



SOLIDWORKS



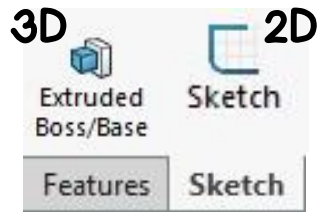
สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	ก
SOLIDWORKS คืออะไร	1
SOLIDWORKS มีหน้าที่การทำงานอย่างไร	1
ประโยชน์ของ SOLIDWORKS	2-3
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Part	3-8
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Assembly	9-11
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Drawing	12-16
การใช้คำสั่งพื้นฐานในการเขียนแบบ SOLIDWORKS	17-35
2D และ 3D แตกต่างกันอย่างไร	35
การกำหนดคีย์ลัดเป็นคีย์บอร์ด และเมาส์	36
การ Reverse Engineering	37-45
แบบฝึกหัด SOLIDWORKS	
เฉลยแบบฝึกหัด SOLIDWORKS	



SOLIDWORKS

SOLIDWORKS คืออะไร



SOLIDWORKS เป็นโปรแกรมออกแบบ 2 มิติ 3 มิติ สามารถออกแบบชิ้นงานได้ครอบคลุมทุกกลุ่มอุตสาหกรรม และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยวิศวกรลดระยะเวลาในการออกแบบ และลดข้อผิดพลาดจากการสื่อสาร ระหว่างการออกแบบ

SOLIDWORKS มีหน้าที่การทำงานอย่างไร

SOLIDWORKS เป็นโปรแกรมเขียนแบบและออกแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในงาน ออกแบบผลิตภัณฑ์ออกแบบเฟอร์นิเจอร์และออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล 3 มิติซึ่งมีฟังก์ชันการใช้งาน ดังนี้

การสร้าง Part Solid ใช้วิธีการและเทคโนโลยีของ Surface Modeling (NURBS)

Assembly Modeling สามารถประกอบชิ้นส่วน 3 มิติได้เร็วขึ้น โดยมีขนาดของไฟล์เล็กลงและใช้หน่วยความจำน้อย

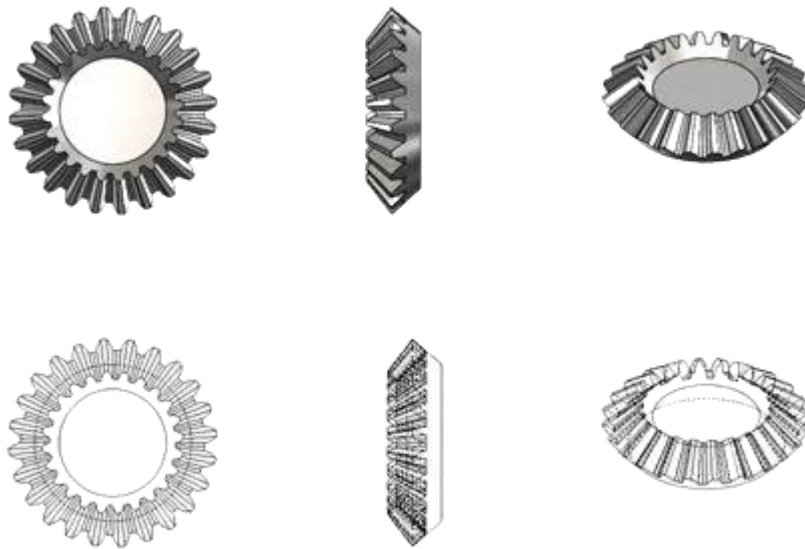
Drawing สร้าง Drawing 2 มิติจาก 3 มิติโดยอัตโนมัติและ บันทึกไฟล์เป็น *.dwg ได้

Simulation ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่และตรวจสอบหาชิ้นส่วนที่ขัดกัน

Animator สร้างภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของชิ้นส่วน หรือเครื่องจักรกล และสามารถบันทึกไฟล์เป็น *.AVI (ไฟล์วีดิโอ) ได้

Sheet Metal สามารถสร้างงานพับแบบต่างๆ และทำแผนคี่งาน โลหะแผ่นได้

Module การใช้งานอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น

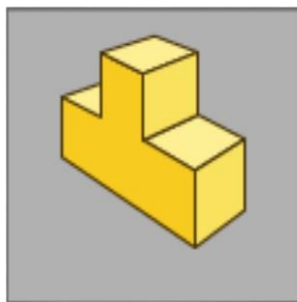


ประโยชน์ของ SOLIDWORKS

1. เพื่อช่วยในการจำลองชิ้นงานรวมถึงการตรวจสอบความผิดพลาดต่างๆ ในชิ้นงานได้
2. SOLIDWORKS Standard เพิ่มความเร็วในการออกแบบ และปลดล็อกคุณสมบัติประโยชน์ในด้านของการออกแบบ 3D สำหรับการแก้ไขปัญหาในด้านการสร้างชิ้นส่วนที่รวดเร็วส่วนประกอบและการ Drawing 2D ด้วยเครื่องมือเฉพาะตัวอย่างเช่น แผ่น โลหะ, งานเชื่อม, พื้นผิวและเครื่องมือเกี่ยวกับแม่พิมพ์ ด้วยสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะช่วยให้สามารถที่จะส่งมอบการออกแบบที่ดีให้แก่ลูกค้าได้
3. SOLIDWORKS Professional สร้างโดยอยู่บนพื้นฐานความสามารถของ SolidWorks Standard โดยมีการเพิ่มความสามารถทางการออกแบบ, การจัดการเกี่ยวกับเอกสาร, การแสดงผลเสมือนจริง, การออกแบบโดยอัตโนมัติ, การตรวจสอบการวาด Drawing, ส่วนประกอบย่อยที่ซับซ้อนและชิ้นส่วน
4. SOLIDWORKS Premium เป็นการแก้ไขปัญหาด้านการออกแบบ 3D ซึ่งมีการเพิ่มความสามารถในการจำลองที่มีประสิทธิภาพและความสามารถในการตรวจสอบการออกแบบ ไปจนกระทั่งถึงความสามารถของ SolidWorks Professional รวมทั้งการทำงานร่วมกัน ECAD/ MCAD การทำวิศวกรรมย้อนกลับ ความสามารถในการทำงานเกี่ยวกับลวดชั้นสูงและฟังก์ชันการกำหนดเส้นทางท่อ
5. SOLIDWORKS Simulation คือ โปรแกรมการจำลองวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการสร้างชิ้นงานจริง
6. SOLIDWORKS Electrical คือ โปรแกรมออกแบบเขียนแบบทางด้านงานระบบ ไฟฟ้า

7. SOLIDWORKS PDM คือ ซอฟต์แวร์ ที่ช่วยในการจัดการจัดเก็บ ข้อมูลให้เป็นระบบ
8. SOLIDWORKS Composer คือ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสร้าง เอกสาร ในรูปแบบภาพ
9. Exalead Part คือ โปรแกรมที่ยกระดับความสามารถจากการวิเคราะห์ เพื่อลดความซ้ำซ้อน
10. SOLIDWORKS MBD (Model Based Definition) คือ เครื่องมืออ่านชิ้นงานแบบเป็น 3 มิติ
11. SOLIDWORKS Visualize คือ โปรแกรมสร้างกราฟิกที่มีคุณภาพสูง

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Part



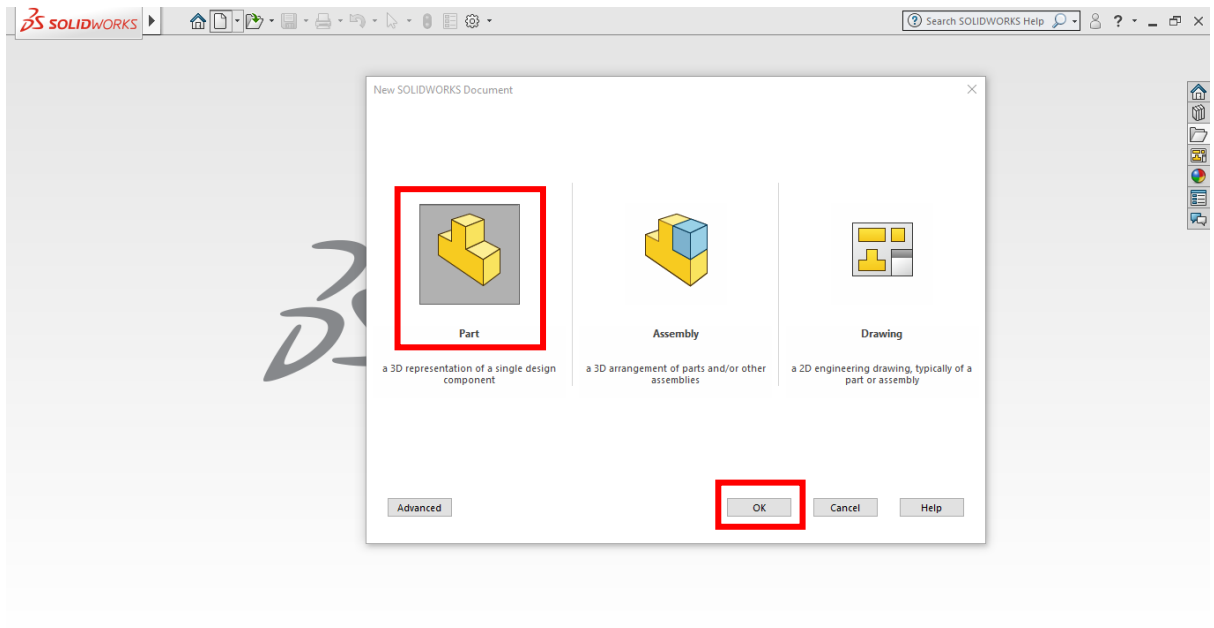
Part

จุดเริ่มต้นของการเขียนแบบและออกแบบ ก็คือการสร้างชิ้นงานเบื้องต้นที่เรียกว่า Part ขึ้นมาก่อน ซึ่ง Part จะเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่จะถูกนำมาประกอบรวมกันกลายเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนขึ้น และถูกนำไปใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา

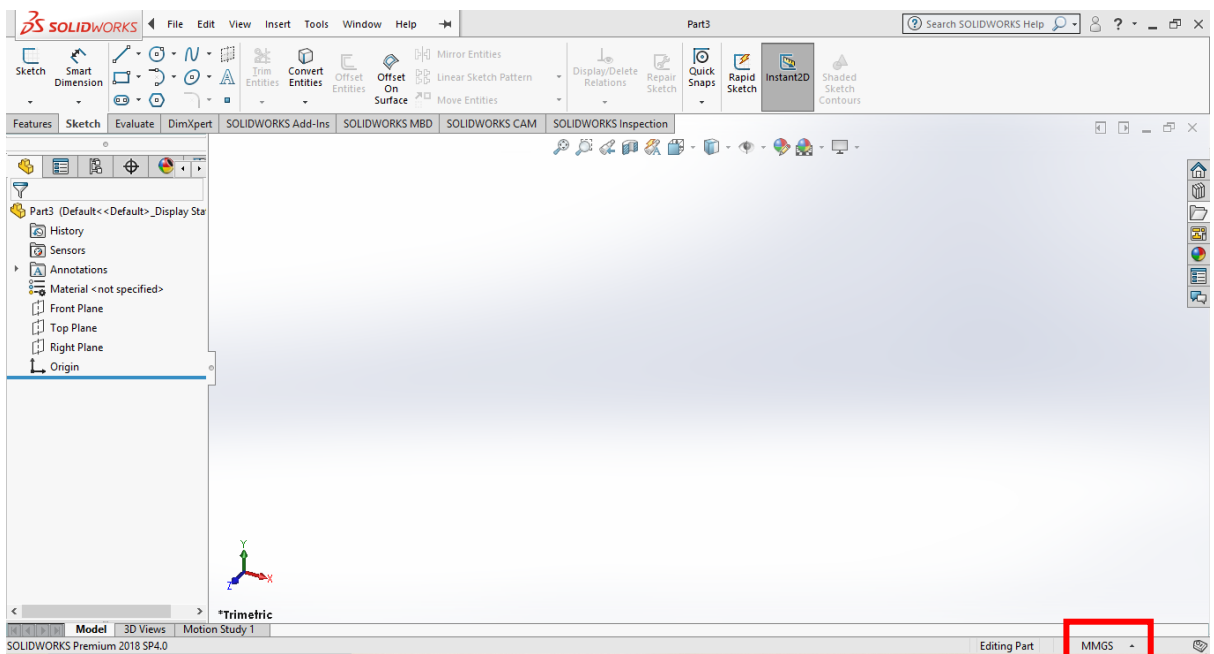
1. การเปิดโปรแกรม (Start Program)



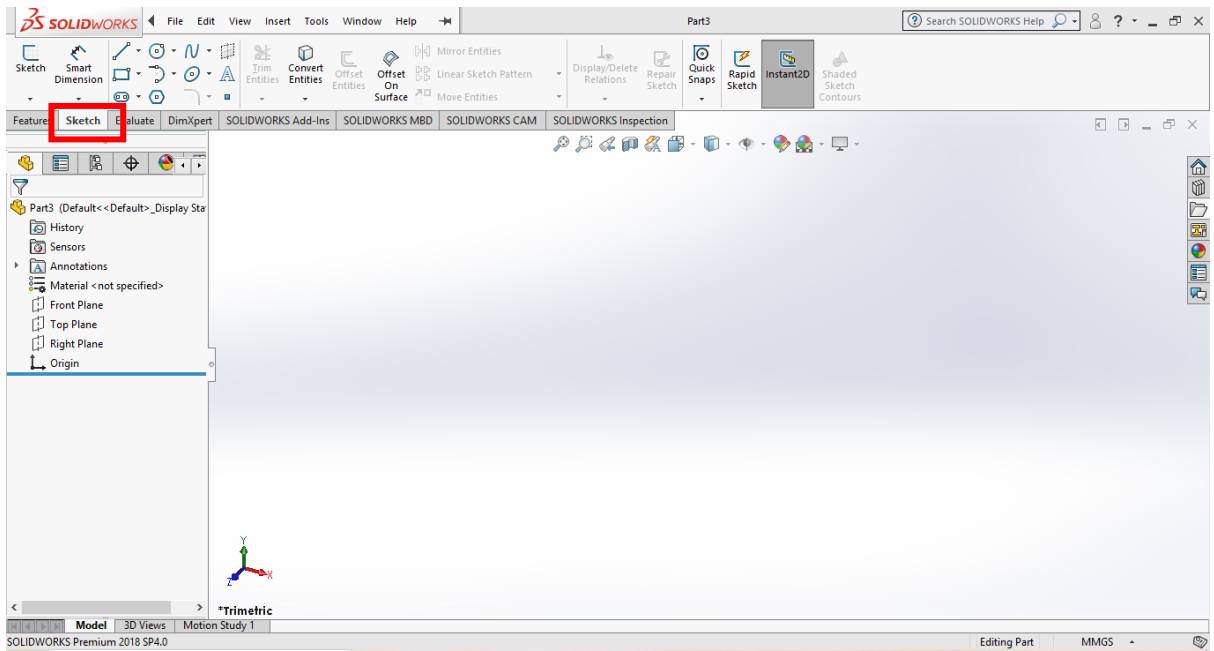
2. การสร้างชิ้นงาน (Part) ใหม่



3. การตั้งค่าหน่วยที่ใช้งานให้เป็นมิลลิเมตร

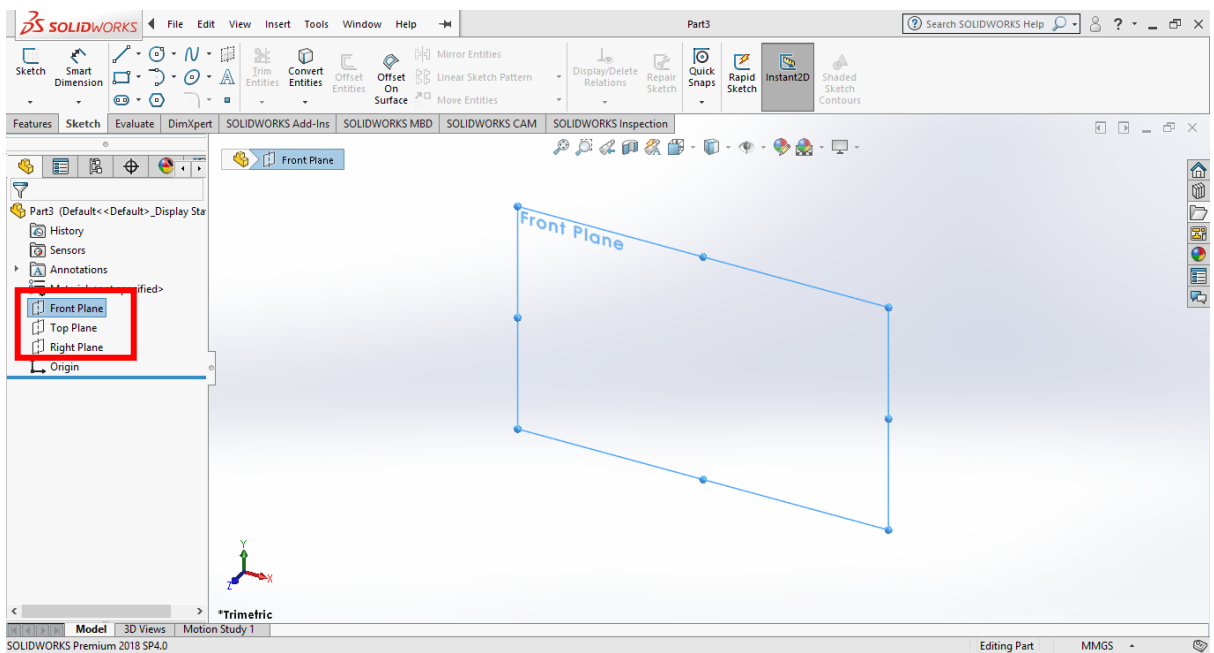


4. การ sketch ภาพ (Sketch)

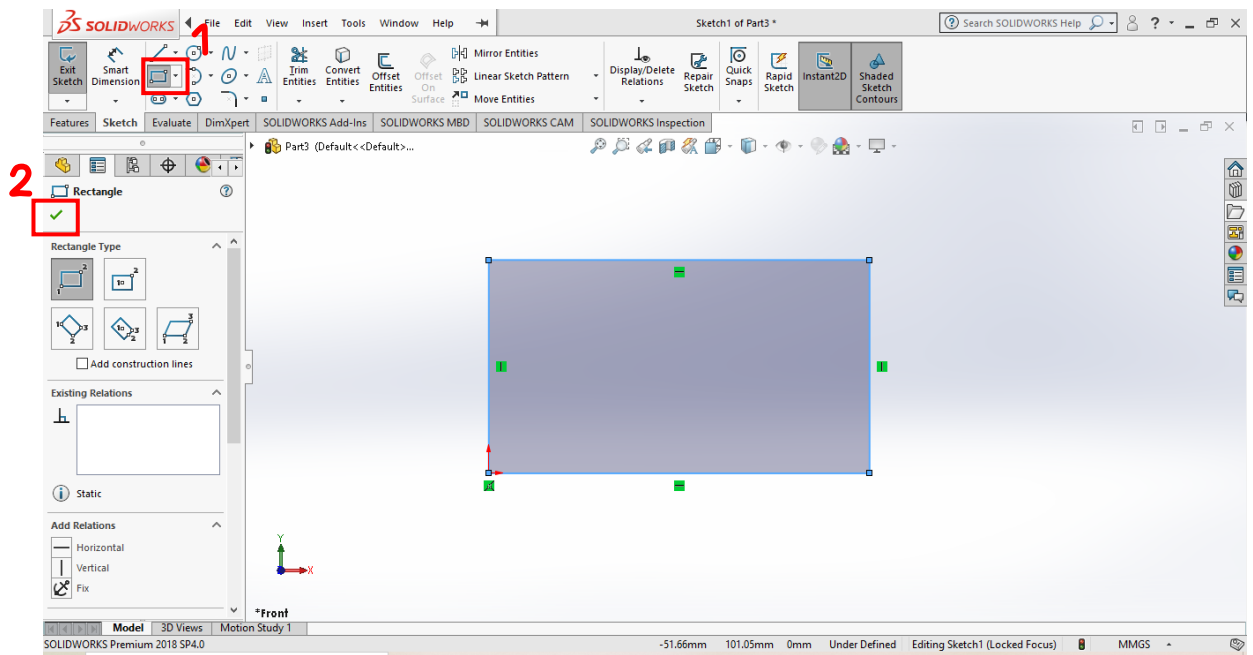


5. การเลือก Plane เพื่อสร้างหน้าชิ้นงาน

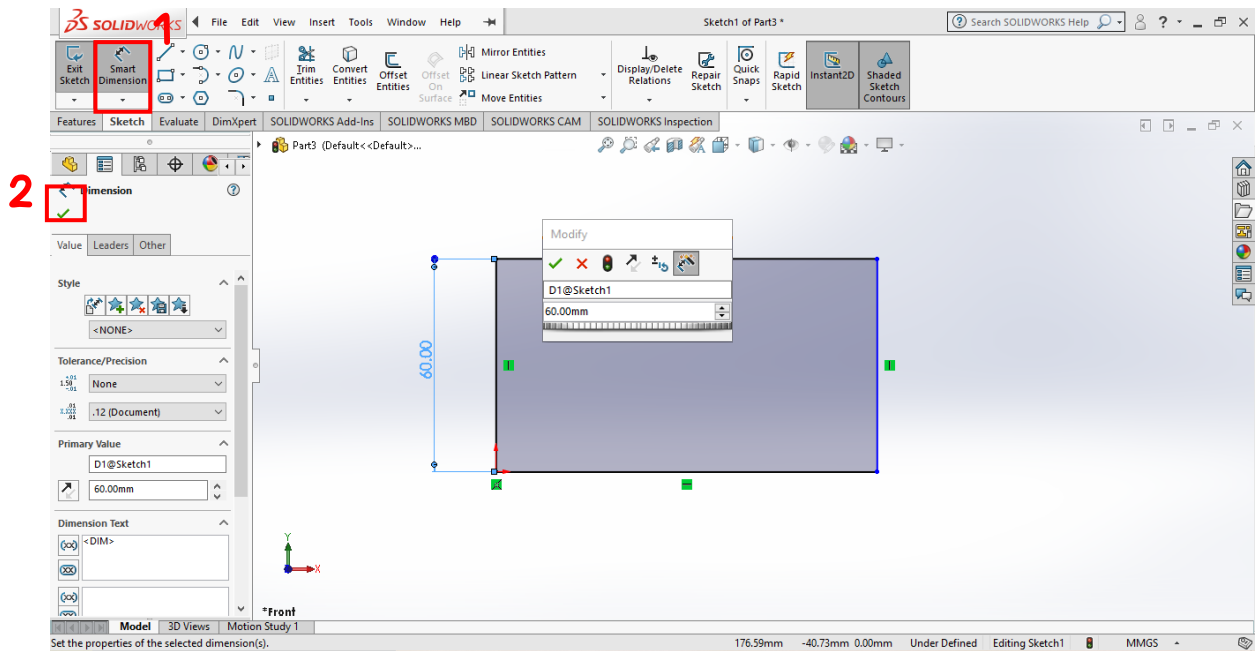
- ขึ้นอยู่กับแบบชิ้นงาน



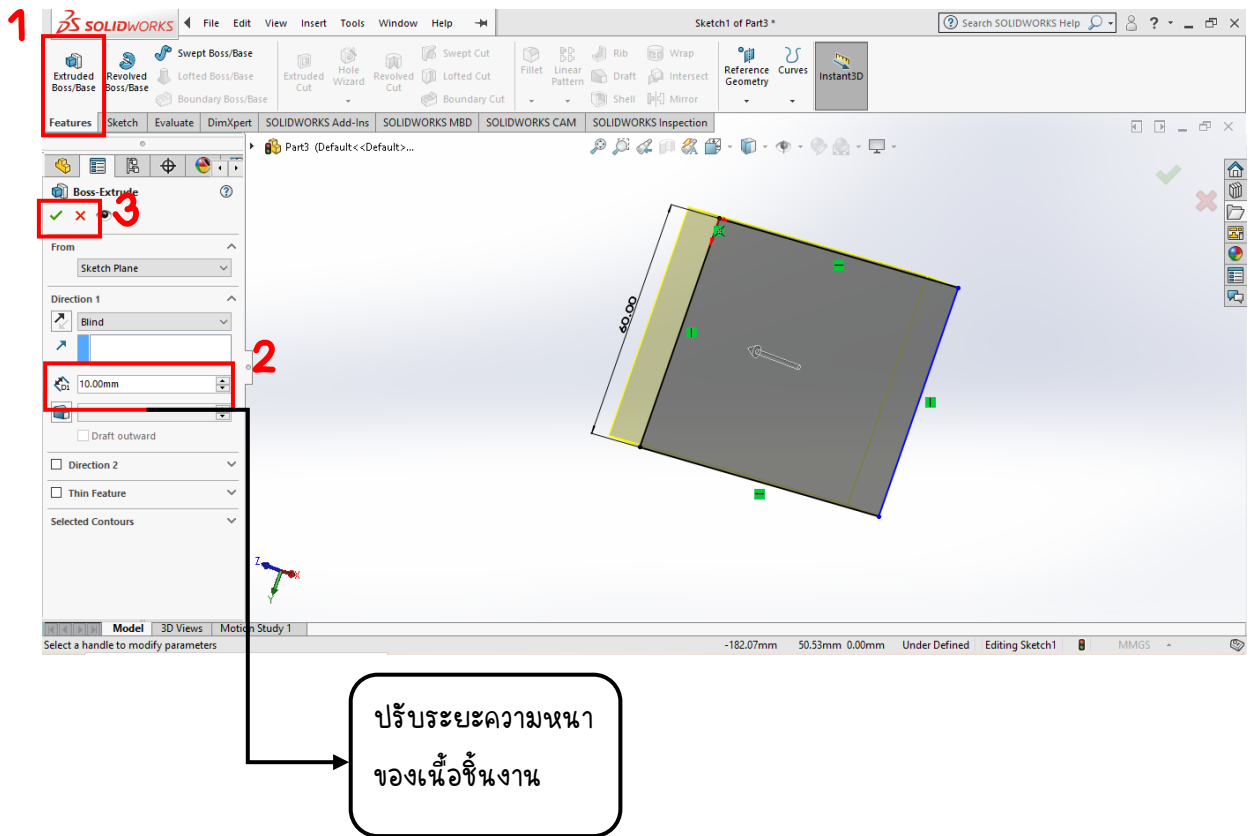
6. การเขียนแบบสี่เหลี่ยมหรือวงกลมแล้วแต่ชิ้นงาน (Rectangle)



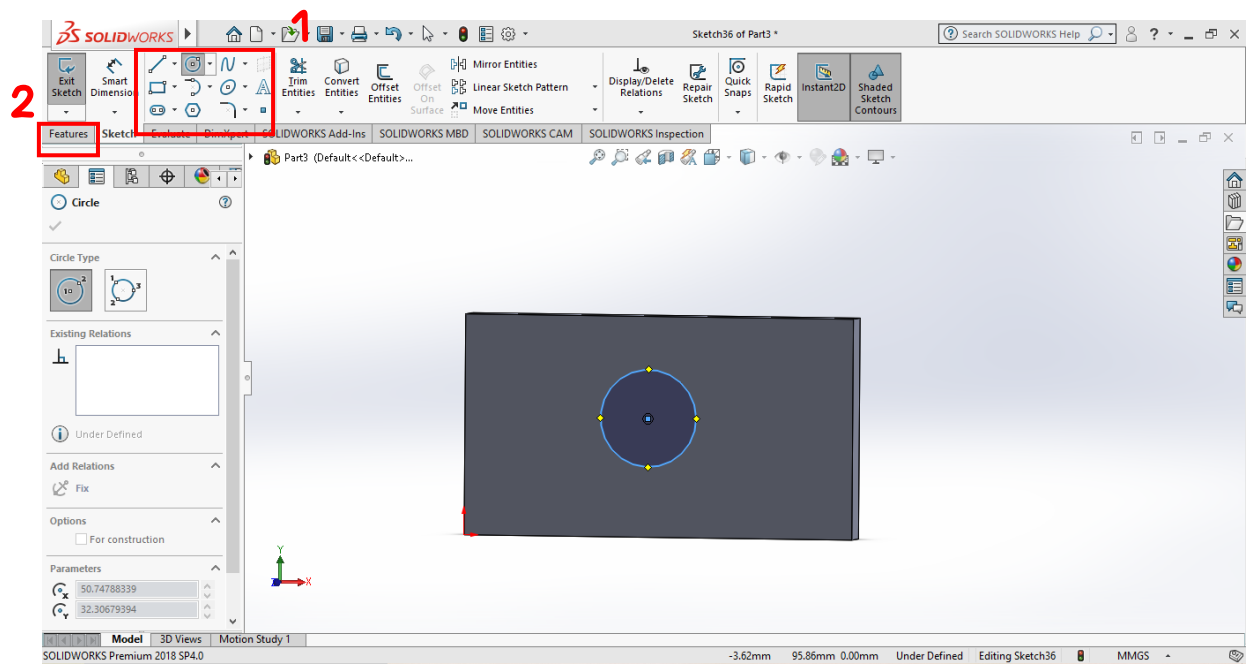
7. การกำหนดขนาดและการเปลี่ยนขนาด (Dimension)



