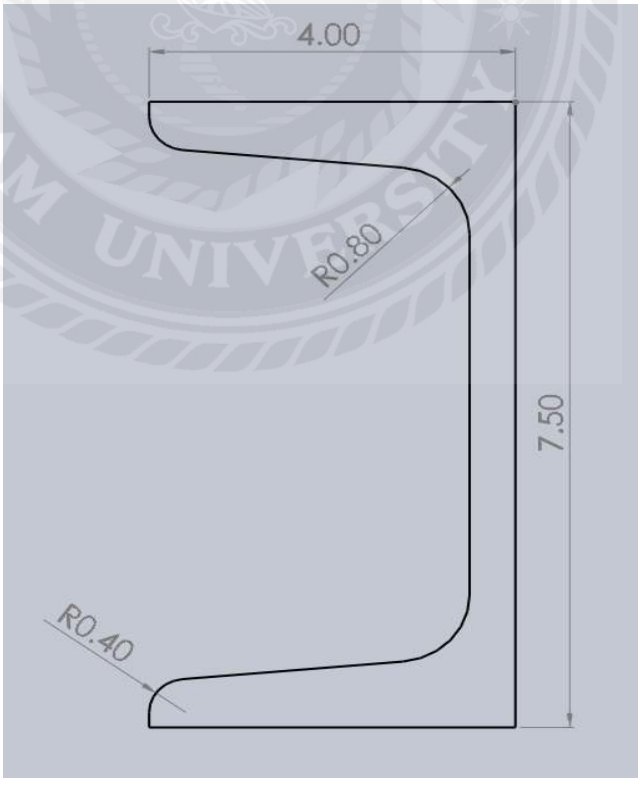


รูปที่ 4.16 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

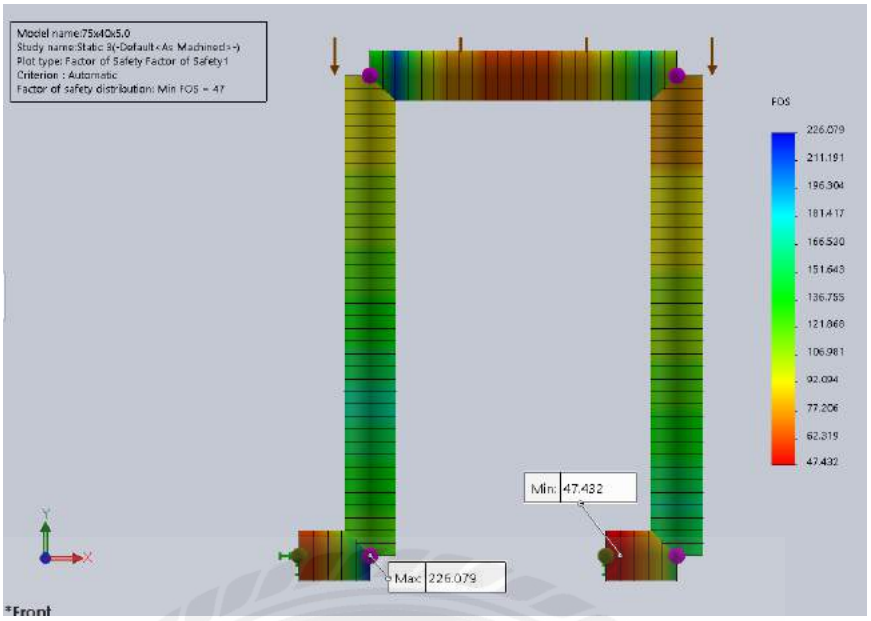
จากกการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 0.822mm

4.1.5 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C เหล็กรางน้ำขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.) ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง ความสูง 60x40cm หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว มีแรงกระทำเท่ากับ 2,401.34N

รูปที่ 4.17 ฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C

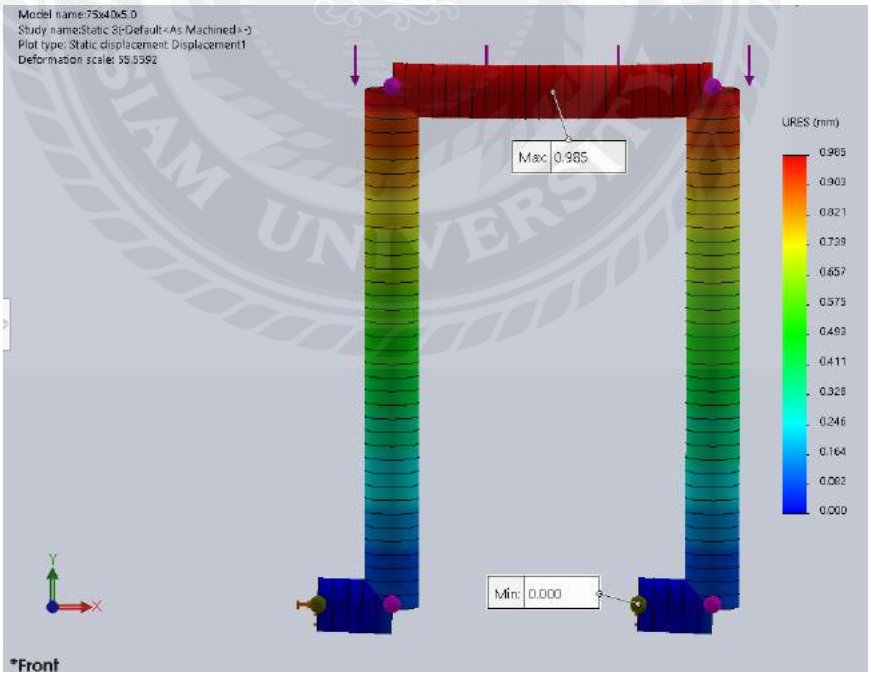


รูปที่ 4.18 4.18 เหล็กรางน้ำ 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.)



รูปที่ 4.19 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C

จากการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า เกิดความเสียหายมากแต่ในจุดที่เกิดความเสียหายมากที่สุดนั้นมีค่า Safety factor = 47

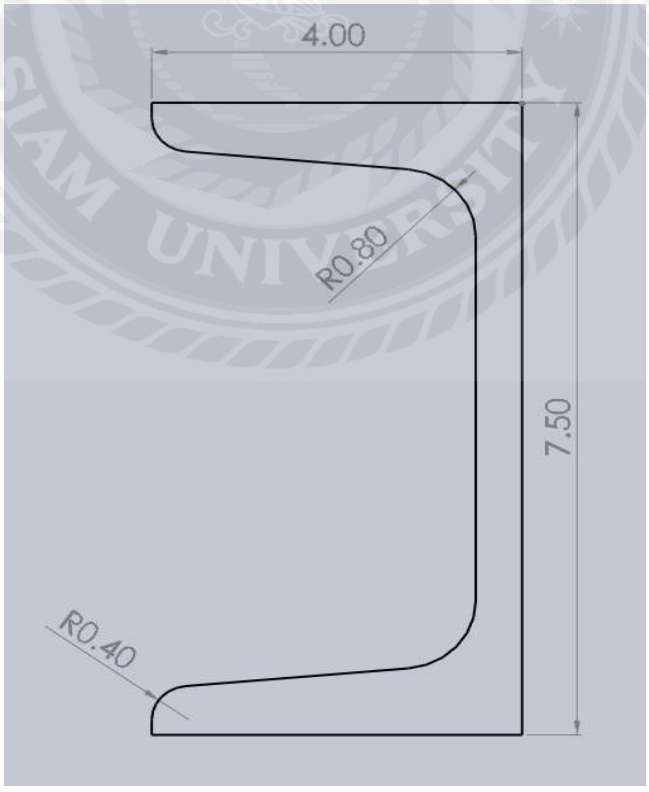


รูปที่ 4.20 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C

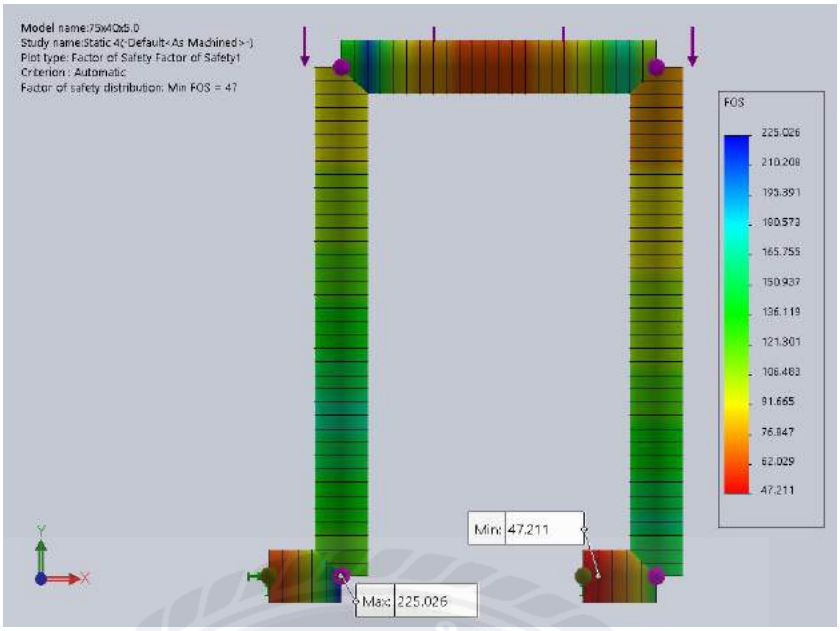
จากการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 0.985mm

4.1.6 ฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C เหล็กรางน้ำขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.) ด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิง ความสูง 60x40cm หาค่าความปลอดภัยละระยะโก่งตัว มีแรงกระทำเท่ากับ 2,412.57.N

รูปที่ 4.21 ฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C

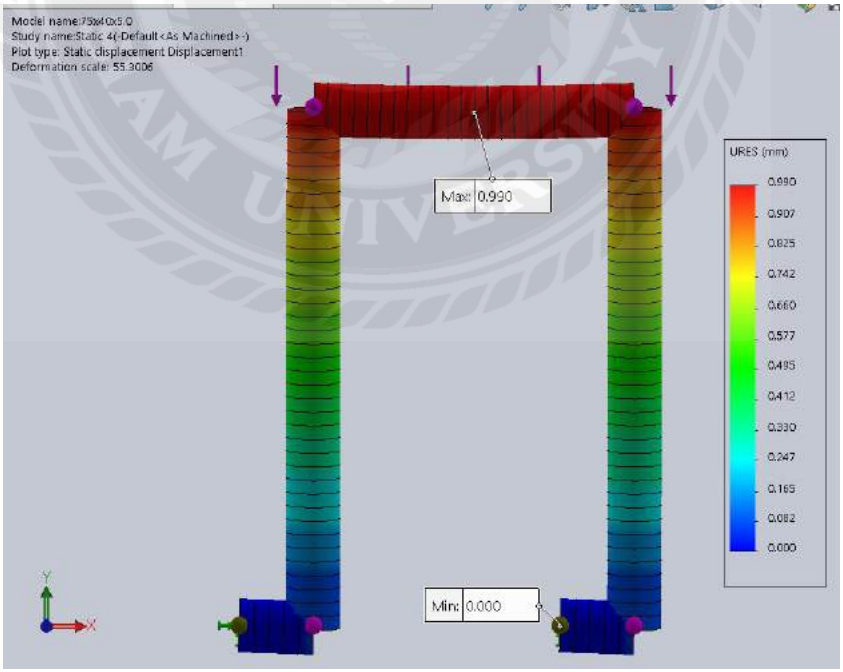


รูปที่ 4.22 เหล็กรางน้ำ 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.)



รูปที่ 4.23 ผลการจำลองของฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ C

จากการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า เกิดความเสียหายมากแต่ในจุดที่เกิดความเสียหายมากที่สุดนั้นมีค่า Safety factor = 47



รูปที่ 4.24 ค่าโก่งตัวของฐานรองรับท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบใหม่ C

จากการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า ค่าโก่งตัวของวัตถุเท่ากับ 0.990mm

รายละเอียดของฐานรองรับน้ำหนักแบบที่ติดตั้งหน้างาน (ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง)				
ขนาด(HxB) (mm)	กว้าง×สูง (cm)	น้ำหนักที่กดต่อจุด ทั้งหมด1จุด (N)	ค่าความปลอดภัย	ค่าโก่งตัว (mm)
100x50	40x60	2,401.34	39	2.171

รายละเอียดของฐานรองรับน้ำหนักแบบที่ติดตั้งหน้างาน (ด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิง)				
ขนาด(HxB) (mm)	กว้าง×สูง (cm)	น้ำหนักที่กดต่อจุด ทั้งหมด1จุด (N)	ค่าความปลอดภัย	ค่าโก่งตัว (mm)
100x50	40x60	2,412.57	39	2.181

รายละเอียดของฐานรองรับน้ำหนักแบบใหม่ (ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง)				
ขนาด(HxB) (mm)	กว้าง×สูง (cm)	น้ำหนักที่กดต่อจุด ทั้งหมด1จุด (N)	ค่าความปลอดภัย	ค่าโก่งตัว (mm)
100x50	40x60	2,401.34	90	0.818

รายละเอียดของฐานรองรับน้ำหนักแบบใหม่ (ด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิง)				
ขนาด(HxB) (mm)	กว้าง×สูง (cm)	น้ำหนักที่กดต่อจุด ทั้งหมด1จุด (N)	ค่าความปลอดภัย	ค่าโก่งตัว (mm)
100x50	40x60	2,412.57	89	0.822

รายละเอียดของฐานรองรับน้ำหนักแบบที่ติดตั้งหน้างาน (ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง)				
ขนาด(HxB) (mm)	กว้าง×สูง (cm)	น้ำหนักที่กดต่อจุด ทั้งหมด1จุด (N)	ค่าความปลอดภัย	ค่าโก่งตัว (mm)
75x40	40x60	2,401.34	47	0.985

รายละเอียดของฐานรองรับน้ำหนักแบบที่ติดตั้งหน้างาน (ด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิง)				
ขนาด(HxB) (mm)	กว้าง×สูง (cm)	น้ำหนักที่กดต่อจุด ทั้งหมด1จุด (N)	ค่าความปลอดภัย	ค่าโก่งตัว (mm)
75x40	40x60	2,412.57	47	0.990

ตารางอธิบายค่าความปลอดภัยและระยะโก่งตัวของเหล็กรางน้ำทั้งแบบที่ติดตั้งหน้างาน A และที่ออกแบบใหม่ B , C ที่ผ่านการคำนวนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดย

ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A จะมีขนาดเหล็ก 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm) มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 39 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 2.171mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบที่ติดตั้งหน้างาน A จะมีขนาดเหล็ก 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm) มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 39 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 2.181mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B จะมีขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm) มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 90 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.818mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B จะมีขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm) มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 89 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.822mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C จะมีขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm) มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 47 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.985mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C จะมีขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm) มีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 47 และระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.990mm.

จากผลการวิเคราะห์เลือกใช้ฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C จะมีขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.) จะปลอดภัยมากกว่าฐานรองรับน้ำหนักแบบที่ติดตั้งหน้างาน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การจัดทำ โครงการนี้ขึ้นมาเพื่อทำการเปรียบเทียบค่า Safety Factor และระยะโก่งตัวของเหล็กรางน้ำ ขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.) และเหล็กรางน้ำขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.) โดยจุดประสงค์หลักคือ เพื่อออกแบบฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพมากกว่าฐานรองรับท่อน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งหน้างานโดยใช้ขนาดเหล็กที่เท่ากัน เมื่อใช้แรงกดลงที่ตำแหน่งของอุปกรณ์รองรับท่อที่วางไว้บนเหล็กรางน้ำทั้งเส้นก็จะรู้ผลลัพธ์ออกมาโดยผลที่ได้

1.1 ผลการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Simulation ด้านน้ำเข้าที่ Force = 2,401.34N และ ด้านน้ำออกที่ Force = 2,412.57N
ใช้เหล็กรางน้ำ ขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.)

ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงแบบติดตั้งหน้างาน A

ค่าความปลอดภัยมีค่าเท่ากับ 39

ระยะโก่งตัวเท่ากับ 2.171mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงแบบติดตั้งหน้างาน A

ค่าความปลอดภัยมีค่าเท่ากับ 39

ระยะโก่งตัวเท่ากับ 2.181mm.

1.2 ผลการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Simulation ด้านน้ำเข้าที่ Force = 2,401.34N และ ด้านน้ำออกที่ Force = 2,412.57N
ใช้เหล็กรางน้ำ ขนาด 4 นิ้ว (100x50x5x7.5mm.)

ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

ค่าความปลอดภัยมีค่าเท่ากับ 90

ระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.818mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ B

ค่าความปลอดภัยมีค่าเท่ากับ 89

ระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.822mm.

1.3 ผลการจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Simulation ด้านน้ำเข้าที่ Force = 2,401.34N และ ด้านน้ำออกที่ Force = 2,412.57N
ใช้เหล็กรางน้ำ ขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.)

ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำเข้าปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C

ค่าความปลอดภัยมีค่าเท่ากับ 47

ระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.985mm.

ฐานรองรับน้ำหนักท่อด้านน้ำออกปั๊มดับเพลิงที่ออกแบบใหม่ C

ค่าความปลอดภัยมีค่าเท่ากับ 47

ระยะโก่งตัวเท่ากับ 0.990mm.

จากผลการวิเคราะห์เลือกใช้ฐานรองรับน้ำหนักแบบใหม่ ที่มีขนาด 3 นิ้ว (75x40x5x7mm.) จะปลอดภัย และแข็งแรงมากกว่าฐานรองรับน้ำหนักแบบติดตั้งหน้างาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

สามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์รองรับท่อท่อขนาดเดียวกันได้เช่น การออกแบบ และวิเคราะห์หาค่าความปลอดภัยของฐานรองรับน้ำหนักท่อดับเพลิงขนาด 10 นิ้วในระบบดับเพลิง

บรรณานุกรม

วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์.(2556). การออกแบบเครื่องจักรกล เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปราโมทย์ เดชอำไพ. (2550). ไฟไนต์เอลิเมนต์ในงานวิศวกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ. ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง. เข้าถึงได้จาก http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/fire/item

บริษัท HOME & FAC. บทความวัสดุวิศวกรรม. เข้าถึงได้จาก https://www.homeandfac.com

สุริยา ประสมทอง. (2555). ศึกษาการจำลองด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ เข้าถึงได้จาก http://www.research.rmutt.ac.th/?p=13671 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พงษ์ภลัย ภัทรประภานันท์. (2537). เส้นอิทธิพลสำหรับแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ เข้าถึงได้จาก http://www.tnrr.in.th/?page=result_search&record_id=285892

ศุภวุฒิ ดวนด่วน. (2544). เส้นอิทธิพลของคานต่อเนื่องบนฐานรองรับยืดหยุ่นโดยวิธีสติฟเนส เข้าถึงได้จาก https://research.ku.ac.th/forest/Search.aspx?keyword

