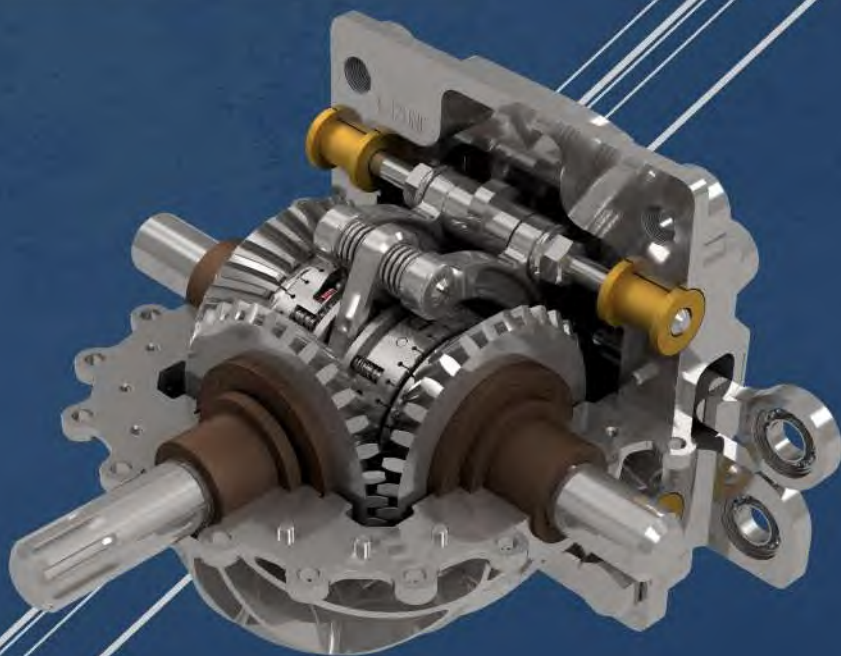


การขึ้นรูปชิ้นส่วน 3 มิติ ขั้นสูง

How to create advance 3D modeling parts

By Autodesk Inventor

- ✓ การอ่านแบบสั่งงาน 2 มิติ
- ✓ การประยุกต์ใช้คำสั่งการขึ้นรูป 3 มิติ ขั้นสูง
- ✓ แนวคิดและวิธีการใช้คำสั่งของซอร์ฟแวร์



นิรวิทย์ นนทะศิริ และ ศุภกิจ ภู่แดงเชือก

เมช แมคคาทรอนิกส์ ดีไซน์ จำกัด

การขึ้นรูปชิ้นส่วน 3 มิติ ขั้นสูง

How to Advance Parts 3D Modeling

โดย นิรวิทย์ นนทะศิริ และ ศุภกิจ ภูแดงเชือก

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ห้ามทำการลอกเลียนแบบไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้

นอกจากจะได้รับอนุญาต

พิมพ์ครั้งที่ 1 , 15 สิงหาคม 2563

จัดจำหน่ายโดย

บริษัท เมช แมคคาทรอนิกส์ ดีไซน์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)

97/1 ถนน ทางหลวงชนบท นม. 1020 ต.โคกกรวด อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30280

โทรศัพท์ 044-000-211, 089-7858942 โทรสาร 044-000-211

www.meshmechanism.com E-mail: sale@meshmechanism.com

จัดพิมพ์โดย

บริษัท เอ็น วาย พิล์ม จำกัด

3 ซ.ราชพฤกษ์ 4 ถ.ราชพฤกษ์ แขวงบางจาก เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160

ในกรณีที่ต้องการสั่งซื้อหนังสือเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน การฝึกอบรม สามารถติดต่อสอบถามราคาพิเศษได้ที่ โทรศัพท์ 044-000-211 มือถือ 089-785-8942

คำนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องกับยุคอุตสาหกรรม 4.0 มีการพัฒนาและเจริญเติบโตตามแนวโน้มเศรษฐกิจที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องสร้างและพัฒนาบุคลากร วิศวกรที่มีความรู้ความสามารถและความเป็นเลิศในสาขาอาชีพการออกแบบและเขียนแบบเครื่องจักรกล ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ ของประเทศ บุคลากรในสายงานการออกแบบและเขียนแบบฯ รวมถึงความสามารถในการใช้งานซอฟต์แวร์ ทักษะการวิเคราะห์ การออกแบบและเขียนแบบในแต่ละภาคส่วนตามประเภทของอุตสาหกรรม ซึ่งจากประสบการณ์ในด้านการทำงานของผู้เขียนใช้มีประสบการณ์ 10 ปี ด้านการออกแบบเขียนแบบวิศวกรรม การวางระบบงานอุตสาหกรรม และการสอนอบรมการใช้งานซอฟต์แวร์เพื่อใช้สำหรับงานออกแบบเขียนแบบวิศวกรรม รวมถึงการเป็นผู้เชี่ยวชาญสาขาการออกแบบเขียนแบบเครื่องกล ทั้งในและต่างประเทศ เหล่านี้สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เขียนถ่ายทอดหลักการทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติมารวมไว้ในหนังสือเล่มนี้

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วย วิธีการขึ้นรูป 3 มิติขั้นสูง (Advanced Part modeling) และคำสั่งต่าง ๆ ในโปรแกรม เช่น Surface Sweep, Intersection Curve, Helical Curve, Stitch Surface เป็นส่วนหลักๆ ซึ่งข้อมูลและตัวอย่างวิธีการขึ้นรูปขั้นสูงที่อยู่ภายในเล่มล้วนสามารถเขียนขึ้นชิ้นงานได้จริงซึ่งเป็นลิขสิทธิ์เฉพาะของคณะจัดทำ เพื่อผู้อ่านสามารถนำไปต่อยอดและเพิ่มศักยภาพในอาชีพในสายงานการออกแบบเขียนแบบให้สามารถตอบสนองให้ทันกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบัน อีกทั้งยังสามารถช่วยพัฒนาในส่วนของการเรียนการสอนในระดับอาชีวศึกษาและการทำงานจริงในส่วนภาคอุตสาหกรรม สามารถนำไปเป็นแนวทางการปฏิบัติหรือใช้เตรียมความพร้อมในการแข่งขันฝีมือแรงงานแห่งชาติและการแข่งขันฝีมือแรงงานอาเซียน รวมไปถึงในระดับนานาชาติ (WorldSkills Competitions) สาขา ออกแบบและเขียนแบบเครื่องจักรกลวิศวกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ CAD ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือการขึ้นรูป 3 มิติขั้นสูง (Advanced Part modeling) เล่มนี้จะเป็นคู่มือสำคัญที่จะช่วยเพิ่มความรู้และทักษะที่สำคัญให้กับท่านผู้อ่านได้เป็นอย่างดี และหากหนังสือเล่มนี้มีข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย หากท่านต้องการสอบถามปัญหาเรื่องการใช้งานโปรแกรมหรือมีข้อเสนอแนะต่าง ๆ

สามารถติดต่อได้ที่ โทร : 089-785-8942 อีเมลล์ : nirawit@meshmechanism.com

Line: nirawitoh

Facebook page: สอน-อบรมเขียนแบบเครื่องกล 3D CAD

YouTube Chanel: CAD i Draw

นายนิรวิทย์ นนทะศิริ

ผู้จัดทำ

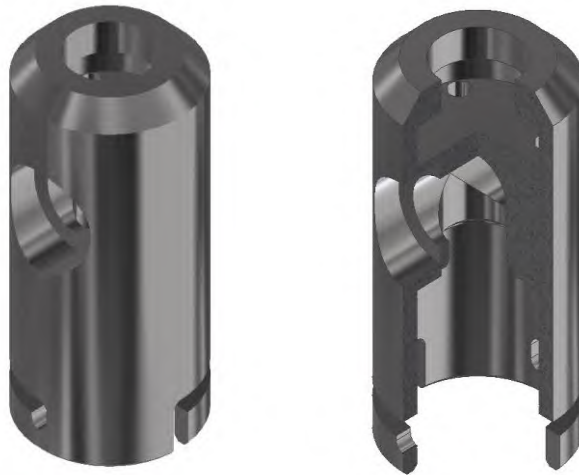
สารบัญ

การขึ้นรูปชิ้นงาน 3 มิติขั้นสูง (Advanced Part Modeling)	หน้า
แบบฝึกหัดที่ 1.....	1
แบบฝึกหัดที่ 2.....	16
แบบฝึกหัดที่ 3.....	25
แบบฝึกหัดที่ 4.....	35
แบบฝึกหัดที่ 5.....	42
แบบฝึกหัดที่ 6.....	66
แบบฝึกหัดที่ 7.....	81
แบบฝึกหัดที่ 8.....	102
แบบฝึกหัดที่ 9.....	121
แบบฝึกหัดที่ 10.....	125
แบบฝึกหัดที่ 11.....	139
แบบฝึกหัดที่ 12.....	154
แบบฝึกหัดที่ 13.....	161
แบบฝึกหัดที่ 14.....	166
แบบฝึกหัดที่ 15.....	175
แบบฝึกหัดที่ 16.....	187

ภาคผนวก

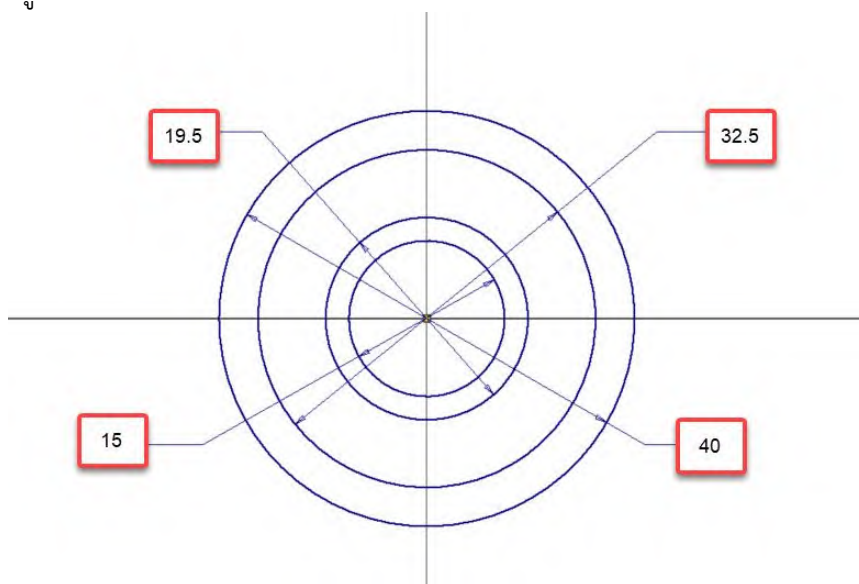
Exercise 2D Detail Drawing	
----------------------------------	--