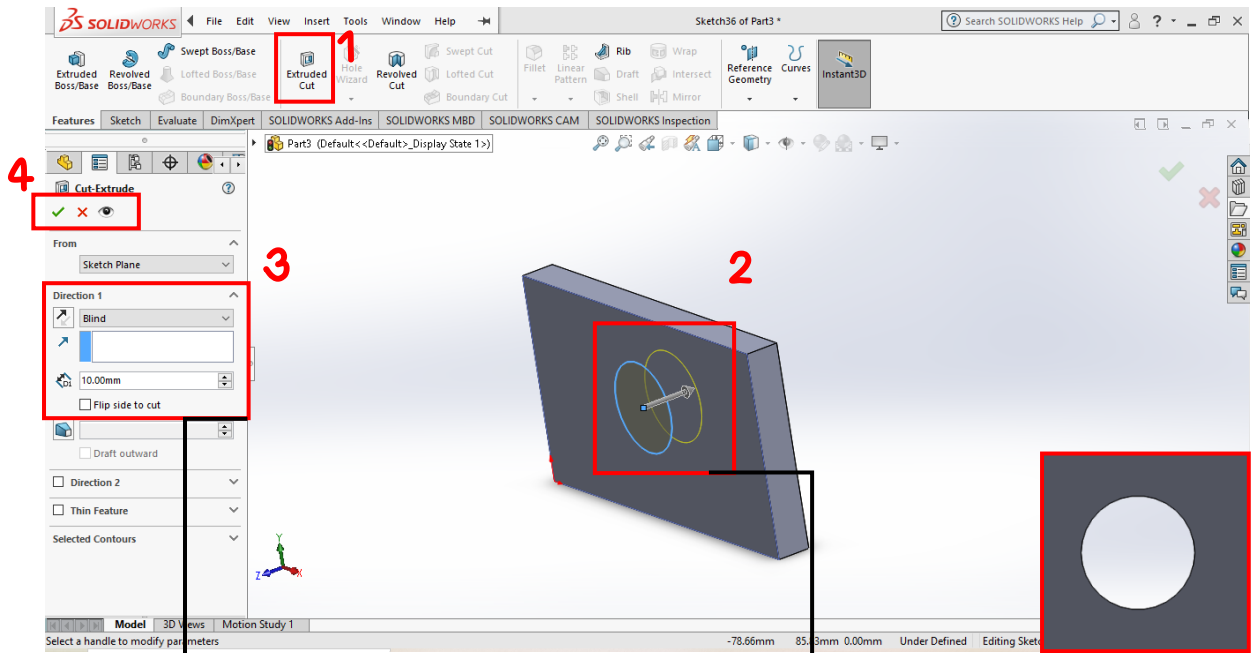
8. การเพิ่มเนื้อของชิ้นงาน (Extrude)



9. การสร้างรูทะลุโดยการตัด (Cut)



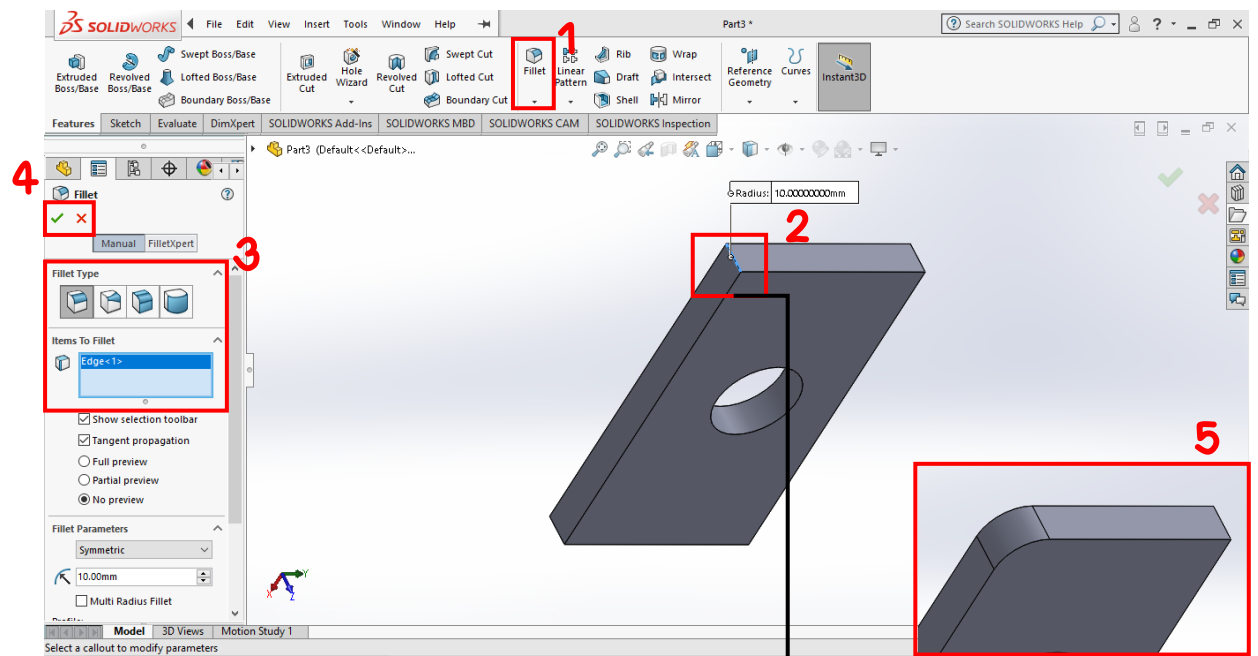
10. การเจาะรูให้ทะลุ โดยใช้คำสั่ง Extrude Cut



ปรับระยะเวลาการเจาะ
เนื้อชิ้นงาน

เลือกจุดที่จะเจาะ
ทะลุ

11. การลบเหลี่ยมและมุม โดยใช้คำสั่ง Fillet



เลือกขอบมุมที่
ต้องการลบมุม

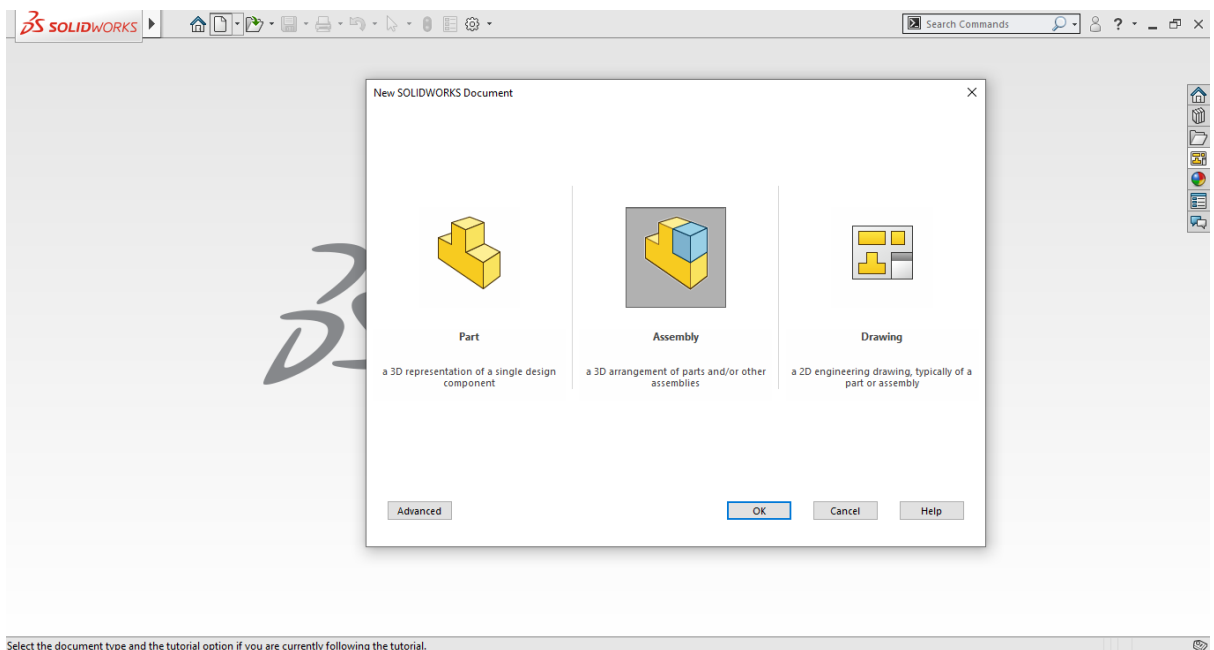
12. การบันทึกไฟล์ชิ้นงาน (Save)

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Assembly

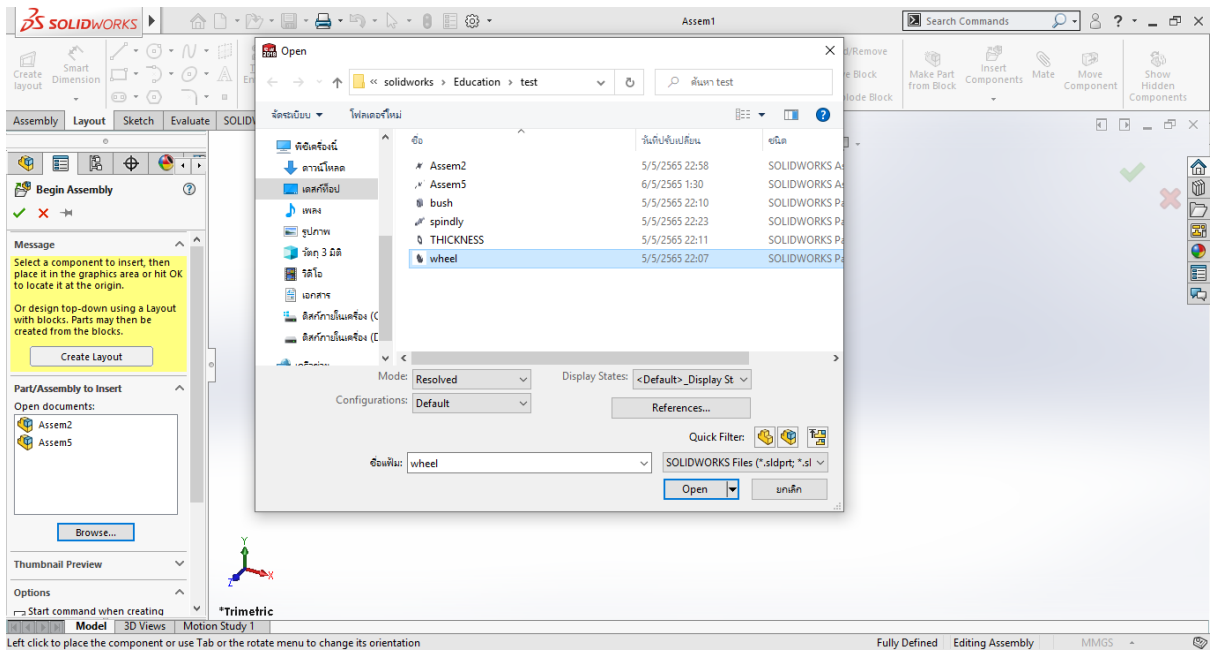


ชิ้นส่วนย่อยๆ ที่ถูกเรียกว่า Part หลายชิ้นจะถูกนำมาประกอบเป็นชิ้นงานชิ้นเดียวกัน ซึ่งการนำ Part มาประกอบกันนั้นจะถูกเรียกว่าขั้นตอน Assembly และขั้นตอนการประกอบจะสำเร็จลุล่วงได้ต้องอาศัยการออกแบบ Part ที่มีความสัมพันธ์กัน และสามารถประกอบเข้ากันได้ด้วย

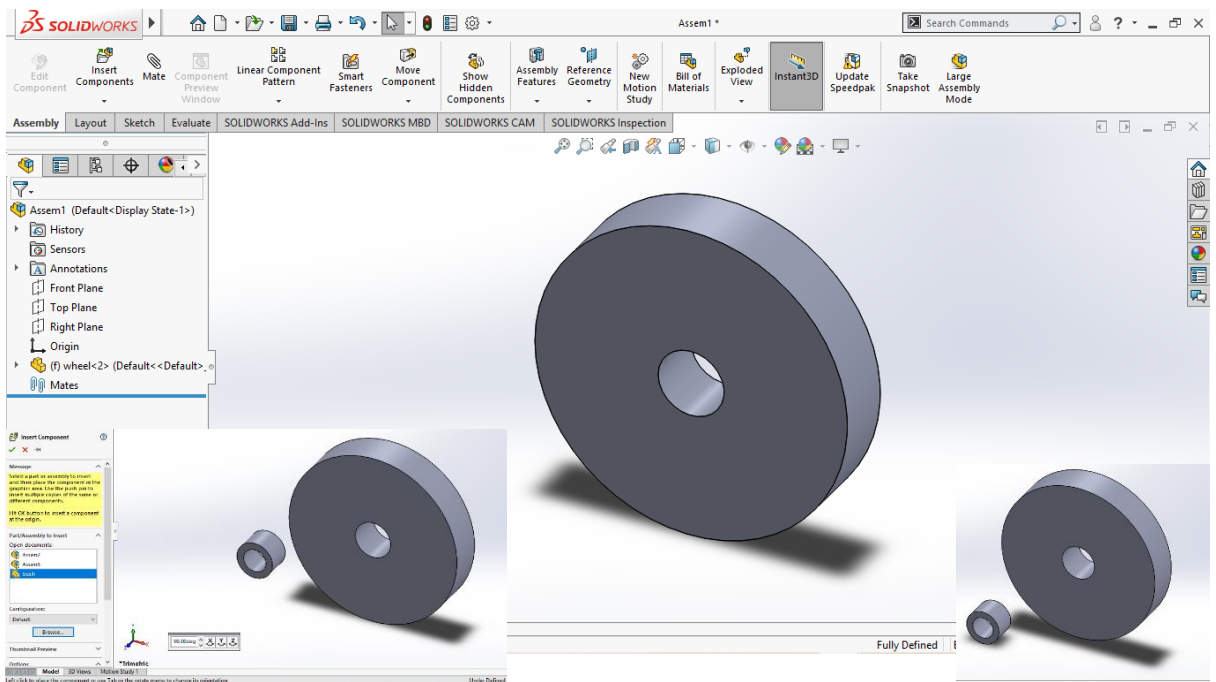
1. เริ่มต้นการสร้างชิ้นงานใหม่



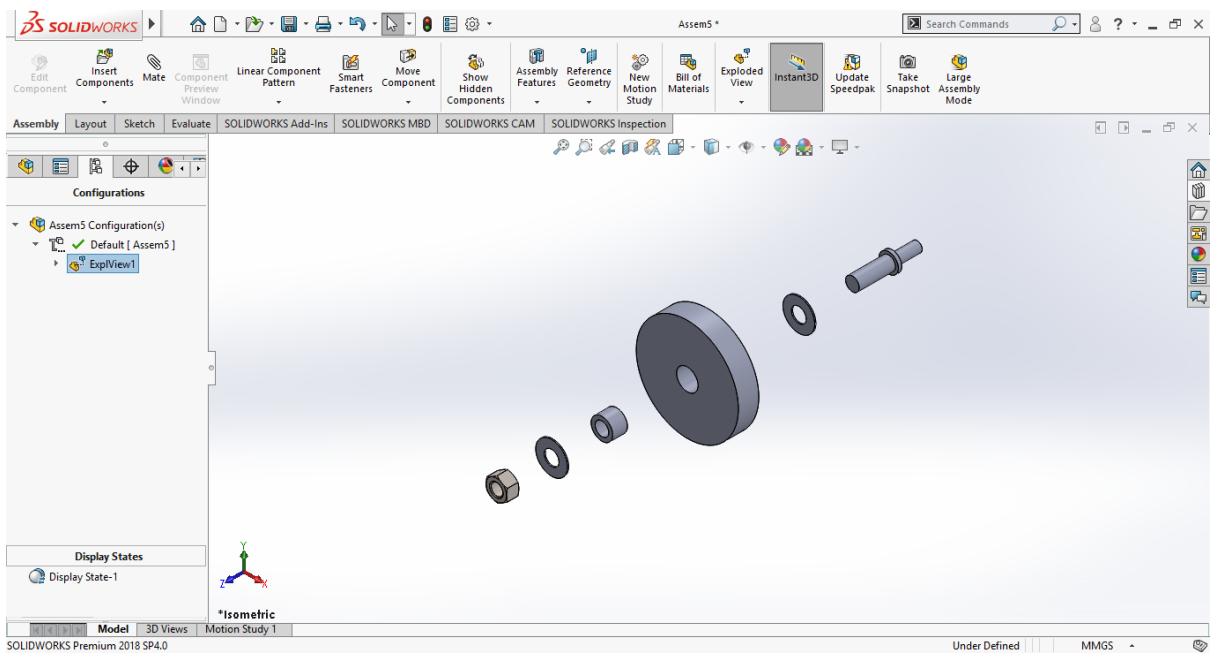
2. การเลือกชิ้นเรียงลำดับการประกอบ



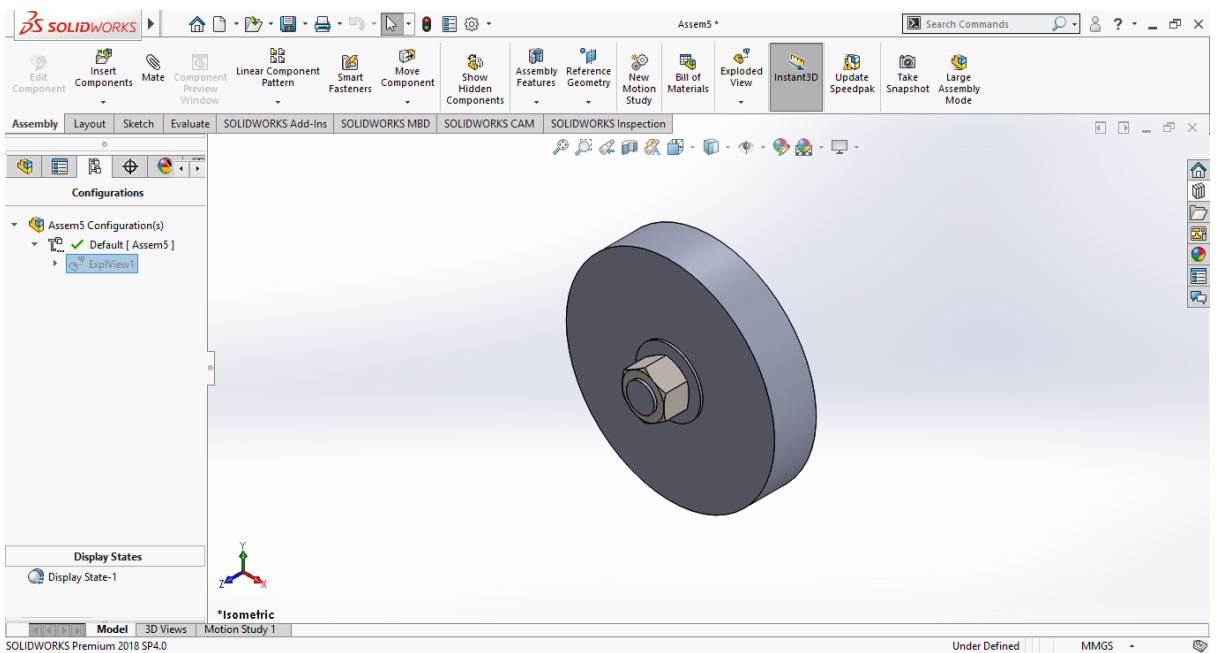
3. การนำชิ้นงานอีกตัวออกมาโดยใช้ Insert components



4. การกำหนดความสัมพันธ์เพื่อประกอบชิ้นงาน

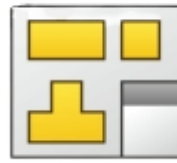


5. การประกอบชิ้นงานด้วย Mate



6. การบันทึกไฟล์ชิ้นงาน (Save)

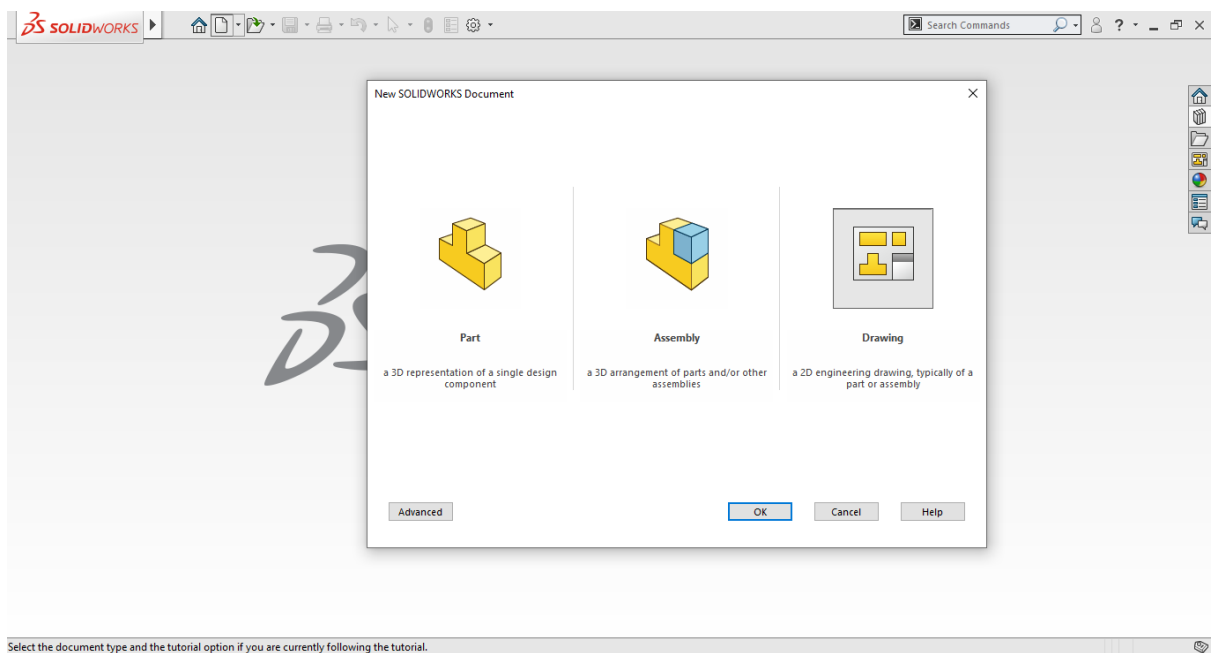
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Drawing



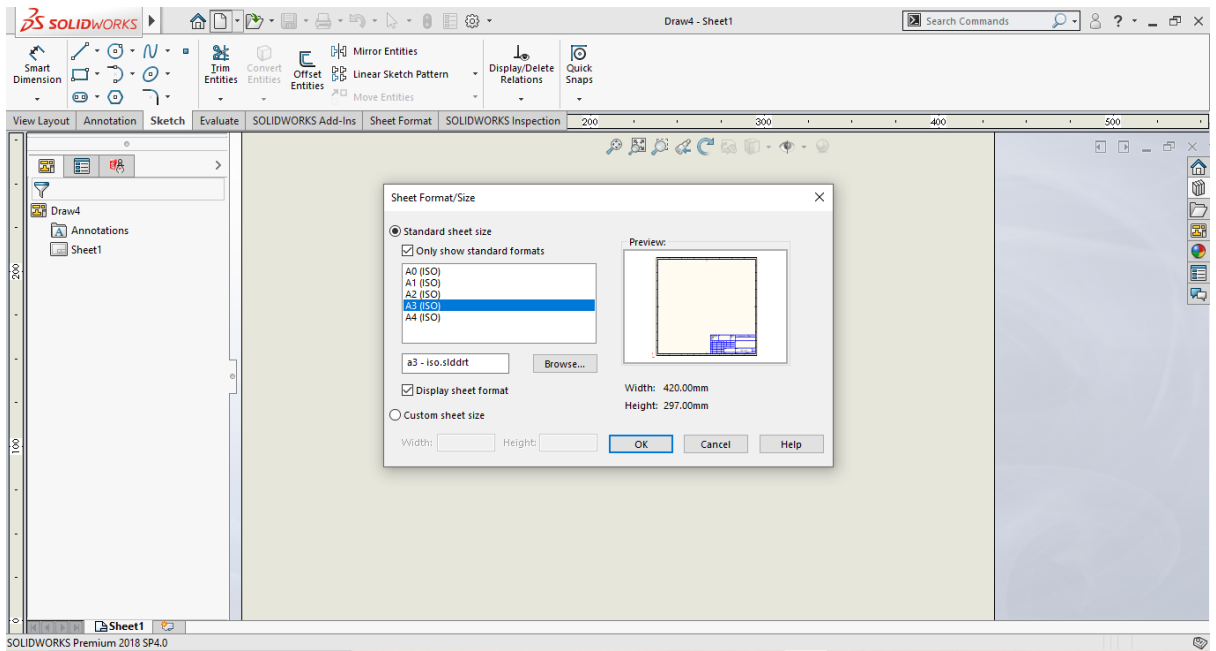
Drawing

โปรแกรม SolidWorks จะมีความสามารถในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนแบบภาพฉายได้ง่ายกว่าเดิม ซึ่งหลังจากการเขียนแบบภาพฉายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานก็จะสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของชิ้นงานได้อย่างละเอียด ซึ่งจะสัมพันธ์กับความถูกต้องของการออกแบบ Part และขั้นตอน Assembly ด้วย

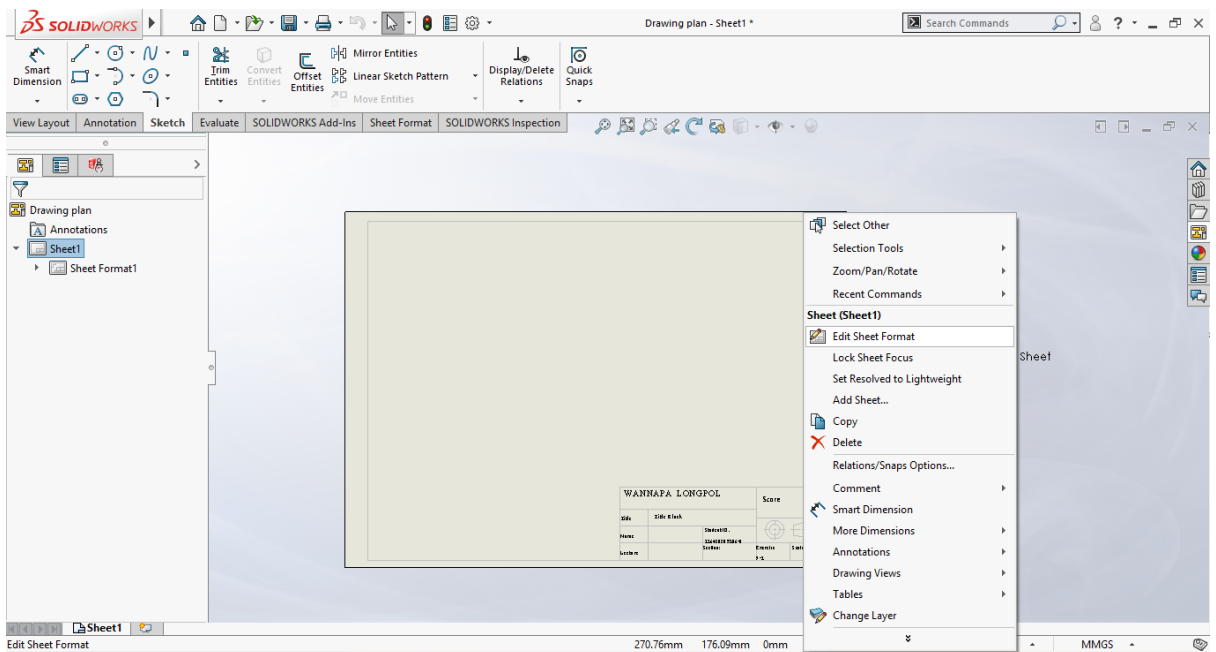
1. การสร้างชิ้นงาน (Drawing)