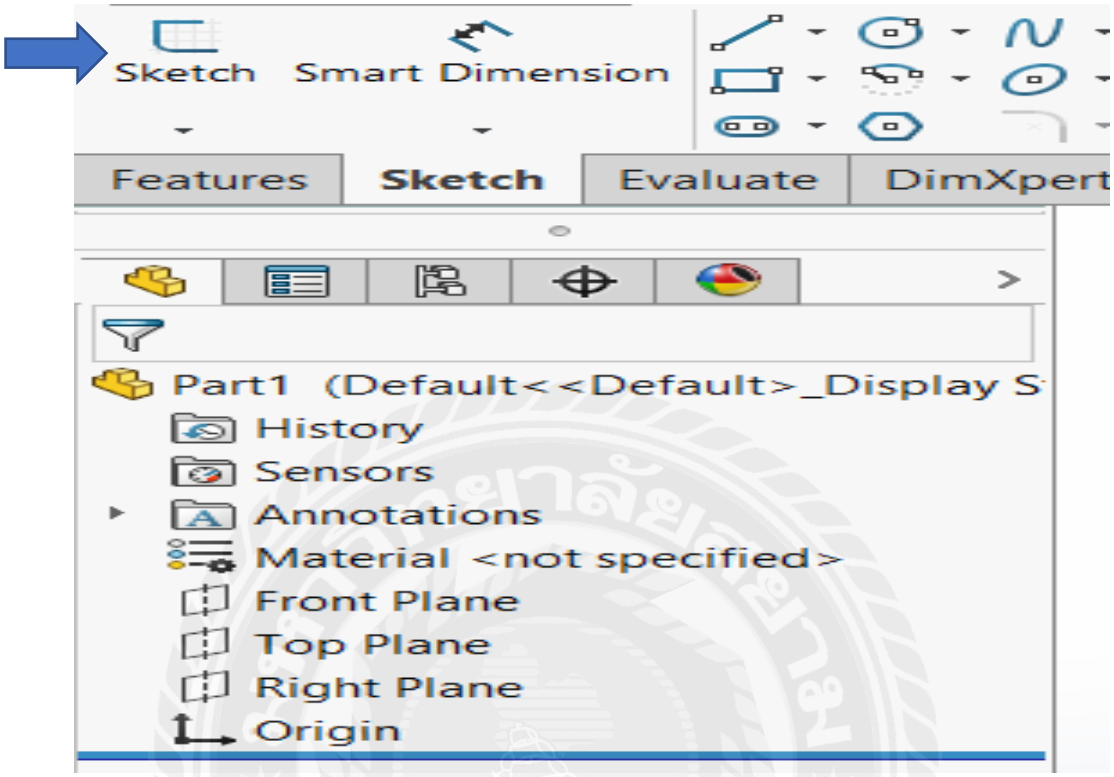
ภาคผนวก

การออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยอุปกรณ์รองรับ

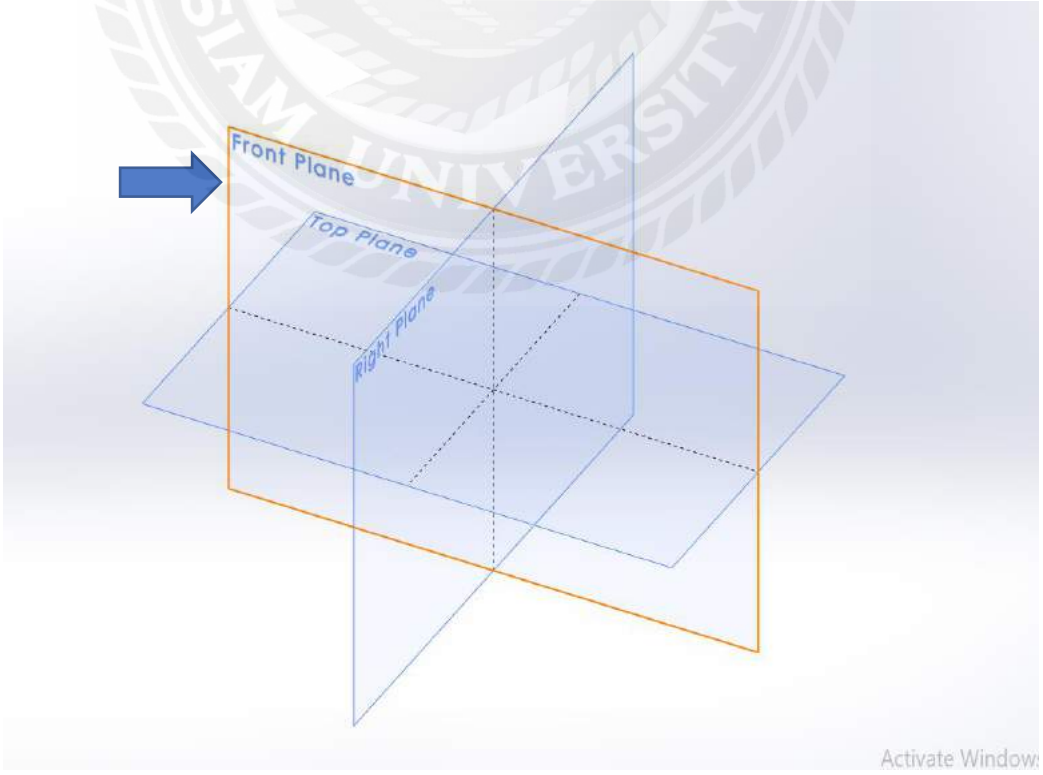
ในส่วนท่อปั๊มน้ำดับเพลิงขนาด 10 นิ้ว

1. เข้าโปรแกรมสำเร็จรูป

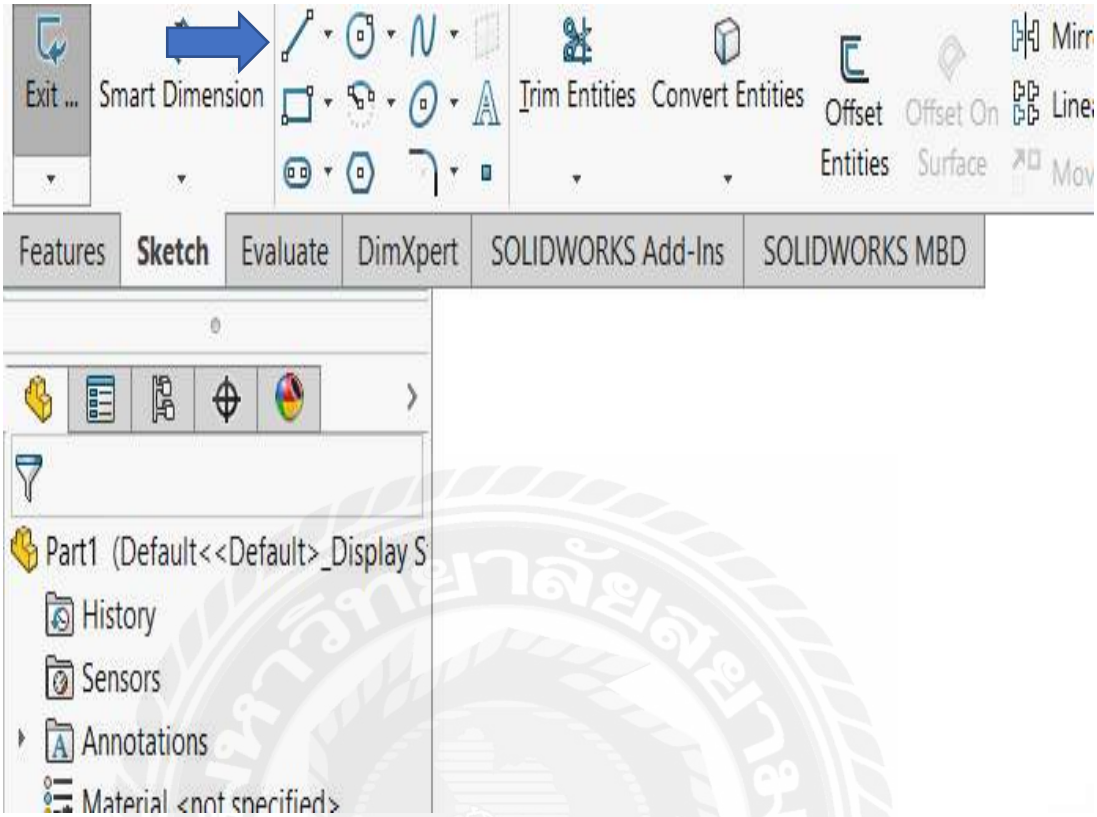
2. กดที่ Sketch



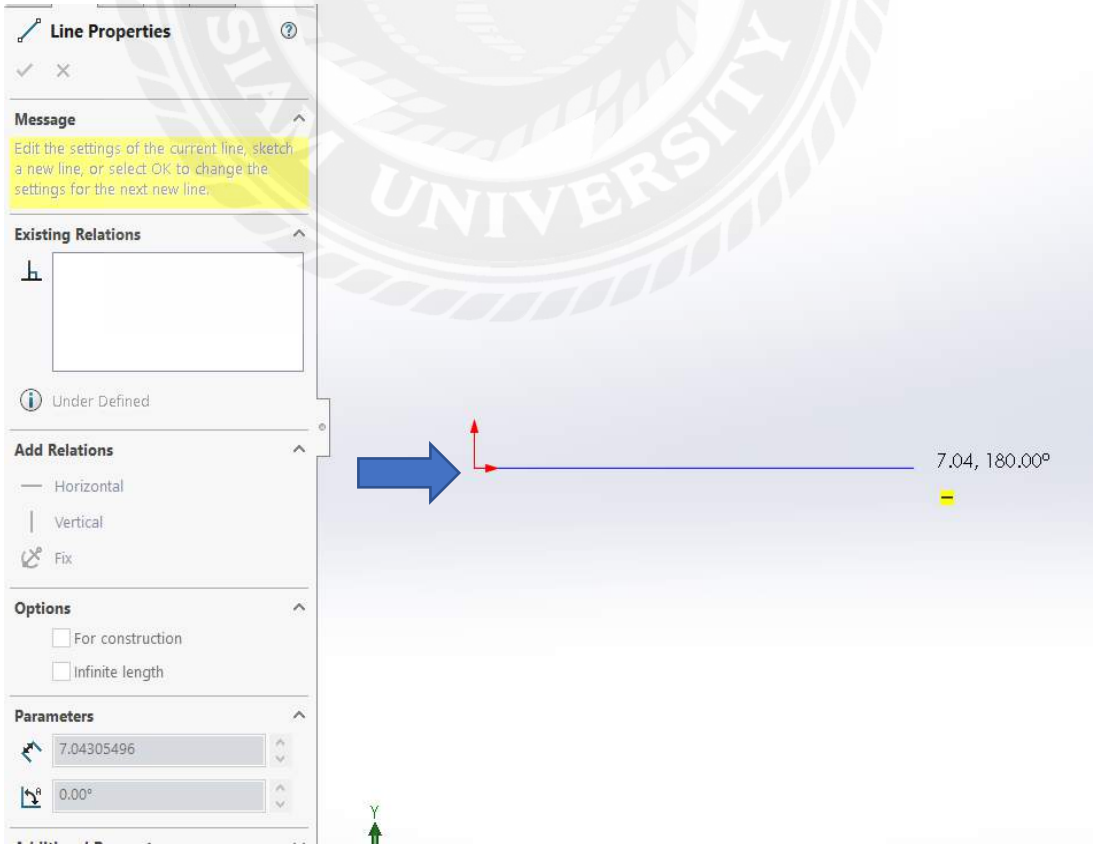
3. กด Front Plane



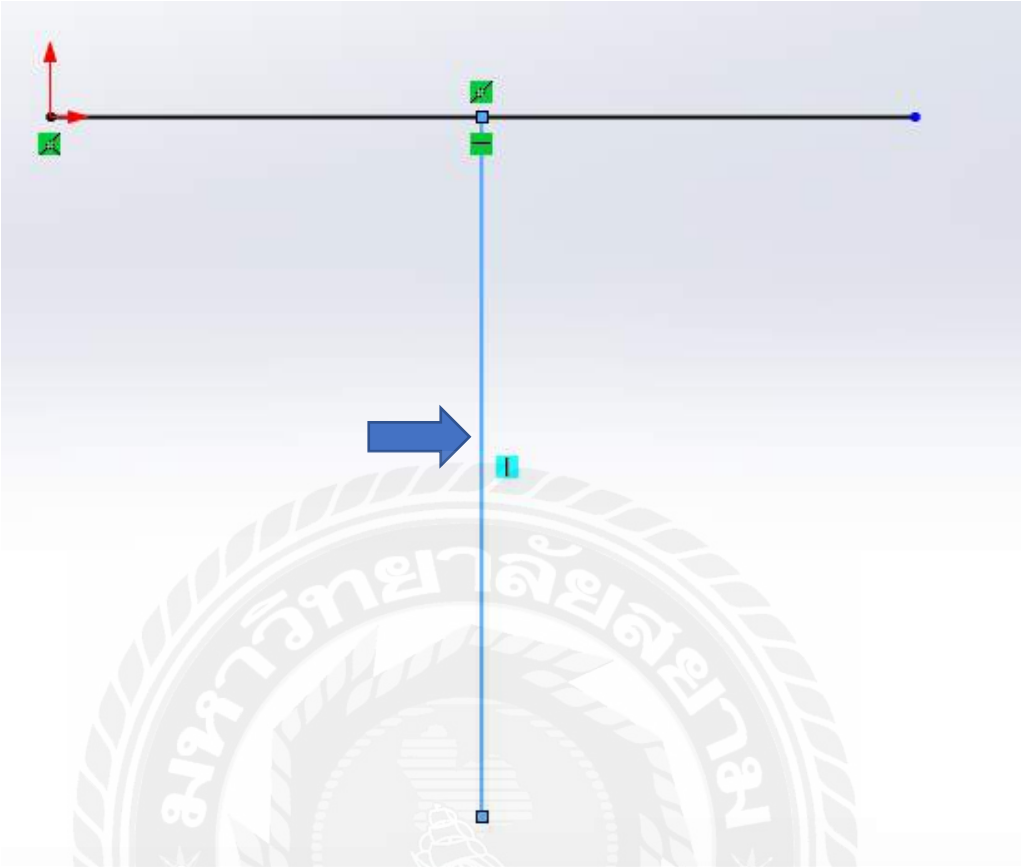
4. กด Sketches a line



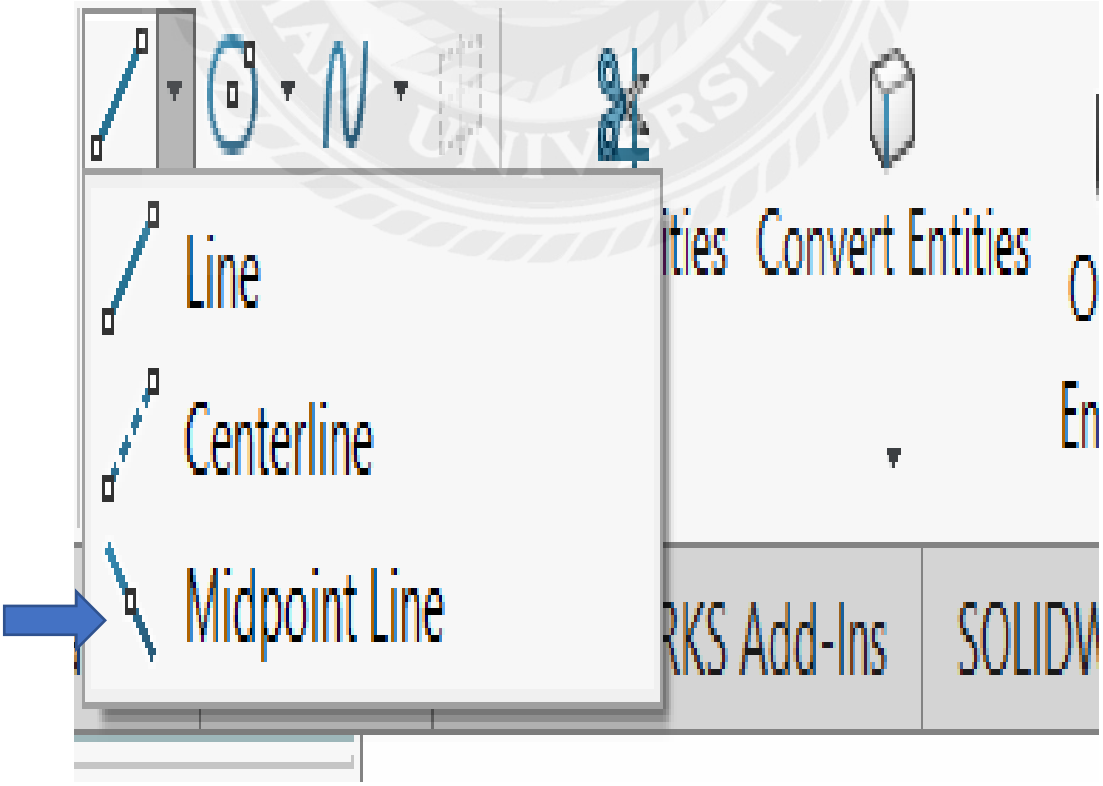
5. สร้างเส้นตรงเส้นที่ 1



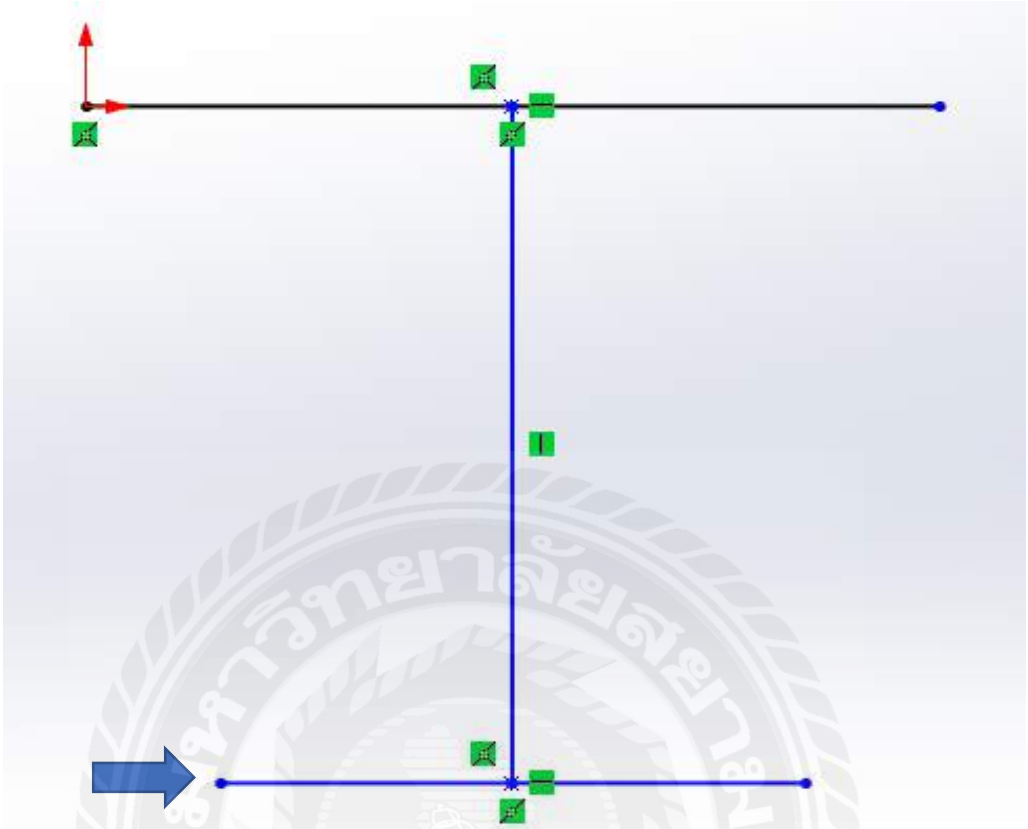
6. สร้างเส้นตรงเส้นที่ 2 โดยห่างจากจุดกึ่งกลาง 5 เซนติเมตร



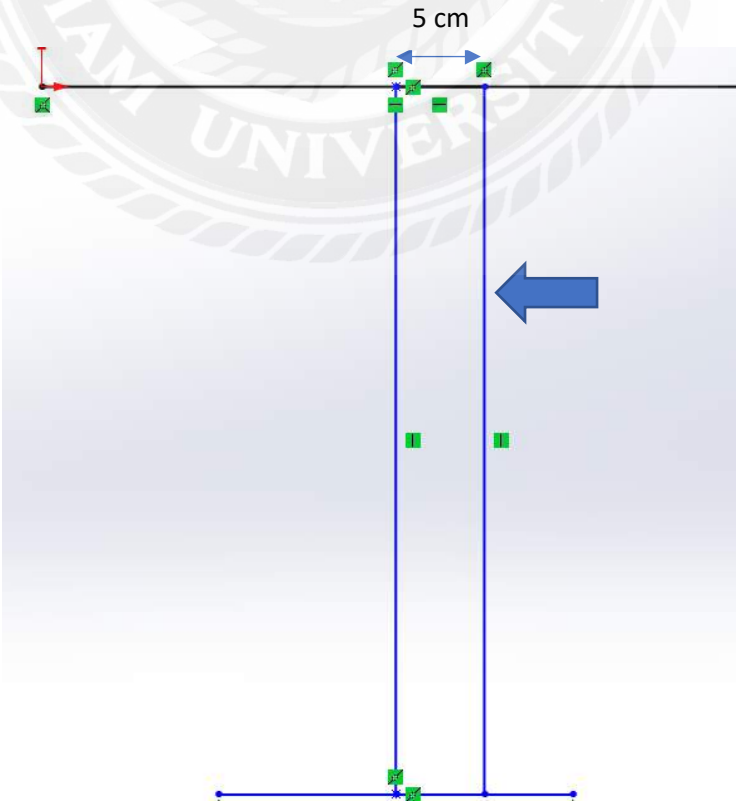
7. สร้างเส้นตรงเส้นที่ 3 โดยกดลูกศรที่ Line > เลือก Midpoint Line



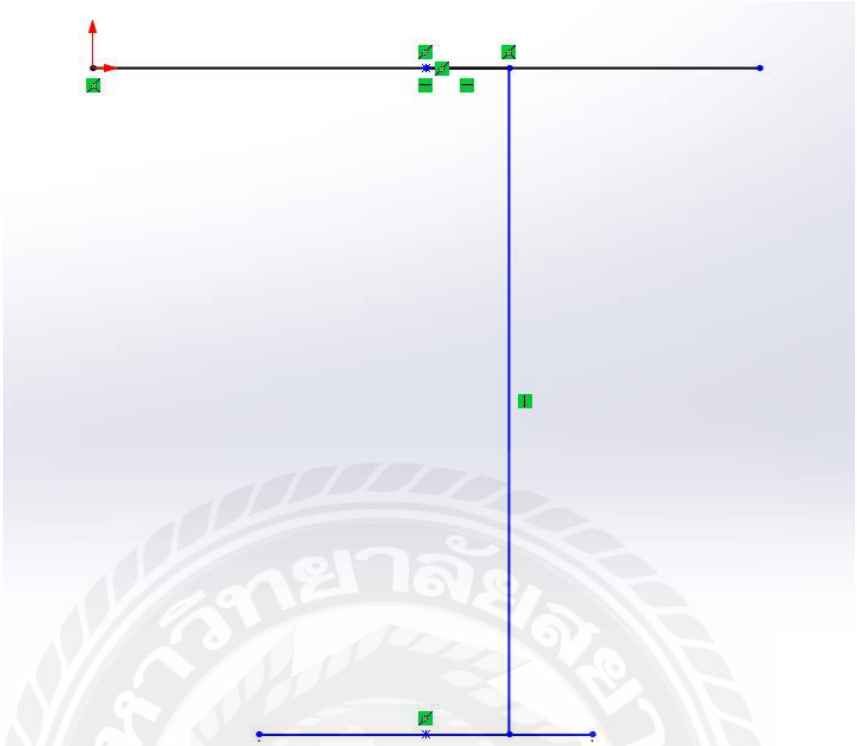
8. ลากเส้นตรงเส้นที่ 3



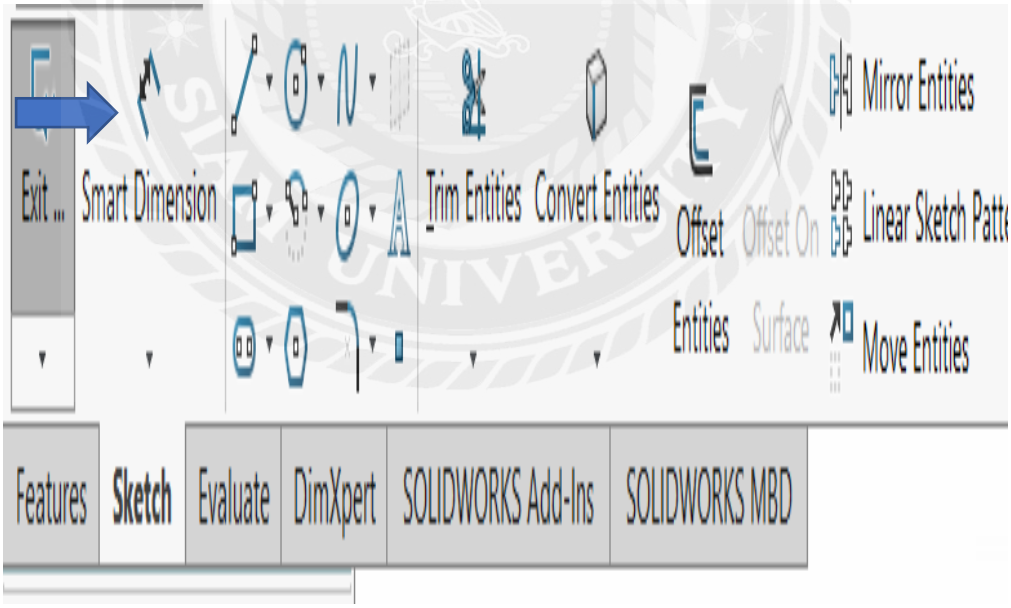
9. ลากเส้นกึ่งกลางของเส้นที่ 1 ออกมา 5 เซนติเมตร แล้วลากลงมา



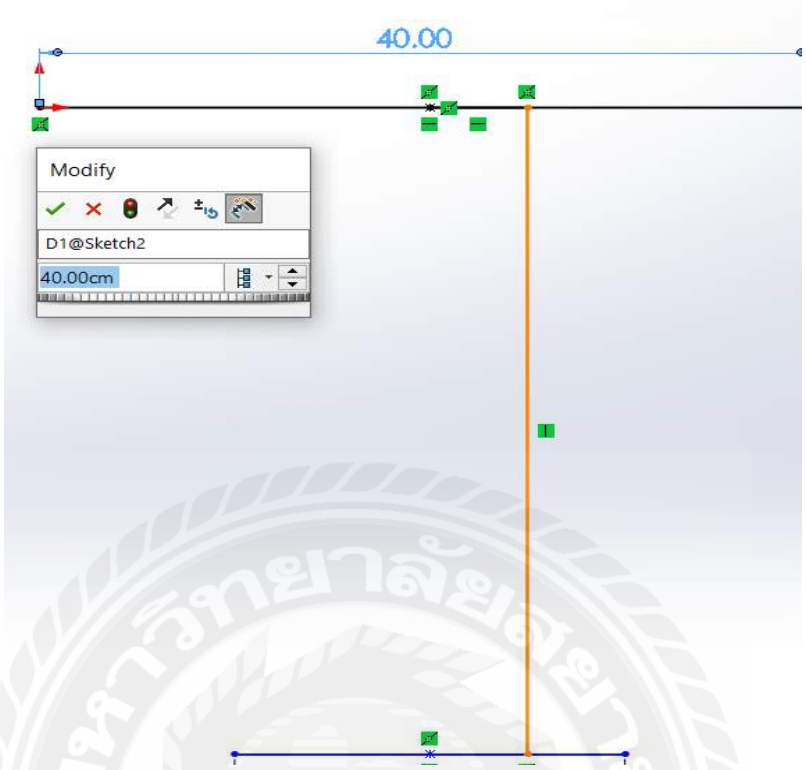
10. ลบเล่นกึ่งกลางออก



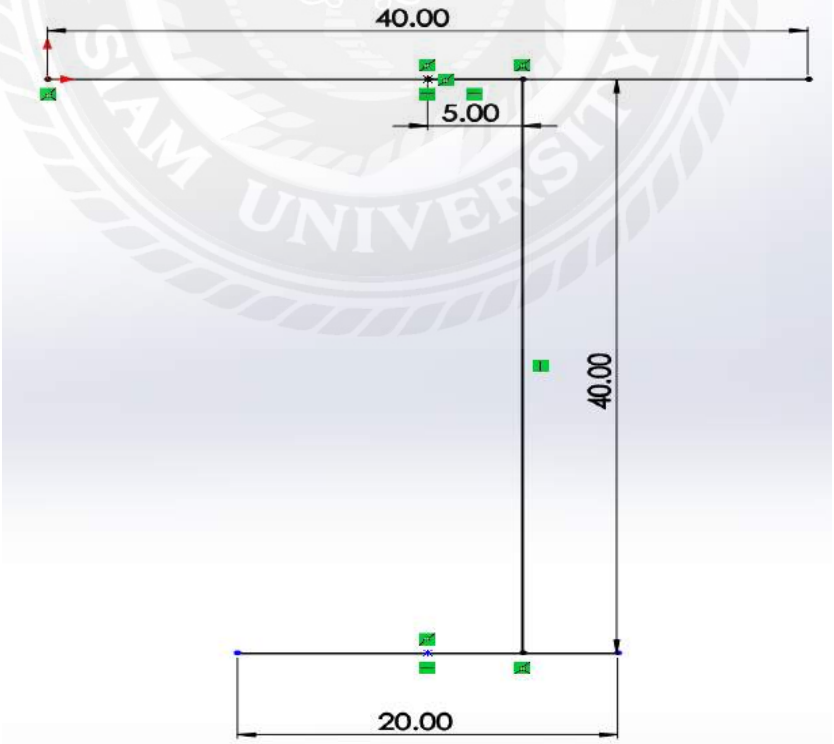
11. กด Smart Dimension จากนั้นคลิ๊กที่เส้น



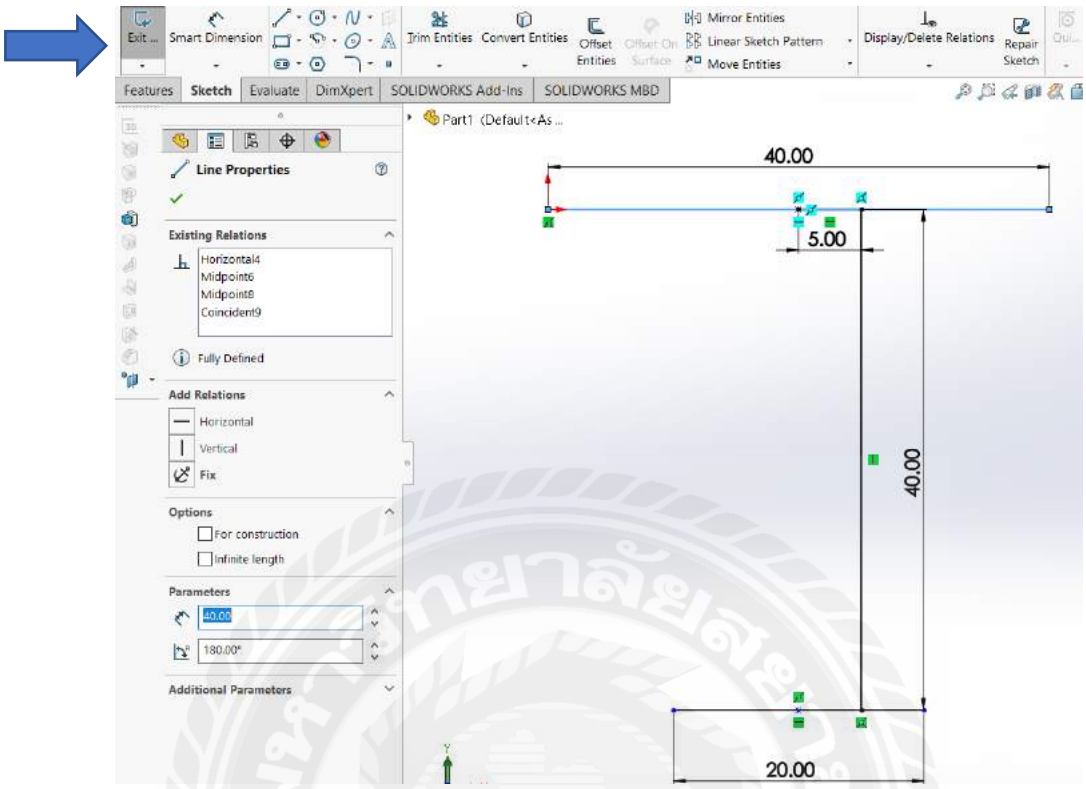
12. กำหนดค่าความยาวของเส้นตรง หน่วยเป็นเซนติเมตร



