

การใช้โปรแกรม Autodesk Inventor

คู่มือการใช้สำหรับอุตสาหกรรม

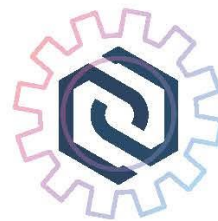
Prepared By:

นายจักรินทร์ คงสิบ

วิทยาลัยเทคนิคชัยนาท
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 2



AUTODESK
Inventor Professional



Autodesk Inventor



สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	5
หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีแคดแคม(Basic Technology CAD/CAM)	6
คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ (Computer Aided Design)	7
การเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ	7
คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต (Computer Aided Manufacturing)	8
การเลือกใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต	9
แบบประเมินผลการเรียนรู้	12
หน่วยที่ 2 โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม (Structure and Component Program)	15
โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม	16
แถบเมนูคำสั่งแบบ Ribon Bar แต่ละโหมดคำสั่ง	17
การใช้ไฟล์ชิ้นงานแต่ละประเภทของโปรแกรม	23
การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม	24
แบบประเมินผลการเรียนรู้	32
หน่วยที่ 3 การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต (2D Sketch)	36
การเขียนเส้นสเก็ต 2 มิติ โหมดคำสั่ง Draw	37
การกำหนดเงื่อนไขรูปทรง โหมดคำสั่ง Constraints	38
การปรับปรุงแก้ไขวัตถุ 2 มิติ แต่ละโหมดคำสั่ง	40
แบบประเมินผลการเรียนรู้	58
หน่วยที่ 4 การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ (Solid Modeling)	65
การเขียนวัตถุต้น โหมดคำสั่ง Create & Work Feature	66
การปรับปรุงแก้ไขวัตถุต้น โหมดคำสั่ง Modify & Pattern	67
หลักการพื้นฐานการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ	69
การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ	69
แบบประเมินผลการเรียนรู้	102

หน่วยที่ 5 การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ (Assembly)	110
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ	111
การสร้างชิ้นส่วนภาพประกอบ โหมดคำสั่ง Component	112
การใช้ตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนการประกอบ โหมดคำสั่ง Position	113
การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ	117
แบบประเมินผลการเรียนรู้	133
หน่วยที่ 6 การสร้างแบบงาน (Drawing)	140
การสร้างแบบงาน (Drawing) แต่ละโหมดคำสั่ง	141
การสร้างภาพฉาย (Ortho graphic Views)	143
การสร้างภาพช่วย (Auxiliary Views)	148
การสร้างภาพตัด (Section Views)	151
การกำหนดขนาด (Dimensions)	154
การสร้างแบบงานภาพประกอบ (Assembly Drawing)	157
การสร้างภาพรายละเอียดเฉพาะตำแหน่ง (Detail Views)	161
การสร้างตารางรายการวัสดุ (Bill of Material)	164
การพิมพ์แบบงาน (Print)	167
แบบประเมินผลการเรียนรู้	170
หน่วยที่ 7 การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ (NC Milling Program)	176
หลักการเบื้องต้นการใช้โปรแกรม Inventor CAM ในงานกัด	177
การสร้างขบวนการกัดปาดหน้า ด้วยคำสั่ง Face	186
การสร้างขบวนการกัดเส้นรอบรูป (Contour) คำสั่ง Profile	201
การสร้างขบวนการกัดหลุม ด้วยคำสั่ง Pocket	210
การสร้างขบวนการเจาะรู ด้วยคำสั่ง Drilling	219
การตรวจสอบโปรแกรมการงานกัด ด้วยคำสั่ง Simulate	225
แบบประเมินผลการเรียนรู้	229
หน่วยที่ 8 การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ (NC Lathe Program)	235
หลักการใช้โปรแกรม Inventor CAM งานกลึง	236
การสร้างขบวนการกลึงปาดหน้า ด้วยคำสั่ง Turning	242
การสร้างขบวนการกลึงปอกผิวชิ้นงาน (Rough & Finishing) ด้วยคำสั่ง Turning	256

การสร้างขบวนการกลึงเซาะร่อง ด้วยคำสั่ง Grooving	263
การสร้างขบวนการกลึงเกลียว ด้วยคำสั่ง Threading	271
การสร้างขบวนการเจาะรูชิ้นงาน ด้วยคำสั่ง Drilling	279
การสร้างขบวนการควานรู (Boring) ด้วยคำสั่ง Turning	288
การตรวจสอบโปรแกรมงานกลึง ด้วยคำสั่ง Simulation	293
แบบประเมินผลการเรียนรู้	296

คำนำ

หนังสือการใช้โปรแกรม Autodesk Inventor เล่มนี้ได้ทำการเรียบเรียงขึ้น โดยที่ข้าพเจ้าเรียบเรียงจากคู่มือเอกสาร ประสบการณ์การสอนให้กับนักศึกษา เกี่ยวกับการผลิต ด้วยเครื่องจักรกล CNC โปรแกรม CAD/CAM จึงมีความมั่นใจได้ว่าหนังสือการใช้โปรแกรม Autodesk Inventor เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้ นักเรียน นักศึกษา ครูอาจารย์และผู้สนใจได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อใช้ในการทำงานจริงกับโรงงานอุตสาหกรรม

เนื้อหาภายในเอกสารประกอบการเรียนได้แบ่งเป็น 9 บท คือ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีแคดแคม โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง การสร้างโปรแกรม NC Code จำลองการทำงานงานกลึง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกัด การสร้างโปรแกรม NC Code จำลองการทำงานงานกัด และการรับ-ส่ง ไฟล์ชิ้นงาน นอกจากนั้นในแต่ละหน่วยยังมีใบงาน แบบประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการฝึกฝน ความรู้ความเข้าใจอีกด้วย

ข้าพเจ้าหวังว่าโปรแกรม Inventer เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ครูผู้สอน ผู้สนใจเพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้โปรแกรม CAD/CAM และหากมีผิดพลาดประการใด หรือมีข้อเสนอแนะ ข้าพเจ้าขอขอบคุณมาใน ณ ที่นี้ด้วย

นายจักรินทร์ คงสิบ
ผู้จัดทำ

บทที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีแคดแคม

(Basic Technology CAD/CAM)

แนวคิด

การพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตสินค้า ที่ต้องการคุณภาพสูง ต้นทุนต่ำ ระยะเวลาผลิตสั้น และปรับเปลี่ยนตามความต้องการลูกค้าได้ ดังนั้นจะต้องมีการเชื่อมโยงฐานข้อมูลรายละเอียดสินค้า เพื่อให้ออกแบบผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ผลิต วางแผนการผลิต ทำการผลิต ตรวจสอบผลิต การบรรจุ รวมทั้งการจัดส่งผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ในขบวนการผลิตจึงมีความสำคัญทุกๆขั้นตอน ตั้งแต่ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ รวมทั้งการพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เพื่อใช้ตอบสนองในการทำการผลิตกันต่างๆ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ (Computer Aided Design)

คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ มาจากคำว่า Computer Aided Design (CAD) คือการนำเอาคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมการออกแบบ มาใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ตามข้อกำหนด (Specification) ของลูกค้า โดยจะต้องพิจารณาข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้ร่วมกันทั้งองค์กรในด้านฐานข้อมูล ตัวอย่างเช่นการผลิตรถยนต์ จะต้องมีส่วนต่างๆมากมาย ที่ต้องนำมาประกอบรวมกัน และชิ้นส่วนต่างๆก็มีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่ขบวนการผลิตที่แตกต่างกัน บริษัทผู้ผลิตต่างกัน แต่ทุกชิ้นส่วนนั้นๆ จะต้องนำมาประกอบกันเสร็จสิ้น เป็นรถยนต์ ดังนั้น แบบชิ้นงานหรือ ไฟล์ชิ้นงาน (Data File) จะต้องมีความถูกต้อง รายละเอียดสมบูรณ์ รวมทั้งมีการรับไฟล์ ส่งไฟล์ ในแต่ละโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้อยู่ในเครื่องจักรและขบวนการผลิต

การออกแบบผลิตภัณฑ์และวางแผนขบวนการผลิต (Product Design and Manufacture) ของผลิตภัณฑ์นั้นจะมีข้อกำหนดหน้าที่ (Function) ซึ่งจะมีการนำเอา ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Data File) มาทดสอบผลกระทบปัจจัยต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น หรือเพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และสามารถกำหนดกรรมวิธีการผลิต เครื่องจักรที่ใช้ผลิตได้ โดยมีการกำหนดลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ แบ่งออก 2 ประเภท

1. วิศวกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Engineering) ตัวอย่างเช่น Production functions, Production specifications, Conceptual design, Standards, Detailed Design, Ergonomics and aesthetics, Prototype development เป็นต้น

2. วิศวกรรมการผลิต (Manufacturing Engineering) เช่น Process planning, Process sheet, Tooling, Cutting tools, Jigs and Fixtures, Die and Moulds, Inspection (CMM) programmer เป็นต้น

2. การเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบ จำเป็นต้องใช้โปรแกรม (Software) ที่มีความสามารถช่วยสนับสนุน แก้ไขปัญหา ให้กับวิศวกรและนักออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยมีข้อพิจารณาการเลือกในแต่ละโปรแกรมดังนี้

1. ความรวดเร็วในการประมวลผล และแสดงผลได้ถูกต้องแม่นยำ
2. สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขชิ้นงาน (Model) ได้ เพื่อสำหรับการออกแบบพัฒนาแบบชิ้นงานใหม่และ นั้นต้องสามารถนำมาสร้างแบบสั่งงาน (Drafting) ได้อย่างง่าย
3. สามารถรองรับไฟล์ชิ้นงานชนิดจากภายนอก (Import file) และสามารถทำการปรับแต่งแก้ไข เช่น คุณสมบัติ ขนาด ระยะทาง แล้วทำการเปลี่ยนไฟล์นั้นให้เป็นของโปรแกรมที่ใช้งานอยู่ได้ด้วย

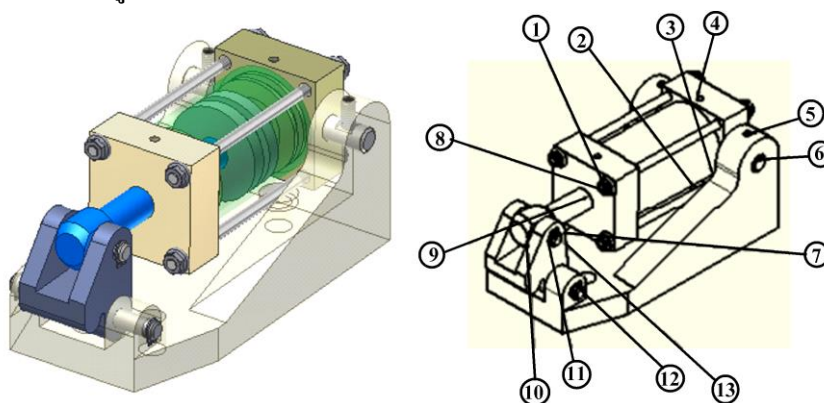
4. สามารถสร้างชิ้นงานที่มีส่วนประกอบได้หลายๆชิ้นจากการคัดลอก (Copy) และทำการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน (Transformation) โดยที่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันและสามารถที่จะทำการแก้ไขปรับเปลี่ยนได้แต่ละชิ้นงานได้เช่นกัน

5. สามารถจะทำการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด คุณสมบัติที่มีผลต่อการสร้างภายในวัตถุ โดยที่วัตถุจะแก้ไขนี้ไม่มีข้อมูลการสร้างจาก Model and Profile

6 สามารถทำการแก้ไข ปรับปรุง แบบชิ้นงานได้อย่างง่ายและมีคำสั่ง ข้อกำหนด คำตามที้นกออกแบบต้องการ เพื่อใช้ในการทำเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ในอนาคต

7 มีชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standard Part) ที่ใช้ในการเขียนภาพประกอบชิ้นส่วน ในแต่ละลักษณะงานต่างๆ (Part libraries) ทำให้สะดวกรวดเร็วในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อน

8. ต้องเป็น โปรแกรม 3 มิติ (Three dimensional) ที่สามารถมองเห็นภาพวัตถุได้เสมือนจริง มีการเคลื่อนไหวของวัตถุอย่างถูกต้องและบอกส่วนต่างๆของแบบงาน (Model) รวมทั้งพร้อมนำเสนอในรูปการประกอบชิ้นส่วนภายในได้ด้วย



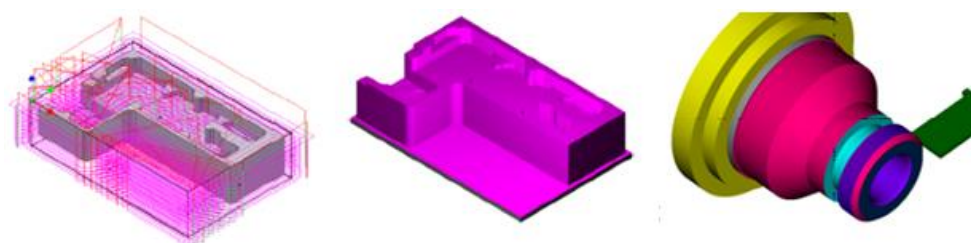
รูปที่ 1.1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ

3. คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต (Computer Aided Manufacturing)

คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต มาจากคำว่า Computer Aided Manufacturing (CAM) คือการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยทำการผลิต ซึ่งในการทำงานจะต้องสร้างไฟล์ชิ้นงานที่เป็น 2 มิติ 3 มิติ หรือเป็นการนำข้อมูลจากไฟล์ชิ้นงานที่ต่างโปรแกรมกัน เช่น ไฟล์นามสกุล DWG, DWF, IGES, STEP, Parasolid เพื่อใช้ในการทำขบวนการผลิต แต่ละงานเช่น งานกลึง งานกัด งานอีดีเอ็มวายกัด งานบ่มตัด งานเชื่อม ฯลฯ จากนั้นจึงทำการวางแผนขั้นตอน กำหนดเครื่องมือตัด เงื่อนไขการผลิต การจับยึด แล้วจึงทำการผลิต จำลองขบวนการผลิต แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข จนเป็นที่น่าพอใจ แล้วจึงส่งเข้าสู่เครื่องจักรที่ใช้ผลิต ในขบวนการผลิตต่างๆจำเป็นจะต้องมีการพิจารณาเลือกใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตความเหมาะสมกับลักษณะการผลิตต่อไป

1. การผลิตแบบเบตซ์ (Batch Production) ที่มีจำนวนการผลิตชิ้นส่วนประมาณ 100 ถึง 1000 ชิ้นในแต่ละครั้ง มีการใช้เครื่องจักรพิเศษแต่ละการผลิตที่ปรับปรุงตามลักษณะงาน และมีการออกแบบอุปกรณ์จับยึด (Jig & Fixture) มาช่วยในขบวนการผลิตชิ้นส่วน โดยต้องคำนึงถึงปริมาณการผลิตจำนวนมาก

2. การผลิตแบบชนิดเครื่องจักร (Job Shop Production) ที่มีจำนวนการผลิตชิ้นส่วนที่น้อยชิ้นหรือแบบชิ้นเดียว อาจจะมีการผลิตชิ้นส่วนตามจุดประสงค์ของการออกแบบพิเศษ เช่น การสร้างต้นแบบ(Prototype) การสร้างเครื่องจักรเครื่องมือ (Tool Making) แบบเฉพาะการผลิตเท่านั้น หรือการผลิตเพื่อซ่อมแซมชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ



รูปที่ 1.2 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต

4. การเลือกใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต

การปรับปรุงพัฒนาทั้งระบบการผลิต ด้วยการนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตมาใช้จะถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ แต่มีต้องการเอาใจใส่ในทุกๆรายละเอียดของขั้นตอนการผลิต เพื่อพิจารณาเลือกใช้ในแต่ละงานให้สัมพันธ์ร่วมกันทั้งองค์กร โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1. สามารถรองรับแบบชิ้นงาน (Import File) ชนิดต่างๆได้ หลายโปรแกรม เช่น มีการเปิดไฟล์ชิ้นงานได้สมบูรณ์มีข้อผิดพลาดน้อย ใช้เวลาการคำนวณ (Generate) สร้างแบบชิ้นงานน้อยไม่ต้องใช้เวลาเวลานาน และควรเป็นโปรแกรมที่มีการรวมการออกแบบและการผลิต (Integrated CAD/CAM) อยู่ในโปรแกรมเดียวกัน

2. การเพิ่มผลผลิต (Increased Productivity) ในการเพิ่มผลผลิตให้ได้นั้นบริษัทหรือองค์กรใดๆ ควรจะต้องมีการใช้คอมพิวเตอร์ในทุกๆขบวนการผลิต เพื่อใช้ฐานข้อมูลการผลิตเดียวกัน หรือเชื่อมโยงส่งถ่ายข้อมูลในแต่ละงาน เช่น ข้อมูลการผลิต ขนาด คุณสมบัติ ตรวจสอบ และติดตามผลิตภัณฑ์จนถึงลูกค้า เพื่อใช้การแก้ไขร่วมกันได้ทันที

3. มีความยืดหยุ่นในการผลิต (Flexibility Manufacturing) ต้องสามารถปรับเปลี่ยนการขั้นตอนการผลิต วิธีการผลิต เครื่องจักร รวมทั้งเปลี่ยนสายการผลิตได้ด้วย

4. สามารถลดเวลาการผลิต (Shorter Lead Time) ให้สั้นลงได้ เช่น มีการแสดงเวลาการผลิตและควบคุมการผลิต ทั้งระบบการผลิต ทำให้สามารถรับรู้ปัญหาอย่างรวดเร็ว

5. สร้างความเชื่อถือ (Reliability) การมองภาพรวมทั้งขบวนการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตและควบคุมการผลิต จะช่วยสร้างภาพความเชื่อมั่นในสินค้าให้มีคุณภาพที่สูงขึ้นได้

6. ลดเวลาในการบำรุงรักษา (Reduced Maintenance) เนื่องจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตทั้งระบบก็เป็นส่วนหนึ่งในการตรวจสอบ ดูแลการผลิตนั้นๆ จะทำให้สามารถตรวจสอบการ วิธีการซ่อมแซม อุปกรณ์ที่เสียหาย และระยะเวลาที่ใช้ เพื่อทำการเปรียบเทียบปรับปรุงแก้ไขต่อไป

7. ลดของเสียและการแก้ไขชิ้นงาน (Reduced Scrap and Rework) เพราะว่าการใช้เครื่องจักร CNC และโปรแกรมการผลิต จะมีการวางแผนการใช้วัสดุ ออกแบบการผลิต ก็จะสามารถเลือกกำหนดวิธีการผลิตเพื่อทำให้งานนั้นมีความแม่นยำและมีของเสียที่น้อยที่สุดได้

8. บริหารการจัดการได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Better Management Control) เพราะสามารถตรวจตราดูแลการผลิต ผลผลิต ติดตามประเมินผลงาน และมีข้อมูลช่วยในการตัดสินใจ การวางแผนและปรับปรุง ว่ามีส่วนใดบ้างที่จะมีผลกระทบขึ้นในระบบการผลิตได้

4.1 การเลือกใช้โปรแกรมประกอบการเรียนการสอน

ในภาคอุตสาหกรรมมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหลายด้าน แต่ในส่วนโปรแกรมช่วยการออกแบบและการผลิต มียังมีโปรแกรมที่ใช้งานอยู่มากซึ่งแต่ละโปรแกรมก็มีจุดเด่น จี๊ดจำกัดการใช้งานที่แตกต่างกัน ตามแต่ละประเภทอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งก็มีผลทางด้านราคาของโปรแกรมเช่นเดียวกัน ดังนั้นการเลือกใช้โปรแกรมจะต้องมีการใช้งานที่คุ้มค่ากับการลงทุนและเหมาะสมกับการผลิต โดยมีการแบ่งหมวดหมู่สำหรับโปรแกรมต่างๆไว้คร่าวดังนี้

1. โปรแกรมระดับ Hi-End เป็นโปรแกรมที่มีการรวมโมดูลการใช้งานไว้มากมาย เช่น CAD/CAM/CAE/ ได้แก่ โปรแกรม NX6 (Unigraphics II) , Catia , Pro Engineering

2. โปรแกรมระดับ Mid-Range เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถระดับกลาง ยังแบ่งออกเป็นแต่ละประเภทการใช้งานได้แก่

3. ประเภทออกแบบ (CAD) ได้แก่ โปรแกรม Inventor ,SolidWork ,SolidEdge, Powershape, AutoCAD , Mechanical Desktop ,HyperCAD

4. ประเภทการผลิต (CAM) ได้แก่ โปรแกรม HyperMill ,WorkNc , SolidCAM , Powermill

5. ประเภทออกแบบและการผลิต ได้แก่ โปรแกรม MasterCAM , FeatureCAM, EdgeCAM, AlphaCAM, Cimatron

4.1.2 การเลือกใช้โปรแกรม Autodesk Inventor 2010 & InventorCAM 201

การพัฒนาความรู้ทางด้านโปรแกรมช่วยการออกแบบและการผลิต ในส่วนของภาคการศึกษา การเรียนการสอน ก็มีการพัฒนาที่น้อยมาก เนื่องจากโปรแกรมมีราคาสูงยากต่อการจัดซื้อ บุคลากรมีความรู้ความสามารถจำนวนน้อย เอกสารการใช้โปรแกรมส่วนมากเป็นภาษาอังกฤษ ทำให้การเรียนรู้ การถ่ายทอดด้านเทคโนโลยี ไม่ทันต่อภาคอุตสาหกรรม จากนั้นก็ยังมีเหตุผลอื่นๆ ที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกใช้โปรแกรม ในการทำเอกสารประกอบการเรียนในวิชาเทคโนโลยีแคดแคม มีดังนี้

1. โปรแกรมในค่ายของบริษัท Autodesk มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และมีโมดูลการใช้งาน ตอบสนองกับอุตสาหกรรมภาคต่างๆ ได้หลากหลาย เชื่อมโยงการเรียนรู้การใช้งานไม่แตกต่างกันมาก ทำให้เป็นการสร้างพื้นฐานสำหรับโปรแกรมให้กับส่วนต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมได้

2. โปรแกรมที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีแคดแคม เป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานอย่างถูกต้องตามลิขสิทธิ์ และเป็นชุดเพื่อสำหรับการศึกษาคือ Autodesk Education Site for Mechanical Engineering 2010 & InventorCAM 2010 ซึ่งก็เป็นการทำให้เกิดการยอมรับ และส่งเสริมการศึกษา พัฒนาความรู้ของนักศึกษา ระหว่างโปรแกรมและภาคอุตสาหกรรมเช่นกัน

3. โปรแกรม Autodesk Inventor & InventorCAM เป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานด้านการออกแบบและการผลิต อยู่ในโปรแกรมตัวเดียวกัน (Third Party) ซึ่งจะทำให้สามารถออกแบบชิ้นส่วนและทำการแก้ไขได้ ในระหว่างทำการออกแบบกับสร้างขบวนการผลิตได้สะดวกรวดเร็ว และมีข้อบกพร่องในการส่งถ่ายข้อมูลน้อยมาก

แบบประเมินผลการเรียนรู้
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีแคดแคม
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1. Computer Aided Design หมายถึง 2. Computer Aided Manufacturing หมายถึง 3. จงบอกข้อพิจารณาการเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบมา 5 ข้อ 3.1..... 3.2..... 3.3 3.4..... 3.4..... 3. จงบอกข้อพิจารณาการเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตมา 5 ข้อ 4.1..... 4.2..... 4.3 4.4..... 4.5..... 5. จงบอกข้อพิจารณาการเลือกใช้ประกอบการเรียนการสอนมา 5 ข้อ 5.1..... 5.2..... 5.3..... 5.4..... 5.5..... 6. จงบอกการเลือกใช้โปรแกรม Autodesk Inventor & InventorCAM มา 2 ข้อ 6.1..... 6.2.....

แบบประเมินผลการเรียนรู้
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีแคดแคม
ตอนที่ 2 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. ข้อใดคือความหมายของ Design ก. การเขียนแบบ ข. การร่างแบบ ค. การคัดลอกแบบ ง. การออกแบบ 2. ข้อใดคือความหมายของ Manufacturing ก. การวางแผนการผลิต ข. การตรวจสอบการผลิต ค. ขบวนการผลิต ง. การควบคุมการผลิต 3. ข้อใดไม่ใช่ การใช้งานของคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ ก. การวัดขนาด ข. การกำหนดวัสดุ ค. ทำโปรแกรมคำนวณ ง. การกำหนดสีผิวชิ้นงาน 4. การแบ่งลักษณะการใช้งานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบแบ่งออกเป็นกี่ประเภท ก. 2 ประเภท ข. 3 ประเภท ค. 4 ประเภท ง. 5 ประเภท 5. ข้อใดไม่ใช่ข้อพิจารณาการเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ ก. โปรแกรมมีความสวยงาม ข. ความรวดเร็วในการประมวลผล ค. รองรับไฟล์ชิ้นงานจากภายนอกได้ ง. มีชิ้นส่วนมาตรฐานด้วย

แบบประเมินผลการเรียนรู้
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีแคดแคม
ตอนที่ 2 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 6. ข้อใดเป็นเหตุผลที่ช่วยในการเลือกโปรแกรมแบบ 3 มิติ ก. มีคำสั่งให้เลือกใช้มาก ข. ใช้งานเขียนยาก ค. สามารถสร้างชิ้นงานได้เสมือนจริง ง. ไม่สามารถเขียนชิ้นงานเป็น 2 มิติได้ 7. ข้อใดไม่ใช่ข้อพิจารณาการเลือกใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต ก. มีความยืดหยุ่นในการผลิต ข. มีขนาดไฟล์ชิ้นงานใหญ่ จะได้ทำการวิเคราะห์ผลได้ด้วย ค. ลดเวลาในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบได้ ง. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการการผลิต 8. ข้อใดเป็นเหตุผลในการเลือกใช้การ Import File ของคอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต ก. ช่วยลดข้อผิดพลาดในการคำนวณ (Generate) สร้างภาพชิ้นงาน ข. ไฟล์ชิ้นงานมีขนาดใหญ่ ค. ไม่สามารถเขียนชิ้นงานได้ ง. ช่วยเพิ่มคำสั่งในการใช้งานออกแบบ 9. การแบ่งระดับโปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและการผลิต ออกเป็นกี่ระดับ ก. 2 ระดับ ข. 2.5 ระดับ ค. 3 ระดับ ง. 3.5 ระดับ 10. ข้อใดไม่ใช่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและการผลิต ในระดับ Mid-Range ก. NX 6 ข. MasterCAM ค. Autodesk Inventor ง. EdgeCAM

บทที่ 2

โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม

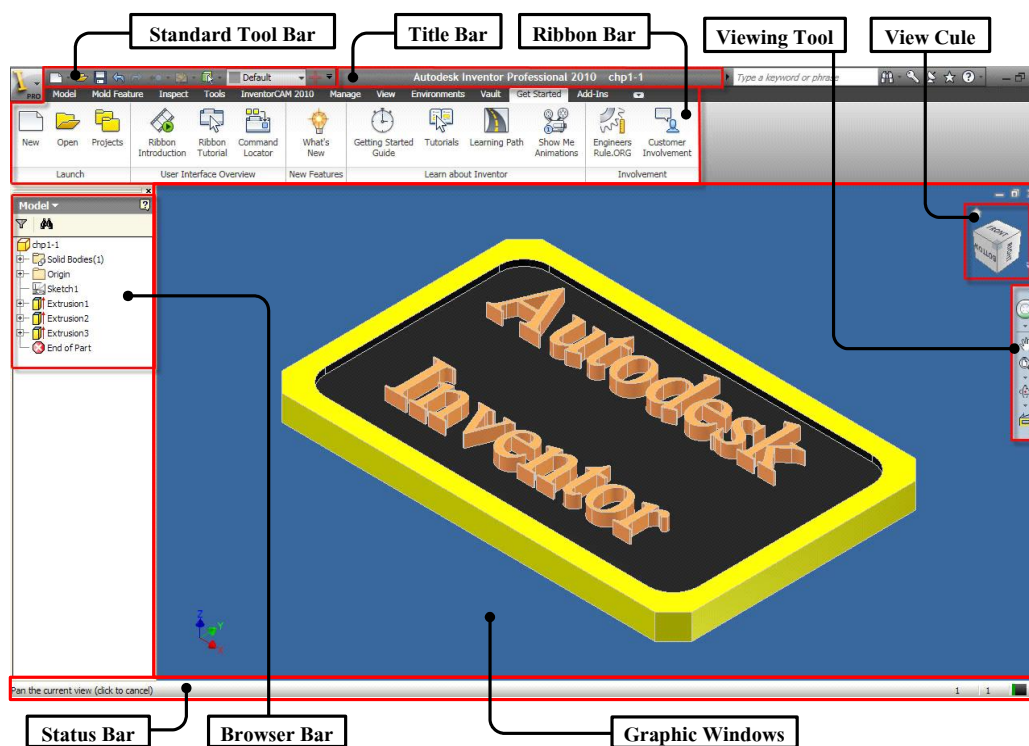
(Structure and Component Program)

แนวคิด

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสำหรับงานวิศวกรรม ด้านเทคโนโลยีแคดแคม จะมีหน้าต่างเมนูเป็นแบบ Windows และมีรูปแบบคำสั่งที่คล้ายกัน ภาษาที่ใช้ รูปแบบไอคอน (Icon) ส่วนประกอบต่างๆ ของแถบคำสั่งย่อยๆ ลักษณะการสร้าง รวมทั้งขั้นตอนรายละเอียดก็ยังมีแตกต่างกัน นักศึกษาควรจะศึกษาหลักการสร้าง พื้นฐานคำสั่ง และคำสั่งที่พิเศษที่พัฒนาเป็นจุดเด่น เพื่อนำประยุกต์ใช้เสริมทักษะ การออกแบบชิ้นส่วน การประกอบชิ้นส่วนและ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1. โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม

ส่วนประกอบของหน้าต่างโปรแกรม Autodesk Inventor ในแต่ละส่วนมีความหมายและหน้าที่ของแต่ละส่วนแตกต่างกัน โดยจะมีการใช้หน้าต่างของโปรแกรมแบบ Ribbon Bar ซึ่งมีรูปแบบการทำงานคล้ายๆ กับแบบ Windows Application เมื่อเรากดคลิกคำสั่งเลือกบนเมนูหลัก โปรแกรมก็จะแสดงคำสั่งย่อยพร้อมรูปไอคอนด้วย (Icon) ให้เรากดคลิกเลือกคำสั่งนั้นต่อไป นักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจ ในแต่ละส่วนประกอบของโหมดให้ลึกซึ้ง



รูปที่ 2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม

1.1 Standard Toolbar (แถบเครื่องมือมาตรฐาน) เป็นกลุ่มคำสั่งต่างๆ ที่ใช้สำหรับการจัดการไฟล์มาตรฐานและการทำงานเกี่ยวกับการสร้างไฟล์ เปิดไฟล์ บันทึกไฟล์ ของโมเดลชิ้นงาน

1.2 Title Bar (แถบแฟ้มโมเดลการทำงาน) เป็นแถบที่แสดงชื่อโปรแกรม เวอร์ชัน และชื่อไฟล์โมเดลที่กำลังทำงานอยู่ในปัจจุบัน

1.3 Ribbon Bar (แถบคำสั่งแบบลิบบอน) เป็นลักษณะหน้าต่างคำสั่งที่แบบใหม่ ของโปรแกรม Autodesk ที่มีใช้มีการแบ่งกลุ่มโหมดคำสั่ง โดยที่แต่ละโหมดจะมีคำสั่งและไอคอนรูปร่างต่างๆ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้คำสั่งและจดจำ

1.4. Viewing Tool (เครื่องมือแสดงมุมมอง) เป็นเครื่องมือสำหรับปรับมุมมอง เริ่มต้นในการสร้างภาพ ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ และการดูพื้นที่ส่วนต่างๆ ของการออกแบบเพื่อช่วยให้เห็นการมองภาพวัตถุในส่วนต่างๆ ได้อย่างชัดเจน

1.5 View Cule (เครื่องมือปรับแต่งมุมมอง) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เราสามารถเลือกมุมมองภาพแบบ 3 มิติ เช่น ขึ้นส่วนและภาพประกอบขึ้นส่วน เราสามารถคลิกเลือกมุมมองจาก พื้นผิว ขอบข้าง และตามมุมชิ้นงาน โดยชิ้นงานจะหมุนตามทิศทางที่เราเลือก

1.6 Status Bar (แถบสถานะงาน) เป็นหน้าต่างการทำงานที่เป็นสื่อสารระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้งาน ในขณะที่ปฏิบัติงาน โดยทำการแสดงแจ้งขั้นตอนการทำงาน หรือ ผลลัพธ์ของแต่ละคำสั่ง

1.7 Browser Bar (แถบแสดงรายละเอียด) เป็นการแสดงรายละเอียดทั้งหมดในการออกแบบ โดยจะทำการเรียงลำดับขั้นตอนรายการสร้างวัตถุ ซึ่งสามารถเลือกสลับโหมดต่างๆ เช่น การสเก็ตภาพ (Sketch) การสร้างโมเดล (Model) การสร้างชิ้นส่วนประกอบ (Assembly) การสร้างแบบสั่งงาน (Drawing) การสร้างขบวนการผลิต (Manufacturing)

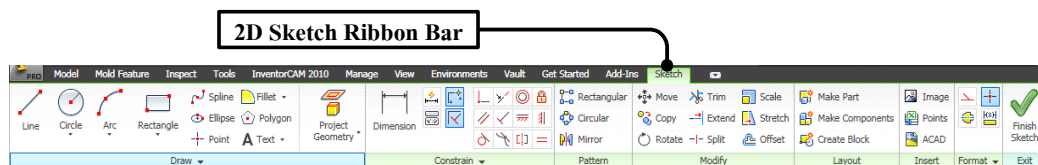
1.8 Graphic Windows (หน้าต่างกราฟิก) เป็นพื้นที่สำหรับแสดงผลการออกแบบสร้างวัตถุ การสเก็ตภาพ โมเดลชิ้นส่วน การประกอบชิ้นส่วน การสร้างแบบสั่งงาน การสร้างขบวนการผลิต

2. แถบเมนูคำสั่งแบบ Ribon Bar แต่ละโหมดคำสั่ง

การใช้โปรแกรม Autodesk Inventor 2010 จะมีการกำหนดแถบเมนูคำสั่งที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน (Use Interface). ในลักษณะแถบคำสั่งแบบ Ribbon Bar ซึ่งเป็นเวอร์ชันใหม่ที่ถูกออกแบบให้ใช้งานได้สะดวก และมีการจัดหมวดหมู่คำสั่ง ตำแหน่งที่อยู่คำสั่ง เปลี่ยนจากเวอร์ชันเดิมไม่มากนัก แต่นักศึกษาก็ต้องทำความเข้าใจ และจดจำแถบเมนูคำสั่งแบบ Ribbon Bar โดยที่จะมีการจัดกลุ่มแถบคำสั่งที่ใช้ในการสร้าง เป็นโหมดต่างๆ ดังนี้

2.1 แถบเมนูควบคุมการสเก็ตภาพ 2 มิติ. (2D Sketch Ribbon Bar)

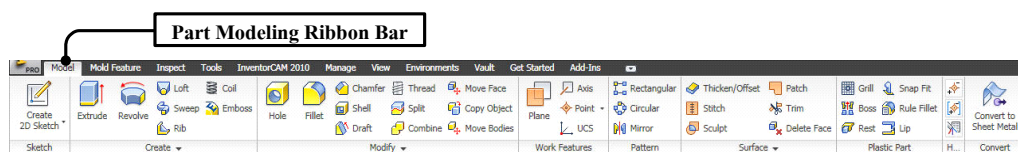
การสร้างชิ้นงานโมเดล หรือแบบงาน จะเริ่มต้นด้วยคำสั่งสำหรับการสร้างภาพสเก็ต 2 มิติซึ่ง นักศึกษาสามารถการใช้ 2D Sketch Ribbon Bar (แถบควบคุมการสเก็ตภาพ 2 มิติ) ประกอบด้วย การโหมดคำสั่ง Draw ใช้สำหรับสร้างภาพ 2 มิติ โหมดคำสั่ง Constrain ใช้สำหรับกำหนดขนาดและกำหนด Constraints โหมดคำสั่ง Patten ใช้สำหรับสร้างวัตถุที่ซ้ำๆกัน โหมดคำสั่ง Modify ใช้สำหรับเคลื่อนย้ายวัตถุหรือปรับปรุงแก้ไขวัตถุ และ โหมดคำสั่ง Finish Sketch ใช้สำหรับช่วยให้ออกจากโหมดการสเก็ตภาพได้รวดเร็ว



รูปที่ 2.2 แถบควบคุมการสเก็ตภาพ 2 มิติ.