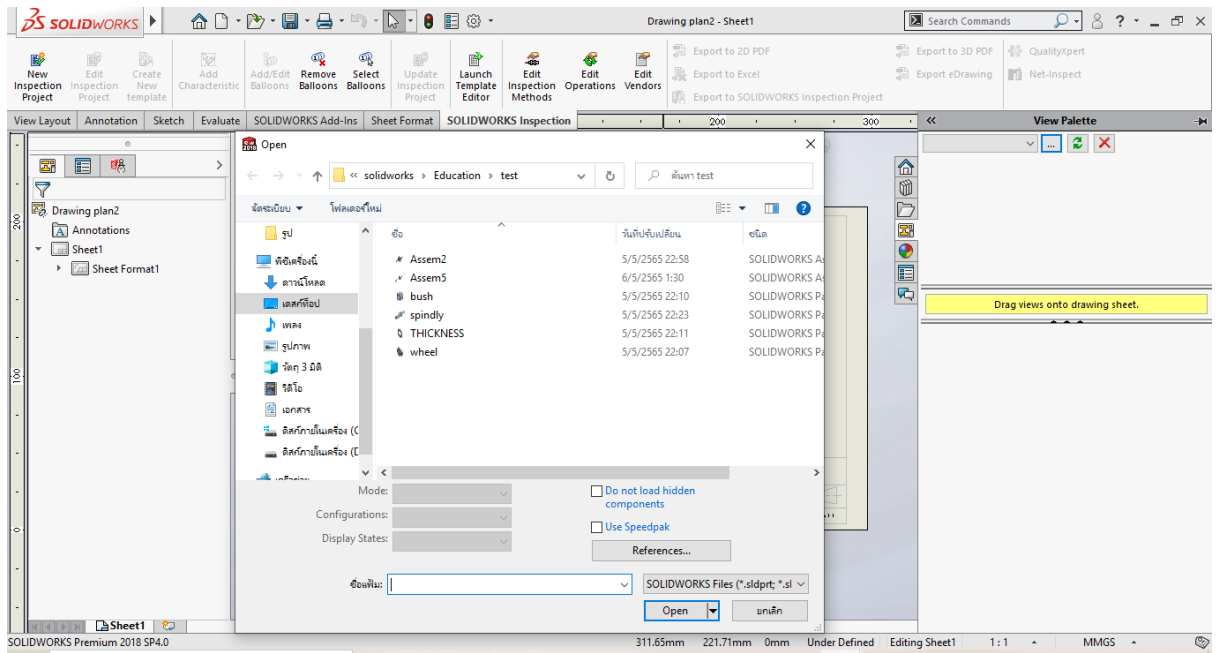
2. การเลือก Sheet format



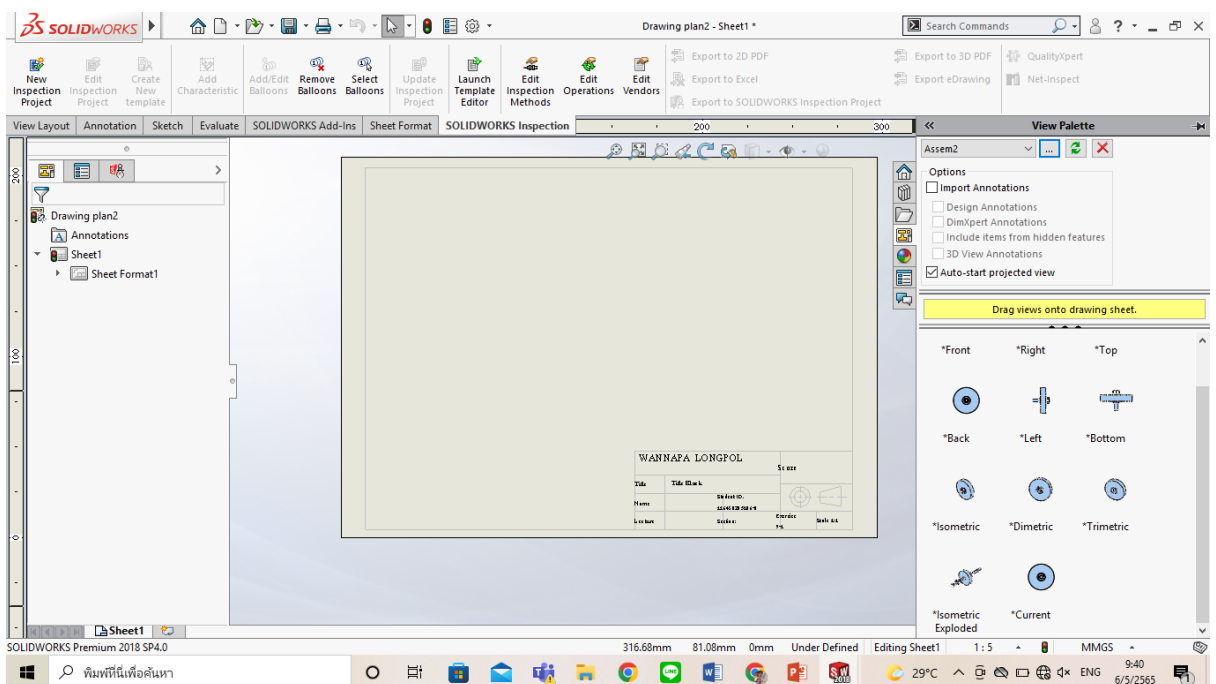
3. เมื่อเลือกเสร็จแล้วให้ทำการ คลิกขวา → Edit Sheet format



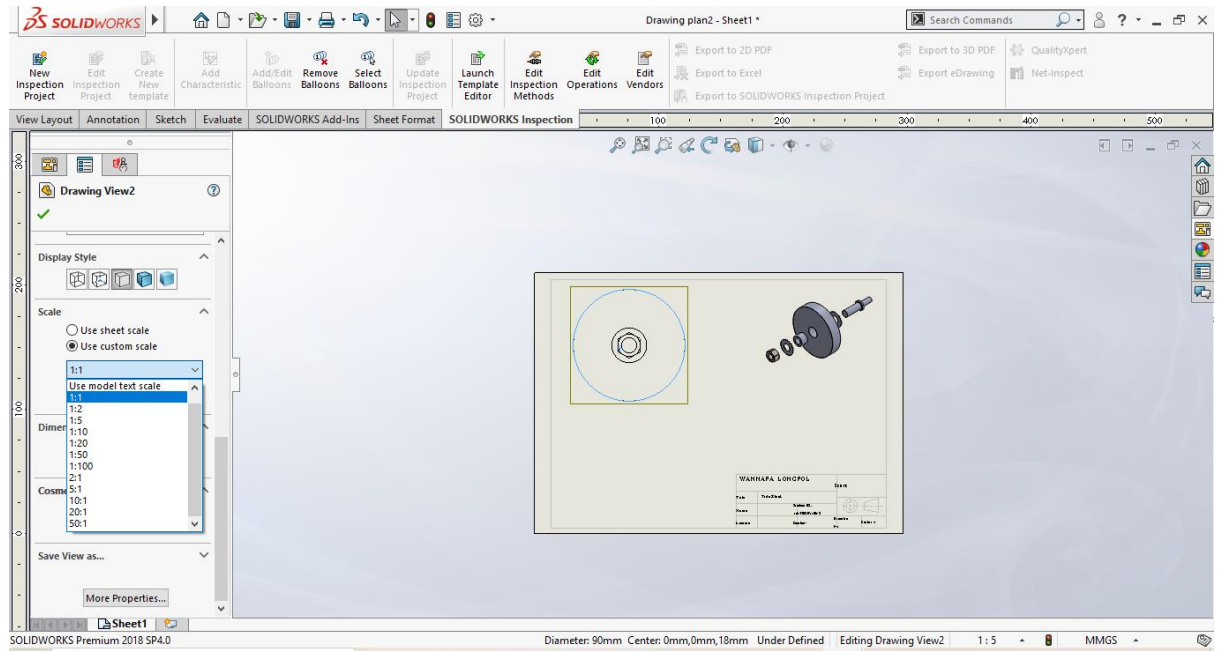
4. เมื่อเลือกเสร็จแล้วให้ทำการกด view palette



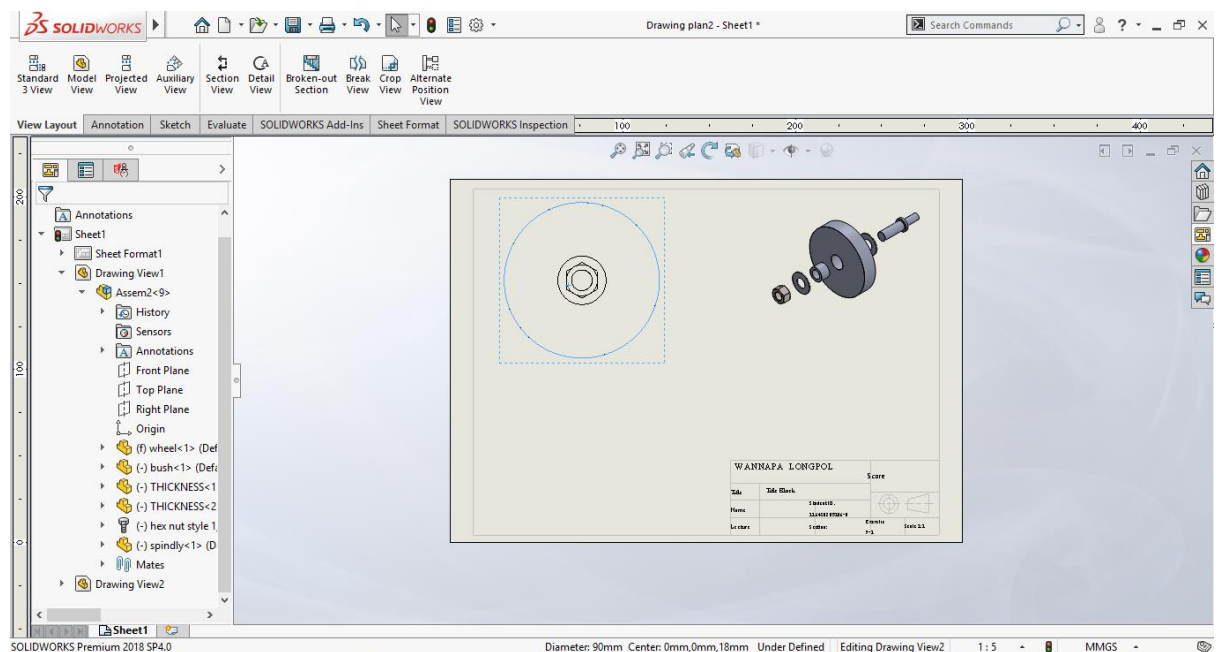
5. ต่อมาให้ทำการ Drag ลากมาวางในจุดที่ต้องการแสดง



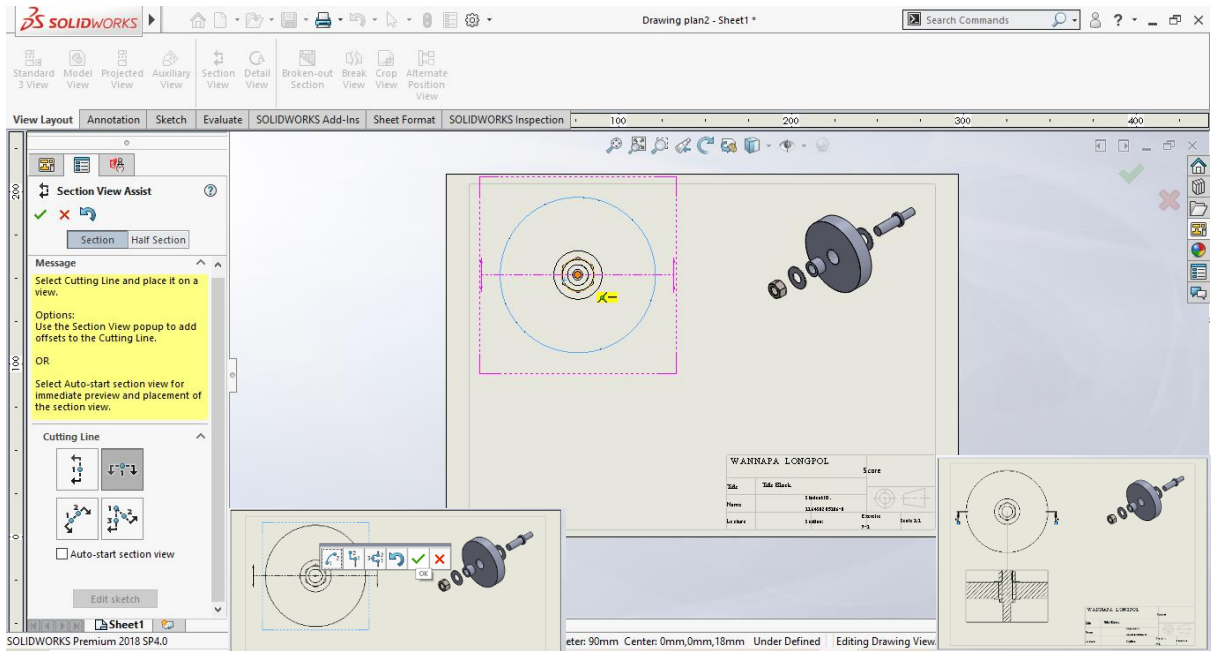
6. เมื่อลากค่านุมมองชิ้นงานไปยังแผ่นภาพได้แล้วให้ทำการปรับขนาดให้พอเหมาะ



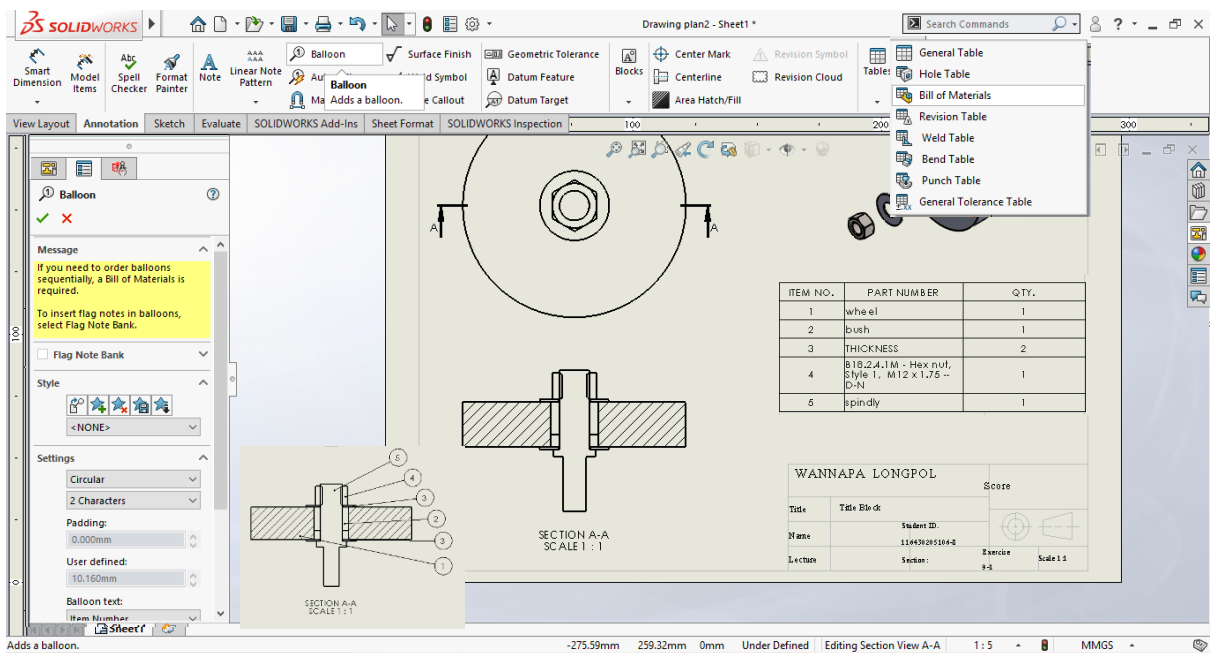
7. ต่อมาให้ทำการ Section view หรือแยกส่วนมุมมองลงมาตรงพื้นที่ที่ต้องการ



8. ให้ทำการเลือก Cutting line แล้วเลือกจุดกึ่งกลาง แล้วคลิก ok



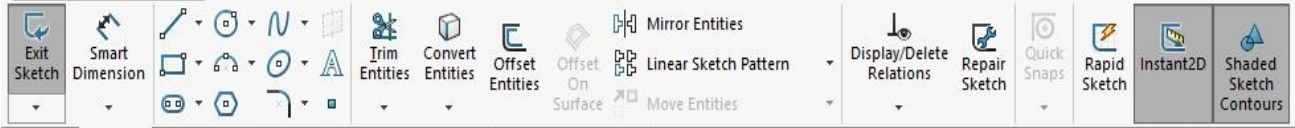
9. ต่อมาให้ทำการบอกลำดับชิ้นงาน โดยใช้ balloon ต่อมาให้สร้างตารางบอกชื่อและจำนวนแต่ละชิ้นส่วนของงาน โดยการคลิกที่ชิ้นงานที่ต้องการบอกลำดับชื่อแล้วจำนวน



10. การบันทึกไฟล์ชิ้นงาน (Save)

การใช้คำสั่งพื้นฐานในการเขียนแบบ SOLIDWORKS

คำสั่งพื้นฐานการเขียนแบบ 2D Sketch



การออกแบบโมเดลในโปรแกรม Solidworks ให้ได้เต็มประสิทธิภาพนั้น เริ่มต้นเราจะต้องเรียนรู้การใช้งานของคำสั่งเบื้องต้นในการสร้าง Sketch 2D ก่อน เพื่อเตรียมความพร้อมและความเข้าใจถึงขั้นตอนการใช้งานในคำสั่งการสร้าง Profile Sketch ต่างๆ โดยเมื่อเราทราบถึงวิธีการใช้งานของแต่ละคำสั่งแล้ว เราจะสามารถนำความเข้าใจไปพิจารณาคำสั่งต่างๆ ที่จะใช้ในการออกแบบโมเดล เพื่อให้สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพส่วนประกอบ

คำสั่งพื้นฐานในการสร้าง Sketch 2D จะแบ่งคำสั่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

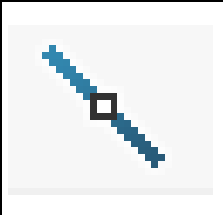
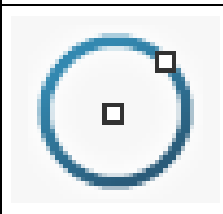
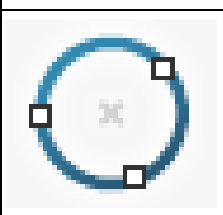
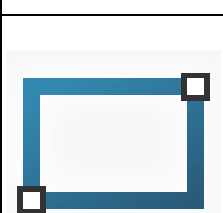
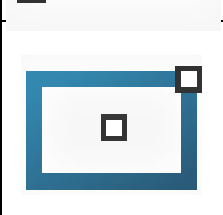
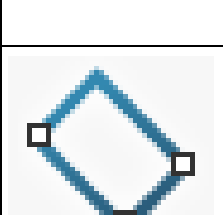
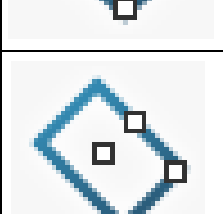
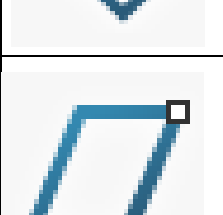
- Sketch Entities คือสเกทซ์(Sketch) คือส่วนประกอบพื้นฐานในการออกแบบกำหนดรูปร่าง และขนาดของชิ้นส่วน (part) 3 มิติ ซึ่งจะสร้างจากคำสั่งพื้นฐาน คำสั่งในการสร้าง Sketch โดยจะประกอบไปด้วยคำสั่งต่างๆ ดังนี้



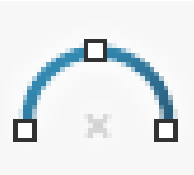
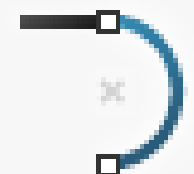
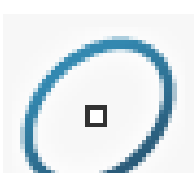
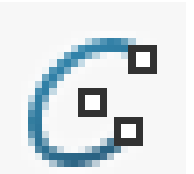
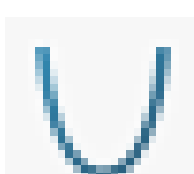
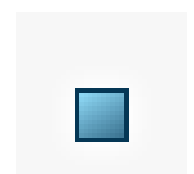
Line ,Circle, Rectangle, parallelogram, Polygon , Center point Arc,3 Point Arc, Tangent



Arc, Ellipse, Spline ,text เป็นต้น

สัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานต่างๆใน Sketch 2D

สัญลักษณ์	ชื่อ	คือ
	Line	ใช้สร้างเส้นตรง
	Centerline	ใช้สร้างเส้นร่างหรือเส้นศูนย์กลาง

	<p>Midpoint line</p>	<p>ใช้สร้างเส้นจากจุดกึ่งกลาง</p>
	<p>Circle</p>	<p>ใช้สร้างวงกลม</p>
	<p>Perimeter Circle</p>	<p>ใช้สร้างวงกลมจากจุด 3 จุด</p>
	<p>Rectangle</p>	<p>ใช้สร้างรูป 4 เหลี่ยมโดยการกำหนดจุด 2 จุด เป็นจุดของเส้น ทะแยงมุม</p>
	<p>Center Rectangle</p>	<p>ใช้สร้างสี่เหลี่ยมจากจุดศูนย์กลาง</p>
	<p>3 Point Corner Rectangle</p>	<p>ใช้สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้าจากมุม 3 จุด</p>
	<p>3 Point Center Rectangle</p>	<p>ใช้สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้าจากจุดศูนย์กลาง 3 จุด</p>
	<p>parallelogram</p>	<p>ใช้สร้างรูป 4 เหลี่ยม โดยการคลิกกำหนดจุด 3 จุด</p>

	<p>Polygon</p>	<p>ใช้สร้างรูปทรงเรขาคณิต ที่มีลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมด้านเท่า</p>
	<p>Center point Arc</p>	<p>ใช้สร้างเส้นโค้ง โดยการคลิก 3 จุด จุดแรกคือจุดศูนย์กลางของเส้น โค้งจุดที่สอง และสามคือจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของเส้น โค้ง</p>
	<p>3 Point Arc</p>	<p>ใช้สร้างเส้นโค้ง โดยคลิกจุด 3 จุด จุดแรกและจุดที่สองคือจุดเริ่มต้นและจุดปลาย ของเส้น โค้ง ส่วนจุดที่สามคือจุดบนเส้น โค้ง</p>
	<p>Tangent Arc</p>	<p>ใช้สร้างเส้นโค้งที่ ต่อจากปลายของเส้นตรงหรือเส้น โค้งอื่น ๆ โดยการคลิกจุดแรก ที่ปลายเส้นตรงหรือเส้น โค้งและลากมาคลิกจุดที่สองจะเป็นจุดปลายของเส้น โค้งที่ สร้างใหม่</p>
	<p>Ellipse</p>	<p>ใช้สร้างวงรีโดยจุดแรกที่คลิกคือจุดศูนย์กลางของวงรี จุดต่อไปคือด้านยาวและด้าน</p>
	<p>Partial Ellipse</p>	<p>ใช้ในการสร้างวงรีบางส่วน</p>
	<p>Parabola</p>	<p>ใช้สร้างเส้นเขตของจุดบนพื้นระนาบซึ่งมีระยะห่างจากจุดคงที่ เท่ากับระยะที่ห่างจากเส้นคงที่</p>
	<p>Point</p>	<p>ใช้สร้างจุดสำหรับใช้เจาะรูหรือ สร้างจุดเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ</p>

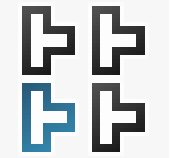
	<p>text</p>	<p>ใช้เขียนข้อความ</p>
	<p>Smart Dimension</p>	<p>ใช้บอกขนาดของวัตถุในแนวต่าง ๆ</p>
	<p>Convert Entities</p>	<p>ใช้คัดลอกเส้นหรือเส้นของรูปทรงเรขาคณิตของวัตถุ โดยการฉายลงบนระนาบ ของสเก็ทส์ที่เปิดอยู่โดยเส้นต่าง ๆ</p>

- Sketch Tools คือคำสั่งที่ใช้ในการช่วยการสร้าง Sketch ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งจะ

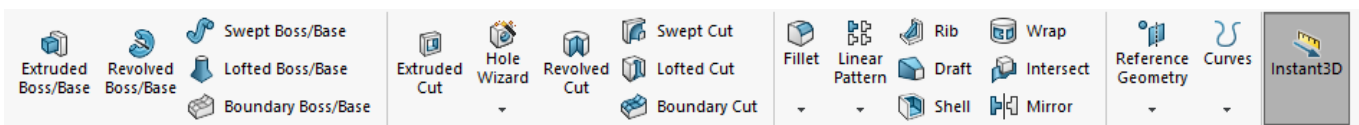
ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆดังนี้ Sketch Fillet, Sketch Chamfer, Sketch Mirror, Sketch Trim, Linear Step and Repeat, Circular Step and Repeat เป็นต้น

สัญลักษณ์ของคำสั่งต่างๆใน Sketch 2D

สัญลักษณ์	ชื่อ	คือ
	<p>Sketch Fillet</p>	<p>ใช้ลบมุม 2D แบบโค้ง</p>
	<p>Sketch Chamfer</p>	<p>ใช้ลบมุม 2D แบบเหลี่ยม</p>
	<p>Sketch Mirror</p>	<p>ใช้คัดลอกวัตถุแบบกระจกเงาโดยวัตถุจะมีลักษณะสมมาตร</p>


	<p>Sketch Trim</p>	<p>ใช้ลบเส้นที่ไม่ต้องการออกโดยคลิกเส้นที่ไม่ต้องการเส้นนั้นก็จะถูกลบ</p>
	<p>Linear Step and Repeat</p>	<p>ใช้คัดลอกวัตถุไปตามแถวและหลักตามจำนวนและระยะที่ต้องการ</p>
	<p>Circular Step and Repeat</p>	<p>ใช้คัดลอกวัตถุไปตามแนวรัศมีของวงกลม ตามจำนวน และระยะที่ต้องการ</p>

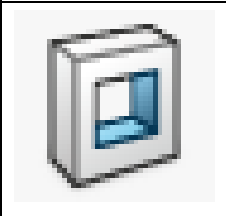
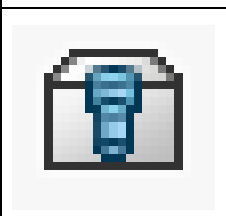

พื้นฐานการเขียนแบบ 3D Feature





การสร้างด้วยรูปร่างมาตรฐานของรูปร่างทางคณิตศาสตร์ แล้วมีการปรับตัดแต่งด้วยความสัมพันธ์พื้นฐานง่ายๆ ให้เกิดรูปร่างที่ต้องการ อาศัยความเข้าใจตามคุณสมบัติและความสัมพันธ์ที่มี และไม่ซับซ้อน ดังตัวอย่าง ด้านล่าง โดยการอธิบายประกอบรูปภาพที่ละขั้นตอนมีคำสั่งพื้นฐาน ดังนี้

สัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานต่างๆใน 3D Feature

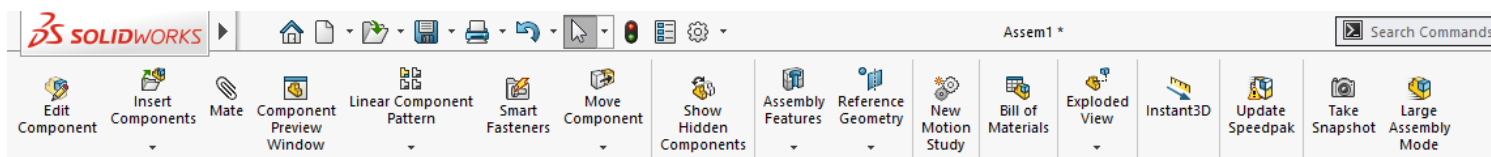
สัญลักษณ์	ชื่อ	คือ
	<p>Extrude Boss/Base</p>	<p>ใช้ยืดเนื้อวัตถุออกมาตามรูปเส้นรอบนอก (Profile) ที่สเกตซ์ไว้สามารถยืดออกในทิศ ทางบวกหรือลบก็ได้</p>

	<p>Revolved Boss/Base</p>	<p>ใช้เพิ่มเนื้อวัตถุโดยวิธีการหมุน (Rotates) รูปเส้นรอบนอกหรือหน้าตัดของ สเก็ตส์ ไปรอบเส้นตรงหรือแกนหมุนตามมุมที่กำหนด</p>
	<p>Swept Boss/Base</p>	<p>ใช้สร้างเนื้อวัตถุจากเส้น profile ที่ได้ สเก็ตซ์ไว้ให้วิ่งไปตามเส้นทางเดิน (Path) ที่ กำหนด</p>
	<p>Loft Boss/Base</p>	<p>ใช้สร้างเนื้อวัตถุโดยการเชื่อมต่อของ เส้นรอบนอก (Profile) ที่สเก็ตซ์ไว้บน ระนาบ (plane) ต่าง ๆ</p>
	<p>Boundary Boss/Base</p>	<p>ใช้เพิ่มเนื้อหาระหว่าง (Profile) ใน สองทิศทาง</p>
	<p>Extruded Cut</p>	<p>ใช้ตัดเนื้อวัตถุจากเนื้อวัตถุที่ผ่านการยึด มาแล้ว</p>
	<p>Hole Wizard</p>	<p>ใช้สร้างรูเจาะแบบต่าง ๆ พร้อมกับสร้าง เกลียวชนิดต่าง ๆ บนชิ้นงานได้</p>
	<p>Advanced Hole</p>	<p>ใช้ในการสร้างหลุมเป็นเกลียว</p>
	<p>Thread</p>	<p>ใช้ในการสร้างเกลียวเพื่อสวมยึด</p>