แบบฝึกหัดที่ 1



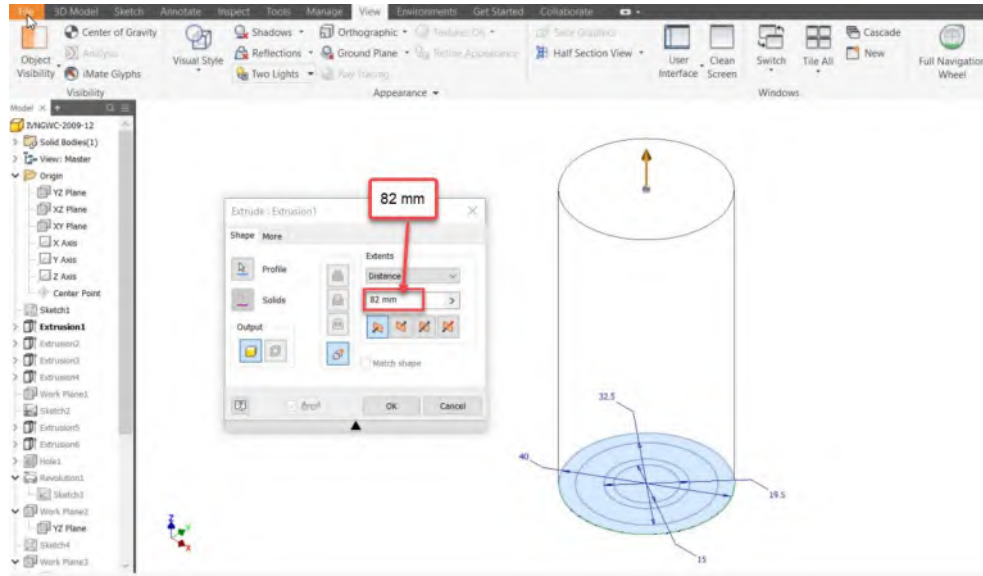
รูปที่ 1.1 รายละเอียดของชิ้นงาน

1.1 Sketch เลือกระนาบ X Y Plane หลังจากนั้นให้ Sketch วงกลม โดยใช้คำสั่ง (Circle) จำนวน 4 Profile ในนั้นดังรูปที่ 1.2



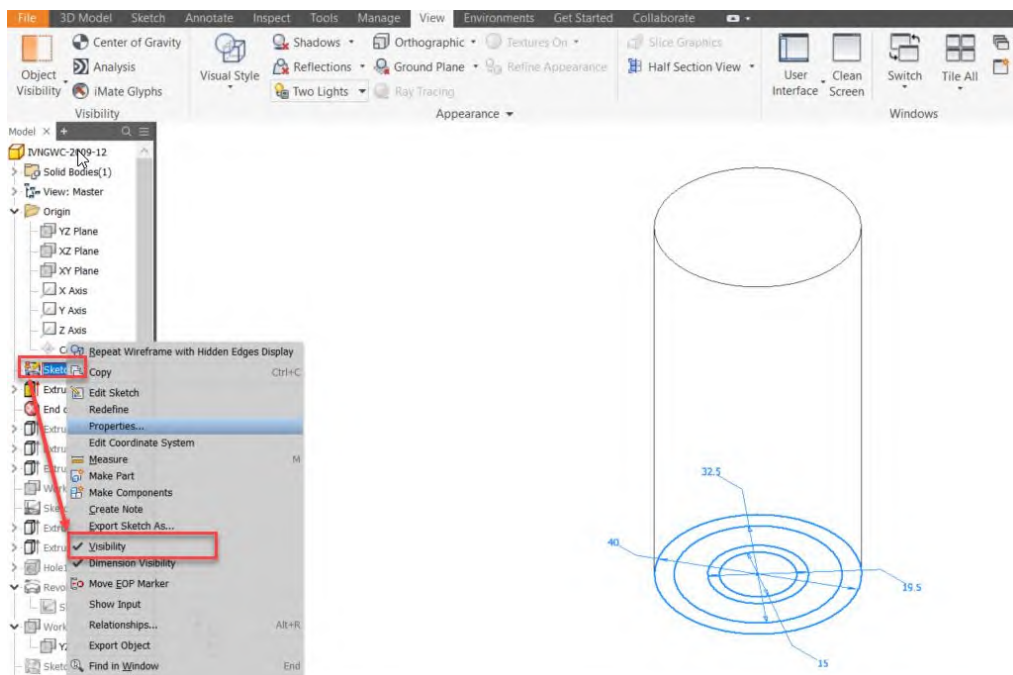
รูปที่ 1.2 Sketch วงกลมจำนวน 3 Profile

1.2 หลังจากนั้นให้เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ Tool bar ตำแหน่ง 3D Model และเลือกคำสั่ง Extrude หลังจากนั้น ให้กำหนด Profile วงกลม $\varnothing 40$ มม. แล้วยืดวัตถุขึ้นไป ทิศทางแกน Z = 82 มม. ดังรูปที่ 1.3



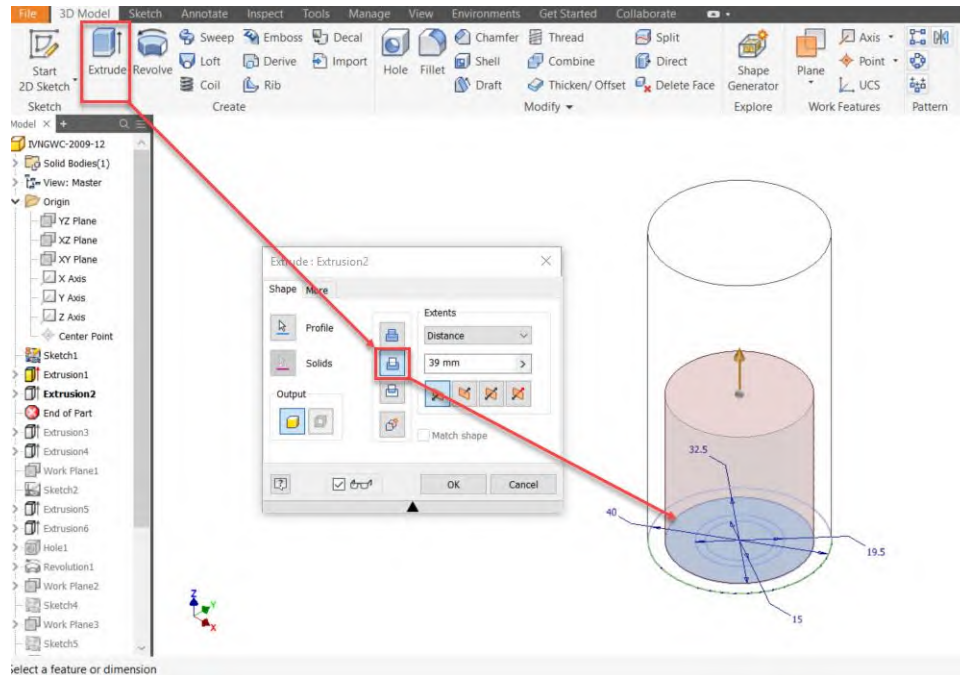
รูปที่ 1.3 Extrude $\varnothing 40$ มม.

1.3 คลิกขวาที่ Sketch 1 แล้วเลือก Share Sketch (หากไม่ขึ้นว่า Share Sketch ให้เลือก Visibility แทน หลังจากเลือกเสร็จแล้ว Profile Sketch จะปรากฏขึ้นเพื่อให้นำ Sketch ไปใช้ขึ้นรูปต่อไป



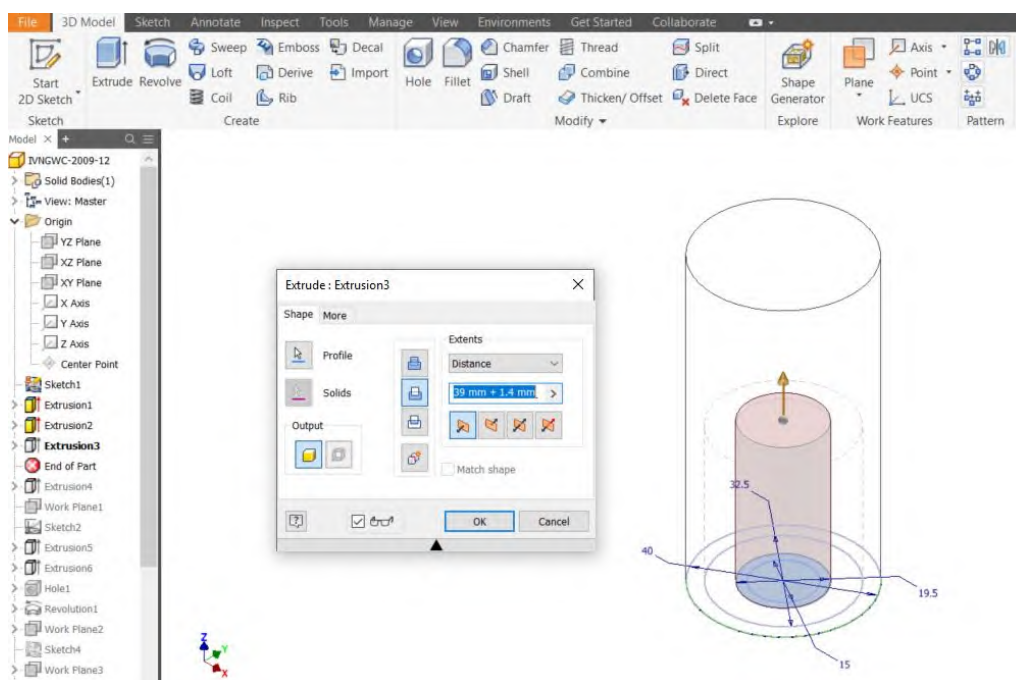
รูปที่ 1.4 ใช้คำสั่ง Share Sketch

1.4 เลือกคำสั่ง Extrude หลังจากนั้นเลือก Profile วงกลม $\varnothing 32.5$ แล้วกำหนดรูปแบบ Cut แล้วกำหนดระยะ 39 มม. ดังรูปที่ 1.5



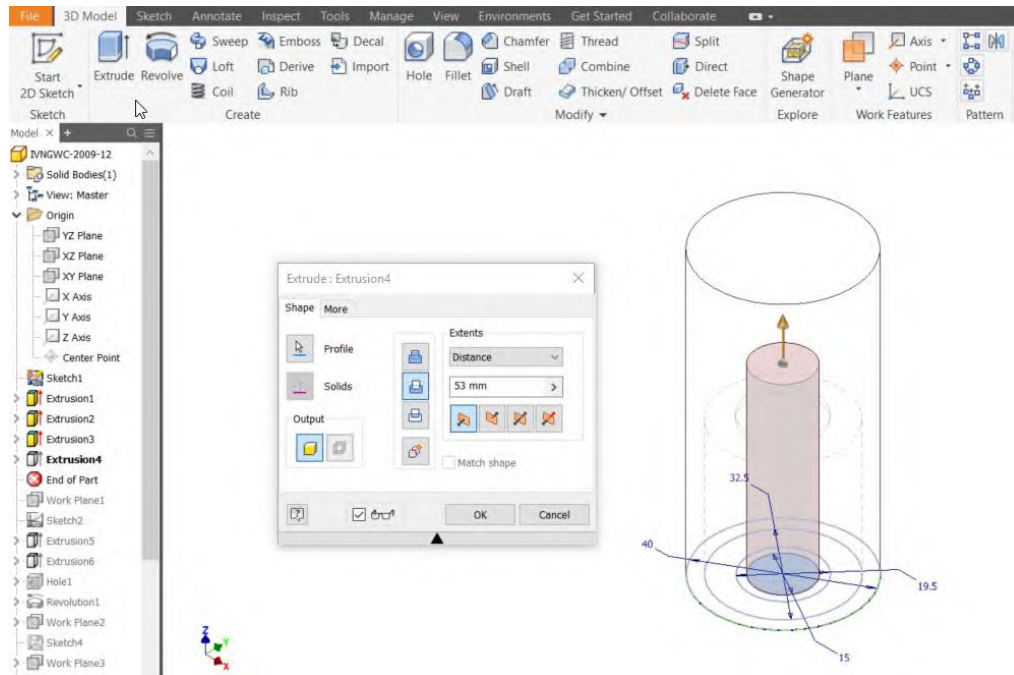
รูปที่ 1.5 ใช้คำสั่ง Extrude แบบ Cut ของ $\varnothing 32.5$ มม.

1.5 เลือกคำสั่ง Extrude แล้วกำหนด Profile วงกลม $\varnothing 19.5$ แล้วกำหนดรูปแบบ Cut แล้วกำหนดระยะ 40.4 มม. เพื่อตัดชิ้นงานออก ดังรูปที่ 1.6



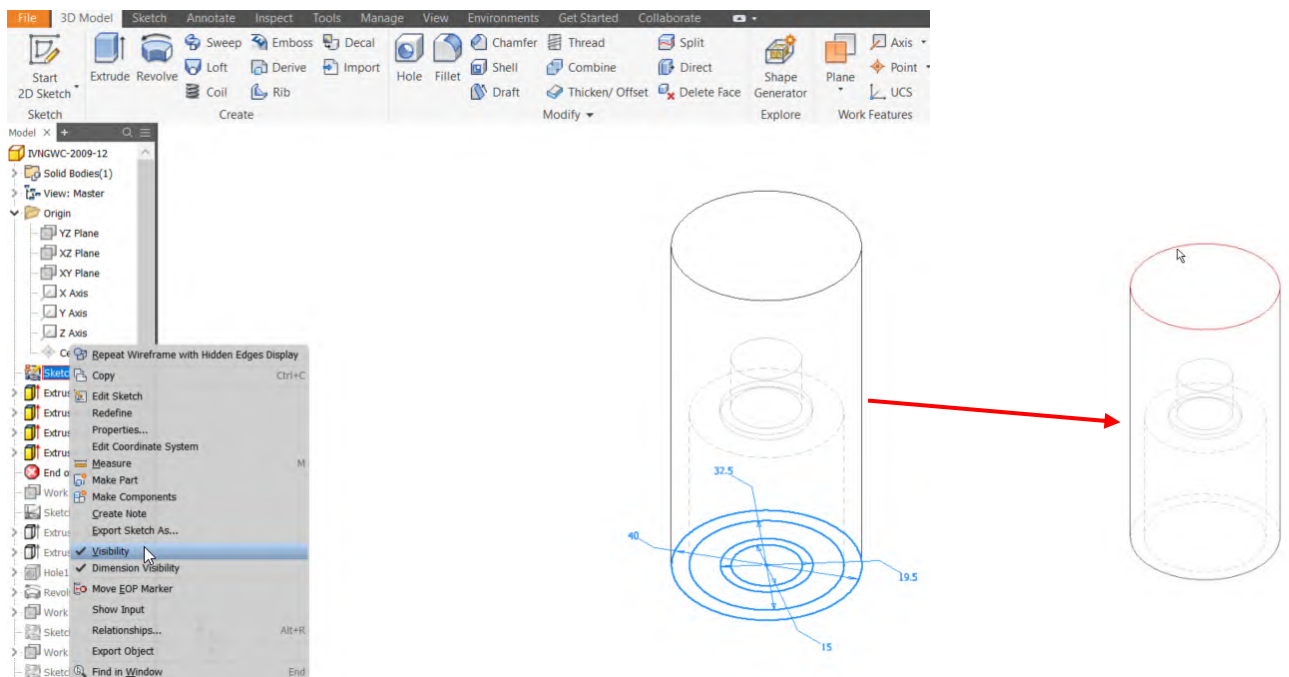
รูปที่ 1.6 ใช้คำสั่ง Extrude ในรูปแบบ Cut ของ $\varnothing 19.5$ มม.