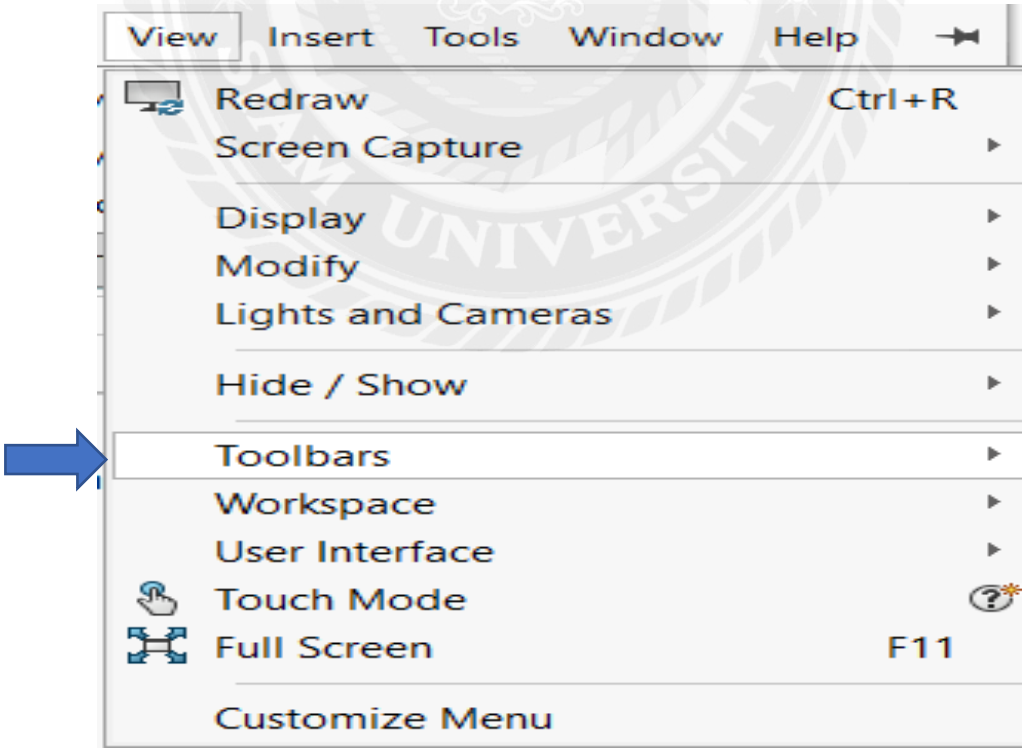
13.กำหนดขนาดให้ครบทั้ง 3 เส้น

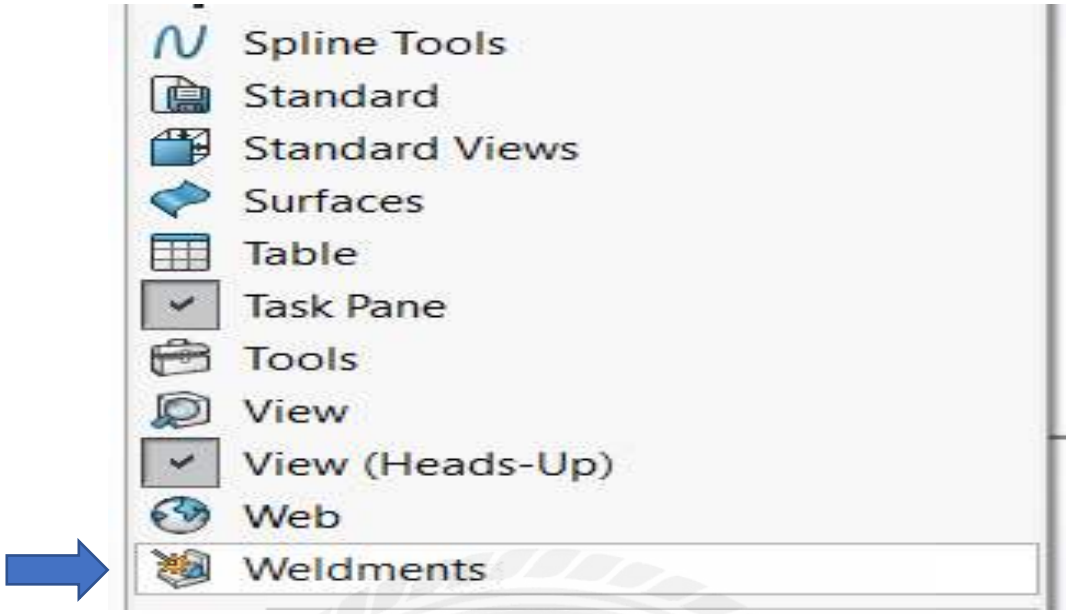


14. กดที่ Exit Skitch

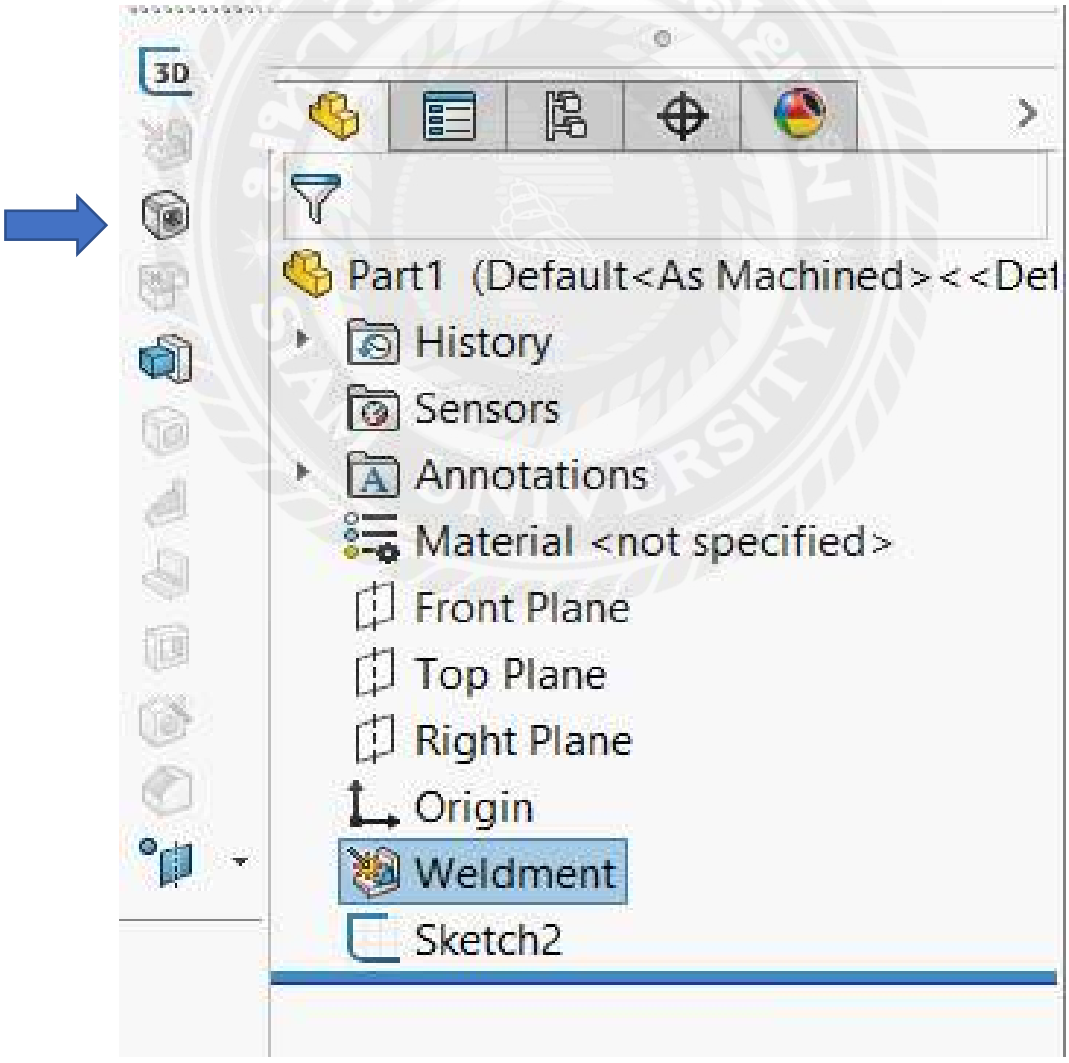


15. กด View > Toolbars > Weldments

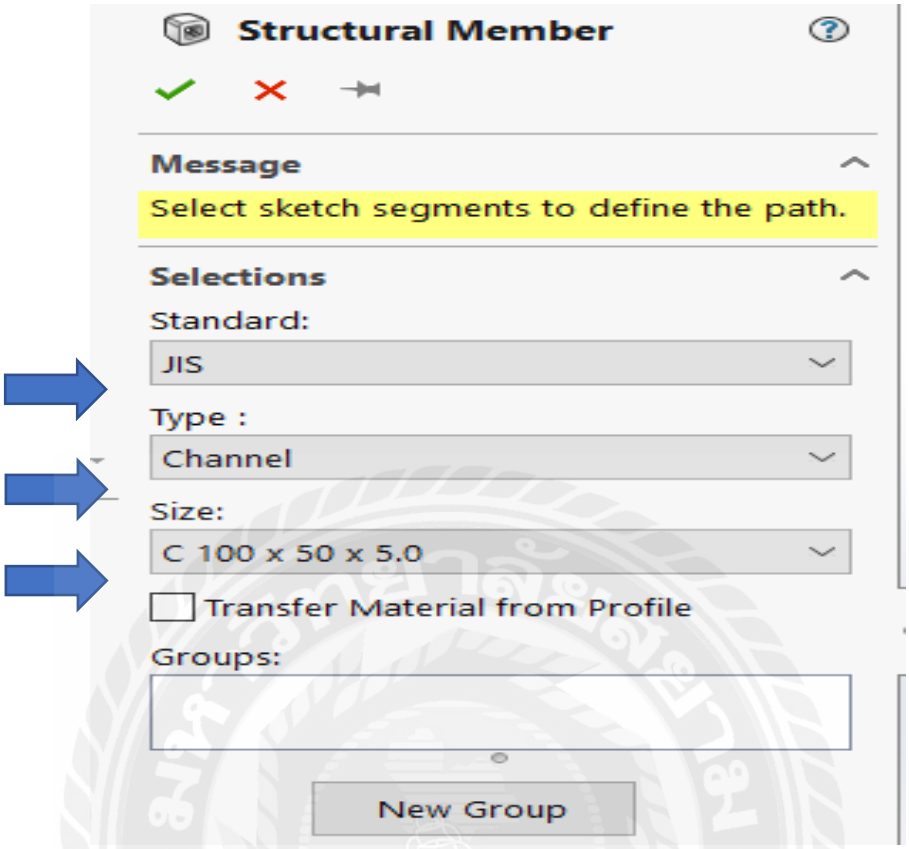




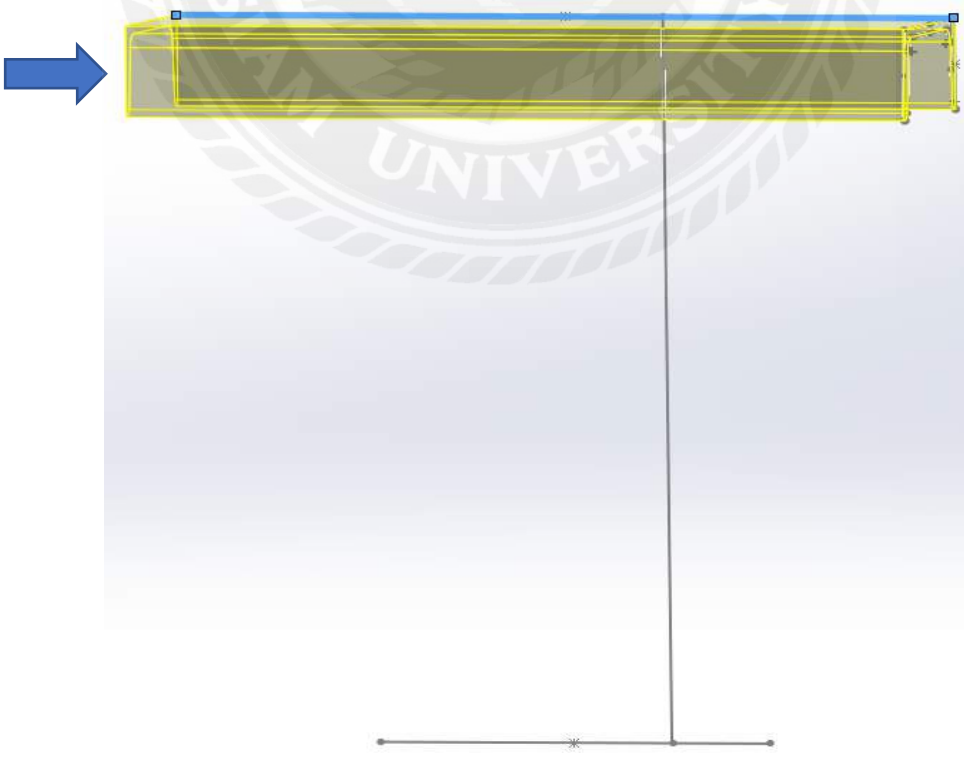
16. กด Structural Member



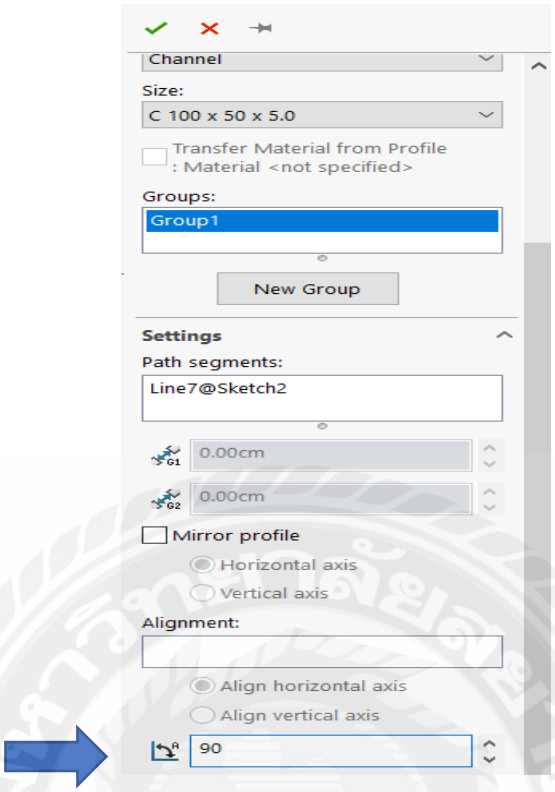
17. Standard ให้เลือก JIS > Type ให้เลือก Channel > Size ให้เลือก C 100 x 50 x 5.0



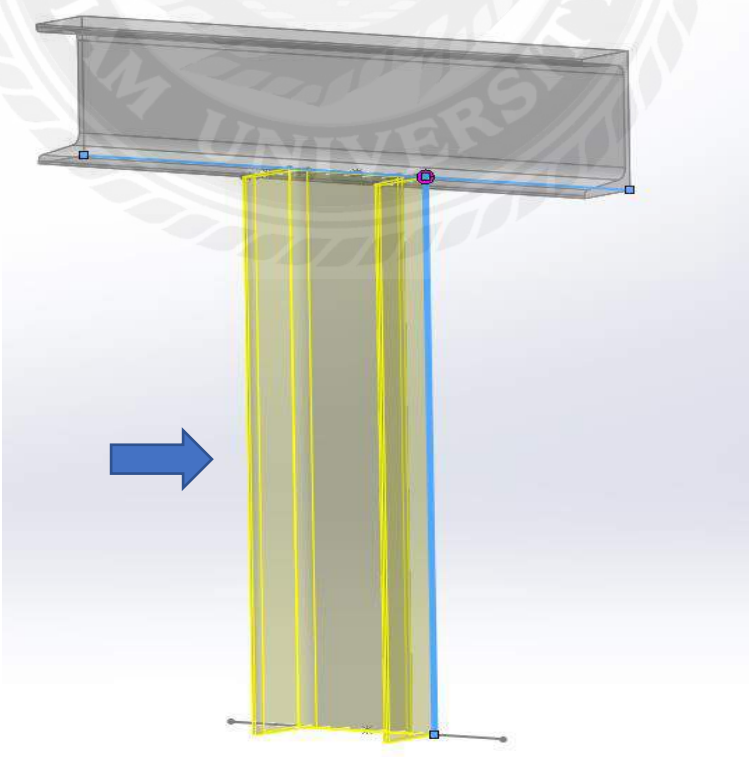
18. กดที่เส้นที่ 1 เพื่อให้เปลี่ยนเป็นเหล็กรางน้ำ



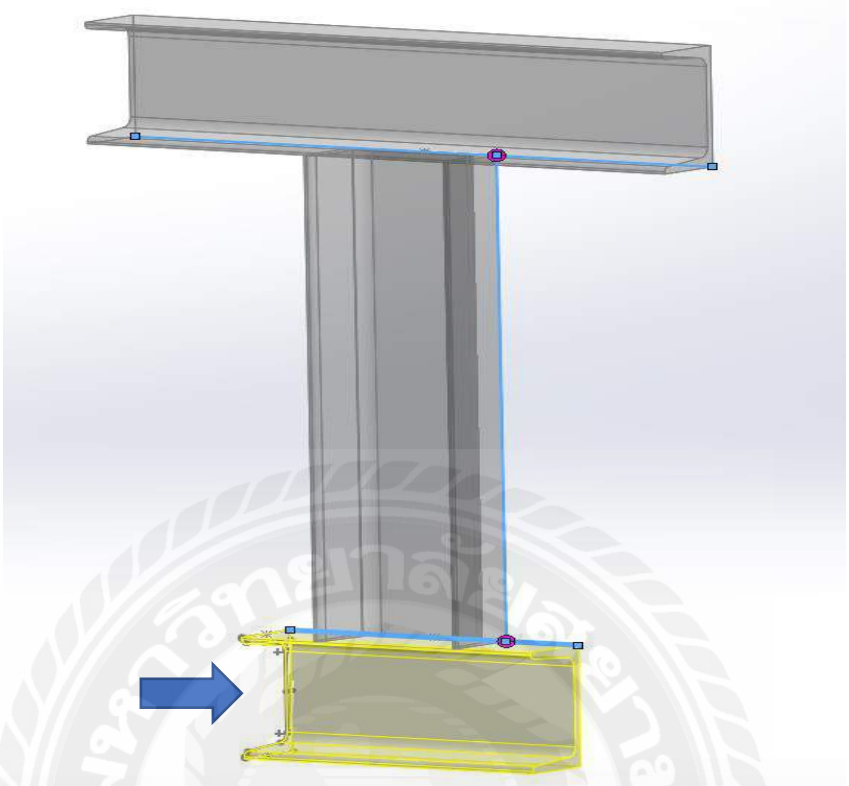
19. ปรับองศาของเหล็กรางน้ำโดยกด Rotation Angle ให้หมุนที่ 90 องศา