	<p>Revolved Cut</p>	<p>ใช้หมุนตัดเนื้อวัตถุออกจากชิ้นงาน</p>
	<p>Swept Cut</p>	<p>ใช้ในการตัดแบบจำลองโดยการ swept (Profile) ปิด หรือเปิดตามเส้นทาง</p>
	<p>Loft Cut</p>	<p>ใช้ตัดแบบจำลองโดยวัสดุระหว่างสอง หรือมากกว่า</p>
	<p>Fillet</p>	<p>ใช้ลบมุมชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นรัศมีโค้งตามขนาดที่กำหนด</p>
	<p>Chamfer</p>	<p>ใช้ลบมุมชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นขอบเรียบ</p>
	<p>Draft</p>	<p>ใช้สร้างแบบจำลองเทเปอร์จะหันไปทางมุมที่กำหนด โดยใช้ระยะนาบที่เป็นกลางหรือเส้นที่แยกจากกัน</p>
	<p>Rib</p>	<p>ใช้สร้างงานที่มีลักษณะคล้ายครีบ โดยการยึดเนื้อออกมาจากเส้น สเกตซ์ 2 มิติ</p>
	<p>Shell</p>	<p>ใช้ตัดเนื้อชิ้นงานส่วนที่เราได้เลือกออกโดยเหลือผิวเปลือกนอกไว้ตามความหนาที่กำหนด</p>

	Wrap	ใช้ในการห่อ โครงสร้างแบบปิดด้านหน้า
	Intersect	ใช้ตัดกับพื้นผิว ระนาบ และเพื่อสร้าง ปริมาตร
	Mirror	ใช้คัดลอก Feature แบบกระจกเงา โดย ชิ้นงานที่ได้จากการ Mirror จะมีลักษณะ ที่สมมาตรกัน

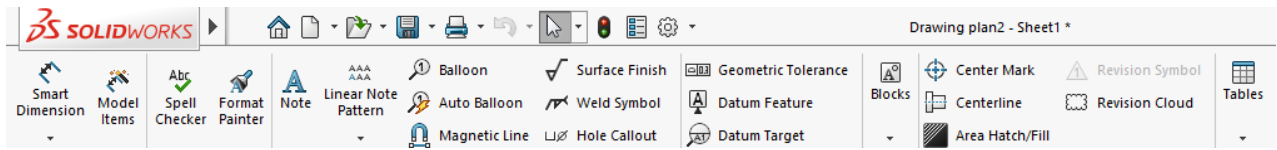
สัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานต่างๆใน Assembly

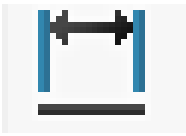
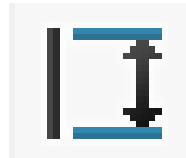








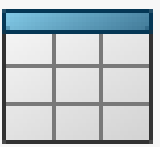

สัญลักษณ์	ชื่อ	คือ
	Insert Component	ใช้นำเข้าไฟล์ชิ้นส่วนเข้ามาวางใน ไฟล์แอสเซมบลี
	New Component	ใช้สร้างไฟล์ชิ้นส่วนใหม่ในไฟล์ แอสเซมบลี
	Mate	เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ประกอบ ชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน

	<p>Move Component</p>	<p>ใช้เคลื่อนย้ายชิ้นส่วนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยจะเคลื่อนย้ายได้เพียง ชิ้นส่วนเดียว เท่านั้น</p>
	<p>Rotate Component</p>	<p>ใช้เคลื่อนหมุนชิ้นส่วนตามมุมมองที่ต้องการ โดยจะหมุนได้เพียงชิ้นส่วนเดียว เท่านั้น</p>
	<p>Smart Fasteners</p>	<p>เป็นคำสั่งที่ใช้ประกอบชิ้นส่วน นิตและสกรูเข้ามาประกอบกับชิ้นส่วน โดย อัตโนมัติ</p>
	<p>Exploded View</p>	<p>ใช้เคลื่อนย้ายหรือหมุนชิ้นส่วนให้เป็นภาพระเบิดตามทิศทางที่ต้องการ</p>
	<p>Interference detection</p>	<p>ใช้ตรวจสอบจุดทับซ้อนกันของชิ้นงาน</p>
	<p>Show Hide Component</p>	<p>ใช้แสดงหรือซ่อนชิ้นส่วน</p>
	<p>Edit Component</p>	<p>ใช้เชื่อมต่อสลักระหว่างโหมดการแก้ไขชิ้นส่วนกับโหมดแอสเซมบลี</p>

สัญลักษณ์ของคำสั่งพื้นฐานต่างๆใน Drawing






สัญลักษณ์	ชื่อ	คือ
	Horizontal Dimension	ใช้วัดขนาดแนวนอน
	Vertical Dimension	ใช้วัดขนาดแนวตั้ง
	Baseline Dimension	ใช้วัดระหว่างขนาดพื้นฐาน
	Ordinate Dimension	ใช้วัดขนาดพิกัด
	Horizontal Ordinate Dimension	ใช้วัดขนาดพิกัดแนวนอน
	Vertical Ordinate Dimension	ใช้วัดขนาดพิกัดแนวตั้ง

	<p>Angular Running Dimension</p>	<p>ใช้วัดขนาดมิติการวิ่งเชิงมุม</p>
	<p>Chamfer Dimension</p>	<p>ใช้วัดขนาดการลบมุม</p>
	<p>Path Length Dimension</p>	<p>ใช้วัดขนาดความยาวของเส้น</p>
	<p>Model Items</p>	<p>ใช้บอกขนาด คำอธิบายประกอบของชิ้นงานที่เลือก</p>
	<p>Tables</p>	<p>ใช้ในการสร้างตาราง</p>
	<p>Bill of Materials</p>	<p>ใช้สร้างตารางในการระบุส่วนประกอบต่างๆ ตามลำดับที่ต้องการหรือใช้สูตรในการผลิต</p>
	<p>Spell Checker</p>	<p>ใช้ตรวจสอบคำผิด</p>
	<p>Section view</p>	<p>ภาพที่แสดงการตัดหรือผ่าวัตถุ โดยสามารถมองเห็นรายละเอียดของวัตถุ, เนื้อวัตถุและที่ว่างได้อย่างชัดเจน</p>

	<p>Detail View</p>	<p>ใช้เพิ่มมุมมองรายละเอียดเพื่อแสดงส่วนของมุมมองโดยปกติในขนาดที่ขยายใหญ่ขึ้น</p>
	<p>Auxiliary View</p>	<p>มุมมองเสริมเพิ่มมุมมองโดยแสดงมุมมองใหม่จากเอนทิตีเชิงเส้น (ขอบ เอ็นทิตี ร่างและอื่นๆ)</p>
	<p>Projected View</p>	<p>มุมมองที่คาดการณ์ คือใช้เพิ่มมุมมองที่ฉายโดยการแสดงมุมมองใหม่จากมุมมองที่มีอยู่</p>
	<p>Model View</p>	<p>ใช้เพิ่มมุมมองจาก หรือตั้งชื่อตามชิ้นส่วน หรือชุดประกอบที่มีอยู่</p>
	<p>Standard 3 View</p>	<p>ใช้เพิ่มมุมมองมาตรฐาน และมุมมองจากสามมุมมองประเภท และทิศทางของมุมมองอาจเป็นมุมที่ 1 หรือมุมที่ 3</p>
	<p>Broken – out Section</p>	<p>ใช้เพิ่มส่วนที่แยกย่อยในมุมมองที่มีอยู่ซึ่งเผยให้เห็นรายละเอียดภายในของโมเดล</p>
	<p>Break View</p>	<p>ใช้เพิ่มเส้นแบ่งไปยังมุมมองที่เลือก</p>
	<p>Crop View</p>	<p>ใช้ครอบตัดมุมมองที่มีอยู่เพื่อแสดงเพียงบางส่วนของมุมมอง</p>

	<p>Balloon</p>	<p>ใช้ในการบอกลำดับของชิ้นงาน</p>
	<p>Auto Balloon</p>	<p>ใช้ในการบอกลำดับของชิ้นงานแบบอัตโนมัติ</p>
	<p>Magnetic Line</p>	<p>ใช้แทรกเส้นแม่เหล็ก</p>
	<p>Note</p>	<p>ใช้ในการเพิ่มบันทึกย่อ</p>
	<p>Format Painter</p>	<p>ใช้คัดลอกคุณสมบัติภาพระหว่างมิติข้อมูล และคำอธิบายประกอบ</p>
	<p>Linear Note Pattern</p>	<p>ใช้เพิ่มรูปแบบเชิงเส้นของบันทึก</p>
	<p>Surface Finish</p>	<p>ใช้เพิ่มสัญลักษณ์การตกแต่งพื้นผิว</p>
	<p>Weld Symbol</p>	<p>ใช้เพิ่มสัญลักษณ์การเชื่อมบนเอนทิตีที่เลือก (หน้า ขอบ และอื่นๆ)</p>




	<p>Hole Callout</p>	<p>ใช้เพิ่มคำบรรยายภาพ</p>
	<p>Geometric Tolerance</p>	<p>ใช้ตั้งค่าคุณสมบัติสำหรับรูปร่างชนิดใหม่ และวางไว้บนภาพวาดโดยคลิกที่แผ่นภาพวาด</p>
	<p>Datum Feature</p>	<p>ใช้เพิ่มสัญลักษณ์คุณสมบัติ</p>
	<p>Datum Target</p>	<p>ใช้เพิ่มเป้าหมายตัวเลข (จุด หรือพื้นที่ และสัญลักษณ์)</p>
	<p>Blocks</p>	<p>บล็อกคำสั่ง</p>
	<p>Center Mark</p>	<p>ใช้สร้างจุดเซ็นเตอร์มาร์ค หรือใช้เพิ่มเครื่องหมายบนวงกลม ขอบ ขอบช่อง หรือเอ็นทีดีรัาง</p>
	<p>Centerline</p>	<p>ใช้สร้างเส้นกึ่งกลางในมุมมอง หรือเอ็นทีดีที่เลือก</p>
	<p>Area Hatch/Fill</p>	<p>ใช้ในการเพิ่มรูปแบบ หรือเติมแบบที่บให้กับหน้าแบบจำลอง แบบปิด</p>

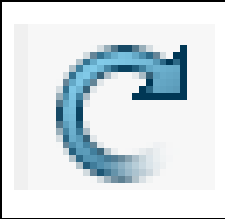
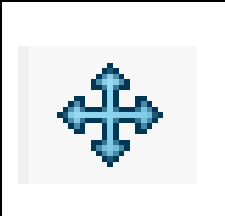
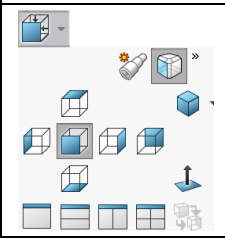
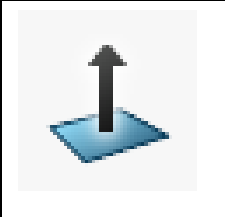
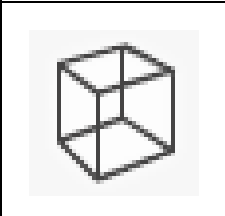
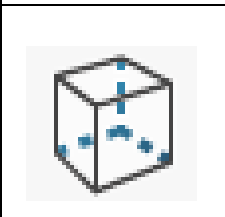
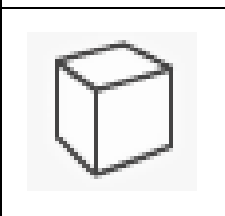

	<p>Revision Cloud</p>	<p>ใช้ในการแทรกข้อความการแก้ไข</p>
---	-----------------------	------------------------------------





มุมมองของวัตถุในโปรแกรม Solidworks

มุมมองหรือการมองภาพแบบต่าง ๆ ในโปรแกรม Solidworks จะช่วยอำนวยความสะดวกในการมองภาพและการเขียนแบบคำสั่งที่ใช้แสดงมุมมองแบบต่าง ๆ (View tools) จะอยู่บนทูลบาร์มาตรฐานตามตาราง

สัญลักษณ์มุมมอง

สัญลักษณ์	ชื่อ	คือ
	<p>Previous view</p>	<p>แสดงภาพของวัตถุในมุมมองก่อนหน้ามุมมองที่แสดงอยู่ในปัจจุบัน โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Zoom to fit</p>	<p>แสดงภาพของวัตถุทั้งหมด ตามขอบเขตของจอภาพ โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Zoom to area</p>	<p>ขยายภาพของวัตถุบางส่วนตามกรอบของหน้าต่างที่เลือก โดยการคลิกที่ไอคอนเลือกตำแหน่งที่ต้องการขยายโดยการสร้างกรอบหน้าต่างครอบตำแหน่งนั้นๆ</p>
	<p>Zoom In-Out</p>	<p>ขยายหรือย่อภาพของวัตถุโดยคลิกที่ไอคอน หรือ หมุนปุ่มกลางของเมาส์เข้า-ออก</p>
	<p>Zoom to selection</p>	<p>ขยายพื้นที่ที่เลือกอาจเป็นพื้นผิวเดียวหรือหลายพื้นผิวก็ได้ โดยการเลือกพื้นผิวของภาพ แล้วคลิกที่ไอคอน</p>

	<p>Rotate view</p>	<p>การหมุนวัตถุโดยการ -คลิกที่ไอคอน จะปรากฏเส้นที่เป็นวงกลมขึ้นบนจอภาพหมุนวัตถุอิสระคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่จุดในวงกลมคลิกค้างไว้แล้วหมุนได้ตามความต้องการ</p>
	<p>Pan</p>	<p>เลื่อนย้ายวัตถุไปยังตำแหน่งที่ต้องการโดยการ –คลิกที่ไอคอนแล้วคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่วัตถุค้างไว้เลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ</p>
	<p>Standard View</p>	<p>การเปลี่ยนมุมมองไปยังมุมมองมาตรฐาน เช่น ภาพด้านหน้า (Front) ภาพด้านหลัง (Back) และ มุมมองมาตรฐาน อื่นๆ โดยคลิกที่ไอคอนของ มุมมองมาตรฐานต่างๆ ที่ต้องการ</p>
	<p>Normal To</p>	<p>การเปลี่ยนมุมมองของภาพให้ขนานกับระนาบหรือพื้นผิวที่ราบเรียบ โดยการเลือกระนาบหรือพื้นผิวราบแล้วคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Wire Frame</p>	<p>การให้วัตถุแสดงเฉพาะเส้นเติม โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Hidden lines visible</p>	<p>การให้วัตถุแสดงเส้นที่มองเห็นเป็นเส้นเติม ส่วนเส้นที่มองไม่เห็นจะแสดงเป็นเส้นประ โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Hidden lines removed</p>	<p>การให้วัตถุแสดงเฉพาะเส้นที่มองเห็นเท่านั้น ส่วนเส้นที่มองไม่เห็นจะไม่แสดง โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Shaded with Edges</p>	<p>การให้แสงเงาแก่วัตถุและให้แสดงเส้นขอบรูปทุกเส้นของวัตถุ โดยการคลิกที่ไอคอน</p>

	<p>Shaded</p>	<p>การให้แสงเงาแก่วัตถุและแต่ไม่ให้เห็นเส้นขอบรูป โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Shadow in Shaded Mode</p>	<p>การให้แสงเงาได้วัตถุ โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Section view</p>	<p>การให้แสดงภาพตัดของวัสดุตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยการคลิกที่ไอคอน</p>
	<p>Dynamic Annotation Views</p>	<p>ไดนามิกสลับมุมมองคำอธิบายประกอบไดนามิก</p>

เครื่องมือพื้นฐานของ Relation

การกำหนดความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตหรือการบังคับคุณสมบัติของเส้นแบบต่างๆ มีความสำคัญและช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบเป็นอย่างมากเมื่อเราทำการแก้ไขหรือ เปลี่ยนแปลงภาพสเกตซ์ในภายหลัง ตัวอย่างเช่นเมื่อกำหนดให้วงกลม 2 วง ให้มีขนาดเท่ากัน โดยใช้คำสั่ง Add Relation และเมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดของวงกลมใดวงกลมหนึ่งอีกวงหนึ่งก็จะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของวงกลมที่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะมีขนาดเท่ากันตลอด โดยสามารถกำหนดความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางเรขาคณิตของภาพสเกตซ์โดยการคลิกปุ่ม Add Relation หรือคลิก ขวาบนกราฟิกวินโดว์แล้วเลือก Add Relation มีความหมายดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ Relation หรือความสัมพันธ์ของเส้น

สัญลักษณ์	ชื่อ	คือ
	Perpendicular	ใช้กำหนดเส้น 2 เส้นตั้งฉากกัน โดยเส้นแรก que เลือกจะอยู่ในตำแหน่งเดิม ส่วนเส้นที่ 2 ที่เลือก จะเลื่อนไปตั้งฉากกับเส้นแรก
	Parallel	ใช้กำหนดให้เส้น 2 เส้นขนานกัน โดยเส้นแรก que เลือกจะอยู่ในตำแหน่งเดิม ส่วนเส้นที่ 2 ที่เลือก จะปรับเลื่อนไปขนานกับเส้นแรก
	Tangent	ใช้กำหนดให้เส้นตรงไปสัมผัส (Tangent) กับ เส้น โค้งหรือวงกลม
	Coincident	ใช้เคลื่อนย้ายตำแหน่งของจุดปลายของเส้น 2 เส้น ให้เข้ามาประสานกันใช้ได้ทั้งเส้น โค้งและ เส้นตรง
	Concentric	ใช้กำหนดให้วงกลมหรือเส้น โค้งร่วมศูนย์กลางกัน
	Conradial	ใช้กำหนดให้วงกลมหรือเส้น โค้งมีรัศมีเท่ากัน และทับกัน
	Horizontal	ใช้กำหนดให้เส้นตรงต่าง ๆ ขนานกับเส้นของ แกนนอน

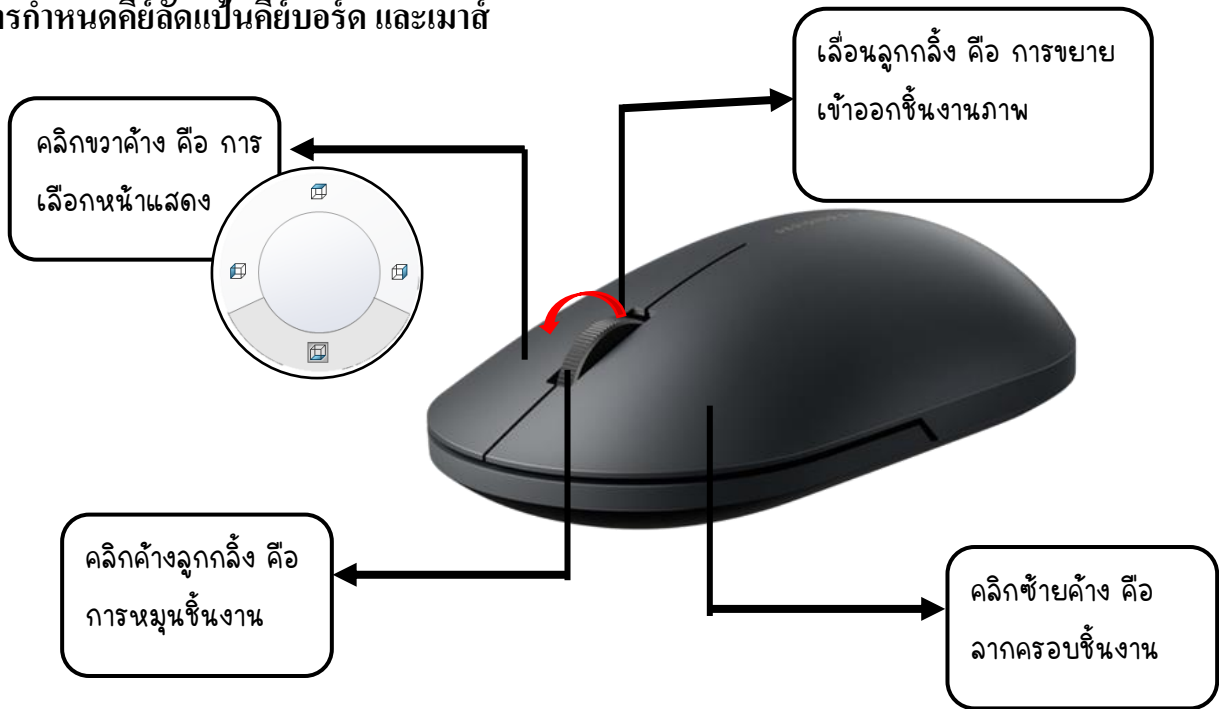
	<p>Vertical</p>	<p>ใช้กำหนดให้เส้นตรงต่าง ๆ ขนานกับเส้นของแกนตั้ง</p>
	<p>Equal</p>	<p>ใช้กำหนดให้ขนาดของเส้นตรง เส้นโค้ง หรือวงกลมมีขนาดที่เท่ากัน</p>
	<p>Fix</p>	<p>ใช้กำหนดให้จุดต่าง ๆ อยู่กับที่ (Fix) เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดปลายของเส้นตรงเส้นโค้งหรือจุดศูนย์กลางของวงกลมต่าง ๆ</p>
	<p>Merge</p>	<p>ใช้กำหนดให้จุดต่อของเส้นตรง หรือจุดศูนย์กลางของวงกลมประสานกันกับจุดต่อของเส้นตรง หรือจุดศูนย์กลางของวงกลมอื่นๆ</p>
	<p>Midpoint</p>	<p>ใช้กำหนดให้จุดต่อของเส้นตรงหรือจุดศูนย์กลางของวงกลมประสานกันกับจุดกึ่งกลางของเส้นตรง</p>

2D และ 3D แตกต่างกันอย่างไร

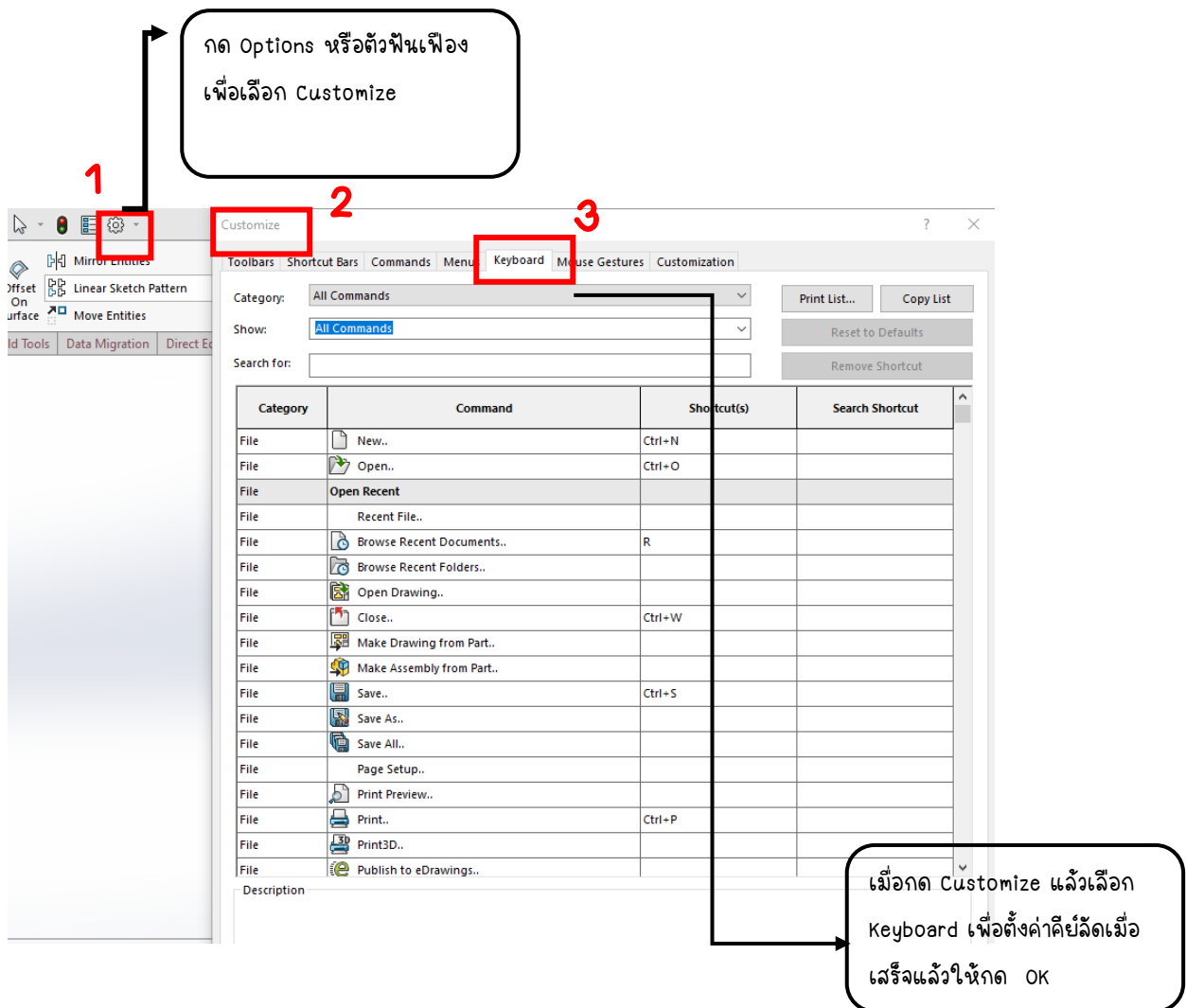
2D คือ การเขียนแบบ 2 มิติ การวาดแบบลงไปในกระดาษ หรือพื้นที่การทำงานบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (solid works) โดยการเขียนจะอยู่บน 2 แกนที่อยู่บนเฉพาะแกน X และ Y เท่านั้น ซึ่งเราเรียกว่า 2D ใช้วาดแบบหรือออกแบบวัตถุต่างๆ ในรูปแบบ 2 มิติ

3D คือ การขึ้นรูปในรูปแบบ 3 มิติ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ ช่วยในการสร้างชิ้นส่วนหรือ Part ด้วยแบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometry) ชิ้นส่วนที่ถูกสร้างขึ้นมาเรียกว่าแบบจำลองหรือ Model และแบบจำลองนี้ก็สามารถแสดงเป็นแบบ Drawing หรือไฟล์ข้อมูล

การกำหนดคีย์ลัดเป็นคีย์บอร์ด และเมาส์



การกำหนดคีย์ลัดเป็นคีย์บอร์ด และเมาส์



กด Options หรือตัวฟันเฟือง
เพื่อเลือก Customize

1

2

3

Category	Command	Shortcut(s)	Search Shortcut
File	New..	Ctrl+N	
File	Open..	Ctrl+O	
File	Open Recent		
File	Recent File..		
File	Browse Recent Documents..	R	
File	Browse Recent Folders..		
File	Open Drawing..		
File	Close..	Ctrl+W	
File	Make Drawing from Part..		
File	Make Assembly from Part..		
File	Save..	Ctrl+S	
File	Save As..		
File	Save All..		
File	Page Setup..		
File	Print Preview..		
File	Print..	Ctrl+P	
File	Print3D..		
File	Publish to eDrawings..		