2.2 แถบเมนูควบคุมการสร้างโมเดลชิ้นส่วน (Part Modeling Ribbon Bar)

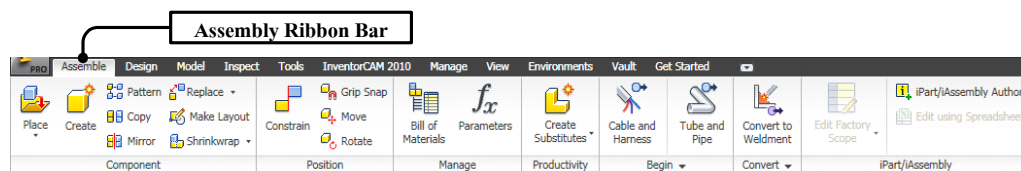
การสร้างโมเดลชิ้นงาน 3 มิติ การแก้ไขวัตถุ หรือสร้าง Feature จะใช้โหมดคำสั่ง Part Modeling Ribbon Bar ซึ่งประกอบด้วย โหมดคำสั่ง Sketch 2D – 3D โหมดคำสั่ง Create โหมดคำสั่ง Modify โหมดคำสั่ง Work Features โหมดคำสั่ง Pattern โหมดคำสั่ง Surface โหมดคำสั่ง Plastic Part ฯลฯ ซึ่งนักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจและหลักการใช้แต่ละ Features เพื่อใช้ในการวางแผน ลำดับขั้นตอน ก่อนการสร้างโมเดลหรือแก้ไขวัตถุ



รูปที่ 2.3 แถบควบคุมการสร้างโมเดลชิ้นส่วน

2.3 แถบเมนูควบคุมการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Ribbon Bar)

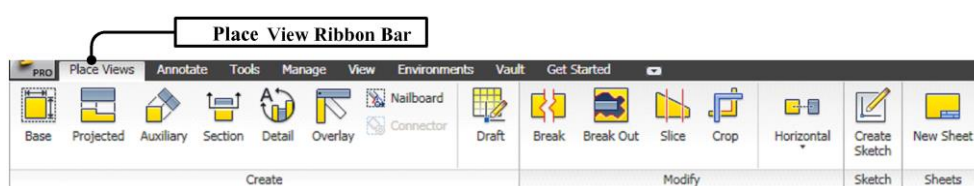
การสร้างโมเดลของการประกอบชิ้นส่วน เป็นการนำชิ้นส่วน (Part) ต่างๆ และส่วนประกอบย่อยต่างๆ (Sub Assembly) มาประกอบกัน โดยที่นักศึกษาสามารถจะทำการสร้างหรือแก้ไขวัตถุโมเดล ที่นำประกอบนั้นได้เช่นกัน จากนั้นก็ต้องเริ่มกำหนดตำแหน่งชิ้นส่วนและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างโมเดลชิ้นส่วน ซึ่งประกอบด้วยโหมดคำสั่ง Component โหมดคำสั่ง Position โหมดคำสั่ง Manage



รูปที่ 2.4 แถบควบคุมการประกอบชิ้นส่วน

2.4 แถบเมนูควบคุมแบบสั่งงาน (Place View Ribbon Bar)

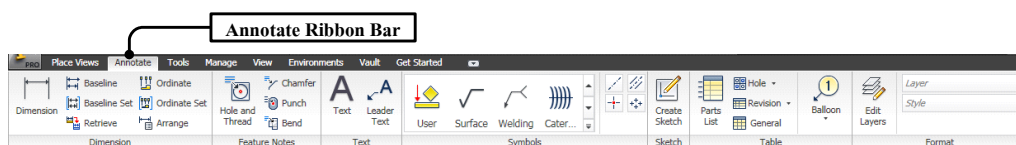
การออกแบบแบบสั่งงาน (Drawing) เป็นการสร้างแบบสั่งงานของชิ้นส่วนโมเดล หรือ ชิ้นส่วนของประกอบ ทั้งแสดงในลักษณะ 2 มิติ 3 มิติ โดยที่จะมีการอ้างอิงจากไฟล์ของ ชิ้นส่วน (Part File) หรือ ไฟล์การประกอบ (Assembly File) ซึ่งถ้ามีการปรับปรุงแก้ไขของไฟล์ นั้น จะมีผลทำให้ไฟล์ของแบบสั่งงาน มีการปรับปรุงแก้ไขตามเช่นกัน (Update File) โดยที่ นักศึกษากำหนดแบบสั่งงาน สร้างมุมมอง แสดงรายละเอียดต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยโหมดคำสั่ง Sheet โหมดคำสั่ง Create โหมดคำสั่ง Modify



รูปที่ 2.5 แถบควบคุมแบบสั่งงาน

2.5 แถบเมนูควบคุมการกำหนดขนาด (Annotate Ribbon Bar)

การกำหนดขนาดให้กับแบบและกำหนดรายละเอียดให้กับแบบสั่งงาน นักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจกับแบบงานให้สัมพันธ์กับการขบวนการผลิต (Manufacturing) หรือการ ตรวจสอบชิ้นส่วนและการประกอบโมเดลชิ้นส่วน (Inspection) จากนั้นจึงกำหนดขนาดและ รายละเอียด สัญลักษณ์ คำอธิบายต่างๆลงในแบบสั่งงาน ซึ่งประกอบด้วยโหมดคำสั่ง Dimension โหมดคำสั่ง Feature Note โหมดคำสั่ง Text โหมดคำสั่ง Symbols

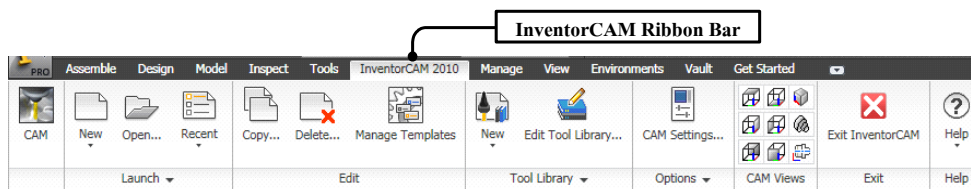


รูปที่ 2.6 แถบควบคุมการกำหนดขนาด

2.6. แถบเมนูควบคุมกระบวนการผลิต (InventorCAM Ribbon Bar)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต (Computer Aided Manufacturing) ในส่วนของ โปรแกรม Autodesk Inventor จะมีแถบควบคุมกระบวนการผลิต InventorCAM เป็นการใช้ โปรแกรมสร้างทางเดินตัด (Tool Path) โดยจะต้องทำการกำหนดเงื่อนไขการตัด (Cutting Condition) เช่น เครื่องมือตัด ความเร็วตัด อัตราการป้อนตัด ฯลฯ นักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจ เกี่ยวกับการวางแผนกรรมวิธีการผลิต การจัดลำดับการผลิต ที่เกี่ยวกับการสร้างทางเดินตัด ด้วย เครื่องจักร เครื่องกลึง CNC และเครื่องกัด CNC ซึ่งโปรแกรม InventorCAM ประกอบด้วย

โหมดคำสั่ง Lanch โหมดคำสั่ง Edit โหมดคำสั่ง Tool Library โหมดคำสั่ง Option โหมดคำสั่ง CAM Views โหมดคำสั่ง Exit

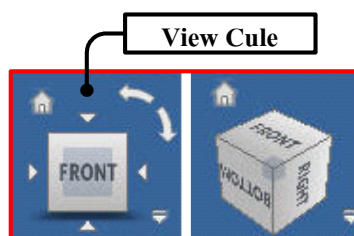


รูปที่ 2.7 แถบควบคุมกระบวนการผลิต

2.7 การเมนูปรับแต่งมุมมองภาพ (View Manipulation)

นักศึกษาสามารถดูรูปทรง 3 มิติ ได้ทุกมุมมองด้วยการใช้เครื่องมือ View Cube ซึ่งประกอบด้วยตัวเลือกมุมมองได้ทั้ง 6 ด้าน เช่น Front, Back, Left, Right, Top, Bottom และเลือกมุมมองจากขอบ (Edge) ของ Views Cube ได้อีก 12 ขอบ และเลือกมุมมองจากมุม (Conner) ของ

Views Cube ได้อีก 8 มุม รวมทั้งสามารถทำการหมุนภาพของโมเดลชิ้นงานจากการคลิกเลือกที่ Views Cube ได้อย่างอิสระหรือ หมุนตามระนาบแกน ซึ่งเป็นประโยชน์มากในการกำหนดมุมมองสร้างภาพสเก็ต 2 มิติ



รูปที่ 2.8 การปรับแต่งมุมมองภาพ

2.8 แถบเมนูเครื่องมือแสดงมุมมอง (View Tool)

แถบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลและควบคุมการแสดงผล สำหรับช่วยในการสร้างโมเดลชิ้นงาน ซึ่งถือว่าเป็นทักษะที่สำคัญกำหนดมุมมองการสร้างและแก้ไข ทั้ง 2 มิติ 3 มิติ เพื่อช่วยในการพิจารณาโมเดลชิ้นงาน ได้อย่างรวดเร็วและลดเวลาในการสร้าง นักศึกษาจึงต้องพยายามทำความเข้าใจและฝึกให้เกิดความชำนาญ ซึ่งประกอบด้วยโหมดคำสั่งต่อไปนี้

1 Steering Weels เป็นเครื่องมือสำหรับการควบคุมมุมมองการสร้าง สำหรับงานโมเดลชิ้นส่วนต่างๆ โดยสามารถเลือกใช้สลับไปมาของโหมดมุมมองได้ในแต่ละประเภทเช่น

Zoom ,Pan ,Orbit ,Rewind

2. Pan เป็นเครื่องมือสำหรับใช้เคลื่อนย้ายหรือเลื่อนมุมมองภาพโมเดลชิ้นส่วน

3 Dynamic Zoom เป็นเครื่องมือสำหรับย่อหรือขยายภาพโมเดลชิ้นส่วน ได้อย่างอิสระเปรียบการทำงานคล้ายๆกับการใช้ขยายส่วนได้ตามความต้องการ

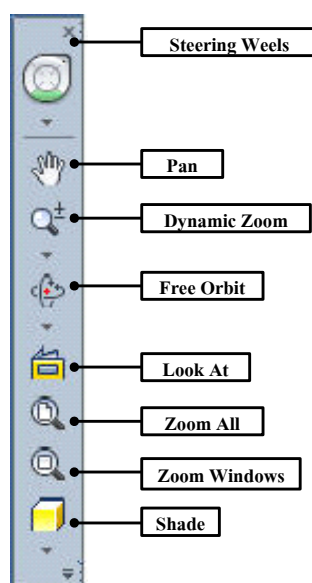
4 Free Orbit เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยการหมุนโมเดลชิ้นส่วน สามารถควบคุมการหมุนตามแนวแกน ควบคุมจุดศูนย์กลางการหมุน หรือเลือกตำแหน่งการหมุนได้อย่างอิสระ

5 Look At or View Face เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยปรับมุมมองภาพและทิศทาง ให้ได้ระนาบการสังเกตภาพ พร้อมจัดให้อยู่บริเวณกึ่งกลางที่หน้าจอแสดงผล

6. Zoom All เป็นเครื่องมือสำหรับย่อภาพวัตถุโมเดลชิ้นส่วนต่างๆทั้งหมด ให้มาแสดงอยู่ที่บริเวณจอแสดงผล

7 Zoom Windows เป็นเครื่องมือสำหรับย่อขยายภาพวัตถุโมเดลชิ้นส่วน หรือบริเวณกรอบพื้นที่ ที่ต้องการจะย่อขยายส่วนนั้นๆ

8 Shade Display เป็นเครื่องมือสำหรับเปลี่ยนการแสดงผลของวัตถุโมเดลชิ้นส่วน ให้แสดงผลสลับไปมา เช่น วัตถุทึบแสง (Shade) วัตถุทึบแสงแต่แสดงเส้นขอบ (Hidden Edge) วัตถุแบบโครงถัก (Wire frame)

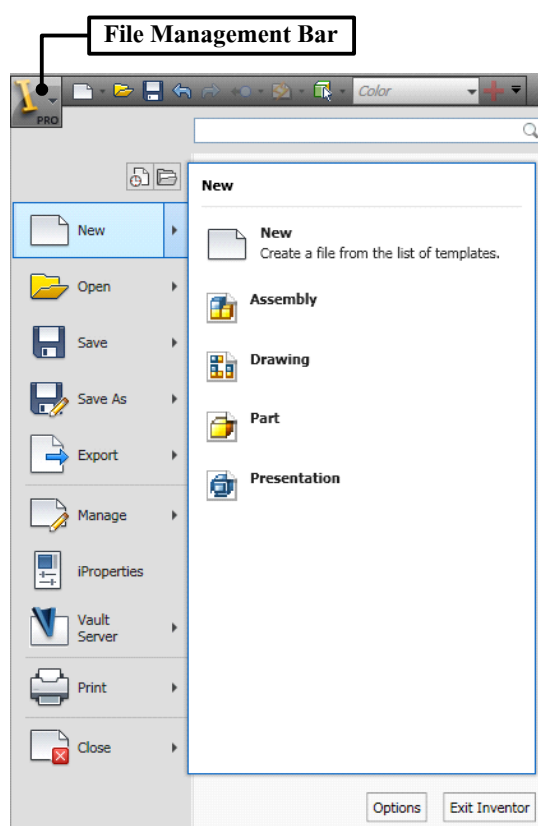


รูปที่ 2.9 เครื่องมือแสดงมุมมอง

2.9 แถบเมนูการจัดการไฟล์ (File Management Bar)

โหมดการจัดการแฟ้มข้อมูล เช่น การสร้างใหม่ การเปิด การบันทึก การเปลี่ยนชื่อ การลบ การแปลงนามสกุล การพิมพ์ข้อมูลทางเครื่องพิมพ์

1. New สำหรับการสร้างไฟล์โมเดลชิ้นงานใหม่ นักศึกษาสามารถเลือกสร้างได้ตามแต่ละชนิดของไฟล์งาน โดยมีฟอร์มรูปแบบ (Template) ต่างๆ ให้เลือก
2. Open สำหรับการเปิดไฟล์โมเดลชิ้นงานเก่า ที่ได้ทำการสร้างแล้วบันทึกไว้แล้วรวม ทั้งสามารถเปิดไฟล์หรือการนำเข้าไฟล์อื่นๆ (Import File) เข้ามาใช้ในโปรแกรม
3. Save สำหรับใช้บันทึกไฟล์ที่เปิดกำลังใช้งานอยู่และสามารถบันทึกทุกไฟล์ (Save All) ที่ถูกเรียกเปิดใช้งานในช่วงเวลานั้น
4. Save As สำหรับใช้บันทึกไฟล์พร้อมกับทำการเปลี่ยนชื่อไฟล์ รวมทั้งสามารถทำการเปลี่ยนนามสกุลต่างๆ ได้ (Export File) ด้วยคำสั่ง Save Copy As
5. Export สำหรับใช้บันทึกไฟล์แปลงไฟล์โมเดลชิ้นงาน นำออกไปใช้ในแต่ละชนิด เช่น ไฟล์รูปภาพ (BMP , JPEG, TIFF) ไฟล์ Adobe Acrobat (PDF) ไฟล์แบบงานอื่นๆ (CAD Format)



รูปที่ 2.10 แถบการจัดการไฟล์

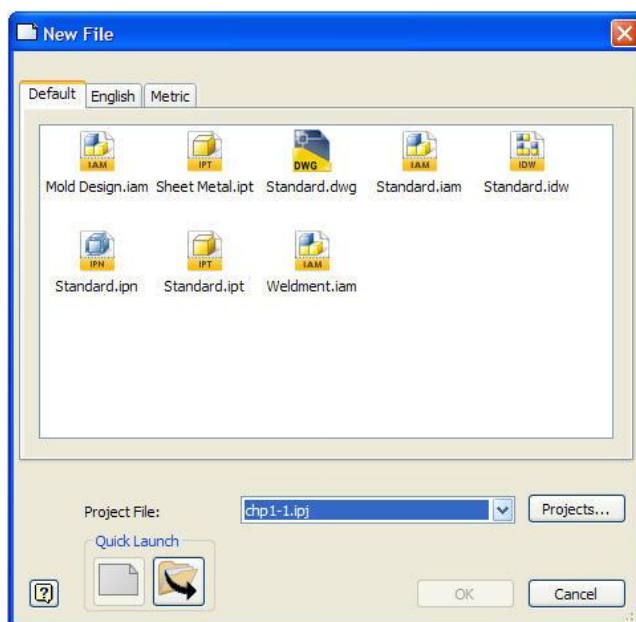
6. Mange สำหรับช่วยจัดการไฟล์โครงการให้เป็นหมวดหมู่และสะดวกต่อการอ้างอิงทำงานร่วมกันไฟล์อื่น โดยจะต้องกำหนดที่อยู่ของไฟล์และเลือกใช้คำสั่ง Project ก่อนมีการเริ่มสร้างออกแบบโมเดลชิ้นงาน

7. Print สำหรับทำการพิมพ์ภาพโมเดลชิ้นส่วน ออกทางเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะต้องมีการตั้งค่าเครื่องพิมพ์ (Print Setup) และตรวจสอบภาพก่อนพิมพ์ (Print Preview) ก่อนเริ่มการพิมพ์ทุกครั้ง

8. Close สำหรับจัดการปิดไฟล์ที่ใช้กำลังทำงาน และปิดไฟล์งานต่างๆที่เปิดใช้งานค้างอยู่ (Close All) ให้สามารถปิดได้ในคำสั่งเดียว

3. การใช้ไฟล์ชิ้นงานแต่ละประเภทของโปรแกรม

การออกแบบสร้างโมเดลชิ้นงานของโปรแกรม Autodesk Inventor มีประเภทไฟล์ชิ้นส่วน ไฟล์การประกอบชิ้นส่วน ไฟล์แบบสั่งงาน จะมีรูปแบบการเก็บไฟล์ที่แยกออกจากกันโดยที่แต่ละไฟล์จะมีความสัมพันธ์กันเช่นเมื่อนักศึกษาทำการแก้ไข ปรับเปลี่ยนแปลงไฟล์ชิ้นส่วน ก็จะมีผลให้กับไฟล์การประกอบและไฟล์แบบสั่งงาน ก็จะทำการเปลี่ยนแปลงตามอัตโนมัติ และเมื่อนักศึกษาเริ่มสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่ (New File) ซึ่งจะประกอบด้วยประเภทของไฟล์ในโปรแกรม Autodesk Inventor ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.11 แถบการจัดการไฟล์

1 Standard.ipt (ไฟล์ชิ้นส่วน) ใช้สำหรับสร้างชิ้นส่วน และเป็นพื้นฐานเริ่มต้นของการออกแบบสร้างชิ้นส่วนทั้งหมดของโปรแกรม Autodesk Inventor

2. Standard.iam (ไฟล์การประกอบชิ้นส่วน) ใช้สำหรับการประกอบไฟล์ชิ้นส่วนต่างๆ (Assembly Part) โปรแกรมที่จะทำการรวมไฟล์หลายไฟล์เข้าเป็นไฟล์การประกอบไฟล์เดียว และต้องกำหนดเงื่อนไขการประกอบชิ้นส่วน (Constraints) นั้นด้วย

3. Standard.idw (ไฟล์แบบสั่งงาน) ใช้สำหรับทำสร้างแบบสั่งงาน (Drawing) จากไฟล์ชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ หรือไฟล์ประกอบชิ้นส่วน และโปรแกรมสามารถสร้างแบบสั่งงานแบบ 2 มิติ เช่นเดียวกับโปรแกรมอื่นได้ด้วย

4. Standard.ipn (ไฟล์นำเสนอ) ใช้สำหรับสร้างไฟล์นำเสนอ (Presentation File) ของการประกอบชิ้นส่วนต่างๆในรูปแบบภาพแยกชิ้นส่วน (Exploded View) และสร้างภาพเคลื่อนไหวจำลองการประกอบชิ้นส่วนต่างๆรวมเข้าด้วยกันหรือแยกออกจากกันได้

5. Mold Design.iam (ไฟล์ออกแบบแม่พิมพ์) ใช้สำหรับสร้างไฟล์ออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Mold) ซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องมือ อุปกรณ์ ชิ้นส่วนมาตรฐาน ลำดับขั้นตอนการออกแบบสร้างแม่พิมพ์ และจัดหมวดหมู่ของไฟล์ชิ้นส่วนต่างๆได้อย่างเป็นระบบ

6. Sheet Metal.ipt (ไฟล์โลหะแผ่น) ใช้สำหรับสร้างไฟล์ชิ้นส่วนโลหะแผ่น หรือไฟล์งานแผ่นคลี่ ซึ่งมีคำสั่งต่างๆสำหรับสร้างรูปแบบงานโลหะแผ่น และทำแบบสั่งงาน (Drawing) หรือแบบสั่งงานผลิต (Flat Patterns) จากไฟล์ชิ้นส่วนได้ด้วย

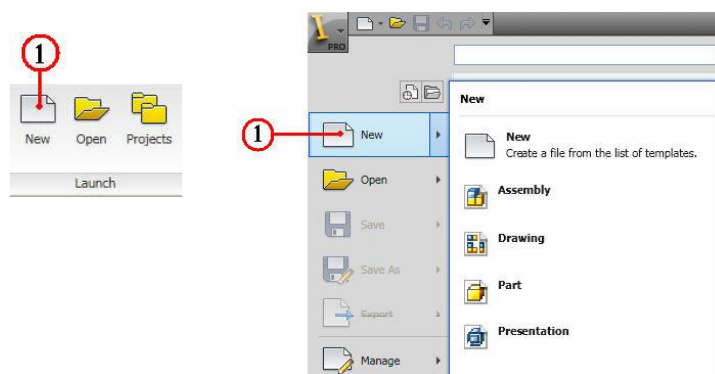
7. Weldment.iam (ไฟล์งานเชื่อม) ใช้สำหรับสร้างไฟล์งานเชื่อมประกอบชิ้นส่วน (Welding) เป็นการนำไฟล์ชิ้นส่วนต่างๆมาประกอบกัน แล้วทำการกำหนดชนิด ขนาด ของรอยเชื่อมต่อและสัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อสร้างแบบสั่งงาน (Drawing) ของชิ้นงานเชื่อมได้

4. การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

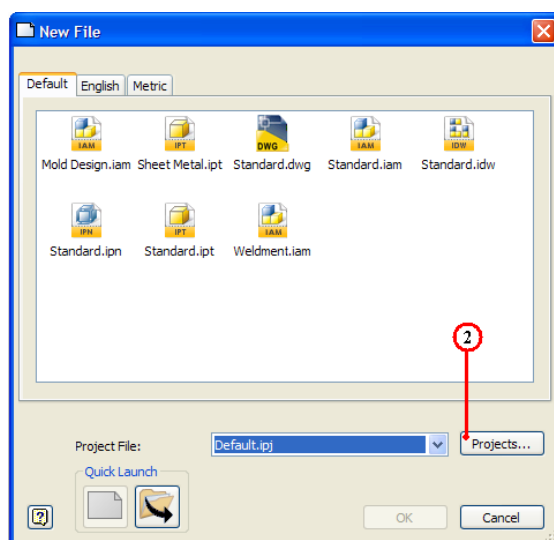
4.1 การสร้าง Project

การเริ่มต้นสร้างไฟล์ชิ้นงานทุกครั้ง จะต้องมีการวางแผนจัดเก็บไฟล์อย่างเป็นหมวดหมู่ เช่น การตั้งชื่อ สถานที่จัดเก็บ การสำรองข้อมูล เพราะไฟล์ที่สร้างขึ้นมีจำนวนมาก และจำเป็นบางครั้งต้องมีการเรียกชิ้นส่วนนั้นนำมาประกอบกัน จึงจำเป็นจะต้องมีการสร้างสถานที่เก็บไฟล์ด้วยคำสั่ง Project เพื่อใช้เป็นตำแหน่งสถานที่เก็บบันทึกไฟล์งาน และสะดวกรวดเร็ว ง่ายต่อการเรียกใช้ในครั้งต่อไป โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

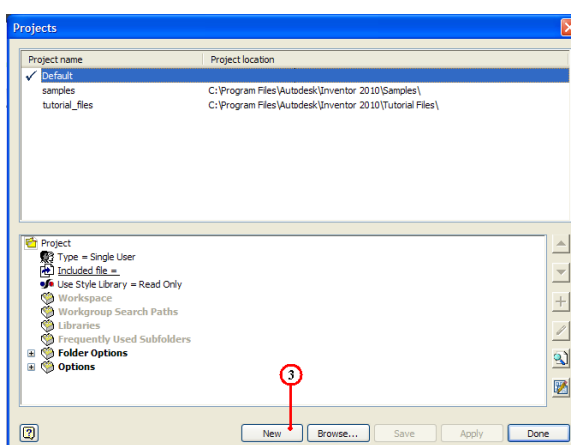
1. ทำการคลิกที่คำสั่ง New ที่โหมดยคำสั่ง Get Started หรือ Icon Inventor Pro ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้งาน



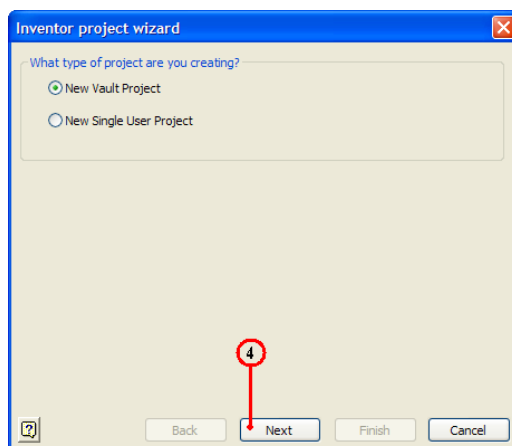
2. จากนั้นจะปรากฏ Dialog Box ของ New File แล้วกดปุ่มคำสั่ง Projects เพื่อทำการสร้างที่เก็บของไฟล์ชิ้นงาน



3. จากนั้นจะปรากฏ Dialog Box ของ Projects แล้วกดปุ่มคำสั่ง New

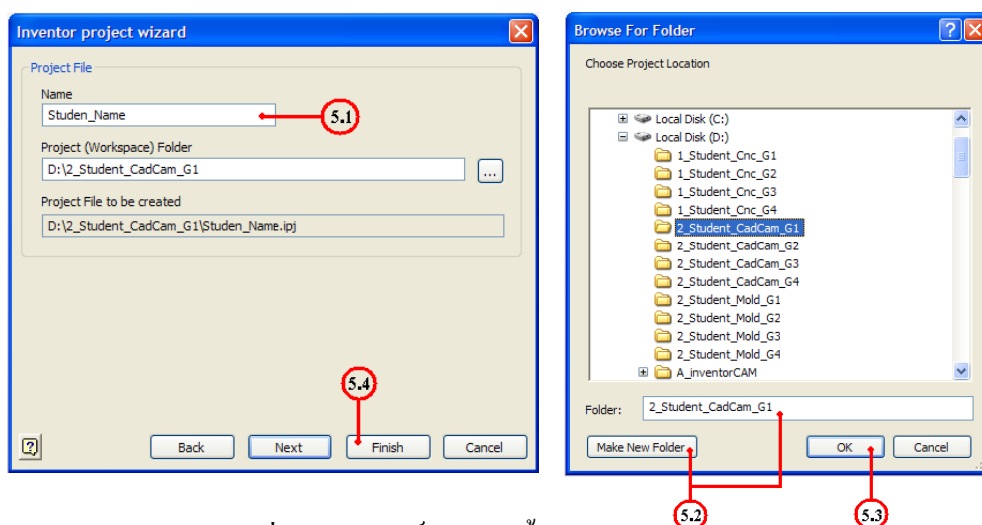


4. จากนั้นจะปรากฏ Dialog Box ของ Inventor project wizard ทำการคลิกเครื่องหมายที่ New Vault Project แล้วคลิกคำสั่ง Next



5. จากนั้นจะปรากฏ Dialog Box ของ Inventor project wizard เพื่อกำหนดชื่อ Project File

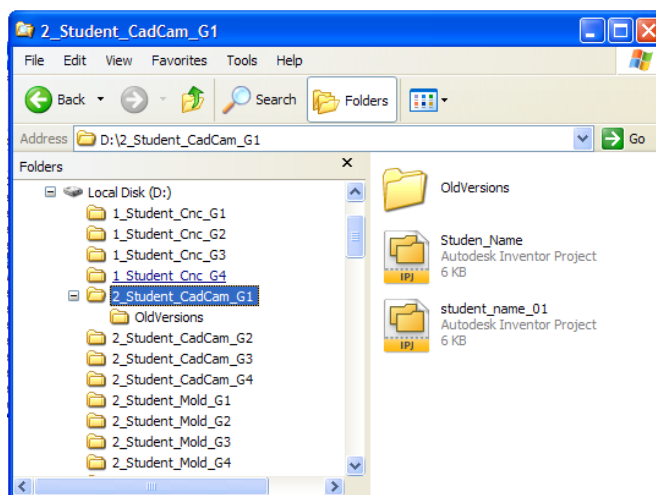
5.1 ทำการพิมพ์ชื่อที่ต้องการลงในช่อง Name โดยให้นักศึกษาดังตามกลุ่มเรียน ยกตัวอย่างเช่น พิมพ์ Student_Name



5.2 ทำการกำหนดที่เก็บของไฟล์ Project ด้วยการคลิก Browser ในส่วนทายของช่อง Project (Workspace) Folder เพื่อหา Folder ที่นักศึกษาจะต้องทำเก็บ และถ้าหากต้องการจะสร้างใหม่ ก็ให้คลิกปุ่มคำสั่ง Make New Folder จากนั้นก็พิมพ์ชื่อในช่อง Folder ตัวอย่างในตามกลุ่มเรียนของนักศึกษา เช่น 2_Student_CadCam_G1

5.3 จากนั้นกดปุ่มคำสั่ง OK ก็จะย้อนกลับมาที่ Dialog Box ของ Inventor project wizard อีกครั้ง นักศึกษาควรตรวจสอบให้ถูกต้องก่อน แล้วจึงกดปุ่มคำสั่ง Finish

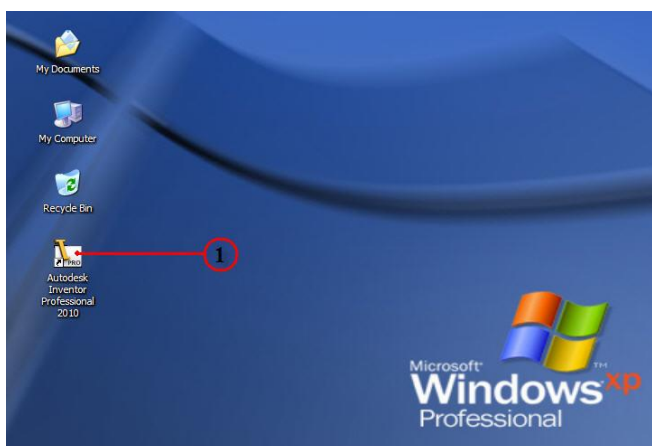
5.4 นักศึกษาสามารถตรวจสอบเช็ค ตำแหน่งที่เก็บของไฟล์หลังจากทำการสร้างชิ้นส่วนโมเดลชิ้นงานได้ ว่ามีตำแหน่งถูกต้องหรือไม่ ตามตัวอย่างการสร้างไฟล์ชิ้นงานชื่อ student_name_01



4.2 การสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่ (New)

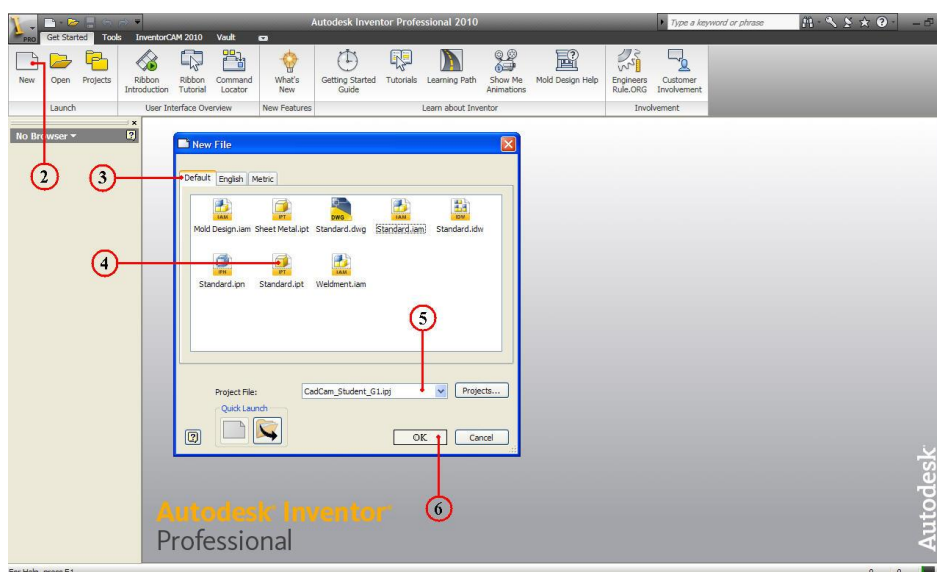
การออกแบบชิ้นส่วน โมเดลชิ้นงานใหม่ จะต้องทำการเริ่มต้นกำหนดชื่อแฟ้มข้อมูล และเลือกกำหนดตำแหน่งการเก็บแฟ้มข้อมูล ได้จากการสร้าง Project โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม Autodesk Inventor โดยการดับเบิลคลิกที่  จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรม Autodesk Inventor Professional 2010



2. ทำการสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่ (New) ด้วยการคลิกคำสั่ง New ที่แถบเมนู Ribbon Bar จะปรากฏหน้าต่าง New File

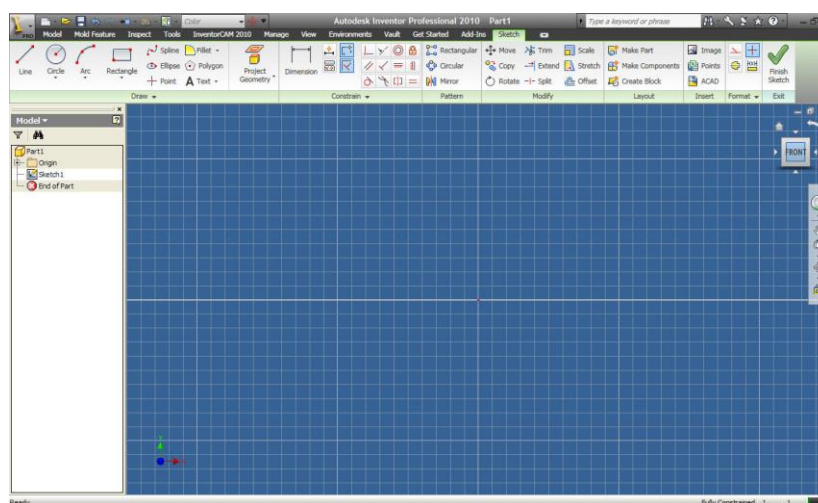
3. คลิกเลือก Default ที่แถบเมนูบาร์ของ New File ซึ่งเป็นหน้าต่างที่ถูกกำหนดค่าของไฟล์ต่างๆ มีหน่วยมิลลิเมตร ตอน Install Program เพื่อสะดวกรวดเร็ว สำหรับสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่



4. คลิกไอคอน  ที่ Dialog Box ของ New File เพื่อเลือกโหมด Standard.ipt สำหรับสร้างโมเดลชิ้นงานใหม่

5. คลิกที่ช่อง Project File และเลือกชื่อและตำแหน่งของไฟล์ Project ที่สร้างขึ้นไว้แล้ว หรือจะกำหนด Project ใหม่ก็ได้

6. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อตกลง จากนั้น โปรแกรม Autodesk Inventor จะเข้าสู่หน้าต่างของ เพื่อเริ่มต้นและพร้อมสำหรับการสเก็ตภาพ (Sketch) ดังรูป



4.3 การบันทึกแฟ้มข้อมูล (Save)

การสร้างไฟล์โมเดลชิ้นงาน จะต้องมีการบันทึกแฟ้มข้อมูล และการบันทึกแฟ้มข้อมูลเกี่ยวกับ งานด้านการออกแบบก็เป็นสิ่งสำคัญ ตั้งแต่การกำหนดชื่อชิ้นส่วนต่างๆ ชื่อไฟล์สำหรับ

ขั้นตอนสำหรับการประกอบชิ้นส่วน ในโปรแกรม Autodesk Inventor จะมีคำสั่งที่ใช้บันทึก
 เพิ่มข้อมูล(Save) และ บันทึกเปลี่ยนชื่อ (Save As) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  ที่แถบเมนูบาร์จะปรากฏหน้าต่าง สำหรับการจัดการข้อมูลไฟล์



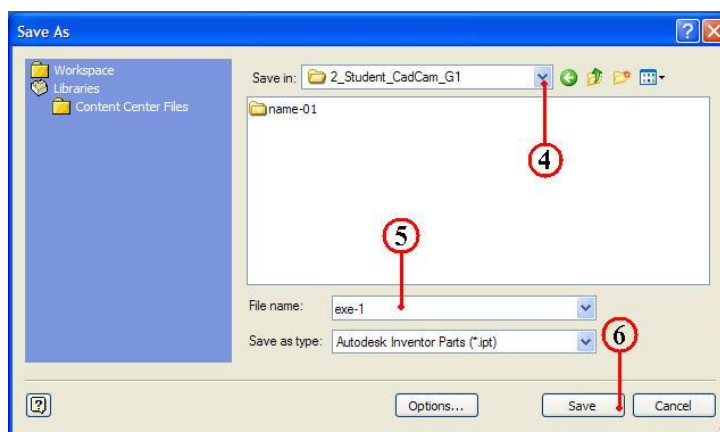
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Save ที่แถบของ Dialog box จะปรากฏ ปุ่มคำสั่งให้เลือกบันทึก (Save) ไฟล์ข้อมูลที่กำลังใช้งาน และทำการบันทึกไฟล์ข้อมูลที่เปิดไว้ทั้งหมด (Save All)

3. คลิกปุ่มคำสั่ง Save ที่เมนูหน้าต่าง (Save the active file) จะปรากฏเมนูหน้าต่าง Dialog Box ของ Save As เพื่อกำหนดชื่อและตำแหน่งไฟล์ (Folder) ที่จะบันทึกเพิ่มข้อมูล

4. คลิกช่องว่างที่แถบคำสั่ง Save in เพื่อกำหนดชื่อและตำแหน่งไฟล์ (Folder) ให้ถูกต้อง ก่อนที่จะทำการบันทึกเพิ่มข้อมูล

5. พิมพ์ชื่อเพิ่มข้อมูลที่จะบันทึก ในช่องคำสั่ง File name นักศึกษาควรจะต้องมีการ กำหนดชื่อไฟล์ให้มีความสัมพันธ์กับชิ้นงาน หรือใช้โค้ดของแบบงานก็ได้

6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save เพื่อยืนยันการบันทึกเพิ่มข้อมูล

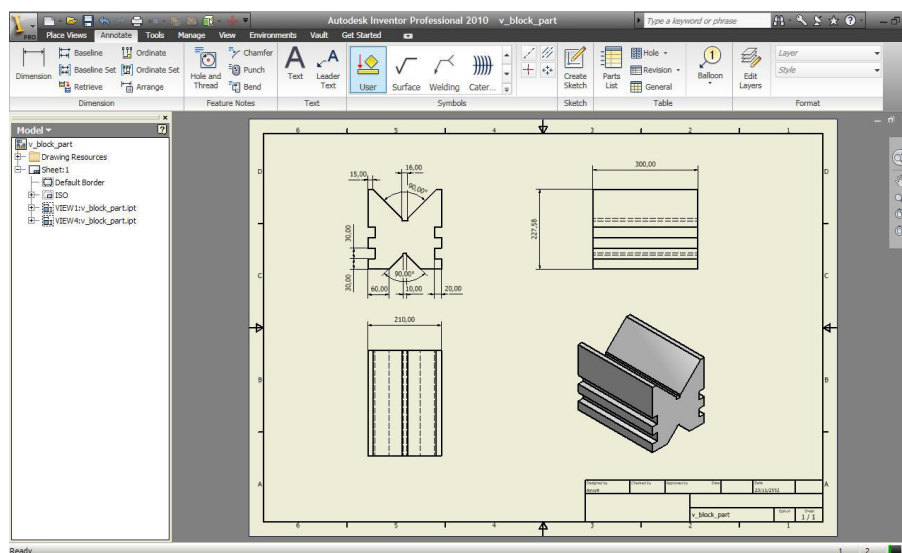
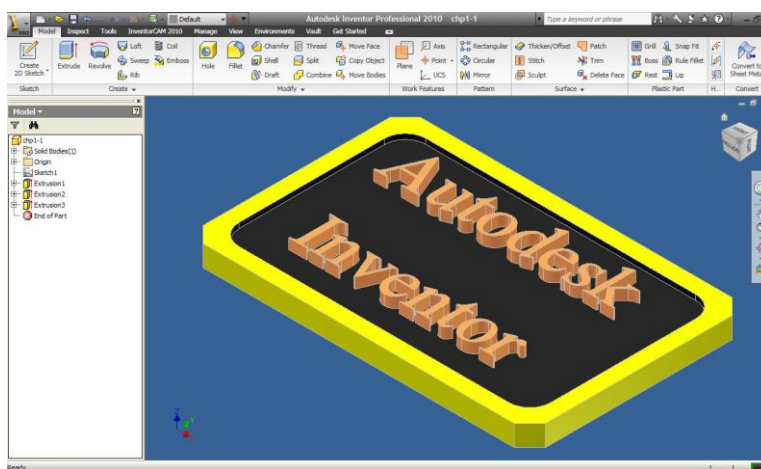


4.4 การพิมพ์ข้อมูลชิ้นส่วนโมเดล (Print)

การพิมพ์ข้อมูลชิ้นส่วนโมเดลออกจากเครื่องพิมพ์ สามารถทำได้ทั้งโหมดการสร้าง ภาพสเก็ต โหมดสร้างโมเดลชิ้นงาน 3 มิติ โหมดแบบสั่งงาน โหมดภาพประกอบ และโหมดอื่นๆ ซึ่งโปรแกรม Autodesk Inventor จะทำหน้าที่ติดต่อเครื่องพิมพ์ผ่านระบบการปฏิบัติการของ Microsoft Windows เกี่ยวกับการจัดการกำหนดเครื่องพิมพ์ และการตั้งค่าต่างๆของเครื่องพิมพ์ เช่นกระดาษ รูปแบบการพิมพ์ โดยนักศึกษาจะต้องกำหนดสภาพแวดล้อมต่างๆบนจอแสดงภาพ เช่น รายละเอียดต่างๆ จำนวนและขนาดชิ้นส่วนโมเดล ลงในแบบงาน ให้สมบูรณ์ถูกต้อง ก่อนที่จะดำเนินการขั้นตอนการพิมพ์งานออกจากเครื่องพิมพ์

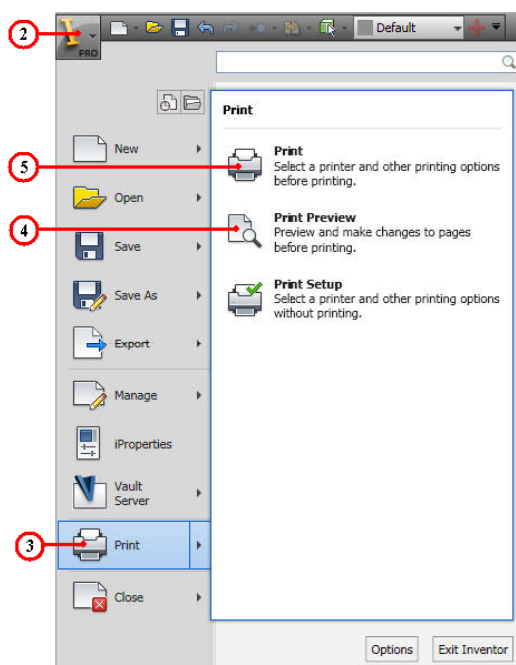
4.1.1 ขั้นตอนการพิมพ์ข้อมูล

1. กำหนดสภาพแวดล้อมบริเวณที่หน้าจอภาพ (Graphic Display) เช่น จำนวนชิ้นส่วนโมเดลชิ้นงาน การวางภาพ กำหนดสีของวัตถุ พื้นหลัง (Background) รวมทั้งขนาดของชิ้นส่วนและพื้นที่ที่จะแสดงออกจากเครื่องพิมพ์