20. กดที่ New Group > กดที่เส้นที่ 2

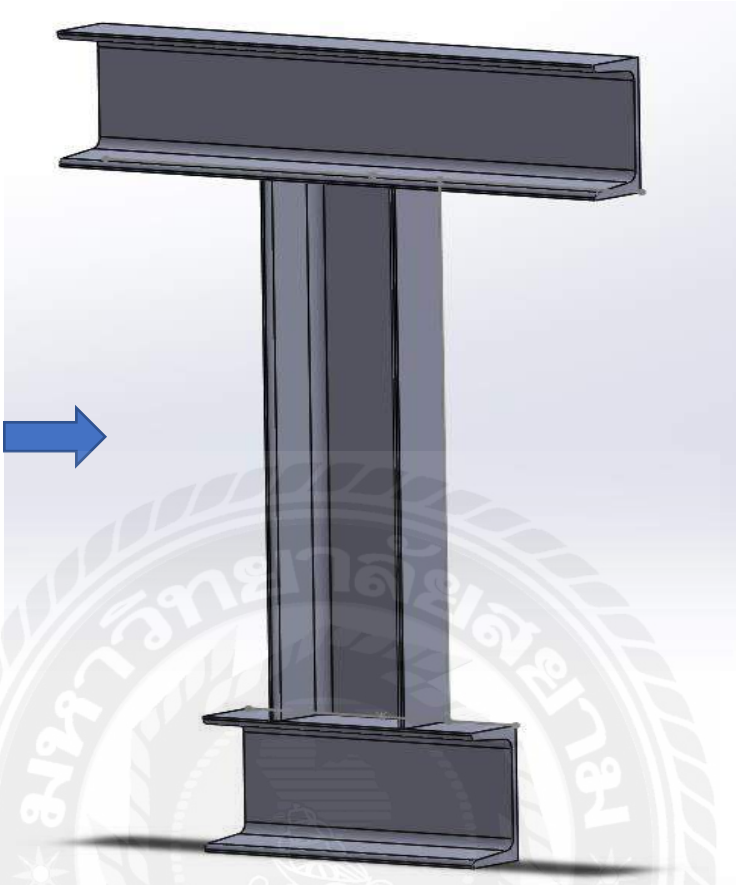


21. กดที่ New Group > กดที่เส้นที่ 3

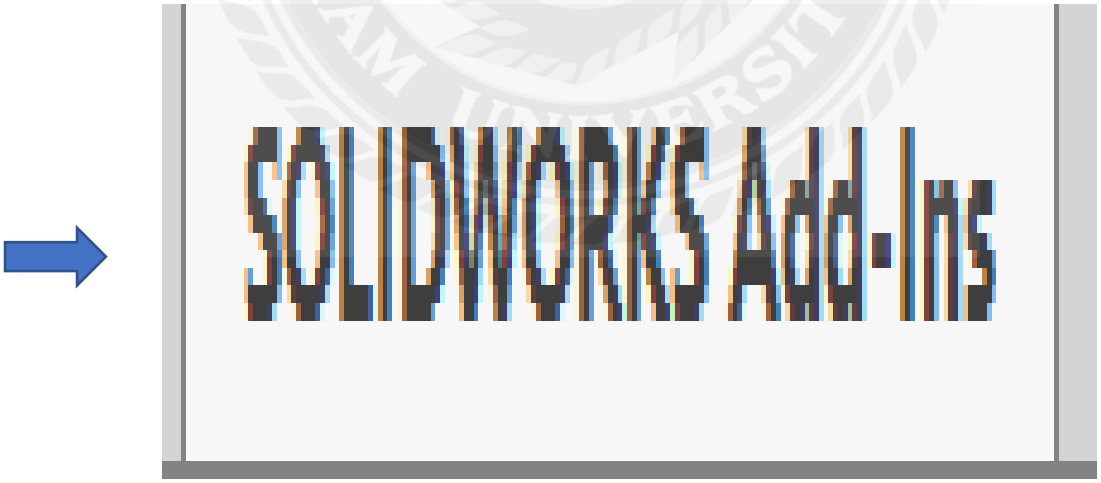


22. กดติ๊กถูก

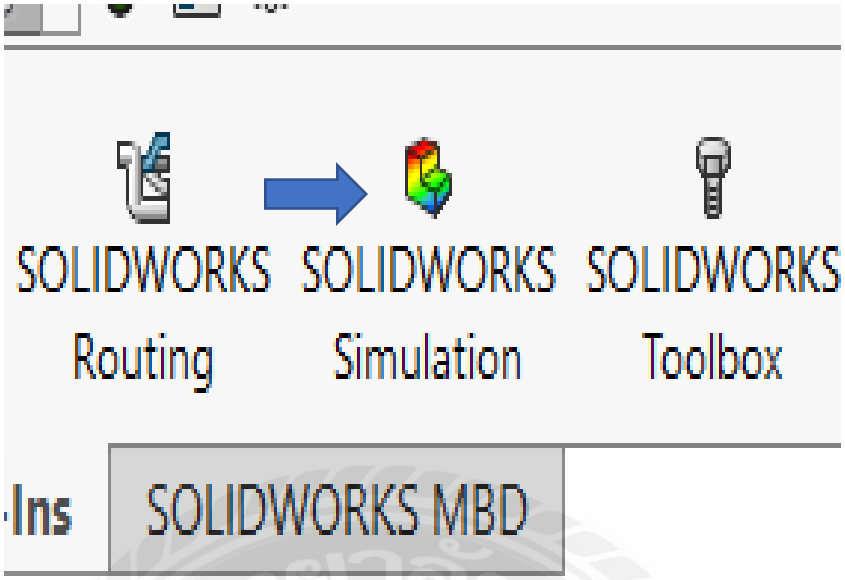
23. ได้ชิ้นงานที่เราต้องการ



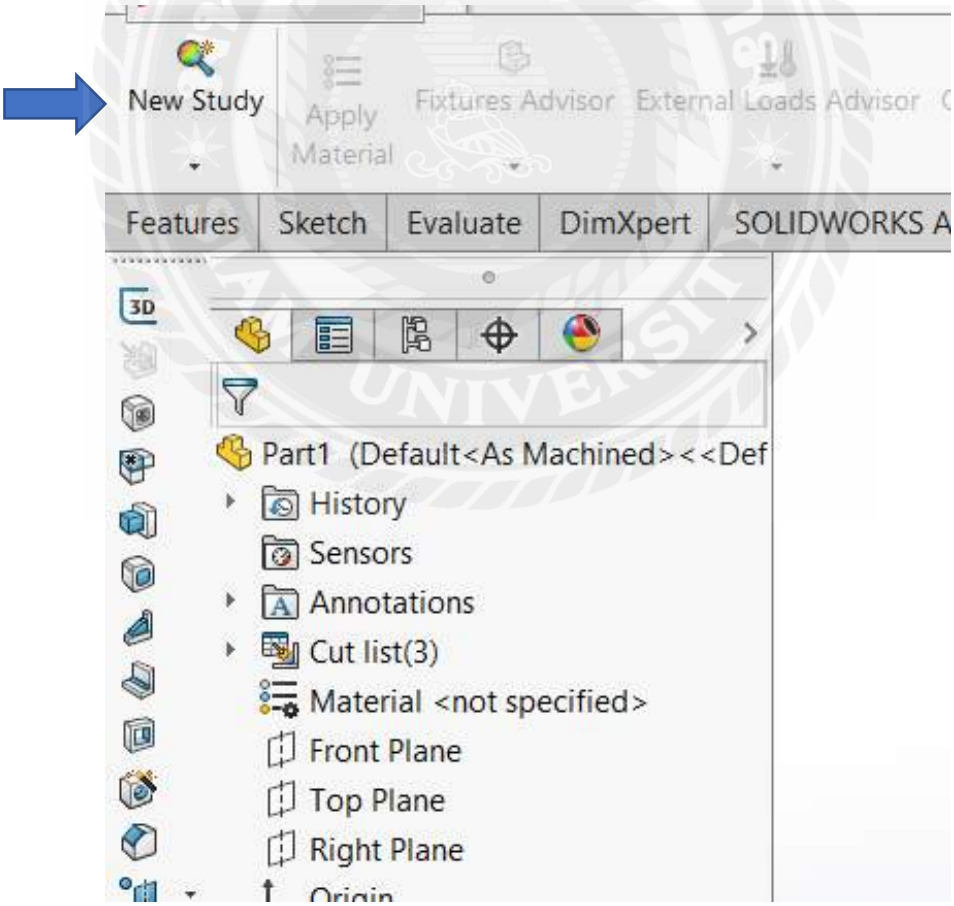
24. กด Solidworks add-ins



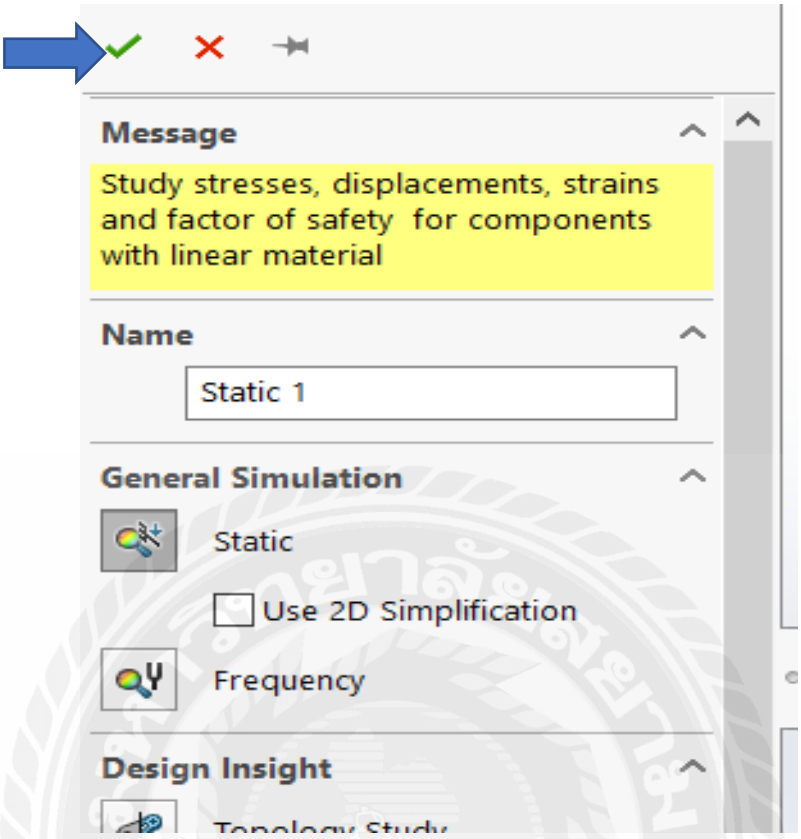
25. กด Solidworks Simmulation



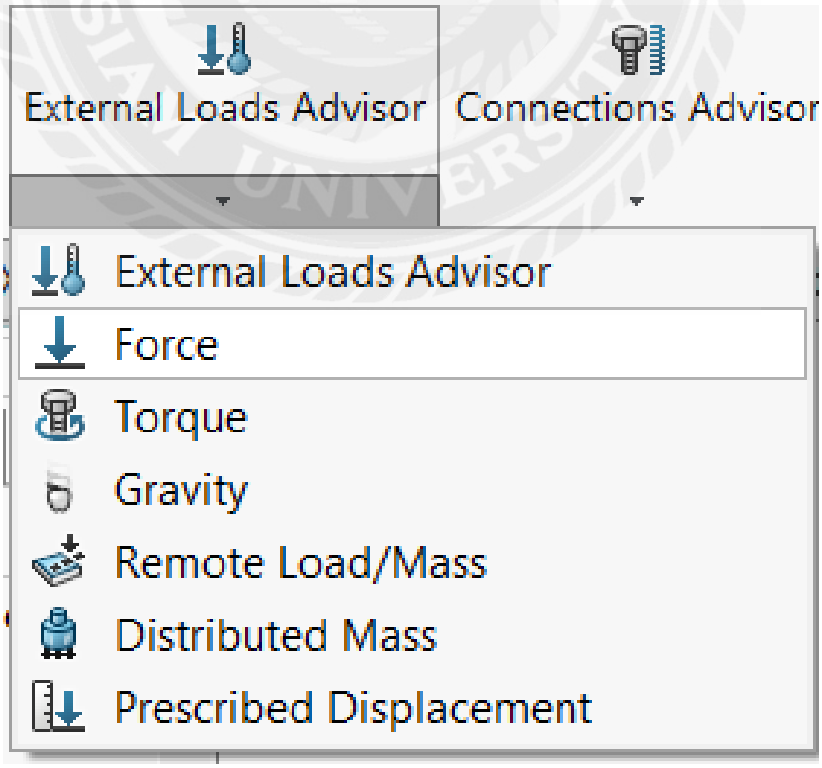
26. กด New Study



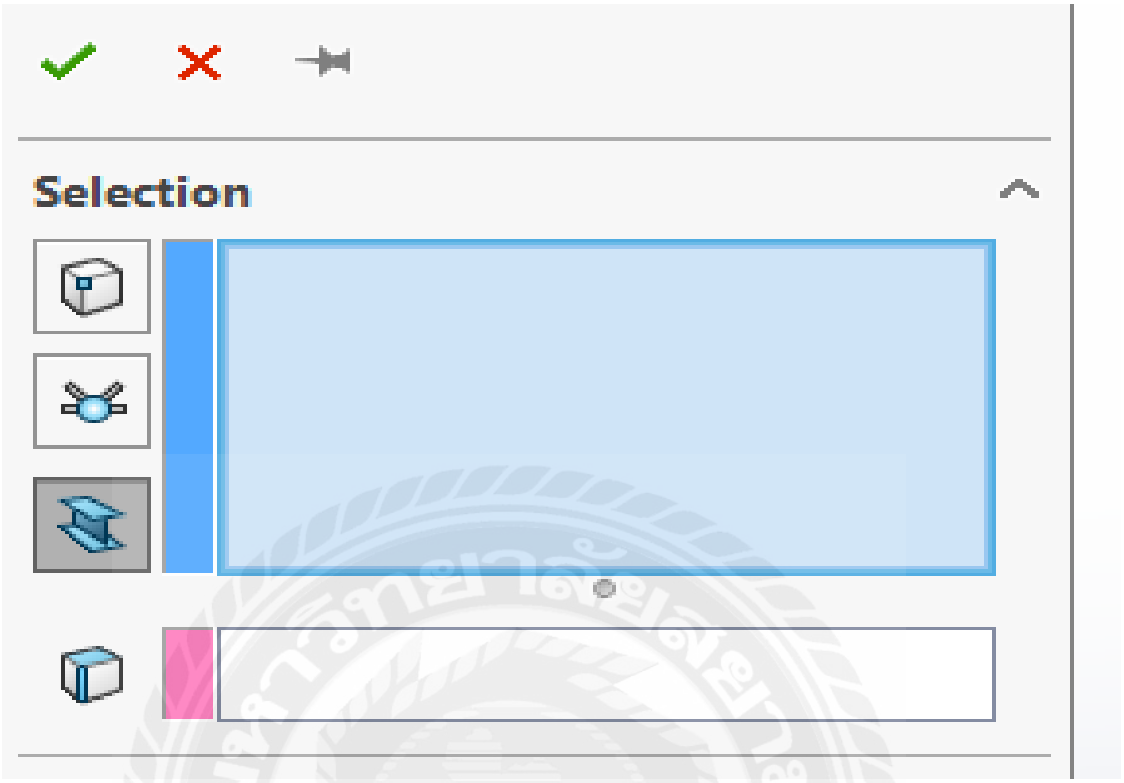
27. กดติ๊กถูก



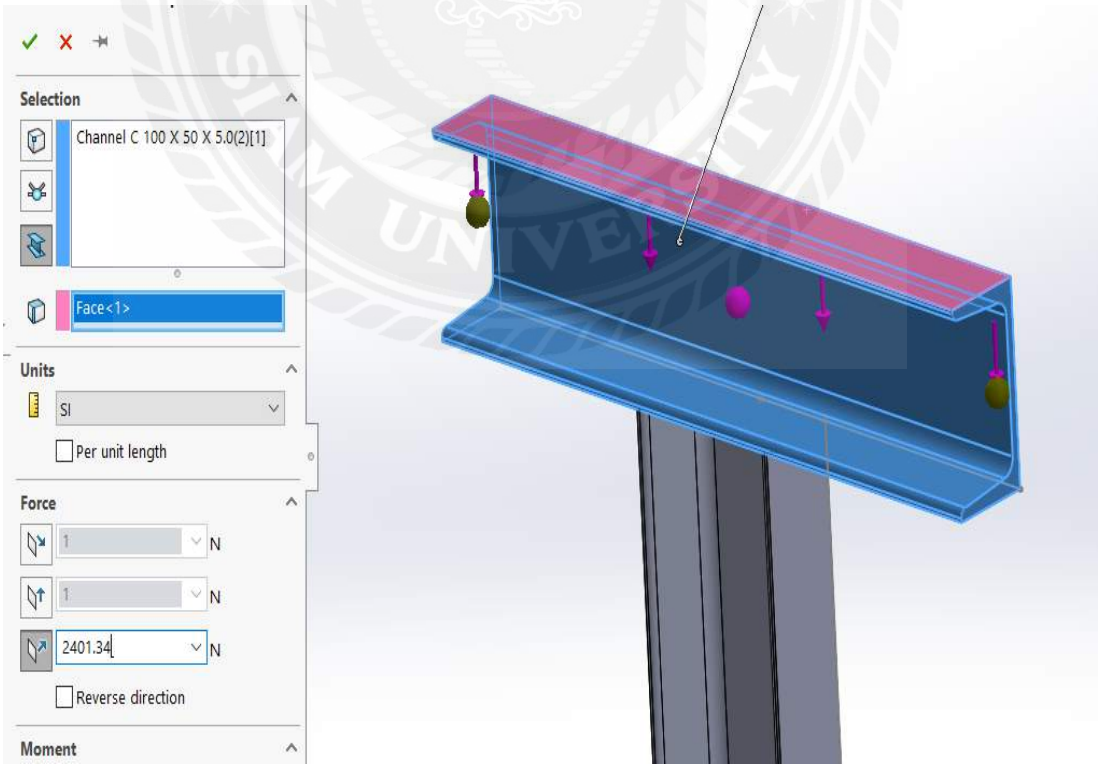
28. กด External Lode Advisor > ให้เลือก Force



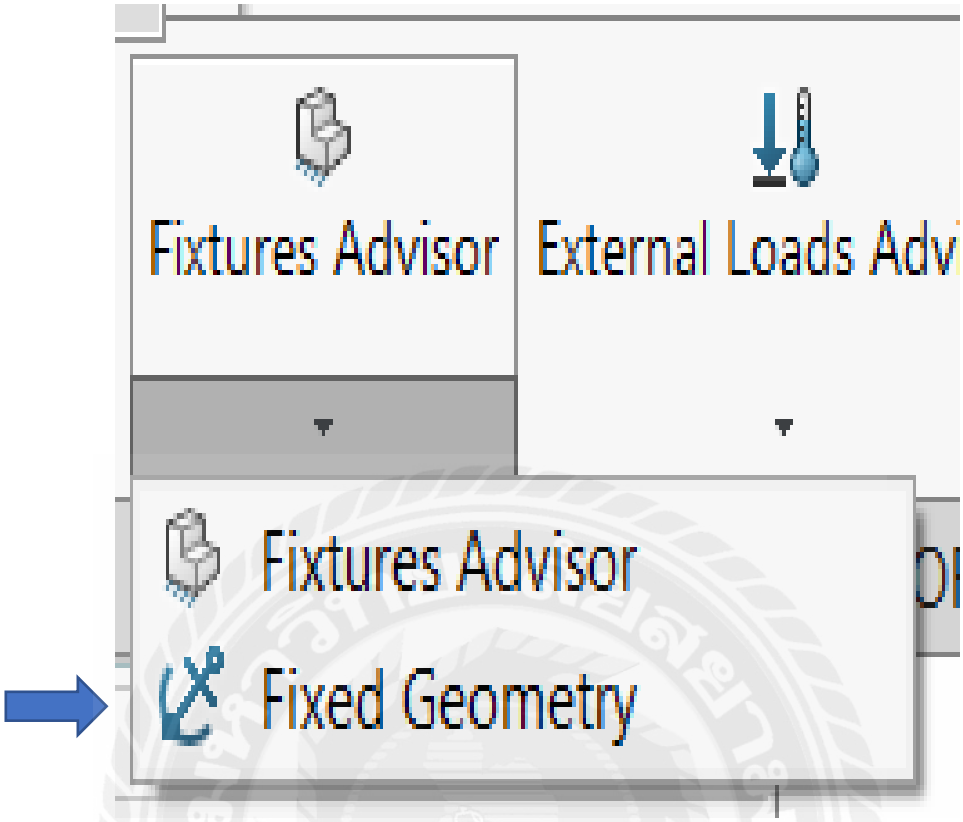
29. กด Beam



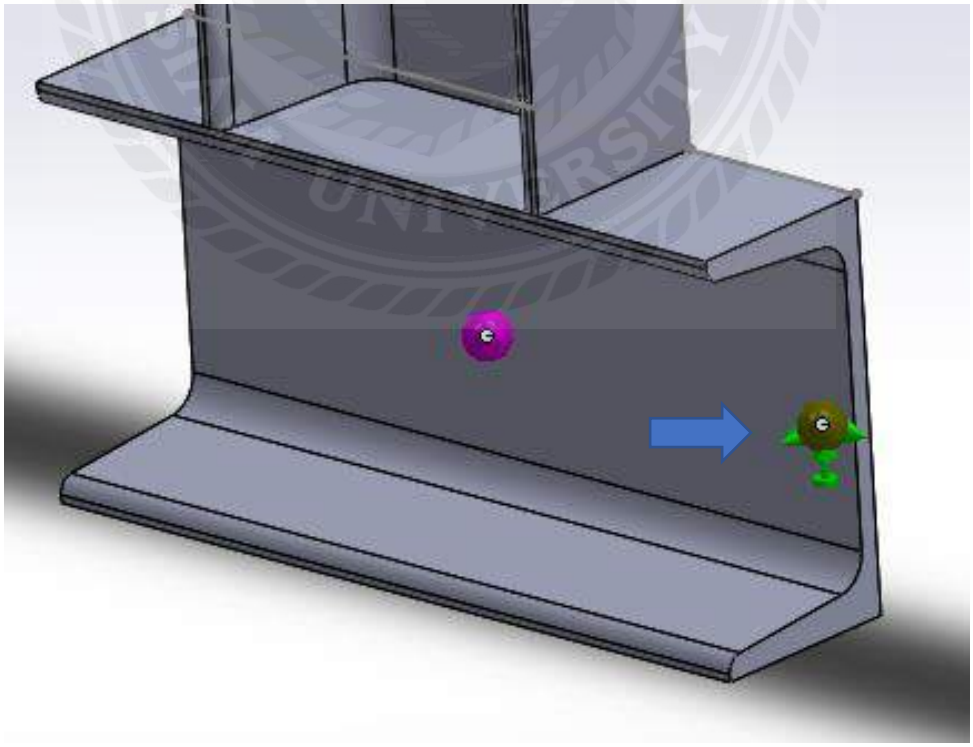
30. ใส่แรงลงไป > กดติ๊กถูก



31. กด Fixtures Advisor > Fixed Geometry

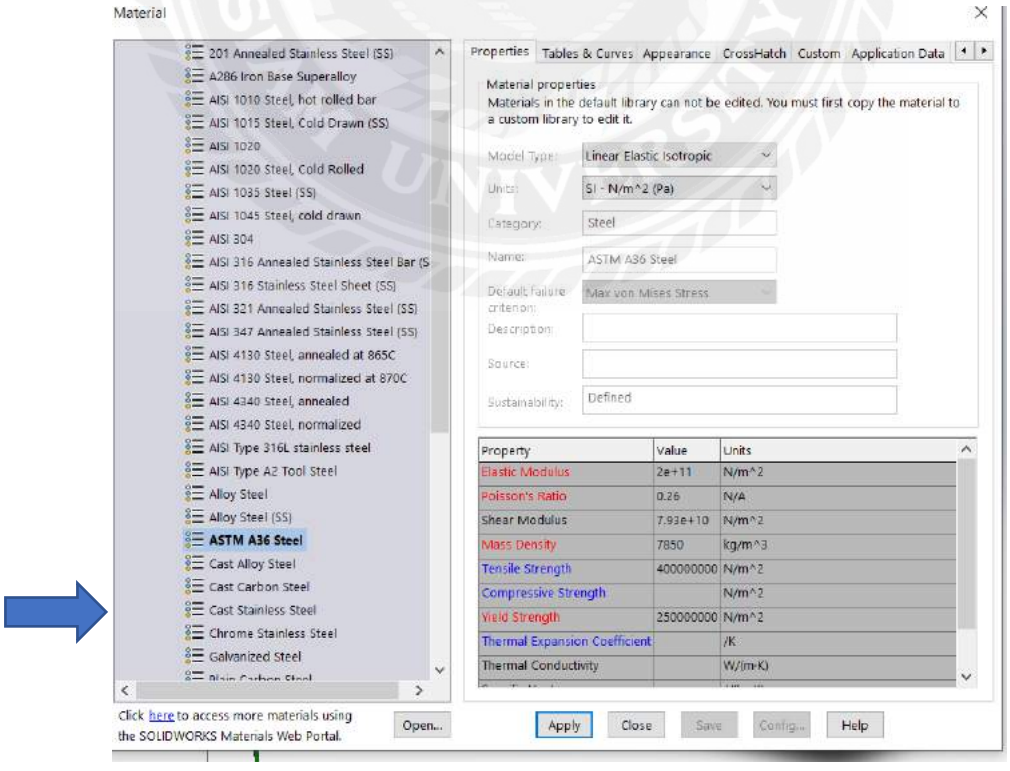


31. กดจุดยึดสีเขียว > กดติ๊กถูก

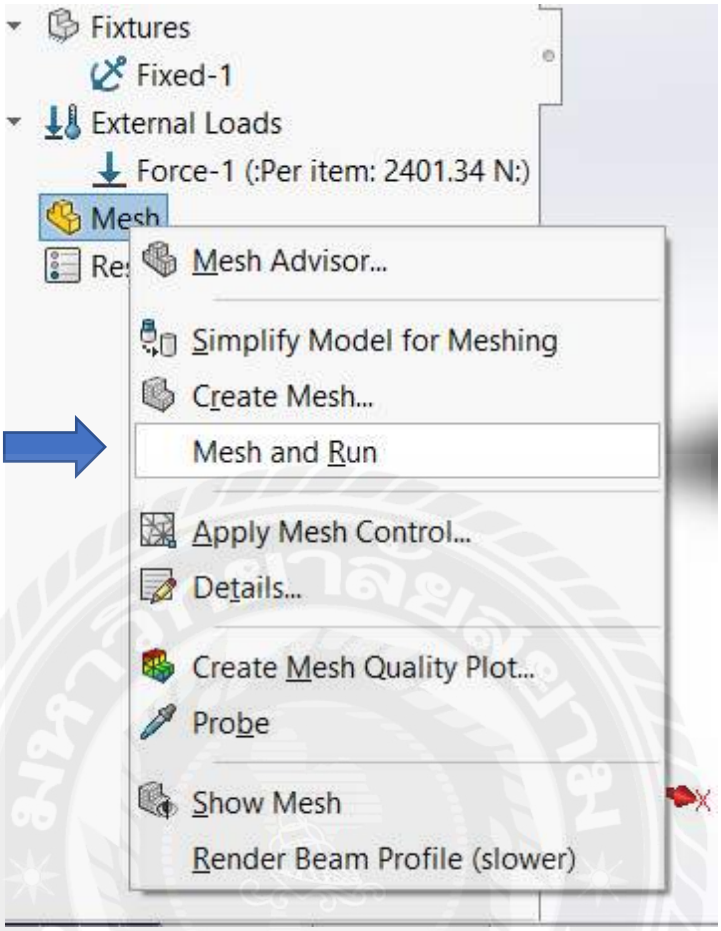


32. กด Apply Material

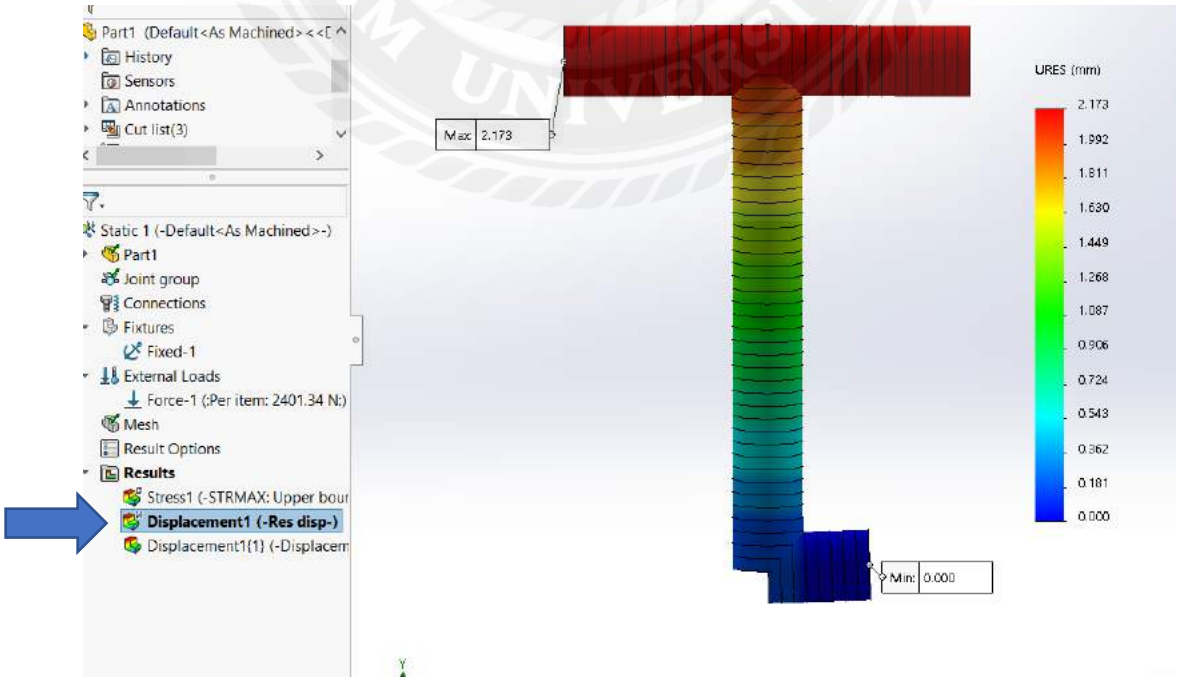
33. เลือกวัสดุ ASTM A36 Steel > กด Apply



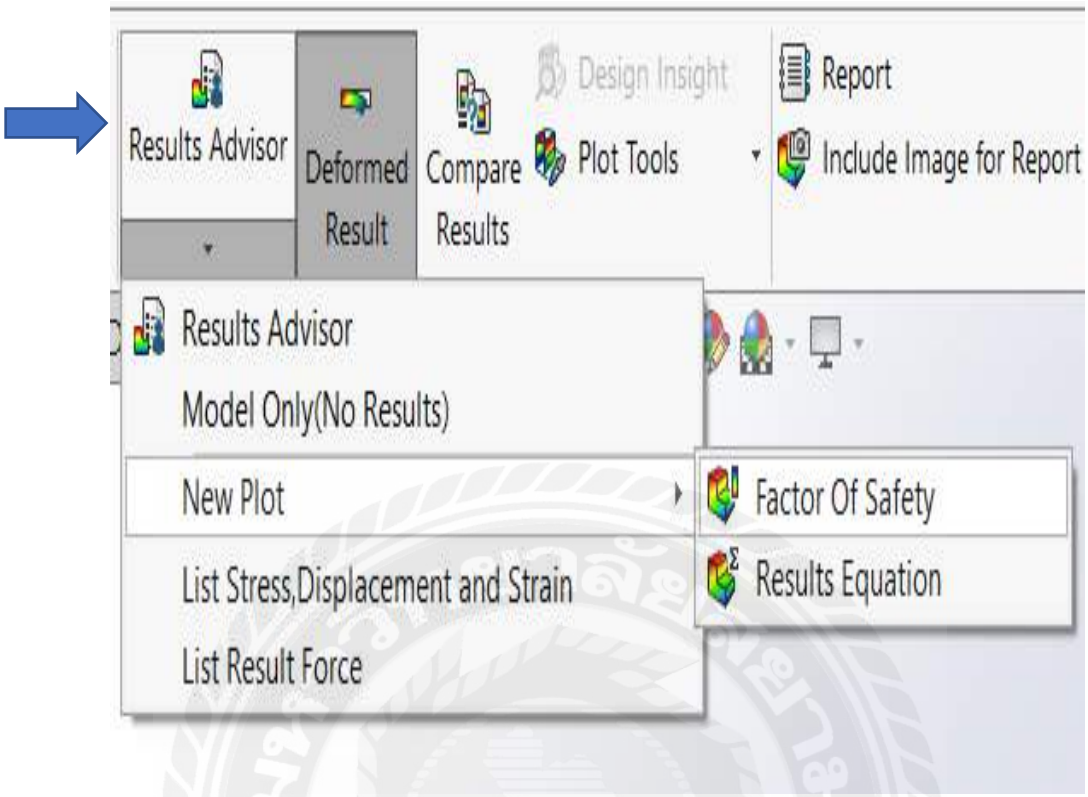
34. คลิ๊กขวาที่ Mesh > กด Mesh and Run



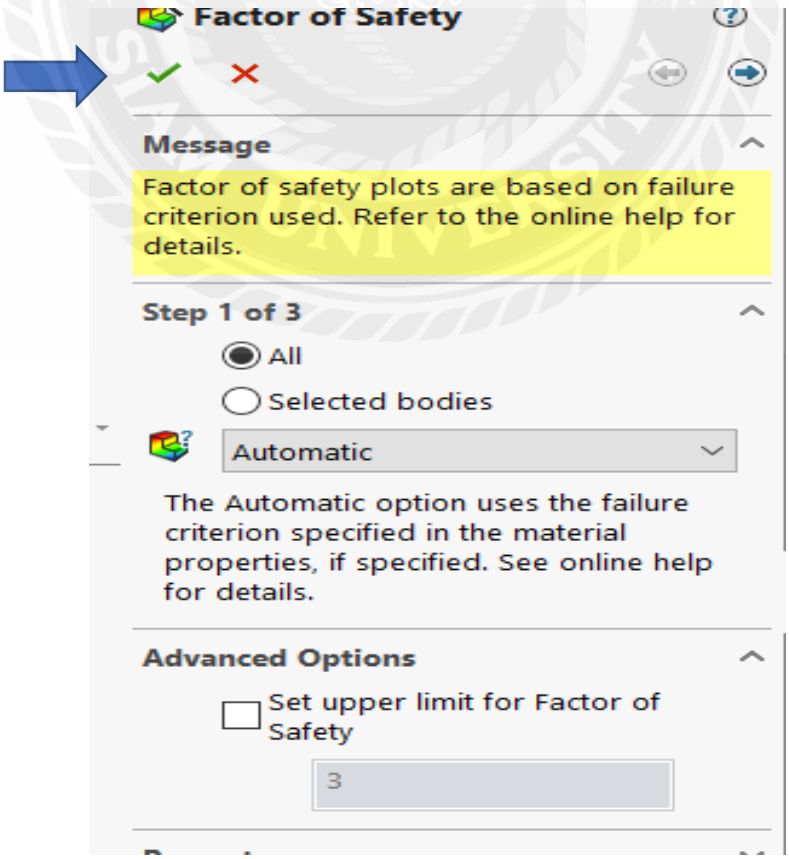
34. กด Displacement 1 (-Res disp-) ระยะโก่งตัว = 2.173 mm



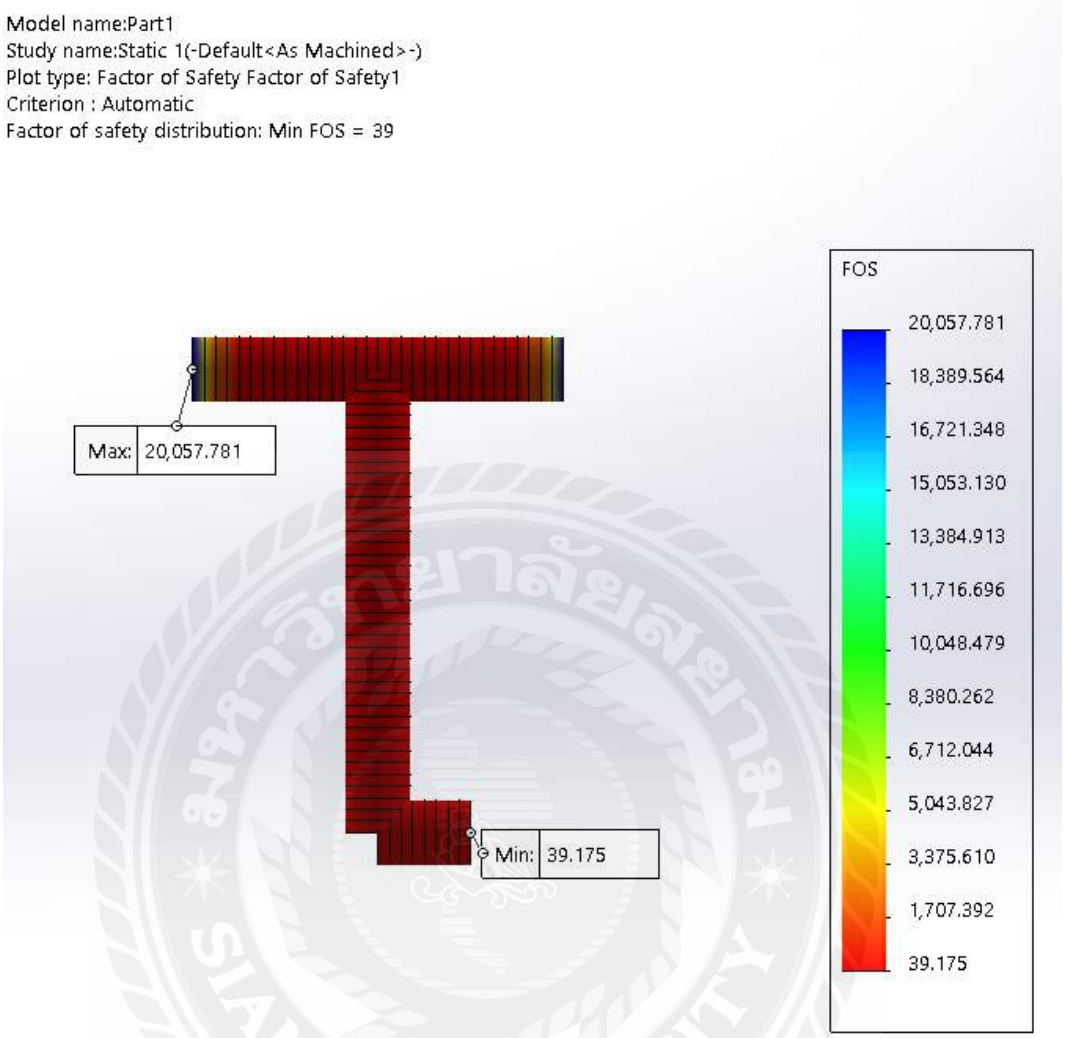
34. กด Results Advisor > New Plot > Factor Of Safety



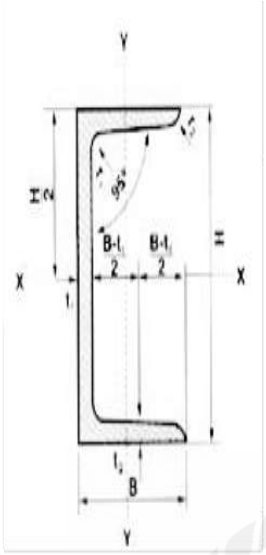
34. กดติ๊กถูก



35. จะได้ค่า Factor Of Safety = 39



แสดงข้อมูลเกี่ยวกับเหล็กรางน้ำ



ตารางที่	Channels	(TIS 1227 : 1996 / JIS G3192 : 1990)

(Grade SM400, SM490, SM520, SS400, SS490 or SS540)