เมื่อกด Customize แล้วเลือก
Keyboard เพื่อตั้งค่าคีย์ลัดเมื่อ
เสร็จแล้วให้กด OK



การ Reverse Engineering

วิศวกรรมย้อนกลับ (Reverse Engineering)

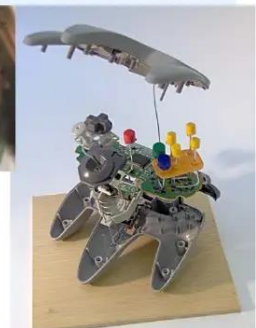
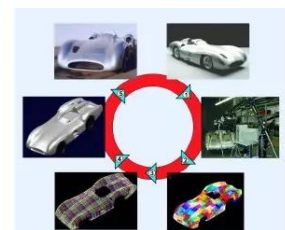
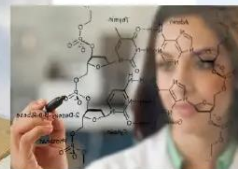
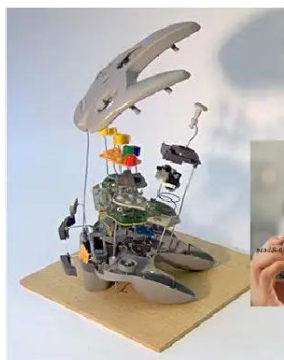
1. วิศวกรรมย้อนรอยคืออะไร

วิศวกรรมย้อนรอย (Reverse Engineering) หมายถึง กระบวนการพัฒนาโดยใช้การวิเคราะห์สลับกลับไปจากต้นแบบที่มีอยู่เดิม โดยต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากชิ้นงานต้นแบบอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่วัสดุ คุณสมบัติ จนถึงกรรมวิธีการผลิต อาจ ขยายความได้ว่าเป็นการลอกเลียนแบบสร้างสรรค์ และยังเป็น การแก้ไขข้อบกพร่องของการประดิษฐ์เดิมให้ดียิ่งขึ้น

reverse engineering สามารถทำได้กับทั้งสิ่งที่จับต้องไม่ได้ เช่นระบบการทำงาน บริการ หรือสิ่งที่จับต้องได้ เช่น สินค้าต่างๆ วิธีทำ reverse engineering ด้วยการแยกอุปกรณ์ หรือถอดเป็นชิ้นๆ ส่วนใหญ่เป็นวิธีที่ทำแล้วได้ผลในการศึกษาหรือ ปรับปรุงสินค้าต้นแบบให้ดีกว่าเดิม เช่นอาจจะย้อนรอยดูในเรื่องของขนาดรูปร่างของต้นแบบหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

ซึ่งบางครั้งบริษัทคู่แข่งอาจต้องซื้อเครื่องจักรของอีกบริษัท เพื่อ ไปเรียนรู้วิธีการทำงานหรืออาจต้องแยกเป็นชิ้นส่วน เพื่อให้ทราบถึง ขั้นตอนการประกอบ

ทั้งนี้ ก็จะ นำ ข้อมูล ที่ได้ มา สร้างสรรค์หรือพัฒนาเป็นนวัตกรรมใหม่ๆ นั่นเองเหตุผลที่วิศวกรรมย้อนรอยถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทาง วิศวกรรมก็อาจจะด้วยเหตุผลทาง



ธุรกิจหรือเชิงพาณิชย์ แต่นั่นอาจจะไม่ใช่ เหตุผลหลักเสมอไปเพราะประโยชน์ที่ได้ก็ทำให้เกิดเทคโนโลยี

ที่มา <https://createc.mhesi.go.th/sites/default/files/revers%20enginerring.pdf>

หรือเครื่องจักร ใหม่ๆ มากมาย ส่วนเหตุผลอื่นๆ ก็เช่น ผู้ผลิตรายเก่ายกเลิกการผลิตไปแล้ว หรือ เพื่อวิเคราะห์ส่วนที่ดีหรือไม่ดี หรือเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของเดิมให้ดียิ่งขึ้น”

วิศวกรรมย้อนรอย คืออย่างไร?

- สามารถต่อยอดไปสู่การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าเดิม
- ประหยัดเวลา ไม่ต้องเสียเวลาลองผิดลองถูก เพราะสิ่งที่นำมาเป็นต้นแบบที่ต้องการันตีความสำเร็จหรือประสิทธิผลของต้นแบบชิ้นนั้นอยู่แล้ว
- ประหยัดต้นทุน เครื่องจักรที่นำเข้าจากต่างประเทศมักมีราคาแพง หากเราสามารถศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องจักร จนสามารถผลิตเองได้ นอกจากการทำงานจะมีประสิทธิภาพก็ยังสามารถช่วยลดส่วนต่างจากการนำเข้าได้อย่างมาก

วิศวกรรมย้อนรอย ผิดกฎหมายไหม?

วิศวกรรมย้อนรอย มักจะถูกเข้าใจว่าเป็นการลอกเลียนแบบหรือทำซ้ำโดยไม่ได้พัฒนา ซึ่งตามกฎหมายแล้วการทำ วิศวกรรมย้อนรอยหรือวิศวกรรมย้อนกลับนั้น ไม่ผิดกฎหมาย เพราะได้รับการคุ้มครองตามพระราชบัญญัติความลับทางการค้า พ.ศ.๒๕๔๕ มาตรา ๗ ‘การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้แก่ความลับทางการค้า มิให้ถือว่าเป็นการละเมิดสิทธิในความลับทางการค้า’ และ ‘การทำวิศวกรรมย้อนกลับได้แก่ การค้นพบความลับทางการค้าของผู้อื่น โดยผู้ค้นพบได้ทำการประเมิน และศึกษาวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป เพื่อค้นคว้า หาวิธีที่ผลิตภัณฑ์นั้นได้รับการประดิษฐ์ จัดทำหรือพัฒนาแต่ ทั้งนี้ บุคคลที่ทำการประเมินและศึกษาวิเคราะห์ดังกล่าวจะต้องได้ผลิตภัณฑ์เช่นว่านั้นมาโดยวิธีที่สุจริต”

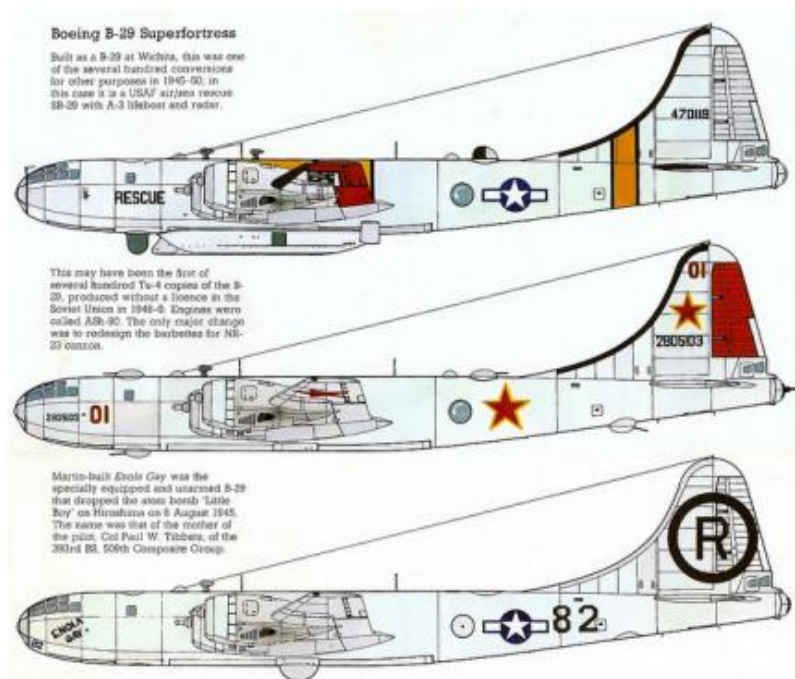
2. ความเป็นมาวิศวกรรมย้อนรอย

‘การพัฒนาอันไม่หยุดยั้งของเทคโนโลยี นอกจากจะเข้ามามีบทบาทในการขับเคลื่อน โลกให้ก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลาแล้ว ยังเป็นการผลักดันให้การ แข่งขันของประเทศต่างๆ มีสูงขึ้นตามไปด้วย สำหรับประเทศไทยที่อาศัยศักยภาพในฐานะประเทศผู้ผลิต และส่งออกเป็นฟันเฟืองใหญ่ในการขับเคลื่อน ประเทศ การหาแนวทาง หรือวิธีการ ที่จะมาช่วยสนับสนุน ทั้งในด้านการส่งเสริมกำลังการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น จึงเป็นเรื่องที่มี การศึกษาวิจัย และหาแนวทางพัฒนามาโดยตลอด

วิศวกรรมย้อนรอย ถือเป็นทางเลือกที่จะมาช่วย "ยกระดับ" การแข่งขันให้ประเทศไทยทัดเทียมกับประเทศอื่นๆ บนเวทีโลกภายใต้กรอบการ พัฒนาดังกล่าว แรกเริ่มวิศวกรรมย้อนรอยถูกนำมาใช้ในการทหารยุคสงครามโลกครั้งที่สองและยุคสงครามเย็นเพื่อคัดลอกเทคโนโลยี อุปกรณ์ หรือ ข้อมูลของประเทศอื่น อย่างที่กองทัพสหราชอาณาจักรและกองทัพอเมริกันได้ประกาศว่า เยอรมันมีถังเก็บน้ำมัน

เบนซินที่มีการออกแบบอย่างยอดเยี่ยม พวกเขาได้ทำวิศวกรรมผ่นกลับเพื่อคัดลอกถึงเหล่านี้ หรือ เครื่องบินทิ้งระเบิด B-29 ของฝ่ายอเมริกันจำนวนหนึ่งทีไปปฏิบัติภารกิจที่ญี่ปุ่น ถูกบังคับ ให้ลงจอดในสหภาพโซเวียต ภายในไม่กี่ปีต่อมา โซเวียตได้สร้างเครื่องบินทิ้งระเบิด Tu-4 ซึ่งลอกเลียนแบบมาจากเครื่องบิน B-29 ทุกประการ

ในปัจจุบัน บทบาทของตัววิศวกรรมย้อนรอยได้เปลี่ยนไป ซึ่งในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้นถือเป็นพื้นฐานที่ใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์การทำงานในแต่ละส่วน จากนั้นจึงนำมาสร้างอุปกรณ์ใหม่หรือ โปรแกรมใหม่ ที่ทำงานได้เหมือนเดิม ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในต่าง ประเทศไม่ว่าจะเป็นอเมริกา ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน เป็นต้น



ที่มา <https://createc.mhesi.go.th/sites/default/files/revers%20enginerring.pdf>

สำหรับประเทศไทยนั้น เทคโนโลยีวิศวกรรมย้อนรอย ได้ช่วยพัฒนาและสร้างเครื่องจักรตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่ส่วน ใหญ่ต้องนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศเป็นการลดต้นทุนการผลิต ทั้งในแง่ของระยะเวลาวิจัยพัฒนาที่ช่วย "เปิดโอกาส" ที่จะเกิดการพัฒนา เทคโนโลยีใหม่ๆ ให้เกิดขึ้น ได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องลองผิดลองถูก อันทำให้สามารถเน้นการค้นคว้าได้อย่าง "ตรงประเด็น" และมี "ประสิทธิภาพ" มาก ยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการ "ลดค่าใช้จ่าย" ให้กับผู้ประกอบการไทยให้ลงทุนสร้างเครื่องจักร หรือเครื่องมือได้เอง โดยที่ไม่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศอันจะ ช่วยลดปัญหาการซ่อมบำรุงไปโดยปริยาย ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้การสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีด้วย งบประมาณการวิศวกรรมย้อนรอย มาตั้งแต่ปี 2547 จวบกระทั่งปัจจุบันนับเป็นเวลาถึง 10 ปี ซึ่ง

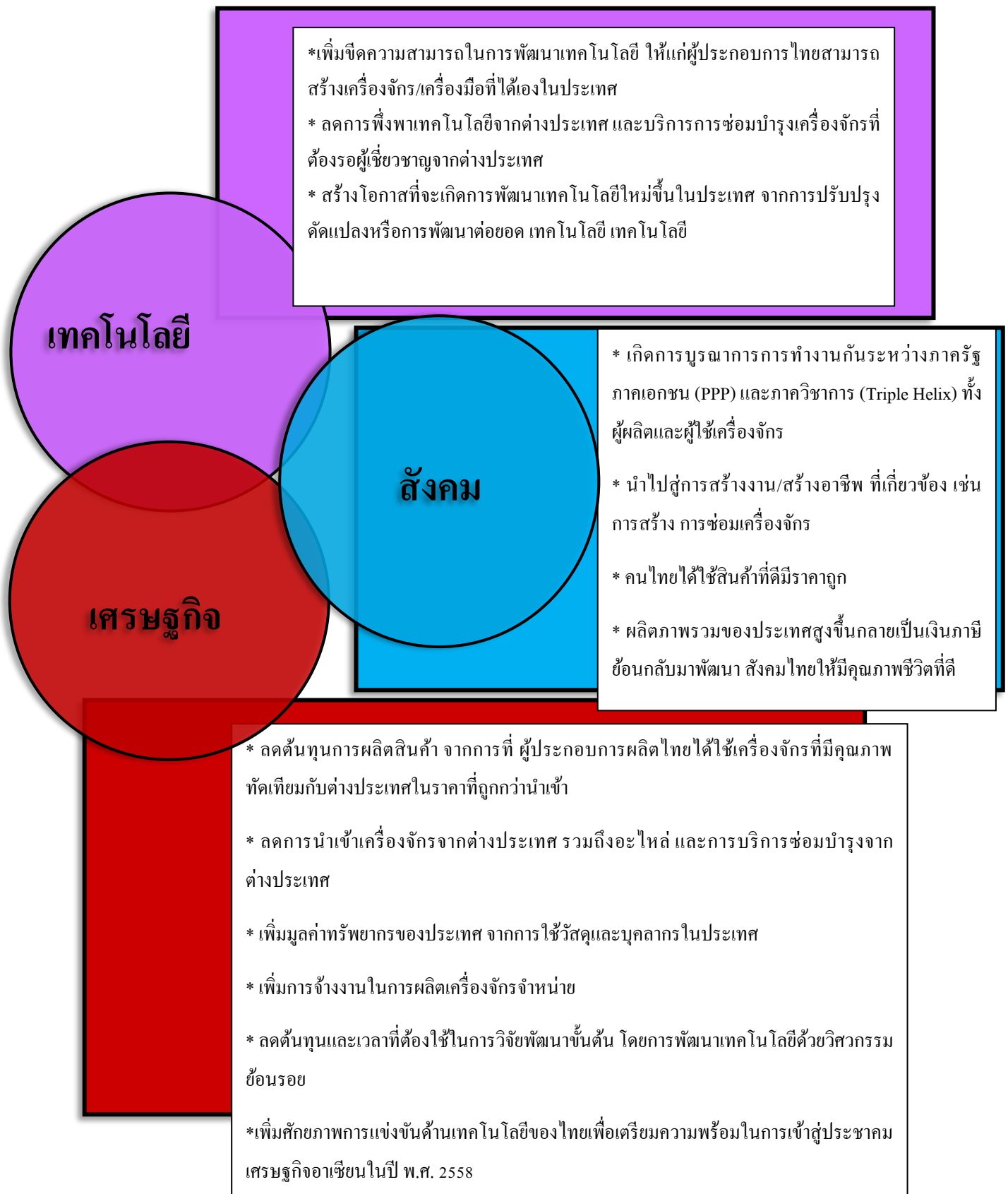
ถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับประวัติศาสตร์การใช้ วิศวกรรมย้อนรอยที่มีมากกว่า 75 ปี อย่างไรก็ตามไม่มีข้อมูล
ที่ระบุชัดเจนว่า วิศวกรรมย้อนรอยเข้ามามีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศไทยตั้งแต่เมื่อไร และผลของการนำ
วิศวกรรมย้อนรอยมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาชาตินั้น ปัจจุบันมีการพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงหรือประสบ
ความสำเร็จไปในระดับใด ในขณะที่ จีน เกาหลี ได้หวั่น ประสบความสำเร็จอย่างมากในการพัฒนาชาติด้วย
วิศวกรรมย้อนรอย จึงเป็นเรื่องราวที่น่าสนใจอย่างยิ่งสำหรับ ประวัติศาสตร์และความสำเร็จของวิศวกรรม
ย้อนรอยของประเทศไทย”

Reverse Engineering



ที่มา <https://createc.mhesi.go.th/sites/default/files/revers%20enginerring.pdf>

3. ประโยชน์ที่ประเทศไทยจะได้รับจาก วิศวกรรมย้อนรอย



4. ประเภทของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

วิศวกรรมย้อนรอยถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็น อุตสาหกรรมเทคโนโลยีวัสดุ เช่น การขึ้นรูปหล่อแบบ ผลิตอะไหล่ ชิ้นส่วน รวมไปถึงการย้อนรอยสูตรทางเคมี เช่น พลาสติก ยาง คอมโพสิต ปูน คอนกรีต กาว เป็นต้น รวมไปถึงอุตสาหกรรมหนัก ในการผลิตเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องถึงอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมยานยนต์ [อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลอัตโนมัติ อุตสาหกรรม พลังงานทดแทน รวมไปถึงการทำวิศวกรรมย้อนรอยของซอฟต์แวร์ โปรแกรม หรือระบบปฏิบัติการต่างๆ นอกจากนี้ ยังมีการใช้ วิศวกรรมย้อนรอยในเทคโนโลยีการแพทย์และเวชกรรม ทำให้เราได้รับการรักษาในราคาไม่สูงนัก รวมถึงสูตรยาต่างๆที่ราคาไม่แพง ดังจะเห็นได้ว่า เทคโนโลยี หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆรอบตัวเรา มาจากกระบวนการวิศวกรรมย้อนรอยแทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น รถยนต์ ทีวี มือถือ หรือแม้แต่เสื้อผ้าที่ใส่ถึงแม้จะไม่มีผู้ประกอบการรายใด ชีตลอกอย่างภาคภูมิใจว่าธุรกิจของเขาเจริญก้าวหน้า มาได้จากวิศวกรรมย้อนรอย แต่คงไม่มีผู้ใดปฏิเสธว่า วิศวกรรมย้อนรอยมีส่วนส่งเสริมศักยภาพทางการแข่งขันทางธุรกิจ



ที่มา <https://createc.mhesi.go.th/sites/default/files/revers%20enginerring.pdf>

5. การส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลผ่านกระบวนการวิศวกรรมย้อนรอยโดย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สป.วท.) ได้ ดำเนินงานโครงการศึกษา พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตด้วยวิธีวิศวกรรมย้อนรอย (Reverse Engineering RE) มาตั้งแต่ปี ๒๕๔๗ จนถึงปี ๒๕๕๖ ได้ร่วมทุนกับสถาบันการศึกษา สถาบันทางวิชาการ สถาบันวิจัย สมาคม และผู้ประกอบการภาคเอกชนมากกว่า ๖๔๐ ล้านบาท และมีการสนับสนุนโครงการไปแล้วจำนวนมากถึง ๔๕ โครงการ โดยมีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาผู้ประกอบการไทยให้มีศักยภาพในการผลิตเครื่องจักรกลทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

อย่างไรก็ตามโครงการวิศวกรรมย้อนรอยยังคงเป็นชื่อโครงการที่ผู้ได้ยารู้สึกติดภาพลบทั้งในและต่างประเทศ ในปี พ.ศ. ๒๕๕๔ จึงมีแนวความคิดที่จะเปลี่ยนชื่อโครงการ ประกอบกับการขยายขอบเขตการสนับสนุนของโครงการให้ครอบคลุม ถึงเทคโนโลยีใหม่ที่ต่อยอดจากการทำวิศวกรรมย้อนรอย เพื่อให้สอดคล้องกับกลไกการสนับสนุนการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี ของประเทศ ดังนั้นในปี พ.ศ. ๒๕๕๕ โครงการวิศวกรรมย้อนรอย จึงเปลี่ยนชื่อเป็น โครงการวิศวกรรมเพื่อการสร้างสรรค์คุณค่า ด้วยเหตุผลและความหมายของชื่อโครงการตามที่ได้กล่าวมา

นอกจากเหตุผลปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว การเปลี่ยนชื่อ โครงการวิศวกรรมย้อนรอย เป็นโครงการ วิศวกรรมเพื่อการสร้างสรรค์คุณค่า ยังเป็นการดำเนินงานตามแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เพราะนอกจาก จะเปลี่ยนชื่อโครงการแล้ว ยังมีการปรับปรุงขอบเขตการดำเนินงานของโครงการให้ครอบคลุมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในไทย ถึงแม้ไม่มีต้นแบบจากต่างประเทศก็ตาม กล่าวคือ สามารถครอบคลุมเทคโนโลยีที่เกิดจากการต่อยอดเทคโนโลยีเดิมให้กลายเป็น เทคโนโลยีใหม่ขึ้นได้ เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลที่เป็น Local Content ของไทย ซึ่งหากพิจารณาขั้นตอน

กลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีของไทย สรุปร่างๆ ๓ ขั้นคือ

ขั้นต้น ‘เทคโนโลยีไทย’ : ส่งเสริมให้ต่างประเทศลงทุนในประเทศไทยเพื่อหวังดูดซับเทคโนโลยี

ขั้นกลาง ‘ไทยในไทย’ : ส่งเสริมให้เกิด Local Content ในประเทศไทย หลังจากที่ดูดซับเทคโนโลยีมา ได้ระดับหนึ่ง

ขั้นปลาย ‘ไทยในเทศ’ : ขั้นสุดยอดของความสำเร็จ คือผู้ประกอบการไทยสามารถดูดซับเทคโนโลยีจนสามารถพัฒนาเป็น ของตัวเอง และก้าวล้ำนอยู่ระดับเดียวกันหรือเหนือกว่าต่างประเทศ และสามารถไปลงทุนในต่างประเทศและแข่งขันได้



ประเทศไทยจึงควรทบทวนกลไกการสนับสนุนให้เกิดการถ่ายทอดและดูดซับเทคโนโลยี ในระดับขั้น ‘ไทยในไทย’ และ ‘ไทยในเทศ’ อย่างเป็นรูปธรรมด้วยแนวความคิดข้างต้น การขับเคลื่อนระดับขั้นจาก ‘เทศในไทย’ ให้ก้าวขึ้นสู่ ‘ไทยในไทย’ เป็น แนวความคิดที่ก่อเกิดเป็นกลไกการส่งเสริมที่เป็นต้นแบบของโครงการวิศวกรรมย้อนรอย ซึ่งดำเนินการมาตั้งแต่ปี ๒๕๕๗ และ กำลังก้าวเข้าสู่ปีที่ ๑๐ ใน ปีนี้ อย่างไรก็ตาม กลไกการสนับสนุนต้องขับเคลื่อนไปข้างหน้า การผลักดันและจูงใจให้เกิด การ ขับเคลื่อนระดับขั้นจาก ‘ไทยในไทย’ ให้เข้าสู่ ‘ไทยในเทศ’ จึงเกิดเป็น โครงการวิศวกรรมสร้างสรรค์คุณค่า เพื่อขับเคลื่อนกลไกการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีเดิมให้กลายเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ทัดเทียมต่างชาติหรือดียิ่งกว่าเดิมซึ่งโครงการ วิศวกรรมสร้างสรรค์คุณค่านี้ จะมีรูปแบบกิจกรรมที่ เพิ่มเติมเข้ามาให้สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว เช่น กิจกรรมการประกวดการ ออกแบบระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ และ กิจกรรมเทคโนโลยีรีดีไซน์ ที่จะเริ่มต้นในปี ๒๕๕๗





จัดทำโดย

นางสาววรรณภา ลองพล

ผู้ตรวจสอบ

อ.พิชญพงษ์ พุ่มมะรินทร์ และ อ.วณิช หลายวัฒนไพศาล



แบบฝึกหัด

1. จากภาพชิ้นงาน จงใช้โปรแกรม SolidWorks สร้างชิ้นงานดังรูป โดยใช้หน่วยมิลลิเมตร

ITEM NO.	QTY.	PART NO.	DESCRIPTION
1	1		BASE
2	2		BRACKET
3	1		SPINDLE
4	2		BUSH
5	1		ROLLER

ROLLER BRACKET

NO	QUANTITY	MATERIAL	STANDARD
Drawn By L. TEERAPATH	CHECKER P. PISSAMAI	APPROVED	FILE NAME DATE SCALE
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY		ROLLER BRACKET DRAWING MODEL TYPE: ASSEMBLY CHECKER: SIB FEN 1	

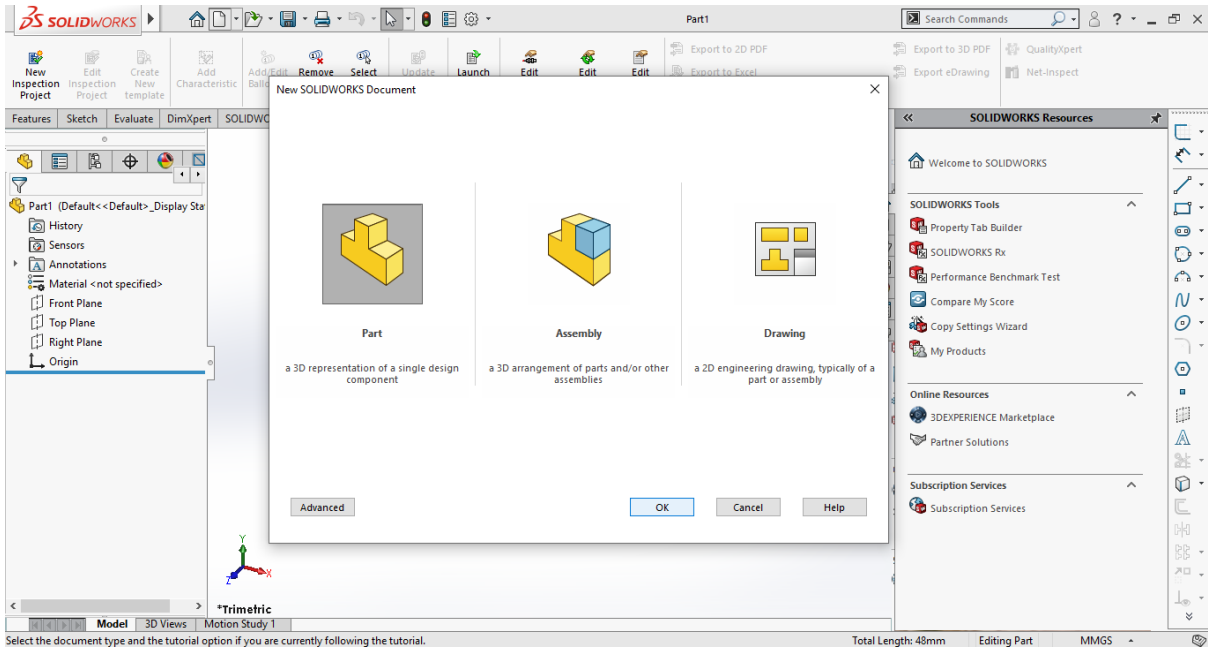
NO	QUANTITY	MATERIAL	STANDARD
Drawn By L. TEERAPATH	CHECKER P. PISSAMAI	APPROVED	FILE NAME DATE SCALE
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY		ROLLER BRACKET DRAWING MODEL TYPE: PART CHECKER: SIB FEN 2	

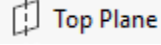


เฉลยแบบฝึกหัด

1. BASE

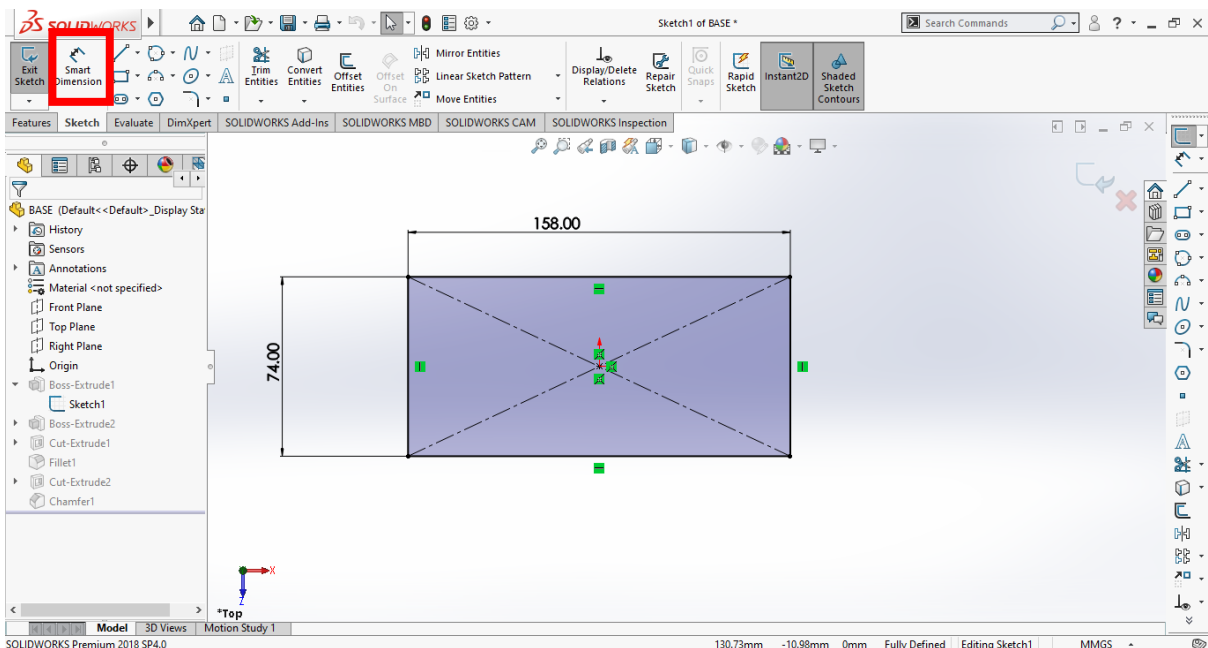
1.1 การสร้างเอกสารใหม่ คลิกที่ New แล้วเลือกสร้าง  โดยเราจะเริ่มจากการเขียน part ที่ 1 ชื่อ Base





1.2 เมื่อเลือก part และกด ok แล้วให้เราทำการเลือก จุด origin โดยการกดที่ Top plane  เพื่อที่จะร่างชิ้นงานเมื่อกด แล้วให้เราทำการสร้างสี่เหลี่ยม center Rectangle