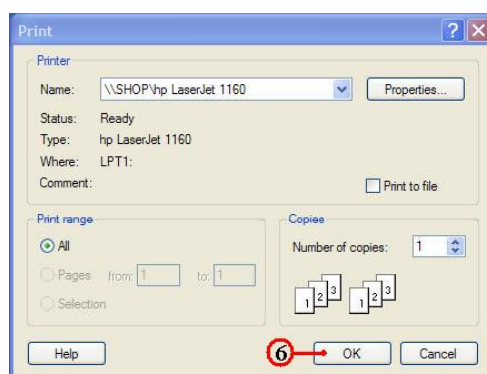
2. คลิกที่ Icon Inventor Pro

3. คลิกเลือกที่ Print



4. คลิกเลือกที่ Print Preview สำหรับทำการดูภาพก่อนพิมพ์ โดยจะต้องพิจารณาพื้นที่การพิมพ์ การวางภาพ ขนาดกระดาษแนวนอนหรือแนวตั้ง เพื่อใช้สำหรับตั้งค่าของเครื่องพิมพ์ให้ถูกต้อง หากไม่ถูกต้องเหมาะสม ก็จะต้องทำการวางภาพชิ้นส่วนใหม่ และตรวจสอบภาพก่อนพิมพ์อีกครั้งจนเป็นที่พอใจ

5. คลิกที่คำสั่ง Print จะปรากฏหน้าต่าง Dialog Box ของเครื่องพิมพ์ เพื่อทำการพิมพ์ภาพ และกำหนดการตั้งค่าของเครื่องพิมพ์ เช่น ชนิดเครื่องพิมพ์ การตั้งค่ากระดาษหน้าที่ต้องการพิมพ์ จำนวนการพิมพ์

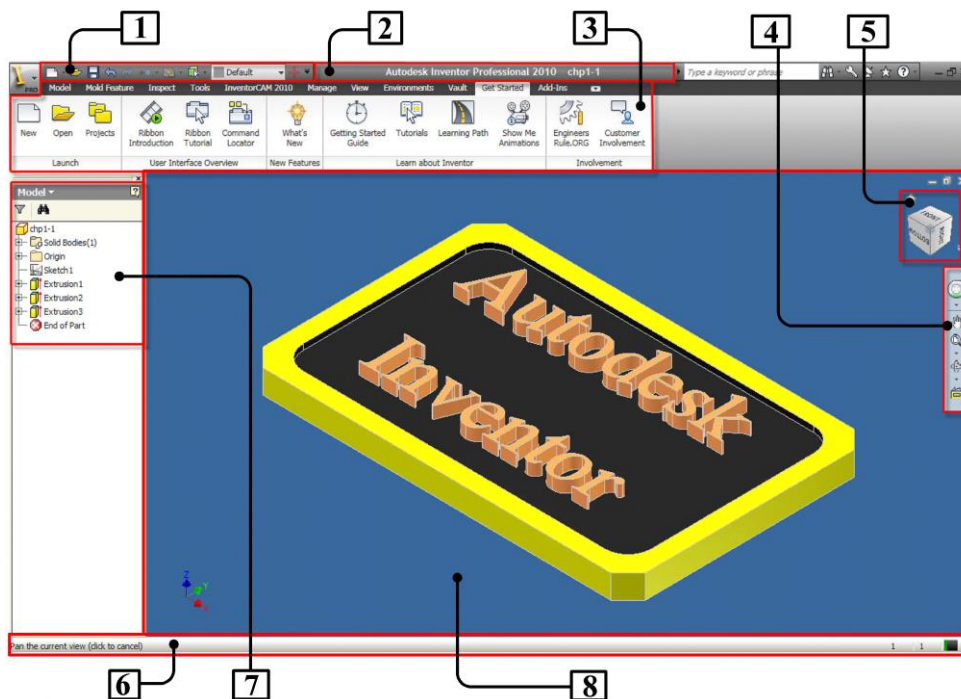


6. คลิกที่ปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยันการพิมพ์

แบบประเมินผลการเรียนรู้

โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม

ตอนที่ 1 ภาพต่อไปนี้ จงตอบคำถามขอ



1. Standard Toolbar หมายถึงข้อใด

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

2. Title Bar หมายถึงข้อใด

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

แบบประเมินผลการเรียนรู้
โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม
3. Viewing Tool หมายถึงข้อใด ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5 4. View Cule หมายถึงข้อใด ก. 3 ข. 4 ค. 5 ง. 6 5. Browser Bar หมายถึงข้อใด ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 7 6. Ribbon Bar หมายถึงข้อใด ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 7. Graphic Windows หมายถึงข้อใด ก. 5 ข. 6 ค. 7 ง. 8

แบบประเมินผลการเรียนรู้
โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม
ตอนที่ 2 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. ข้อใดไม่ใช่โหมดคำสั่ง ของแถบเมนู 2D Sketch Ribbon Bar ก. Draw ข. Constraints ค. Work Plane ง. Modify 2. ข้อใดไม่ใช่โหมดคำสั่ง ของแถบเมนู Part Modeling Ribbon Bar ก. Create ข. Modify ค. Pattern ง. Dimensions 3. ข้อใดไม่ใช่โหมดคำสั่ง ของแถบเมนู Assembly Ribbon Bar ก. Component ข. Position ค. Marge ง. Measure 4. ข้อใดไม่ใช่โหมดคำสั่ง ของแถบเมนู Assembly Ribbon Bar ก. File ข. Launch ค. Edit ง. CAM Views 5. ข้อใดไม่ใช่โหมดคำสั่ง ของแถบเมนู Assembly Ribbon Bar ก. Create ข. Dimensions ค. Text ง. Symbol

แบบประเมินผลการเรียนรู้
โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม
6. ข้อใดเป็นเครื่องมือสำหรับการควบคุมมุมมองการสราง และสลับไปมาไ้ระหว่าง Zoom ,Pan ,Orbit ,Rewind ก. Dynamic Weels ข. Look At ค. View Cule ง. Steering Weels 7. ข้อใดเป็นการใช้บันทึกไฟล์แปลงไฟล์โมเดลชิ้นงาน นำออกไปใช้ในแตละชนิดเช่น แตละนามสกุล BMP , JPEG ,PDF , IGES , STEP คือข้อใด ก. New ข. Save ค. Import ง. Export 8. ข้อใดเป็นการสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่ สำหรับงานนำเสนอ (Presentation) ก. Standard. ipt ข. Standard. idw ค. Standard. ipn ง. Standard. iam 9. ข้อใดเป็นการเริ่มต้นสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่ ก. New ข. Open ค. Import ง. Export 10. ข้อใดเป็นบันทึกสร้างไฟล์ชิ้นงาน และทำการกำหนดชื่อชิ้นใหม่ด้วย ก. Save ข. Save All ค. Save As ง. Save Exit

บทที่ 3

การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต

(2D Sketch)

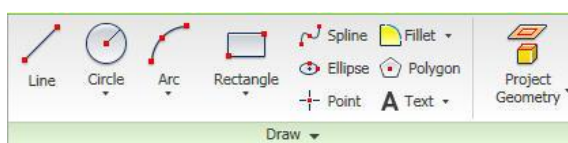
แนวคิด

การสร้างภาพ 2 มิติเป็นพื้นฐานของการเขียนแบบเครื่องกล ซึ่งจะต้องมีพื้นฐานการใช้คำสั่งสร้างเส้นตรง เส้นโค้ง การตัดขอบ การลบ ฯลฯ ในส่วนของโปรแกรม Autodesk Inventor มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ทางด้านเงื่อนไขด้านรูปทรง และการกำหนดขนาด ที่จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทำให้การออกแบบชิ้นงาน 2 มิติ ด้วยการสเก็ตภาพมีความสมบูรณ์

1. การเขียนเส้นสเก็ต 2 มิติ โหมดคำสั่ง Draw

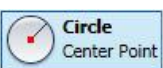
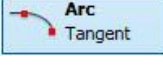
การสร้างภาพสเก็ต 2 มิติ เป็นการเริ่มต้นการสร้างในส่วนจากรูปร่างหน้าตัดวัตถุนั้น (Cross Section) พร้อมกับกำหนดขนาด (Dimension) ให้ถูกต้องสมบูรณ์ หรือจะทำการสร้างแบบชิ้นงาน 2 มิติก็ได้ แต่ในส่วนนี้จะมีการนำเอาข้อมูลจากการไฟล์สเก็ตภาพ ไปใช้งานในการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ โดยจะต้องมีการ เข้าสู่โหมดคำสั่ง Sketch ระนาบการสเก็ต (Plane) แกนอ้างอิง (Axis) จุดศูนย์กลางแบบ (Center Point) และเส้นกริด เพื่อช่วยในการสเก็ตภาพ

โหมดคำสั่ง เพื่อใช้สร้างรูปทรงซึ่งอาจจะสร้างจากจุด เส้นตรง วงกลม ส่วนโค้ง ฯลฯ ซึ่งแต่ละคำสั่งมีความหมายและการใช้งานดังนี้

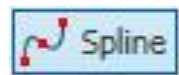
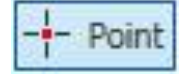
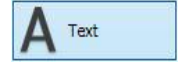
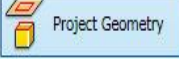
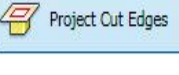


รูปที่ 3.1 Draw Ribbon Bar

ตารางแสดง 3.1 คำสั่งเขียนเส้นสเก็ต 2 มิติ

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Line	คำสั่งสร้างเส้นตรง โดยกำหนดจุดแรกเป็นจุดเริ่มต้น และจุดต่อไปเป็นจุดสิ้นสุด หรือขนาดความยาวกับมุม
	Circle Center Point	คำสั่งสร้างวงกลม โดยกำหนดจุดแรกเป็นจุดศูนย์กลาง วงกลม และจุดต่อไปเป็นขนาดรัศมีของวงกลม
	Circle Tangent	คำสั่งสร้างวงกลม โดยกำหนดจุดสัมผัส 3 จุดกับรูปทรงต่างๆของวัตถุ
	Arc Three Point	คำสั่งสร้างส่วนโค้ง โดยกำหนดจุดบนส่วนโค้ง 3 จุด ซึ่งมีลำดับคือ จุดเริ่มต้น จุดปลาย จุดขนาดรัศมี
	Arc Tangent	คำสั่งสร้างส่วนโค้ง โดยกำหนดจุดแรกสัมผัสออกจากปลายวัตถุ และจุดต่อไปเป็นจุดปลายส่วนโค้งหรือกำหนดขนาดส่วนโค้ง
	Arc Center Point	คำสั่งสร้างส่วนโค้ง โดยกำหนดจุดแรกเป็นจุดศูนย์กลาง และจุดต่อไปเป็นส่วนปลายทั้งสองของส่วนโค้ง

ตารางแสดง 3.1 คำสั่งเขียนเส้นสเก็ต 2 มิติ(ต่อ)

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Rectangle Two Point	คำสั่งสร้างสี่เหลี่ยม โดยกำหนดจุด 2 จุด ซึ่งจุดทั้งสองจะอยู่มุมทแยงของรูปสี่เหลี่ยม
	Rectangle Three Point	คำสั่งสร้างสี่เหลี่ยม โดยกำหนดจุด 3 จุด ซึ่งมีลำดับคือขนาดความยาวด้านแรก ทิศทาง และความยาวด้านที่สอง
	Spline	คำสั่งสร้างเส้นโค้งอิสระ โดยกำหนดจุดอ้างอิงตำแหน่งต่างๆบนเส้นทางเดิน
	Ellipse	คำสั่งสร้างวงรี โดยกำหนดจุดแรกเป็นจุดศูนย์กลาง และจุดต่อไปเป็นขนาดแกนหลัก ขนาดแกนรอง
	Point	คำสั่งสร้างจุด โดยกำหนดจุดเพื่อสร้างตำแหน่งอ้างอิงต่างๆ หรือใช้เป็นจุดศูนย์กลางวงกลม
	Polygon	คำสั่งสร้างรูปหลายเหลี่ยม โดยกำหนดจุดศูนย์กลางจำนวนเหลี่ยม และขนาดภายนอก ภายใน ของเหลี่ยม
	Text	คำสั่งสร้างตัวหนังสือ โดยกำหนดจุดเริ่มต้น และเลือกใช้รูปแบบตัวหนังสือต่างๆได้
	Fillet	คำสั่งลบมุมโค้ง โดยกำหนดรัศมีมุมโค้ง และเลือกเส้น 2 เส้นที่มุม หรือเลือกเส้น 2 เส้นที่ตัดกัน
	Chamfer	คำสั่งลบมุมเหลี่ยม โดยเลือกแบบวิธี ขนาดด้านเท่ากัน ขนาดด้านไม่เท่ากัน ขนาดด้านกับมุม และเลือกเส้นที่มุม
	Project Geometry	คำสั่งคัดลอกเส้นหรือขอบวัตถุ โดยการเลือกเส้น ขอบ แล้วกำหนดระนาบ Sketch ที่ต้องการฉายภาพลงไป
	Project Cut Edges	คำสั่งคัดลอกเส้นหรือขอบวัตถุ โดยเลือกระนาบที่ตัดผ่านชิ้นงานอยู่

2. การกำหนดเงื่อนไขรูปทรง โหมดคำสั่ง Constraints

การสเก็ตภาพ 2 มิติ มีเครื่องมือการกำหนดเงื่อนไขรูปทรงเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ทางด้านเรขาคณิต หรือบังคับคุณสมบัติของการสเก็ตด้วยคำสั่งต่างๆ โดยเมื่อนักศึกษาทำการสร้างวัตถุแต่ละครั้งก็จะมีกำหนด Constraints ให้อัตโนมัติ ซึ่งก็บางครั้งต่อไปต้องมีการกำหนด

Constraints เพื่อช่วยให้อำนวยความสะดวก และลดความผิดพลาดของแบบงานที่ต้องการให้มีเงื่อนไขบางอย่างที่ต้องการเช่น กำหนดขนาด ความขนาน ความตั้งฉาก ความร่วมศูนย์ ฯลฯ



รูปที่ 3.2 Constraints Ribbon Bar

ตารางแสดง 3.2 คำสั่งเงื่อนไขกำหนดรูปทรง

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Dimension	คำสั่งกำหนดขนาด โดยกำหนดขนาดความยาว ขนาดมุมองศา และสามารถแก้ไขขนาดใน Dialog Box ได้
	Coincident	คำสั่งเคลื่อนย้ายตำแหน่ง โดยกำหนดจุด 2 จุด บนวัตถุทั้ง 2 ชั้นให้มาเข้าร่วมจุดเดียวกัน
	Collinear	คำสั่งเส้นตรงให้รวมแนวแกนเดียวกันและ โดยเลือกเส้นแรกก่อนแล้วเส้นต่อไปที่ถูกเลือกจะย้ายมารวมแกน
	Concentric	คำสั่งร่วมศูนย์กลางเดียวกัน โดยทำการเลือกวงกลมหรือส่วนโค้งที่ต้องการให้ร่วมศูนย์กลางเดียวกัน
	Fix	คำสั่งให้ยึดอยู่กับที่ โดยทำการเลือกวัตถุที่ต้องการให้อยู่ในตำแหน่งเดิมไม่ให้เคลื่อนย้าย
	Parallel	คำสั่งขนานกัน โดยทำการเลือกเส้นตรงที่ต้องการให้ทำการปรับให้ขนานกัน
	Perpendicular	คำสั่งตั้งฉาก โดยทำการเลือกเส้นตรงแรกจะอยู่กับที่แล้วเส้นต่อไปจะย้ายมาตั้งฉากกัน
	Horizontal	คำสั่งแนวนอน โดยทำการเลือกเส้นตรง แล้วจะทำการปรับเส้นให้อยู่ในแนวนอน แกน X
	Vertical	คำสั่งแนวตั้ง โดยทำการเลือกเส้นตรง แล้วจะทำการปรับให้เส้นอยู่ในแนวตั้ง แกน Y
	Tangent	คำสั่งสัมผัส โดยทำการเลือกวัตถุที่ต้องการให้มีการสัมผัสกัน ใช้ได้รวมกันทั้ง เส้นตรง วงกลม ส่วนโค้ง

ตารางแสดง 3.2 คำสั่งเงื่อนไขกำหนดรูปทรง (ต่อ)

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Tangent	คำสั่งสัมผัส โดยทำการเลือกวัตถุที่ต้องให้มีการสัมผัสกัน ใช้ได้ร่วมกันทั้ง เส้นตรง วงกลม ส่วนโค้ง
	Symmetric	คำสั่งสมมาตร โดยทำการเลือกเส้นหรือวัตถุ และเลือกแบ่งระหว่าง เพื่อให้วัตถุการสมมาตรกัน
	Equal	คำสั่งเท่ากันของวัตถุ โดยการเลือกวัตถุ ให้มีสัมพันธ์และความเท่ากัน ด้านขนาด
	Show Constraints	คำสั่งแสดง Constraints โดยทำการเลือกวัตถุเพื่อแสดงรายละเอียดของ Constraints และสามารถลบออกได้ด้วย

3. การปรับปรุงแก้ไขวัตถุ 2 มิติ แต่ละโหมดคำสั่ง

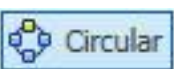
3.1 การคัดลอกวัตถุ โหมดคำสั่ง Pattern

การสร้างภาพด้วยเส้นและชิ้นส่วนวัตถุ บางครั้งจำเป็นต้องมีการรูปแบบชิ้นส่วนที่มีลักษณะเหมือนกัน และมีจำนวนมากกว่า 1 ชิ้น หรือคัดลอกภาพชิ้นส่วนต่างๆสามารถกำหนดรูปแบบได้เช่น สีเหลี่ยม วงกลม ภาพกระจกเงา เพื่อความสะดวกรวดเร็ว โปรแกรมจะมีคำสั่งในรูป Pattern ดังนี้



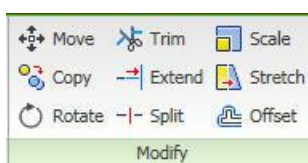
รูปที่ 3.3 Pattern Ribbon Bar

ตารางแสดง 3.3 คำสั่งการคัดลอกวัตถุ

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Rectangular	คำสั่งคัดลอกแบบสี่เหลี่ยม โดยเลือกวัตถุ กำหนดจำนวนและระยะห่าง ทั้งแนวแกนนอน แนวแกนตั้ง
	Circular	คำสั่งคัดลอกแบบวงกลม โดยเลือกวัตถุ กำหนดจำนวน ศูนย์ รัศมี ขนาดมุมมอง
	Mirror	คำสั่งคัดลอกแบบกระจกเงา โดยเลือกวัตถุ และแนวแกนสมมาตร

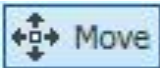
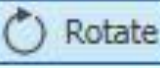
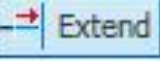
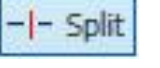
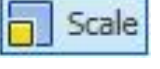
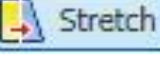
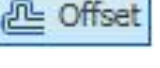
3.2. การปรับปรุงวัตถุ โหมดคำสั่ง Modify

ในขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วนต่างๆ บางครั้งก็มีการปรับเปลี่ยนแก้ไขวัตถุ เพื่อสะดวก รวดเร็วและง่ายต่อการสร้าง โดยไม่จำเป็นต้องสร้างใหม่แต่แก้ไขบางส่วนได้ คำสั่งนี้มีลักษณะ เป็นแบบคัดลอกวัตถุ การเคลื่อนย้ายวัตถุ หมุนวัตถุ การตัดต่อ การยืดวัตถุ การย่อขยายวัตถุ ซึ่ง การปรับปรุงแก้ไขนี้ สามารถทำซ้ำๆ กับวัตถุได้ และการมีผลต่อการกำหนดขนาดและเงื่อนไข รูปทรงเช่นกัน ฉะนั้นจะต้องตรวจสอบทุกครั้งหลังทำการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 3.4 Modify Ribbon Bar

ตารางแสดง 3.4 คำสั่งการปรับปรุงวัตถุ

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Move	คำสั่งเคลื่อนย้าย โดยเลือกวัตถุ และกำหนดจุดหลักแล้วก็กำหนดจุดหรือระยะทางที่เคลื่อนย้าย
	Copy	คำสั่งคัดลอก โดยเลือกวัตถุ และกำหนดจุดหลักแล้วก็กำหนดจุดหรือระยะทางที่จะคัดลอกวัตถุ
	Rotate	คำสั่งหมุน โดยเลือกวัตถุ กำหนดจุดศูนย์กลางการหมุน และขนาดมุมองศาหมุน
	Trim	คำสั่งขลิบขอบเส้น โดยทำการเลือกตัดขอบเส้นส่วนเกินที่ตัดกัน ซึ่งจะแสดงเส้นที่ถูกตัดเป็นเส้นประ
	Extend	คำสั่งยืดเส้น โดยทำการเลือกเส้นที่ต้องการยืด และกำหนดขอบเขตที่ยืด ซึ่งเส้นที่จะยืดออกจะออกมา
	Split	คำสั่งแบ่งส่วนเส้น โดยทำการเส้นที่ต้องการแบ่งส่วน และมีเส้นตัดกันอยู่ ซึ่งเส้นที่ถูกเลือกจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน
	Scale	คำสั่งย่อขยาย โดยทำการเลือกวัตถุ และกำหนดจุดที่จะย่อขยาย แล้วกำหนดขนาด
	Stretch	คำสั่งยืดวัตถุ โดยทำการเลือกวัตถุ และกำหนดจุดที่จะดึงยืด แล้วจึงกำหนดจุดวางหรือระยะทาง
	Offset	คำสั่งคัดลอกเส้นแบบขนาน โดยทำการคัดลอกเส้นตามรูปร่าง และกำหนดระยะห่างระหว่างเส้น

3.3 โหมดคำสั่ง Finish Sketch

การสเก็ตภาพ 2 มิติ ในแต่ละครั้งเมื่อสิ้นสุดการสเก็ตภาพจะต้องมีการตอบตกลงด้วยปุ่มคำสั่ง Done (คลิกเมาส์ขวา) ทุกครั้งและจึงยืนยันอีกครั้งด้วยปุ่มคำสั่ง Finish Sketch สำหรับในโหมดสเก็ตภาพจะมีแถบเมนูคำสั่ง Finish Sketch Ribbon Bar เพื่อสะดวกรวดเร็วในการสิ้นสุดการสเก็ตภาพด้วยการคลิกคำสั่งเพียงครั้งเดียว



รูปที่ 3.5 Finish Sketch Ribbon Bar

4. การสร้างภาพสเก็ต 2 มิติ

การสเก็ตภาพ 2 มิติ จะเป็นหลักที่สำคัญในการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ เพราะว่าจะต้องมีความเข้าใจการสร้าง ซึ่งมีผลต่อเมื่อจะต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนโมเดล และบางครั้งจำเป็นต้องมาดำเนินการแก้ไขจากระนาบสเก็ตนั่นด้วย โดยมีขั้นตอนการสร้างภาพสเก็ตดังนี้

1. เลือกระนาบสเก็ตภาพ (Sketch Plane) เป็นการเลือกแนวระนาบเพื่อสร้างเส้นให้อยู่ในระนาบตั้งฉากกับผิวที่จะทำชิ้นส่วน 3 มิติ รวมทั้งอาจจะต้องมีการสร้างระนาบจากผิววัตถุ และสร้างระนาบตามมุมเอียงต่างๆ (New Sketch Plane)

2. สเก็ตภาพรูปร่างหน้าตัด (Cross Section) หรือรูปทรงเรขาคณิต รูปทรงตามเส้นรอบรูปต่างๆ ที่ใช้สำหรับการสร้างชิ้นเป็นชิ้นงานหลัก (Base Feature) แล้วทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมจากชิ้นงานหลักในภายหลังก็ได้

3. การใช้คำสั่งสร้างวัตถุ (Draw) และคำสั่งปรับปรุง (Modify) แก้ไขวัตถุเพื่อสร้างรูปร่างสร้างหน้าตัด (Cross Section) และรูปร่างหน้าตัดของรูปทรงที่ใช้ในการเพิ่มหรือตัดต่อชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ ของแต่ละส่วนชิ้นงานโมเดล

4. กำหนดเงื่อนไขรูปทรง (Constraints) สำหรับภาพสเก็ต 2 มิติ ซึ่งพิจารณาตามความจำเป็น จะทำการเพิ่มหรือตัดออกให้เหมาะสมแต่ละแบบรูปทรงและการอ้างอิง

5. กำหนดขนาด (Dimension) สำหรับภาพสเก็ต 2 มิติ ซึ่งพิจารณาตามความจำเป็น จะทำการเพิ่มหรือตัดออกให้เหมาะสมตามแบบงาน

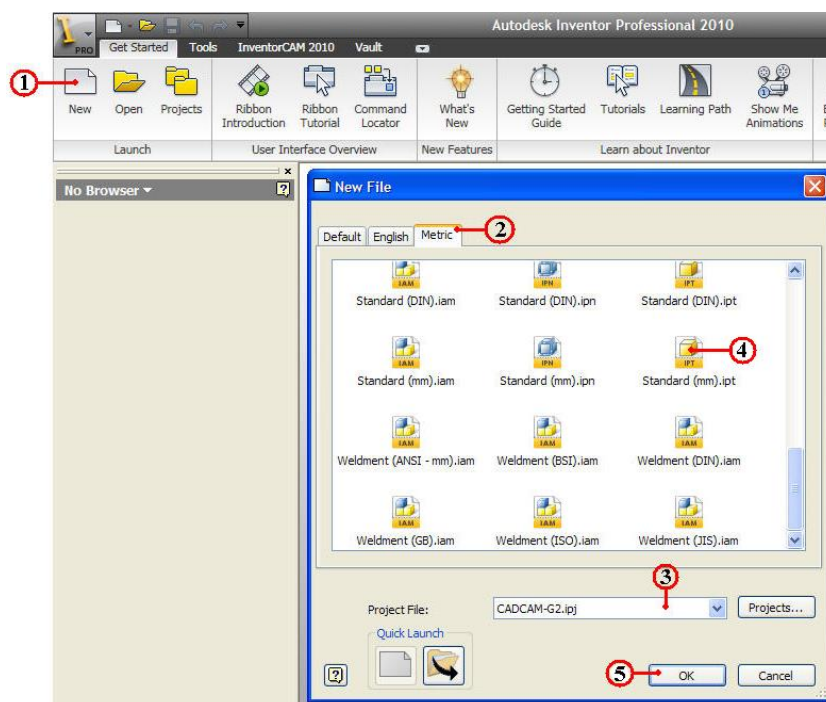
6. ปรับปรุงแก้ไข (Dimension) เพิ่มเติมให้ได้ตามขนาดแต่ละด้าน หรือมุม ซึ่งจำเป็นจะต้องสัมพันธ์กับแกนอ้างอิงของแบบชิ้นส่วน

7. เลือกคำสั่งสิ้นสุดการสเก็ตภาพ (Sketch Finish) เมื่อเสร็จสิ้นสมบูรณ์ในโหมดคำสั่งสเก็ต ภาพแต่ละระนาบครั้งของการสเก็ตภาพ

4.1 การสร้างภาพสเก็ต 2 มิติ สำหรับชิ้นงานกัด

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File
4. คลิกปุ่ม Icon ที่ไฟล์ชิ้นงาน Standard(mm).ipt
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดสเก็ตภาพ

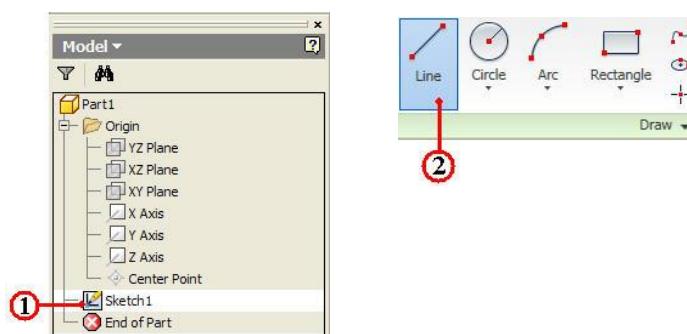


โหมดสเก็ตภาพ 2 มิติ จะมีแถบเมนู Model ซึ่งประกอบด้วยประวัติข้อมูลการสร้างชิ้นส่วนโมเดล ลำดับขั้นตอนการสร้าง ระนาบอ้างอิง (Work Plane) แกนอ้างอิง (Axis) จุดศูนย์โปรแกรม (Origin) เพื่อใช้สำหรับการเลือกวิธีการสร้างภาพสเก็ตในแต่ละด้าน

ในส่วนการตั้งค่า Application Options ของโปรแกรม Autodesk Inventor จะสร้างระนาบ **Sketch1** เพื่อใช้สำหรับสเก็ตภาพ 2 มิติซึ่งจะมีการสร้างระนาบให้ทุกครั้ง และก็จะให้มีหมายเลขลำดับของ Sketch2 เพิ่มขึ้นทุกครั้งโดยไม่ซ้ำกัน

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดระนาบ แกน จุดศูนย์ เพื่อให้อ้างอิง

1. กำหนดระนาบ XY Plane หรือ Sketch1 **Sketch1**
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Line 

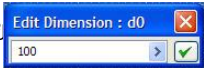


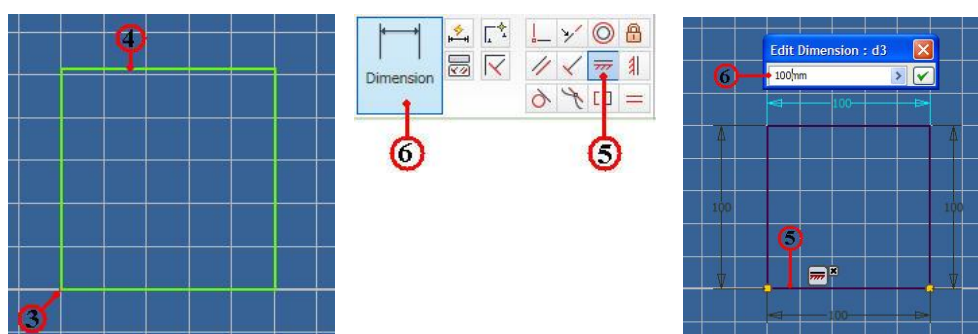
3. คลิกจุดแรกที่จุดศูนย์โปรแกรม (0.000,0.000)

4. สร้างเส้นตรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมโดยประมาณ โดยมีขนาดกว้างยาวประมาณ 100

mm.

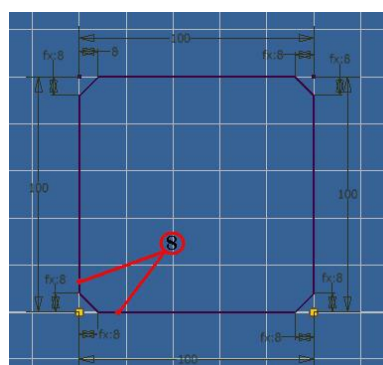
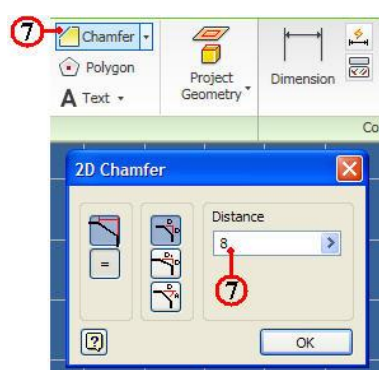
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Horizontal Constraints แล้วคลิกเลือกที่เส้นแนวนอน
ขั้นตอนที่ 3 กำหนดขนาด และตำแหน่งระยะทาง

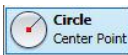
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimension เพื่อกำหนดขนาดในแต่ละด้าน และป้อนค่าใน
ช่อง Edit Dimensions มีค่า 100 mm. แล้วคลิกเครื่องหมาย  จากนั้นทำให้
ครบ

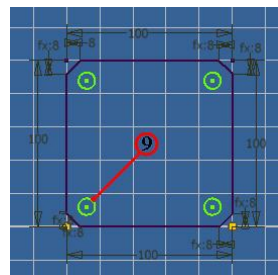
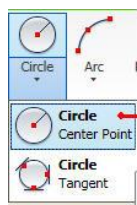


7. คลิกปุ่มคำสั่ง Chamfer ป้อนค่า Distance เท่ากับ 8

8. คลิกเลือกเส้นตรง 2 เส้นที่ประกอบกันเป็นมุม ซึ่งโปรแกรมจะทำการลบมุมให้มี
ระยะทางด้านละ 8 mm. ให้ทำคลิกเส้นประกอบมุมทุกด้านจนครบดังรูป

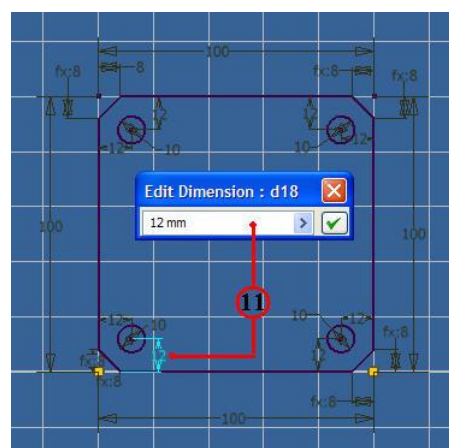
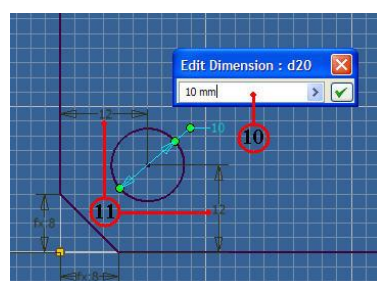
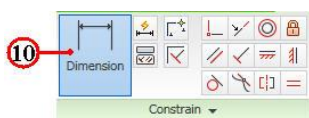


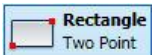
9. คลิกปุ่มคำสั่งวงกลม  จากนั้นคลิกตำแหน่งจุดแรกเป็นจุดศูนย์กลางวงกลมบริเวณระหว่างมุม และลากเมาส์เพื่อให้ขนาดวงกลม มีขนาดประมาณที่ต้องการ จากนั้นก็ทำให้ครบทั้ง 4 มุม ดังรูป

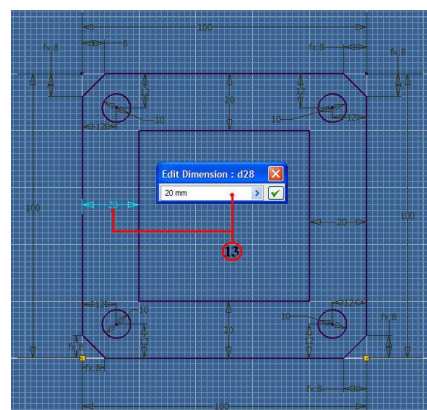
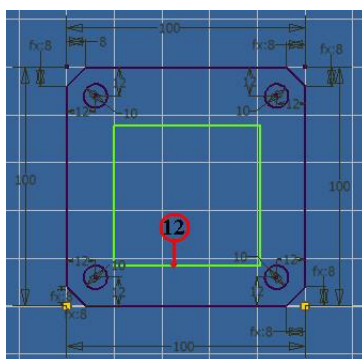
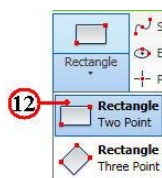


10. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions  คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องข้อความ ให้ป้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม เท่ากับ 10 mm. จากนั้นทำให้ครบทั้ง 4 มุม

11. กำหนดตำแหน่งของวงกลม ด้วยคำสั่ง Dimensions  ระหว่างขอบงานทั้ง 2 ด้าน คลิกแรกจุดที่เส้นแนวนอน จุดที่สองคลิกที่จุดศูนย์กลางวงกลม จะปรากฏกล่องข้อความป้อนค่าขนาด Edit Dimensions โดยป้อนค่าระยะทางมีค่าเท่ากับ 12 mm. แล้วคลิกเครื่องหมายถูก จากนั้นทำให้ครบทั้ง 4 มุม ดังรูป

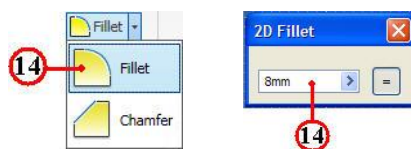


12. คลิกปุ่มคำสั่ง Rectangle  กำหนดจุดแรกของมุมทแยง คลิกที่บริเวณมุมล่างซ้าย และมุมด้านขวาบน โดยประมาณ

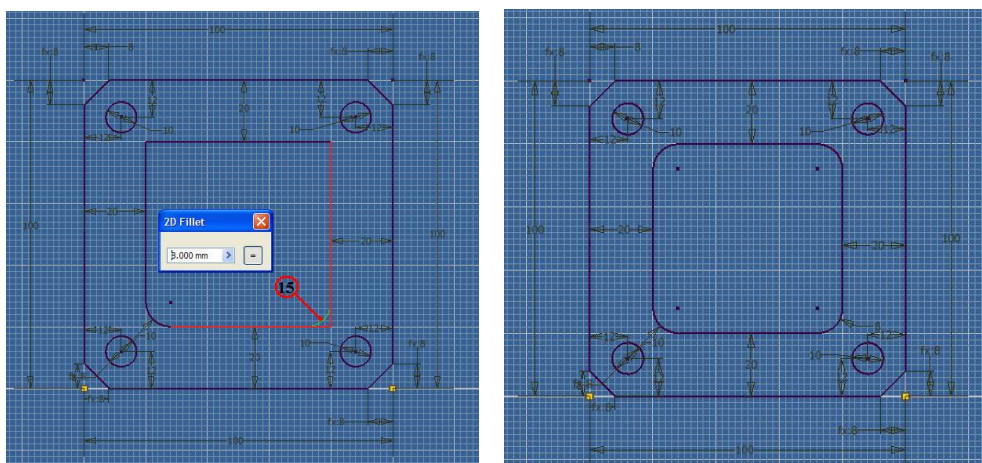


13. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions  ทำการกำหนดขนาดของรูปสี่เหลี่ยม เป็นระยะทางจากขอบงานทั้ง 4 ด้าน ให้มีระยะทาง เท่ากับ 20 mm. จากนั้นทำให้ครบทั้ง 4 ด้าน

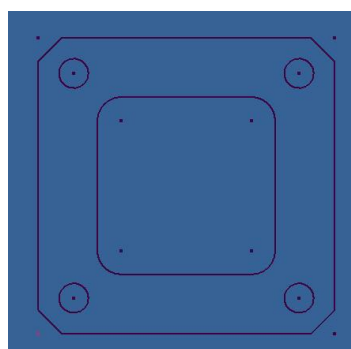
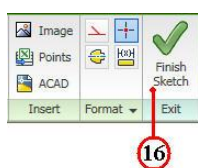
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Fillet  เพื่อทำการลบมุมโค้งภายในรูปสี่เหลี่ยม ด้วยขนาดรัศมี 8 mm. โดยป้อนค่าในกล่องข้อความ



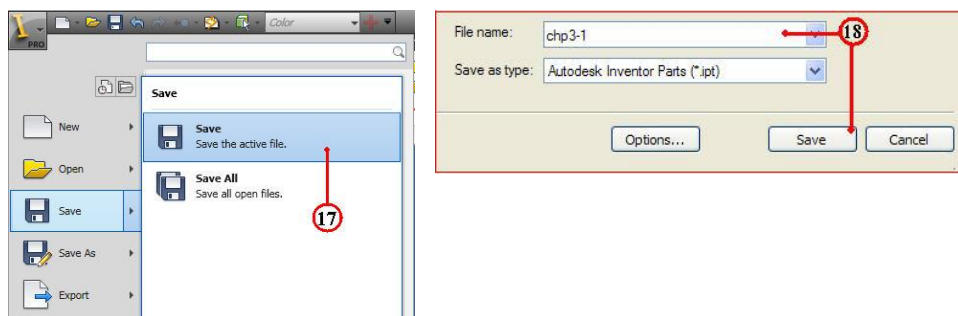
15. คลิกเลือกเส้นตรง 2 เส้นที่ประกบกันเป็นมุม ซึ่งโปรแกรมจะทำการลบมุมโค้งรัศมี 8 mm. จากนั้นให้คลิกเส้นประกอบมุมทุกๆด้านจนครบดังรูป



16. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish Sketch  เมื่อสิ้นสุดการสเก็ตภาพ โปรแกรมก็จะออกจากโหมดสเก็ตภาพและเข้าสู่โหมดสร้างชิ้นงาน 3 มิติ (Feature Model) ดังรูป



17. คลิกปุ่มคำสั่ง Save  เพื่อทำการบันทึกชื่อไฟล์

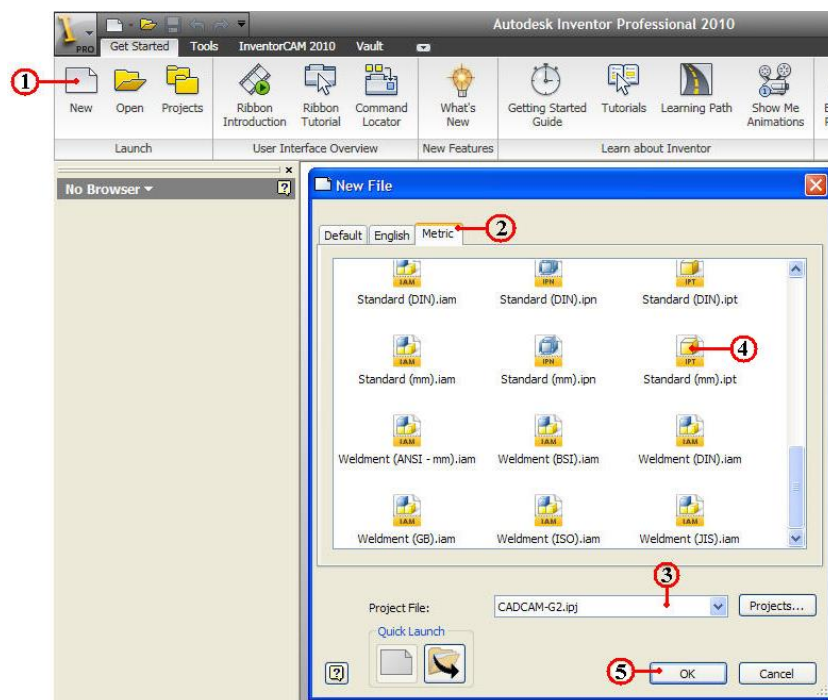


18. คลิกป้อนชื่อไฟล์ (File name) พิมพ์ชื่อ chp3-1 จากนั้นก็ทำการคลิก Save โปรแกรมจะทำการบันทึกชื่อไฟล์ทันที