1.6 เลือกคำสั่ง Extrude ในรูปแบบ cut ของ $\varnothing 15$ แล้วกำหนดระยะ 53 มม. เพื่อตัดชิ้นงานออก



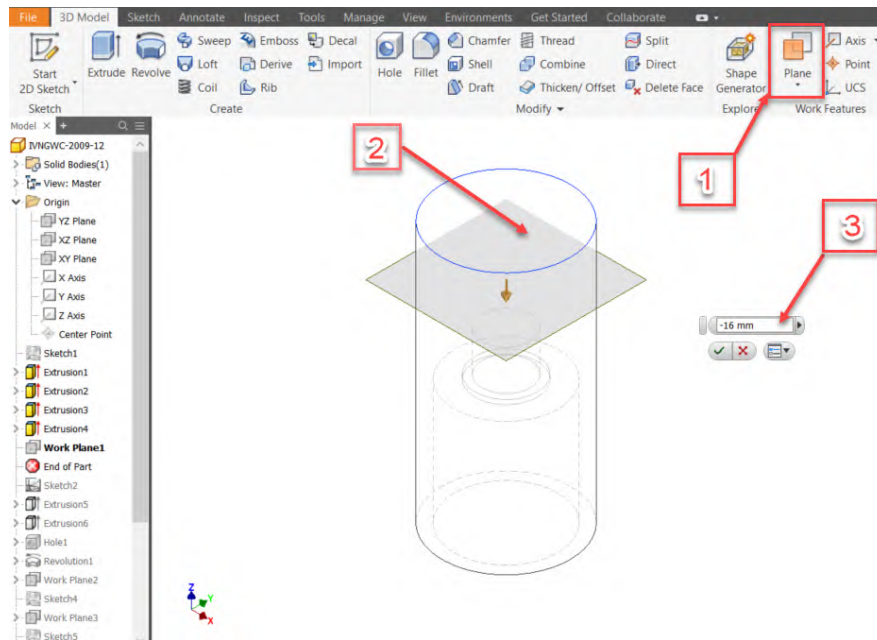
รูปที่ 1.7 ใช้คำสั่ง Extrude รูปแบบ Cut ของ $\varnothing 15$ มม.

1.7 คลิกขวาที่ Sketch 1 แล้วเลือก Visibility เพื่อปิด Sketch1 หลังจากนั้น Sketch ก็หายไปตามรูปด้านขวาของ ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.8 ปิด Sketch ที่ไม่ได้ใช้งานออก

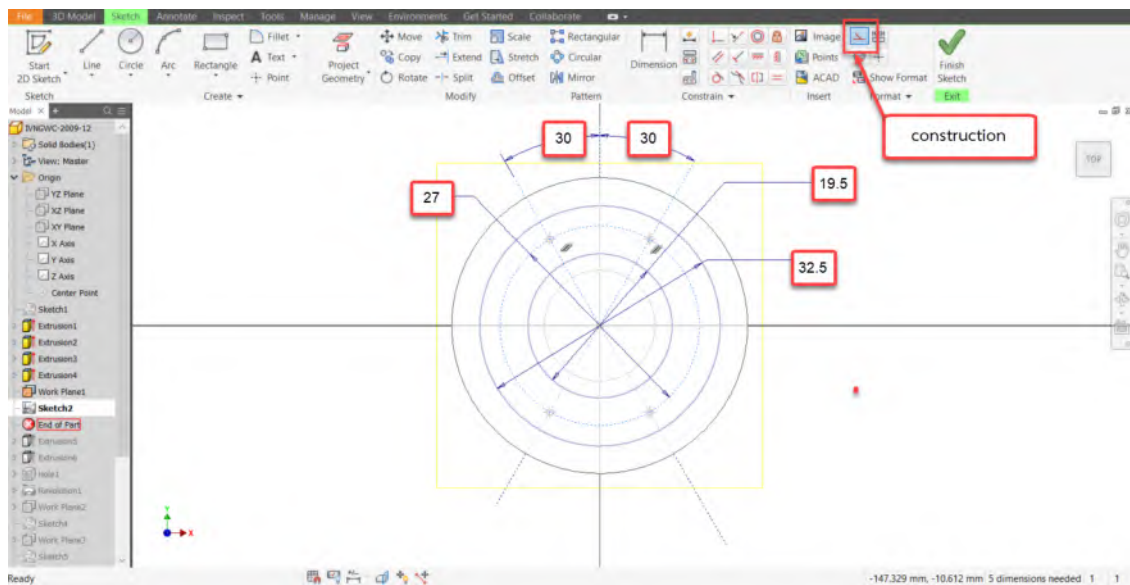
1.8 การสร้างระนาบ (Plane) ให้เลือกคำสั่ง Plane แล้วเลือกพื้นผิวด้านบนของชิ้นงานหลังจากนั้นให้นำเมาส์ไปคลิกซ้ายค้างที่พื้นที่ว่างแล้วลากลงแล้วกำหนดระยะของ Plane ที่ -16 มม.



รูปที่ 1.9 การสร้าง Plane

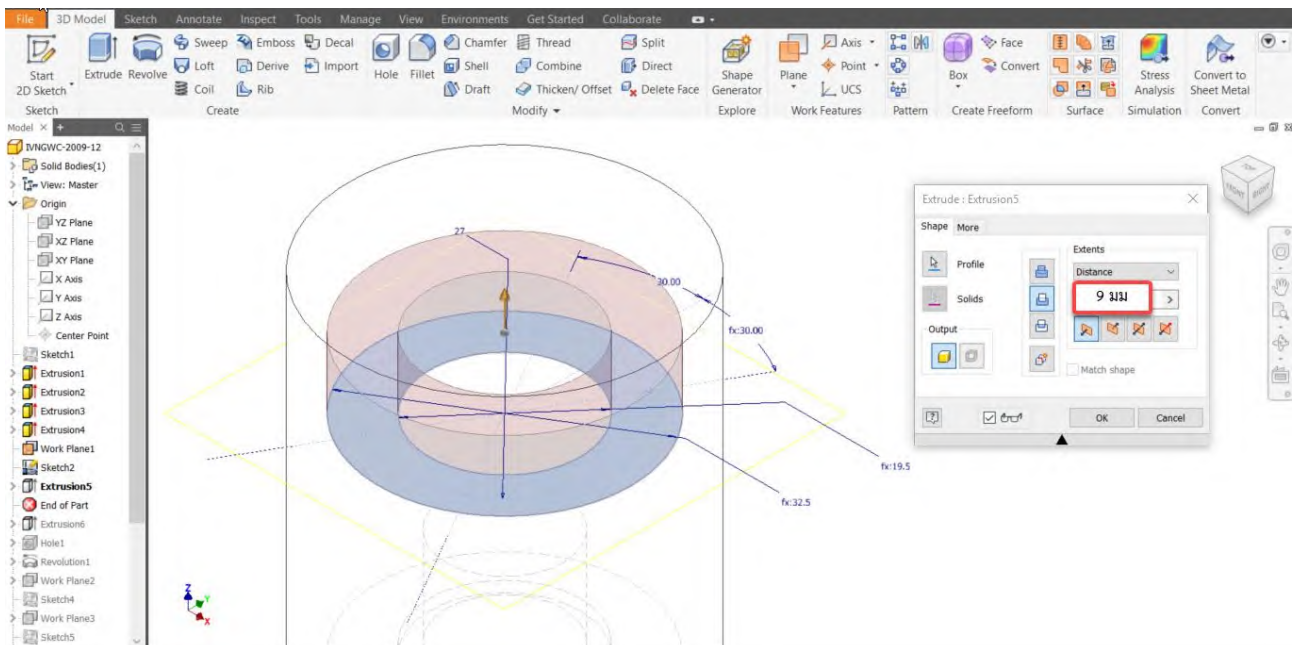
1.9 เลือกระนาบ Plane ที่สร้างขึ้นมาในหัวข้อ 1.8 แล้ว Sketch ในระนาบนั้น ต่อมาเริ่มทำการสร้าง Profile ตามหัวข้อต่อไปนี้

- 1.9.1 สร้างวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\varnothing 32.5$ มม.
- 1.9.2 สร้างวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\varnothing 19.5$ มม.
- 1.9.3 สร้างวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\varnothing 27$ มม. แล้วเปลี่ยน Profile นี้ให้เป็น construction ให้เรียบร้อย
- 1.9.4 สร้างเส้น (Line) ทแยงทำมุม 30° ทั้ง 2 เส้น พร้อมเปลี่ยนเส้นทั้ง 2 เส้นให้เป็น construction ให้เรียบร้อย
- 1.9.5 สร้างจุด (Point) ทั้ง 4 จุดตรงเส้นทแยงตรงจุดตัด $\varnothing 27$ มม.



รูปที่ 1.10 สร้าง Profile Sketch

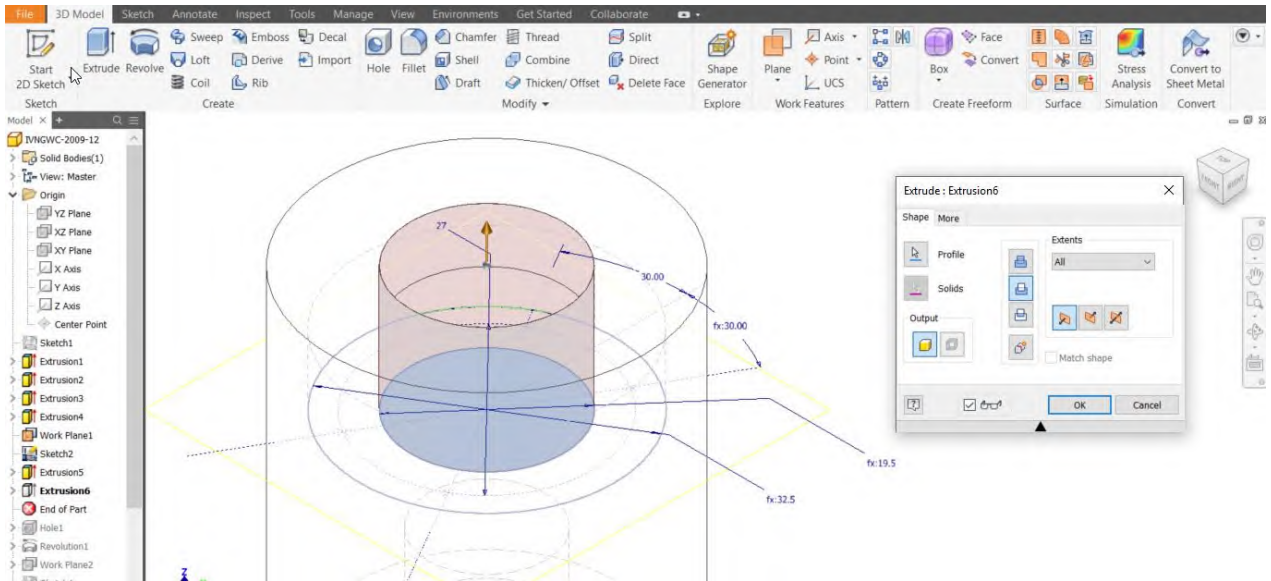
1.10. หลังจาก Sketch เสร็จเรียบร้อยแล้วทำการตัดชิ้นงานโดยใช้คำสั่ง Extrude รูปแบบ cut ของ Profile และกำหนดระยะในทิศทางแกน Z = 9 มม. ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 ใช้คำสั่ง Extrude แบบ Cut

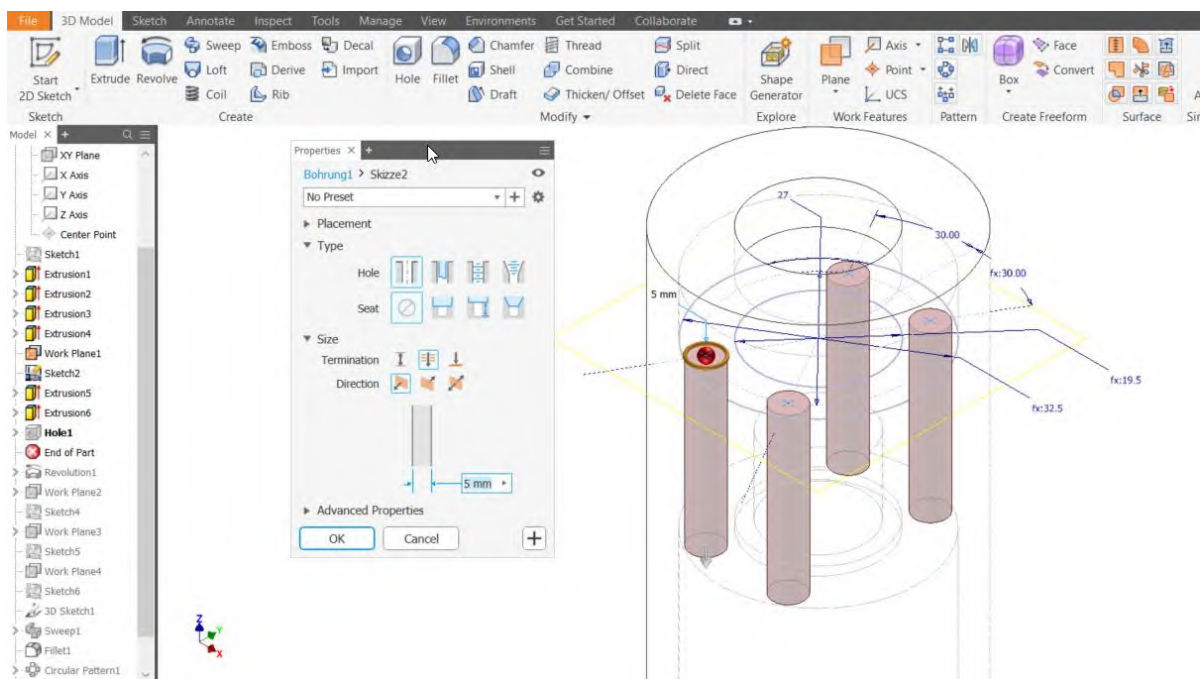
1.11 หลังจากเสร็จขั้นตอนในข้อที่ 1.10. แล้ว ทำการ Share Sketch ของ (Sketch2)