Moment of Inertia	I	=	Ar^2
Radius of Gyration	r	=	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
Modulus of Section	Z	=	$\frac{I}{C}$
	A	=	Sectional Area

Dimensios (mm)					Sectional Area (cm^2)	Weight (kg/m)	Moment of Inertia (cm^4)		Radius of Gyration (cm)		Modulus of Section (cm^3)	
H x B	t1	t2	r1	r2			Ix	Iy	rx	ry	Zx	Zy
50 x 25	5	6	6	3	4.92	3.86	16.8	2.49	1.85	0.71	6.73	1.48
75 x 40	5	7	8	4	8.818	6.92	75.3	12.2	2.92	1.17	20.1	4.47
100 x 50	5	7.5	8	4	11.92	9.36	188	26	3.97	1.48	37.6	7.52
125 x 65	6	8	8	4	17.11	13.4	424	61.8	4.98	1.9	67.8	13.4
150 x 75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	861	117	6.03	2.22	115	22.4
150 x 75	9	12.5	15	7.5	30.59	24	1050	147	5.86	2.19	140	28.3
180 x 75	7	10.5	11	5.5	27.2	21.4	1380	131	7.12	2.19	153	24.3
200 x 80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	1,950	168	7.88	2.32	195	29.1
200 x 90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	2,490	277	8.02	2.68	249	44.2
250 x 90	9	13	14	7	44.07	34.6	4,180	294	9.74	2.58	334	44.5
	11	14.5	17	8.5	51.17	40.2	4,680	329	9.56	2.54	374	49.9
300 x 90	9	13	14	7	48.57	38.1	6,440	309	11.5	2.52	429	45.7
	10	15.5	19	9.5	55.74	43.8	7,410	360	11.5	2.54	494	54.1
	12	16	19	9.5	61.9	48.6	7,870	379	11.3	2.48	525	56.4
380 x 100	10.5	16	18	9	69.39	54.5	14,500	535	14.5	2.78	763	70.5
	13	20	24	12	85.71	67.3	17,600	655	14.3	2.76	926	87.8

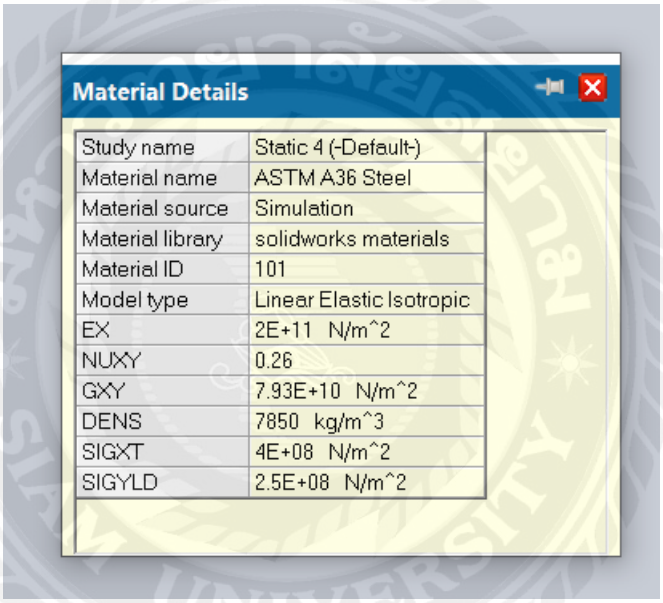
แสดงข้อมูลกับเหล็กที่ใช้ ASTM A36 Steel

เกรดเหล็ก	รูปแบบ	คาร์บอนสูงสุด%	แมงกานีส%	ฟอสฟอรัสสูงสุด%	ซัลเฟอร์สูงสุด%	ซิลิคอน%
A36	ส่วนเหล็ก	0.26	-	0.04	0.05	≤0.40

หมายเหตุ : มีปริมาณทองแดงเมื่อมีการระบุคำสั่งซื้อของคุณ

สมบัติเชิงกลของลำแสงคาร์บอน A36

เกรดเหล็ก	รูปแบบ	ความต้านแรงดึง ksi [MPa]	จุดผลตอบแทนขั้นต่ำ ksi [MPa]	การยืดตัวใน 8 นิ้ว [200 มม.], นาที,%	การยืดตัวใน 2 นิ้ว [50 มม.], นาที,%
A36	ส่วนเหล็ก	58 - 80 [400 - 550]	36 [250]	20	21



แบบรายงานผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สัปดาห์ที่	ระหว่างวันที่	หัวข้อการเรียนรู้	ลงชื่อ นักศึกษา	ลงชื่อพนักงานที่ปรึกษา
1	24 - 29 พ.ค. 64	เรียนรู้คู่มือ การใช้ SAN (ต่อ)	สิทธิชัย	
2	31 - 5 พ.ค. 64	ดู FHC กับ FC ของจีน	สิทธิชัย	
3	7 - 12 มิ.ย 64	เช็ค แร้ SPK กับ FHC ของจีน	สิทธิชัย	
4	14 - 19 มิ.ย 64	เก็บสถานีเฟสที่จีน	สิทธิชัย	
5	21 - 26 มิ.ย 64	เก็บสถานีเฟสที่จีน	สิทธิชัย	
6	28 - 30 มิ.ย 64	เทส ท่อ SyLER	สิทธิชัย	
7	5 - 10 ก.ค 64	Work from home	สิทธิชัย	
8	12 - 17 ก.ค. 64	Work from home	สิทธิชัย	
9	19 - 24 ก.ค. 64	Work from home	สิทธิชัย	
10	26 - 31 ก.ค 64	Work from home	สิทธิชัย	
11	2 - 7 สค. 64	เชื่อมต่อ กับ FHC	สิทธิชัย	
12	9 - 14 ก.ค. 64	เดินเรียนรู้ ข้อมูลเพิ่ม หลังมีเพลิง	สิทธิชัย	
13	16 - 21 สค. 64	เรียนรู้ Diagram (ต่อเพิ่มเติม)	สิทธิชัย	
14	23 - 28 สค. 64	เรียนรู้ Diagram (ปิดโปรเจค)	สิทธิชัย	

แบบรายงานผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สัปดาห์ที่	ระหว่างวันที่	หัวข้อการเรียนรู้	ลงชื่อ นักศึกษา	ลงชื่อพนักงานที่ปรึกษา
1	27 - 29 พค.	ปฐมนิเทศน์ต่างๆ	ปิยธมพล	
2	31 - 5 พค. - มิย.	สำรวจน้องปั๊มอัดเพลิง	ปิยธมพล	
3	7 - 12 มิย.	ตรวจเช็คอุปกรณ์ชุดไฟฉุกเฉิน โทลน	ปิยธมพล	
4	14 - 19 มิย.	ตรวจเช็คอุปกรณ์ตู้ดับเพลิง	ปิยธมพล	
5	21 - 26 มิย.	เทสระบบท่อดับเพลิงต่างๆ	ปิยธมพล	
6.	28 - 30 มิย.	เทสระบบท่อดับเพลิง, ดูรถบรรจุ	ปิยธมพล	
7	5 - 10 กค.	Work from home	ปิยธมพล	
8	12 - 17 กค.	Work from home	ปิยธมพล	
9	19 - 24 กค.	Work from home.	ปิยธมพล.	
10	26 - 31 กค.	Work from home	ปิยธมพล	
11	2 - 7 สค.	เก็บงาน Defect	ปิยธมพล	
12	9 - 14 สค.	เก็บงาน Defect + ดูรถพร้อมอุปกรณ์ SPK.	ปิยธมพล	
13	16 - 21 สค.	เทสระบบท่อดับเพลิง + คลิลลิ่งต่อ	ปิยธมพล	
14	23 - 28 สค.	ศึกษา Diagram ต่างๆ + ดับเพลิง.	ปิยธมพล.	

แบบรายงานผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สัปดาห์ที่	ระหว่างวันที่	หัวข้อการเรียนรู้	ลงชื่อ นักศึกษา	ลงชื่อพนักงาน ที่ปรึกษา
1	27- 29พ.ค	ธำรวจหัวงดับเพลิง,ตู้ดับเพลิง	ธาธิต	
2	31- 5พ.ค-มิ.ย	ตรวจเช็คชุดโฟวคอนโทน	ธาธิต	
3	7 - 12มิ.ย	ศึกษาการวางท่อน้ำดี,น้ำทิ้ง	ธาธิต	
4	14-19มิ.ย	อ่านแบบหัวSPK	ธาธิต	
5	21-26มิ.ย	เทส ระบบท่อดับเพลิงท่อเดน	ธาธิต	
6	28-30มิ.ย	เทส ระบบท่อดับเพลิง,ดูรอยรั่ว	ธาธิต	
7	5-10 ก.ค	Work from home	ธาธิต	
8	12-17 ก.ค	Work from home	ธาธิต	
9	19-24 ก.ค	Work from home	ธาธิต	
10	26-31ก.ค	Work from home	ธาธิต	
11	2 - 7ส.ค	ศึกษาการวางท่อเดินกระดางธันไม้	ธาธิต	
12	9 - 14ส.ค	ศึกษาไดร์อาแกรมปั๊มดับเพลิง	ธาธิต	
13	16- 21ส.ค	ศึกษาไดร์อาแกรมปั๊มน้ำดี	ธาธิต	
14	23- 28ส.ค	อ่านและทำความเข้าใจไดร์อาแกรม	ธาธิต	

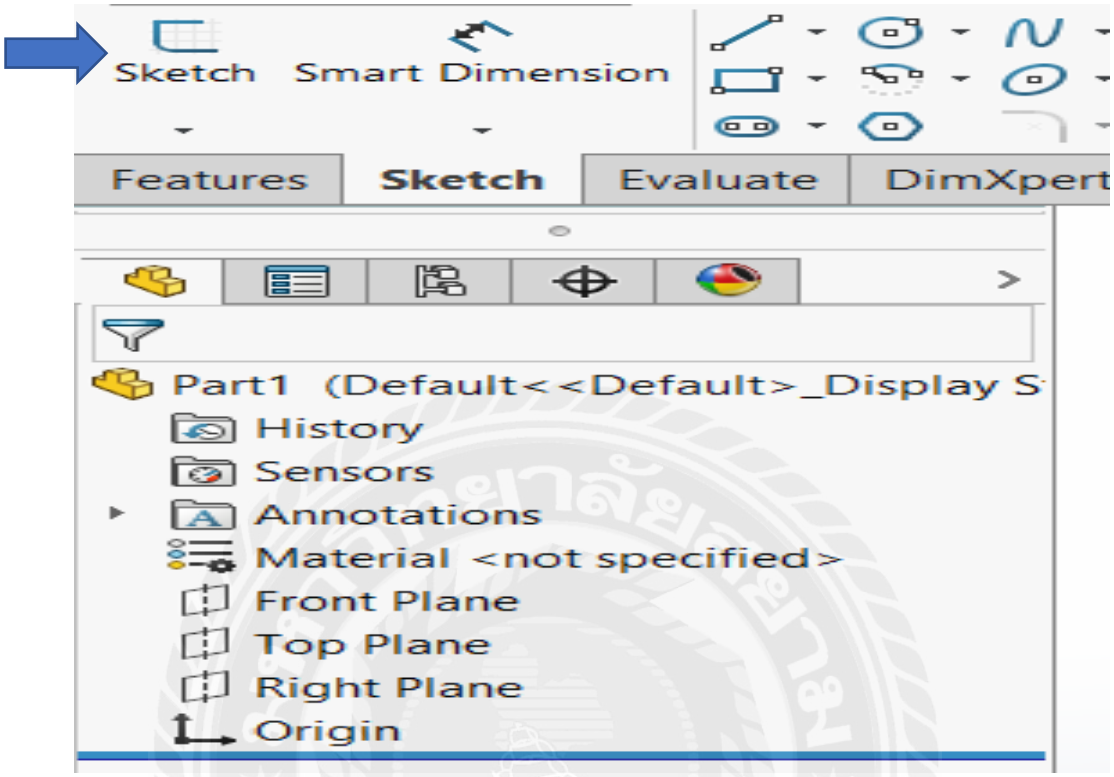
ภาคผนวก

การออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยอุปกรณ์รองรับ

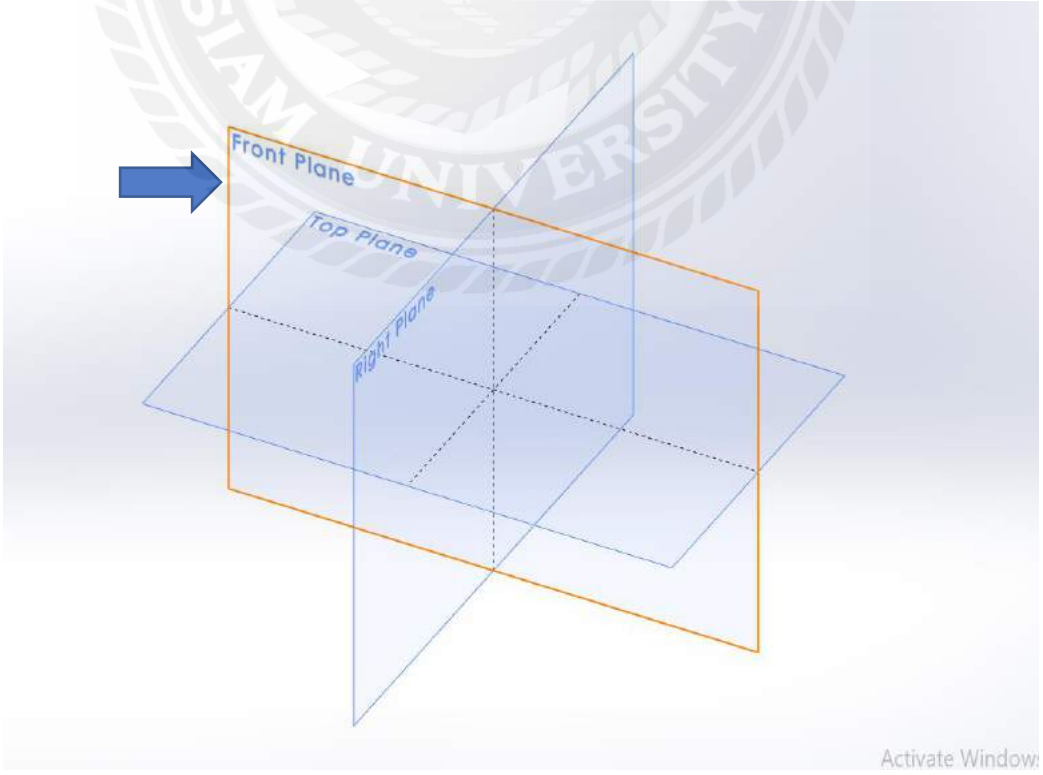
ในส่วนท่อปั๊มน้ำดับเพลิงขนาด 10 นิ้ว

1. เข้าโปรแกรมสำเร็จรูป

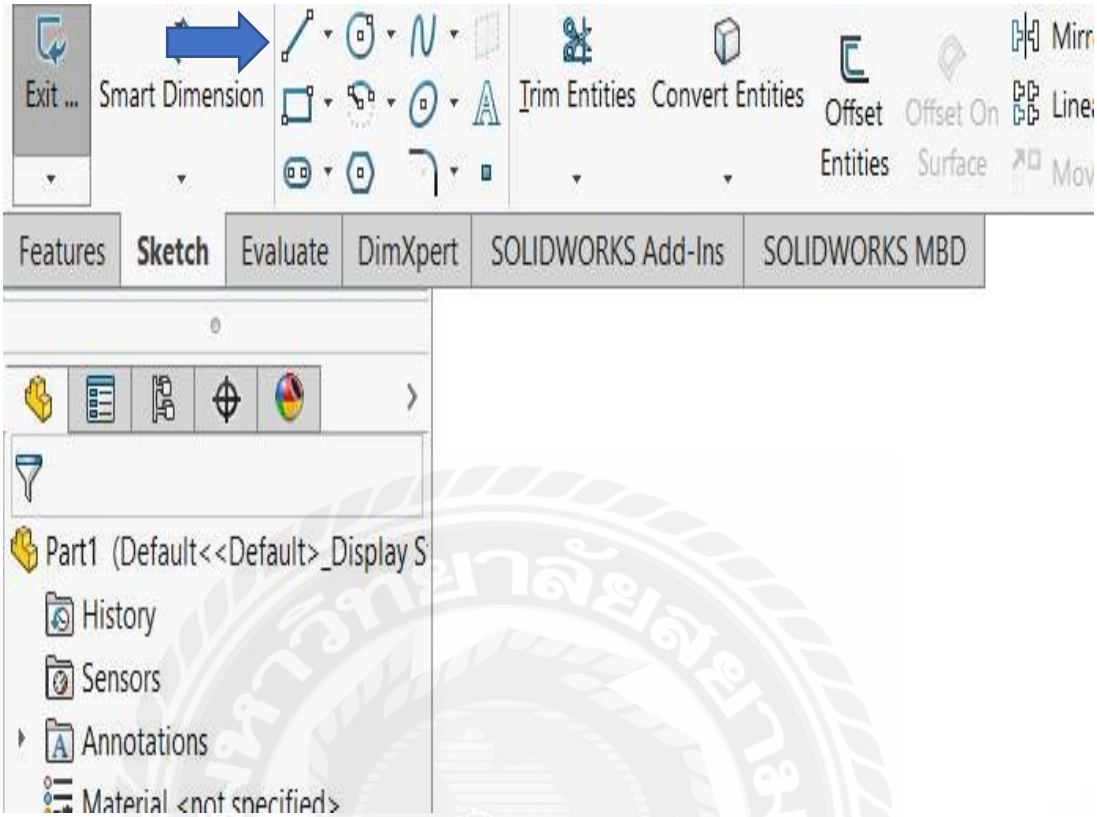
2. กดที่ Sketch



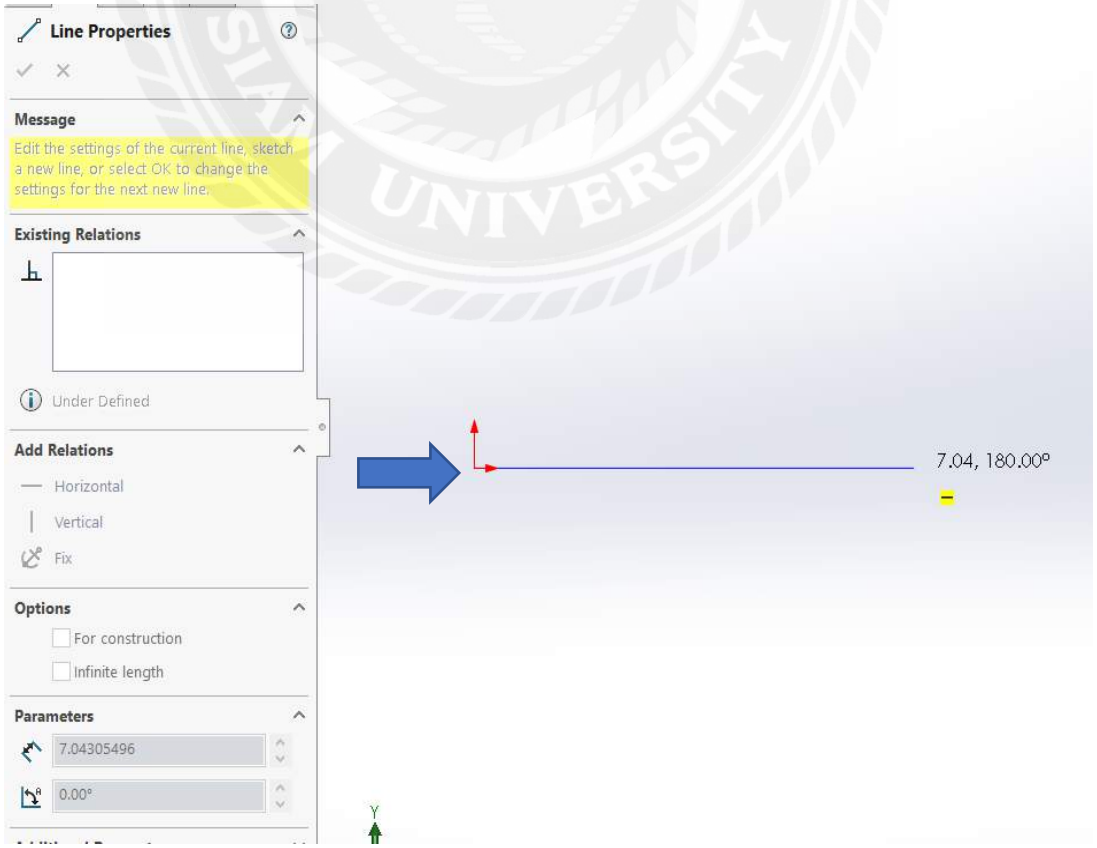
3. กด Front Plane



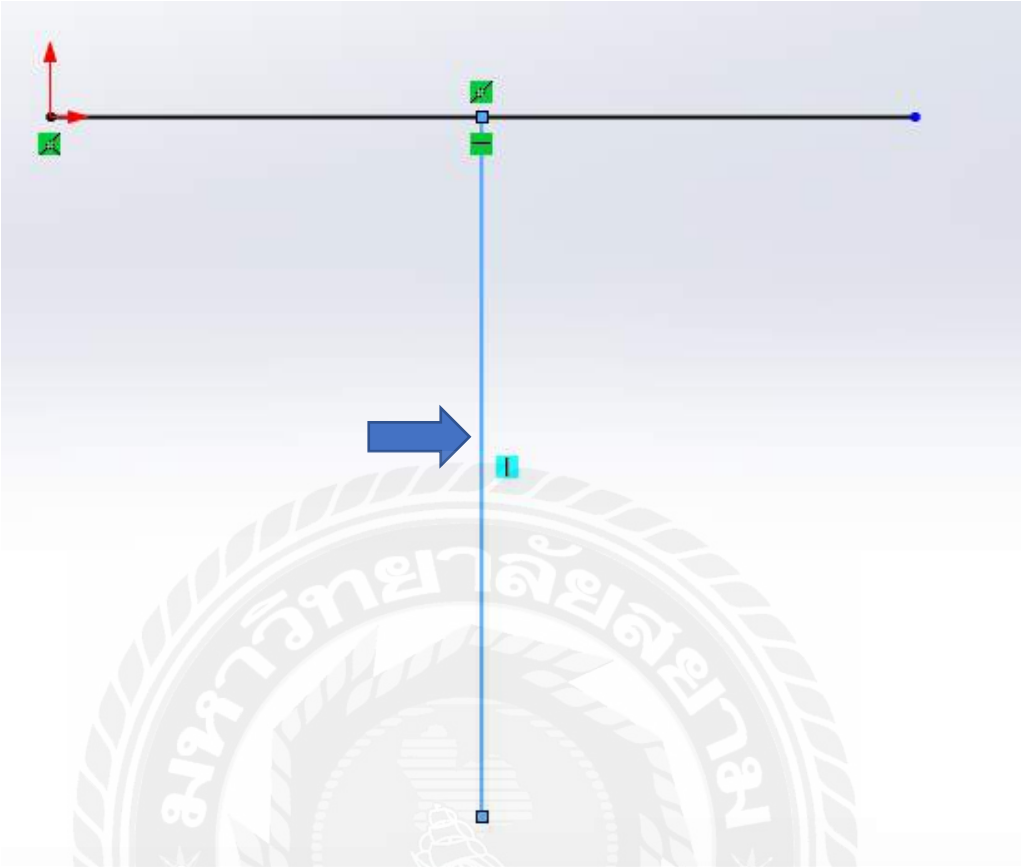
4. กด Sketches a line



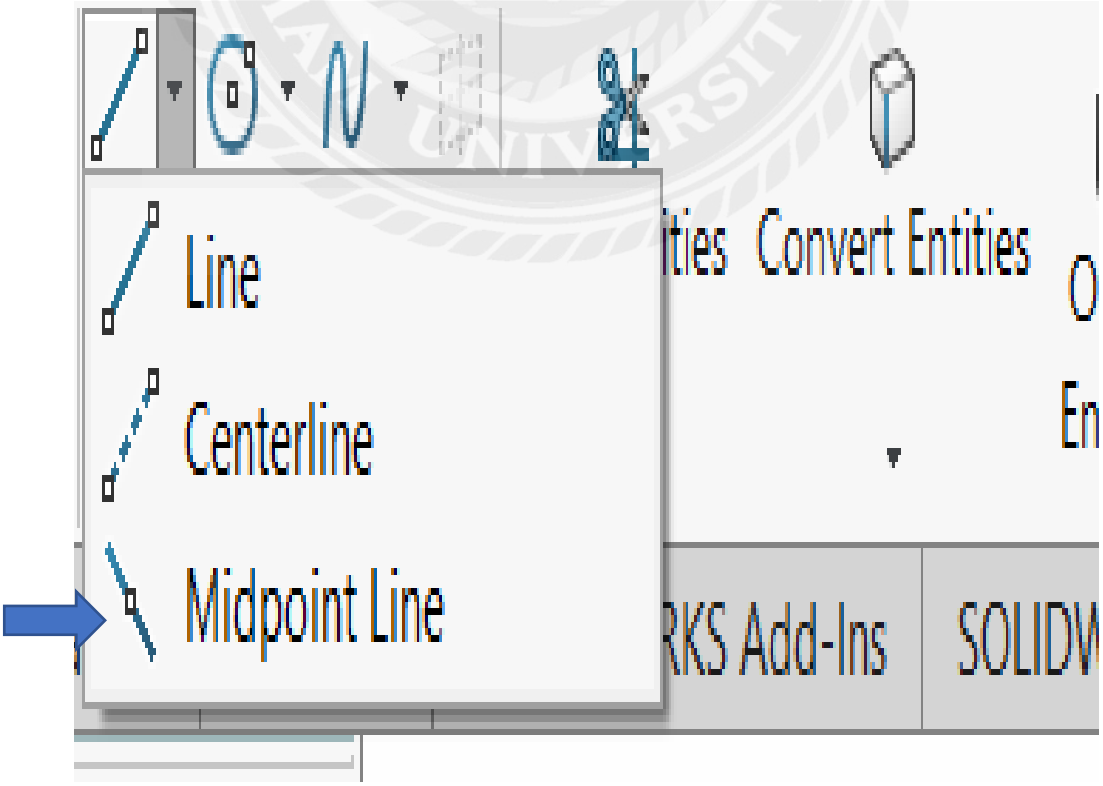
5. สร้างเส้นตรงเส้นที่ 1



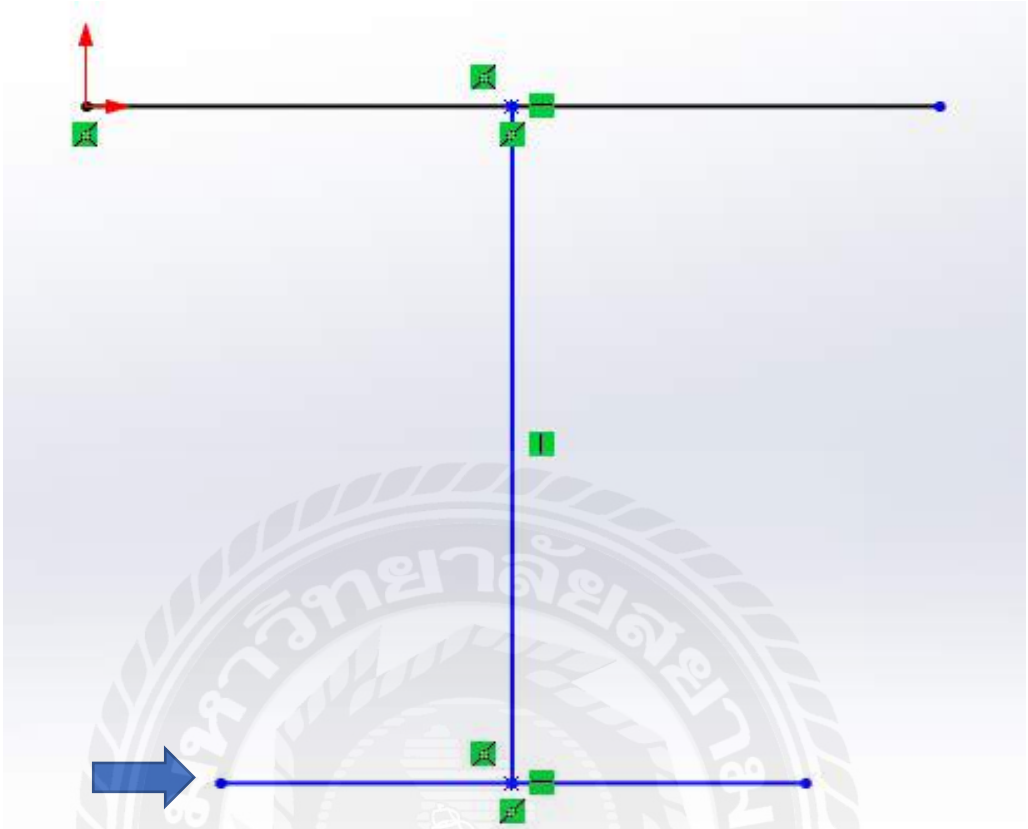
6. สร้างเส้นตรงเส้นที่ 2 โดยห่างจากจุดกึ่งกลาง 5 เซนติเมตร