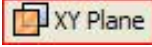
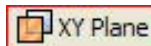
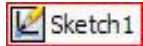
4.2 การสร้างภาพสเก็ต 2 มิติ สำหรับชิ้นงานกลึง

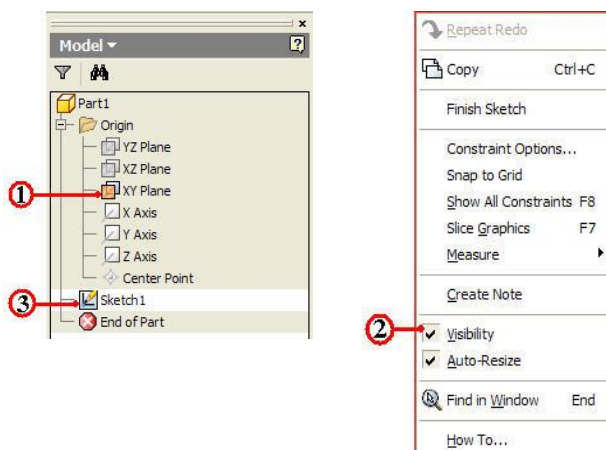
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File
4. คลิกปุ่ม Icon ที่ไฟล์ชิ้นงาน Standard(mm).ipt
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดสเก็ตภาพ



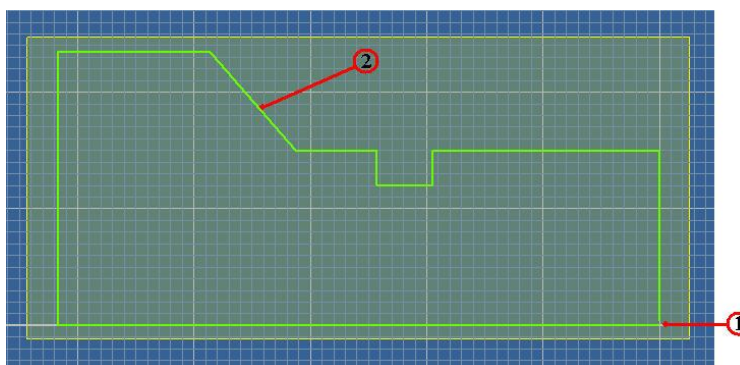
ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดระนาบ แกน จุดศูนย์ เพื่อให้ง่าย

1. กำหนดระนาบ XY Plane คลิกเลือกที่ 
2. คลิกเมาส์ขวาที่  แล้วคลิกเลือกเครื่องหมายถูกที่ข้อความ Visibility เพื่อให้แสดงแนวระนาบ XY
3. คลิกปุ่ม Sketch1  เพื่อเริ่มการสเก็ตภาพ



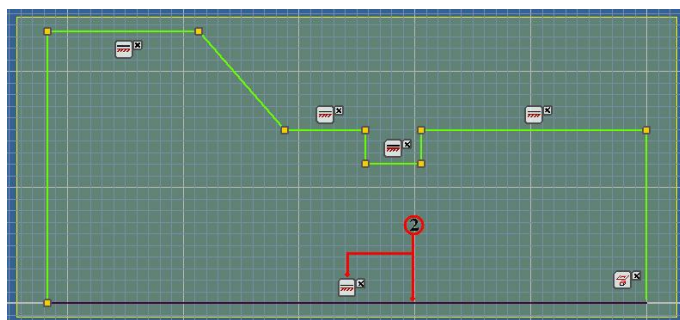
ขั้นตอนที่ 3 การสเก็ตภาพ 2 มิติของเส้นรอบรูป

1. คลิกจุดแรกที่จุดศูนย์โปรแกรม Origin (0.000,0.000)
2. สร้างเส้นรอบรูป (Profile) ตามแบบงาน โดยกำหนดเส้นให้มีขนาดใกล้เคียงรูปร่าง หรือบางครั้งก็สามารถที่จะสร้างเส้นและกำหนดขนาดไปพร้อมๆกันก็ได้ ดังรูป



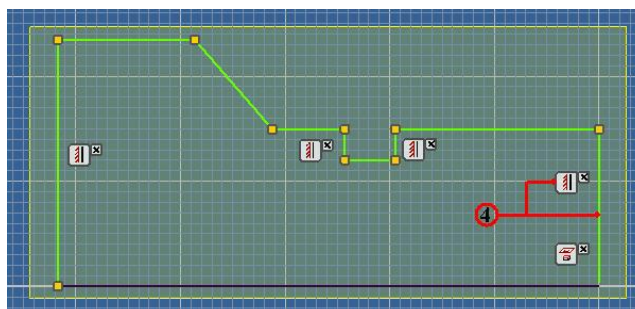
ขั้นตอนที่ 4 กำหนด Constraints

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Horizontal Constraints  (กดปุ่ม F8/F9 เพื่อเปิด/ปิด แสดงค่า Constraints)
2. คลิกเลือกเส้นแนวนอนทุกๆเส้น เพื่อทำการบังคับ Horizontal Constraints  เส้นอยู่ในแนวนอน ดังรูป



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Vertical Constraints 

4. คลิกเลือกเส้นแนวตั้งทุกๆเส้น เพื่อบังคับ Vertical Constraints  เส้นให้อยู่ในแนวตั้ง ดังรูป

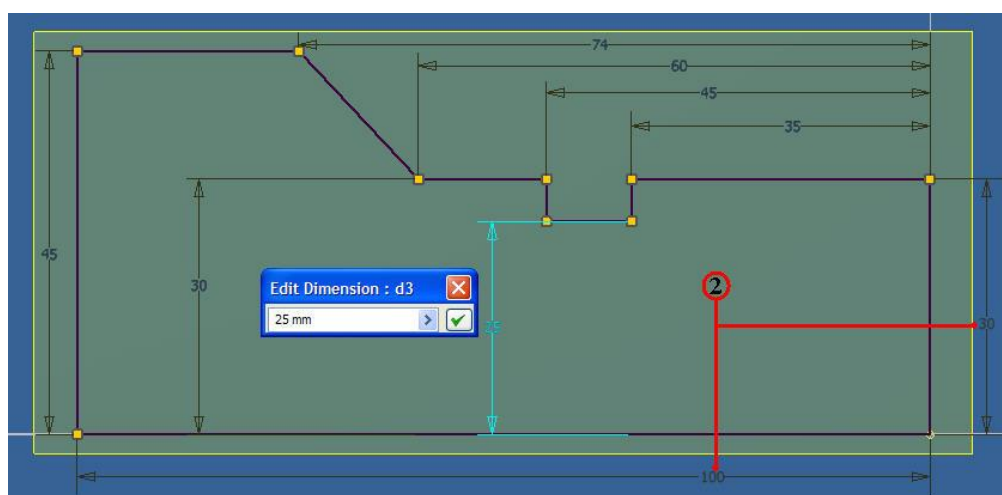


ขั้นตอนที่ 5 กำหนด Dimensions

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions 

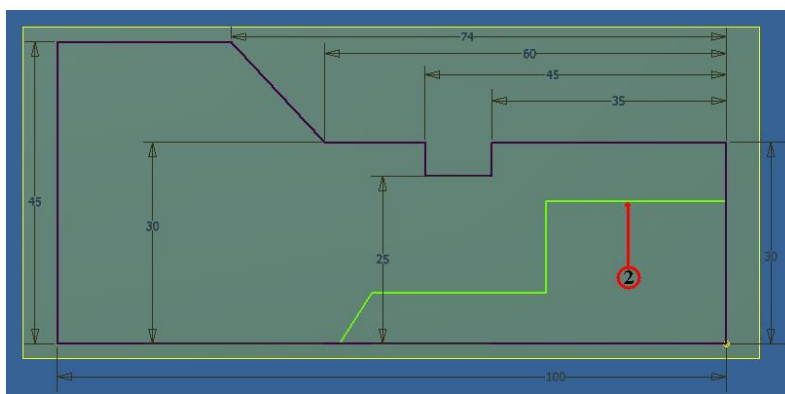
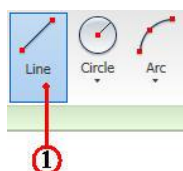
2. คลิกเลือกเส้น แล้วป้อนขนาด (Edit Dimension) ตามลำดับการสร้างวัตถุ แบบ

ชิ้นงาน



ขั้นตอนที่ 6 สเก็ตภาพ 2 มิติ ของเส้นรอบรูปชิ้นงานภายใน

1. คลิกคำสั่ง Line 
2. สร้างเส้นสเก็ตภาพ ตามแบบชิ้นงาน



ขั้นตอนที่ 7 กำหนด Constraints เส้นรอบรูปภายใน

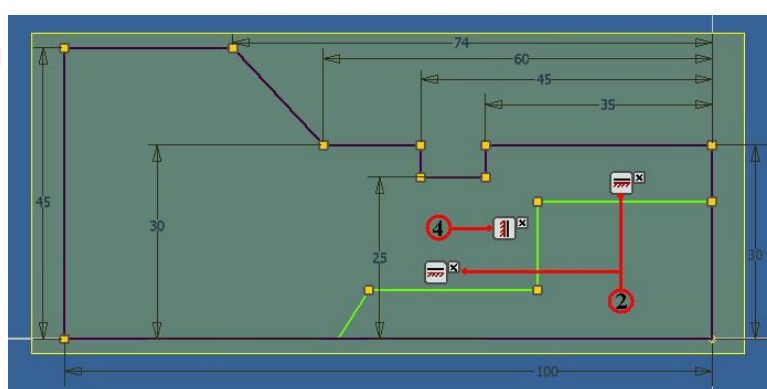
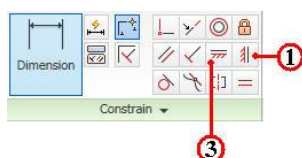
1. คลิกคำสั่ง Horizontal Constraints 
2. คลิกเลือกเส้นแนวนอนทุกๆเส้น เพื่อทำการบังคับ Horizontal Constraints

เส้นอยู่ในแนวนอน ดังรูป

3. คลิกปุ่มคำสั่ง Vertical Constraints 

4. คลิกเลือกเส้นแนวตั้งทุกๆเส้น เพื่อบังคับ Vertical Constraints

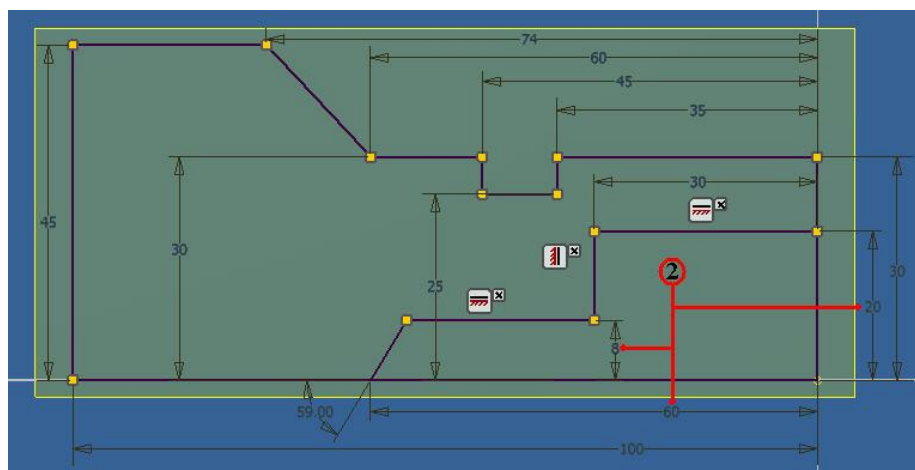
ในแนวตั้ง ดังรูป



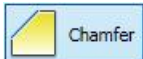
ขั้นตอนที่ 8 กำหนด Dimension เส้นรอบรูปภายใน

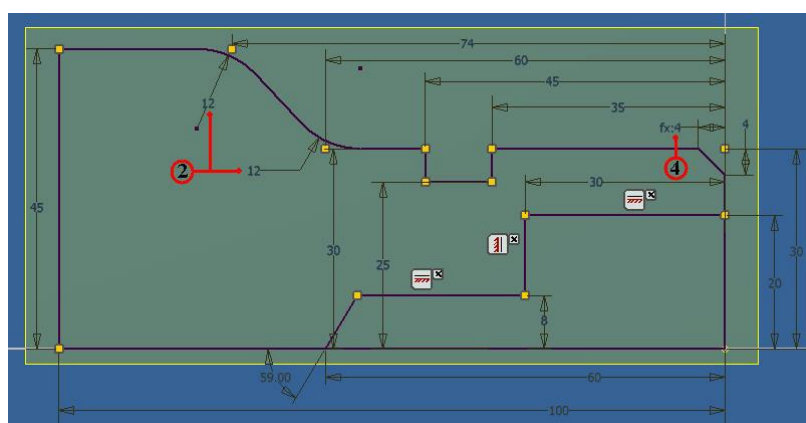
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions 

2. คลิกเลือกเส้น แล้วป้อนขนาด (Edit Dimension) ตามลำดับการสร้างวัตถุ แบบ
ชิ้นงาน



ขั้นตอนที่ 9 การสเก็ตภาพ 2 มิติ เพิ่มเติม

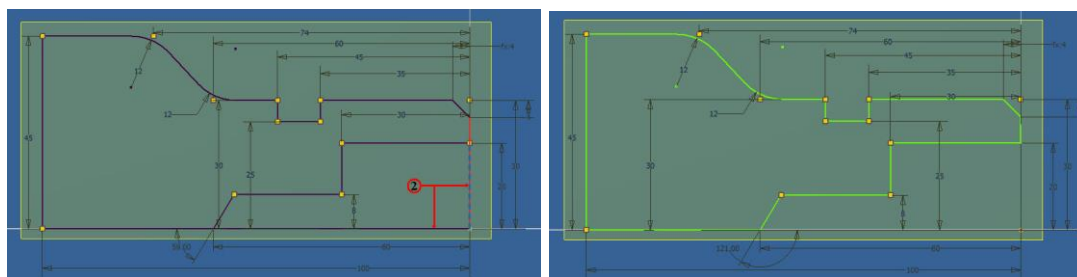
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Fillet 
2. คลิกเลือกเส้นบริเวณมุมด้านบน และป้อนค่ารัศมี (2D Fillet) เท่ากับ 12 mm. เพื่อสร้างส่วนโค้งนอก และโค้งใน ดังรูป
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Chamfer 
4. คลิกเลือกเส้นบริเวณมุมด้านขวา และป้อนค่าลบมุม (2D Chamfer) เพื่อสร้างลบมุมเหลี่ยม เท่ากับ 4 mm. ดังรูป



ขั้นตอนที่ 10 ปรับปรุงแก้ไขภาพสเก็ต 2 มิติ ด้วยโหมด Modify

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Trim 

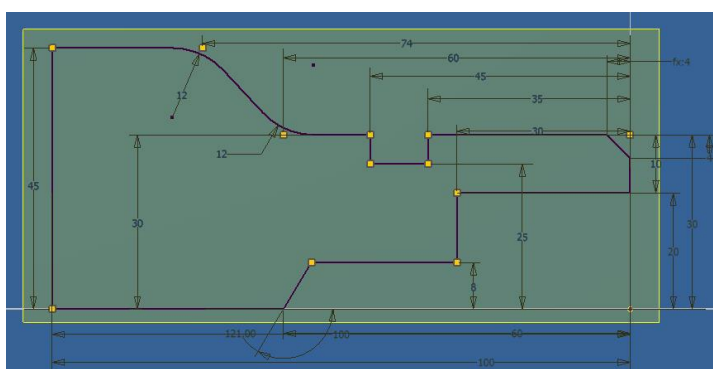
2. คลิกเลือกเส้นที่ต้องการตัดขอบ จะปรากฏเป็นเส้นประ ก็คลิกเส้นที่ต้องตัดขอบ โดยทำการเลือกทั้ง 2 ด้าน ดังรูป



3. คลิกคำสั่ง Automatic Dimension  เพื่อช่วยให้กำหนดค่า Constraints และ Dimension ให้โดยอัตโนมัติ (หาก Dimensions ใดไม่ใช้ก็สามารถลบแก้ไขใหม่ได้)

4. คลิกคำสั่ง Apply เพื่อพิจารณาความถูกต้องของชิ้นงาน

5. คลิกคำสั่ง Done เพื่อยืนยันอีกครั้ง ดังรูป



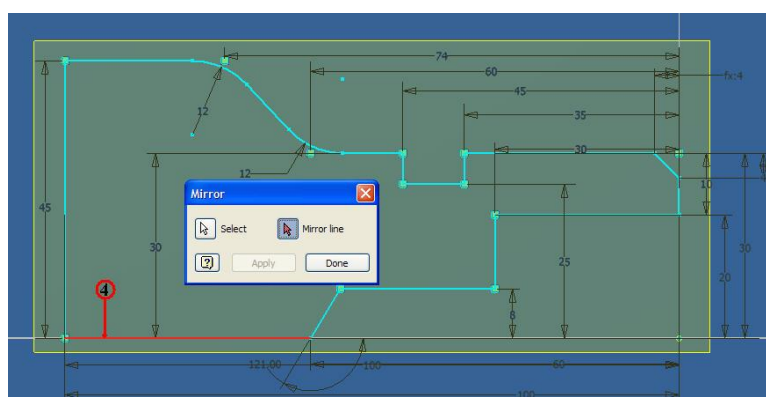
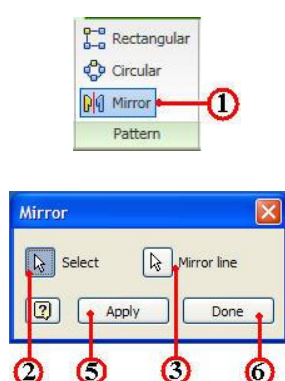
ขั้นตอนที่ 11 ปรับแก้ไขภาพสเก็ต 2 มิติ ด้วยโหมด Pattern

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Mirror  จะปรากฏกล่องข้อความ (Mirror)

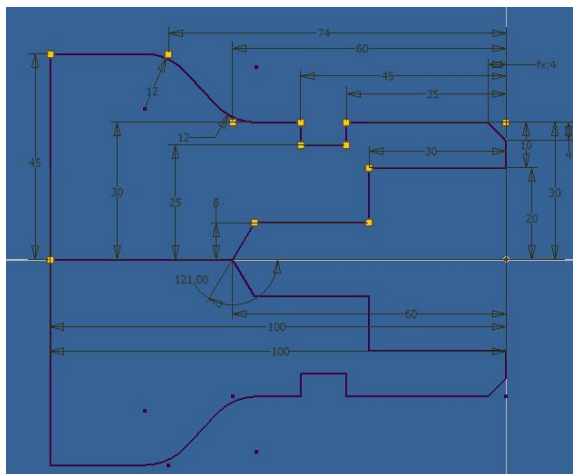
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select แล้วคลิกเมาส์เลือกเส้นทุกๆเส้น(หรือลากคลุมภาพสเก็ตทั้งหมด)

3. คลิกปุ่มคำสั่ง Mirror line เพื่อเลือกแกนอ้างอิงของการทำภาพสะท้อนกลับ

4. คลิกเลือกเส้นแนวนอนด้านล่าง เพื่อใช้เป็นแกนอ้างอิง



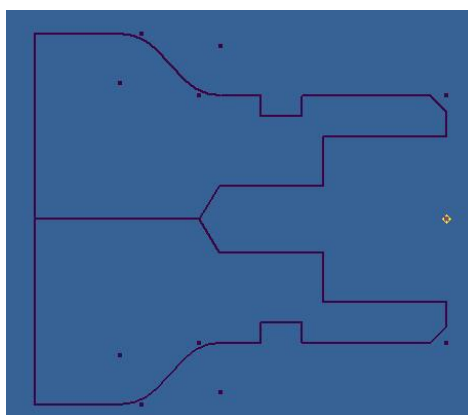
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Apply เพื่อพิจารณาภาพสเก็ตก่อนยืนยันว่าถูกต้องครบหรือไม่
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Done เป็นการยืนยันคำสั่งอีกครั้ง ก็จะปรากฏภาพสเก็ตดังรูป



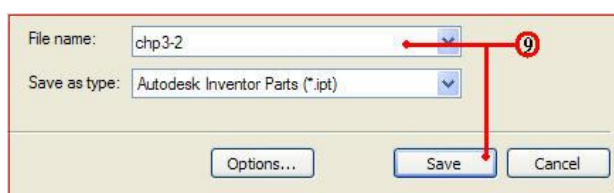
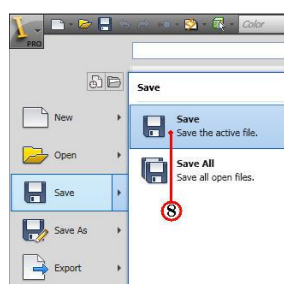
7. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish Sketch



เมื่อสิ้นสุดการสเก็ตภาพ โปรแกรมก็จะออกจากโหมดสเก็ตภาพและเข้าสู่โหมดสร้างชิ้นงาน 3 มิติ (Feature Model) ดังรูป



8. คลิกปุ่มคำสั่ง Save เพื่อทำการบันทึกชื่อไฟล์

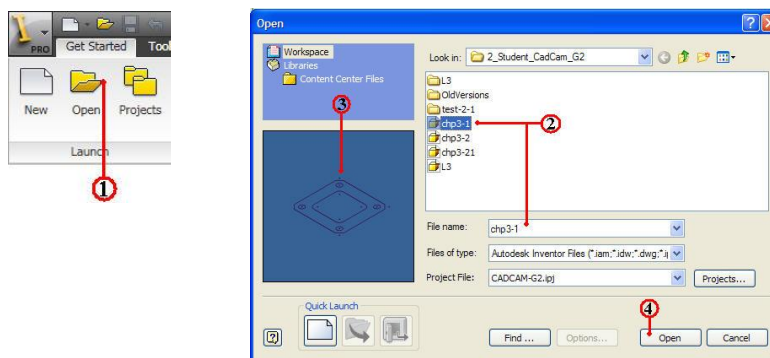


9. คลิกป้อนชื่อไฟล์ (File name) พิมพ์ชื่อ chp3-2 จากนั้นก็ทำการคลิก Save โปรแกรมจะทำการบันทึกชื่อไฟล์ทันที

4.3 การปรับปรุงภาพสเก็ต 2 มิติ จากไฟล์ชิ้นงานเก่า

ขั้นตอนที่ 1 เปิดไฟล์ชิ้นงานเก่า

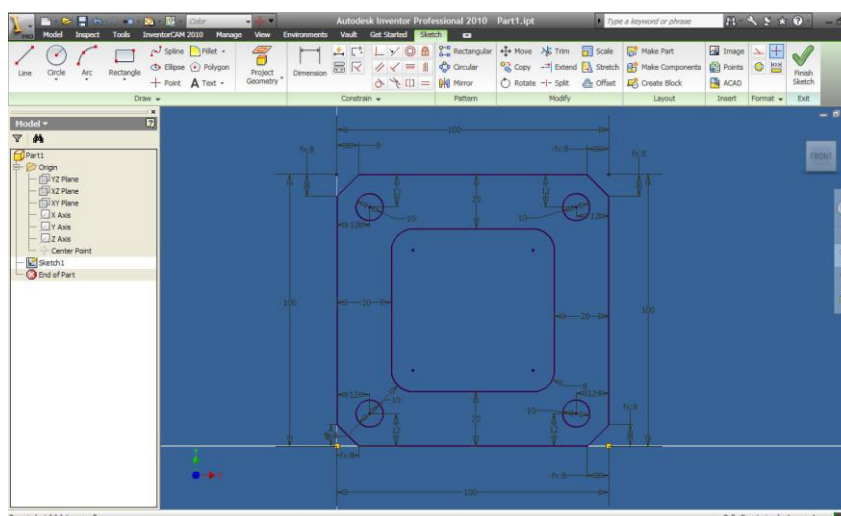
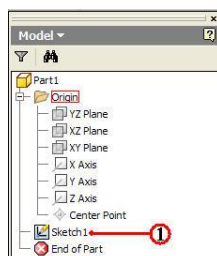
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open  จะปรากฏ Dialog Box
2. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงานเก่า ชื่อ Chp3-1 (Folder in : 2 _Student_CadCam_G2)



3. ทำการพิจารณาตรวจสอบภาพชิ้นงาน ในช่องแสดงภาพ (Preview)
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open เพื่อยืนยัน แล้วจะปรากฏหน้าจอแสดงผล เข้าสู่โหมด Model

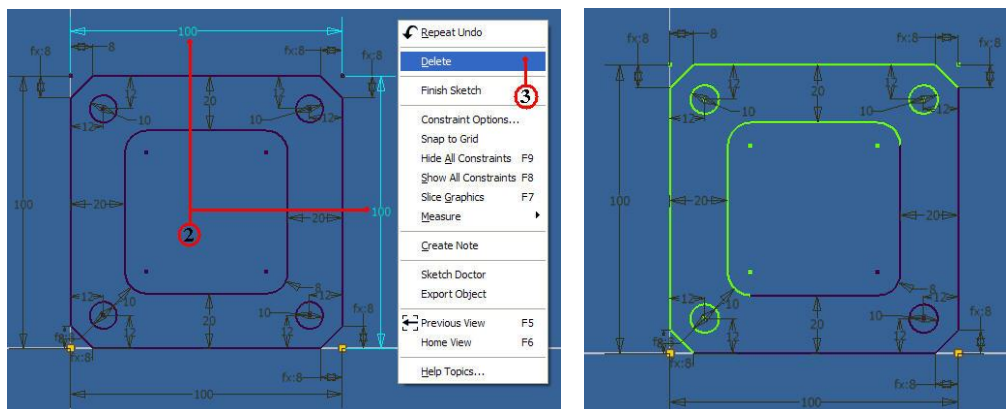
ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงแก้ไข ขนาดภาพสเก็ต 2 มิติ

1. ดับเบิ้ลคลิกที่ Sketch1 เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข โปรแกรมจะเข้าสู่โหมด Sketch



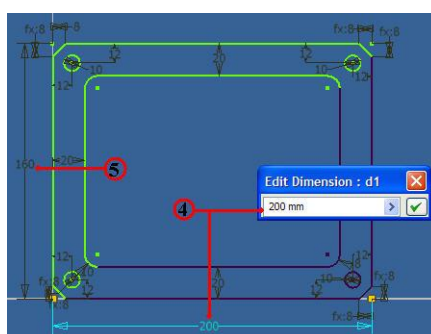
2. คลิกเลือกแก้ไขขนาดความกว้าง ความยาว เท่ากับ 100 mm.

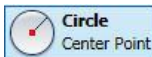
3. คลิกเมาส์ขวา จะปรากฏ Dialog Box แล้วเลื่อนเมาส์ไปที่แถบคำสั่ง Delete จากนั้นก็คลิกเพื่อทำการลบขนาด (Dimensions) โดยทำการเลือกทั้งความกว้าง ความยาว



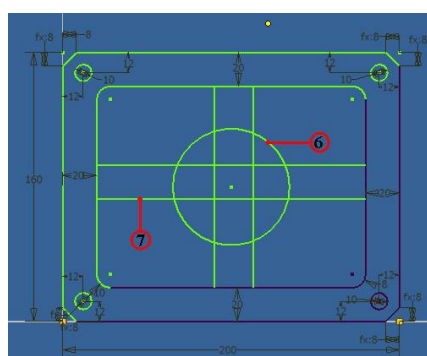
4. ดับเบิ้ลคลิกเลือกที่ขนาดแนวนอน 100 mm. แล้วแก้ไขขนาดให้เท่ากับ 200 mm. แล้วคลิกเครื่องหมายถูก

5. ดับเบิ้ลคลิกเลือกที่ขนาดแนวตั้ง 100 mm. แล้วแก้ไขขนาดให้เท่ากับ 160 mm. แล้วคลิกเครื่องหมายถูก ภาพสเก็ตช์ในงานจะมีการเปลี่ยนแปลงตามอัตโนมัติ ดังรูป



6. สร้างภาพสเก็ตช์ ด้วยคำสั่งวงกลม  แล้วกำหนดจุดศูนย์กลางวงกลมประมาณกึ่งกลางภาพ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณ

7. สร้างภาพสเก็ตช์ ด้วยคำสั่งเส้นตรง  แล้วลากเส้นแนวนอน ให้สัมผัสเส้นกรอบภายใน จำนวน 2 เส้น และลากเส้นตรงแนวตั้ง ให้สัมผัสเส้นกรอบภายใน จำนวน 2 เส้น ดังรูป

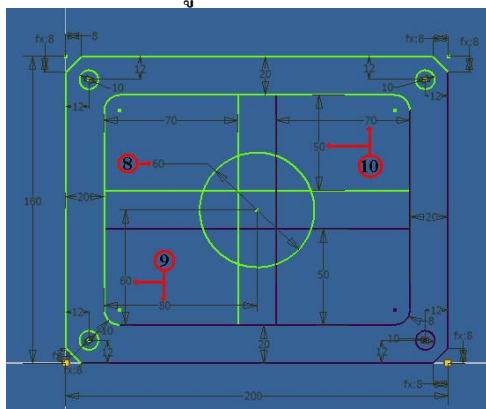


8. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimension  แล้วกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม 60 mm.

mm.

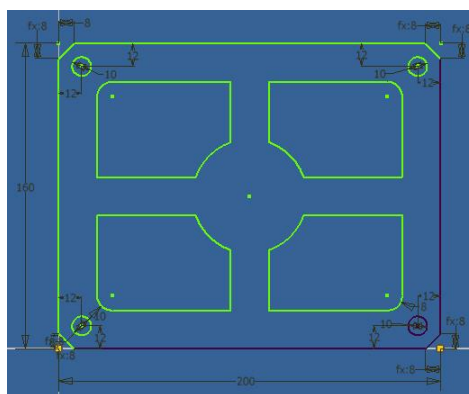
9. คลิกเลือกเส้นกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงกลม ระยะทางอ้างอิงระหว่างขอบกรอบภายในด้วยระยะทางแนวนอน 80 mm. แนวตั้ง 60 mm.

10. คลิกเลือกเส้นตรงกำหนด ระยะทางอ้างอิงระหว่างขอบกรอบภายในด้วยระยะทางแนวนอน 70 mm. แนวตั้ง 50 mm. ดังรูป



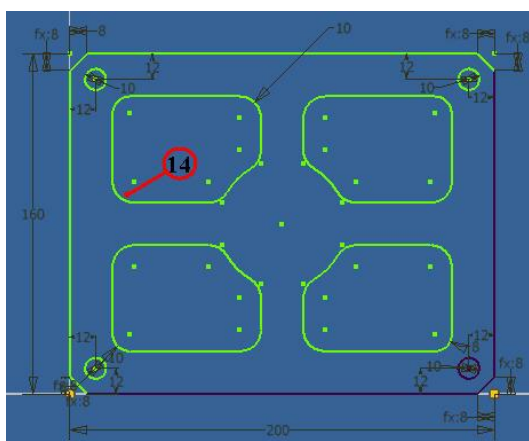
11. คลิกคำสั่ง Trim 

12. คลิกเลือกเส้นที่ต้องการตัดขอบ ภายในกรอบของวงกลม ตามแบบชิ้นงาน ดังรูป



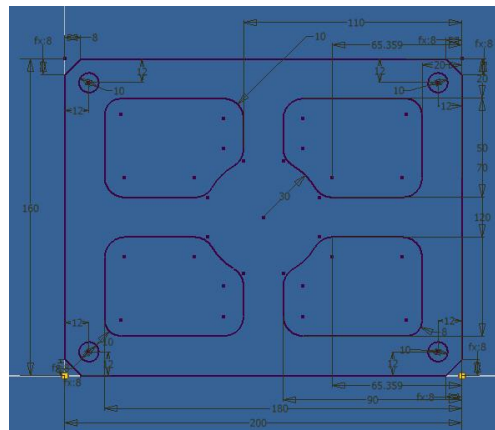
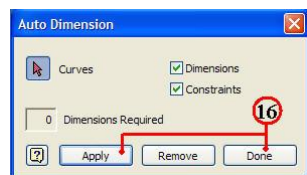
13. คลิกคำสั่ง Fillet  กำหนดค่ารัศมี 10 mm. (2D Fillet)

14. คลิกเลือกเส้นประกอบมุมภายในกรอบทั้ง 4 อัน ดังรูป



15. คลิกปุ่มคำสั่ง Automatic Dimensions 

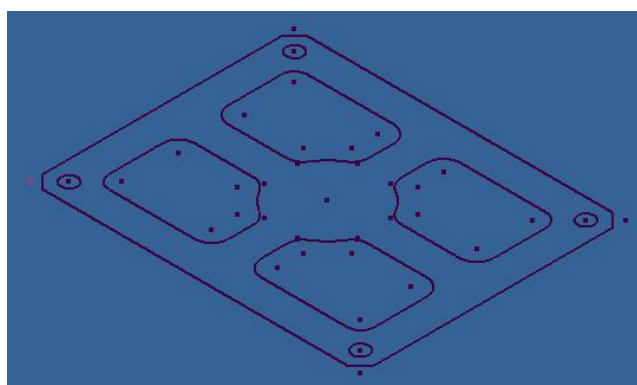
16. คลิกปุ่มคำสั่ง Apply เพื่อตรวจสอบ แล้วคลิกปุ่มคำสั่ง Done เพื่อยืนยันอีกครั้ง



17. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish Sketch 

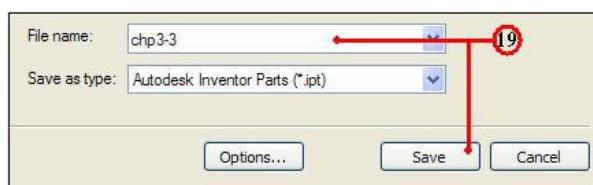
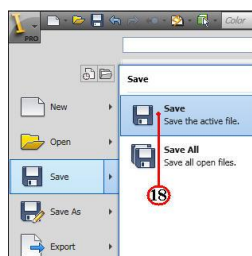
เมื่อสิ้นสุดการสเก็ตภาพ โปรแกรมก็จะออก

จากโหมดสเก็ตภาพและเข้าสู่โหมดสร้างชิ้นงาน 3 มิติ (Feature Model) ดังรูป



18. คลิกปุ่มคำสั่ง Save 

เพื่อทำการบันทึกชื่อไฟล์



19. คลิกป้อนชื่อไฟล์ (File name) พิมพ์ชื่อ chp3-3 จากนั้นก็ทำการคลิก Save

โปรแกรมจะทำการบันทึกชื่อไฟล์ทันที

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ จงบอกความหมายและวิธีการใช้ ของคำสั่งพื้นฐานสเก็ตภาพ 2 มิติ 1. Line 2. Circle 3. Fillet 4. Chamfer 5. Project Geometry จงบอกความหมายและวิธีการใช้ ของคำสั่งกำหนดเงื่อนไขรูปทรง 6. Dimensions 7. Concentric 8. Horizontal 9. Vertical 10. Tangent

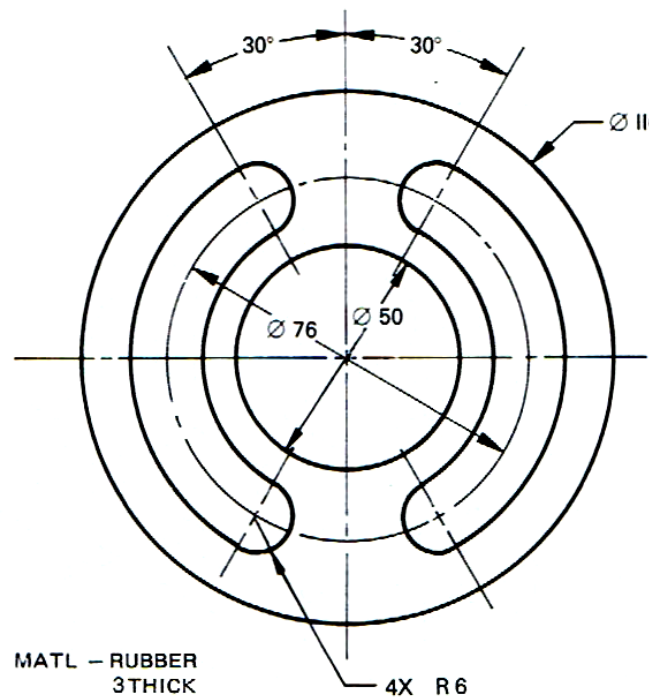
แบบประเมินผลการเรียนรู้	
การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต	
จงบอกความหมายและวิธีการใช้ ของคำสั่งปรับปรุงแก้ไขวัตถุ	
11. Move .....	.....
12. Copy .....	.....
13. Trim .....	.....
14. Extend .....	.....
15. Offset .....	.....
16. Stretch .....	.....
17. Rotate.....	.....
18. Split .....	.....
19. Scale ... ..	.....
20. Mirror .....	.....

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต
ตอนที่ 2 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. การสร้างภาพสเก็ต มีระนาบการสเก็ตมีอยู่ที่ระนาบ ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5 2. การสเก็ตภาพ 2 มิติ จะกำหนดระนาบจากคำสั่งใด ก. New Planes ข. Feature Sketch3 ค. New Sketch ง. Look At Sketch5 3. ขั้นตอนการสเก็ตภาพ 2 มิติ หลังจากเลือกระนาบแล้วขั้นตอนต่อไปคือ ก. กำหนดขนาด ข. กำหนดเงื่อนไขรูปทรง ค. สร้างเส้นรอบรูปหน้าตัด ง. กำหนดจุด Origin 4. การกำหนดสร้างเส้นรอบรูปหน้าตัด ควรใช้คำสั่งใดควบคู่กัน ก. Dimension & Planes ข. Dimension & Model ค. Dimension & Constraints ง. Dimension & Modify 5. เมื่อเราทำการสร้างเส้นรอบรูปหน้าตัดเสร็จสิ้นแล้ว มีคำสั่งออกจากโหมดสเก็ต เพื่อช่วยให้ลดขั้นตอนและสะดวกรวดเร็วคือ ก. Finish Sketch ข. Finish Exit ค. Finish Quick ง. Finish to Model

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต
ตอนที่ 2 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 6. ถ้าต้องการให้วงกลมให้มีการรวมศูนย์งานกัน จะใช้คำสั่งใด ก. Concentric ข. Co axis ค. CoCenter ง. Colliner 7. ถ้าต้องการให้วัตถุมีขนาดเท่ากัน จะใช้คำสั่งใด ก. Perpendicular ข. Parallel ค. Equal ง. Symmetry 8. ถ้าต้องการยืดเส้นวัตถุ จะใช้คำสั่งใด ก. Trim ข. Extend ค. Offset ง. Mirror 9. ถ้าต้องการแบ่งส่วนต่างๆ ออกเป็นแต่ละส่วน จะใช้คำสั่งใด ก. Trim ข. Extend ค. Offset ง. Split 10. เมื่อเราทำการสร้างเส้นรอบรูปหน้าตัดเสร็จสิ้นแล้ว มีคำสั่งออกจากโหมดสเก็ต เพื่อช่วยให้ลดขั้นตอนและสะดวกรวดเร็วคือ ก. Finish Sketch ข. Finish Exit ค. Finish Quick ง. Finish to Model

บทที่ 3	การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต	ใบงานที่
		1

1. ให้สร้างแบบชิ้นงาน ภาพสเก็ต 2 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 30 นาที



MATL - RUBBER
3THICK

4X R6

บทที่ 3	การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต	ใบงานที่
		2

2. ให้สร้างแบบชิ้นงาน ภาพสเก็ต 2 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 150 นาที

FILLETS R5

MATL - SAE 1020
3 THICK

บทที่ 3	การสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยการสเก็ต	ใบงานที่
		3

3. ให้สร้างแบบชิ้นงาน ภาพสเก็ต 2 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 120 นาที

Technical drawing of a mechanical part with dimensions and labels. The drawing shows a complex shape with various features and dimensions. Key dimensions include: 3X Ø 24, Ø 36, R 38, R 62, R 8, R 16, R 50, R 10, Ø 18, 12, 8, 36, 60, 34, 144, 140, 80, 30, 146, 180, 220, 20, 7°, 60°, 45°, 45°, 30, 16, 32, 30, 30. Section lines A-A and B-B are indicated. The text "ROUNDS AND FILLETS R 3" is at the bottom.