1.12 หลังจาก Share Sketch เรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อมา ก็ทำการ Extrude แบบ Cut ของ Profile ดังรูปที่ 10.11 โดยเลือก Extents เป็นลักษณะ All



รูปที่ 1.12 ใช้คำสั่ง Extrude รูปแบบ Cut โดยใช้ Profile sketch เดิม

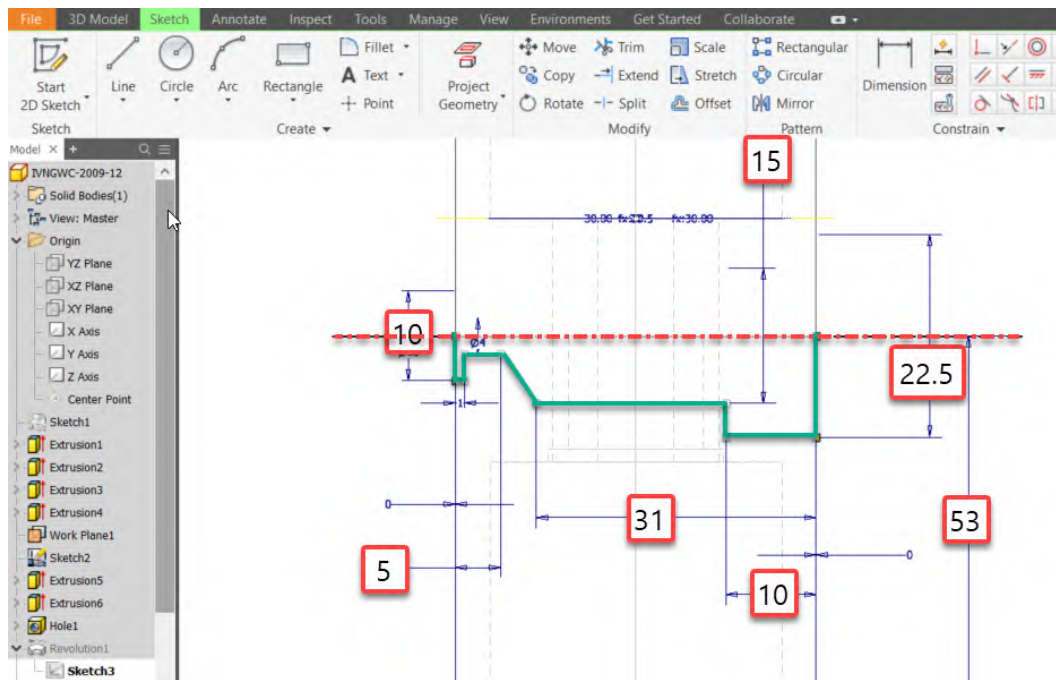
1.13 การใช้คำสั่ง Hole โดยใช้ Profile sketch เดิมโดยใช้จุดเป็นตัวอย่างแล้วเจาะรู ดังรูปที่ 1.13



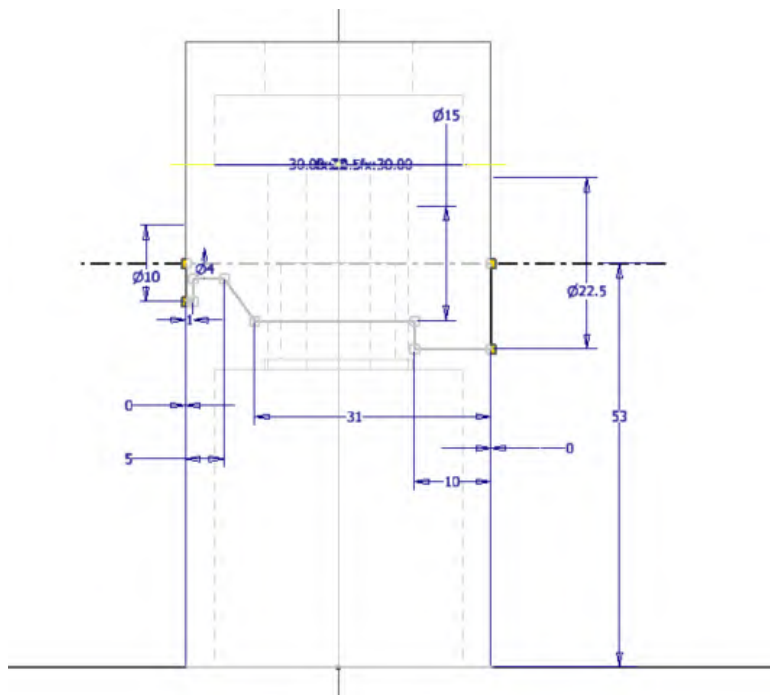
รูปที่ 1.13 การใช้คำสั่ง Hole โดยใช้ Sketch Profile เดิม

1.14 ให้ทำการปิด Sketch2 ให้เรียบร้อย

1.15 ให้ทำการ Sketch ที่ X Z Plane ที่ Origin แล้วทำการ Sketch ตามรูปต่อไปนี้

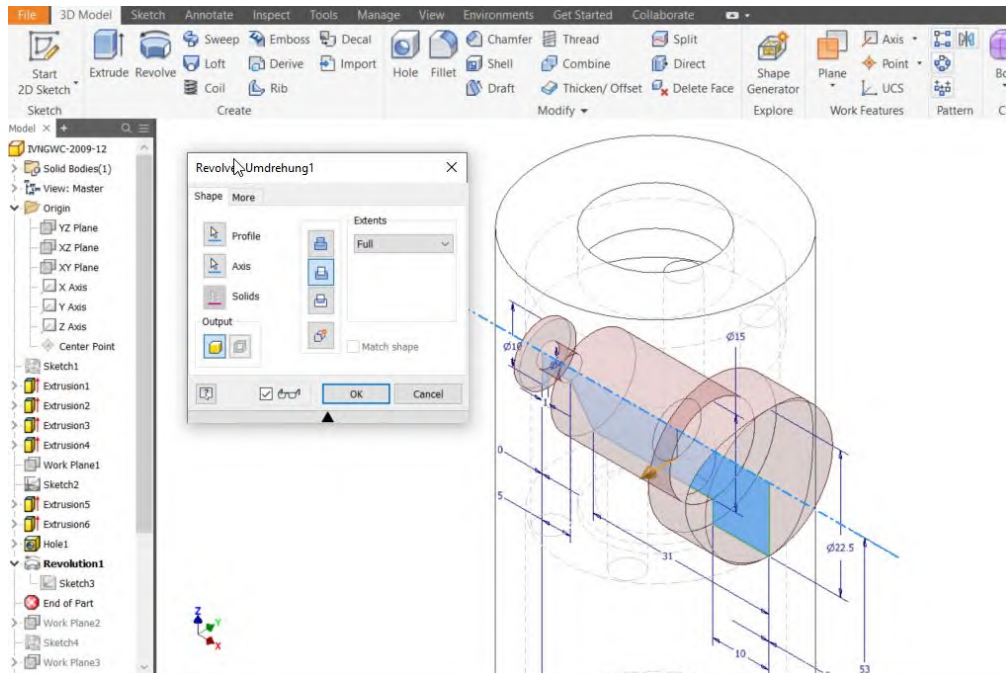


รูปที่ 1.14 Sketch เพื่อทำการใช้คำสั่ง Revolve



รูปที่ 1.15 Sketch เพื่อทำการใช้คำสั่ง Revolve (ต่อ)

1.16 หลังจากนั้นให้เลือกคำสั่ง Revolve แล้วเลือก Profile Sketch ที่ได้ Sketch ของหัวข้อ 1.15 แล้วทำการ Revolve ดังรูป 1.16



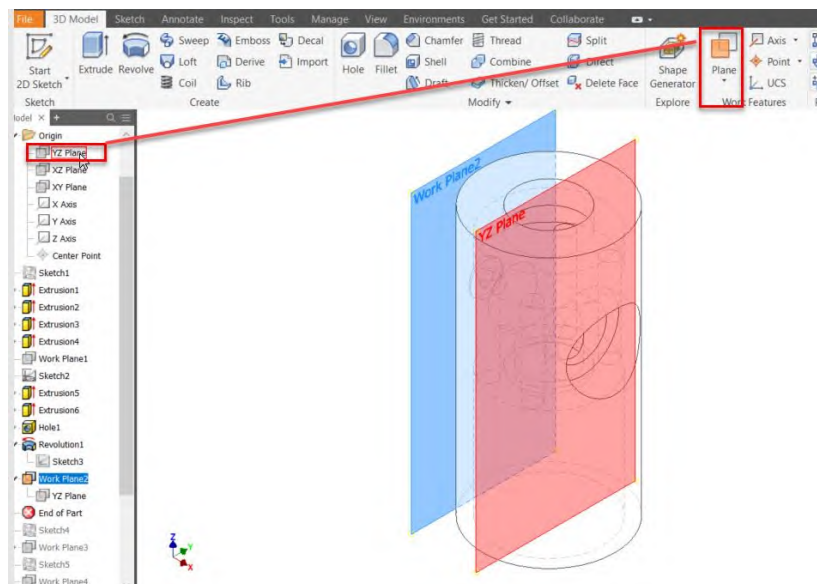
รูปที่ 1.16 การใช้คำสั่ง Revolve ในรูปแบบ cut

1.17 ทำการสร้าง Plane ดังรูปที่ 1.17 โดยการขึ้นนั้นสามารถขึ้นได้โดย ดังนี้

1.17.1 เลือกคำสั่งระนาบ Plane

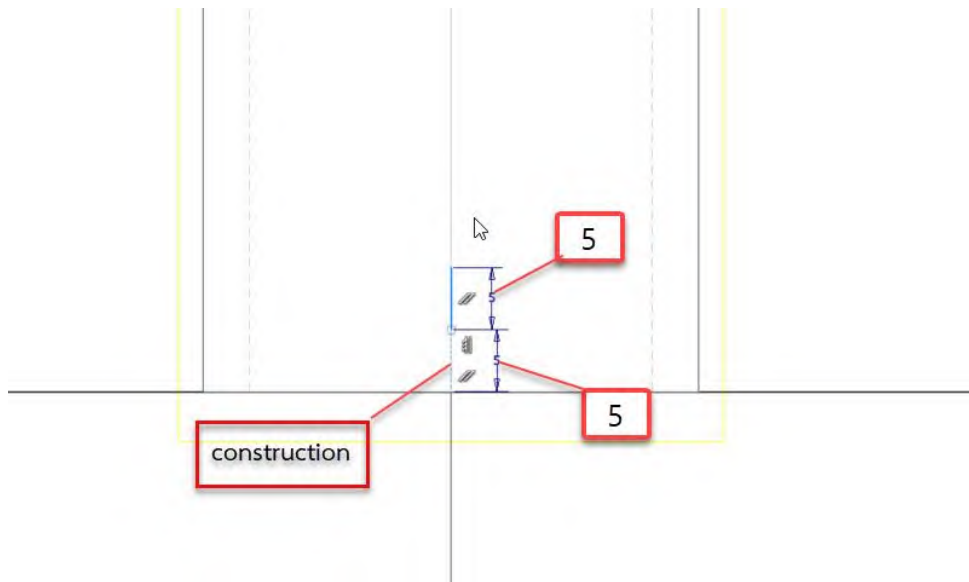
1.17.2 หลังจากเลือกคำสั่งแล้วให้เลื่อนเมาส์ไปเลือกที่ YZ Plane ที่ Origin

1.17.3 แล้วเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ขอบโค้งของผิวชิ้นงาน แล้วจะได้ระนาบตามรูปที่ 1.17