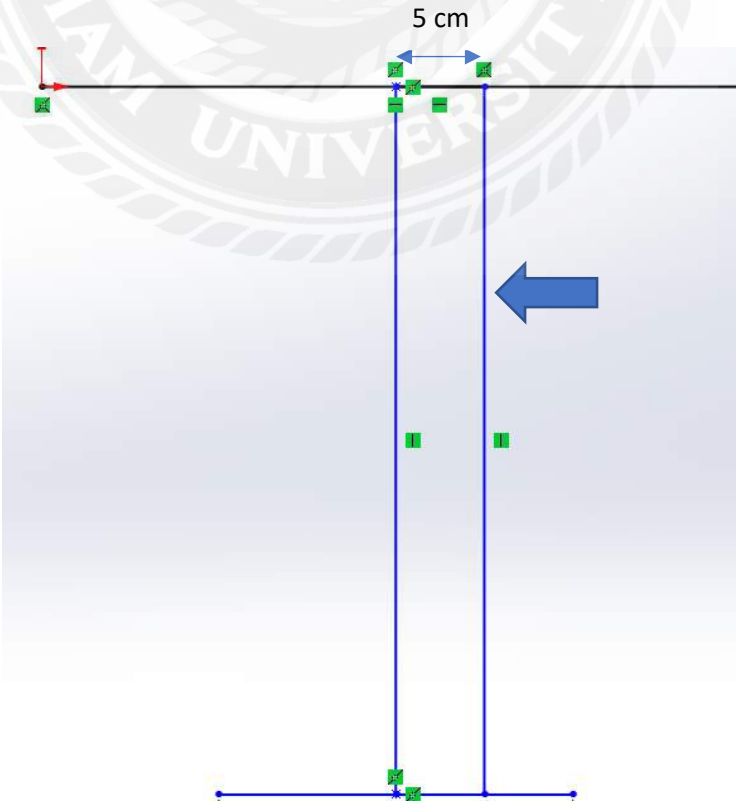
7. สร้างเส้นตรงเส้นที่ 3 โดยกดลูกศรที่ Line > เลือก Midpoint Line



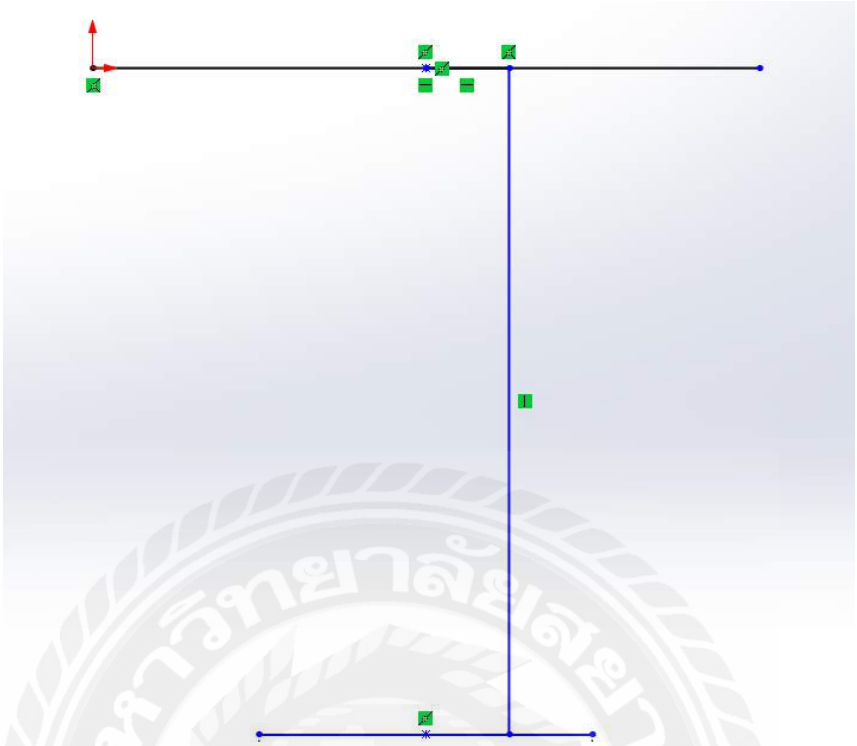
8. ลากเส้นตรงเส้นที่ 3



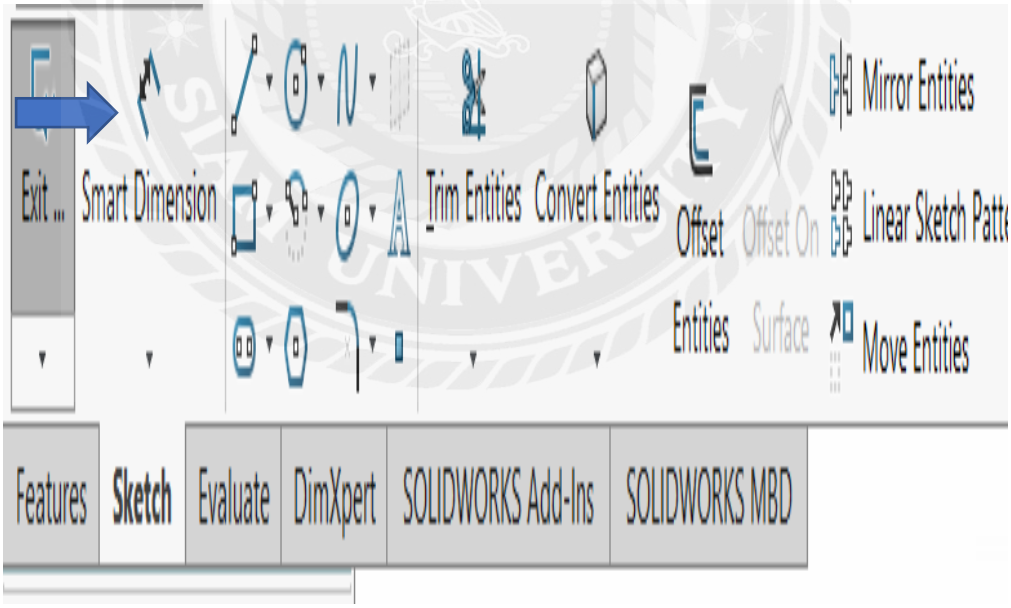
9. ลากเส้นกึ่งกลางของเส้นที่ 1 ออกมา 5 เซนติเมตร แล้วลากลงมา



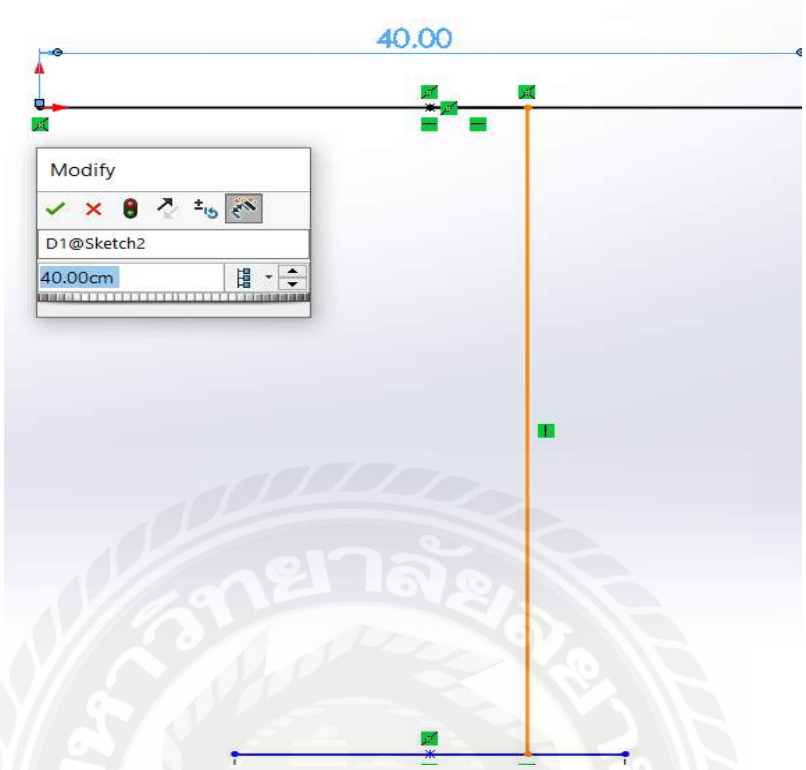
10. ลบเล่นกึ่งกลางออก



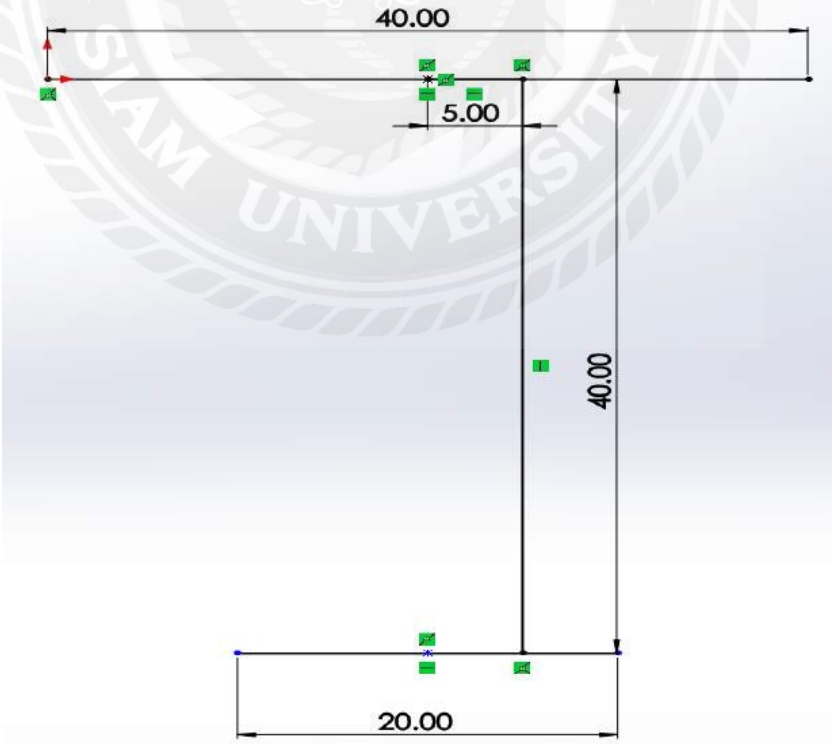
11. กด Smart Dimension จากนั้นคลิ๊กที่เส้น



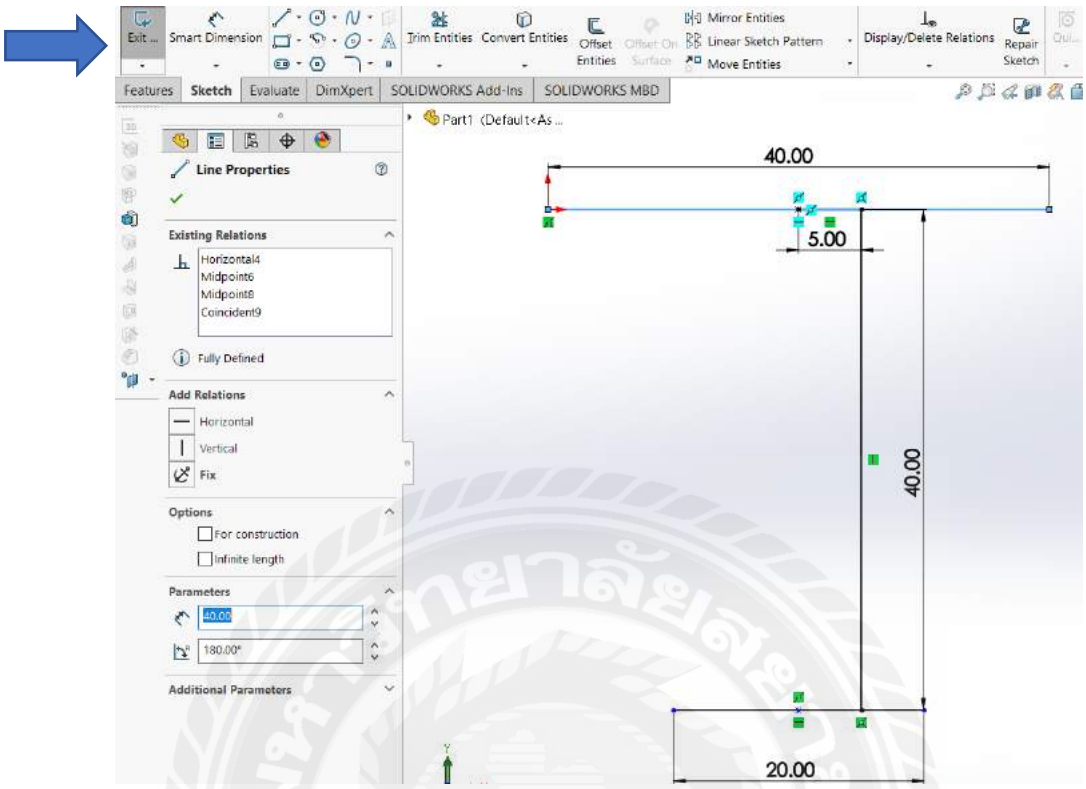
12. กำหนดค่าความยาวของเส้นตรง หน่วยเป็นเซนติเมตร



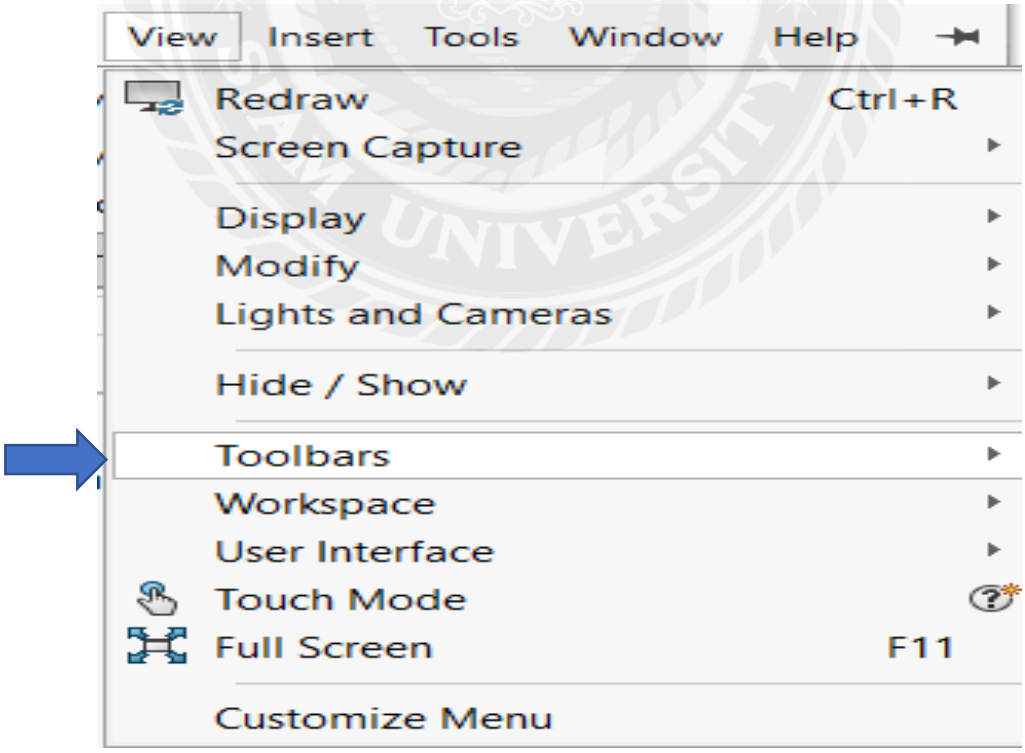
13.กำหนดขนาดให้ครบทั้ง 3 เส้น

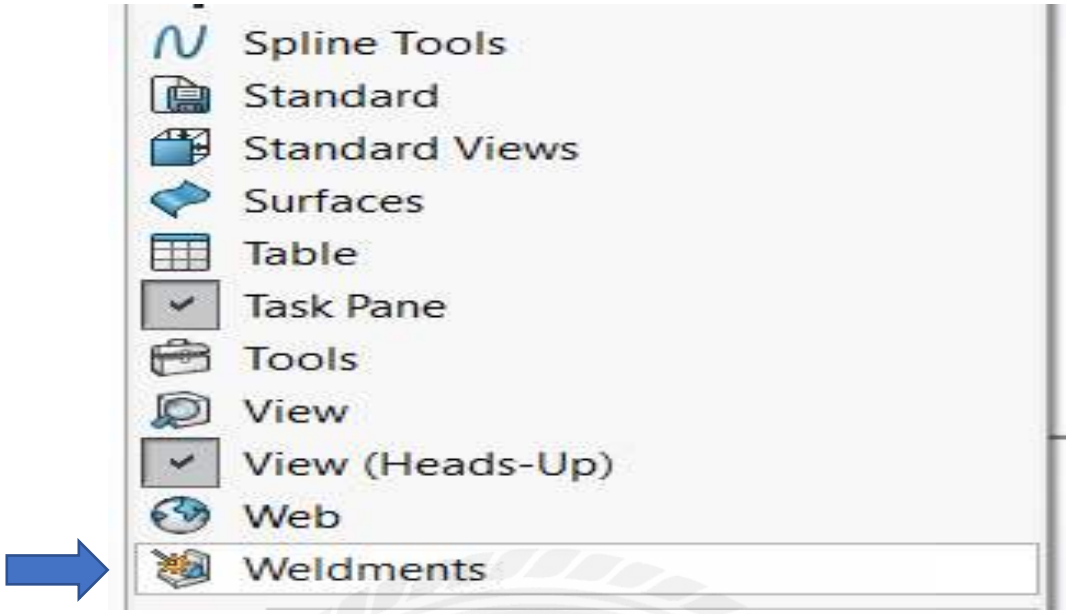


14. กดที่ Exit Skitch

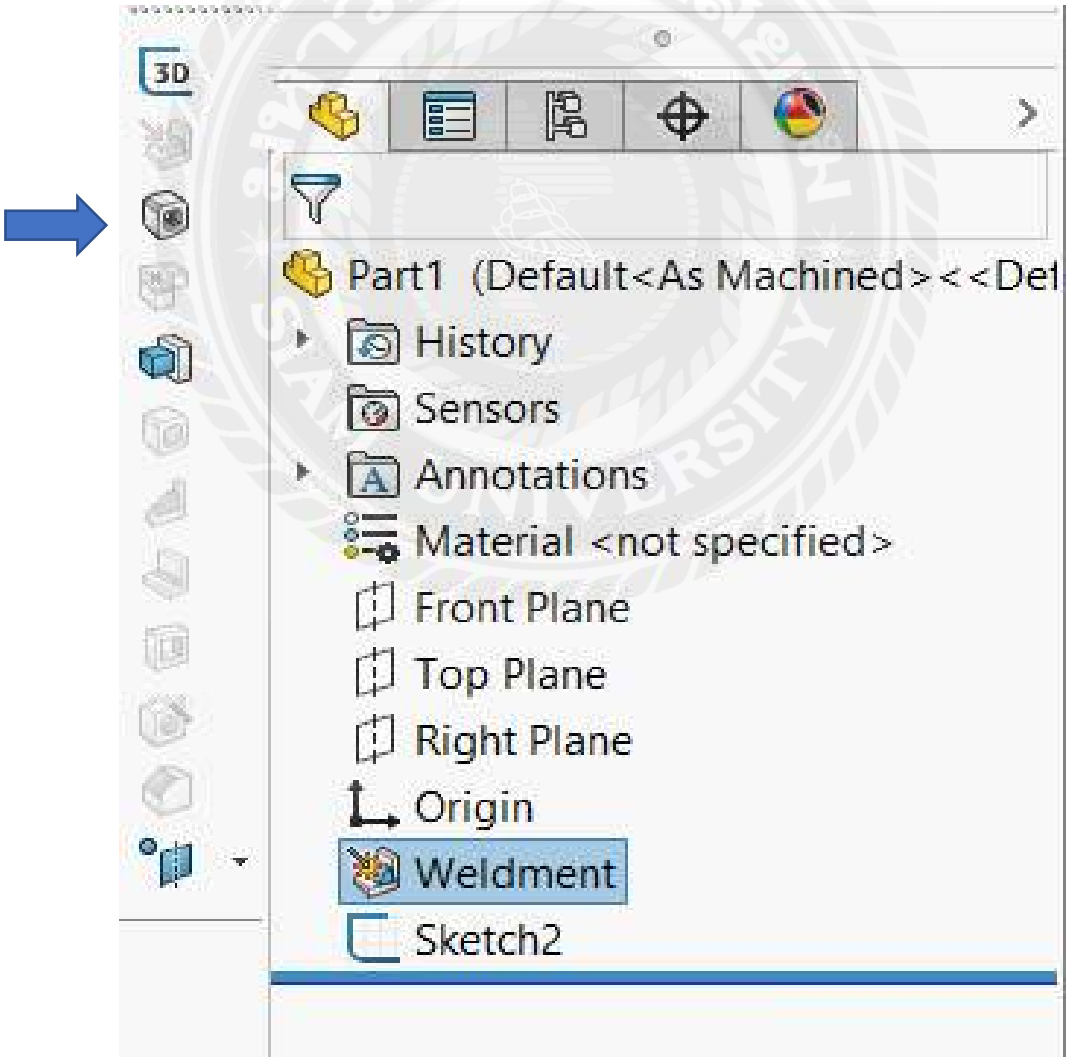


15. กด View > Toolbars > Weldments

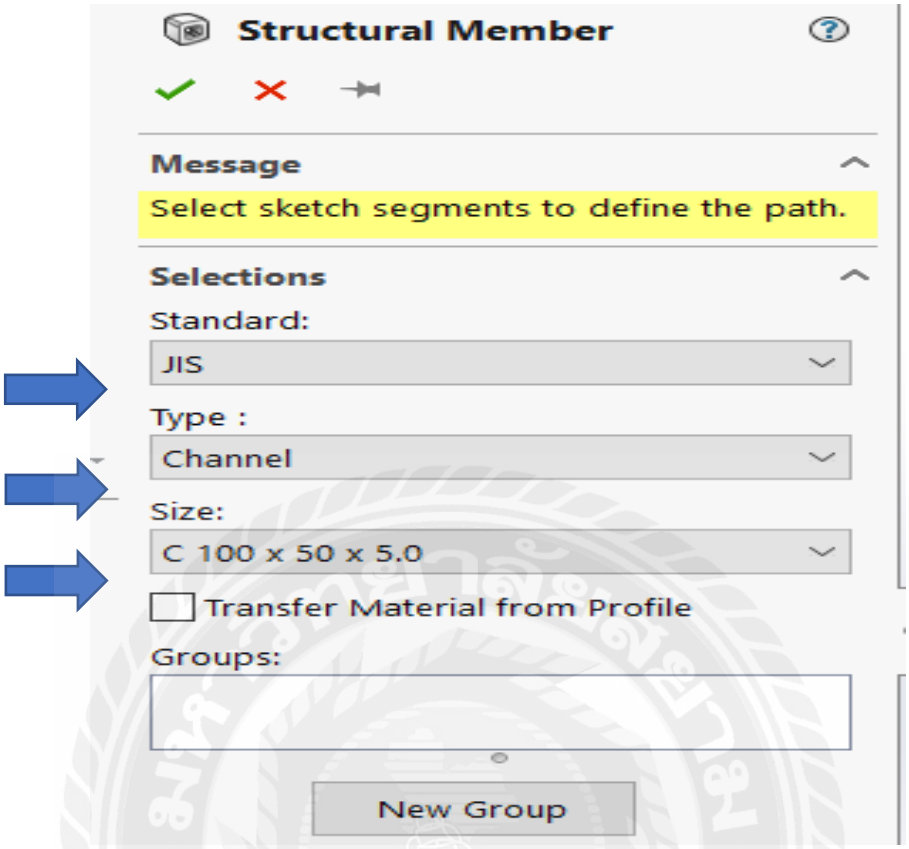




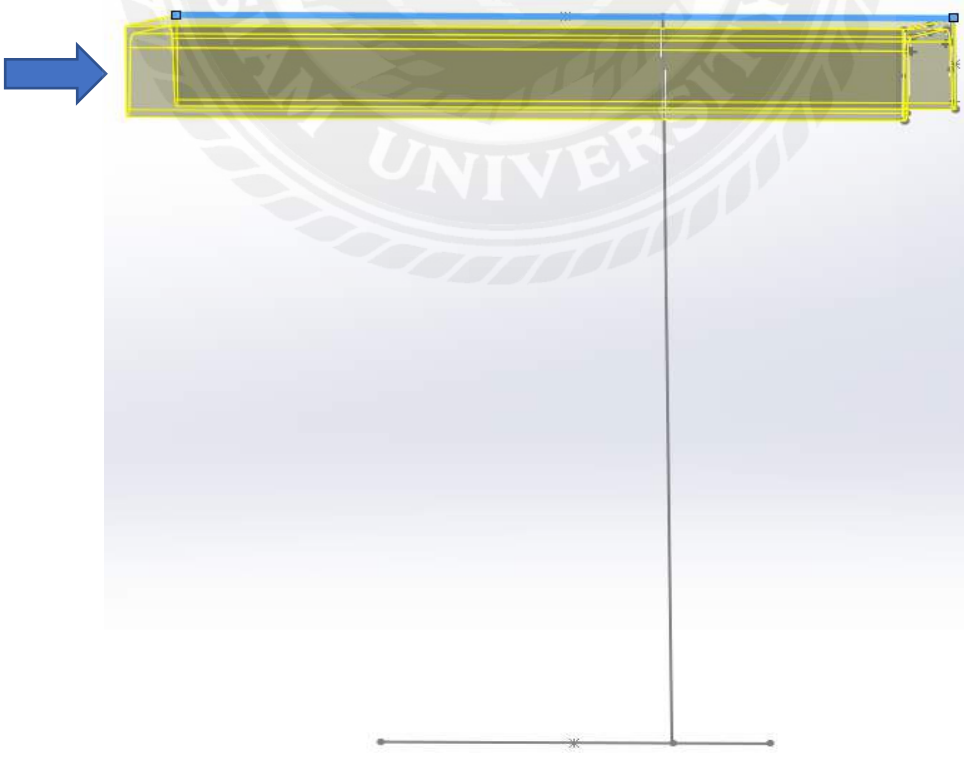
16. กด Structural Member



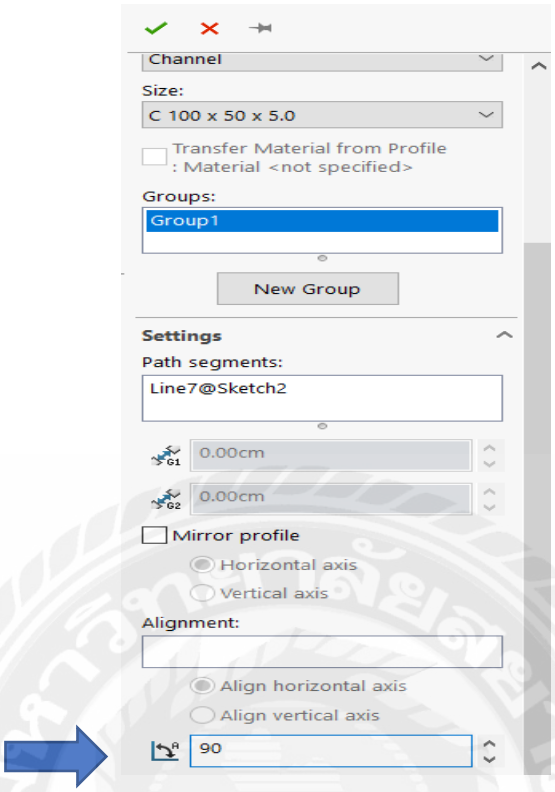
17. Standard ให้เลือก JIS > Type ให้เลือก Channel > Size ให้เลือก C 100 x 50 x 5.0