ROUNDS AND FILLETS R 3

บทที่ 4

การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ

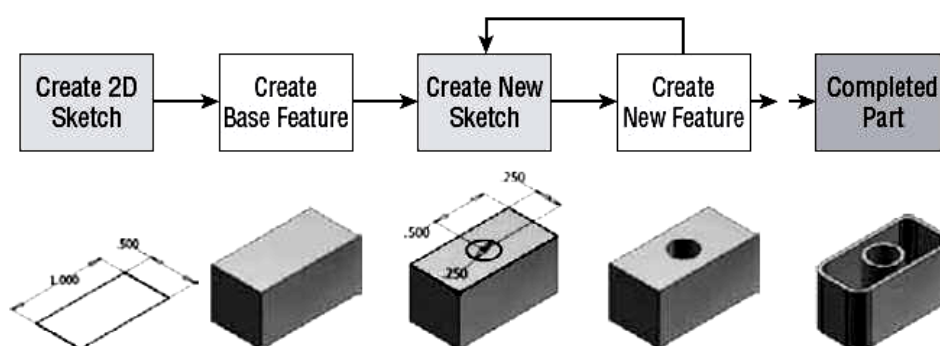
(Solid Modeling)

แนวคิด

การสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ แบบวัตถุตัน (Solid Modeling) มีลักษณะการสร้างจาก เส้นรอบรูป 2 มิติ เส้นหน้าตัดวัตถุ (Cross Section) ซึ่งจะมีคำสั่งสร้างลักษณะวัตถุตันแบบต่างๆ และจะต้องมีการกำหนดระนาบทำงาน (Plane) ประกอบรวมกันในการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติที่มีรูปร่างซับซ้อน ทั้งภายนอก ภายใน และทำการปรับปรุงแก้ไขในภายหลัง หรือพัฒนาชิ้นส่วนเพิ่มเติมได้ทันที ซึ่งคุณสมบัติของชิ้นส่วนแบบวัตถุตันนี้ยังใช้ประโยชน์กับงานการผลิตด้วย

1. การเขียนวัตถุดิบ โหมดคำสั่ง Create & Work Feature

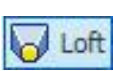
การออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ จะต้องมีการออกแบบชิ้นส่วนหลักขึ้นมาก่อน (Base Feature) ซึ่งสร้างมาจากการสเก็ตภาพ 2 มิติ เส้นรอบรูป (Profile) หรือเส้นหน้าตัด (Cross Section) คำสั่งที่เป็นพื้นฐาน เช่น Extrude, Revolve, Sweep และคำสั่งสร้างหรือแก้ไขวัตถุ 3 มิติ ในโปรแกรม Autodesk Inventor แบ่งการสร้าง Features พื้นฐานออกเป็น 2 ประเภท 1. Sketch Features คือ Features ที่สร้างมาจากภาพสเก็ต 2 มิติ และ 2. Placed Features คือ Features ที่เกิดจากการสร้างหรือแก้ไขวัตถุ บนผิวหน้า ขอบ มุม สร้างชิ้นส่วนต้องมี การวางแผนลำดับขั้นตอน ชนิดคำสั่งที่ต้องใช้ เพื่อสร้างชิ้นส่วน 3 มิติจนสำเร็จ ดังรูปลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน



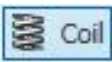
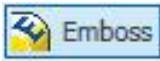
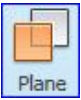
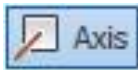
รูปที่ 4.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน

คำสั่งพื้นฐานในการเขียนวัตถุ 3 มิติ ที่มีความสำคัญมากในการเริ่มสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ หรือสร้างวัตถุที่เป็นชิ้นงานหลัก โดยที่ทำการเลือกเส้นภาพสเก็ต 2 มิติ เส้นหน้าตัด หรือเส้นรอบรูป แล้วจึงเลือกคำสั่งที่ใช้สร้างตามโมเดลชิ้นงาน และสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันกับกระบวนการทำงาน แกนทำงาน จุดศูนย์กลางเป็นจุดเริ่มต้น เพื่อใช้อ้างอิงในการเขียนวัตถุดิบทุกครั้ง

ตารางที่ 4.1 คำสั่งการเขียนวัตถุดิบ

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Extrude	คำสั่งสร้างวัตถุแบบยืด โดยการยืดออกตามเส้น Sketch หรือเส้นรอบรูป (Profile)
	Revole	คำสั่งสร้างวัตถุแบบหมุนโดยเส้น Sketch หรือเส้นรอบรูป (Profile) จะหมุนรอบแกนอ้างอิง
	Sweep	คำสั่งสร้างวัตถุแบบวิ่งตามเส้น โดยเส้น Sketch หรือเส้นรอบรูป (Profile) จะวิ่งไปตามเส้น(Guide) ที่กำหนด
	Loft	คำสั่งสร้างวัตถุแบบเชื่อมต่อหน้าตัด โดยทำการเชื่อมต่อระหว่างหน้าตัดของ Sketch ทั้ง 2 หน้าตัด

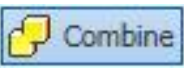
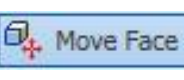
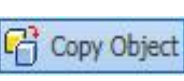
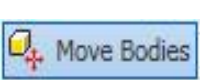
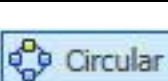
ตารางที่ 4.1 คำสั่งการเขียนวัตถุต้น (ต่อ)

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Rib	คำสั่งสร้างครีบ โดยทำการเชื่อมต่อครีบหรือสัน ระหว่างวัตถุทั้ง 2 ที่ทำมุมกัน
	Coil	คำสั่งสร้างขดลวด โดยสร้างหน้าตัด Sketch หรือ Profile แล้วกำหนดค่า Parameter ของขดลวด
	Emboss	คำสั่งสร้างวัตถุลงบนผิวชิ้นงาน โดยสร้างหน้าตัด Sketch หรือ Profile แล้วฉายภาพลงบนผิววัตถุที่ต้องการ
	Plane	คำสั่งระนาบอ้างอิง โดยกำหนดระนาบสำหรับการสเก็ตช์มาตรฐาน และระนาบเอียงมุม ขนาน กับวัตถุอ้างอิง
	Axis	คำสั่งแกนอ้างอิง โดยกำหนดแกนให้กับวัตถุ สำหรับสร้างระนาบ(Plane) และใช้เป็นแกนอ้างอิงร่วมกับคำสั่ง Pattern
	Point	คำสั่งจุดอ้างอิง โดยกำหนดตำแหน่งจุดอ้างอิง โครงรูปทรง และอ้างอิงกับวัตถุเพื่อสร้างระนาบใหม่
	Grounded Point	คำสั่งสร้างส่วนโค้ง โดยกำหนดจุดบนส่วนโค้ง 3 จุด ซึ่งมีลำดับคือ จุดเริ่มต้น จุดปลาย จุดขนาดรัศมี
	UCS	คำสั่ง UCS โดยกำหนดแกนการทำงานได้สะดวก การขยาย การหมุน และใช้อ้างอิงสำหรับสร้างระนาบ (Plane)

2. การปรับปรุงแก้ไขวัตถุต้น โหมดคำสั่ง Modify & Pattern

ขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ แบบ Placed Features คือ Features ที่เกิดจากการสร้างหรือแก้ไขวัตถุ บนผิวหน้า ขอบ มุม ของชิ้นส่วนเพื่อความสะดวกรวดเร็ว กลุ่มคำสั่งหลักก็จะมีคำสั่งย่อยอยู่เช่น คำสั่ง Hole จะมีคำสั่งย่อยอยู่ 4 อย่างคือ Drill Counterbore Spotface Countersink ในแต่ละคำสั่งจะมีการอ้างอิงตำแหน่งร่วมกับ ผิว ขอบ มุม รู ของชิ้นส่วนโมเดลนั้น และถ้าหากวัตถุที่ใช้ในส่วนบริเวณอ้างอิง มีการเปลี่ยนแปลงก็จะทำให้ Placed Feature ที่สร้างชิ้นนั้น มีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์การสร้างที่มีเชื่อมโยงความสัมพันธ์กัน จากนั้นก็ยังสามารถสร้างชิ้นส่วนวัตถุ ที่มีการรูปแบบชิ้นส่วนที่มีลักษณะซ้ำกัน และมีจำนวนมากกว่า 1 ชิ้น หรือคัดลอกภาพชิ้นส่วนต่างๆ ไปวางตำแหน่งอื่น เพื่อความสะดวกรวดเร็ว นักศึกษาสามารถที่จะกำหนดรูปแบบการคัดลอก ได้ตามแบบคำสั่ง สี่เหลี่ยม วงกลม ภาพกระจกเงา

ตารางที่ 4.2 คำสั่งการปรับปรุงแก้ไขวัตถุต้น

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Hole	คำสั่งรู โดยกำหนดศูนย์กลาง และชนิดของรูเจาะ แบบต่างๆ ขนาดความโต มุมเจาะ ความลึก สร้างเกลียว
	Fillet	คำสั่งลบมุมโค้ง โดยกำหนดรัศมีส่วนโค้ง เลือกขอบผิว บริเวณมุม และลบมุมภายนอก สร้างส่วนโค้งภายใน
	Chamfer	คำสั่งลบมุมเหลี่ยม โดยกำหนดด้วย ระยะทาง มุมองศา เลือก ขอบผิว บริเวณมุม ทั้งภายนอกและภายใน
	Shell	คำสั่งผนังบาง สร้างผนังบางทั้งชิ้นงาน 3 มิติโดยกำหนดความหนาของผนัง กำหนดทิศทางการหนา
	Draft	คำสั่งผนังเอียงองศา โดยกำหนดผิวงานที่จะมีระนาบเอียงทั้งระนาบ กำหนดทิศทางและมุมเอียงของระนาบได้
	Thread	คำสั่งเกลียว โดยกำหนดชนิด ขนาด ส่วนประกอบต่างๆของเกลียว ทั้งเกลียวนอกและเกลียวใน
	Split	คำสั่งแบ่งแยกชิ้นงาน โดยกำหนดผิว ที่จะใช้แบ่งวัตถุ 3 มิติ ออกเป็นส่วนๆ
	Combine	คำสั่งรวมวัตถุ 2 ชิ้น โดยกำหนดวิธีการรวมแบบ Join Cut Intersect และเลือกเก็บวัตถุ (Keep Tool) ที่ใช้ตัดไว้ได้
	Move Face	คำสั่งย้ายวัตถุด้วยผิว โดยกำหนดผิวที่จะเคลื่อนย้าย ระยะ ระยะทาง ซึ่งเป็นการยึดวัตถุด้วยผิวชิ้นงาน
	Copy Object	คำสั่งคัดลอกวัตถุ โดยกำหนดวัตถุต้น หรือผิวงาน ซึ่งเป็นสร้างวัตถุใหม่จากวัตถุเดิมได้ทันที
	Move Bodies	คำสั่งเคลื่อนย้ายวัตถุ โดยกำหนดวัตถุต้น หรือผิวงาน ซึ่งระบุทิศทาง ระยะทาง ได้ทั้งแกน X,Y,Z
	Rectangular	คำสั่งคัดลอกแบบสี่เหลี่ยม โดยเลือกวัตถุ กำหนดจำนวนและระยะห่าง ทั้งแนวแกนนอน แนวแกนตั้ง
	Circular	คำสั่งคัดลอกแบบวงกลม โดยเลือกวัตถุ กำหนดจำนวนศูนย์ระยะรัศมี ขนาดมุมมอง
	Mirror	คำสั่งคัดลอกแบบกระจกเงา โดยเลือกวัตถุ และแนวแกนสมมาตร

3. หลักการพื้นฐานการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ

ในการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ จะต้องมีการวางแผนและลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน เป็นอันดับแรก ซึ่งนักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจวิธีการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ ในแต่ละแบบชิ้นงานให้ครบถ้วนถึงปัญหาอุปสรรค และวิธีแก้ไข เครื่องมือคำสั่ง โดยมีหลักการพื้นฐานดังนี้

1. กำหนดระนาบ (Plane) คือมีการศึกษาแบบงานก่อน ว่าควรกำหนดจำนวน ระนาบทำงาน (Work Feature) และอ้างอิงการสร้างระนาบกับส่วนใด ๆ ของวัตถุ
2. เขียนภาพสเก็ต (2D Sketch) คือกำหนดเส้นหน้าตัด (Cross Section) เพื่อใช้สร้างวัตถุในแต่ละด้าน รวมทั้งวางแผนสร้างเส้นหน้าตัดรอบรูป (Profile) ของด้านที่ตัดไปทุกด้าน
3. เลือกคำสั่งยัดวัตถุ (Extrude) หรือ คำสั่งหมุนยัดวัตถุ (Revolve) เพื่อสร้างชิ้นส่วนโมเดลหลัก (Base Feature) แล้วจึงสร้างชิ้นส่วนวัตถุต่อเติมในภายหลัง
4. ทำการเลือกเงื่อนไขการสร้างวัตถุ 3 แบบ คือ เพิ่มเนื้อวัตถุ (Join), ลบเนื้อวัตถุ (Cut), ส่วนตัดของเนื้อวัตถุ 2 ชิ้น (Intersect)
5. กำหนดขนาด (Distance) ความยาว หรือความลึก และกำหนดทิศทาง (Direction) หรือแบบยัดออก 2 ด้าน (Two Side)
6. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน การสร้างชิ้นส่วนโมเดลสำเร็จในแต่ละส่วนงานนั้น

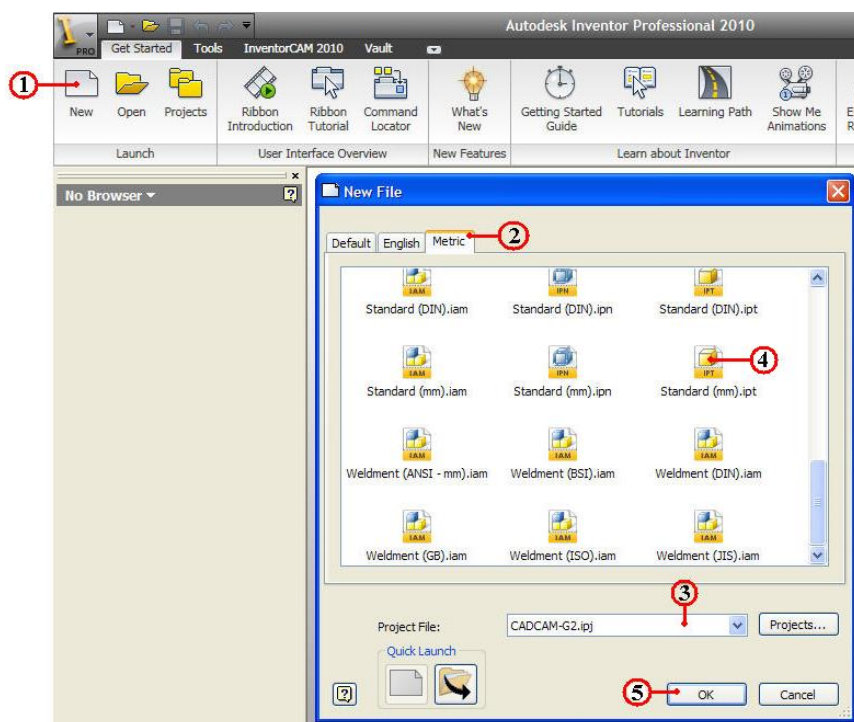
4. การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ

การสร้างโมเดลชิ้นส่วน 3 มิติ จะเป็นสร้างวัตถุแบบ 3D Parametric Part โดยจะสร้างมาจาก 2D Sketch ในส่วนคำสั่งพื้นฐานที่ใช้สร้างชิ้นส่วน 3 มิติ ได้แก่ Extrude, Revolve ซึ่งนักศึกษาจะต้องทำการฝึกฝนการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ที่มีความหลากหลายรูปทรง ตามตัวอย่างชิ้นงาน การสอนแบบ Step by Step เพื่อสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ของปากกาจับงาน เพื่อนำชิ้นส่วนที่สร้างเสร็จทุกชิ้นส่วน นำไปใช้เป็นชิ้นส่วนตัวอย่างการเรียนการสอน หน่วยที่เกี่ยวกับ ภาพประกอบ (Assembly) และแบบงาน (Drawing)

4.1 การสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ ของฐานปากกา

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

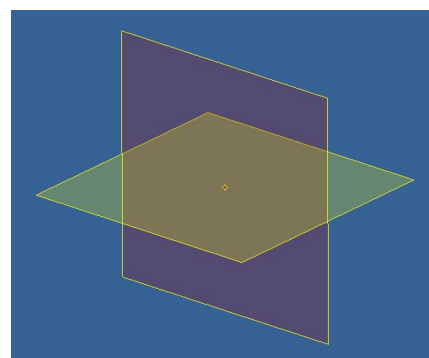
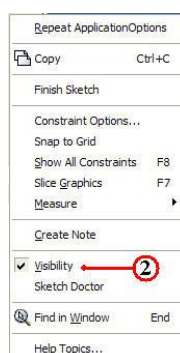
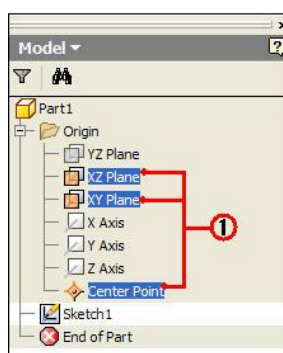
1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File
4. คลิกปุ่ม Icon ที่ไฟล์ชิ้นงาน Standard(mm).ipt
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโมเดลสเก็ตภาพ



ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระนาบทำงาน (Work Features)

1. คลิกเมาส์ขวาที่ XZ Plane , XY Plane และ Center Point

2. คลิกเลือก ☒ Visibility หน้าข้อความ Visibility คือให้แสดงผลที่หน้าจอภาพ ที่ต้องใช้ระนาบทำงานร่วมกับการสเก็ตช์ภาพของ XZ Plane , XY Plane และ Center Point ดังรูป



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish Sketch



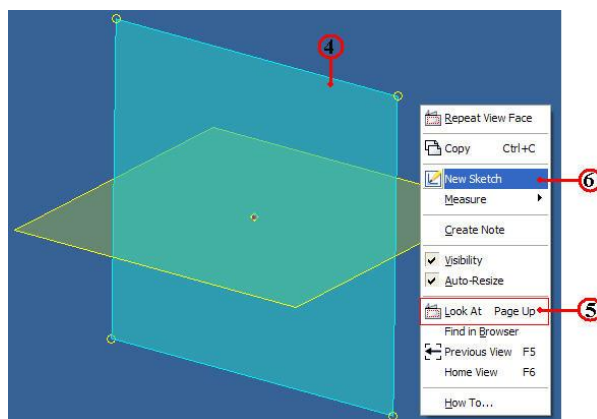
ออกจากโหมดสเก็ตช์ภาพ เพื่อจะดูโมเดล

สเก็ตช์ภาพของระนาบใหม่

4. คลิกระนาบ XZ Plane จากหน้าจอภาพ และคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏ Dialog Box

5. คลิกเลือก ☒ Look At Page Up ที่หน้าข้อความ Look At Page Up เพื่อปรับระนาบ

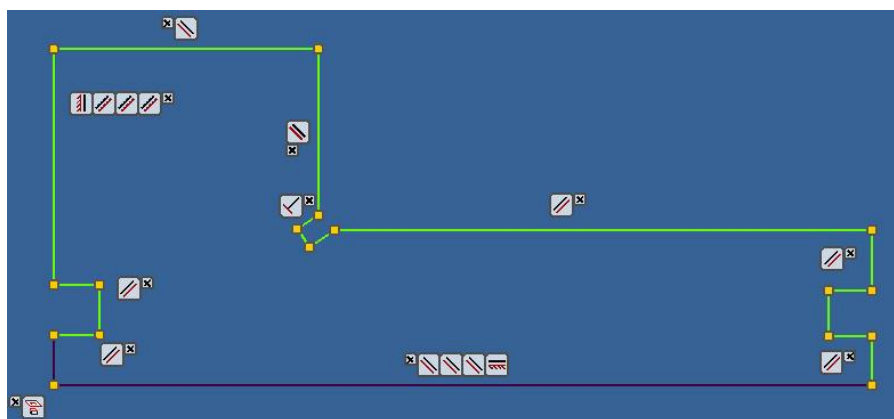
ที่เลือกให้ได้แนวระดับ และตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่



6. คลิกเลือก  ที่หน้าข้อความ New Sketch เพื่อกำหนดระนาบการสเก็ตภาพ จะปรากฏแถบระนาบ Sketch 2 เพิ่มขึ้น ฉะนั้นจะเป็นการเก็บรายละเอียดข้อมูลการสเก็ตภาพไว้ใน Sketch 2 หากมีการแก้ไขเส้นรอบรูป (Edit Sketch) ก็สามารถนำมาแก้ไขในภายหลังได้

ขั้นตอนที่ 3 สเก็ตภาพ 2 มิติ ของฐานปากกา

1. สร้างเส้นรอบรูปหน้าตัด (Profile) ขึ้นส่วนหลัก (Base Feature)
2. กำหนดเงื่อนไขรูปทรง (Constraints) โดยเลือก



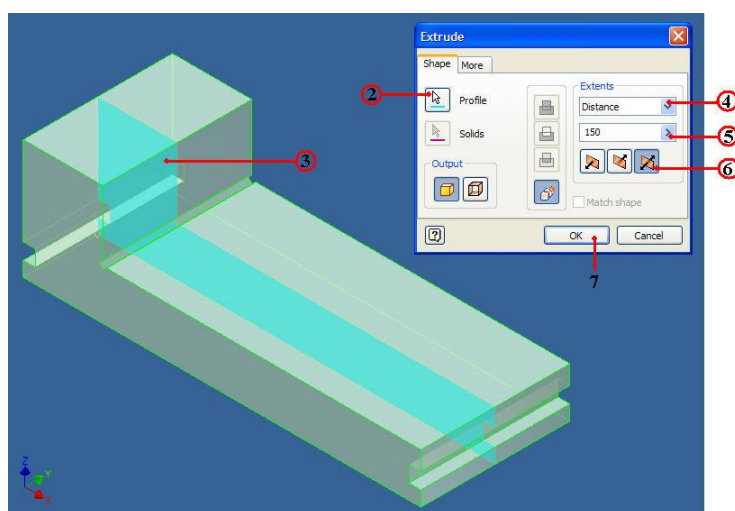
3. กำหนดขนาด (Dimension) ตามแบบงานที่กำหนด ฐานปากกา



4. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตในระนาบทำงาน Sketch 2 แล้ว
หน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างวัตถุตัน (Solid Feature) ด้วยคำสั่งยัดวัตถุ (Extrude)

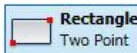
1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) โปรแกรมจะทำการเลือกให้อัตโนมัติ และยังแสดงภาพประกอบก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยัดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง

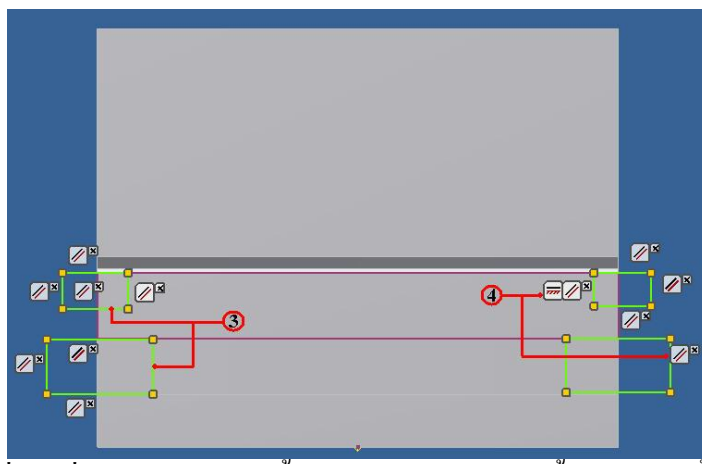


5. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 150 mm.
6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง ชนิดวัตถุยัดออก 2 ด้าน (Two Side)
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน

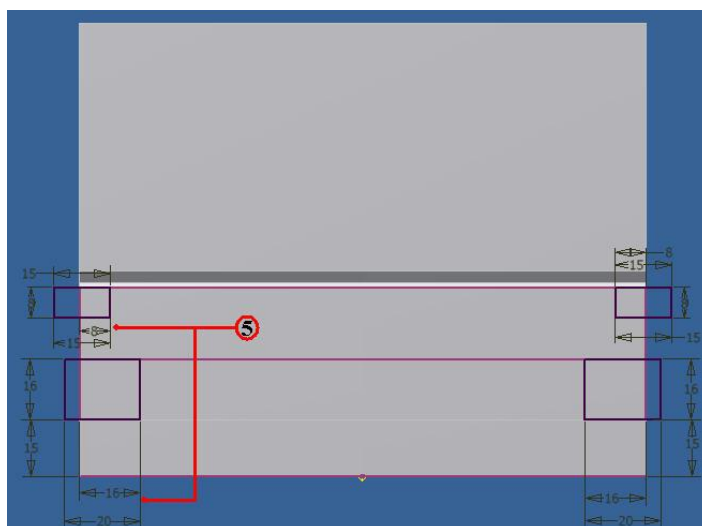
ขั้นตอนที่ 5 เลือกระนาบทำงาน สำหรับสร้างสเก็ตเส้นรอบรูปร่องสี่เหลี่ยมแนวยาว

1. คลิกที่พื้นผิว ส่วนท้ายชิ้นงานของด้านแนวกว้าง
2. คลิกเมาส์ขวาและ คลิกเลือกที่แถบ  New Sketch New Sketch เพื่อเลือกระนาบทำงาน ใช้สำหรับสเก็ตเส้นรอบรูปด้านที่ 2 จากนั้นทำการปรับภาพให้อยู่ระดับแนวนอน ทำง่ายต่อการสเก็ตภาพ

3. คลิกปุ่มคำสั่ง  Rectangle แล้วทำการสเก็ตรูปสี่เหลี่ยม โดยประมาณรูปทรงคร่าวๆ จำนวน 4 รูป ข้างละด้านละ 2 รูป
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints แล้วกำหนดเงื่อนไขรูปทรง เพื่อควบคุมเส้นรอบรูปภาพสเก็ต ตามแบบชิ้นงาน จำนวน 4 รูป



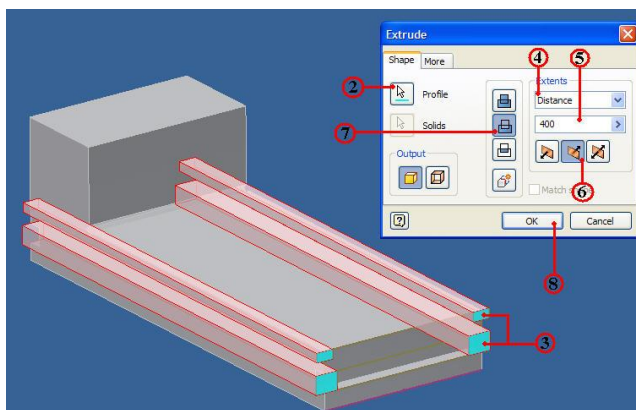
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions แล้วทำการกำหนดขนาด เส้นรอบรูปหน้าตัดให้ได้ตามแบบชิ้นส่วน ที่ต้องการใช้เป็น ส่วนตัดเนื้อออก



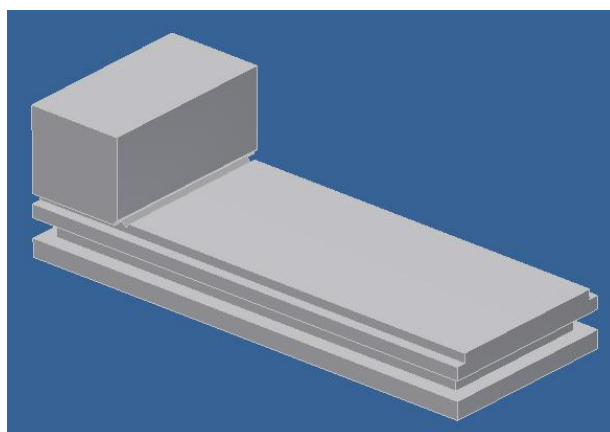
6. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตในระนาบทำงาน Sketch 2 แล้ว หน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วน โมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้คำสั่งยัดวัตถุ (Extrude) สำหรับตัดเนื้อวัตถุต้นออก (Solid Cut)

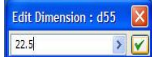
1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) รูปสี่เหลี่ยมจำนวน 4 รูป พร้อมดูภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยัดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง
5. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 400 mm.

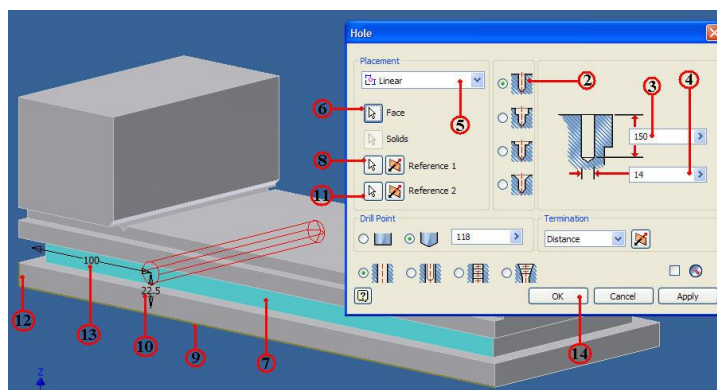


6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง การยืดวัตถุทางเดียว โดยพุ่งเข้าชิ้นงาน
7. คลิกปุ่มคำสั่งเลือก แบบตัดเนื้อวัตถุ (Cut)
8. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป



ขั้นตอนที่ 7 สร้างรูเจาะ ด้วยคำสั่ง Hole

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Hole ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกเลือกชนิดการเจาะดอกสว่าน (Drill)
3. คลิกป้อนความลึกรูเจาะ 150 mm.
4. คลิกป้อนความโตรูเจาะ 14 mm.
5. คลิกเลือกวิธีการอ้างอิงรูเจาะ แบบระยะทางระหว่างขอบ 2 ด้าน
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Face เพื่อกำหนดระยะนารูเจาะเริ่มต้น
7. คลิกเลือกผิวหน้าชิ้นงาน ที่จะทำการเจาะ
8. คลิกปุ่มคำสั่งขอบด้านที่ 1 สำหรับใช้อ้างอิง
9. คลิกบริเวณขอบชิ้นงานด้านล่าง สำหรับอ้างอิง
10. พิมพ์ระยะทาง 22.5 mm. ในช่อง  Edit Dimensions



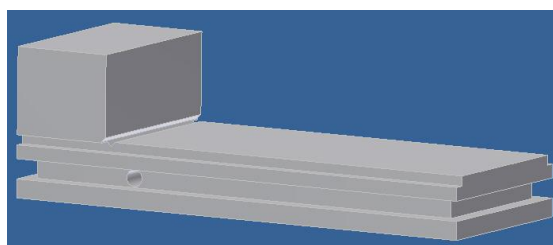
11. คลิกปุ่มคำสั่งขอบด้านที่ 2 สำหรับให้อ้างอิง

12. คลิกบริเวณขอบชิ้นงานด้านข้าง สำหรับให้อ้างอิง

13. พิมพ์ระยะทาง 100 mm. ในช่อง



Edit Dimensions



ขั้นตอนที่ 8 คัดลอกวัตถุของรูเจาะ (Pattern) ด้วยคำสั่ง Rectangular

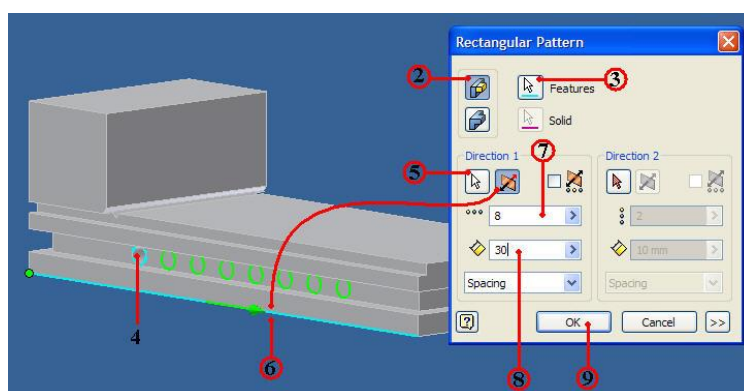
1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Rectangular ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

2. คลิกปุ่มคำสั่ง  Pattern Individual Features สำหรับเลือกวัตถุที่เป็นอิสระต่อกัน

กัน

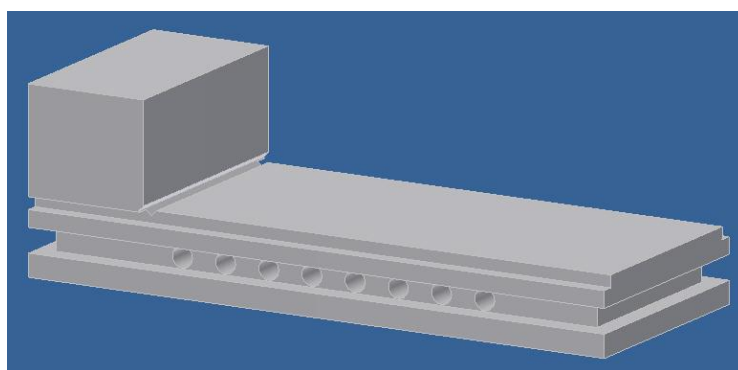
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Features สำหรับกำหนดชนิดเลือกวัตถุ

4. คลิกเลือกบริเวณผิวรูเจาะ ที่ต้องการคัดลอก

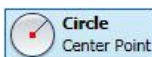


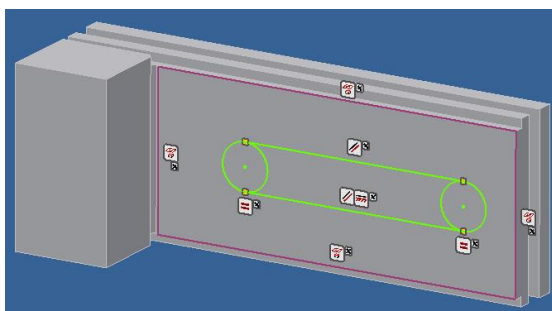
5. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทางที่ 1 สำหรับการคัดลอก

6. คลิกเลือกบริเวณขอบแนวอน เพื่อกำหนดแนวทิศทางการคัดลอก และปุ่มคำสั่ง เพื่อปรับสลับทิศทางให้ไปทางด้านหลังของปากกา
7. คลิกช่องจำนวนการคัดลอก พิมพ์ค่า 8
8. คลิกช่องระยะทางระหว่างรู พิมพ์ป้อนเลข 30 แล้วดูภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
9. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป



ขั้นตอนที่ 9 สเก็ตภาพร่อนนำเลื่อนสกรู

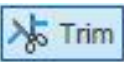
1. คลิกที่พื้นผิว บริเวณพื้นราบด้านบนชิ้นงาน
2. คลิกเมาส์ขวาและ คลิกเลือกที่แถบ  New Sketch เพื่อเลือกกระบวนทำงาน ใช้สำหรับสเก็ตเส้นรอบรูปด้านที่ 4 จากนั้นทำการปรับภาพให้อยู่ระดับแนวอน ทำง่ายต่อการสเก็ตภาพ
3. คลิกปุ่มคำสั่ง  Circle สร้างวงกลม 2 วง โดยมีระยะห่างของวงกลมทั้งสองอยู่ภายในพื้นที่สเก็ต

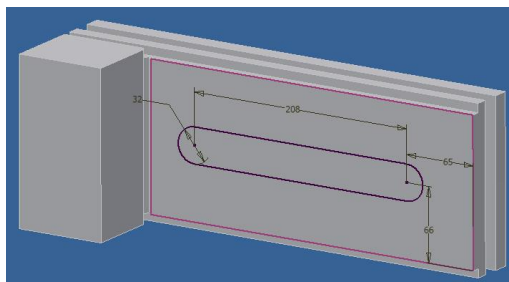


4. คลิกปุ่มคำสั่ง  Line แล้วลากเส้นตรงสัมผัสวงกลม 2 วง ด้านบนและด้านล่าง
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints แล้วกำหนดเงื่อนไขรูปทรง เพื่อควบคุมเส้นรอบรูปภาพสเก็ต ตามแบบชิ้นงาน



6. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions แล้วทำการกำหนดขนาดความโค้งกลม (Circle) และขนาดเส้นรอบรูปหน้าตัดให้ได้ตามแบบชิ้นส่วน

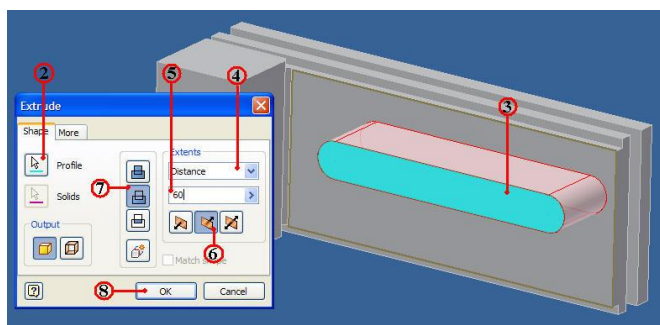
7. คลิกปุ่มคำสั่ง  Trim เพื่อทำการตัดเส้นภายในวงกลม ให้ได้ภาพสเก็ตช์ที่เป็นร่องยาวหัวท้ายมน (Slot) ดังรูป



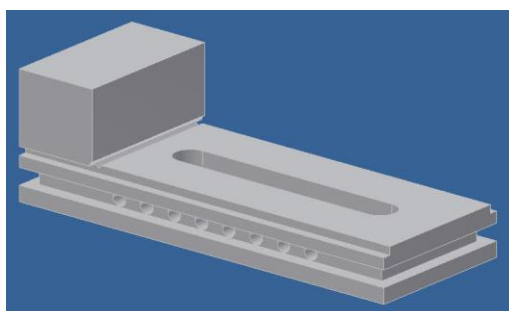
8. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตช์ในระนาบทำงาน Sketch 3 แล้วหน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 10 สร้างร่อนนำเลือนสกรู (Slot) ด้วยคำสั่งยัดตัดวัตถุ (Extrude Cut)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) รูปสี่เหลี่ยมหัวท้ายมน และดูภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)



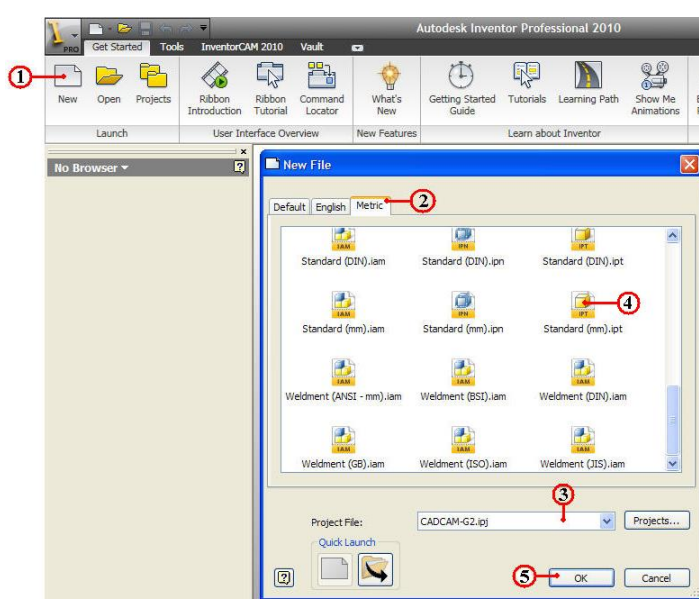
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance
5. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 60 mm.
6. คลิกเลือกทิศทาง พุ่งเข้าหาชิ้นงาน
7. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกตัดเนื้อวัตถุ (Cut)
8. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน และบันทึกไฟล์ (Save) ชื่อ Vice Base ดังรูปชิ้นงาน



4.2 การสร้างโมเดลชิ้นส่วน 3 มิติ ของปากเลื่อนปากกา (Move Jaw)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

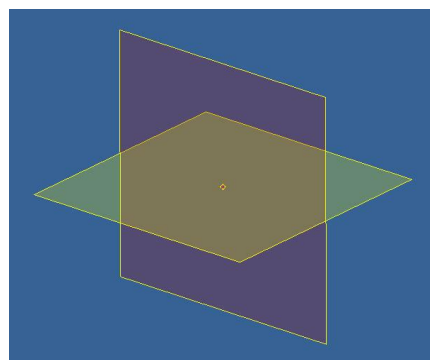
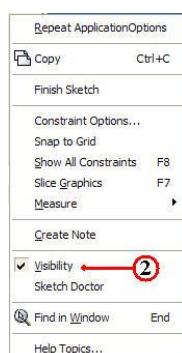
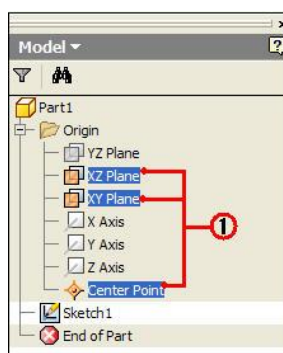
1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File
4. คลิกปุ่ม Icon ที่ไฟล์ชิ้นงาน Standard(mm).ipt
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโมเดลสเก็ทภาพ



ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระนาบทำงาน (Work Features)

1. คลิกเมาส์ขวาที่ XZ Plane , XY Plane และ Center Point
2. คลิกเลือก ☒ Visibility หน้าข้อความ Visibility คือให้แสดงผลที่หน้าจอภาพ

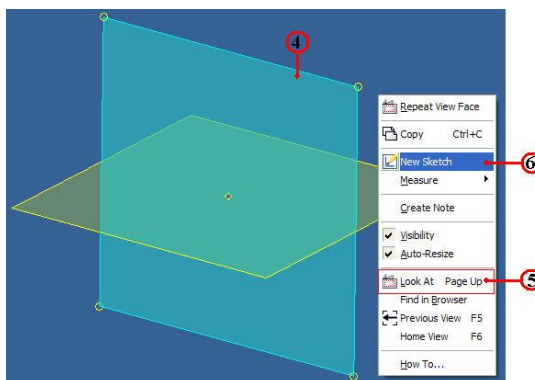
ที่ต้องใช้ระนาบทำงานร่วมกับการสเก็ทภาพของ XZ Plane , XY Plane และ Center Point ดังรูป



3. คลิกปุ่มคำสั่ง  Finish Sketch ออกจากโหมดสเก็ตช์ภาพ เพื่อจะสู่โหมดสเก็ตช์ภาพของระนาบใหม่

4. คลิกกระดาน XZ Plane จากหน้าจอภาพ และคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏ Dialog Box

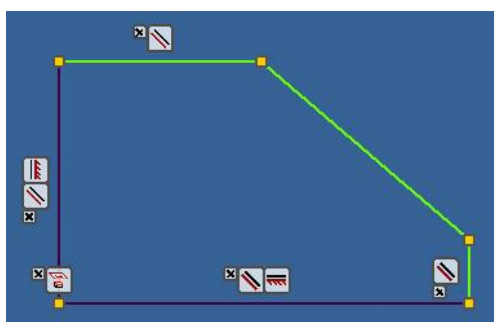
5. คลิกเลือก  Look At  ที่หน้าจอความ Look At Page Up เพื่อปรับระนาบที่เลือกให้ได้แนวระดับ และตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่



6. คลิกเลือก  New Sketch ที่หน้าจอความ New Sketch เพื่อกำหนดระนาบการสเก็ตช์ภาพ จะปรากฏแถบระนาบ Sketch 2 เพิ่มขึ้น และเริ่มสเก็ตช์ภาพจากระนาบทำงานนี้

ขั้นตอนที่ 3 สเก็ตช์ภาพ 2 มิติ ปากเลื่อน (Slide Vice) ของปากกาจับงาน

1. สร้างเส้นรอบรูปหน้าตัด (Profile) ชิ้นส่วนหลัก (Base Feature)
2. กำหนดเงื่อนไขรูปทรง (Constraints) โดยเลือก



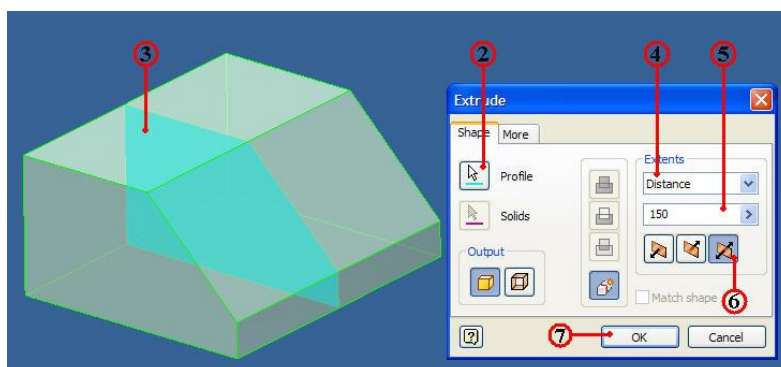
3. กำหนดขนาด (Dimension) ตามแบบงานที่กำหนด ฐานปากกา



4. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตในระนาบทำงาน Sketch 2 แล้ว
หน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างวัตถุตัน (Solid Feature) ด้วยคำสั่งยัดวัตถุ (Extrude)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) โปรแกรมจะทำการเลือกให้อัตโนมัติ และยังแสดงภาพประกอบก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยัดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง

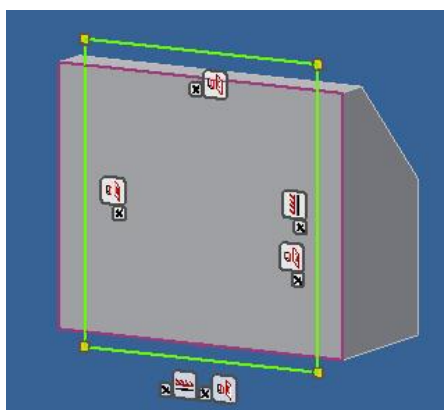


5. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 150 mm.
6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง ชนิดวัตถุยัดออก 2 ด้าน (Two Side)
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน

ขั้นตอนที่ 5 เลือกระนาบทำงาน สำหรับสร้างสเก็ตเส้นรอบรูปทรงสี่เหลี่ยมแนวนาว

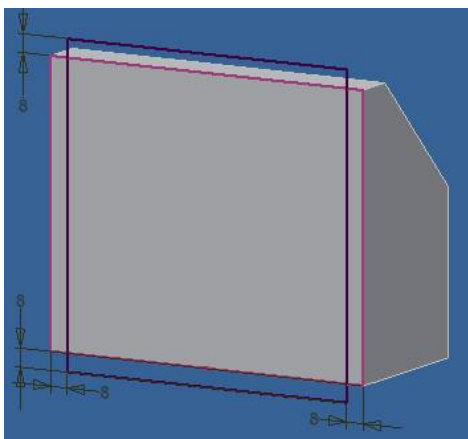
1. คลิกที่พื้นผิว ส่วนท้ายชิ้นงานของด้านแนวกว้าง
2. คลิกเมาส์ขวาและ คลิกเลือกที่แถบ  New Sketch เพื่อเลือกระนาบทำงาน ใช้สำหรับสเก็ตเส้นรอบรูปด้านที่ 2 จากนั้นทำการปรับภาพให้อยู่ระดับแนวนอน getti ภาพ

3. คลิกปุ่มคำสั่ง  Rectangle แล้วทำการสเก็ตรูปสี่เหลี่ยม โดยประมาณรูปทรงคร่าวๆ ให้อยู่ภายในพื้นที่ด้านล่างของปากเลื่อน



4. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints แล้วกำหนดเงื่อนไขรูปทรง เพื่อควบคุมเส้นรอบรูปภาพสเก็ตช์ ตามแบบชิ้นงาน

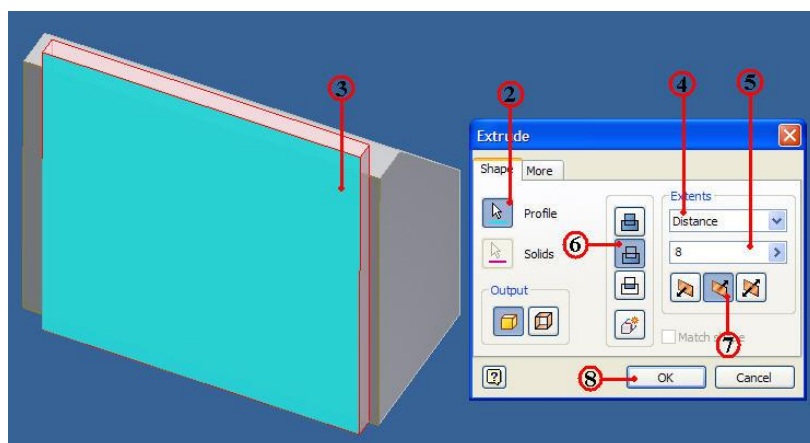
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions แล้วทำการกำหนดขนาด เส้นรอบรูปหน้าตัดให้ได้ตามแบบชิ้นส่วน ที่ต้องการใช้เป็นส่วนตัวัดเนื้อออก



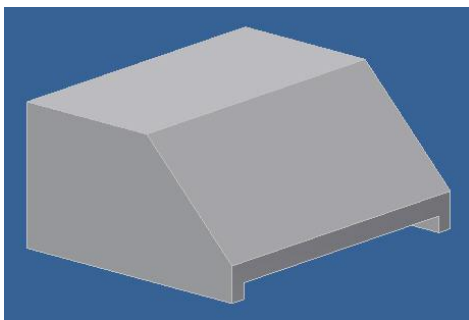
6. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตช์ในระนาบทำงาน Sketch 2 แล้วหน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้คำสั่งยัดวัตถุ (Extrude) สำหรับตัดเนื้อวัตถุต้นออก (Solid Cut)

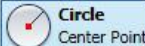
1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) รูปสี่เหลี่ยมจำนวน 4 รูป พร้อมดูภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยัดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง
5. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 400 mm.

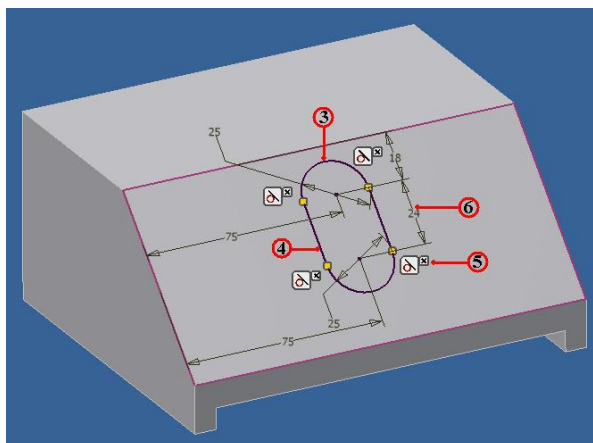


6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง การชี้วัตถุทางเดียว โดยพุ่งเข้าชิ้นงาน
7. คลิกปุ่มคำสั่งเลือก แบบตัดเนื้อวัตถุ (Cut)
8. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป

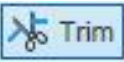


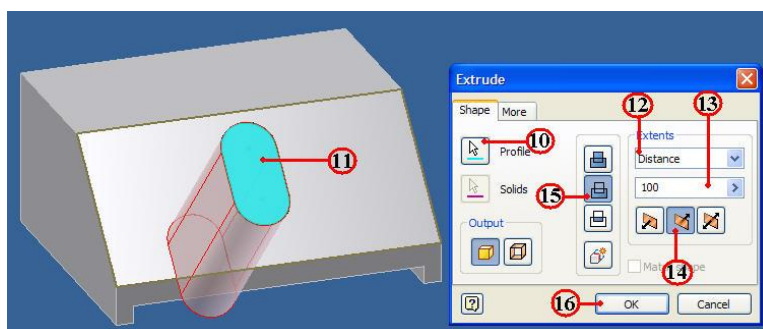
ขั้นตอนที่ 7 สร้างผิวระนาบระนาบเอียงมุม (Work Plane) กับผิวพื้นราบ

1. คลิกที่พื้นผิว ส่วนด้านท้ายชิ้นงานที่เป็นพื้นผิวมุมเอียง
2. คลิกเมาส์ขวาและ คลิกเลือกที่แถบ  New Sketch New Sketch เพื่อเลือกกระดานทำงาน ใช้สำหรับสเก็ตเส้นรอบรูปด้าน
3. คลิกปุ่มคำสั่ง  Circle สร้างวงกลม 2 วง โดยมีระยะห่างของวงกลมทั้งสองอยู่ภายในพื้นที่สเก็ต

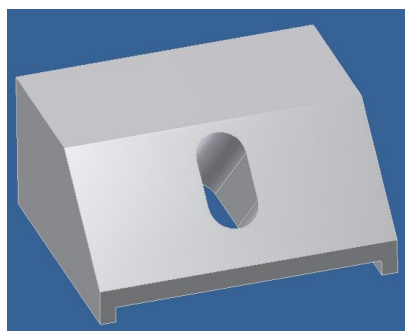


4. คลิกปุ่มคำสั่ง  Line แล้วลากเส้นตรงสัมผัสวงกลม 2 วง ด้านบนและด้านล่าง
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints แล้วกำหนดเงื่อนไขรูปทรง เพื่อควบคุมเส้นรอบรูปภาพสเก็ต ตามแบบชิ้นงาน
6. คลิกปุ่มคำสั่ง  Dimensions แล้วทำการกำหนดขนาดความโตวงกลม (Circle) และขนาดเส้นรอบรูปหน้าตัดให้ได้ตามแบบชิ้นส่วน

7. คลิกปุ่มคำสั่ง  Trim เพื่อทำการตัดเส้นภายในวงกลม ให้ได้ภาพสเก็ตช์ที่เป็นร่องยาวหัวท้ายมน (Slot) ดังรูป
8. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch หน้าจอภาพเข้าสู่โหมดสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ
9. คลิกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
10. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
11. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) เส้นรอบรูปหน้าตัดร่องหัวท้ายมน พร้อมดูภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
12. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยืดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง
13. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 100 mm.

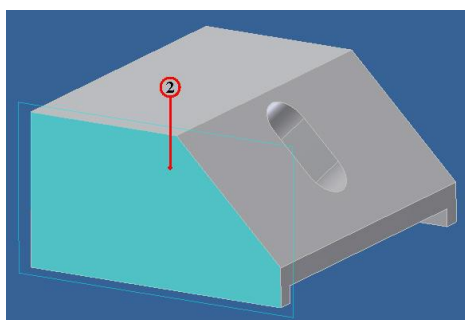


14. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง การยืดวัตถุทางเดียว โดยพุ่งเข้าชิ้นงาน
15. คลิกปุ่มคำสั่งเลือก แบบตัดเนื้อวัตถุ (Cut)
16. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป

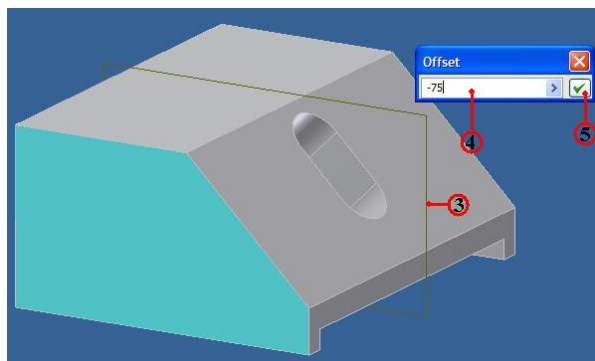


ขั้นตอนที่ 8 สร้างระนาบขนาน (Offset Plane) กับผิวพื้นราบ

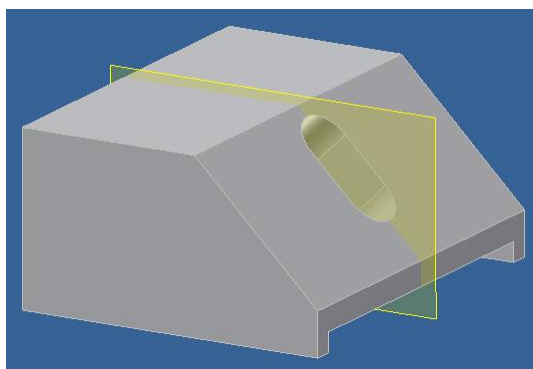
1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Plane Work Plane ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกเลือกผิวบนระนาบเอียง เพื่อเลือกผิวระนาบอ้างอิง



3. คลิกบริเวณขอบเส้นกรอบระนาบ (Plane Frame) เพื่อลากทิศทางพุ่งเข้าหาชิ้นงาน
4. คลิกเลือกป้อนระยะห่างขนาน (Offset) พิมพ์ขนาด -75 mm.



5. คลิก  จะปรากฏระนาบใหม่ ที่ขนานกับพื้นผิวราบเดิม

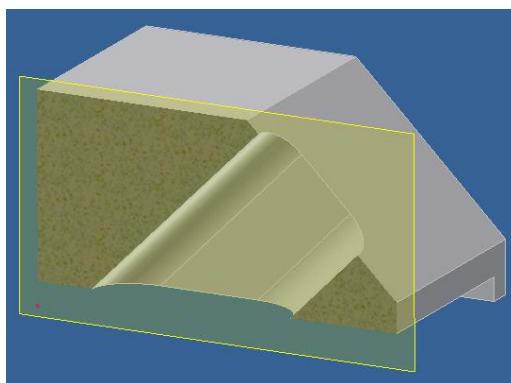


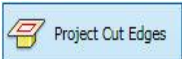
6. คลิกที่พื้นผิวระนาบ (New Plane) บริเวณกึ่งกลางชิ้นงาน

7. คลิกเมาส์ขวา และคลิกเลือกที่แถบ  New Sketch เพื่อเลือกระนาบทำงาน ใช้สำหรับสเก็ตเส้นรอบรูป

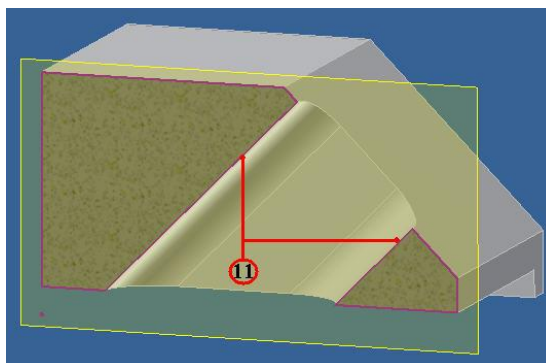
8. คลิกเมาส์ขวาเลือกที่ Sketch ที่ Browser Model

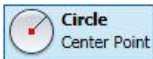
9. คลิกเลือกที่ Slice Graphic เพื่อเลือกตัดชิ้นงานในแนวเดียวกันกับระนาบทำงาน ทำให้เกิดความสะดวก ง่ายต่อสเก็ตภาพด้านในวัตถุตั้งรูป



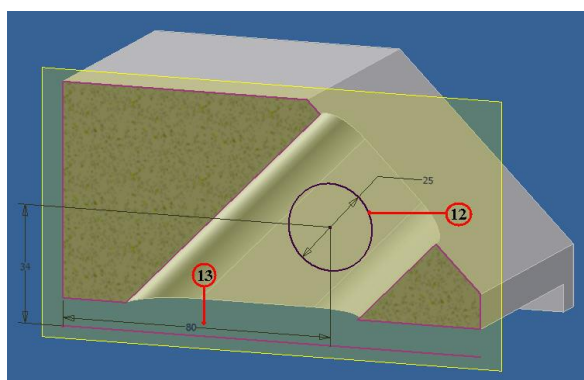
10. คลิกคำสั่ง  Project Cut Edges

11. เส้นขอบวัตถุของคำสั่ง Project Cut Edges ที่เกิดจากตัดระหว่างชิ้นงานกับระนาบ (Plane) เพื่อช่วยสำหรับการสเก็ตภาพ และให้ขนาด



12. คลิกปุ่มคำสั่ง  Circle สร้างวงกลม ตำแหน่งบริเวณกึ่งกลางร่อง

13. คลิกปุ่มคำสั่ง  Dimensions แล้วทำการกำหนดขนาดความโตวงกลม (Circle) และกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์กลางตามแบบงาน

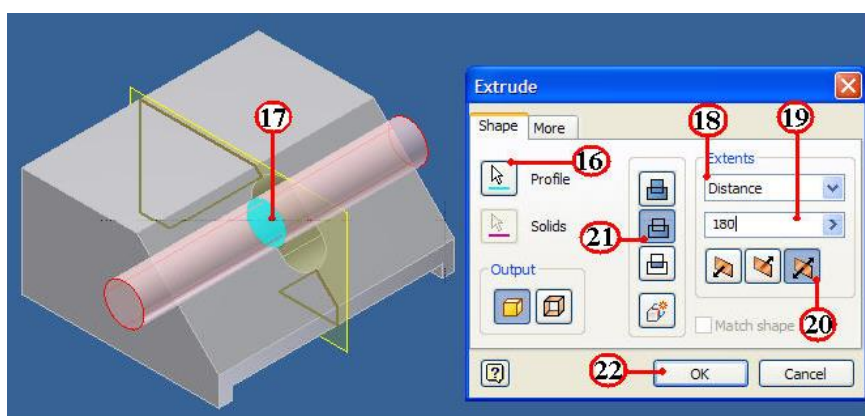


14. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch หน้าจอภาพเข้าสู่โหมดสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ



15. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

16. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด



17. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) เส้นรอบรูปหน้าตัดวงกลม พร้อมดูภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)

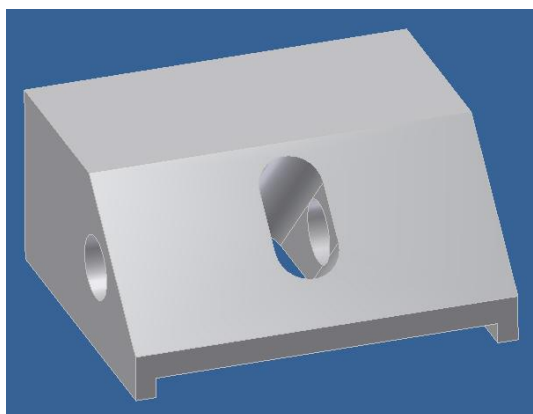
18. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยึดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง

19. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 180 mm.

20. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง การยึดวัตถุแบบ 2 ด้าน

21. คลิกปุ่มคำสั่งเลือก แบบตัดเนื้อวัตถุ (Cut)

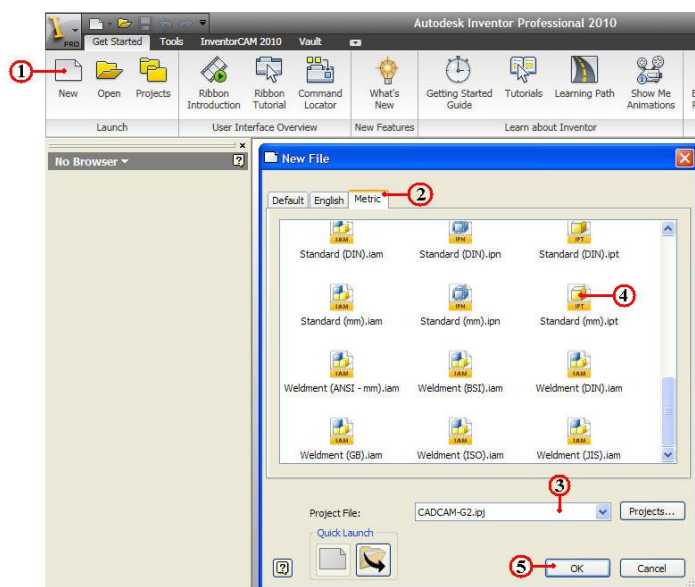
22. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน และบันทึกไฟล์ (Save) ชื่อ Slide Vice จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป



4.3 การสร้างโมเดลชิ้นส่วน 3 มิติ ของเพลาปรับล็อก (Adjust Lock Shaft)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File

4. คลิกปุ่ม Icon ที่ไฟล์ชิ้นงาน Standard(mm).ipt

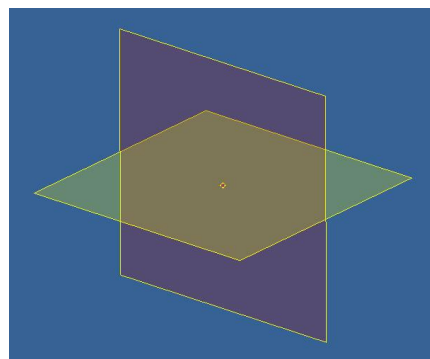
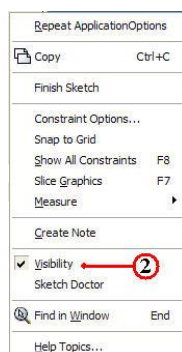
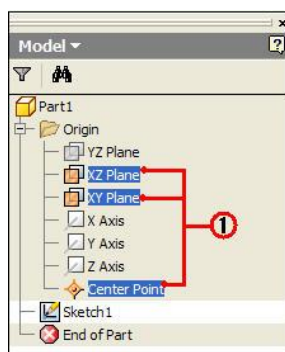
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดสเก็ตภาพ

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระนาบทำงาน (Work Features)

1. คลิกเมาส์ขวาที่ XZ Plane , XY Plane และ Center Point

2. คลิกเลือก  หน้าที่ข้อความ Visibility คือให้แสดงผลที่หน้าจอภาพ

ที่ต้องใช้ระนาบทำงานร่วมกับการสเก็ตภาพของ XZ Plane , XY Plane และ Center Point ดังรูป

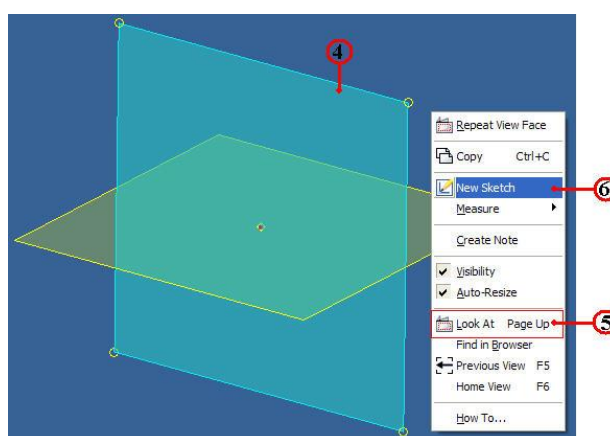


3. คลิกปุ่มคำสั่ง  Finish Sketch ออกจากโหมดสเก็ตภาพ เพื่อจะดูโหมดสเก็ตภาพของระนาบใหม่

4. คลิกระนาบ XZ Plane จากหน้าจอภาพ และคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏ Dialog Box

5. คลิกเลือก  Look At Page Up ที่หน้าข้อความ Look At Page Up เพื่อปรับระนาบ

ที่เลือกให้ได้แนวระดับ และตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

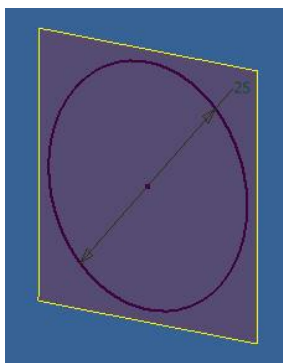


6. คลิกเลือก  New Sketch ที่หน้าข้อความ New Sketch เพื่อกำหนดระนาบการ

สเก็ตภาพ จะปรากฏแถบระนาบ Sketch 2 เพิ่มขึ้น และเริ่มสเก็ตภาพจากระนาบทำงานนี้

ขั้นตอนที่ 3 สเก็ตภาพ 2 มิติ เพลาปรับล็อค (Adjust Lock Shaft)

1. สร้างเส้นรอบรูปหน้าตัด (Profile) ชิ้นส่วนหลัก (Base Feature)
2. กำหนดเงื่อนไขรูปทรง (Constraints) โดยเลือก
3. กำหนดขนาด (Dimension) ตามแบบงานที่กำหนด ฐานปากกา



4. คลิกคำสั่ง

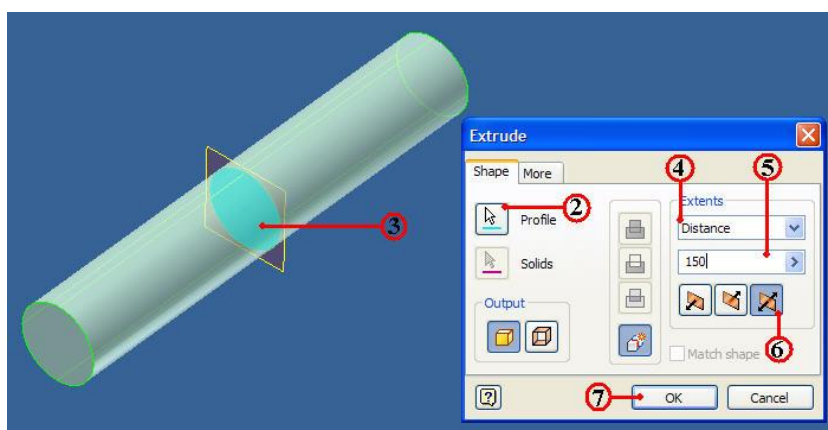


Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตในระนาบทำงาน Sketch 2 แล้ว หน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างวัตถุตัน (Solid Feature) ด้วยคำสั่งยืดวัตถุ (Extrude)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) โปรแกรมจะทำการเลือกให้อัตโนมัติ และยังแสดงภาพประกอบก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)

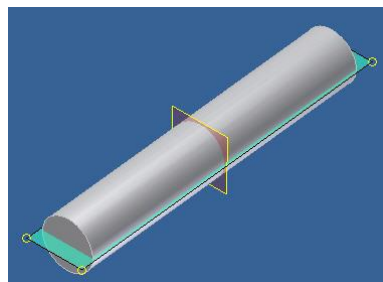
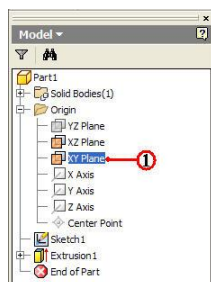
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยืดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง



5. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 150 mm.
6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง ชนิดวัตถุยืดออก 2 ด้าน (Two Side)
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน

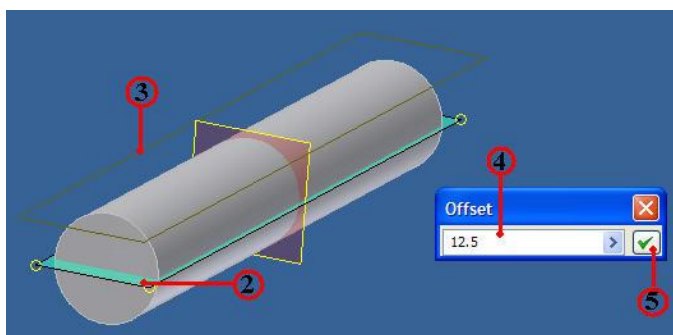
ขั้นตอนที่ 8 สร้างระนาบขนาน (Offset Plane) กับผิวพื้นราบ

1. คลิกเลือกกระนาบทำงาน XY (Plane XY) ที่ Browser Model จะปรากฏระนาบที่
ชิ้นงาน



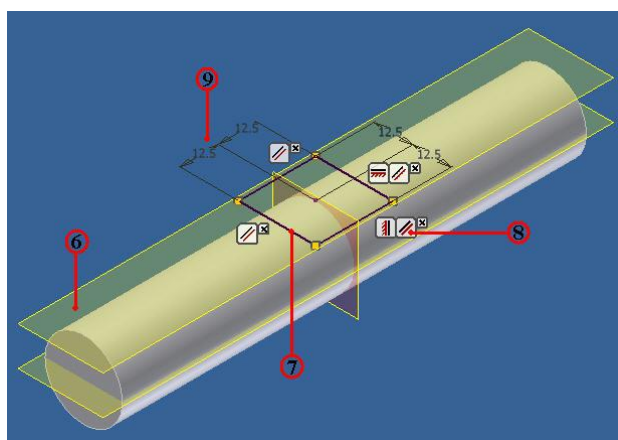
2. คลิกปุ่มคำสั่ง  Work Plane ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

3. คลิกเลือกผิวบนระนาบ XY เพื่อเลือกผิวระนาบอ้างอิง ทำการคลิกบริเวณขอบเส้น
กรอบระนาบ (Plane Frame) เพื่อลากทิศทางพุ่งขึ้นด้านบนชิ้นงาน



4. คลิกเลือกป้อนระยะห่างขนาน (Offset) พิมพ์ขนาด 12.5 mm.

5. คลิก  จะปรากฏระนาบใหม่ ที่ขนานกับพื้นผิวราบเดิม



6. คลิกที่พื้นผิวระนาบใหม่ (New Plane) จากนั้นคลิกเมาส์ขวาและคลิกเลือกที่แถบ
New Sketch  New Sketch เพื่อเลือกกระนาบทำงาน สำหรับสเก็ตเส้นรอบรูป

7. คลิกปุ่มคำสั่ง  Rectangle สร้างสี่เหลี่ยมให้ได้บริเวณกึ่งกลาง

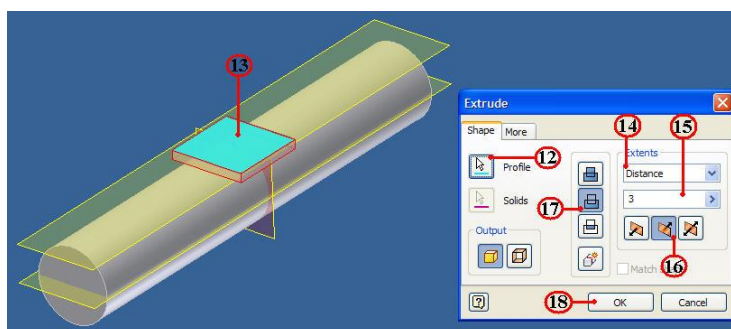
8. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints แล้วกำหนดเงื่อนไขรูปทรง เพื่อควบคุมเส้นรอบรูปภาพเกิด ตามแบบชิ้นงาน

9. คลิกปุ่มคำสั่ง  Dimensions แล้วทำการกำหนดขนาดความยาวแต่ละด้าน และกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์กลางตามแบบงาน

10. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch หน้าจอภาพเข้าสู่โหมดสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

11. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

12. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด



13. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) เส้นรอบรูปหน้าตัดวงกลม พร้อมดูภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)

14. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยึดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง

15. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 3 mm.

16. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง การยึดวัตถุออกพุ่งเข้าชิ้นงาน

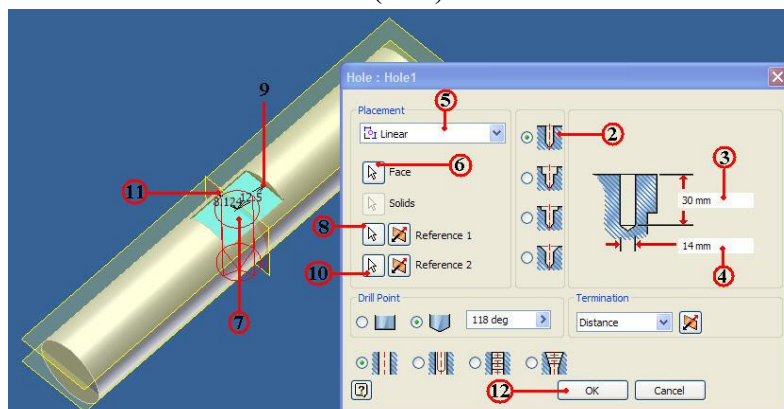
17. คลิกปุ่มคำสั่งเลือก แบบตัดเนื้อวัตถุ (Cut)

18. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน

ขั้นตอนที่ 9 สร้างรูเจาะ ด้วยคำสั่ง Hole

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Hole ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

2. คลิกเลือกชนิดการเจาะดอกสว่าน (Drill)



3. คลิกป้อนความลึกรูเจาะ 30 mm.
4. คลิกป้อนความโตรูเจาะ 14 mm.
5. คลิกเลือกวิธีการอ้างอิงรูเจาะ แบบระยะทางระหว่างขอบ 2 ด้าน
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Face เพื่อกำหนดระนาบรูเจาะเริ่มต้น
7. คลิกเลือกผิวหน้าชิ้นงาน ที่จะทำการเจาะ
8. คลิกปุ่มคำสั่งขอบด้านที่ 1 สำหรับใช้อ้างอิง (Reference 1)
9. คลิกบริเวณขอบชิ้นงานด้านยาวสำหรับอ้างอิง พิมพ์ระยะทาง 12.5 mm.



ในช่อง Edit Dimensions

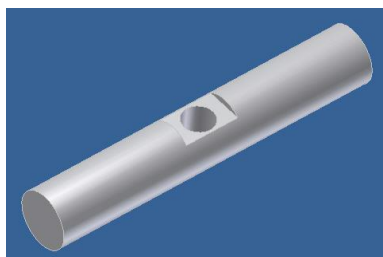
10. คลิกปุ่มคำสั่งขอบด้านที่ 2 สำหรับใช้อ้างอิง (Reference 2)
11. คลิกบริเวณขอบชิ้นงานด้านกว้างสำหรับอ้างอิง พิมพ์ระยะทาง 8.124 mm.