รูปที่ 1.17 การสร้าง Plane

1.18 เลือกขนาดที่สร้างขึ้นในหัวข้อ 1.17 แล้ว Sketch ตามรูปที่ 1.16



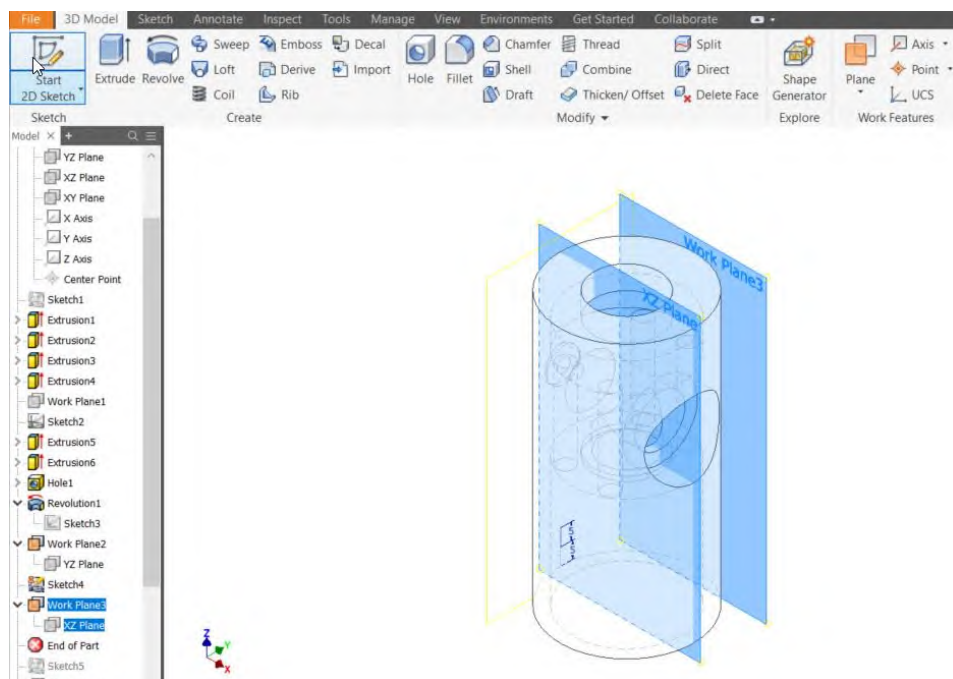
รูปที่ 1.18 สร้าง Profile Sketch

1.19 ทำการสร้าง Plane ดังรูปที่ 1.16 โดยการขึ้นนั้นสามารถขึ้นได้โดย ดังนี้

1.19.1 เลือกคำสั่งระนาบ Plane

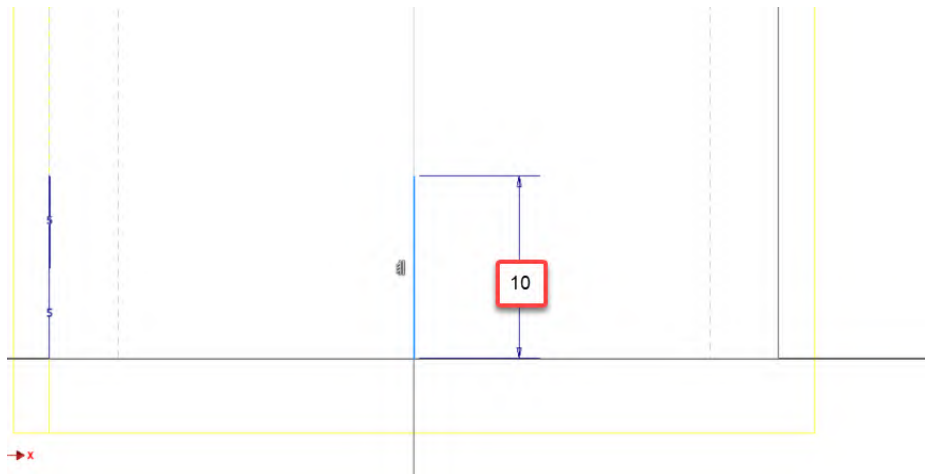
1.19.2 หลังจากเลือกคำสั่งแล้วให้เลื่อนเมาส์ไปเลือกที่ XZ Plane ที่ Origin

1.19.3 แล้วเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ขอบโค้งของผิวชิ้นงาน แล้วจะได้ระนาบตามรูปที่ 1.19



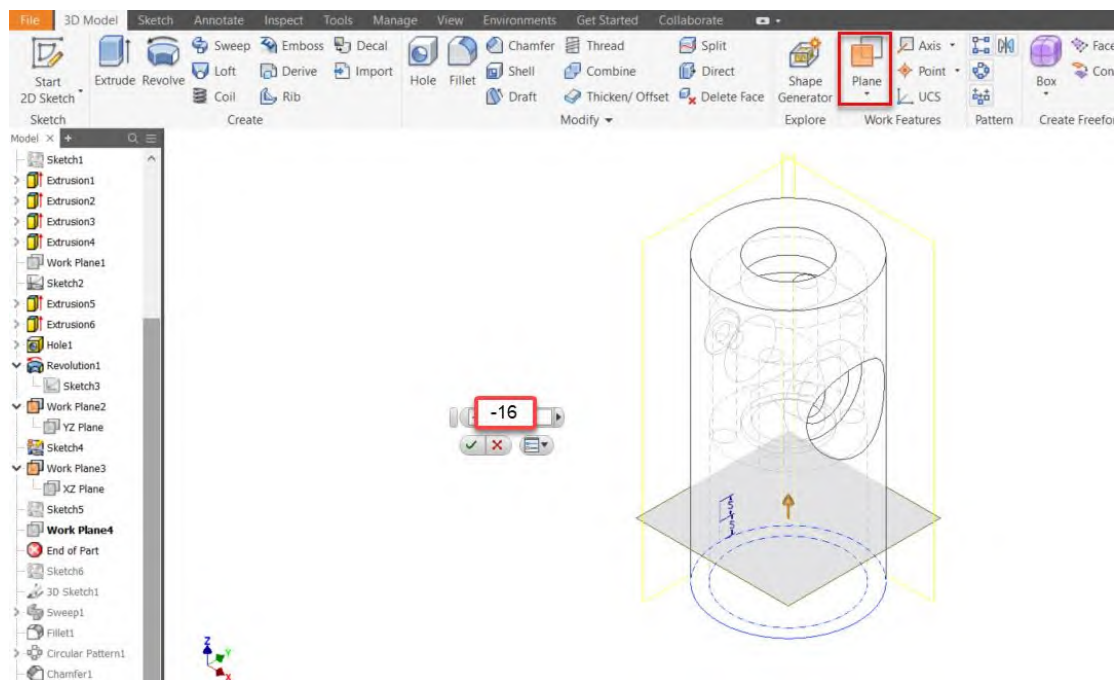
รูปที่ 1.19 ขั้นตอนการสร้าง Plane

1.20 เลือกระนาบที่สร้างขึ้นในหัวข้อ 1.17 แล้ว Sketch ตามรูปที่ 1.18



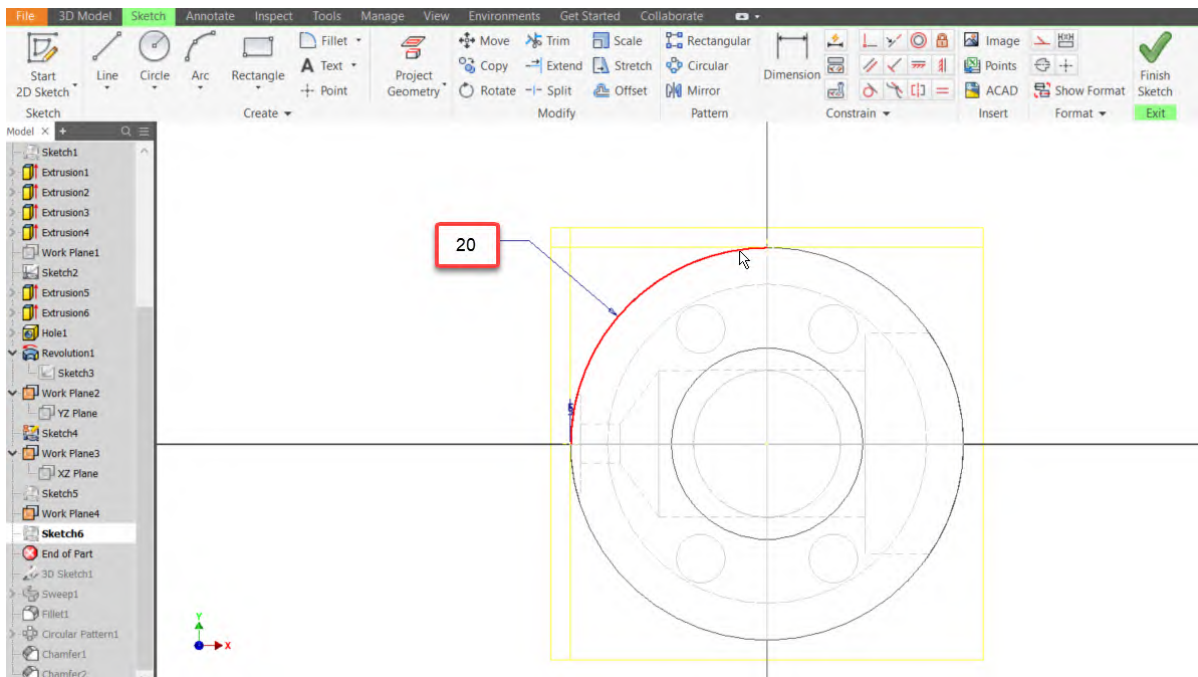
รูปที่ 1.20 สร้าง Profile Sketch

1.21 การสร้างระนาบ (Plane) ให้เลือกคำสั่ง Plane แล้วเลือกพื้นผิวด้านล่างของชิ้นงานหลังจากนั้นให้นำเมาส์ไปคลิกซ้ายค้างที่พื้นที่ว่างแล้วลากขึ้นบนแล้วกำหนดระยะของ Plane ที่ -16 มม.



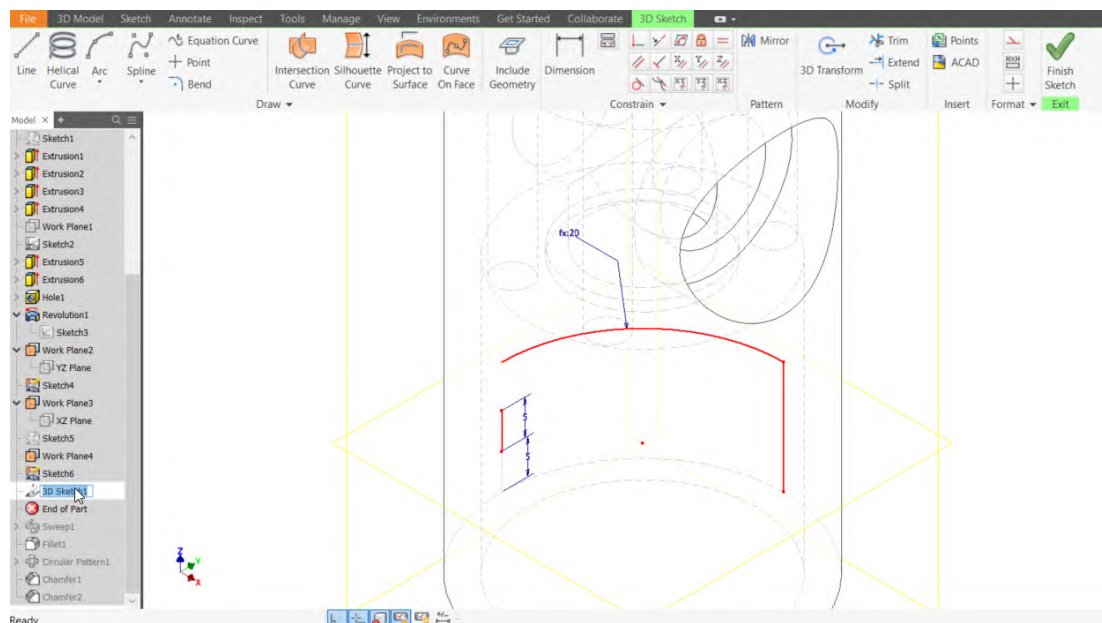
รูปที่ 1.21 สร้าง ระนาบ Plane

1.22 เลือกระนาบ Plane ของหัวข้อ 1.21 แล้วคลิกที่ Start 2D Sketch แล้วทำการสร้าง ดังรูป 1.20
หลังสร้างเสร็จแล้ว กดเครื่อง ✓ ฟังก์ชันด้านบน