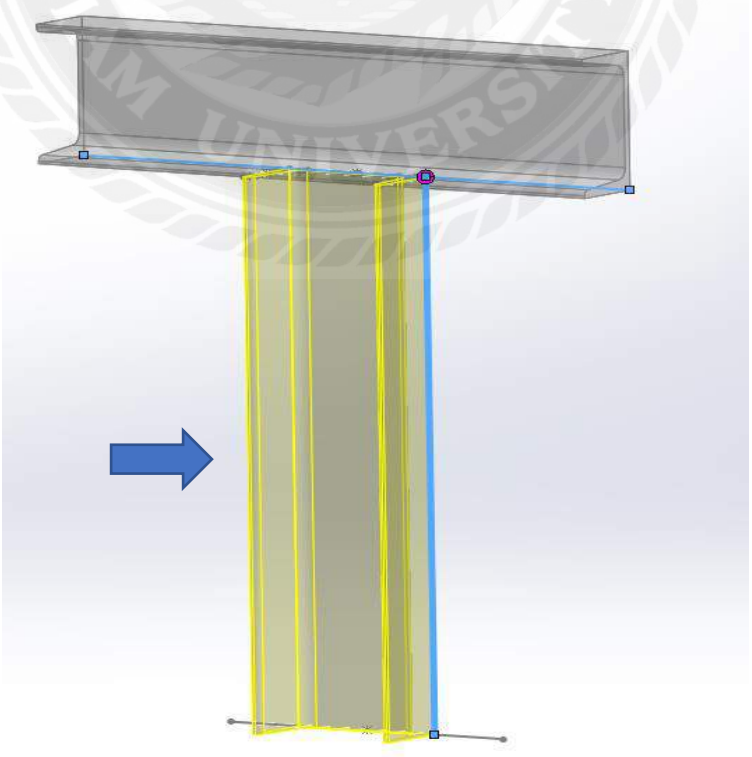
18. กดที่เส้นที่ 1 เพื่อให้เปลี่ยนเป็นเหล็กรางน้ำ



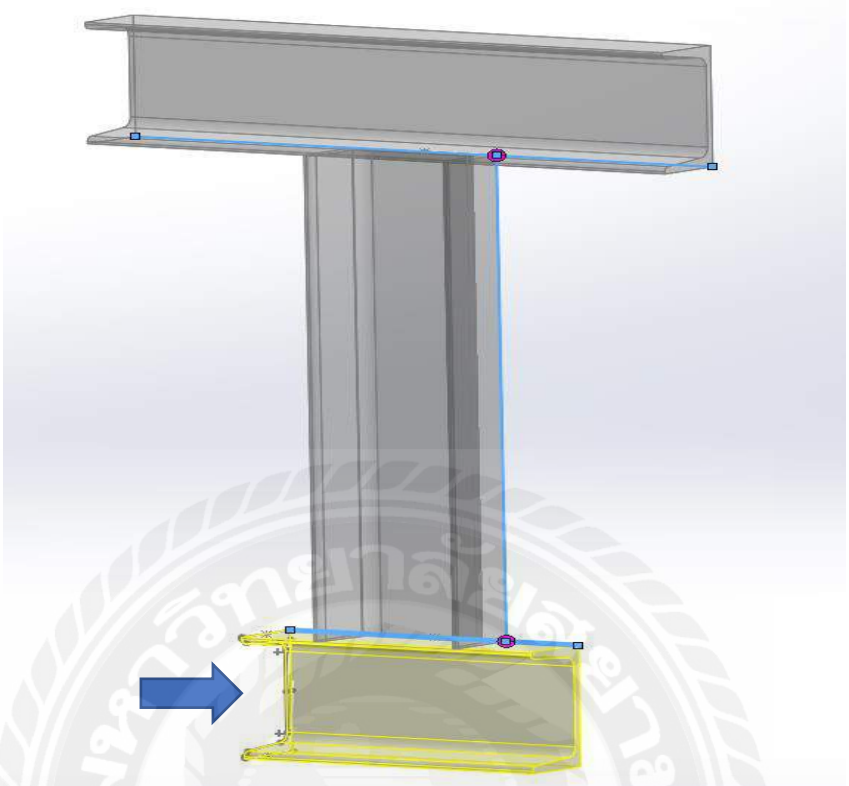
19. ปรับองศาของเหล็กรางน้ำโดยกด Rotation Angle ให้หมุนที่ 90 องศา



20. กดที่ New Group > กดที่เส้นที่ 2

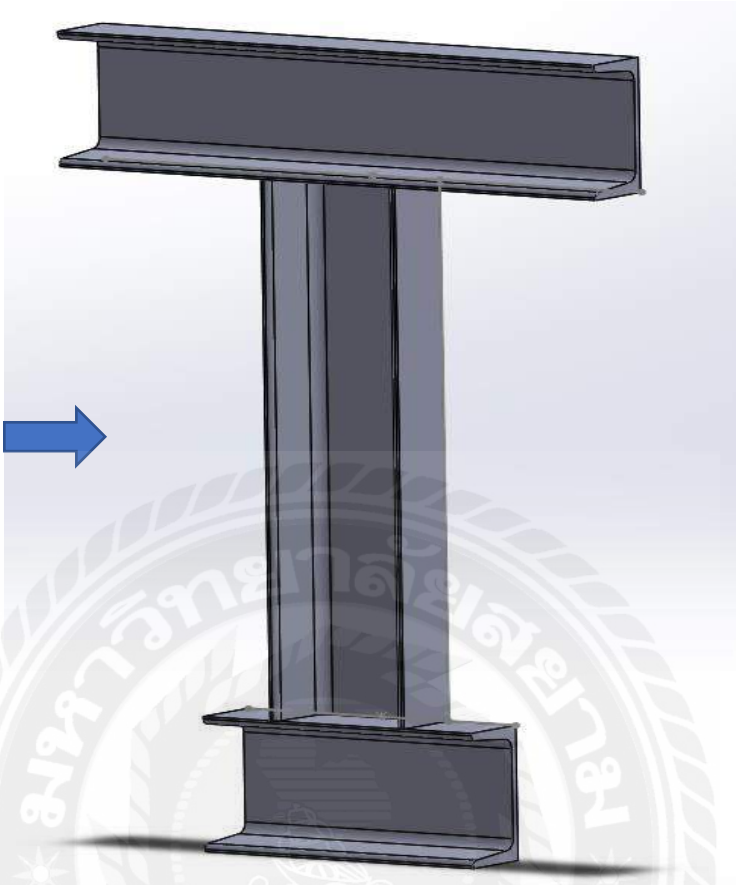


21. กดที่ New Group > กดที่เส้นที่ 3

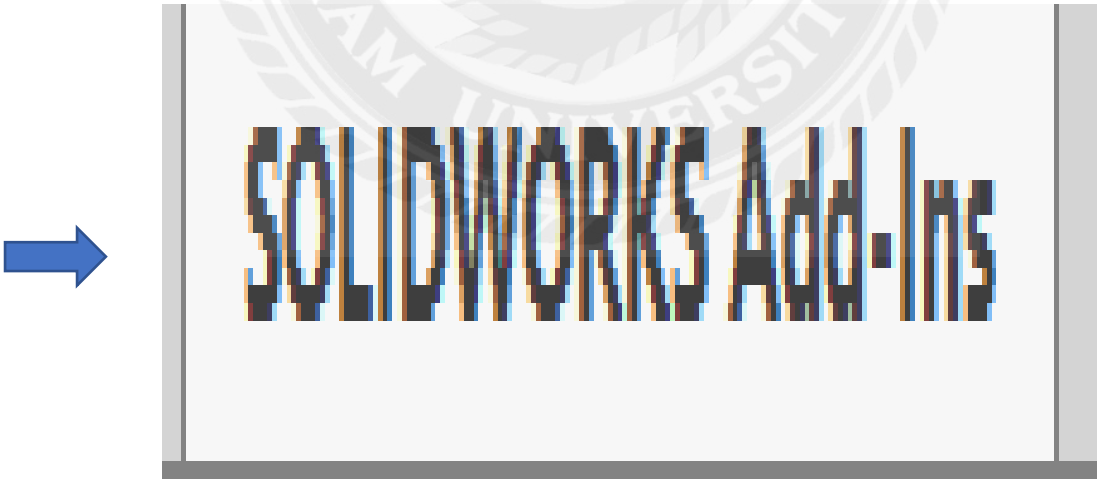


22. กดติ๊กถูก

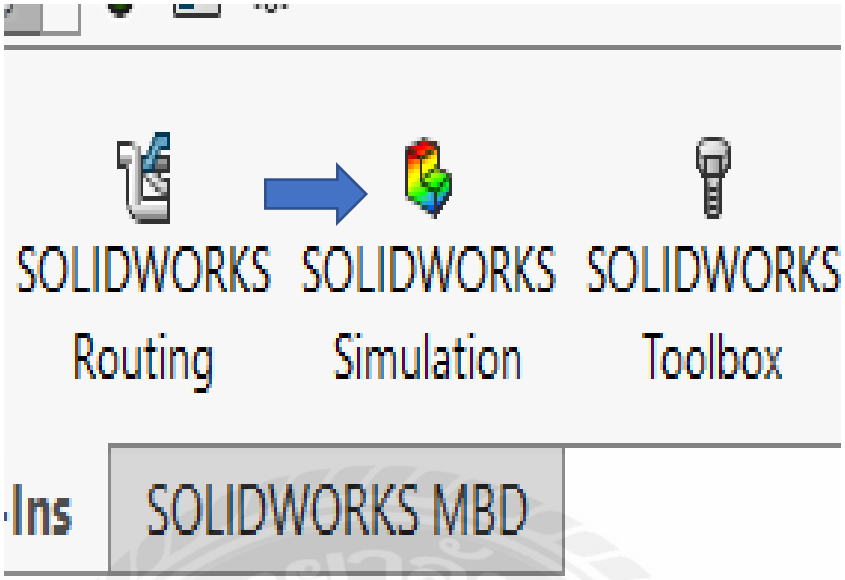
23. ได้ชิ้นงานที่เราต้องการ



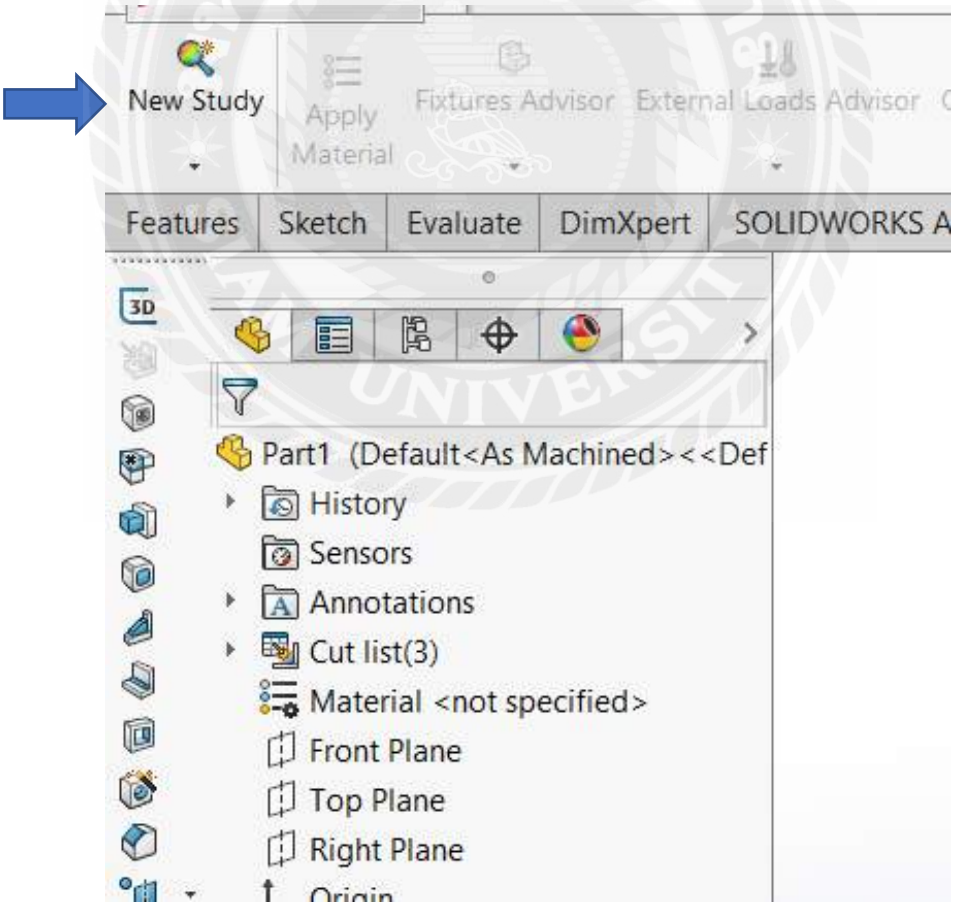
24. กด Solidworks add-ins



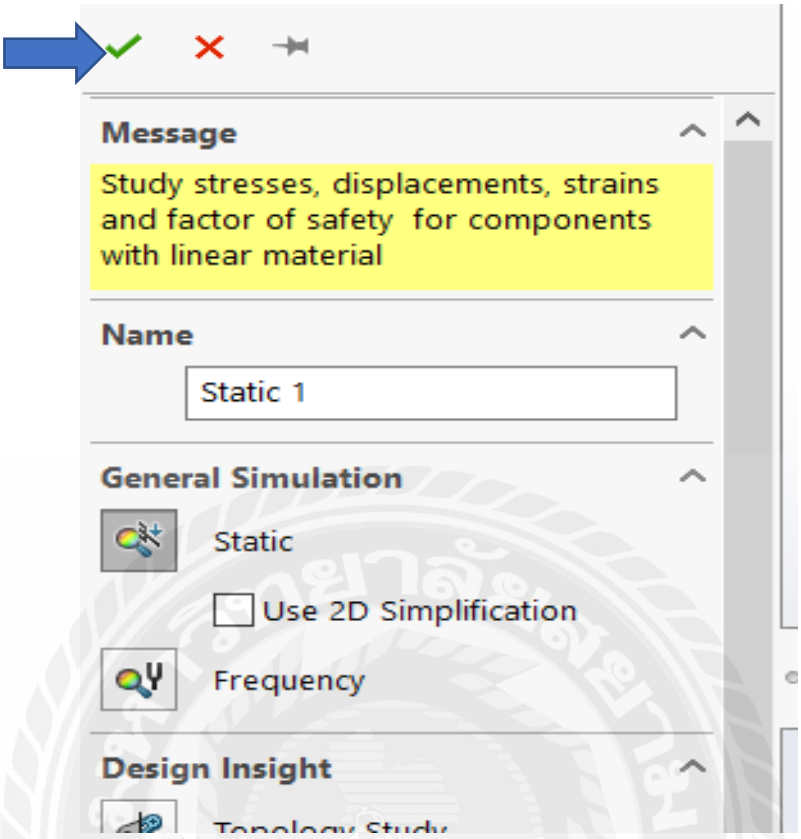
25. กด Solidworks Simmulation



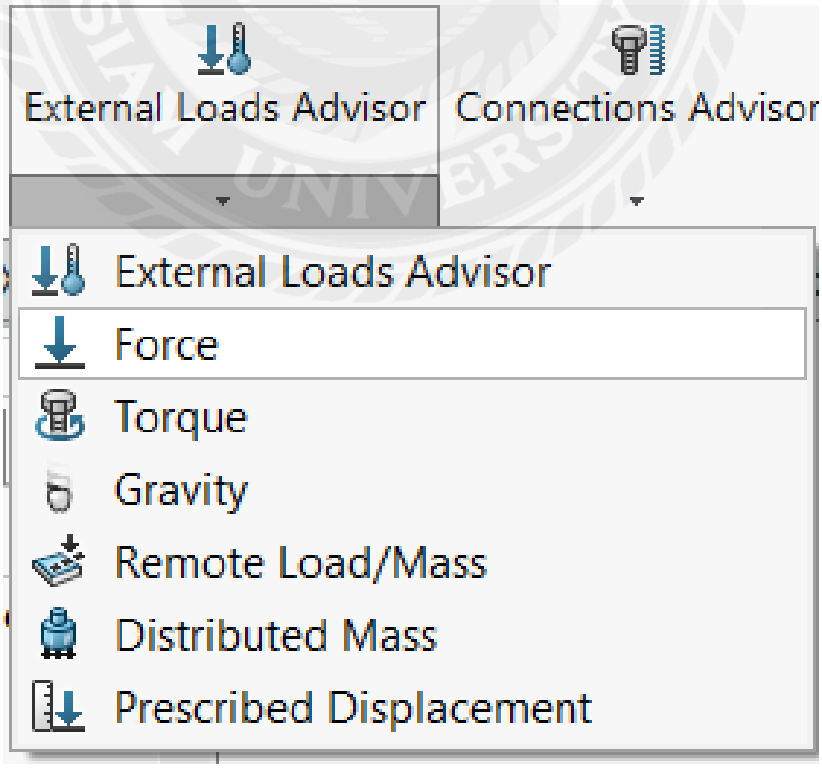
26. กด New Study



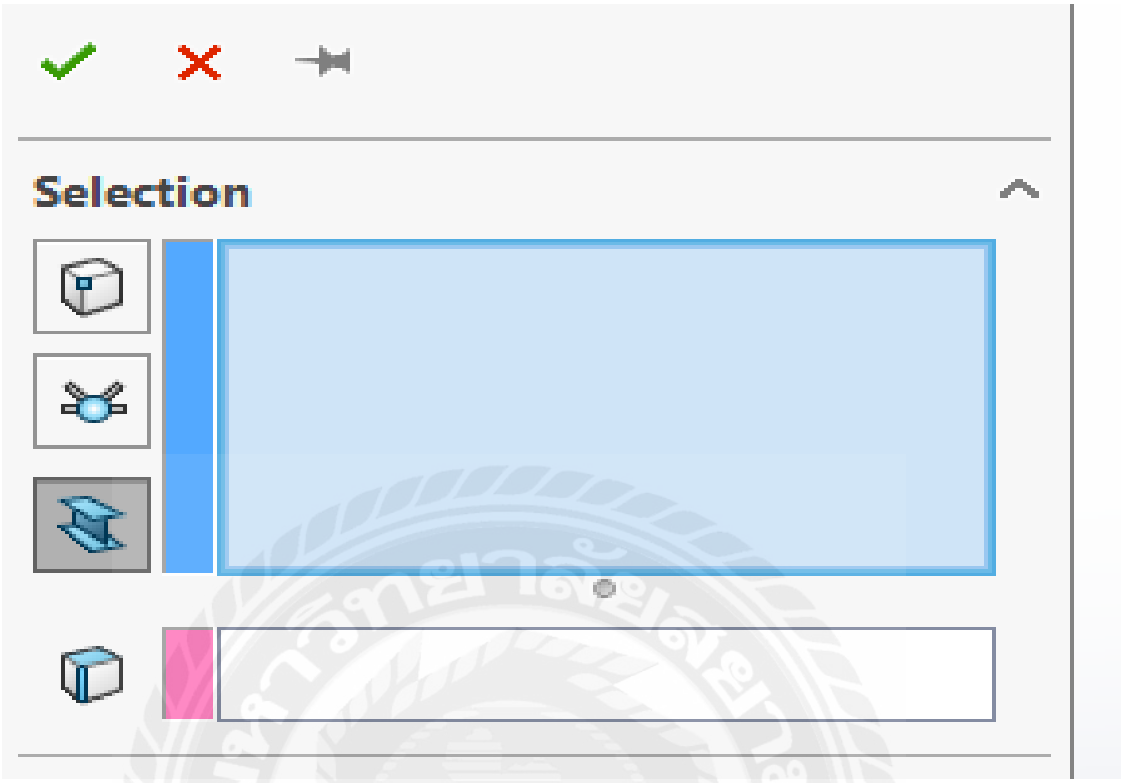
27. กดติ๊กถูก



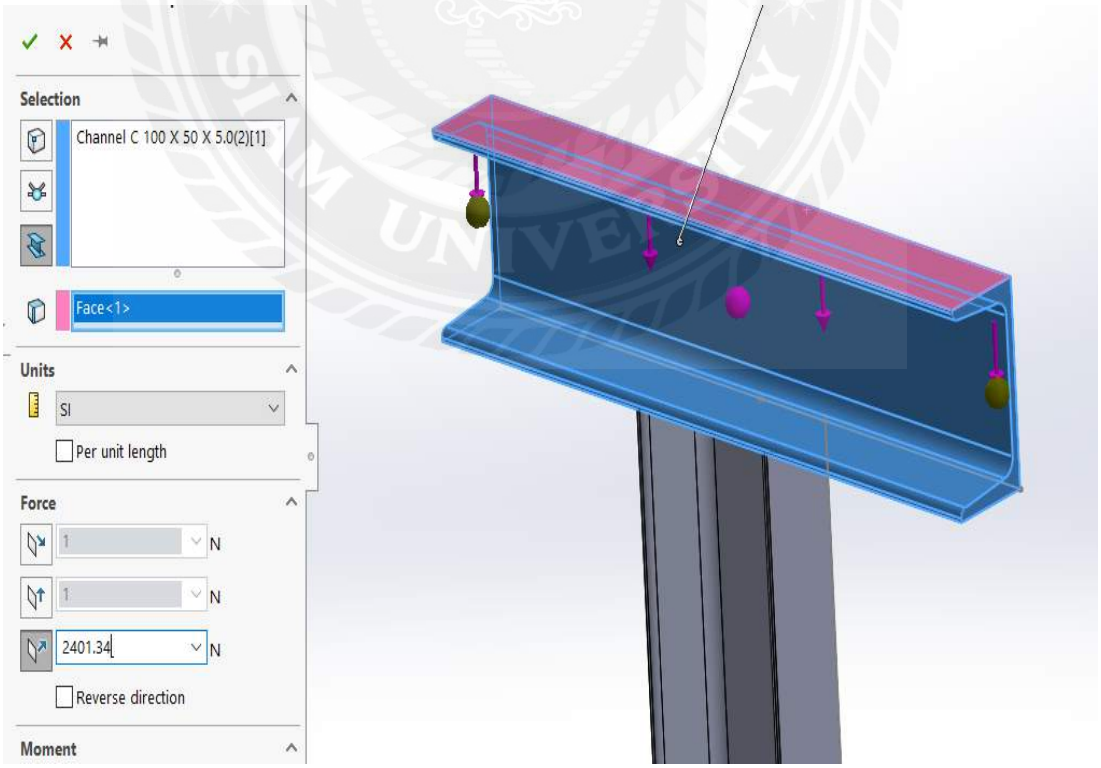
28. กด External Lode Advisor > ให้เลือก Force