ในช่อง Edit Dimensions

12. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน และบันทึกไฟล์ (Save) ชื่อ Adjust Lock Shaft จะ

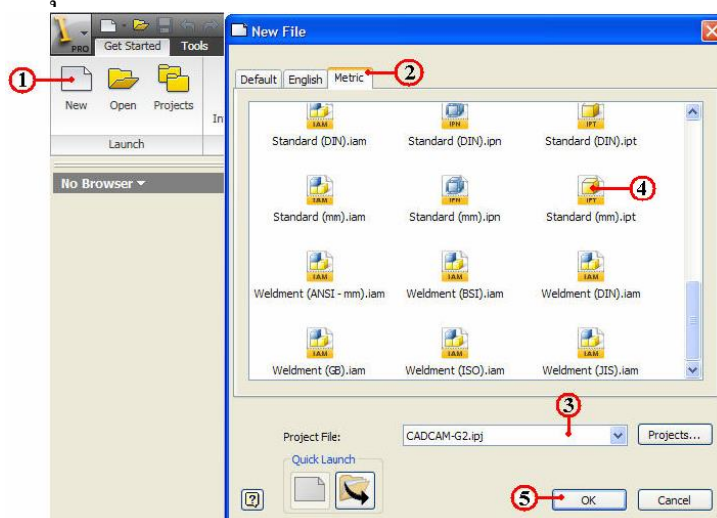
ปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป



4.4 การสร้างโมเดลชิ้นส่วน 3 มิติ ตัวยึดปรับปากเลื่อน (Adjust Slide Jaws Support)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric



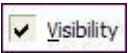
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File

4. คลิกปุ่ม Icon ที่ไฟล์ชิ้นงาน Standard(mm).ipt

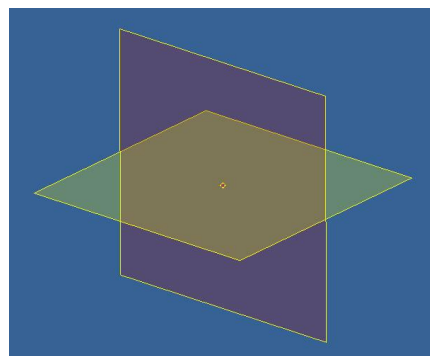
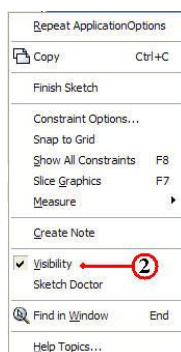
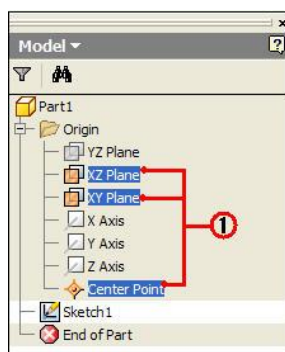
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดสเก็ตภาพ

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระนาบทำงาน (Work Features)

1. คลิกเมาส์ขวาที่ XZ Plane , XY Plane และ Center Point

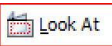
2. คลิกเลือกใช้  หน้าข้อความ Visibility คือให้แสดงผลที่หน้าจอภาพ

ที่ต้องใช้ระนาบทำงานรวมกับการสเก็ตภาพของ XZ Plane , XY Plane และ Center Point ดังรูป

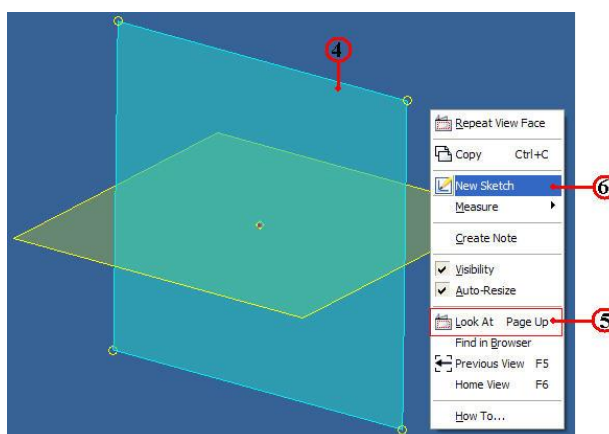


3. คลิกปุ่มคำสั่ง  Finish Sketch ออกจากโหมดสเก็ตภาพ เพื่อจะสู่โหมดสเก็ตภาพของระนาบใหม่

4. คลิกระนาบ XZ Plane จากหน้าจอภาพ และคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏ Dialog Box

5. คลิกเลือก  Look At Page Up ที่หน้าข้อความ Look At Page Up เพื่อปรับระนาบ

ที่เลือกให้ได้แนวระดับ และตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

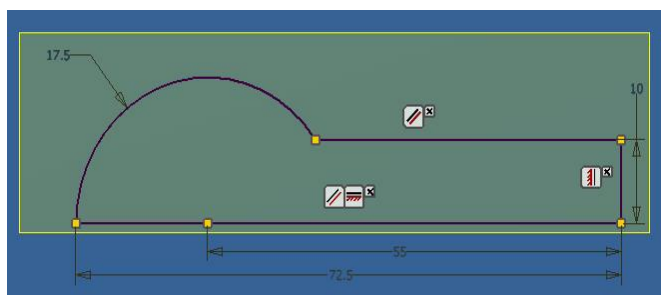


6. คลิกเลือก  New Sketch ที่หน้าข้อความ New Sketch เพื่อกำหนดระนาบการ

สเก็ตภาพ จะปรากฏแถบระนาบ Sketch 2 เพิ่มขึ้น และเริ่มสเก็ตภาพจากระนาบทำงานนี้

ขั้นตอนที่ 3 สเก็ตภาพ 2 มิติ ด้วยตัวปรับปากเลื่อน (Adjust Slide Jaws Support)

1. สร้างเส้นรอบรูปหน้าตัด (Profile) ขึ้นส่วนหลัก (Base Feature)
2. กำหนดเงื่อนไขรูปทรง (Constraints) โดยเลือก
3. กำหนดขนาด (Dimension) ตามแบบงานที่กำหนด ฐานปากกา



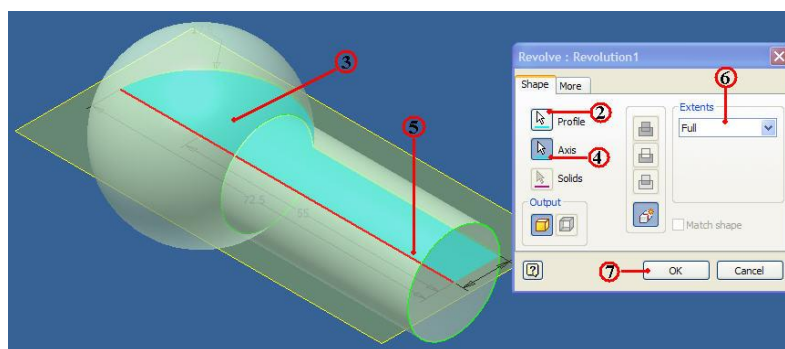
4. คลิกคำสั่ง



Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตในระนาบทำงาน Sketch 2 แล้ว
หน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างวัตถุตัน (Solid Feature) ด้วยคำสั่งหมุนวัตถุ (Revolve)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Revolve ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) โปรแกรมจะทำการเลือกให้อัตโนมัติ และยังแสดงภาพประกอบก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Axis เพื่อกำหนดแกนการหมุนวัตถุ



5. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด บริเวณขอบเส้นแนวนอน
6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกการหมุนแบบรอบ Full (360 องศา)
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน

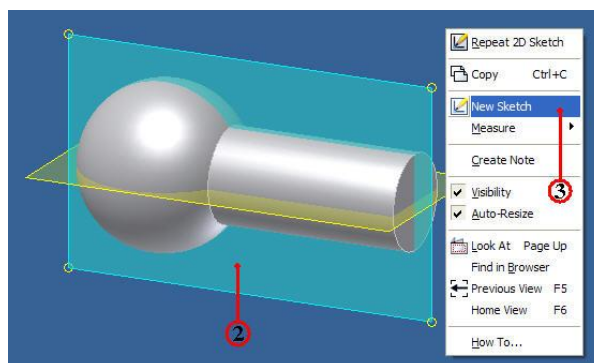
ขั้นตอนที่ 8 สร้างระนาบขนาน (Offset Plane) กับผิวพื้นราบ

1. คลิกเลือกกระนาบทำงาน XY (Plane XY) ที่ Browser Model จะปรากฏระนาบที่

ชิ้นงาน

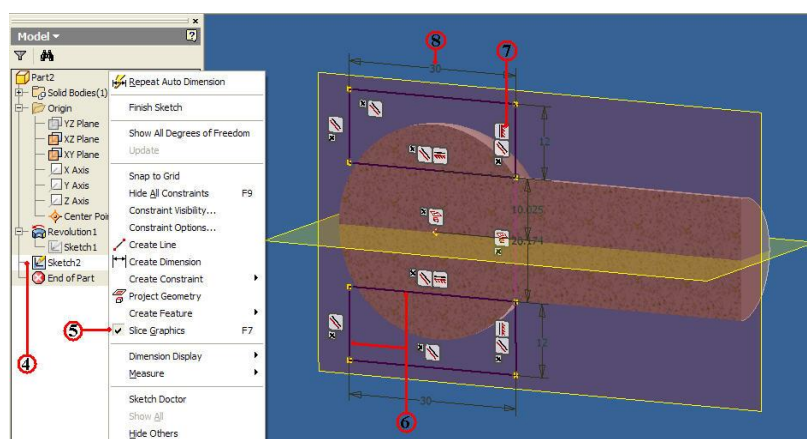
2. คลิกที่พื้นผิวระนาบ (New Plane) บริเวณกึ่งกลางชิ้นงาน

3. คลิกเมาส์ขวา และคลิกเลือกที่แถบ  New Sketch เพื่อเลือกระนาบทำงาน ใช้สำหรับสเก็ตเส้นรอบรูป



4. คลิกเมาส์ขวาเลือกที่ Sketch ที่ Browser Model

5. คลิกเลือกที่ Slice Graphic เพื่อเลือกตัดชิ้นงานในแนวเดียวกันกับระนาบทำงาน ทำให้เกิดความสะดวก ง่ายต่อสเก็ตภาพด้านในวัตถุตั้งรูป



6. คลิกปุ่มคำสั่ง  Rectangle สร้างสี่เหลี่ยมให้ได้บริเวณกึ่งกลาง

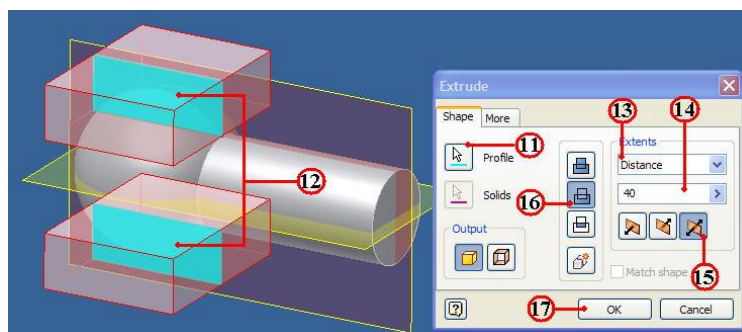
7. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints แล้วกำหนดเงื่อนไขรูปทรง เพื่อควบคุมเส้นรอบรูปภาพสเก็ต ตามแบบชิ้นงาน

8. คลิกปุ่มคำสั่ง  Dimensions แล้วทำการกำหนดขนาดความยาวแต่ละด้าน และกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์กลางตามแบบงาน

9. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch หน้าจอภาพเข้าสู่โหมดสร้างชิ้นส่วน โมเดล 3 มิติ

10. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

11. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด



12. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) เส้นรอบรูปหน้าตัดวงกลม พร้อมรูปภาพก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)

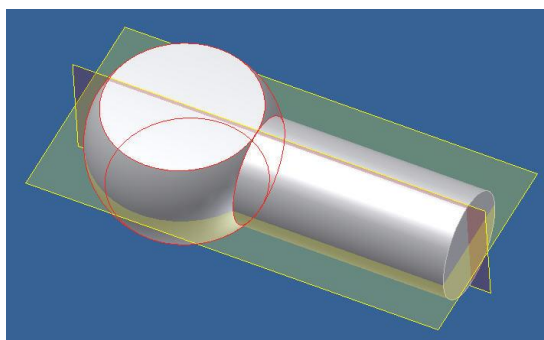
13. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยืดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง

14. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 40 mm.

15. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง การยืดวัตถุออก 2 ด้าน

16. คลิกปุ่มคำสั่งเลือก แบบตัดเนื้อวัตถุ (Cut)

17. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป



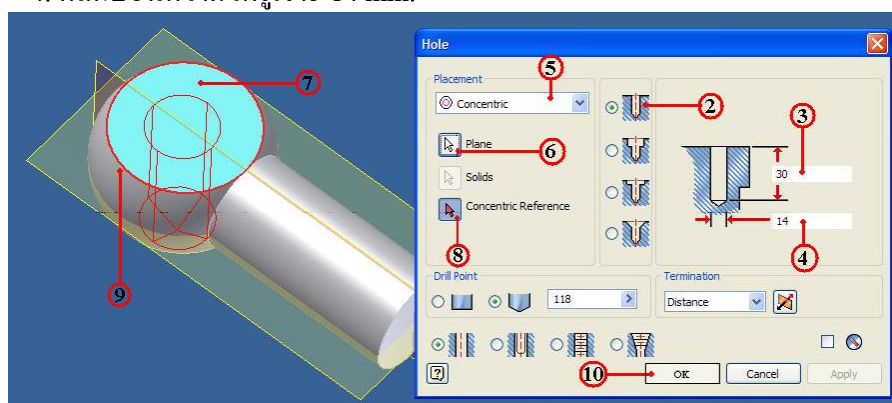
ขั้นตอนที่ 9 สร้างรูเจาะ ด้วยคำสั่ง Hole

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Hole ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

2. คลิกเลือกชนิดการเจาะดอกสว่าน (Drill)

3. คลิกป้อนความลึกรูเจาะ 30 mm.

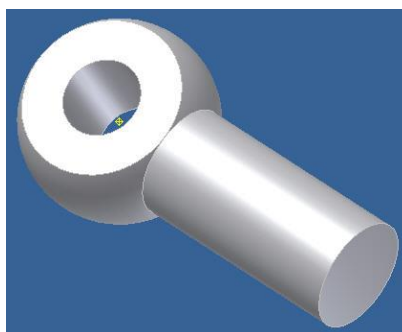
4. คลิกป้อนความโตรูเจาะ 14 mm.



5. คลิกเลือกวิธีการอ้างอิงรูเจาะ แบบร่วมศูนย์ (Concentric)
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Face เพื่อกำหนดระยะนำรูเจาะเริ่มต้น
7. คลิกเลือกผิวหน้าชิ้นงาน ที่จะทำการเจาะ
8. คลิกปุ่มคำสั่งขอบผิวที่เป็นวงกลม สำหรับใช้ร่วมศูนย์อ้างอิง (Reference

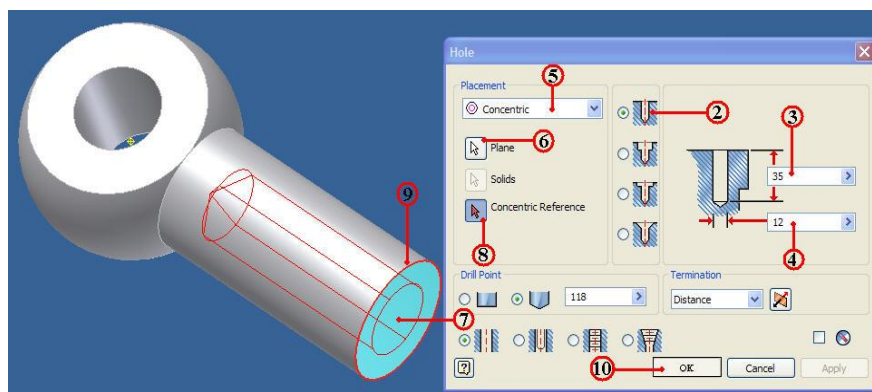
Concentric)

9. คลิกบริเวณขอบผิวชิ้นงานที่เป็นวงกลม
10. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป



ขั้นตอนที่ 10 สร้างรูเกลียวใน ด้วยคำสั่ง Thread

1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Hole ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกเลือกชนิดการเจาะดอกสว่าน (Drill)
3. คลิกป้อนความลึกรูเจาะ 30 mm.
4. คลิกป้อนความโตรูเจาะ 14 mm.

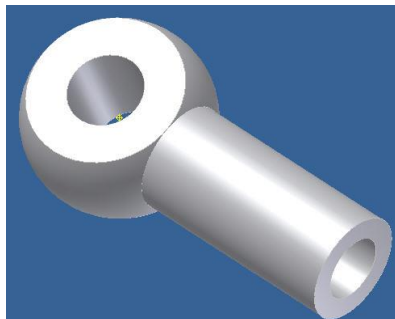


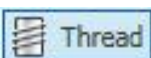
5. คลิกเลือกวิธีการอ้างอิงรูเจาะ แบบร่วมศูนย์ (Concentric)
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Face เพื่อกำหนดระยะนำรูเจาะเริ่มต้น
7. คลิกเลือกผิวหน้าชิ้นงาน ที่จะทำการเจาะ
8. คลิกปุ่มคำสั่งขอบผิวที่เป็นวงกลม สำหรับใช้ร่วมศูนย์อ้างอิง (Reference

Concentric)

9. คลิกบริเวณขอบผิวชิ้นงานที่เป็นวงกลม

10. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป

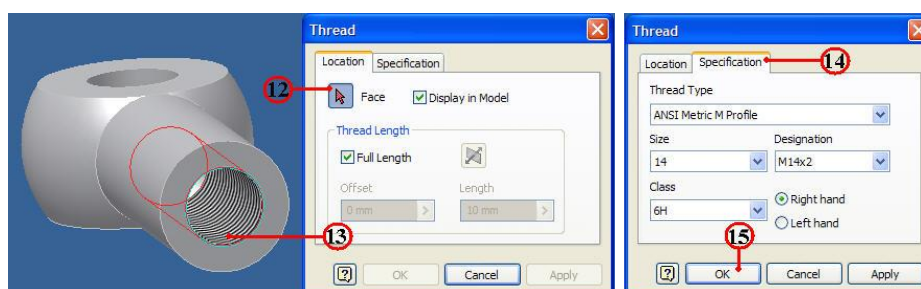


11. คลิกปุ่มคำสั่ง  Thread ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

12. คลิกปุ่มคำสั่ง Face เลือกพื้นผิวทรงกระบอก

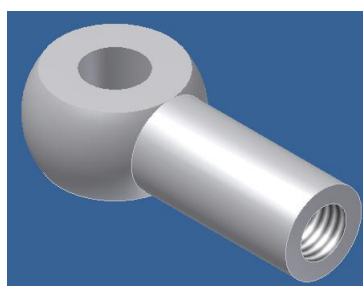
13. คลิกเลือกบริเวณพื้นผิวภายในรูทรงกระบอก โปรแกรมจะแสดงภาพ (Preview)

พื้นผิวลักษณะรูปเกลียวที่ผิวทรงกระบอก



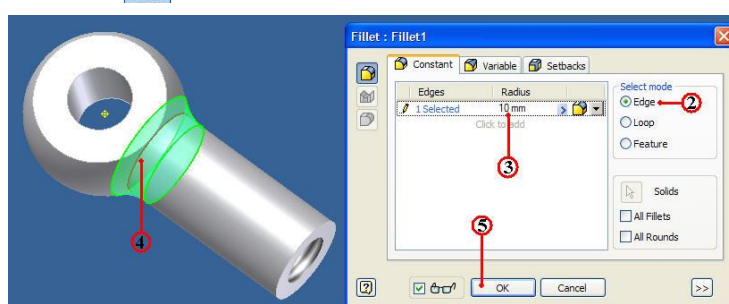
14. คลิกแถบคำสั่ง Specification และกำหนดรายละเอียดของเกลียวต่างๆ เช่น Metric M Profile, M14x2, Right hand

15. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป

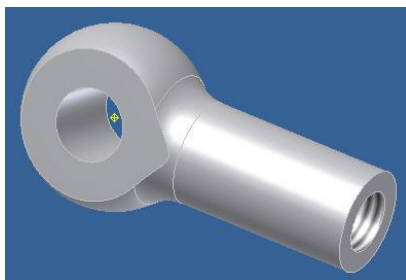


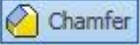
ขั้นตอนที่ 10 การลบมุมชิ้นงาน ด้วยคำสั่ง Fillet และ คำสั่ง Chamfer

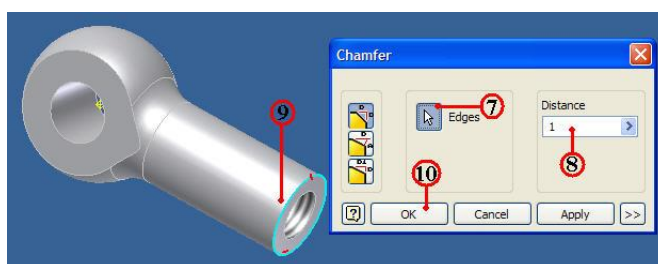
1. .คลิกปุ่มคำสั่ง  Fillet ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar



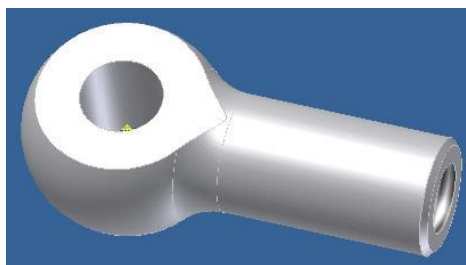
2. คลิกเลือกคำสั่ง Edge เป็นการเลือกขอบวัตถุที่ต้องการลบมุม
3. คลิกป้อนรัศมีลบมุมโค้ง พิมพ์ค่า 10 mm.
4. คลิกเลือกขอบมุมของวัตถุ จะแสดงภาพ (Preview) ลักษณะการลบมุมโค้งตามรัศมี
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป



6. คลิกปุ่มคำสั่ง  Fillet ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
7. คลิกเลือกคำสั่ง Edge เป็นการเลือกขอบวัตถุที่ต้องการลบมุม
8. คลิกป้อนระยะทางลบมุม พิมพ์ค่า 1 mm.
9. คลิกเลือกขอบมุมด้านปลายของวัตถุ จะแสดงภาพ (Preview) ลักษณะการลบมุม



10. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน และ บันทึกไฟล์ (Save) ชื่อ Adjust Slide Jaws Support จะปรากฏแสดงภาพชิ้นงานดังรูป

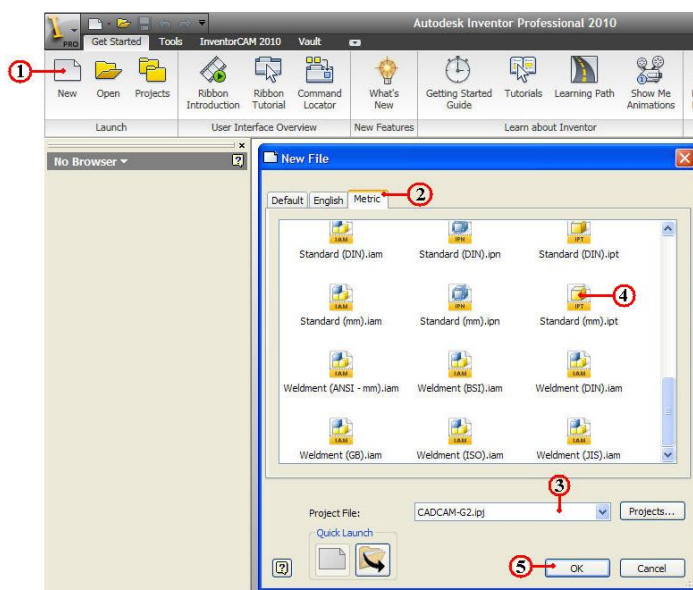


4.5 การสร้างโมเดลชิ้นส่วน 3 มิติ เฟลาตอค (Lock Shaft)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric

3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File



4. คลิกปุ่ม Icon ที่ไฟล์ชิ้นงาน Standard(mm).ipt

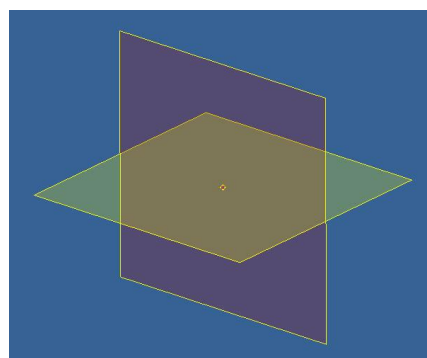
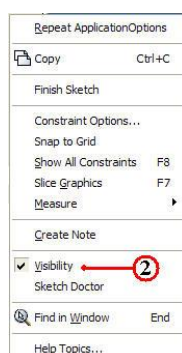
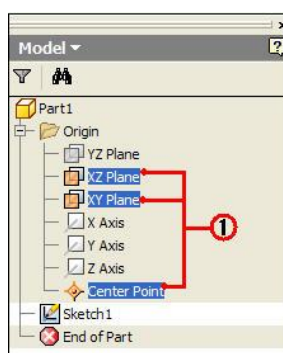
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดสเก็ตภาพ

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระนาบทำงาน (Work Features)

1. คลิกเมาส์ขวาที่ XZ Plane , XY Plane และ Center Point

2. คลิกเลือกใช้ ☒ Visibility หน้าจอความ Visibility คือให้แสดงผลที่หน้าจอภาพ

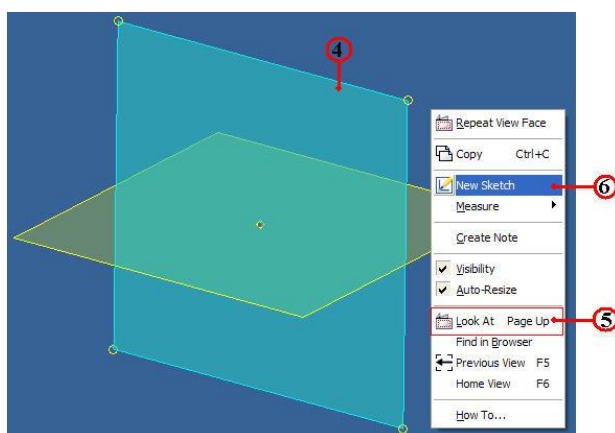
ที่ต้องใช้ระนาบทำงานร่วมกับการสเก็ตภาพของ XZ Plane , XY Plane และ Center Point ดังรูป



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish Sketch ออกจากโหมดสเก็ตภาพ เพื่อจะดูโหมดสเก็ตภาพของระนาบใหม่

4. คลิกระนาบ XZ Plane จากหน้าจอภาพ และคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏ Dialog Box

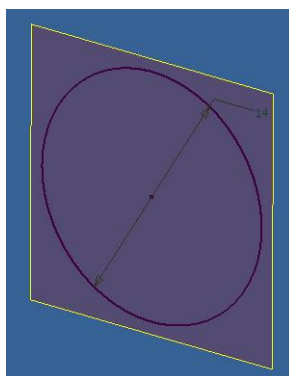
5. คลิกเลือก Look At Page Up ที่หน้าจอความ Look At Page Up เพื่อปรับระนาบที่เลือกให้ได้แนวระดับ และตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่



6. คลิกเลือก  ที่หน้าข้อความ New Sketch เพื่อกำหนดระนาบการสเก็ตภาพ จะปรากฏแถบระนาบ Sketch 2 เพิ่มขึ้น และเริ่มสเก็ตภาพจากระนาบทำงานนี้

ขั้นตอนที่ 3 สเก็ตภาพ 2 มิติ เฟลลอค (Lock Shaft)

1. สร้างเส้นรอบรูปหน้าตัด (Profile) ขึ้นส่วนหลัก (Base Feature)
2. กำหนดเงื่อนไขรูปทรง (Constraints) โดยเลือก
3. กำหนดขนาด (Dimension) ตามแบบงานที่กำหนด ฐานปากกา

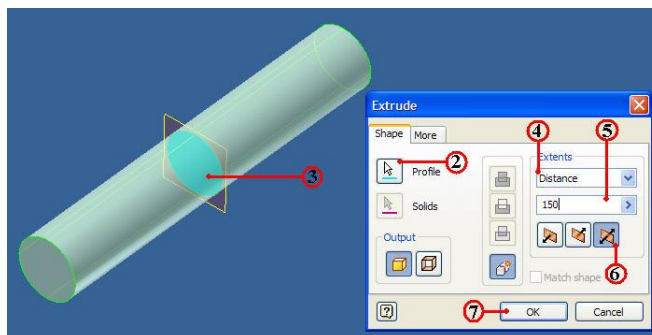


4. คลิกคำสั่ง  Finish Sketch สิ้นสุดการสเก็ตในระนาบทำงาน Sketch 2 แล้วหน้าจอภาพจะเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นส่วนโมเดล 3 มิติ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างวัตถุตัน (Solid Feature) ด้วยคำสั่งยืดวัตถุ (Extrude)

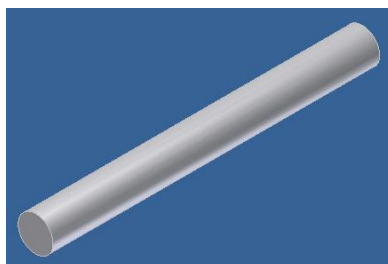
1. คลิกปุ่มคำสั่ง  Extrude ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile เพื่อเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูปหน้าตัด (Sketch Profile) โปรแกรมจะทำการเลือกให้อัตโนมัติ และยังแสดงภาพประกอบก่อนการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลือกวัตถุนี้ (Preview)
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เพื่อกำหนดวิธีการยืดวัตถุแบบป้อนเป็นระยะทาง

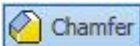
5. คลิกแถบคำสั่งป้อนระยะทาง 150 mm.



6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกทิศทาง ชนิดวัตถุยื่นออก 2 ด้าน (Two Side)

7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน



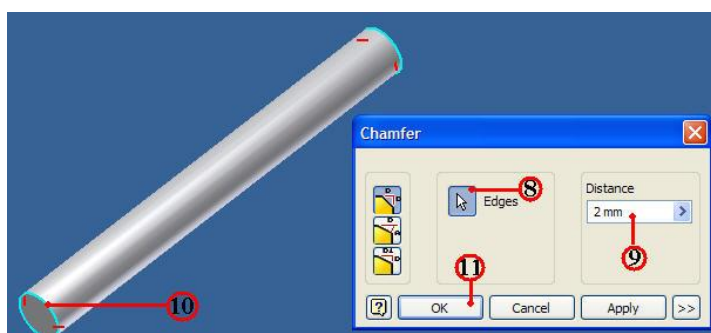
8. คลิกปุ่มคำสั่ง  Fillet ที่แถบคำสั่ง Ribbon Bar

9. คลิกเลือกคำสั่ง Edge เป็นการเลือกขอบวัตถุที่ต้องการลบมุม

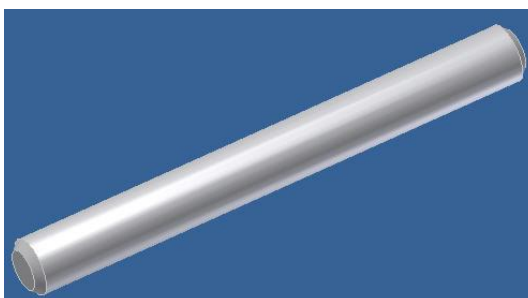
10. คลิกป้อนระยะทางลบมุม พิมพ์ค่า 2 mm.

11. คลิกเลือกขอบมุมด้านปลายของวัตถุ 2 ด้าน จะแสดงภาพ (Preview) ลักษณะการ

ลบมุม



12. คลิกปุ่มคำสั่ง OK เพื่อยืนยัน และ บันทึกไฟล์ (Save) ชื่อ Lock Shaft จะปรากฏ
แสดงภาพชิ้นงานดังรูป



แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ จงบอกความหมายและวิธีการใช้ สร้างวัตถุต้น โหมดคำสั่ง Create 1. Extrude 2. Revolve 3. Sweep 4. Loft 5. Coil จงบอกความหมายและวิธีการใช้ ปรับปรุงแก้ไขวัตถุต้น โหมดคำสั่ง Modify 6. Hole 7. Fillet 8. Chamfer

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้
9. Thread
.....
.....
10. Draft
.....
.....
10. UCS
.....
.....
จงอธิบายสรุปหลักการพื้นฐานสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ มา 5 ขั้นตอน มาพอสังเขป
1. Work Plane คือ.....
.....
.....
2. Cross section คือ.....
.....
.....
3. Base Feature คือ.....
.....
.....
4. Cut & Join คือ.....
.....
.....
5. Distance คือ
.....
.....

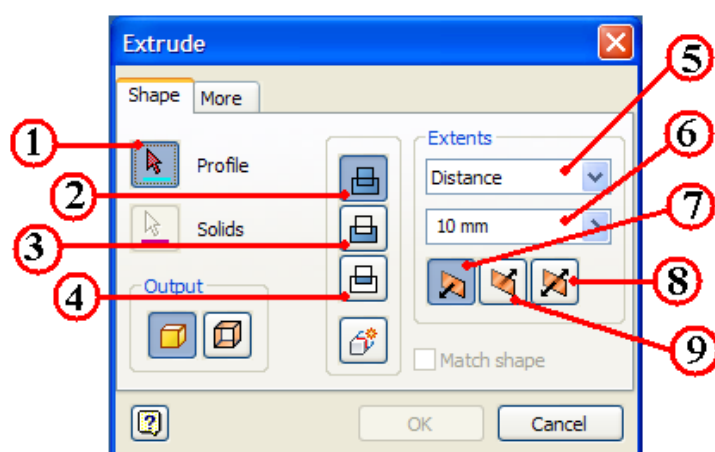
แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ
ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1. การเริ่มต้นสร้างไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ควรจะทำการสร้างที่เก็บหมวดหมู่ไฟล์ชิ้นงานไว้ที่ใด ก. Project File ข. Project One ค. New File ง. Open File 2. การกำหนดกระนาบทำงาน แล้วต้องการกำหนดจุดเริ่มต้นศูนย์โปรแกรมต้องเลือก ข้อใด ก. Origin ข. Origin Work ค. Center ง. Center Point 3. ถ้าเราต้องการทำการแก้ไขชิ้นส่วน 3 มิติ ในภายหลังเราสามารถคลิกเมาส์ขวาที่ไฟล์เดอร์คำสั่งที่ใช้สร้างวัตถุ ซึ่งอยู่ที่ใด ก. Browse Model ข. Status Bar ค. Graphic Windows ง. Modify Ribbon Bar 4. เมื่อเราคลิกเมาส์ขวาที่ไฟล์เดอร์คำสั่งที่ใช้สร้างวัตถุ จะปรากฏแถบคำสั่ง ให้เลือกข้อใดที่ใช้แก้ไขวัตถุต้น ในขั้นตอนนั้น ก. Edit Sketch ข. Share Sketch ค. Edit Modeling ง. Edit Feature 5. ถ้าต้องการเปิด-ปิด ให้เห็นชิ้นส่วนวัตถุหรือระนาบในบางครั้ง จะต้องคลิกแถบคำสั่งใด ก. Visibility ข. Show - Hide ค. Redefine ง. Properties

แบบประเมินผลการเรียนรู้

การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

จากภาพ จงตอบคำถามข้อที่ 6-10



6. หมายเลขใด เป็นปุ่มคำสั่ง ใช้กำหนดเลือกเส้นรอบรูป

- ก. 1.
- ข. 2.
- ค. 3.
- ง. 4.

7. หมายเลขใด เป็นปุ่มคำสั่ง ใช้ยึดเนื้อออกจากวัตถุ

- ก. 1.
- ข. 2.
- ค. 3.
- ง. 4.

8. หมายเลขใด เป็นปุ่มคำสั่ง ใช้กำหนดชนิดการยึดของวัตถุ

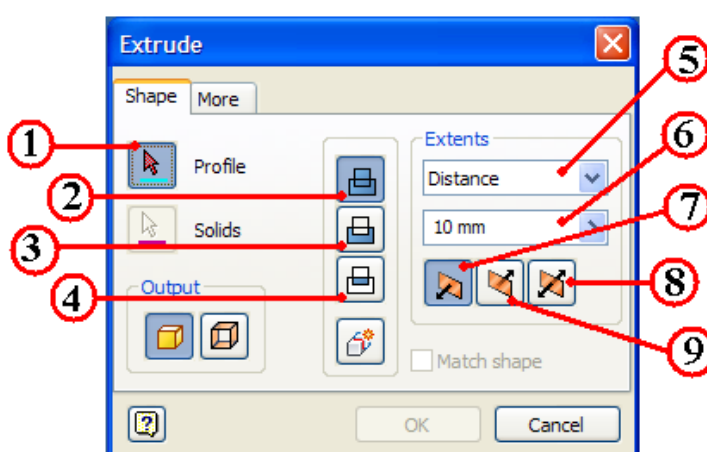
- ก. 5.
- ข. 6.
- ค. 7.
- ง. 8.

แบบประเมินผลการเรียนรู้

การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

จากภาพ จงตอบคำถามข้อที่ 6-10



ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

9. หมายเลขใด มิใช่ เป็นปุ่มคำสั่ง ใช้กำหนดทิศทางการยืด

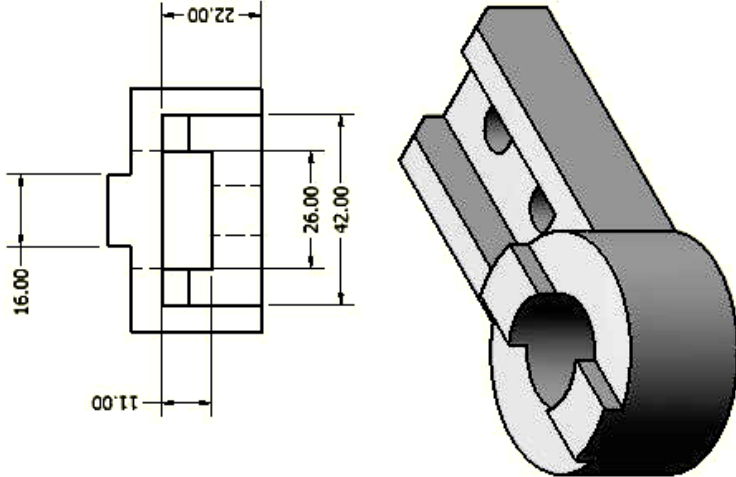
- ก. 5.
- ข. 6.
- ค. 7.
- ง. 8.

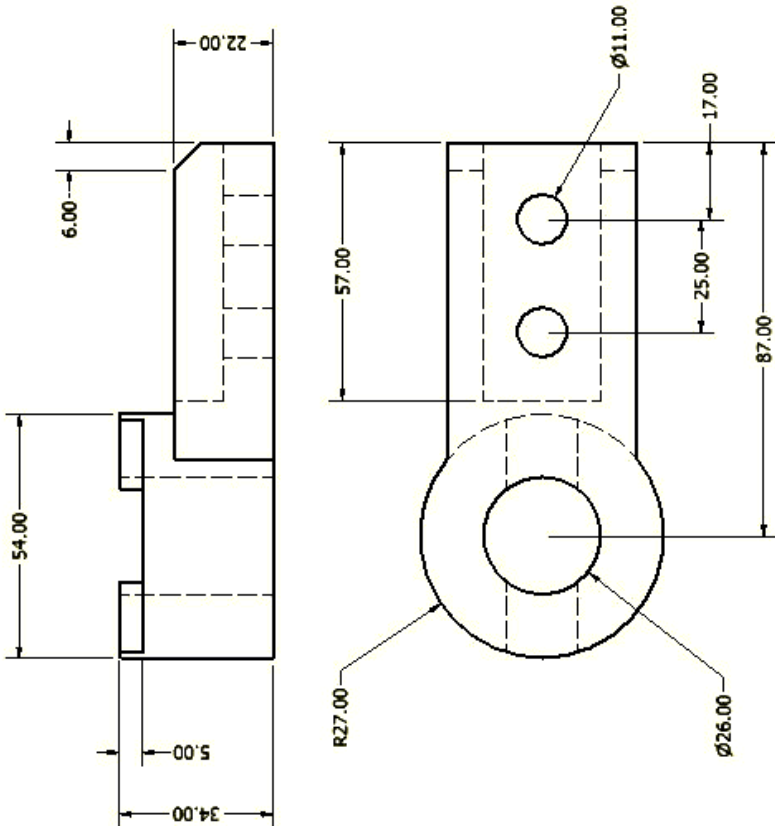
10. หมายเลขใด เป็นปุ่มคำสั่ง ใช้สำหรับยืดวัตถุออกไปทั้งสองด้านพร้อมกัน

- ก. 5.
- ข. 6.
- ค. 7.
- ง. 8.