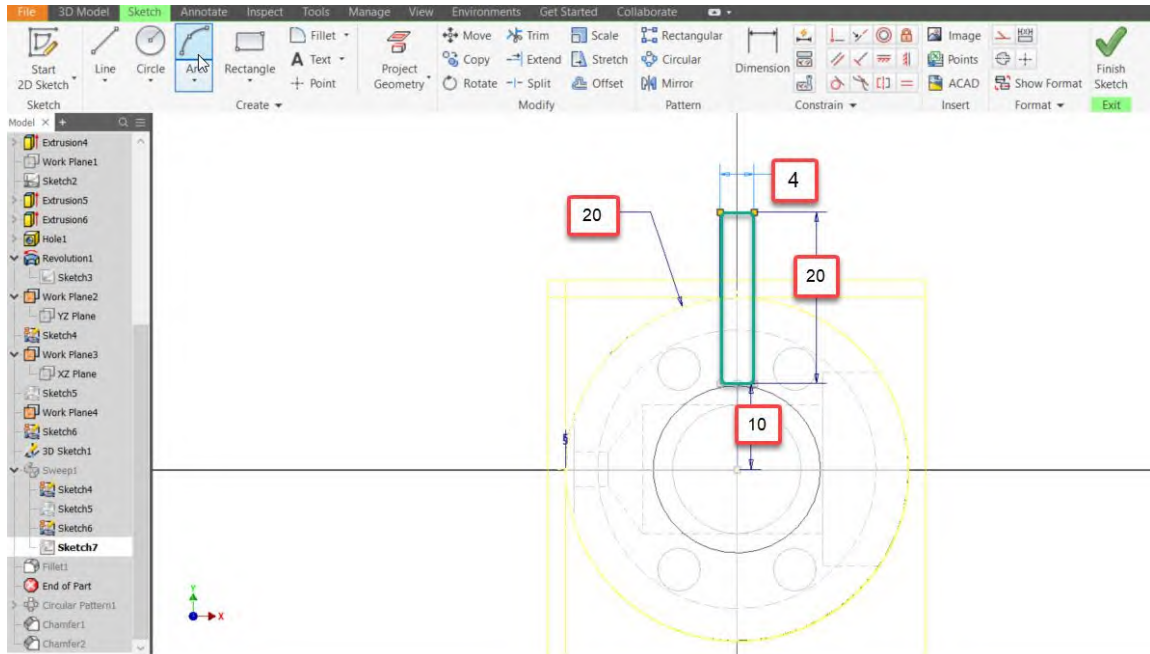
รูปที่ 1.22 สร้าง Profile Sketch

1.23 ขั้นตอนต่อไปจะเข้าโหมด Sketch 3D ให้ทำการขึ้นรูปตามรูป 1.21



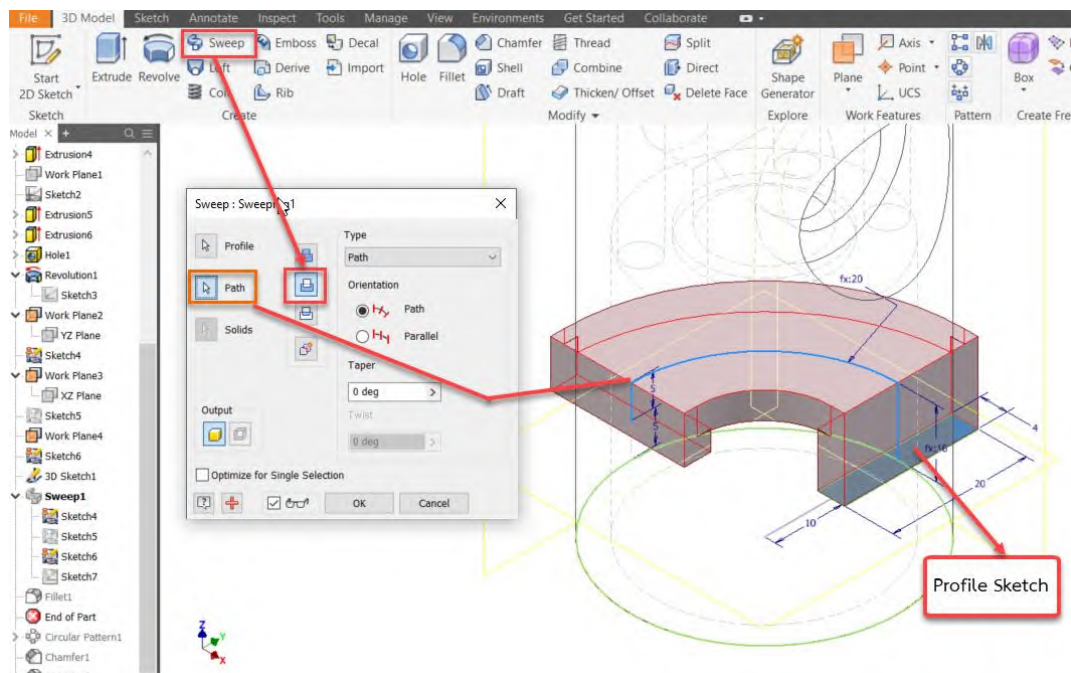
รูปที่ 1.23 สร้าง Profile 3D Sketch

1.24 เลือกผิวด้านล่างของชิ้นงานเพื่อทำการ Sketch โดยให้ Sketch ตามรูปที่ 1.22



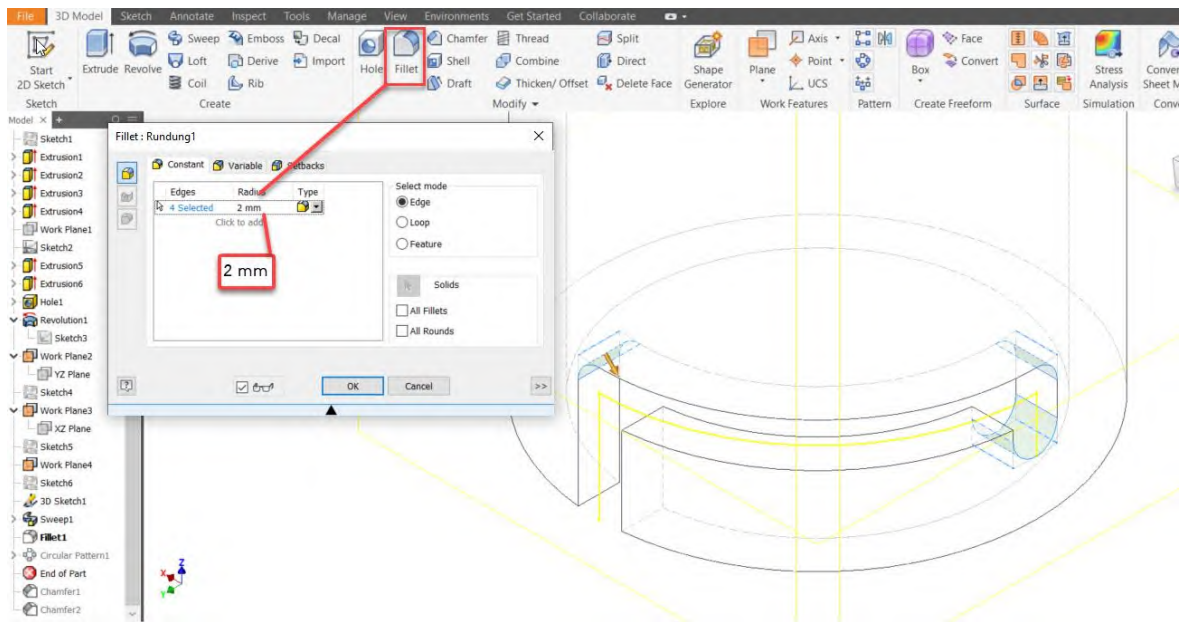
รูปที่ 1.24 สร้าง Profile Sketch รูปทรง สีเหลี่ยมผืนผ้า

1.25 เลือกคำสั่ง Sweep แบบ cut แล้วเลือก Profile sketch ของหัวข้อ 1.24 แล้วคลิกที่ Path แล้วเลือก 3D Sketch Profile หลังจากเลือกเสร็จแล้วจะปรากฏดังรูป 1.23



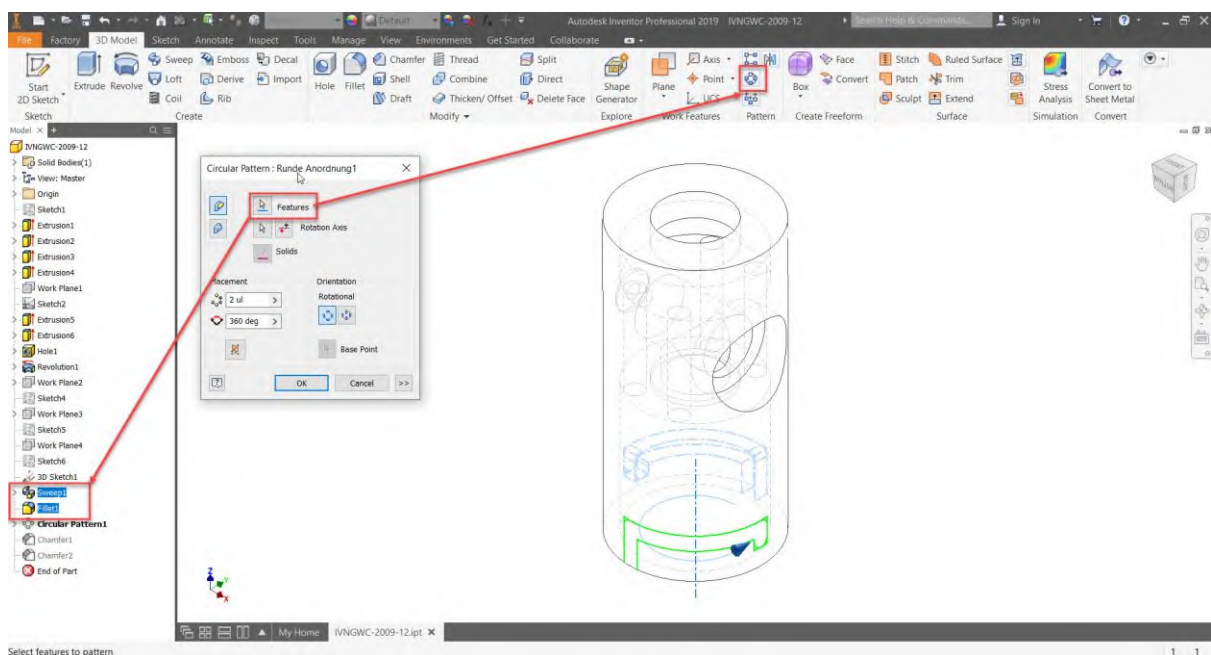
รูปที่ 1.25 การใช้คำสั่ง Sweep ในรูปแบบ cut

1.26 ในหัวข้อนี้ จะใช้คำสั่ง Fillet โดยให้เลือกตำแหน่งที่จะลบมุมโค้ง 2 มม. ดังรูปที่ 1.24



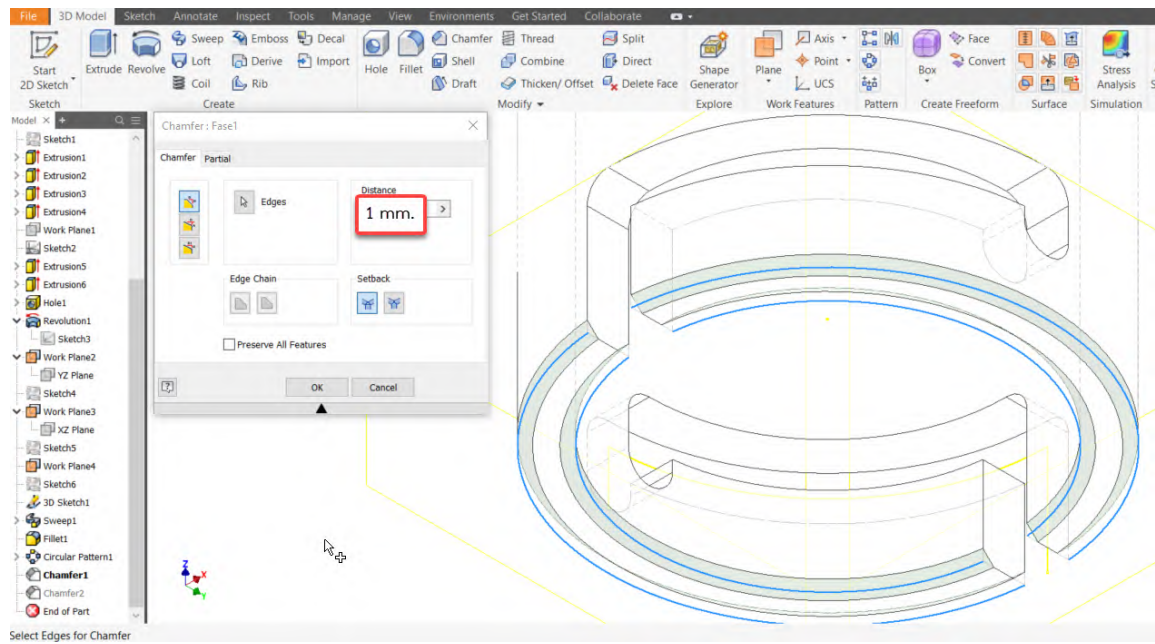
รูปที่ 1.26 การใช้คำสั่ง Fillet

1.27 ขั้นตอนนี้จะเป็นการใช้คำสั่ง Circular Pattern โดยให้เลือกคำสั่งแล้วทำการเลือกที่ Features โดยเลือก ดังรูป 1.25 หลังจากนั้น ให้เลือก Rotation Axis แล้วคลิกผิวส่วนโค้งของชิ้นงาน แล้วกำหนด Placement 2 ul แล้วกด OK