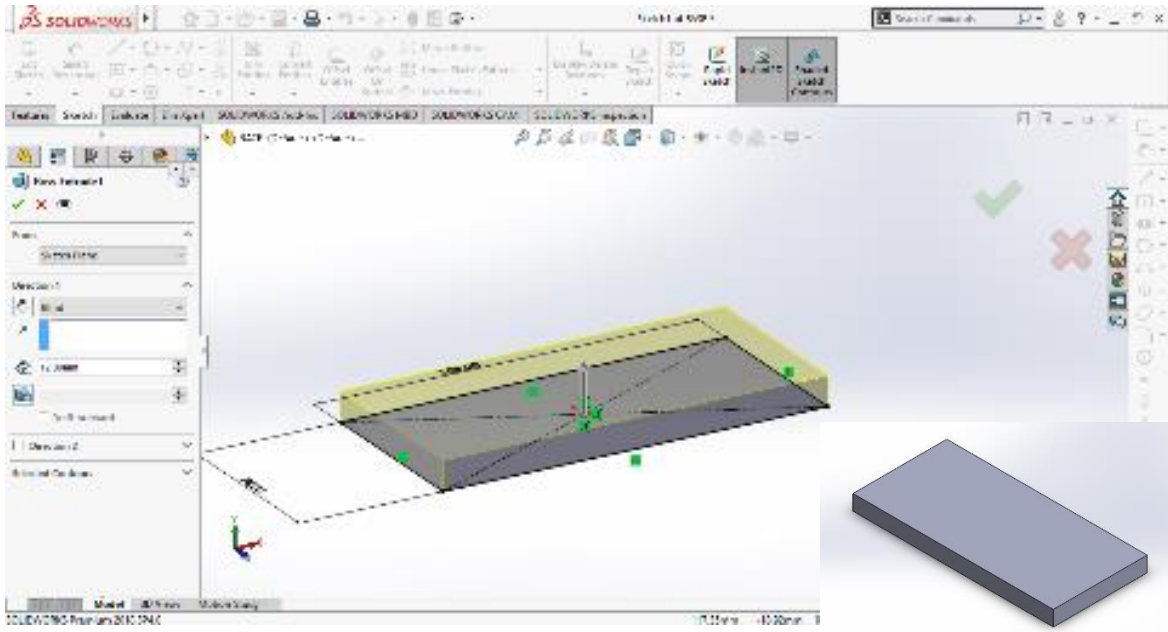


คลิกที่ Smart Dimension  และกำหนดขนาดตามที่แสดงด้านล่าง

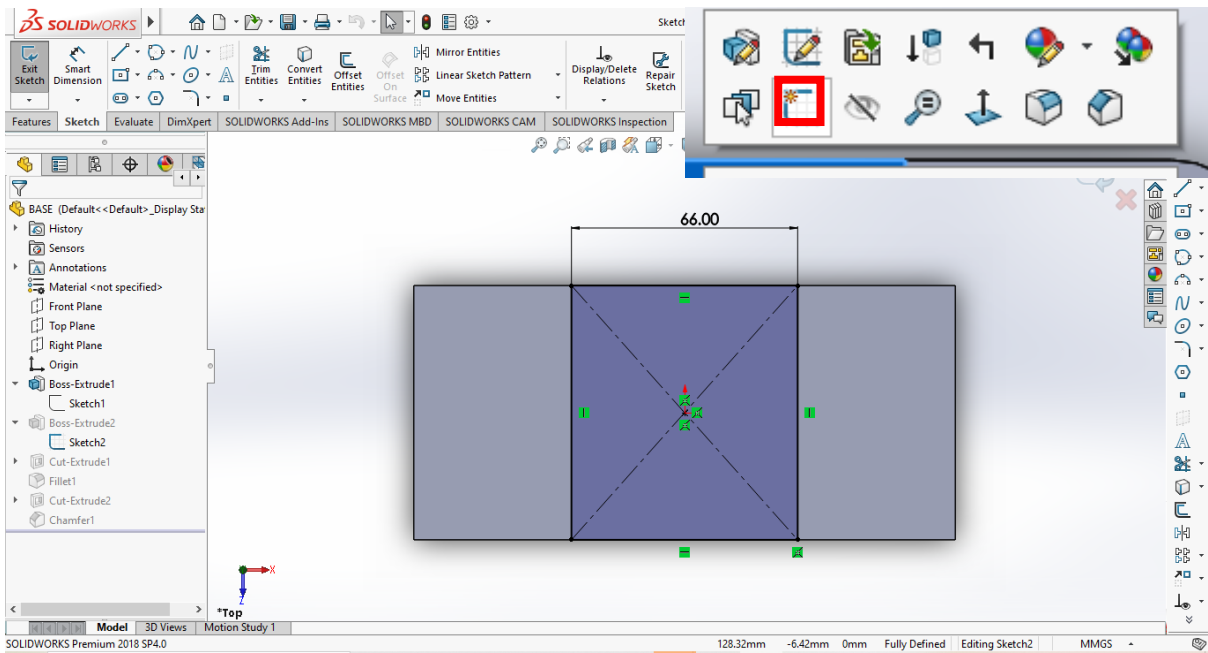




1.3 คลิกที่ Extruded Boss/Base  เลือกประเภท Blind และตั้งค่าความลึกที่ 12mm คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น

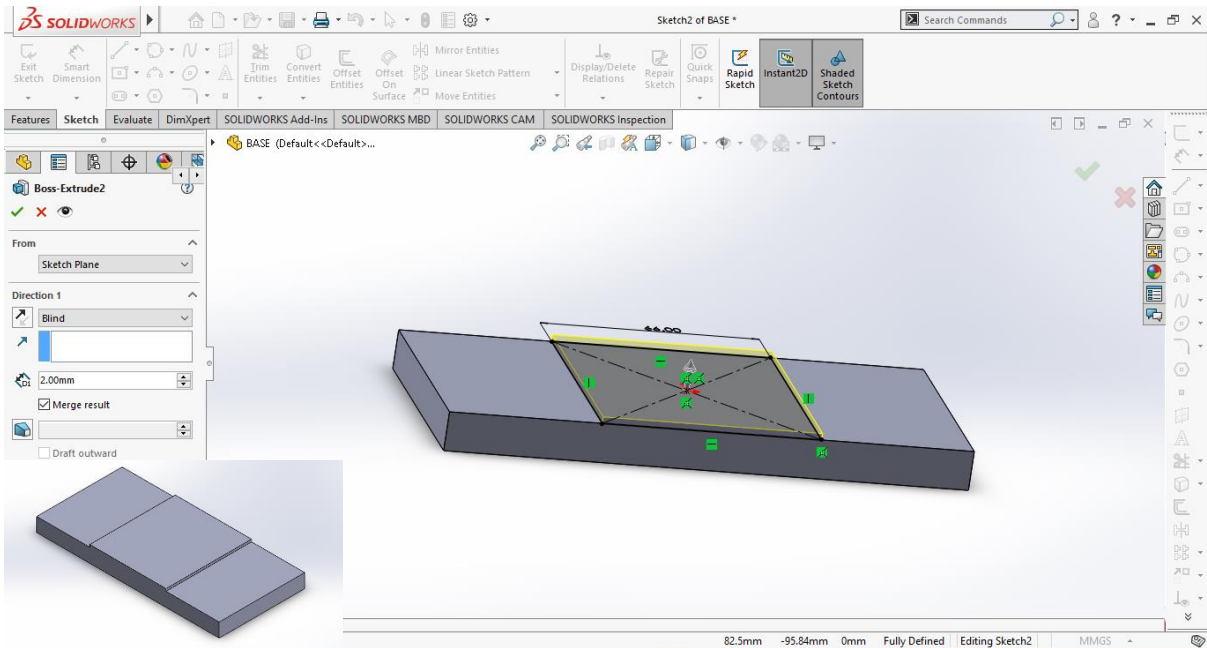





1.4 เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จแล้วให้ทำการร่างชิ้นงานขึ้นมาโดยการคลิกที่ชิ้นงานให้ขึ้น สีฟ้า แล้วคลิก ขวา เพื่อกด sketch ทับชิ้นงานแรกดังรูป



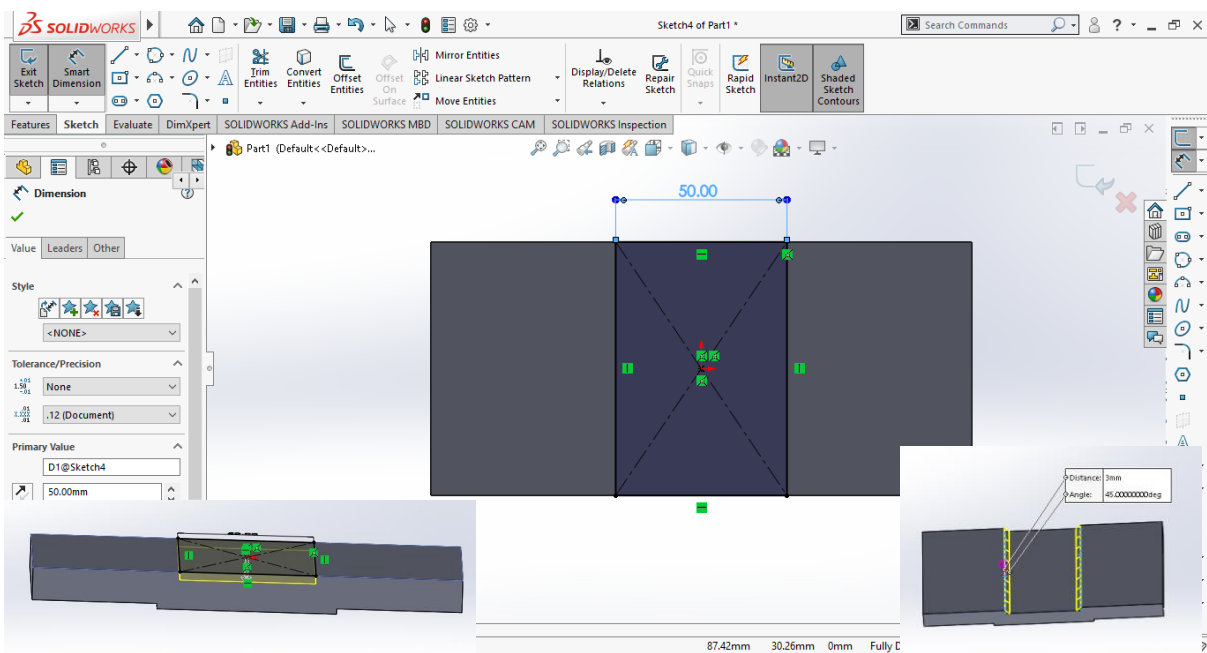


1.5 เมื่อร่างชิ้นงานเสร็จแล้วให้ทำการ สร้างเนื้อชิ้นงาน Extruded Boss/Base  เลือกประเภท Blind และตั้งค่าความลึกที่ 2mm เพื่อเสร็จสิ้น





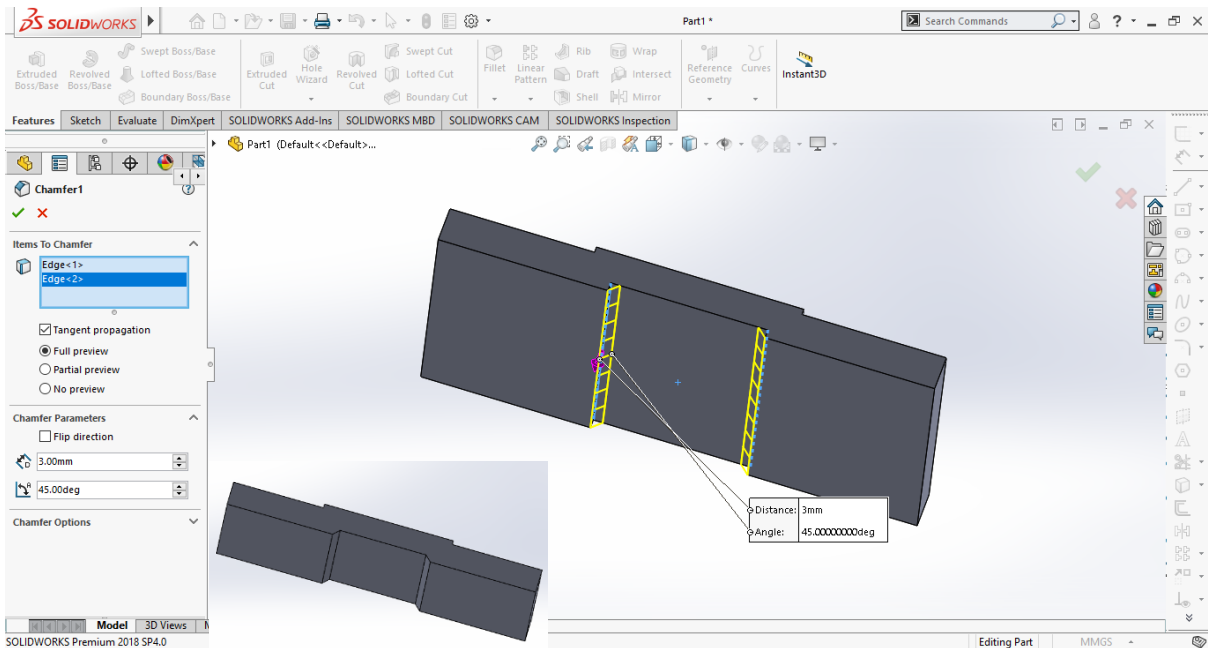
1.6 เมื่อเพิ่มเนื้อชิ้นงานเสร็จแล้วให้ทำการกด Spacebar คlick Bottom  เพื่อพลิกชิ้นงานไปด้านล่าง แล้วทำงานตัดชิ้นงานตรงกลางโดยคลิกที่เนื้อชิ้นงานให้เป็นสีฟ้า แล้วกด Extruded Cut ทำการร่างทับชิ้นงานโดยกดที่  คlick เพื่อเสร็จสิ้น ให้กดที่ Extruded Cut 



เลือกประเภท Blind และตั้งค่าความลึกที่ 3mm เพื่อเสร็จสิ้น

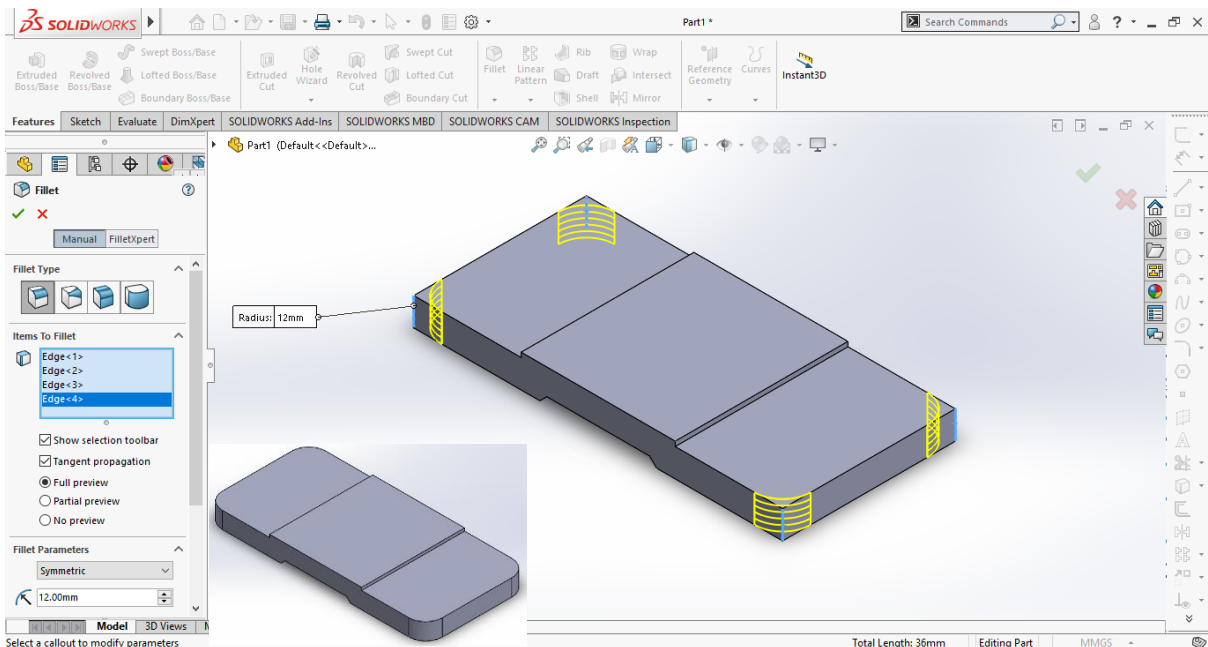











1.7 คลิกที่ Chamfer  เลือกขอบ 2 ด้านที่ด้านข้างของฐานตามที่แสดง และกำหนดรัศมีของเนื้อเป็น 3 มม .คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น

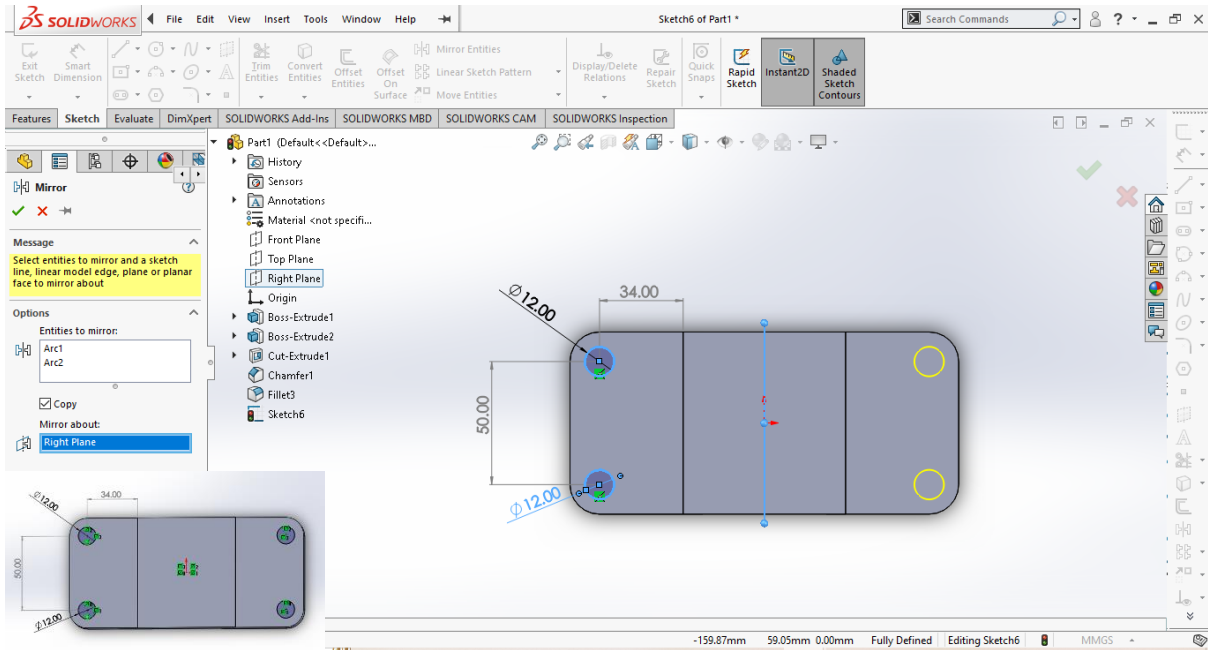


1.8 คลิกที่ Fillet  แล้วเลือกขอบด้านทั้ง 4 ด้านของฐานตามภาพ และกำหนดรัศมีของเนื้อเป็น 12 มม .คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น

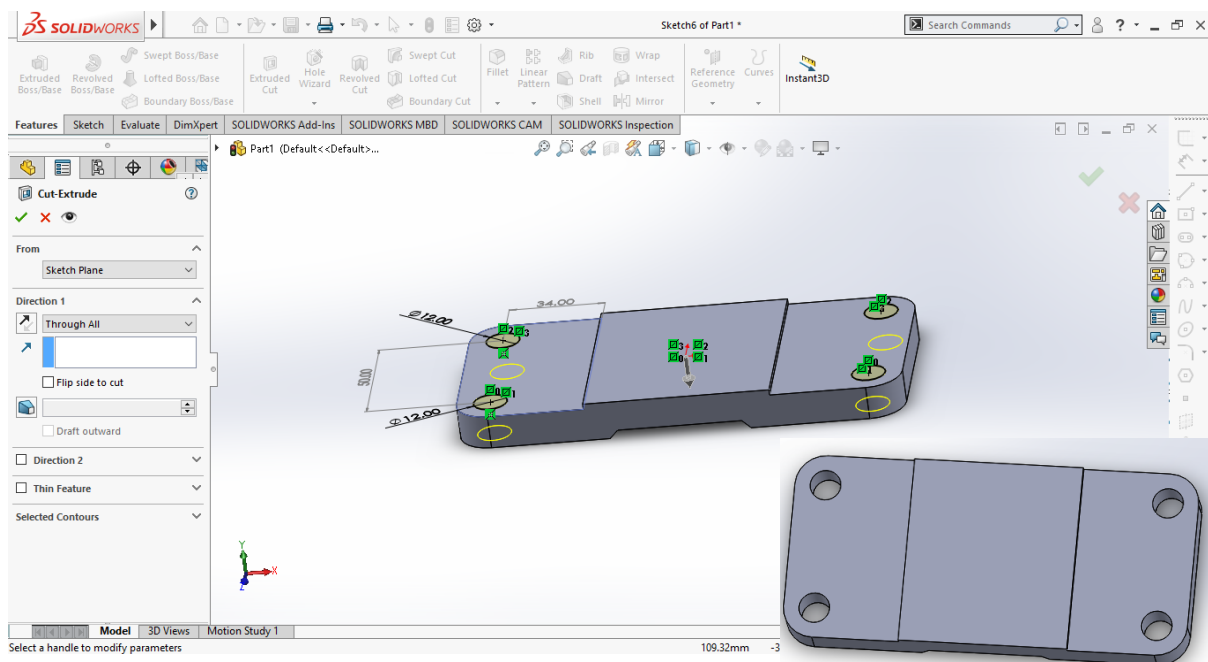




1.9 เลือกหน้าที่จัดการเจาะรูแสดงเป็นระนาบการร่าง คลิกที่เนื้อชิ้นงานให้ขึ้นสีฟ้า แล้วกด Extruded Cut  เลือกวงกลม Circle  คลิกที่ Smart Dimension  และตั้งค่าเส้นผ่านศูนย์กลางกลางเป็น 12 mm . คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น กด Mirror  คลิกวงกลม 2 วงแล้วกด Right Plane  คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น



1.10 กด Extruded Cut  อีกครั้งเพื่อเจาะรู เลือก Through All คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น










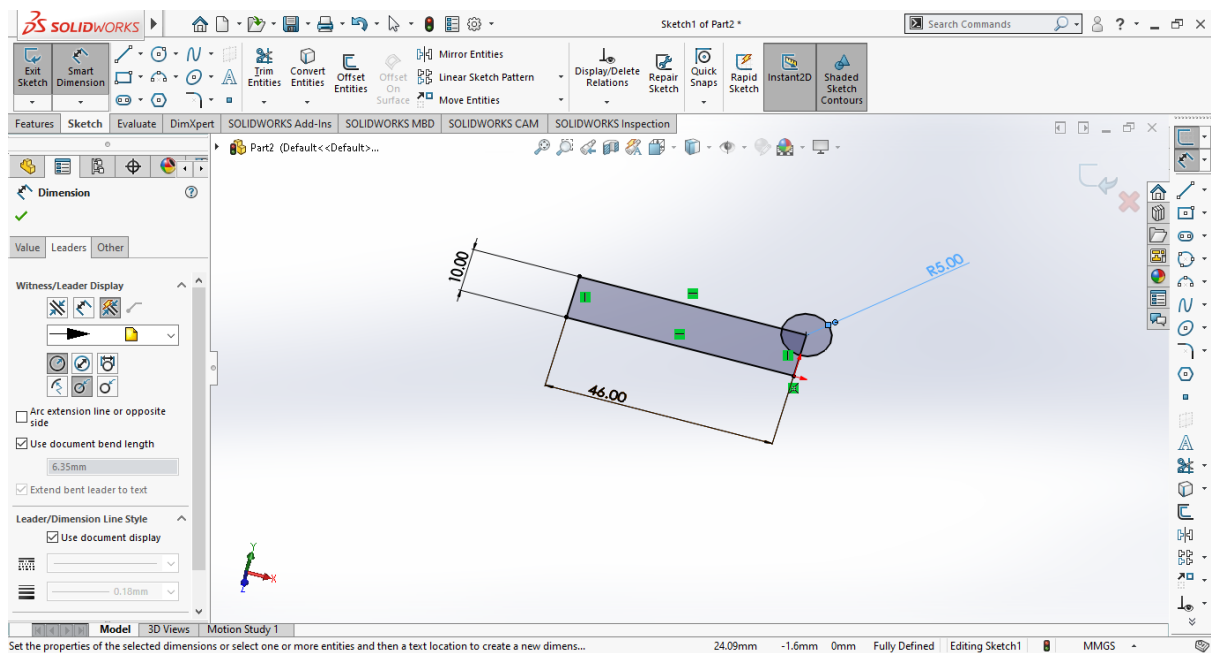
1.11 บันทึกชิ้นงานนี้ไว้โดยคลิกไฟล์ ->บันทึก ตั้ง ชื่อไฟล์นี้เป็น " Base "

2. BRACKET



2.1 การสร้างเอกสารใหม่ คลิกที่ New  แล้วเลือกสร้างเอกสาร Part  ใหม่

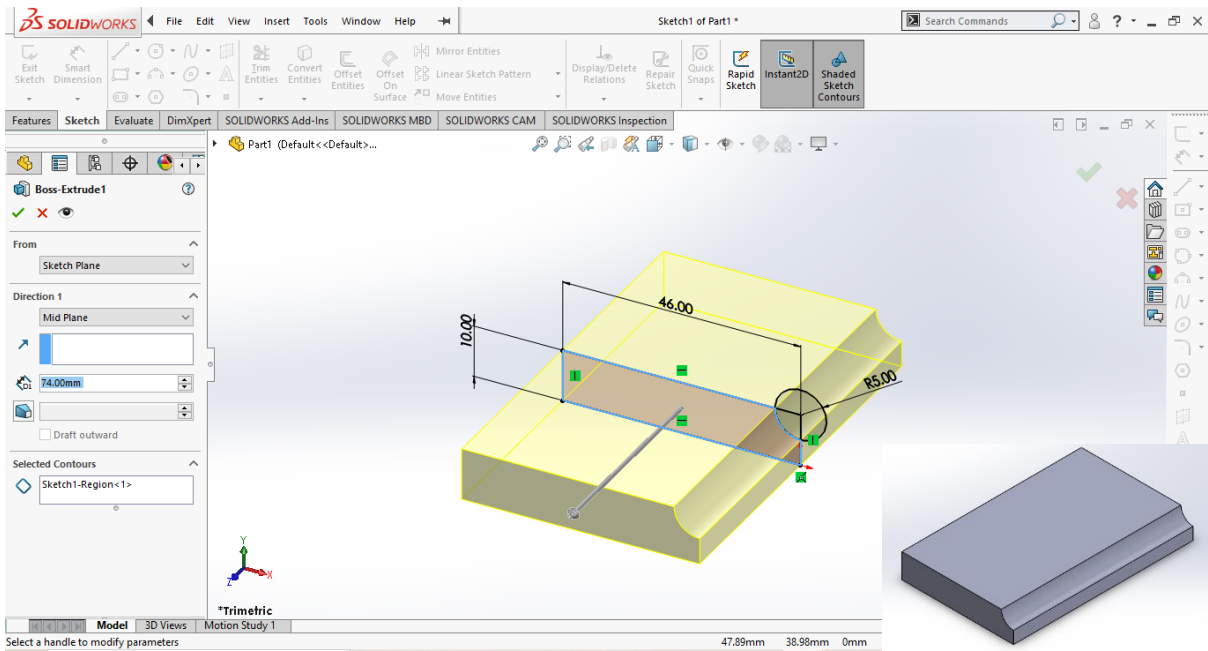
2.2 เลือกระนาบขวาเป็น Front Plane (ต้องเลือกระนาบก่อนจึงจะร่างได้) กด Sketch 



2.3 คลิกที่ Rectangle  และร่างสี่เหลี่ยม จากนั้น คลิกที่ Smart Dimension  เลือกความยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้าและตั้งค่าขนาดเป็น 46 mm เลือกความกว้างและกำหนดขนาดเป็น 10 mm
คลิกที่ Circle  และร่างวงกลมที่มุมบนขวาของสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังกล่าว คลิกที่ Smart Dimension  และตั้งค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 10 mm กดที่ Leaders เลือก Radius  ก็จะกลายเป็น R5