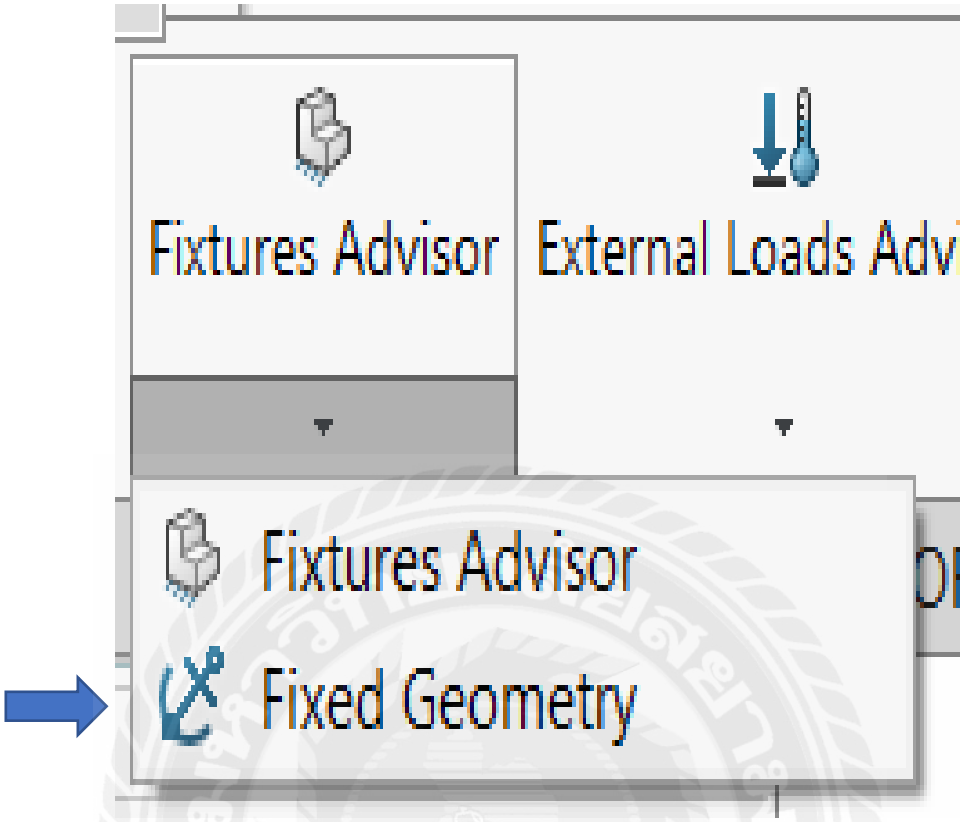
29. กด Beam



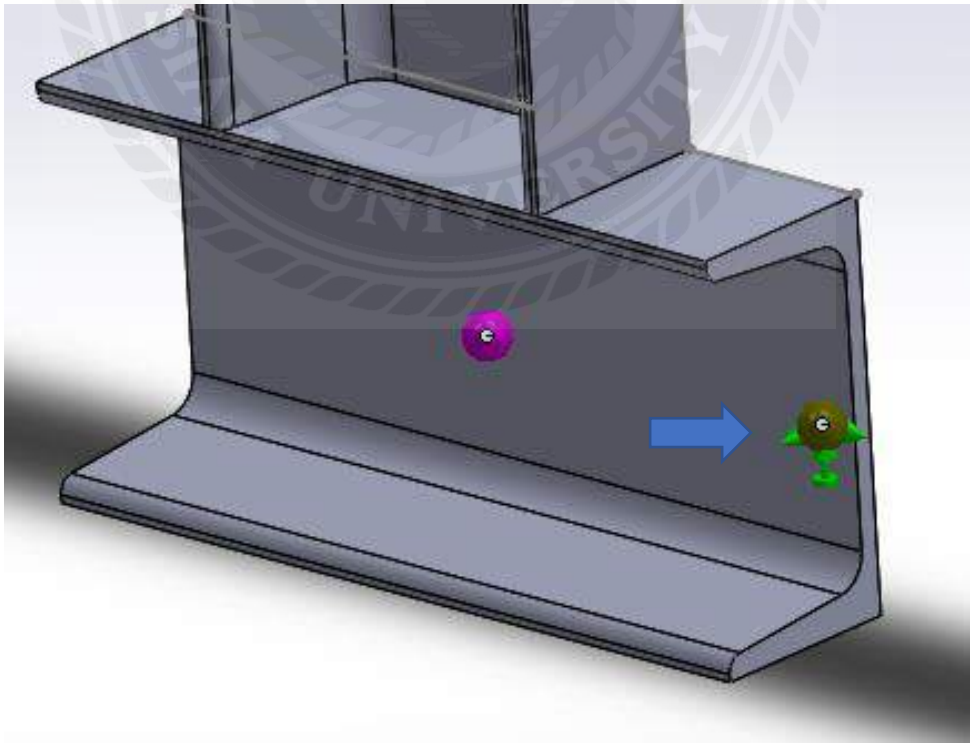
30. ใส่แรงลงไป > กดติ๊กถูก



31. กด Fixtures Advisor > Fixed Geometry

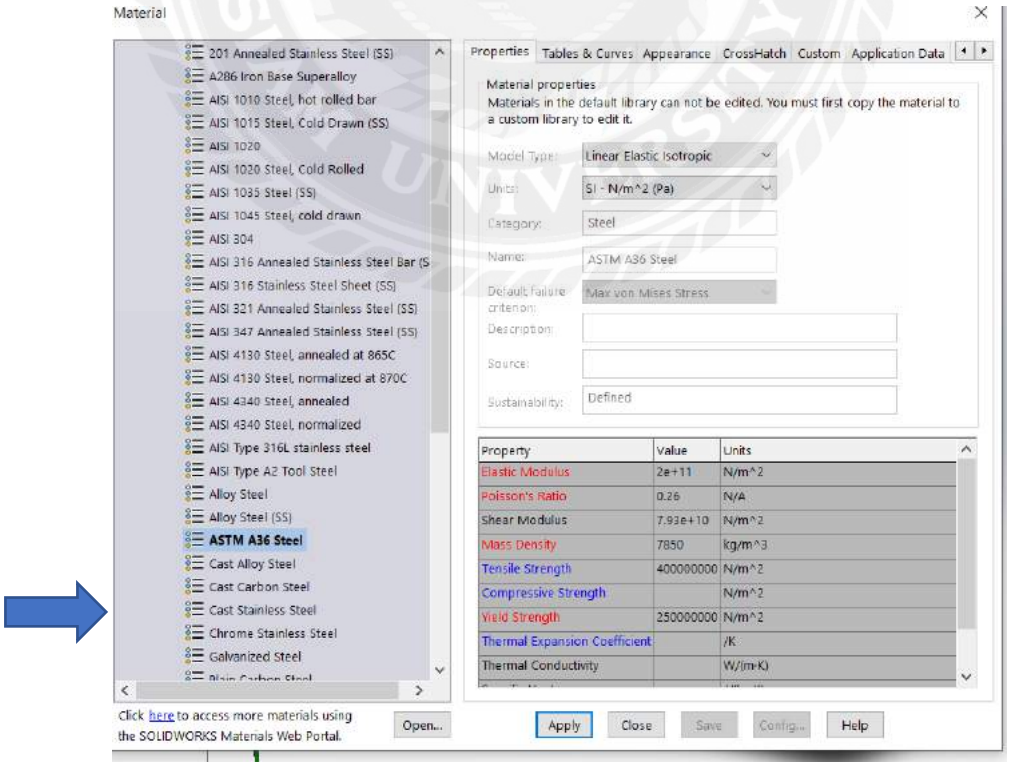


31. กดจุดยึดสีเขียว > กดติ๊กถูก

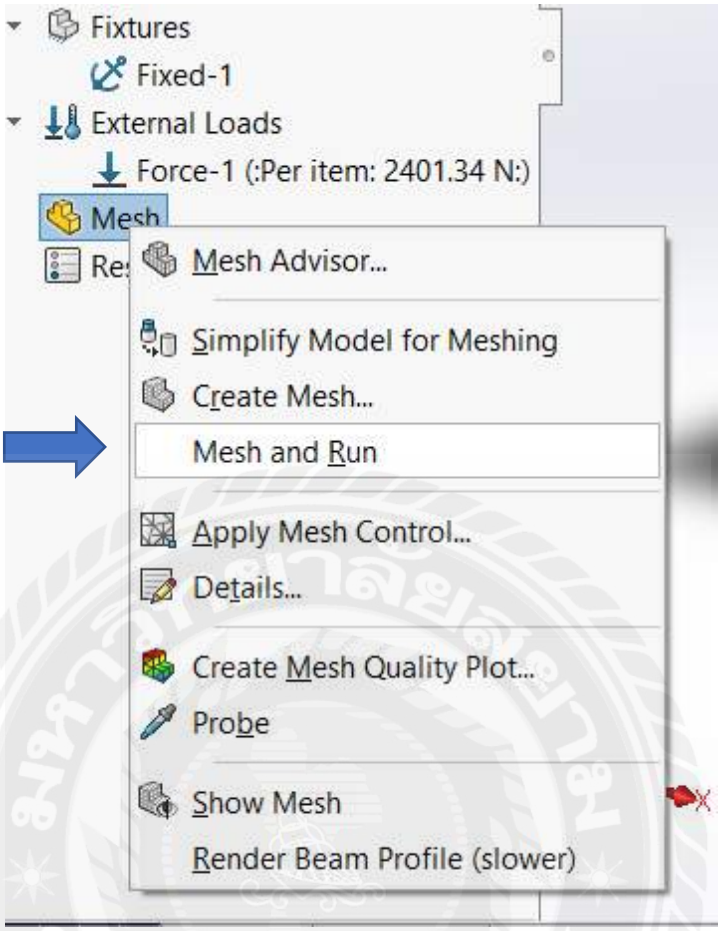


32. กด Apply Material

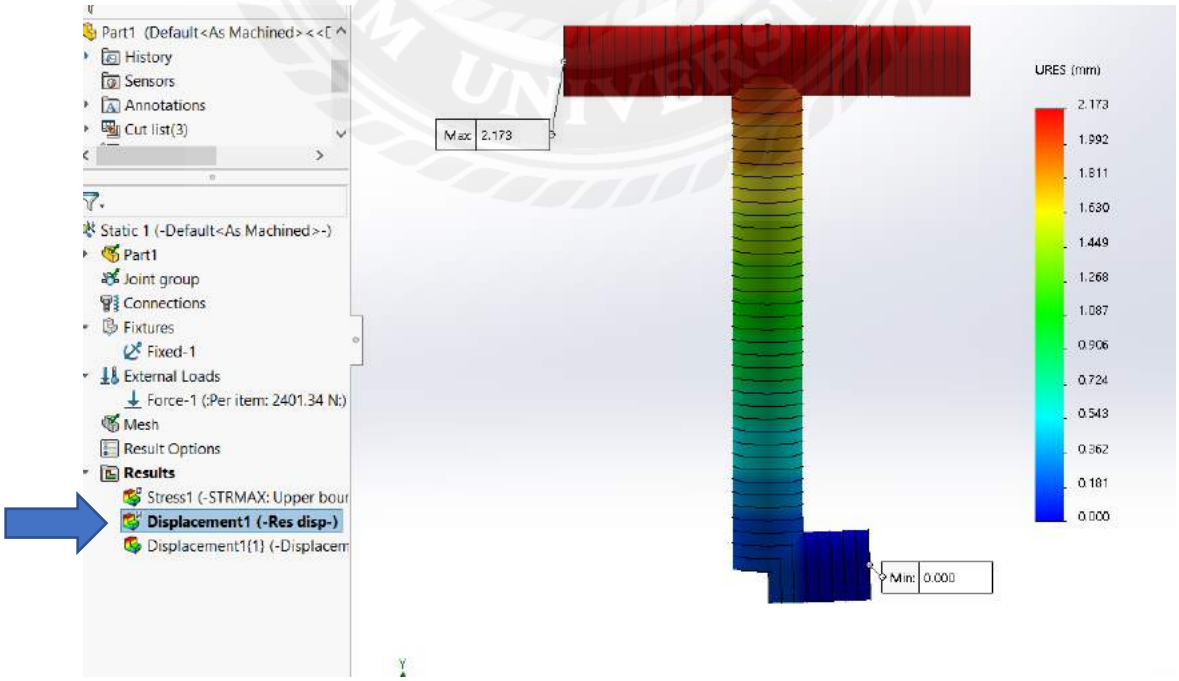
33. เลือกวัสดุ ASTM A36 Steel > กด Apply



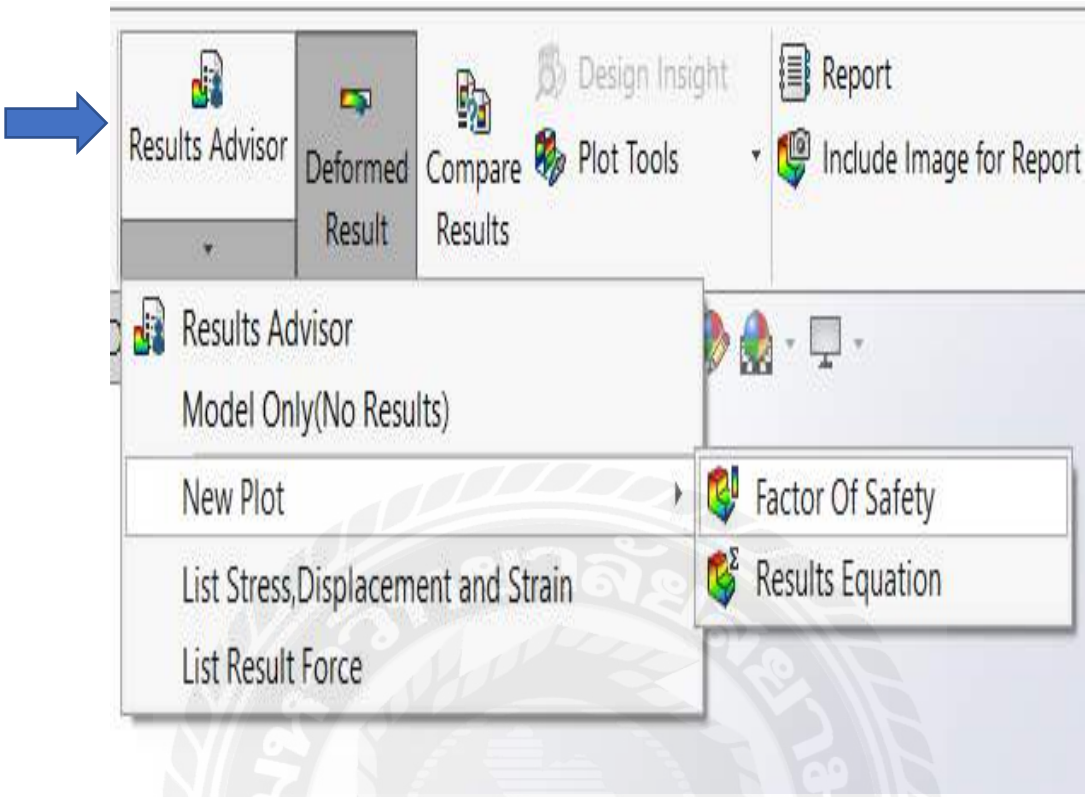
34. คลิ๊กขวาที่ Mesh > กด Mesh and Run



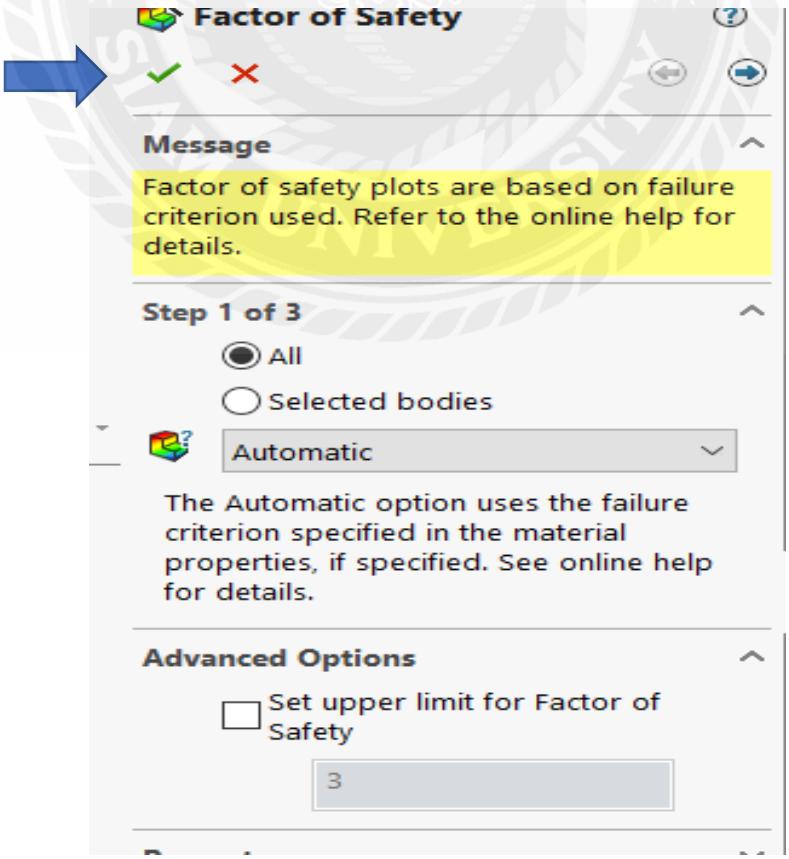
34. กด Displacement 1 (-Res disp-) ระยะโก่งตัว = 2.173 mm



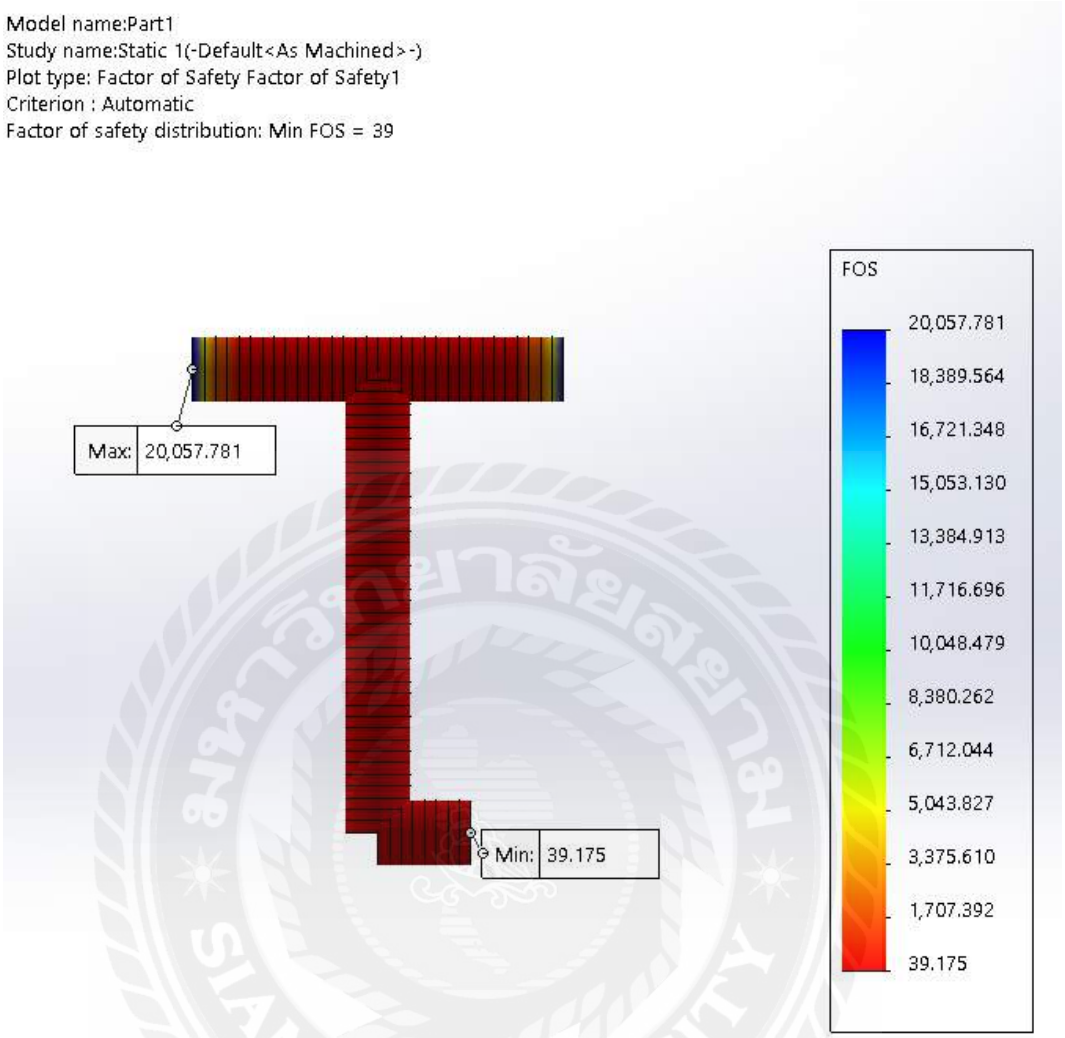
34. กด Results Advisor > New Plot > Factor Of Safety



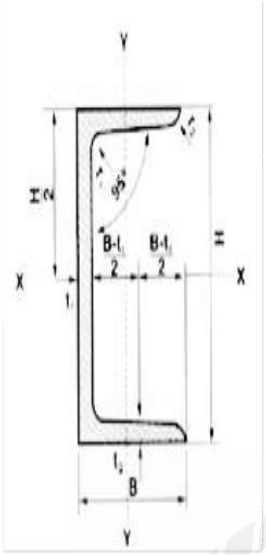
34. กดติ๊กถูก



35. จะได้ค่า Factor Of Safety = 39



แสดงข้อมูลเกี่ยวกับเหล็กรางน้ำ



ตารางที่	Channels	(TIS 1227 : 1996 / JIS G3192 : 1990)

(Grade SM400, SM490, SM520, SS400, SS490 or SS540)

Moment of Inertia	I	=	Ar^2
Radius of Gyration	r	=	$\sqrt{\frac{I}{A}}$
Modulus of Section	Z	=	$\frac{I}{C}$
	A	=	Sectional Area

Dimensios (mm)					Sectional Area (cm^2)	Weight (kg/m)	Moment of Inertia (cm^4)		Radius of Gyration (cm)		Modulus of Section (cm^3)	
H x B	t1	t2	r1	r2			Ix	Iy	rx	ry	Zx	Zy
50 x 25	5	6	6	3	4.92	3.86	16.8	2.49	1.85	0.71	6.73	1.48
75 x 40	5	7	8	4	8.818	6.92	75.3	12.2	2.92	1.17	20.1	4.47
100 x 50	5	7.5	8	4	11.92	9.36	188	26	3.97	1.48	37.6	7.52
125 x 65	6	8	8	4	17.11	13.4	424	61.8	4.98	1.9	67.8	13.4
150 x 75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	861	117	6.03	2.22	115	22.4
150 x 75	9	12.5	15	7.5	30.59	24	1050	147	5.86	2.19	140	28.3
180 x 75	7	10.5	11	5.5	27.2	21.4	1380	131	7.12	2.19	153	24.3
200 x 80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	1,950	168	7.88	2.32	195	29.1
200 x 90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	2,490	277	8.02	2.68	249	44.2
250 x 90	9	13	14	7	44.07	34.6	4,180	294	9.74	2.58	334	44.5
	11	14.5	17	8.5	51.17	40.2	4,680	329	9.56	2.54	374	49.9
300 x 90	9	13	14	7	48.57	38.1	6,440	309	11.5	2.52	429	45.7
	10	15.5	19	9.5	55.74	43.8	7,410	360	11.5	2.54	494	54.1
	12	16	19	9.5	61.9	48.6	7,870	379	11.3	2.48	525	56.4
380 x 100	10.5	16	18	9	69.39	54.5	14,500	535	14.5	2.78	763	70.5
	13	20	24	12	85.71	67.3	17,600	655	14.3	2.76	926	87.8

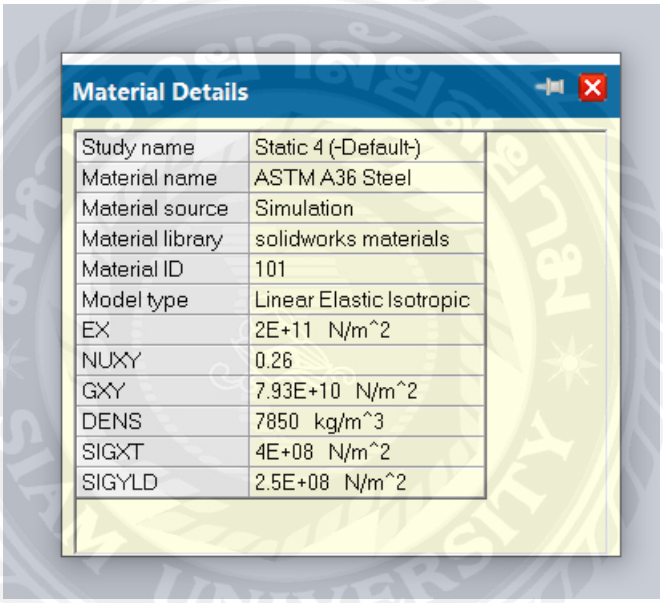
แสดงข้อมูลกับเหล็กที่ใช้ ASTM A36 Steel

เกรดเหล็ก	รูปแบบ	คาร์บอนสูงสุด%	แมงกานีส%	ฟอสฟอรัสสูงสุด%	ซัลเฟอร์สูงสุด%	ซิลิคอน%
A36	ส่วนเหล็ก	0.26	-	0.04	0.05	≤0.40

หมายเหตุ : มีปริมาณทองแดงเมื่อมีการระบุคำสั่งซื้อของคุณ

สมบัติเชิงกลของลำแสงคาร์บอน A36

เกรดเหล็ก	รูปแบบ	ความต้านแรงดึง ksi [MPa]	จุดผลตอบแทนขั้นต่ำ ksi [MPa]	การยืดตัวใน 8 นิ้ว [200 มม.], นาที,%	การยืดตัวใน 2 นิ้ว [50 มม.], นาที,%
A36	ส่วนเหล็ก	58 - 80 [400 - 550]	36 [250]	20	21



แบบรายงานผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สัปดาห์ที่	ระหว่างวันที่	หัวข้อการเรียนรู้	ลงชื่อนักศึกษา	ลงชื่อพนักงานที่ปรึกษา
1	24 - 29 พ.ค. 64	เรียนรู้คู่มือ การใช้ SAN (ต่อ)	สิทธิชัย	ศุนนท
2	31 - 5 มิ.ย 64	ดู FHC กับ FC ของจีน	สิทธิชัย	ศุนนท
3	7 - 12 มิ.ย 64	เช็ค หน้า SPK กับ FHC ของจีน	สิทธิชัย	ศุนนท
4	14 - 19 มิ.ย 64	เก็บงาน ดีเฟคจีน	สิทธิชัย	ศุนนท
5	21 - 26 มิ.ย 64	เก็บงาน ดีเฟคจีน	สิทธิชัย	ศุนนท
6	28 - 30 มิ.ย 64	เทส ท่อ SyLER	สิทธิชัย	ศุนนท
7	5 - 10 ก.ค 64	Work from home	สิทธิชัย	ศุนนท
8	12 - 17 ก.ค. 64	Work from home	สิทธิชัย	ศุนนท
9	19 - 24 ก.ค. 64	Work from home	สิทธิชัย	ศุนนท
10	26 - 31 ก.ค 64	Work from home	สิทธิชัย	ศุนนท
11	2 - 7 สค. 64	เชื่อมท่อ ที่ FHC	สิทธิชัย	ศุนนท
12	9 - 14 ส.ค. 64	เดินเรียนรู้ ช่วง ฝาผนัง หลังคาเพลิง	สิทธิชัย	ศุนนท
13	16 - 21 สค. 64	เรียนรู้ Diagram (ต่อเหลือ)	สิทธิชัย	ศุนนท
14	23 - 28 สค. 64	เรียนรู้ Diagram (ต่อเหลือ)	สิทธิชัย	ศุนนท

แบบรายงานผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สัปดาห์ที่	ระหว่างวันที่	หัวข้อการเรียนรู้	ลงชื่อนักศึกษา	ลงชื่อพนักงานที่ปรึกษา
1	27 - 29 พค.	ปฐมนิเทศ	ปิยธมพล	[illegible]
2	31 - 5 พค. - มิย.	ศึกษาข้อมูลชิ้นงาน	ปิยธมพล	[illegible]
3	7 - 12 มิย.	ตรวจเช็คอุปกรณ์ชุดโฟล์คอน โหลด	ปิยธมพล	[illegible]
4	14 - 19 มิย.	ตรวจเช็คอุปกรณ์ชุดชิ้นงาน	ปิยธมพล	[illegible]
5	21 - 26 มิย.	เทสระบบท่อชิ้นงานต่างๆ	ปิยธมพล	[illegible]
6	28 - 30 มิย.	เทสระบบท่อชิ้นงาน ต่อ	ปิยธมพล	[illegible]
7	3 - 10 กค.	Work from home	ปิยธมพล	[illegible]
8	12 - 17 กค.	Work from home	ปิยธมพล	[illegible]
9	19 - 24 กค.	Work from home	ปิยธมพล	[illegible]
10	26 - 31 กค.	Work from home	ปิยธมพล	[illegible]
11	2 - 7 สค.	เก็บงาน Defect	ปิยธมพล	[illegible]
12	9 - 14 สค.	เก็บงาน Defect + ตรวจชิ้นงานก่อน SPK.	ปิยธมพล	[illegible]
13	16 - 21 สค.	เทสระบบท่อชิ้นงาน + ตรวจสอบต่อ	ปิยธมพล	[illegible]
14	23 - 28 สค.	ศึกษา Diagram ซ้ำดี + ชิ้นงาน	ปิยธมพล	[illegible]

ประวัติผู้จัดทำ

รหัสนักศึกษา	6103100009
ชื่อ-นามสกุล	นาย พัชรพล คงภิวัฒนา
อีเมล์	Gustpatcharapol@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์	096-338-5760
สาขา	วิศวกรรมศาสตร์
ที่อยู่	222 ถ.บริพัตร แขวงบ้านบาตร เขตป้อมปราบฯ จังหวัดกรุงเทพฯ 10100
ผลงาน	การออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยของฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำดับเพลิงขนาด 10นิ้ว
ประวัติการศึกษา	ประถมศึกษา ป.1-ป.6 โรงเรียนวัดพลับพลาชัย
	มัธยมศึกษา ม.1-ม.3 โรงเรียนราชบพิธ
	ป.ว.ช วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
	ป.ว.ส วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
	ปริญญาตรี มหาลัยสยาม คณะ วิศวกรรมเครื่องกล 3 ปี

ประวัติผู้จัดทำ

รหัสนักศึกษา	6203100002
ชื่อ-นามสกุล	นาย สิทธิชัย หวังบำรุงศักดิ์
อีเมล์	sittichai122541@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์	094-451-1615
สาขา	วิศวกรรมศาสตร์
ที่อยู่	132/82กำนั้นแมน แขวงบางขุนเทียน เขตจอมทอง จังหวัดกรุงเทพฯ 10150
ผลงาน	การออกแบบและวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยของฐานรองรับน้ำหนักท่อน้ำดับเพลิงขนาด 10นิ้ว
ประวัติการศึกษา	ประถมศึกษา ป.1-ป.6 โรงเรียนจารุวัฒนานุกูล
	มัธยมศึกษา ม.1-ม.3 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์
	ป.ว.ช วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
	ป.ว.ส วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
	ปริญญาตรี มหาลัยสยาม คณะ วิศวกรรมเครื่องกล 3 ปี