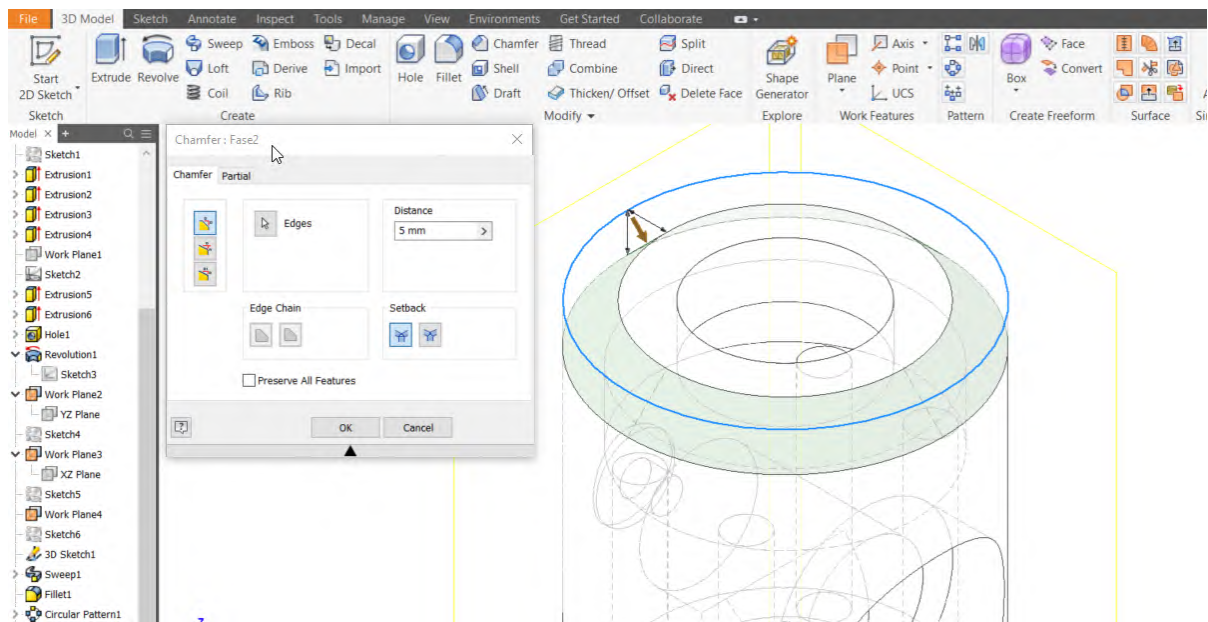


รูปที่ 1.27 การใช้คำสั่ง Circular Pattern Features

1.28 ขั้นตอนสุดท้ายทำการลบมุมเหลี่ยม (Chamfer) ของชิ้นดังรูป 1.26 และ 1.27 ให้เรียบร้อย

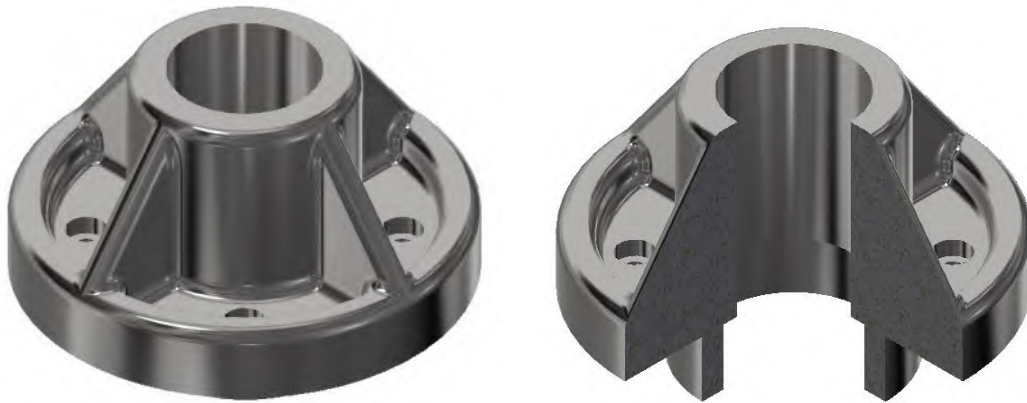


รูปที่ 1.28 การใช้คำสั่ง Chamfer 1 x 45° มม.



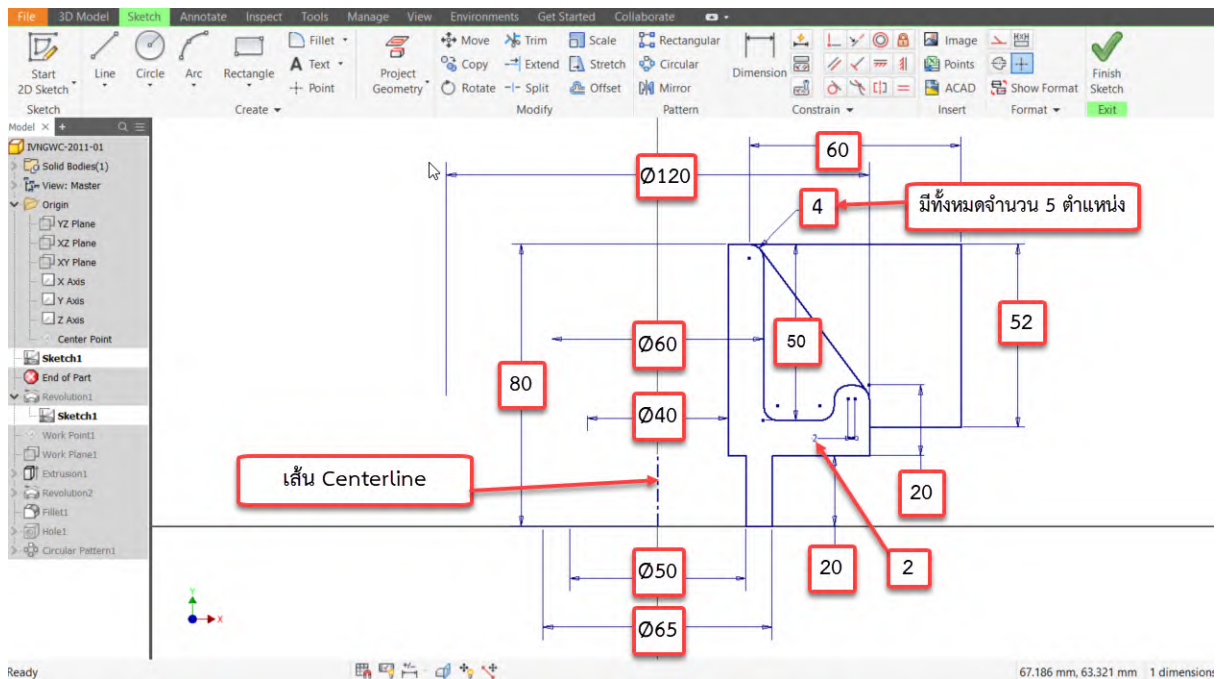
รูปที่ 1.29 การใช้คำสั่ง Chamfer 5 x 45° มม.

แบบฝึกหัดที่ 2



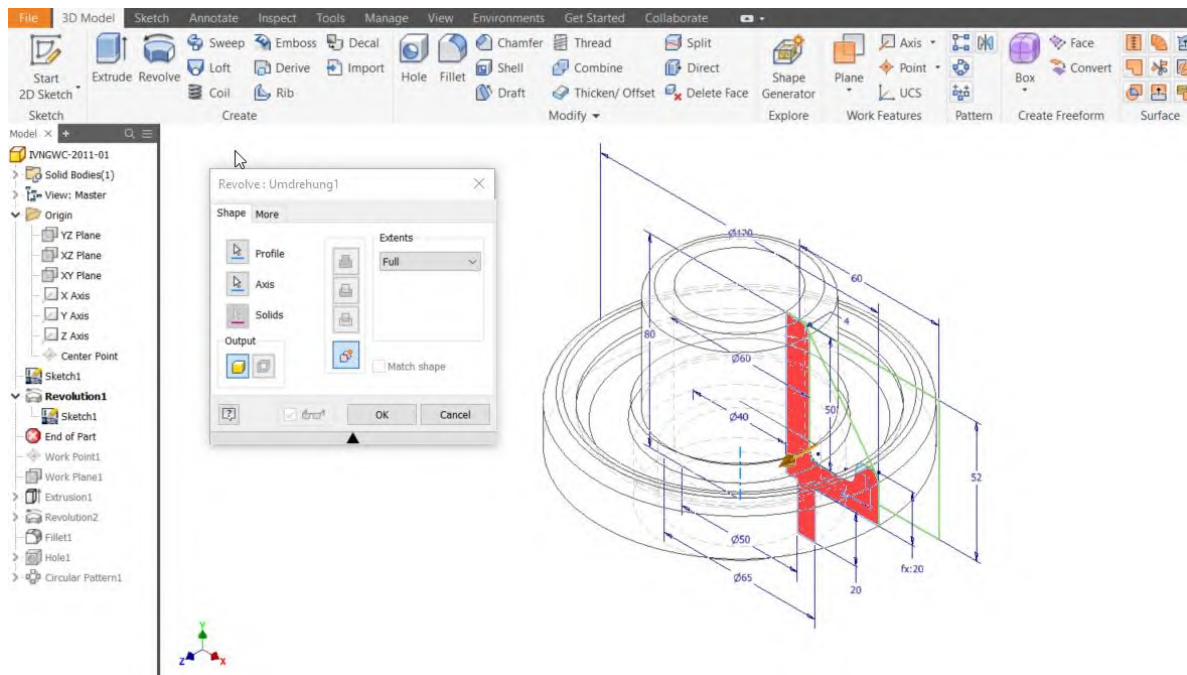
รูปที่ 2.1 รายละเอียดของชิ้นงาน

2.1 Sketch เลือกระนาบ XY Plane หลังจากนั้นให้ Sketch ตามดังรูปที่ 2.2



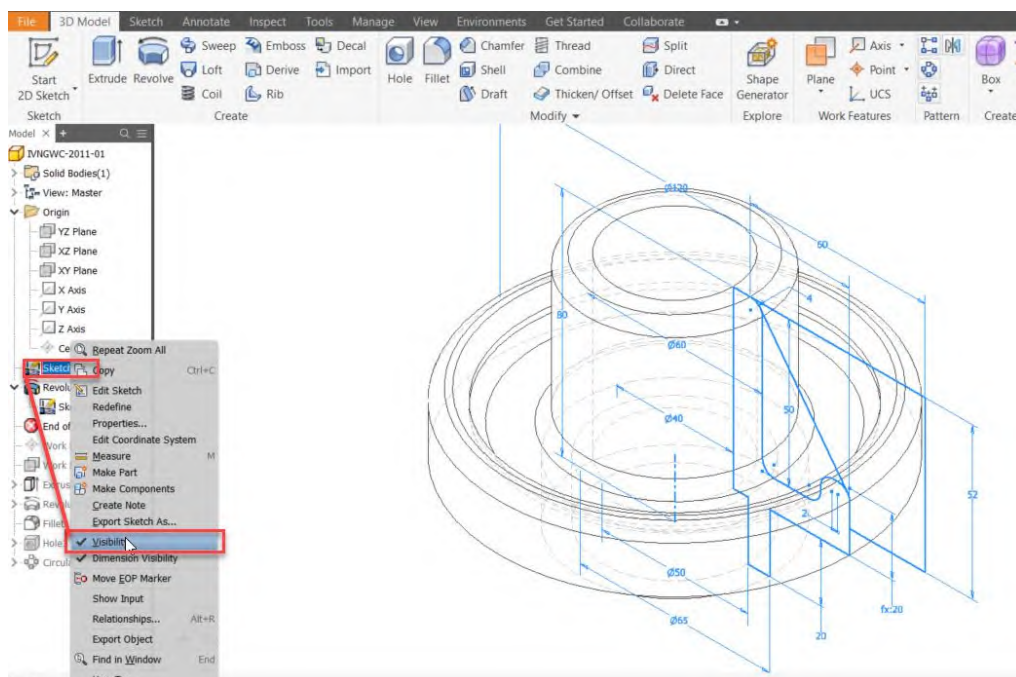
รูปที่ 2.2 การ Sketch Profile Revolve

2.2 ให้นำเมาส์ไปคลิกที่ Tool bar ที่ตำแหน่ง 3D Model และเลือกคำสั่ง Revolve แล้วเลือก Profile ดังรูปที่ 2.3