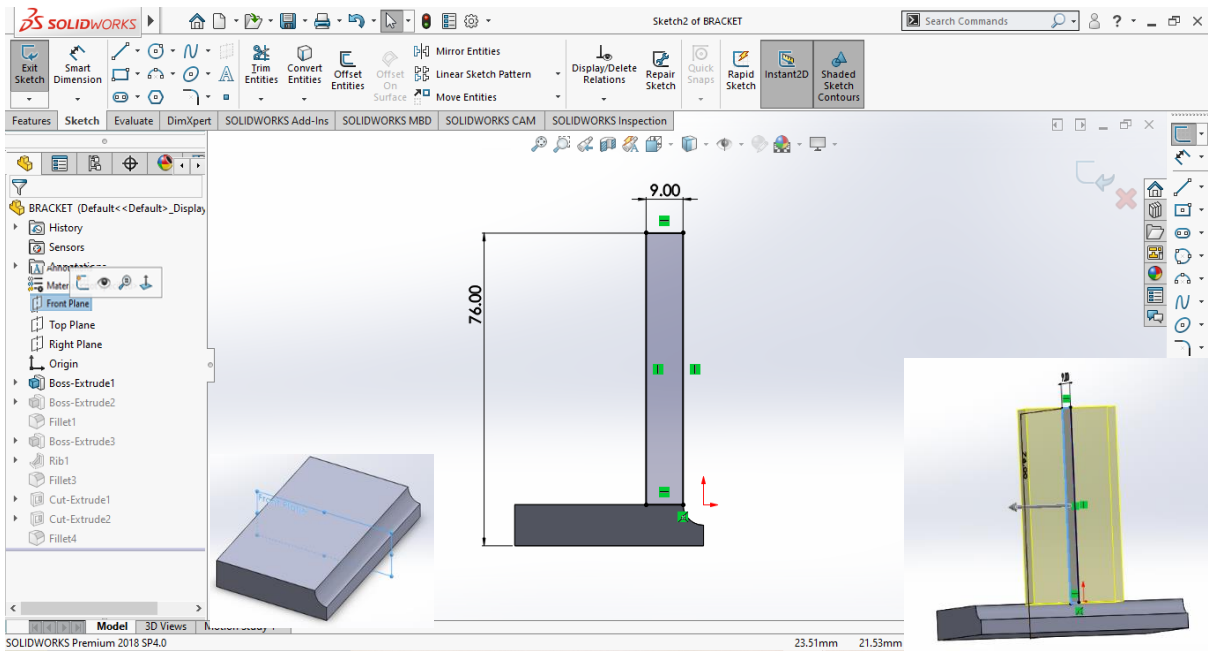






2.4 คลิกที่ Extruded Boss/Base  เลือกประเภท Mid Plane และตั้งค่าความลึกที่ 74mm คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น

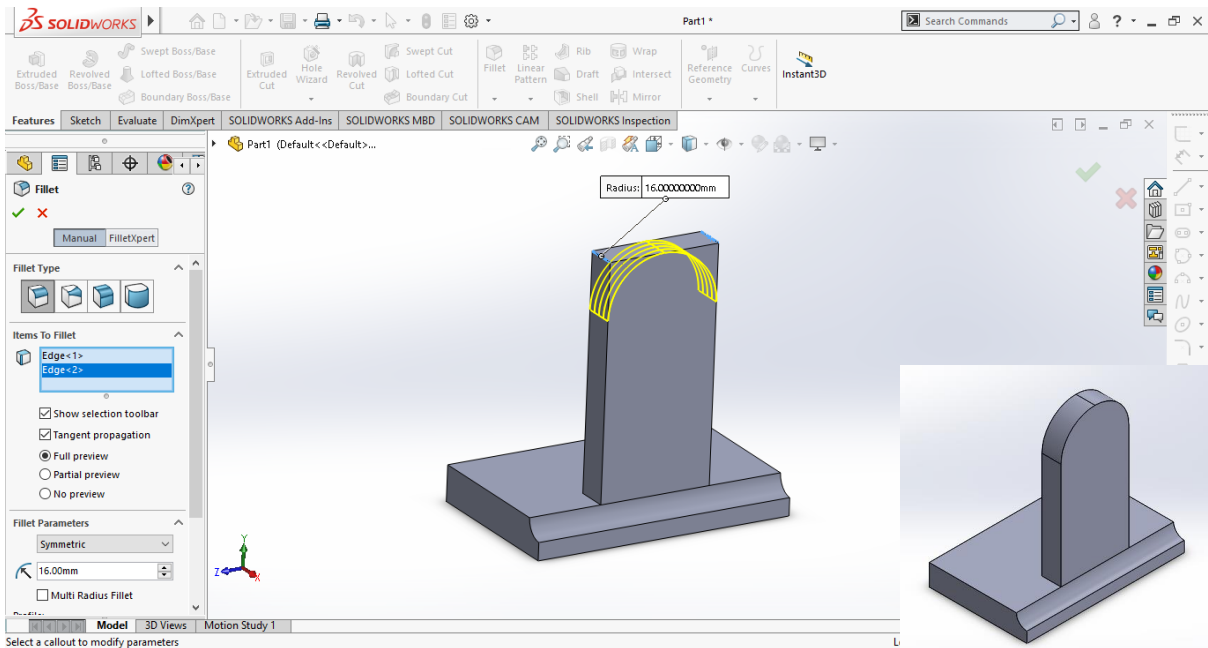




2.5 กดที่ Front Plane  ทำการ Sketch เลือกความยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้าและตั้งค่าขนาดเป็น 76 mm เลือกความกว้างและกำหนดขนาดเป็น 9 mm คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น คลิกที่ Extruded Boss/Base เลือกประเภท Mid Plane และตั้งค่าความลึกที่ 32 mm

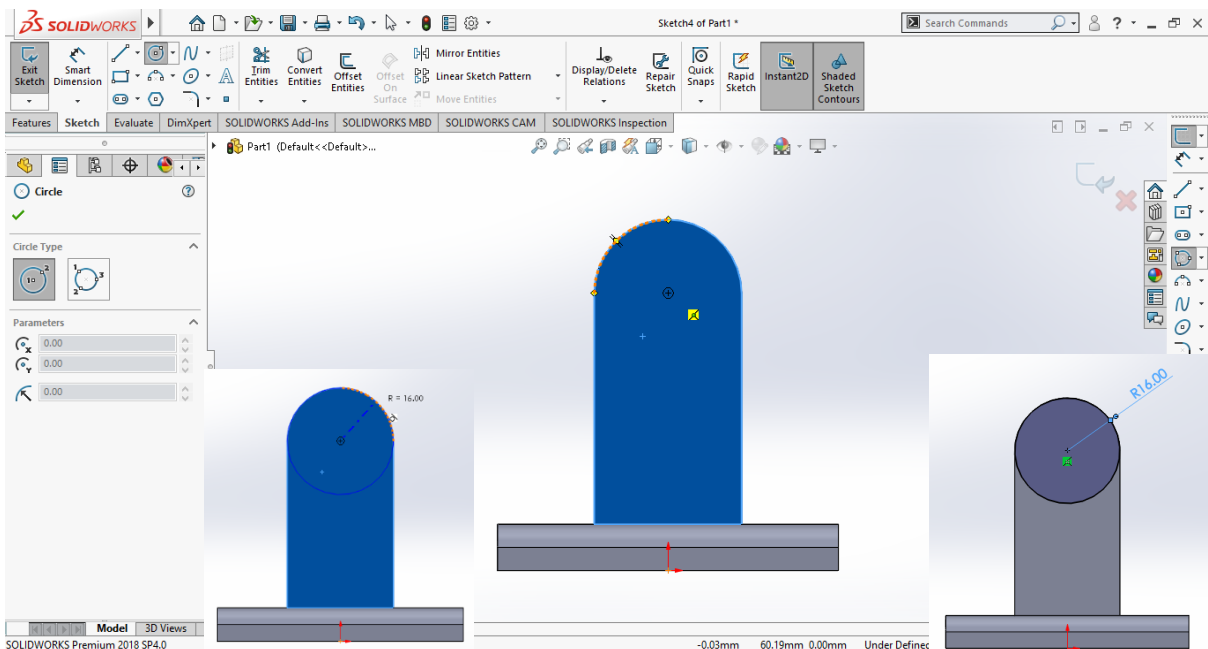






2.6 คลิกที่ Fillet  เลือกขอบทั้ง 2 ของบล็อกแนวตั้งตามที่แสดง และกำหนดรัศมีของเนื้อที่ 16 mm . คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น

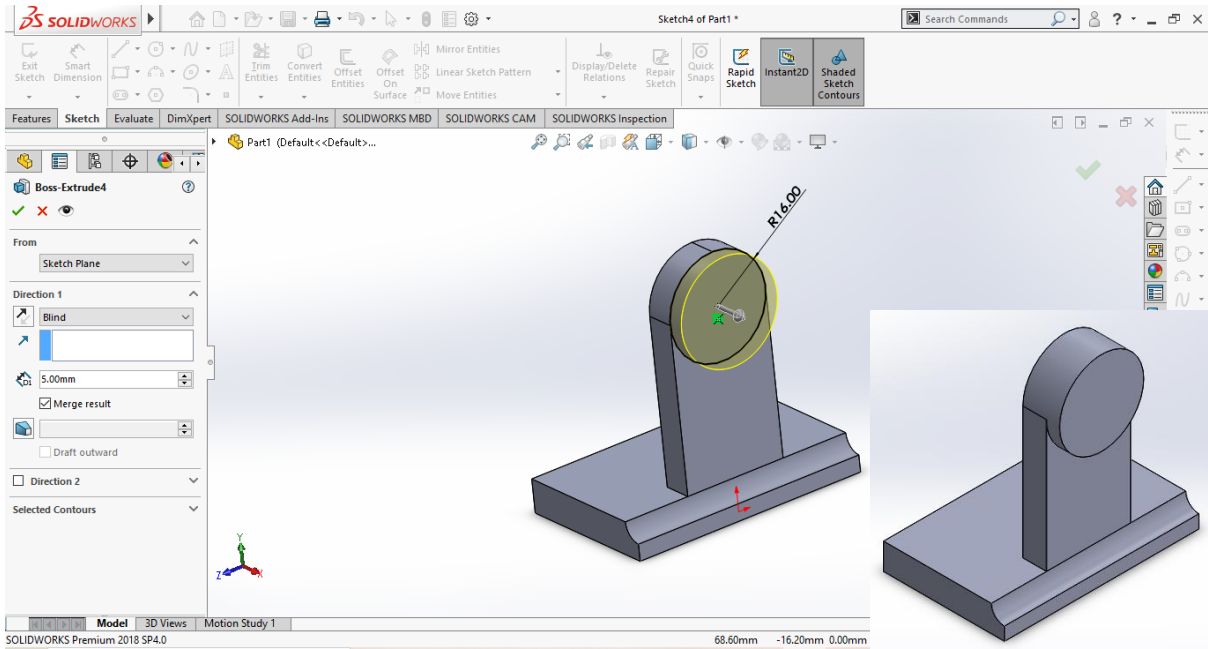





2.7 คลิกเลือกพื้นผิวด้านหน้าให้เป็นสีฟ้า แล้วกด Sketch  คลิกที่ Circle  และร่างวงกลม โดยลากจากโค้งให้เห็นจุดกึ่งกลาง หลังจากนั้นให้ลากจากจุดวงกลมไปยังจุดโค้ง ดังภาพ

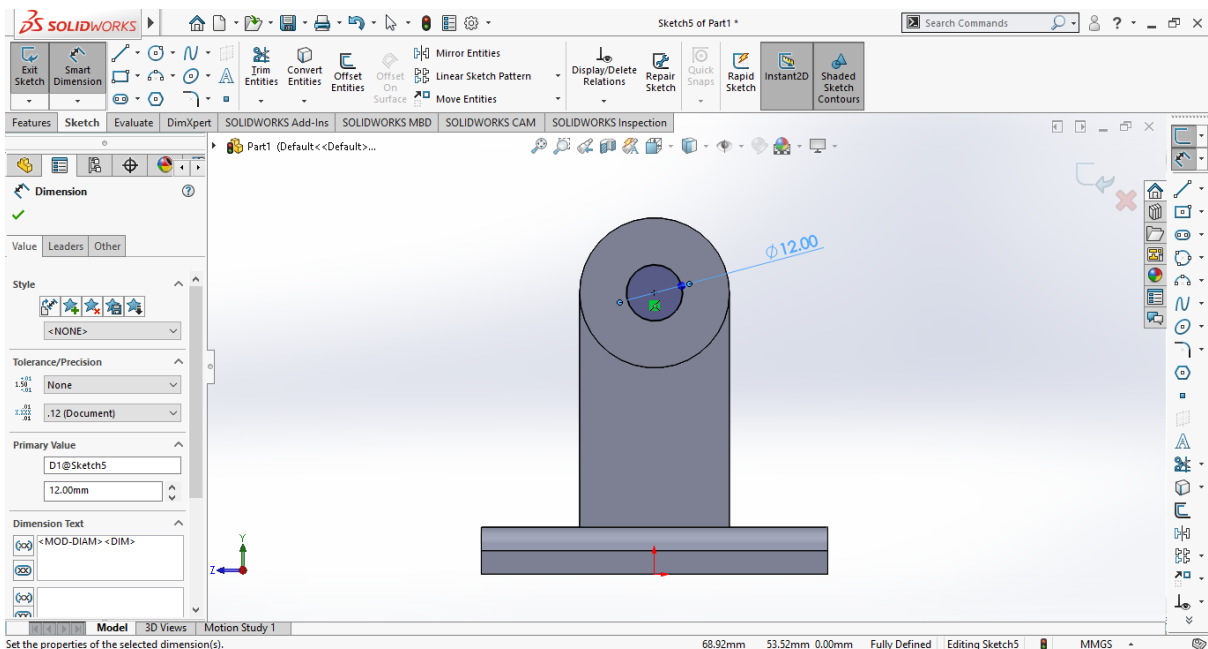




2.8 คลิกที่ Extruded Boss/Base  เลือกประเภท Blind และตั้งค่าความลึกที่ 5mm  เพื่อเสร็จสิ้น

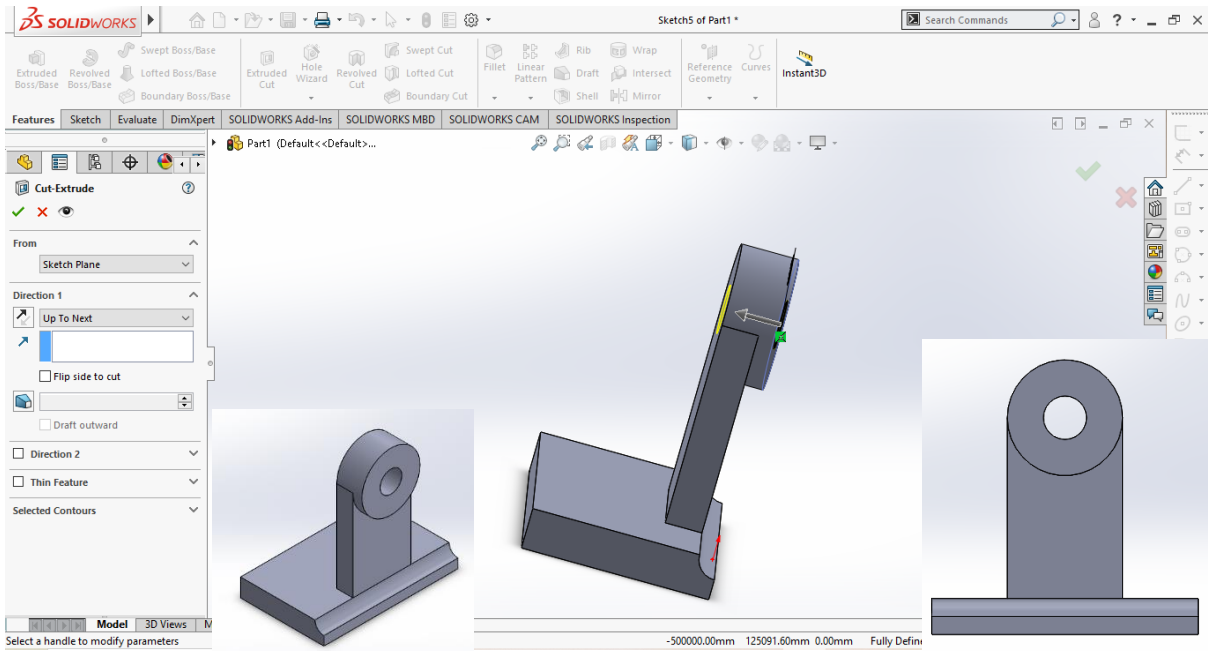


2.9 คลิกที่ ด้านหน้าวงกลมให้เป็นสีฟ้า ทำการ Sketch  กด Circle  ที่วงกลมศูนย์กลาง ขนาด 12 mm.  เพื่อเสร็จสิ้น

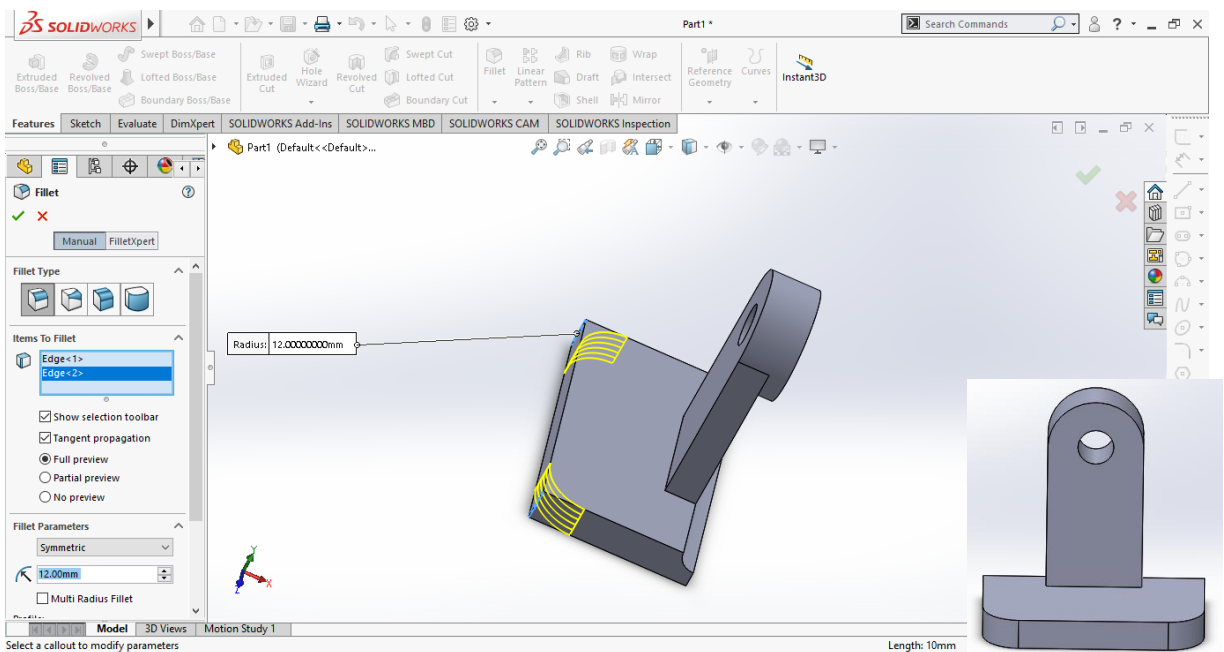




2.10 กดที่ Extruded Cut แล้วเลือก Up to Next คลิก เพื่อเสร็จสิ้น

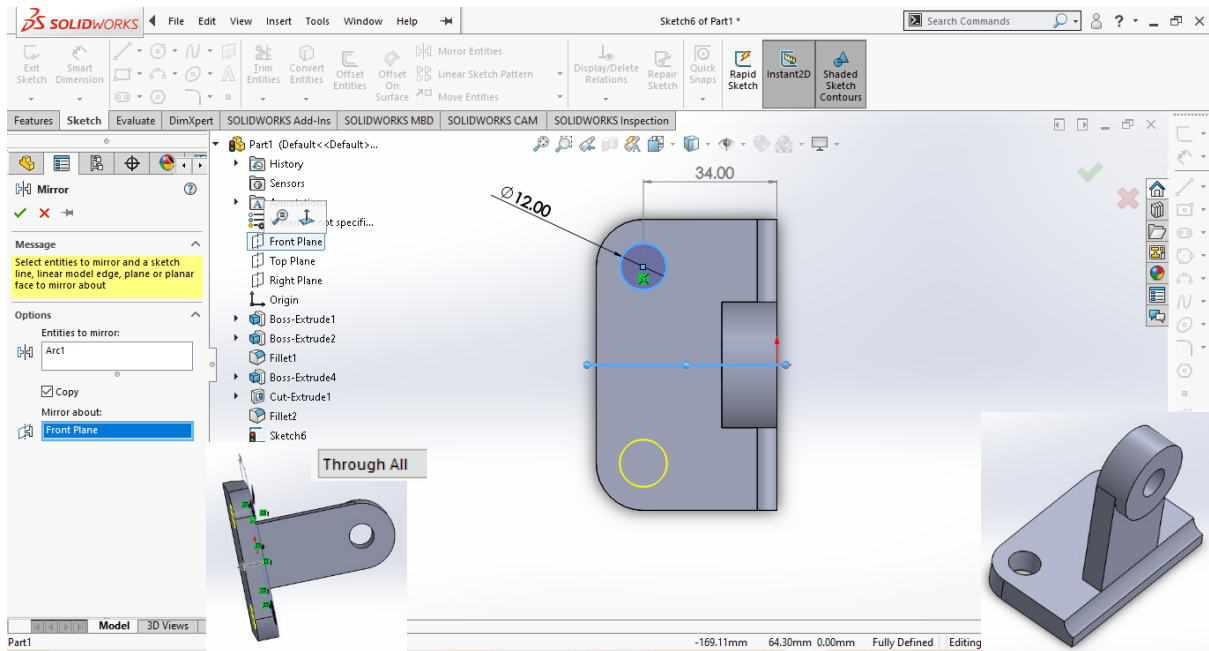


2.11 คลิกที่ Fillet เลือกขอบทั้ง 2 ตามภาพและกำหนดรัศมีของเนื้อที่ 12 mm. คลิก เพื่อเสร็จสิ้น

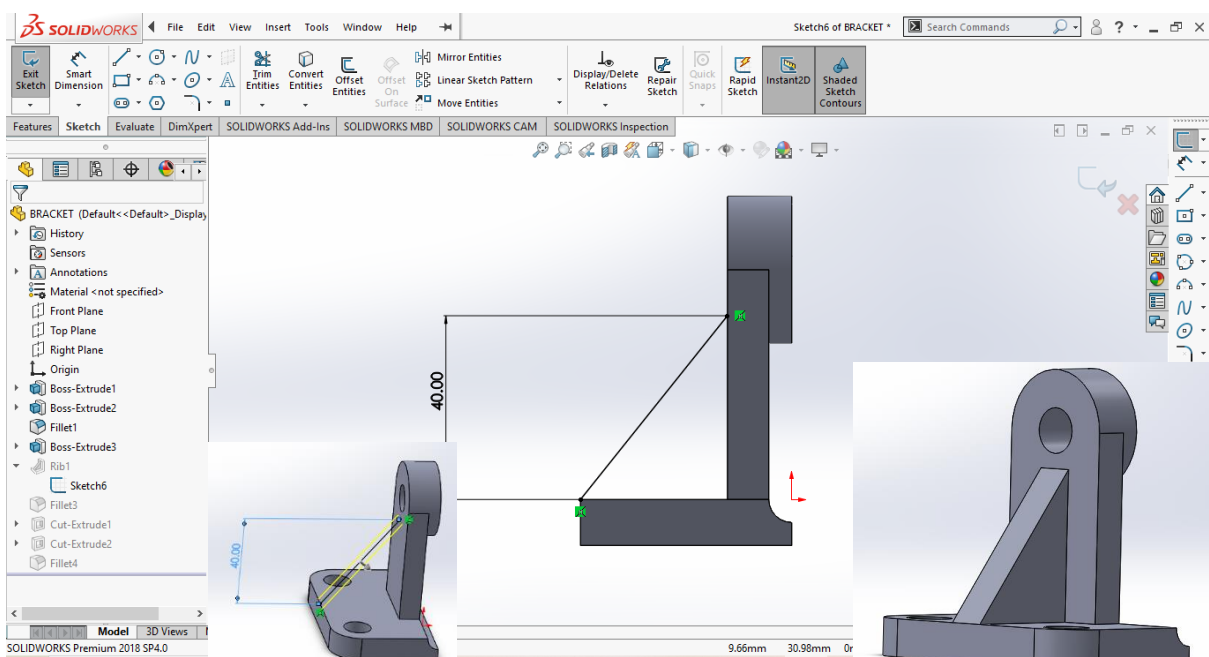






2.12 เลือกส่วนบนของฐานที่จะทำการ Sketch ดังภาพ คลิกรวงกลม และร่างวงกลม 2 วง โดยมีขอบโค้งมน คลิที่ Smart Dimension และกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมเป็น 12mm. คลิกรวงกลม และกด Mirror เลือก Front Plane คลิที่ Extruded Cut เลือก Through All เพื่อเสร็จสิ้น

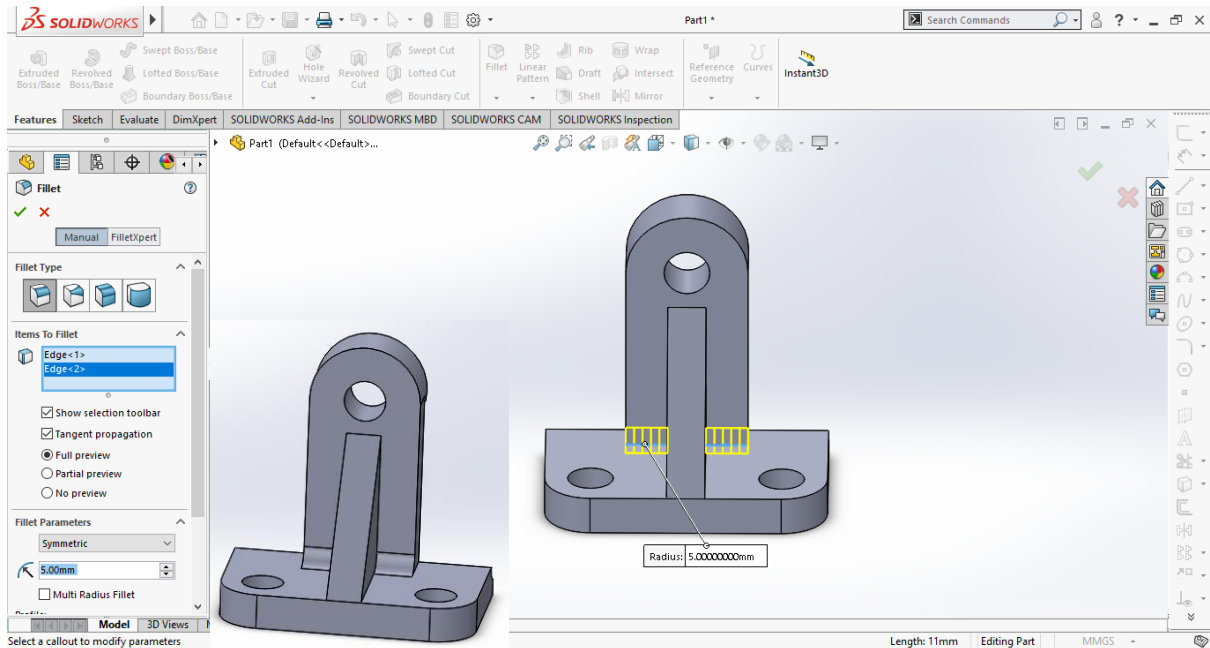


2.13 คลิ Front Plane กด Sketch ร่างเส้นโดยใช้ Line เริ่มจากขอบฐานไปยังที่ใดที่หนึ่งใน บล็อกแนวตั้ง คลิที่ Smart Dimension และตั้งค่าระยะห่างแนวตั้งระหว่างจุดปลายทั้งสอง ของเส้นเป็น 40mm. คลิ Rib เลือกทั้ง 2 ด้าน และตั้งค่า ระยะทางเป็น 10 mm. คลิ เพื่อเสร็จสิ้น









2.14 คลิกที่ Fillet  เลือกขอบตามภาพ และกำหนดรัศมีของเนื้อเป็น 5mm. คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น



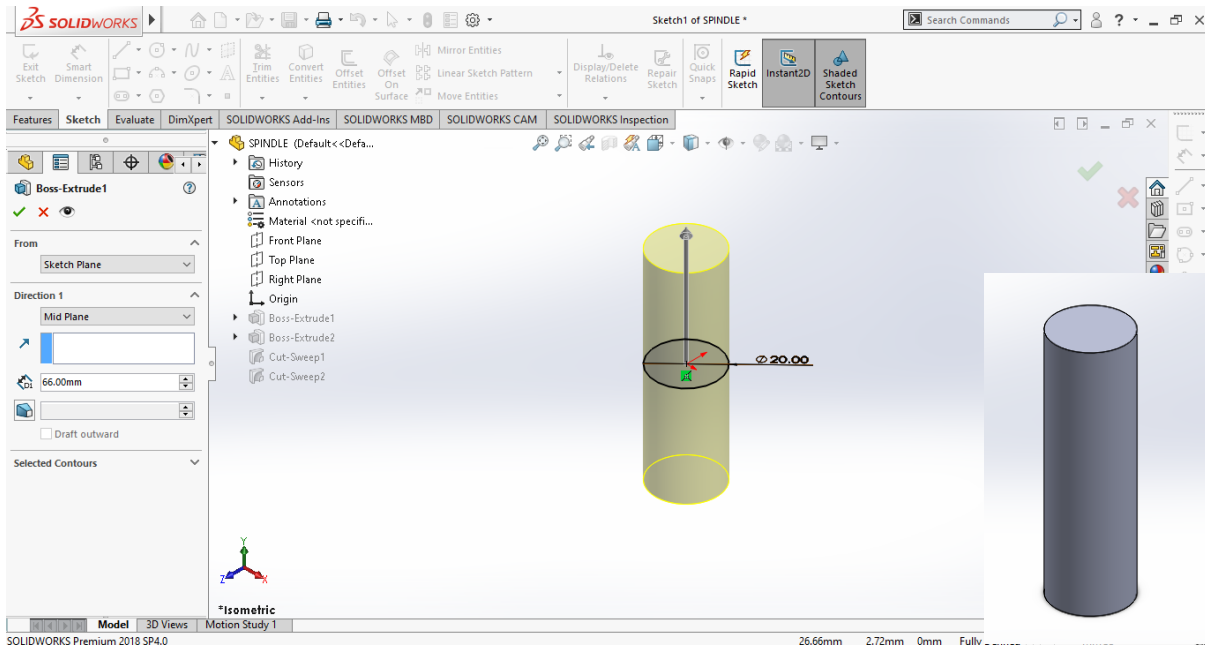
2.15 บันทึกชิ้นงานนี้ได้โดยคลิก File -> Save ตั้งชื่อไฟล์เป็น BRACKET





3. SPINDLE

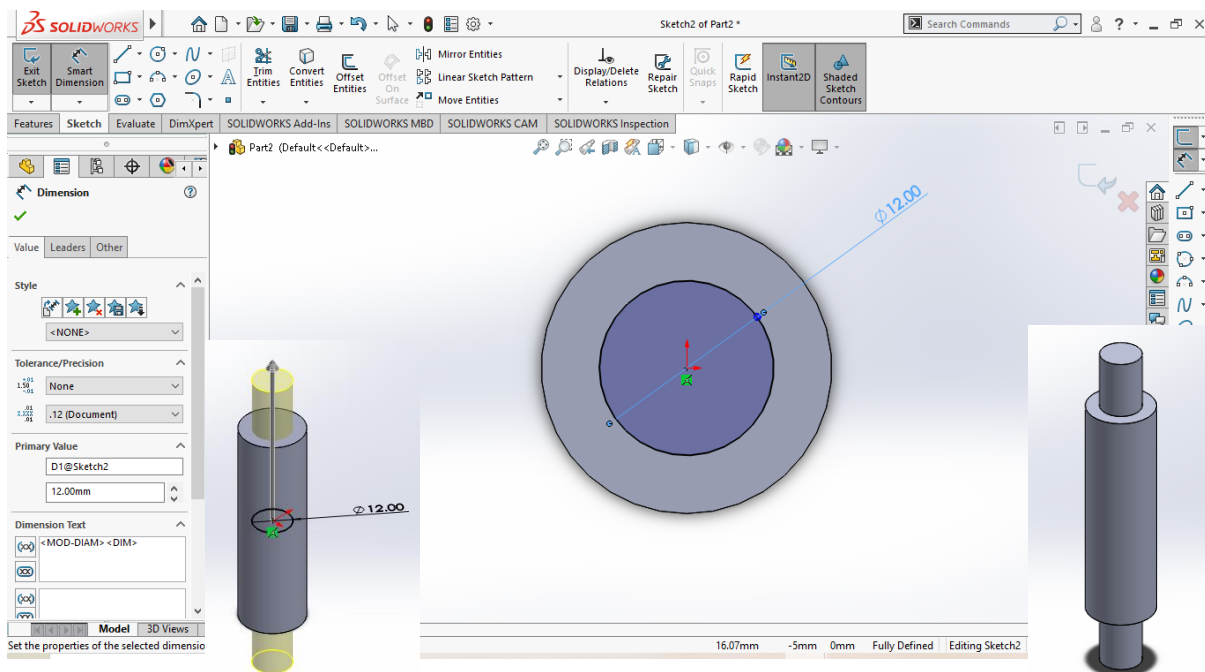
3.1 การสร้างเอกสารใหม่ คลิกที่ New  แล้วเลือก สร้างเอกสาร Part  ใหม่

3.2 เลือก Top Plane  กด Sketch  คลิกที่ Circle  และร่างวงกลมโดยให้ Origin เป็นศูนย์กลางของวงกลม คลิกที่ Smart Dimension  และกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 20mm.

3.3 คลิกที่ Extruded Boss\Base  เลือกประเภท Mid Plane และตั้งค่าความลึกที่ 66mm คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น

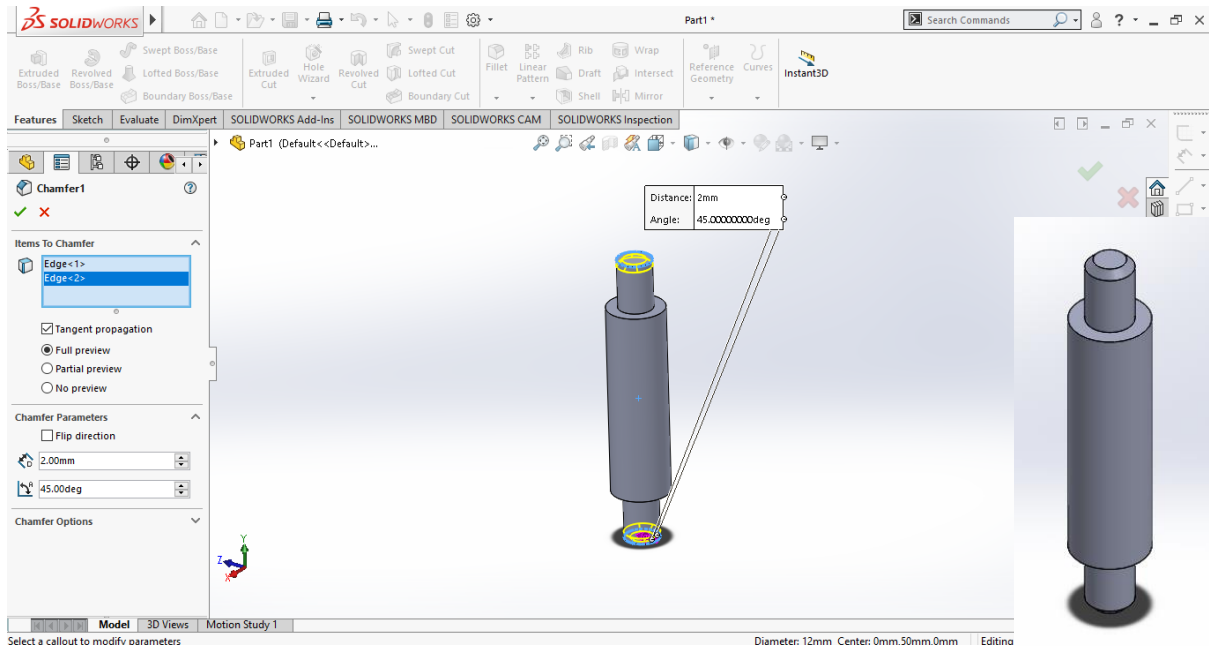


3.4 เลือกที่ Top Plane กด Sketch คลิกที่ Circle  และร่างวงกลมตรงกลาง คลิกที่ Smart Dimension  และตั้งค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 12mm . คลิกที่ Extruded Boss/Base  เลือกประเภท Mid Plane และตั้งค่าความลึกที่ 100mm คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น









3.5 ต่อมาคือการลบมุมที่ปลายโดยใช้ Chamfer เลือกขอบทั้งสองที่เน้นสีเขียวตามที่แสดง เลือก ระยะมุมและตั้งค่าระยะทางเป็น 2mm .และมุมเป็น 45องศา คลิก เพื่อเสร็จสิ้น




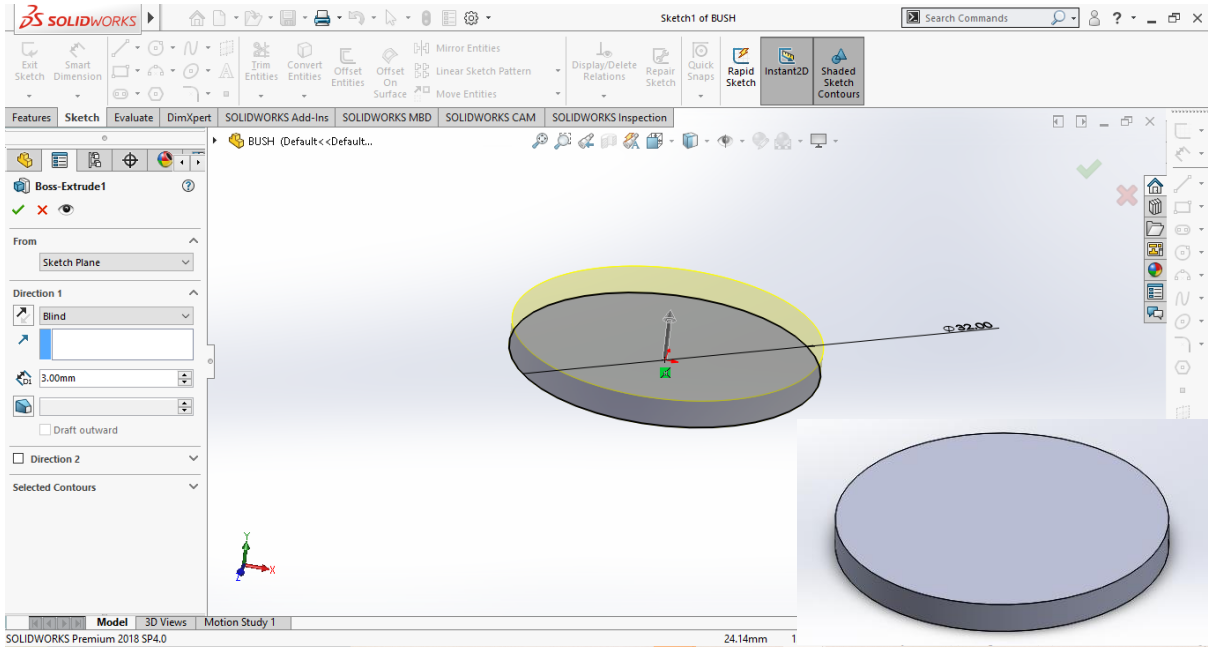
3.6 บันทึกชิ้นงานนี้ได้โดยคลิก File -> Save ตั้ง ชื่อไฟล์นี้ว่า SPINDLE

4.BUSH

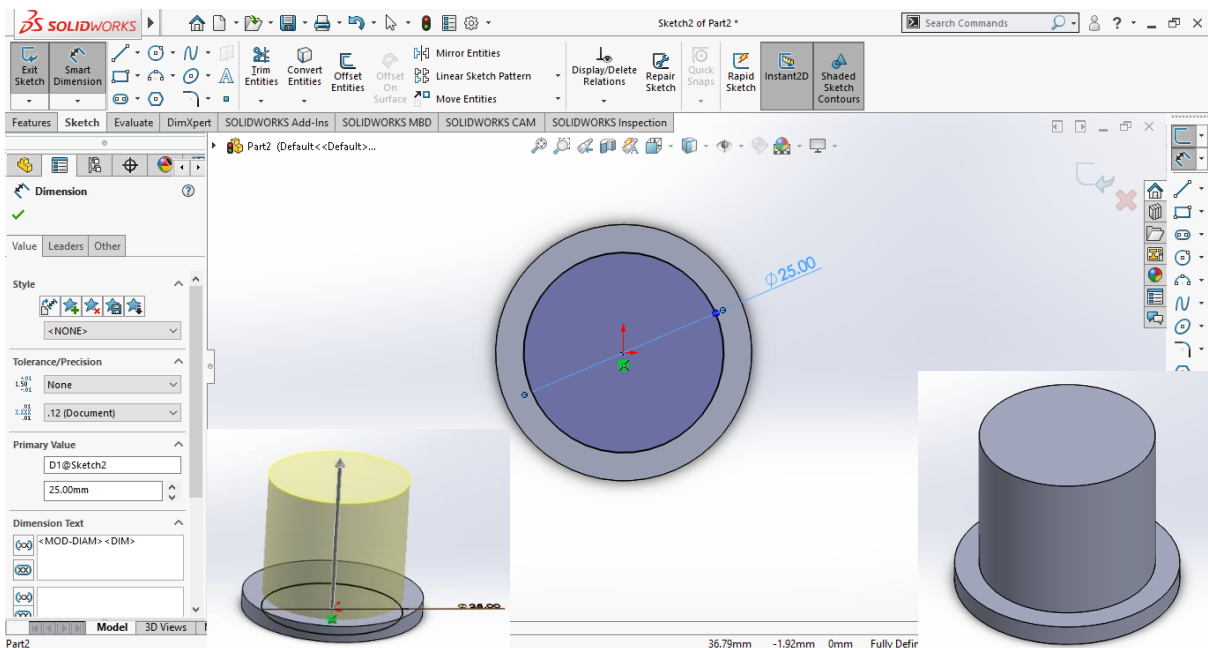
4.1 การสร้างเอกสารใหม่ คลิกที่ New  แล้วเลือก สร้างเอกสาร Part  ใหม่

4.2 เลือก Top Plane  กด Sketch  คลิกที่ Circle  และร่างวงกลม โดยให้ Origin เป็น ศูนย์กลางของวงกลม คลิกที่ Smart Dimension  และกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 32mm.

4.3 คลิกที่ Extruded Boss/Base  เลือกประเภท Blind และตั้งค่าความลึกที่ 3mm คลิก เพื่อเสร็จสิ้น

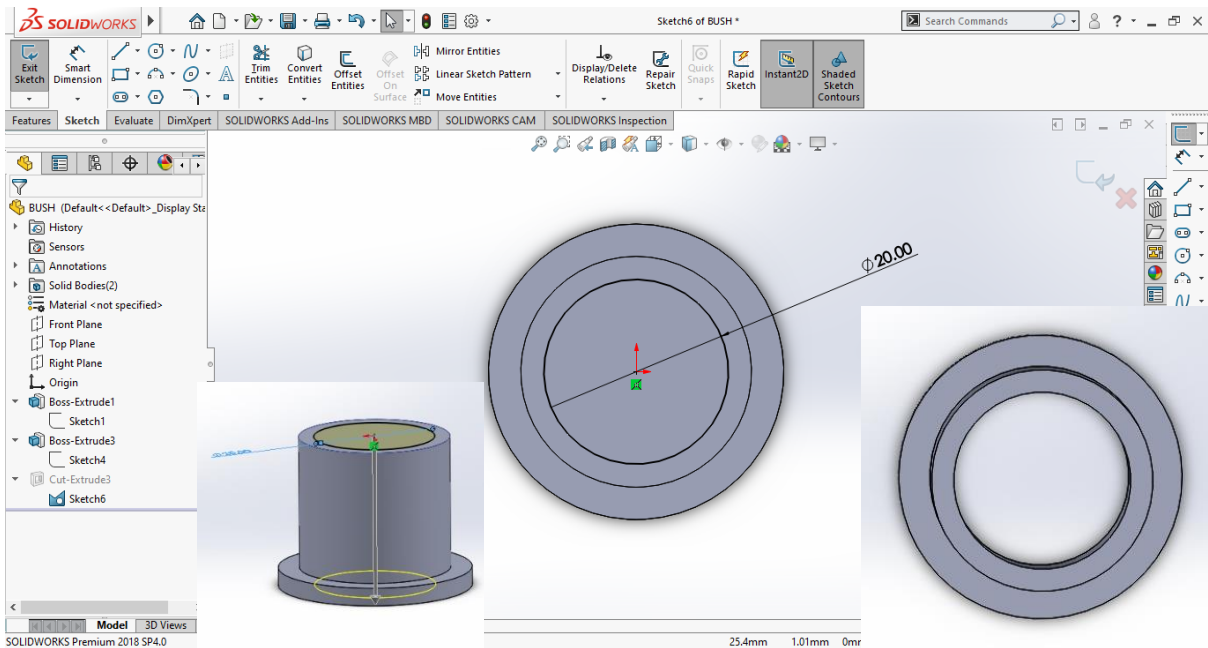


4.4 เลือก Top Plane กด Sketch คลิกที่ Circle และ Sketch วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25mm. ดังภาพ คลิกที่ Extruded Boss/Base เลือกประเภท Blind และตั้งค่าความลึกที่ 25mm คลิก เพื่อเสร็จสิ้น





4.5 คลิกหน้าของวงกลมเล็กเพื่อ Sketch กดที่ Circle และร่างวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20mm. คลิกที่ Extruded Cut เลือกประเภท Through All คลิก เพื่อเสร็จสิ้น

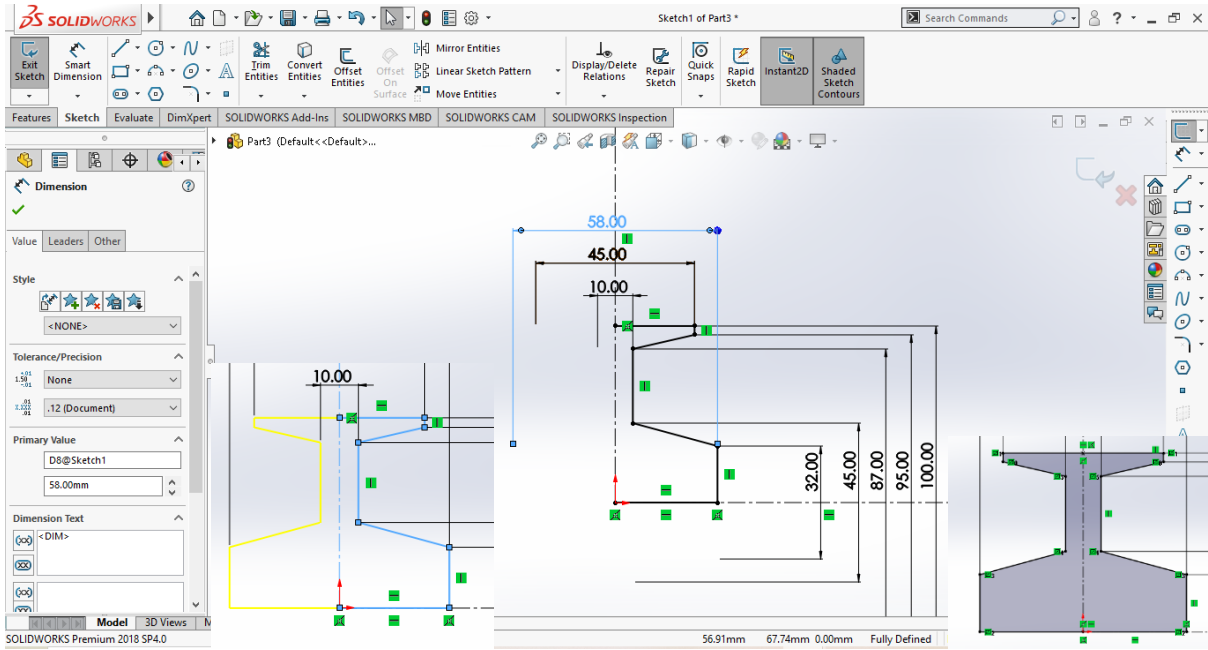




4.6 บันทึกชิ้นงานนี้โดยคลิกFile -> Save ตั้ง ชื่อไฟล์นี้ว่า BUSH

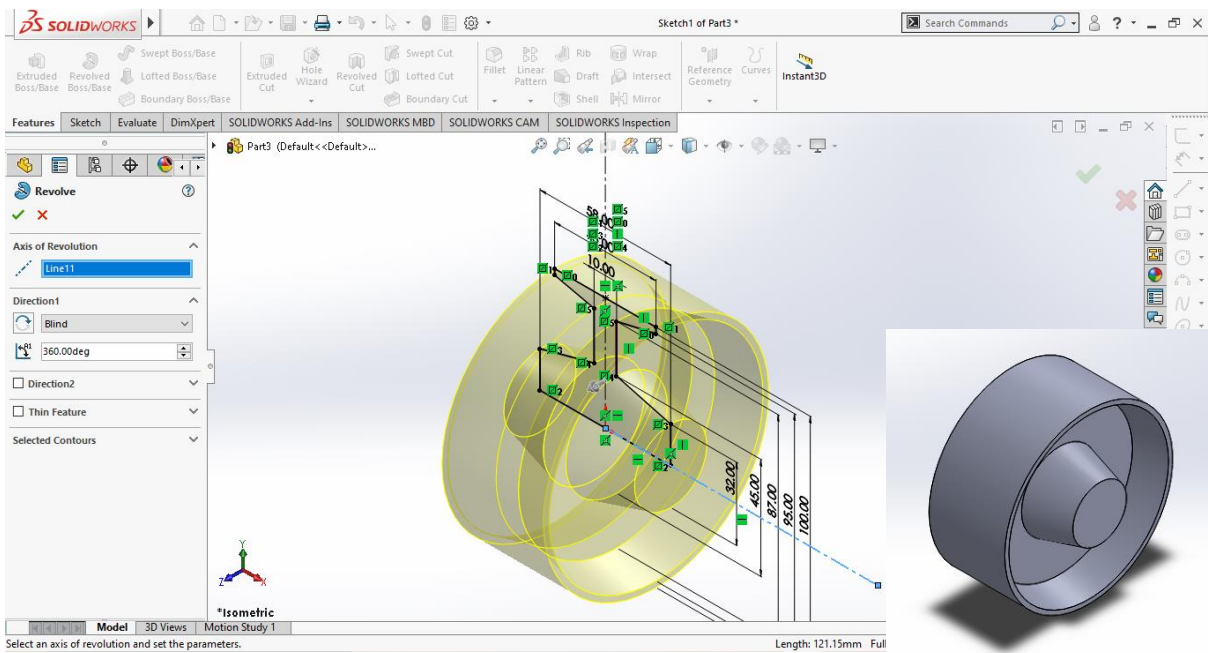
5. ROLLER

5.1 การสร้างเอกสารใหม่ คลิกที่ New แล้วเลือก สร้างเอกสาร Part ใหม่



5.2 เลือก Front Plane กด Sketch คลิก Centerline ร่างเส้นกึ่งกลางในแนวนอนและแนวตั้งหลังจากนั้นคลิก Line ร่างตามภาพที่แสดง คลิกที่ Smart Dimension เพื่อกำหนดขนาด กดที่ Mirror กด Shift ค้างคลิกให้ครบทุกเส้นกดตรงช่อง Mirror about คลิกเส้น Centerline คลิก เพื่อเสร็จสิ้น

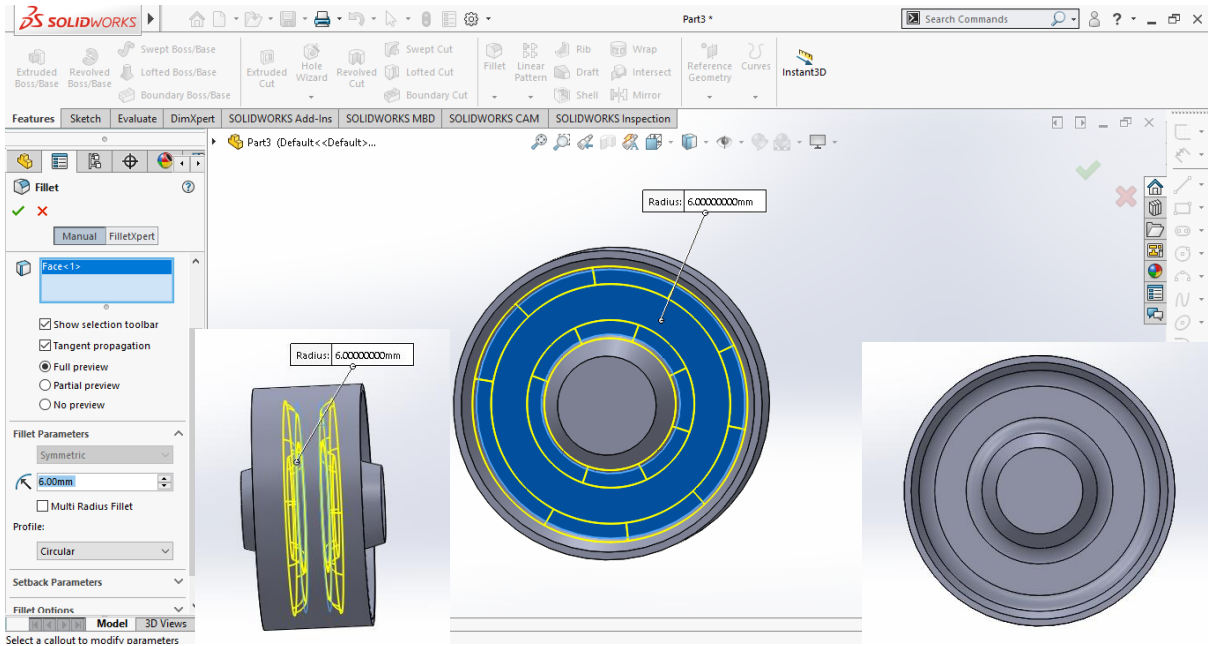





5.3 คลิกที่ Revolved Boss/Base  กด Centerline แนวนอน เลือกประเภท Blind ตั้งค่าเป็น 360 องศา คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น

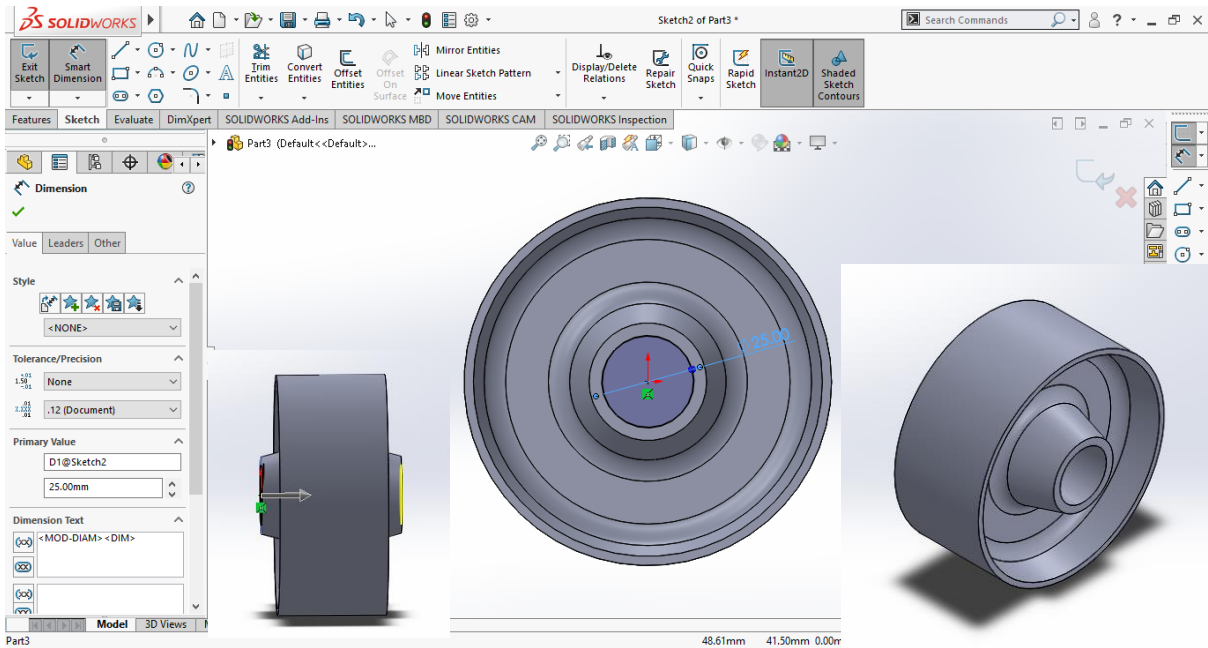




5.4 คลิก Filler  กดด้านในทั้งสองด้านของRoller และกำหนดรัศมีของเนื้อเป็น 6mm . คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น



5.5 คลิกหน้าขึ้นงานวงกลมตรงกลางให้ขึ้นสีฟ้า แล้วคลิกวาด Sketch  คลิก Circle  และร่างวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางกลาง 25mm. คลิกที่ Extruded Cut เลือกประเภท Through All คลิก  เพื่อเสร็จสิ้น



5.6 บันทึกชิ้นงานนี้โดยคลิกไฟล์ ->บันทึก ตั้ง ชื่อไฟล์นี้ว่า ROLLER