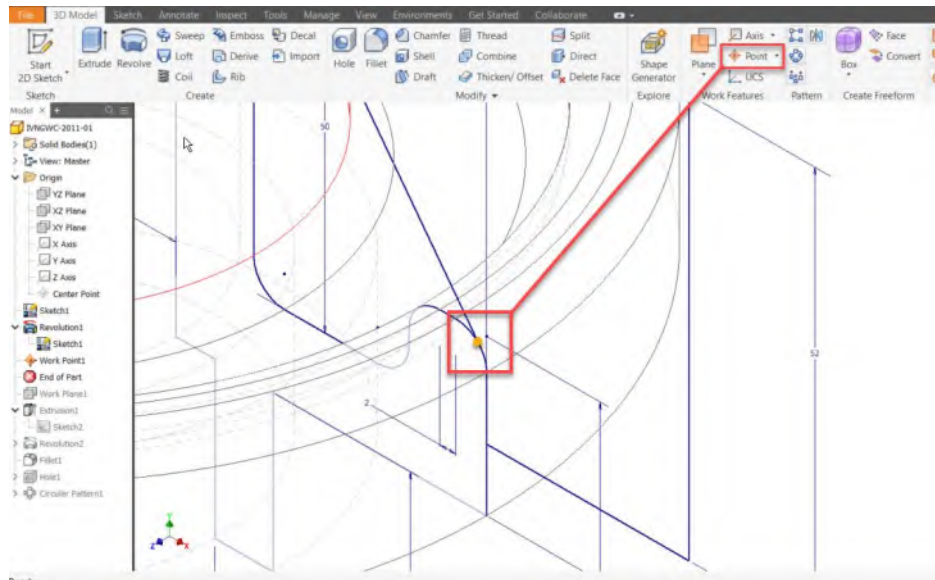
รูปที่ 2.3 วิธีการใช้คำสั่ง Revolve

2.3 คลิกขวาที่ Sketch 1 แล้วเลือก Share Sketch (หากไม่ขึ้นว่า Share Sketch ให้เลือก Visibility แทน หลังจากเลือกเสร็จแล้ว Profile Sketch จะปรากฏขึ้นเพื่อให้นำ Sketch ไปใช้ขึ้นรูปต่อไป



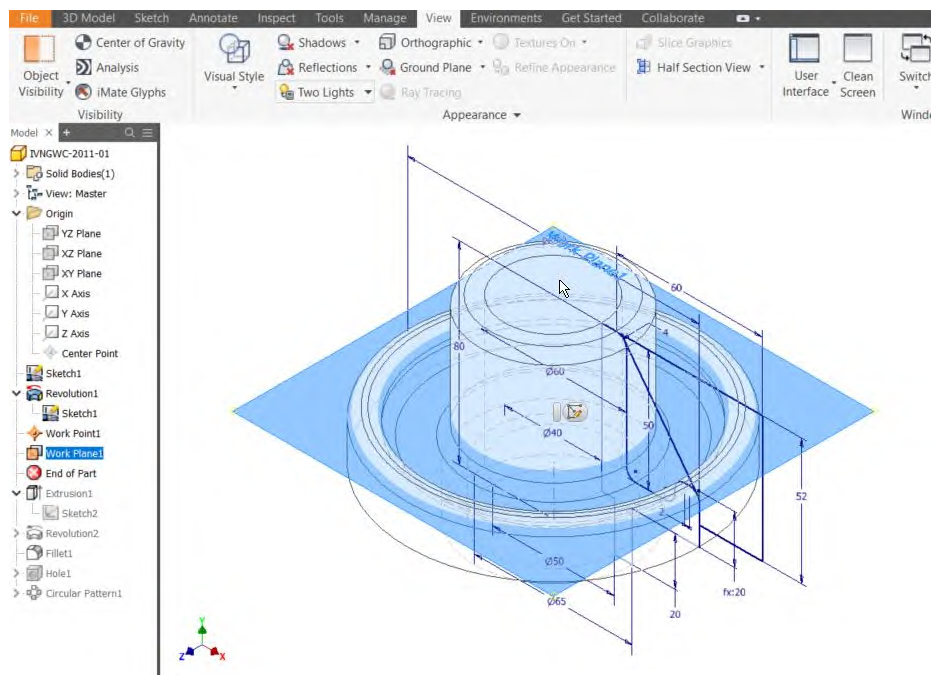
รูปที่ 2.4 วิธีใช้คำสั่ง Share Sketch

2.4 สร้างจุดอ้างอิง (Point) ดังรูปที่ 2.5



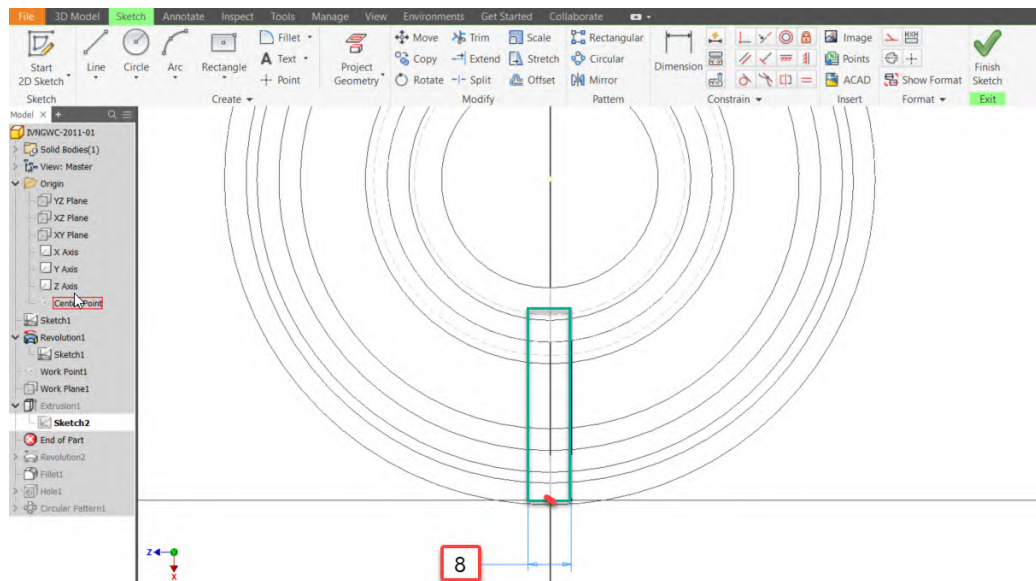
รูปที่ 2.5 วิธีการสร้างจุดอ้างอิง (Point)

2.5 การสร้างระนาบ (Plane) ให้เลือกคำสั่ง Plane แล้วเลือกพื้นผิวด้านล่างของชิ้นงานหลังจากนั้นให้นำเมาส์ไปคลิกที่จุด (Point) ที่ได้สร้างไว้ในหัวข้อ 2.4



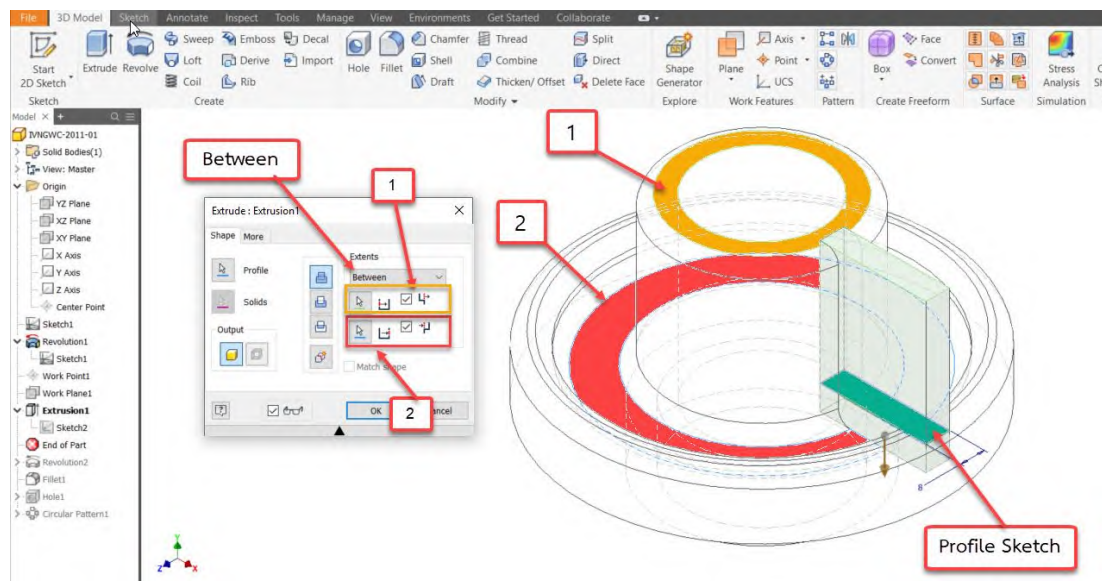
รูปที่ 2.6 วิธีการสร้างระนาบ (Plane) โดยใช้จุดอ้างอิง

2.6 ให้เลือกกระนาบที่สร้างขึ้นในหัวข้อ 2.6 แล้ว Sketch ที่ระนาบนั้น หลังจากนั้นให้ Sketch ดังรูปที่ 2.7 และกำหนดความสัมพันธ์แบบ coincident



รูปที่ 2.7 วิธีสร้าง Profile Sketch รูปสี่เหลี่ยม

2.7 หลังจาก Sketch เสร็จเรียบร้อยก็ทำการยืดชิ้นงานโดยใช้คำสั่ง Extrude ของ Profile รูปที่ 2.7 โดยให้เลือก Extents เป็นแบบ Between หลังจากนั้นให้กำหนดพื้นผิว ดังรูป 2.8

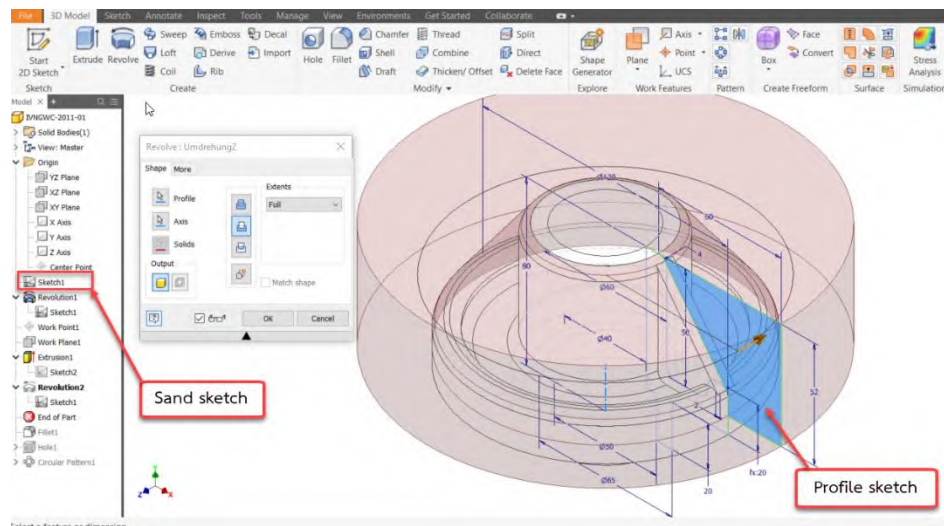


รูปที่ 2.8 วิธีการใช้คำสั่ง Extents เป็นแบบ Between

2.8 ขั้นตอนนี้เป็นการใช้คำสั่ง Revolve แบบ cut โดยใช้ Profile sketch1 ที่ได้ทำไว้ตั้งแต่เริ่มต้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

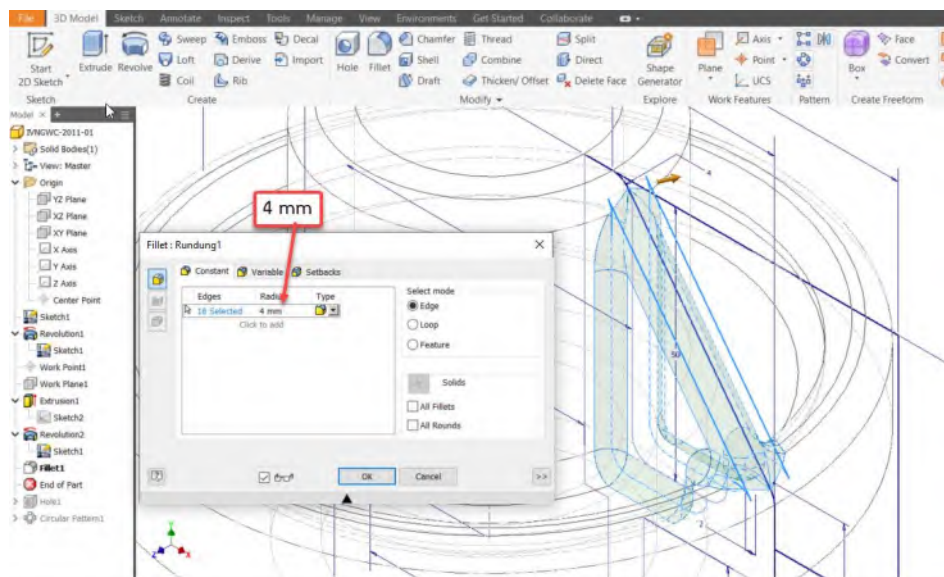
2.8.1 Share Sketch ที่ Sketch1

2.8.2 เลือกคำสั่ง Revolve แบบ cut แล้วเลือก Profile sketch แล้ว เลือก Axis แล้ว กำหนดการหมุนรอบชิ้นงานโดยคลิกที่ขอบโค้งของชิ้นงาน ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 วิธีการใช้คำสั่ง Revolve แบบ cut

2.9 ทำการลบมุมโค้งโดยใช้คำสั่ง Fillet ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 วิธีการใช้คำสั่ง Fillet