บทที่ 4	การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ	ใบงานที่
		1

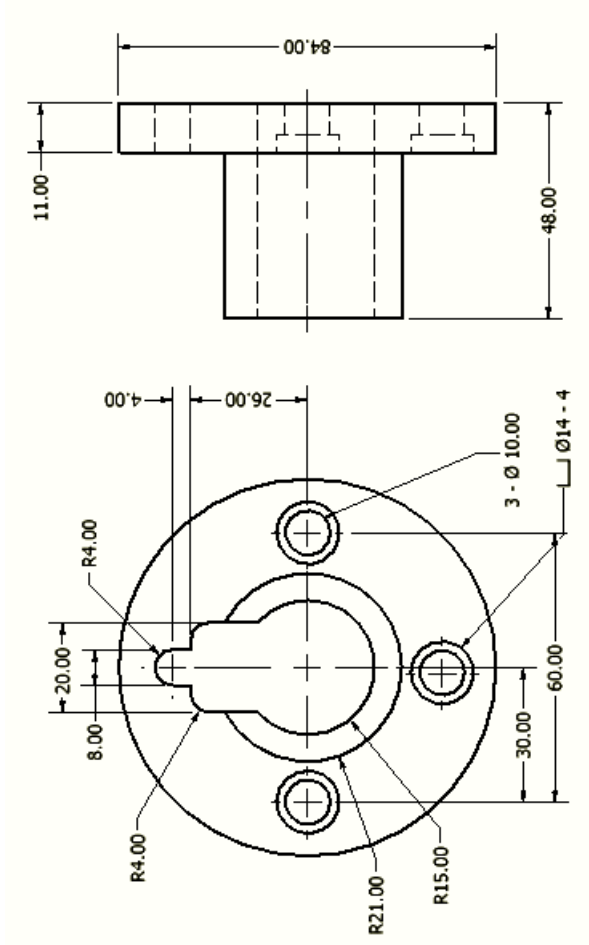
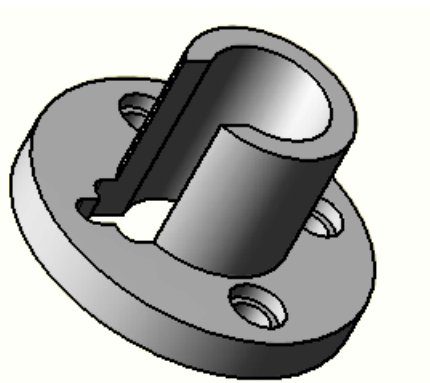
1. ให้สร้างแบบชิ้นงาน 3 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 120 นาที





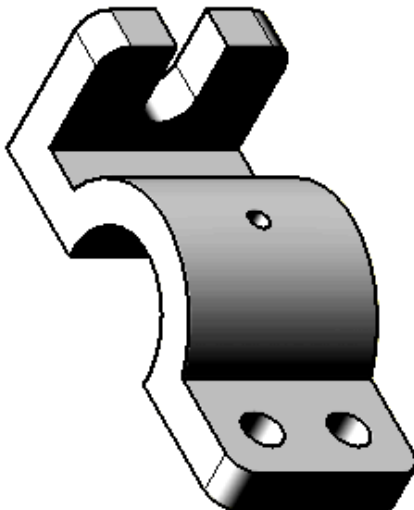
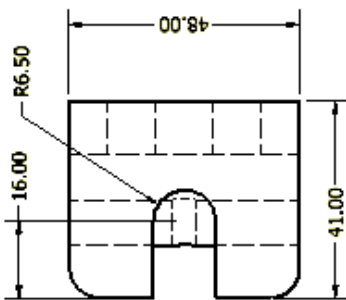
บทที่ 4	การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ	ใบงานที่
		2

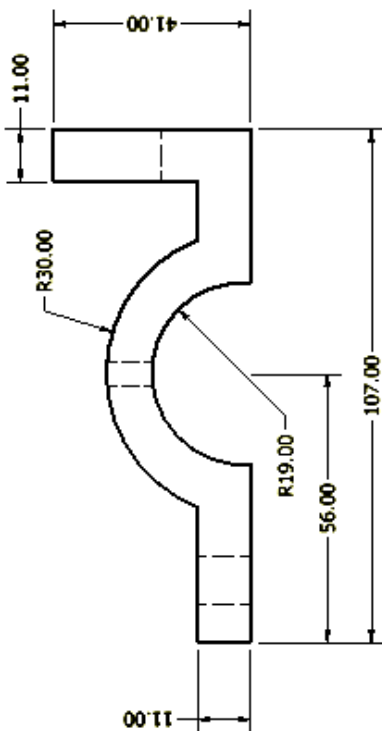
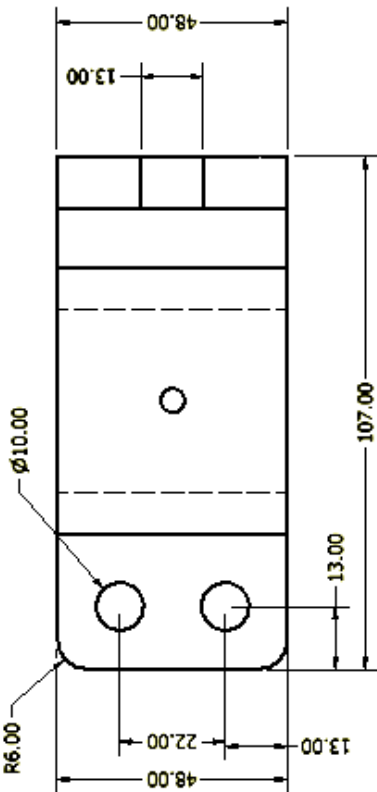
1. ให้สร้างแบบชิ้นงาน 3 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 120 นาที

บทที่ 4	การสร้างภาพชิ้นส่วน 3 มิติ	ใบงานที่
		3

1. ให้สร้างแบบชิ้นงาน 3 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 120 นาที





บทที่ 5

การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ

(Assembly)

แนวคิด

ภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ เป็นเครื่องมือช่วยสำหรับการออกแบบชิ้นงาน ที่มีการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งมีความจำเป็นการใช้ตรวจสอบการประกอบ ขนาดและรูปทรงการประกอบ หลักการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ ที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน โดยที่ต้องมีการนำชิ้นส่วนภายในและภายนอก ของโปรแกรมเข้ามาทำการประกอบ ด้วยคำสั่งเงื่อนไขการประกอบที่จะต้องมีการกำหนดลำดับขั้นตอน เปรียบเสมือนกับประกอบชิ้นงานจริง จึงจะทำให้การประกอบชิ้นส่วนมีความสมบูรณ์ถูกต้อง เพื่อนำไปจำลองทดสอบการเคลื่อนไหวได้เช่นกัน

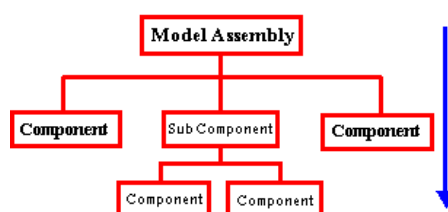
1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ

การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ เป็นการนำภาพชิ้นส่วนต่างๆ เข้ามาทำการประกอบ เพื่อให้เห็นการทำงานร่วมกันเช่น ขนาด ผิวสัมผัส ตำแหน่งชิ้นส่วน กลไกการเคลื่อนที่ สำหรับออกแบบชิ้นส่วนให้มีความถูกต้องและใช้ตรวจสอบการประกอบของผลิตภัณฑ์นั้น

1.1 ประเภทวิธีการประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ (3D Model Assembly)

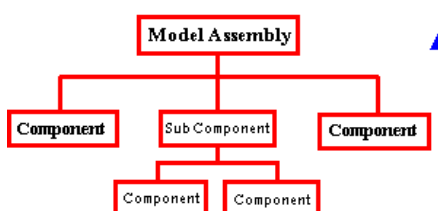
การประกอบชิ้นส่วนโมเดลเป็นการสร้างแบบประกอบชิ้นงาน 3 มิติ ซึ่งจะแบ่งประเภทของวิธีการประกอบชิ้นส่วนได้ 2 อย่างคือ

1. Top-Down Modeling เป็นการสร้างไฟล์ประกอบชิ้นส่วนหลักก่อน จากนั้นก็ทำการสร้างชิ้นส่วนย่อย (Component) เพิ่มเติมต่อจากชิ้นส่วนหลักต่อไปเป็นลำดับ เพื่อสร้างชิ้นส่วนในระดับส่วนขึ้นการประกอบ และสร้างชิ้นส่วนแยกย่อยๆ ลงไปอีกในแต่ละชิ้นส่วน (Sub Component) ในระดับส่วนขึ้นการประกอบถัดลงไปเป็นชั้นๆ ซึ่งการสร้างไฟล์ชิ้นงานแต่ละชั้นที่สร้างขึ้นนั้นจะมีความเชื่อมโยงกัน



รูปที่ 5.1 ผังการประกอบแบบ Top-down Modeling

2. Bottom-Up Modeling เป็นการสร้างไฟล์ชิ้นส่วนหลายไฟล์ที่ทำการสร้างเก็บไว้อยู่แล้ว จากนั้นก็เรียกเข้ามาประกอบร่วมกัน ซึ่งจะมีความเชื่อมโยงเฉพาะในส่วนเงื่อนไขสำหรับการประกอบเท่านั้น แต่ไฟล์ชิ้นงานแต่ละชิ้นงานจะมีความอย่างอิสระในปรับปรุงการแก้ไข



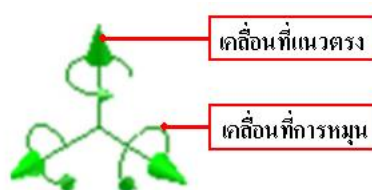
รูปที่ 5.2 ผังการประกอบแบบ Bottom Up Modeling

การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ จะเลือกใช้วิธีการประกอบแบบ Bottom-up Modeling โดยที่จะต้องสร้างไฟล์ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นด้วยโปรแกรม Autodesk Inventor (Part .ipt) ขึ้นมาก่อนแล้วจึงนำมาประกอบเข้าด้วยกันในไฟล์ Assembly และควรจะต้องสร้าง Project File สำหรับเก็บไฟล์ชิ้นงานแต่ละชิ้นส่วนอยู่ใน Project File เดียวกัน โดยชิ้นส่วนที่ถูกนำเข้ามา

ประกอบในไฟล์ Modeling Assembly ก็ยังสามารถทำการปรับปรุงแก้ไขได้ (Part Modify) ในขณะที่อยู่ในโหมด Assembly

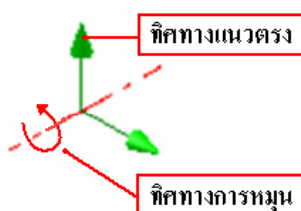
1.2 องศาอิสระการเคลื่อนที่ (Degree of Freedom)

การเคลื่อนที่ของวัตถุสำหรับการประกอบชิ้นส่วน จำเป็นจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับ องศาอิสระการเคลื่อนที่ (Degree of Freedom) เพื่อที่จะได้กำหนดเงื่อนไขการประกอบชิ้นส่วน ซึ่งมีการเคลื่อนที่อยู่ 6 ทิศทาง แบ่งออกเป็น การเคลื่อนที่แนวตรงตามแกน (X, Y, Z) จำนวน 3 ทิศทาง และการเคลื่อนที่การหมุนตามแนวแกน (A, B, C) จำนวน 3 ทิศทาง



รูปที่ 5.3 สัญลักษณ์องศาอิสระการเคลื่อนที่

การประกอบชิ้นส่วนในแต่ละชิ้นจะต้องมีการกำหนดองศาอิสระการเคลื่อนที่ เพื่อให้ชิ้นส่วนนั้นได้เคลื่อนที่ทิศทางตามที่ต้องการหรือ เคลื่อนที่ตามทิศทางของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเพื่อใช้ในการตรวจสอบชิ้นส่วน ขนาด ตำแหน่ง ระยะทาง ของการประกอบชิ้นส่วน หรือวิเคราะห์ชิ้นส่วนต่างๆขึ้น เพื่อจำลองการเคลื่อนไหวตามสภาพการปฏิบัติงานจริง ยกตัวอย่างเมื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบกันก็จะทำให้องศาอิสระการเคลื่อนที่ที่ถูกจำกัด โดยมีองศาอิสระการเคลื่อนที่อยู่ 3 ทิศทาง ซึ่งเป็นทิศทางแนวตรงตามแกน 2 ทิศทาง และทิศทางการหมุนรอบแกน 1 ทิศทาง ดังรูป



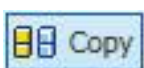
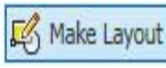
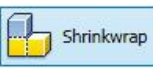
รูปที่ 5.4 แนวทิศทางองศาอิสระการเคลื่อนที่

2. การสร้างชิ้นส่วนภาพประกอบ โหมดคำสั่ง Component

คำสั่งที่ใช้สำหรับนำไฟล์โมเดลชิ้นส่วน 3 มิติ เข้ามาทำการประกอบร่วมกัน โดยจะต้องนำเอาชิ้นส่วนหลักหรือชิ้นส่วนที่อยู่กับที่เข้ามาเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงนำชิ้นส่วนย่อยๆนำเข้ามาประกอบทีละชิ้น หรือทำการวางชิ้นส่วนครั้งละหลายชิ้นก็ได้ และก็ยังสมารถที่จะทำการ

สร้างจำนวนชิ้นส่วนประกอบเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งนักศึกษาจะต้องมีความเข้าใจลำดับการประกอบชิ้นส่วน ชิ้นส่วนย่อย และคำสั่งในสร้างชิ้นส่วนขึ้นใหม่สำหรับการประกอบแต่ละครั้ง

ตารางที่ 5.1 คำสั่งสร้างชิ้นส่วนประกอบ

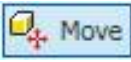
รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Place	คำสั่งนำไฟล์ชิ้นงาน (Part) เข้ามาวางในไฟล์การประกอบชิ้นส่วน (Assembly)
	Place from Content Center	คำสั่งนำไฟล์ชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standard Part) เข้ามาใช้ในไฟล์การประกอบชิ้นส่วน (Assembly)
	Create	คำสั่งสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่ (New Part) ในไฟล์การประกอบชิ้นส่วน (Assembly)
	Pattern	คำสั่งคัดลอกไฟล์ชิ้นส่วน (Part) ในไฟล์การประกอบ (Assembly) แบบสี่เหลี่ยม และแบบวงกลม
	Copy	คำสั่งคัดลอกไฟล์ชิ้นส่วน (Part) ในไฟล์การประกอบ (Assembly) ตามตำแหน่งที่ต้องการกำหนด
	Mirror	คำสั่งคัดลอกไฟล์ชิ้นส่วน (Part) ในไฟล์การประกอบ (Assembly) แบบกระจกเงา ตามแนวแกน
	Replace	คำสั่งสับเปลี่ยนไฟล์ชิ้นส่วน (Part) เข้ามาแทนที่ตำแหน่งของไฟล์ชิ้นส่วนเดิม ในไฟล์ประกอบ (Assembly)
	Replace All	คำสั่งสับเปลี่ยนไฟล์ชิ้นส่วนประกอบกัน (Part Assembly) เข้ามาแทนที่ตำแหน่งของไฟล์ชิ้นส่วนประกอบกันอยู่เดิม
	Make Layout	คำสั่งสร้างเส้นร่างแบบ (Layout) ขณะการประกอบชิ้นส่วน เพื่อช่วยสร้างชิ้นส่วนย่อยๆ ใหม่ (New) ให้ต่อเนื่องกัน
	Shrinkwrap	คำสั่งสร้างโครงชิ้นส่วนภายนอก (Wrap) ของการไฟล์ชิ้นส่วนประกอบ ให้มีขนาดไฟล์ชิ้นส่วนประกอบลดลง

3. การใช้ตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนการประกอบ โหมดคำสั่ง Position

คำสั่งที่ช่วยในการวางภาพชิ้นส่วน หรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วน ทั้งก่อนและหลังการประกอบ เพื่อสะดวกในการประกอบหรือตรวจสอบ ของแต่ละส่วน ชิ้นส่วนหลักและชิ้นส่วนย่อย ซึ่งก็มี

ผลต่อมีเงื่อนไขการประกอบ เมื่อมีการมีการเคลื่อนที่ตำแหน่งเดิม นักศึกษาจึงต้องจดจำเงื่อนไขการประกอบที่สัมพันธ์กับชิ้นส่วนอื่นๆ ว่าจะมีผลต่อเนื่องกับชิ้นส่วนนั้นเป็นอย่างไรด้วย

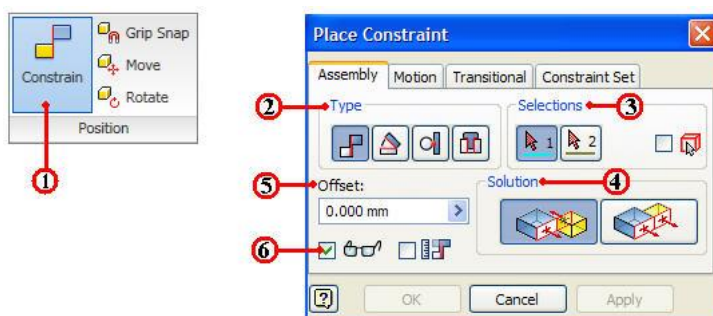
ตารางที่ 5.2 คำสั่งกำหนดตำแหน่งประกอบชิ้นส่วน Position

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Constrain	คำสั่งตัวบังคับเงื่อนไขการประกอบชิ้นงาน (Constraints) เลือกลักษณะวิธีการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Type)
	Grip Snap	คำสั่งเคลื่อนย้ายไฟล์ชิ้นส่วน (Part) อย่างอิสระทั้งแนวตรงแนวการหมุน ในไฟล์การประกอบชิ้นส่วน (Assembly)
	Move	คำสั่งเคลื่อนย้ายไฟล์ชิ้นส่วน (Move) ไปตามตำแหน่งที่ต้องการ ในไฟล์การประกอบชิ้นส่วน (Assembly)
	Rotate	คำสั่งการหมุนไฟล์ชิ้นส่วน (Rotate) ไปตามตำแหน่งที่ต้องการ ในไฟล์การประกอบชิ้นส่วน (Assembly)

3.1 ตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วน คำสั่ง Constraints

เป็นตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนสำหรับการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อทำการคลิกเลือกคำสั่ง Constraints จะปรากฏ Dialog Box ของ Place Constraints ซึ่งจะประกอบด้วยแถบหน้าต่าง 4 ส่วนคือ Assembly, Motion, Transitional, Constraints Set โดยทั่วไปสำหรับการประกอบจะใช้ส่วนของแถบคำสั่ง Assembly และปุ่มคำสั่งย่อยๆ ในแต่ละกลุ่มคำสั่งเพิ่มเติมอีก ดังนั้นนักศึกษาคควรทำความเข้าใจ จัดลำดับแบบชิ้นงานประกอบ และศึกษาในรายละเอียดย่อยของแต่ละคำสั่งดังนี้

1. Constraints เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อเลือกโหมดคำสั่งที่ใช้สำหรับการประกอบชิ้นส่วน
2. Type เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อเลือกตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วน ตามลักษณะการใช้งานแบ่งออกเป็น 4 แบบคือ Mate, Angle, Tangent, Insert

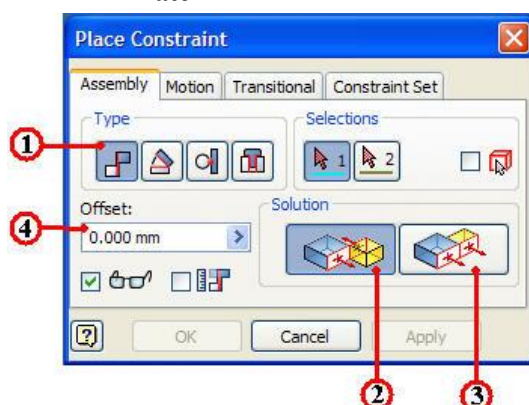


3. Selection เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อกำหนดเลือกชิ้นงานลำดับแรก หรือชิ้นส่วนลำดับสอง สำหรับการจับลำดับการประกอบชิ้นส่วน
4. Solution เป็นปุ่มคำสั่งที่เลือกวิธีลักษณะในการประกอบชิ้นส่วน ในแต่ละคำสั่งที่แยกย่อยออกมา
5. Offset เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อใช้สำหรับเลือกป้อนค่าระยะทาง ค่ามุมมองฯ ของชิ้นส่วนที่มีการประกอบร่วมกันในแต่ละชนิดตัวบังคับเงื่อนไขการประกอบ
6. Preview Constraints เป็นปุ่มคำสั่งแสดงภาพตัวอย่างการประกอบชิ้นส่วน เพื่อให้พิจารณาก่อนตัดสินใจเปลี่ยนแปลง หรือยืนยันการประกอบชิ้นส่วน

3.2 การใช้ตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนการประกอบ 4 แบบ

การใช้ตัวเงื่อนไขบังคับการประกอบชิ้นส่วน ในกล่องโต้ตอบของ Place Constraints ของแถบหน้าต่าง Assembly จะมีการใช้งานอยู่ 4 แบบ ได้แก่ Mate, Angle, Tangent, Insert สำหรับการเลือกใช้การประกอบชิ้นส่วนให้ได้ตามสภาพงานจริง ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละทางเลือกดังนี้

3.2.1 ตัวบังคับเงื่อนไขแบบ Mate

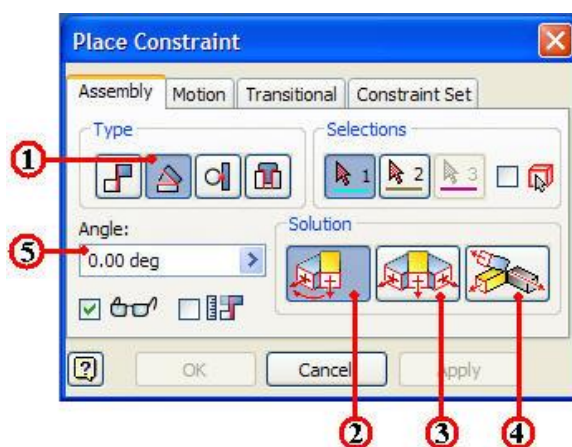


1. ปุ่มคำสั่งตัวบังคับเงื่อนไข Mate  เป็นตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนแบบประกบ หรือระนาบเสมอกัน โดยสามารถใช้ตัวเลือกการประกอบได้แก่ พื้นผิว (Surface), แนวระนาบ (Planes), แนวแกน (Axis), เส้นขอบ (Edge), ตำแหน่งจุด (Point)
2. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Mate  เป็นการใช้ตัวเลือกของวัตถุมาประกบกันสัมผัสกัน หรือแนบติดกัน
3. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Flush  เป็นการใช้ตัวเลือกของวัตถุมาประกบกันอยู่ในระนาบ หรือ แนวเดียวกัน

4. แถบป้อนค่าระยะทาง เป็นการกำหนดระยะห่าง หรือขึ้นอยู่กับตัวเลือกของวัตถุ

3.2.2 ตัวบังคับเงื่อนไขแบบ Angle

1. ปุ่มคำสั่งตัวบังคับเงื่อนไข Angle  เป็นตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนแบบทำมุมกันระหว่างวัตถุ โดยสามารถใช้ตัวเลือกการประกอบได้แก่ พื้นผิว (Surface), แนวระนาบ (Planes), เส้นขอบ (Edge)



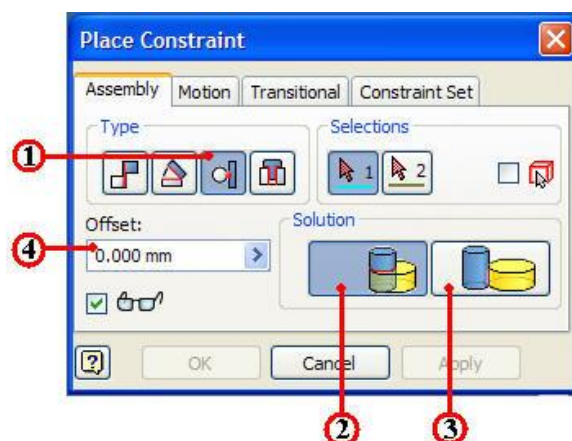
2. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Directed Angle  เป็นการวัดค่ามุมของวัตถุจากขวามือตามเข็มนาฬิกา และแนวหัวลูกศรต้องพุ่งในทิศทางเดียวกัน

3. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Undirected Angle  เป็นการกำหนดทิศทางของชิ้นส่วน เพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ทิศทางมีการปรับเปลี่ยนในระหว่างทำการบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วน

4. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Explicit Reference Vector  เป็นการกำหนดรูปทรงวัตถุที่ใช่เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการประกอบชิ้นส่วนของสองชุดแรก

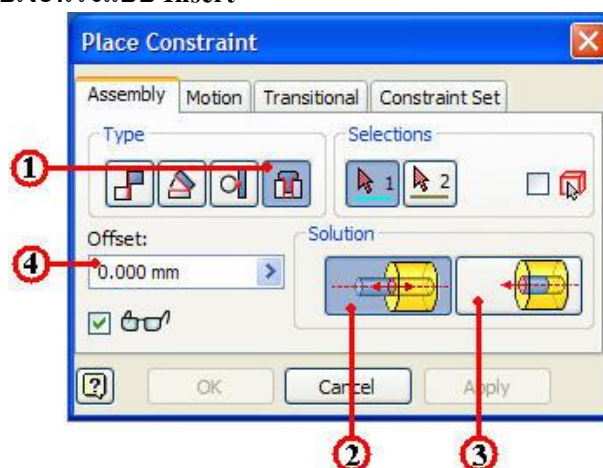
5. แถบป้อนค่ามุมมอง เป็นการกำหนดขนาดมุมมอง ระหว่างของตัวเลือกวัตถุ

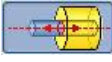
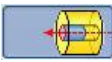
3.2.3 ตัวบังคับเงื่อนไขแบบ Tangent



1. ปุ่มคำสั่งตัวบังคับเงื่อนไข Tangent เป็นตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนแบบสัมผัสกันระหว่างวัตถุที่พื้นผิวราบกับวงกลม หรือ  กับวงกลม โดยสามารถใช้ตัวเลือกการประกอบได้แก่ พื้นผิว (Surface), แนวระนาบ (Planes)
2. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Inside  เป็นการสัมผัสพื้นผิวระหว่างของวัตถุที่อยู่ภายในซึ่งกันและกัน
3. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Outside  เป็นการสัมผัสพื้นผิวระหว่างของวัตถุที่อยู่ภายนอกซึ่งกันและกัน
4. แถบป้อนค่าระยะทาง เป็นการกำหนดระยะห่าง ระหว่างพื้นผิวสัมผัสทั้งสองของตัวเลือกวัตถุ

3.2.4 ตัวบังคับเงื่อนไขแบบ Insert



1. ปุ่มคำสั่งตัวบังคับเงื่อนไข Insert  เป็นตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วน แบบแทรกตรงกึ่งกลางระหว่างวัตถุที่เป็นวงกลมกับวงกลม โดยใช้ตัวเลือกบริเวณขอบผิวของวงกลม เป็นการประกอบชิ้นส่วน และบริเวณพื้นผิวขอบผิว (Face Edge) ทั้งสองจะสัมผัสติดกันได้แก่
2. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Opposed  เป็นการสัมผัสบริเวณพื้นผิวขอบ (Face Edge) วัตถุมีทิศทางตรงข้ามกัน
3. ปุ่มเลือกวิธีการประกอบ แบบ Aligned  เป็นการสัมผัสบริเวณพื้นผิวขอบ (Face Edge) วัตถุมีทิศทางแนวเดียวกัน
4. แถบป้อนค่าระยะทาง เป็นการกำหนดระยะห่าง ระหว่างพื้นผิวขอบสัมผัส (Face Edge) ระหว่างของวัตถุทั้งสอง

4. การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ

ในการประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ นักศึกษาต้องคำนึงถึงสภาพการกระบวนกรประกอบชิ้นงานจริง และต้องกำหนดชิ้นส่วนหลักก่อน (Reference Part) ให้มีความสัมพันธ์กับชิ้นส่วนรอง หรือ

ชิ้นส่วนย่อยๆ ที่นำประกอบ ซึ่งนักศึกษาจะต้องทำการฝึกทำแบบการประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ ที่มีชิ้นส่วนประกอบหลายรูปแบบ ตามตัวอย่างชิ้นงานสำหรับการประกอบของการสอนแบบ Step by Step ของปากกาจับงาน โดยมีขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนดังนี้

- 1 สร้างไฟล์ประกอบชิ้นส่วนใหม่ (New File . iam)
- 2 นำไฟล์ชิ้นส่วน (Place Component) เข้ามาวางในไฟล์ประกอบ
3. ตรวจสอบองศาอิสระการเคลื่อนที่ (DOF) ของชิ้นส่วน ด้วยการขยับเคลื่อนย้ายชิ้นส่วน
4. เลือกตัวบังคับเงื่อนไข (Constraints) ที่ใช้สำหรับประกอบชิ้นส่วน
5. เลือกใช้ตัวเลือกวัตถุสำหรับประกอบรวมชิ้นงาน ได้แก่ Surface, Planes, Edge, Point
6. กำหนดค่าป้อนระยะทางขนาน (Offset) ของตัวเลือกวัตถุการประกอบ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น

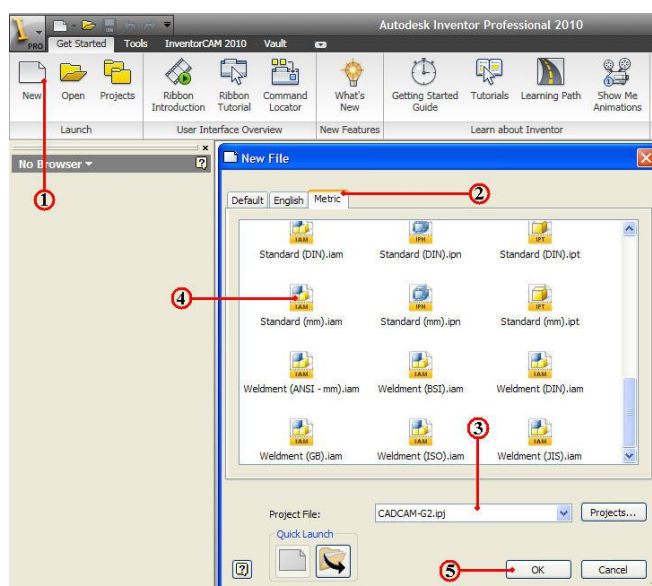
7. ทำตามข้อที่ 1- 6 เมื่อนำไฟล์ชิ้นส่วน (Part) เข้ามาเพื่อใช้ในไฟล์ประกอบโมเดลชิ้นงาน (Assembly File) และกำหนดตัวบังคับเงื่อนไขจนครบ องศาอิสระการเคลื่อนที่ (Fully Constraints)

8. ทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ จนเสร็จสิ้น
9. ทำการตรวจสอบชิ้นส่วนต่างๆ หรือปรับแก้ไขให้ถูกต้อง
10. ทำการบันทึกไฟล์ประกอบโมเดลชิ้นส่วน

4.1. การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติระหว่าง ฐานปากกา กับปากเลื่อน

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์ชิ้นงานใหม่

1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File (CADCAM-G2.ipj)



4. คลิกปุ่ม Icon  ที่ไฟล์ประกอบชิ้นงาน Standard(mm).iam

5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดการประกอบชิ้นส่วน

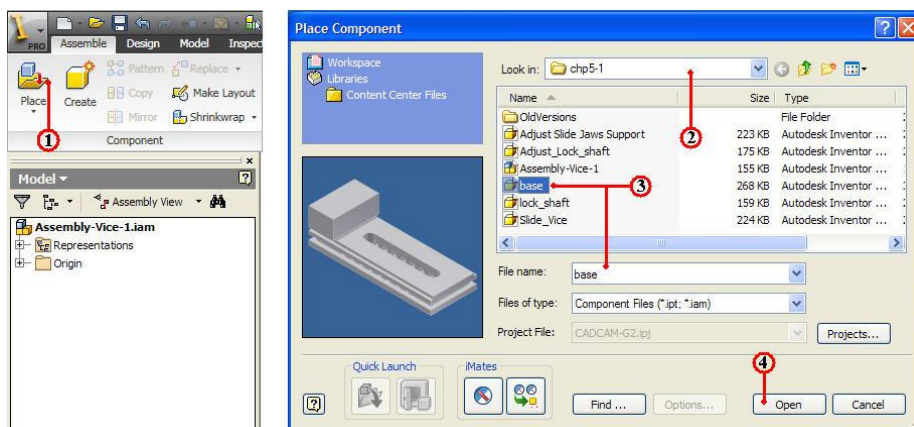
การสร้างภาพประกอบโมเดลชิ้นส่วนจะถูกเก็บด้วยไฟล์นามสกุล IAM โดยที่ไฟล์การประกอบจะทำหน้าที่ในการติดต่ออ้างอิงร่วมกันกับไฟล์ชิ้นงาน และกำหนดด้วยบังคับเงื่อนไข (Constraints) ของการประกอบของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่นำเข้ามาเท่านั้น ซึ่งจะมีความเป็นอิสระต่อกันและไม่มีต่อการไฟล์ชิ้นงานที่มีนามสกุล IPT และควรจะทำการเก็บไฟล์ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบทั้งหมดอยู่ในโฟลเดอร์ (Folder) เดียวกันเพื่อสะดวกในการเก็บและการติดต่อเชื่อมโยงไฟล์ (Link)

เมื่อมีการปรับเปลี่ยนแก้ไขไฟล์ชิ้นส่วนของการประกอบนั้น

ขั้นตอนที่ 2 นำไฟล์ชิ้นส่วนแรก (Place Component) เข้ามาวางในไฟล์ประกอบ

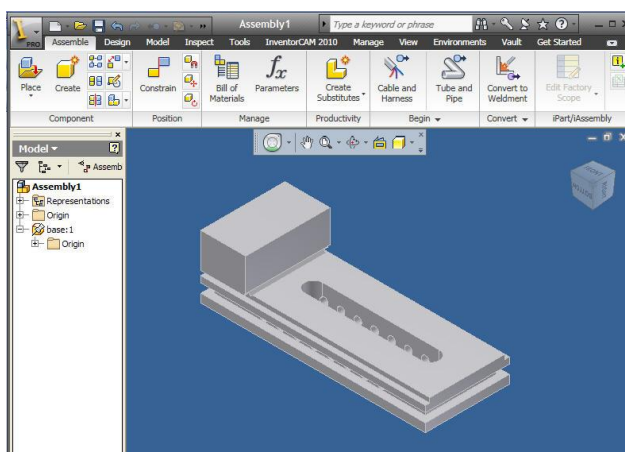
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Place  เป็นการนำไฟล์ชิ้นส่วนแรกเข้ามาประกอบ

2. เลือกที่เก็บไฟล์ชิ้นส่วนใน โฟลเดอร์ชื่อ chp5-1 ซึ่งนักศึกษาจะทำการเก็บรวบรวมไฟล์ชิ้นส่วนต่างๆ ของการประกอบชิ้นส่วน ไว้ในโฟลเดอร์เดียว



3. คลิกเลือกชื่อชิ้นส่วน base โดยสามารถดูภาพชิ้นส่วน (Preview) ขณะกำลังคลิกชิ้นส่วนและตรวจสอบชื่อในช่อง File name : base ให้ถูกต้องอีกครั้ง

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมจะนำชิ้นส่วนแสดงหน้าจอภาพการประกอบชิ้นส่วน

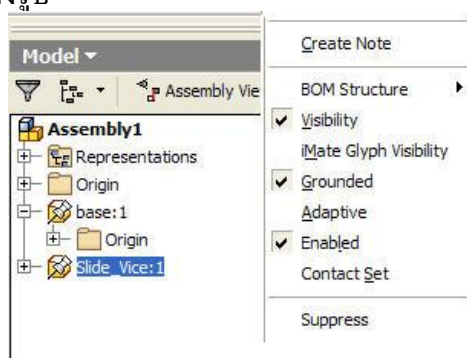


5. คลิกวางภาพชิ้นส่วนบริเวณกึ่งกลางจอภาพ

6. คลิกเมาส์ขวา แล้วคลิกเลือกคำสั่ง Done หรือกดปุ่ม ESC เพื่อออกจากคำสั่ง

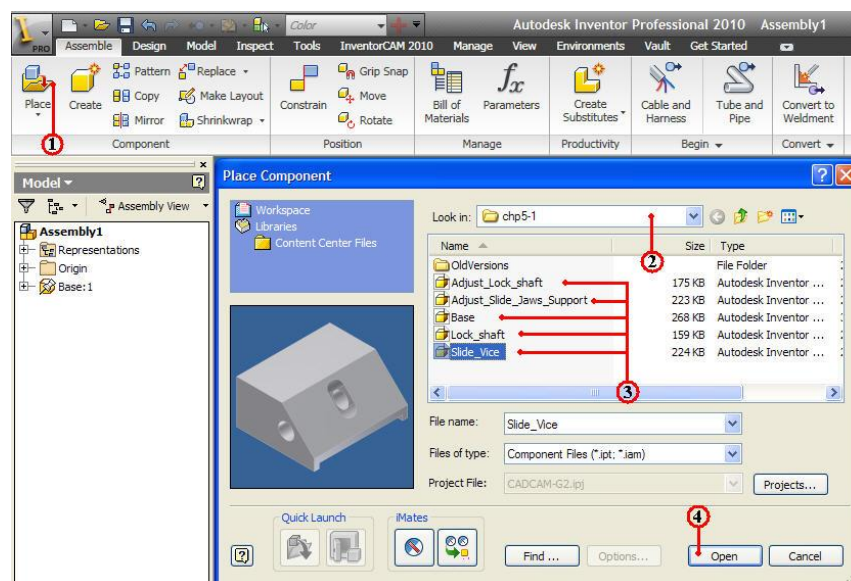
เมื่อนักศึกษาวางไฟล์ชิ้นส่วนแรกลงในการประกอบ จุดเริ่มต้น (Origin) ของไฟล์ชิ้นส่วนจะตรงกับจุดเริ่มต้นของไฟล์ประกอบชิ้นส่วน ณ ตำแหน่ง XYZ (0,0,0) โดยที่องค์ประกอบของระบบพิกัดเริ่มต้นจะอยู่ในแนวเดียวกัน

ค่าเริ่มต้นของชิ้นส่วนแรกและเป็นชิ้นส่วนหลักในโมเดลการประกอบ ชิ้นส่วนแรกจะถูกยึดอยู่กับที่ องศาอิสระเคลื่อนที่จะถูกลบออกและไม่สามารถทำการเคลื่อนย้ายได้ เมื่อทำการเรียกชิ้นส่วนอื่นๆมาประกอบ ชิ้นส่วนนั้นก็จะเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นส่วนหลัก เมื่อชิ้นส่วนที่ยึดอยู่กับที่ (Grounded) จะมีการแสดงหมุดย้ำที่ Browse  และเรายังสามารถที่จะกำหนดชิ้นส่วนใดๆก็ได้ให้ยึดอยู่กับที่ ด้วยคลิกเลือกวัตถุชิ้นนั้น แล้วคลิกเมาส์ขวา จากนั้นคลิกเลือกแถบคำสั่ง Grounded ดังรูป

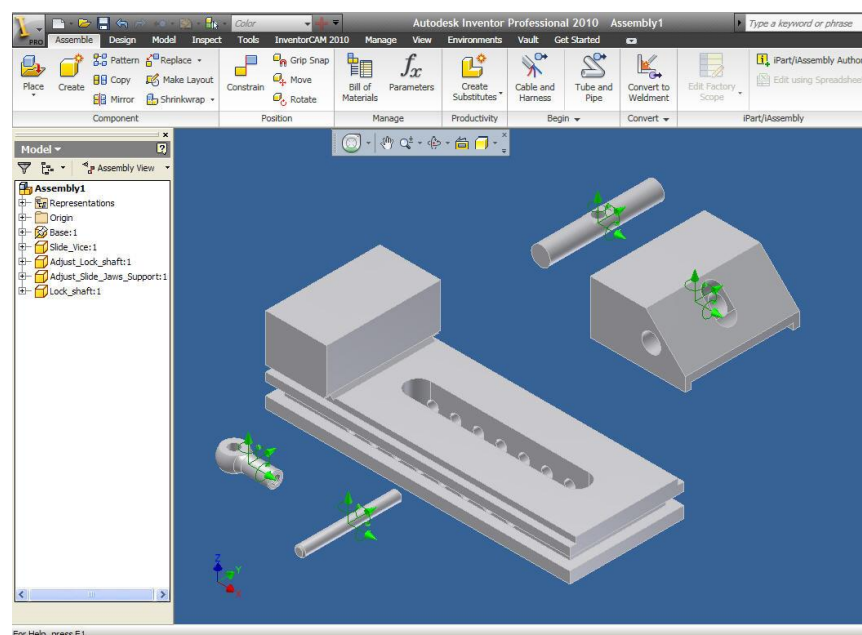


ขั้นตอนที่ 3 นำไฟล์ชิ้นส่วนอื่นๆ (Place Component) เข้ามาวางในไฟล์ประกอบ

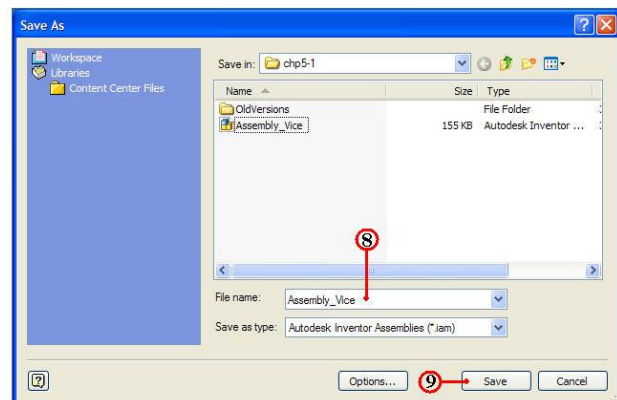
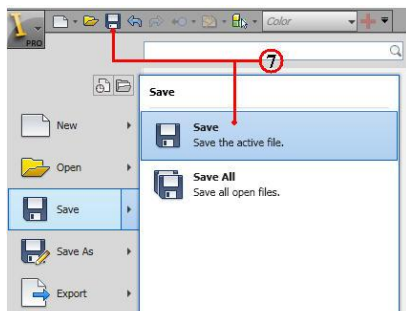
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Place  เป็นการนำไฟล์ชิ้นส่วนแรกเข้ามาประกอบ
2. เลือกที่เก็บไฟล์ชิ้นส่วนใน โฟลเดอร์ชื่อ chp5-1



3. คลิกเลือกชื่อชิ้นส่วนอื่นๆ ได้แก่ Slide_Vice โดยสามารถดูภาพชิ้นส่วน (Preview) ขณะกำลังคลิกชิ้นส่วนและตรวจสอบชื่อในช่อง File name : Slide_Vice ให้ถูกต้องอีกครั้ง
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมจะนำชิ้นส่วนแสดงหน้าจอภาพ
5. คลิกวางภาพชิ้นส่วนอื่นๆทั้งหมด บริเวณกึ่งกลางจอภาพ
6. คลิกเมาส์ขวา แล้วคลิกเลือกคำสั่ง Done หรือกดปุ่ม ESC เพื่อออกจากคำสั่ง จากนั้นทำตามข้อ 3-6 เลือกชื่อชิ้นส่วนอื่นๆทั้งหมด ได้แก่ Adjust_Lock_Shaft, Adjust_Slide_Jaws_Support , Lock_Shaft เพื่อนำชิ้นส่วนเข้าสู่ไฟล์ประกอบ ดังรูป

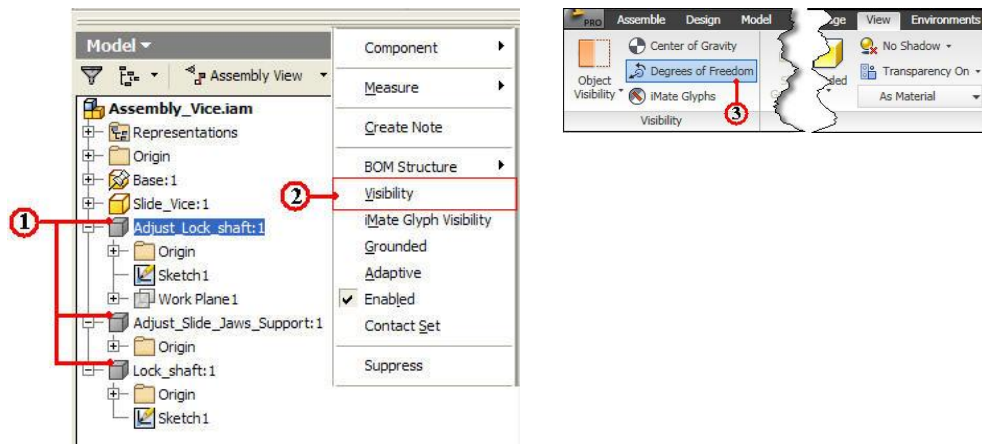


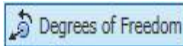
7. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  ของไฟล์ประกอบชิ้นส่วน จากแถบเมนูบาร์ หรือนุ่มคำสั่ง Inventor P  จะปรากฏ Dialog Box
8. คลิกแถบ File name พิมพ์ป้อนชื่อ Assembly_Vice
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Save เพื่อบันทึกไฟล์ประกอบชิ้นส่วน

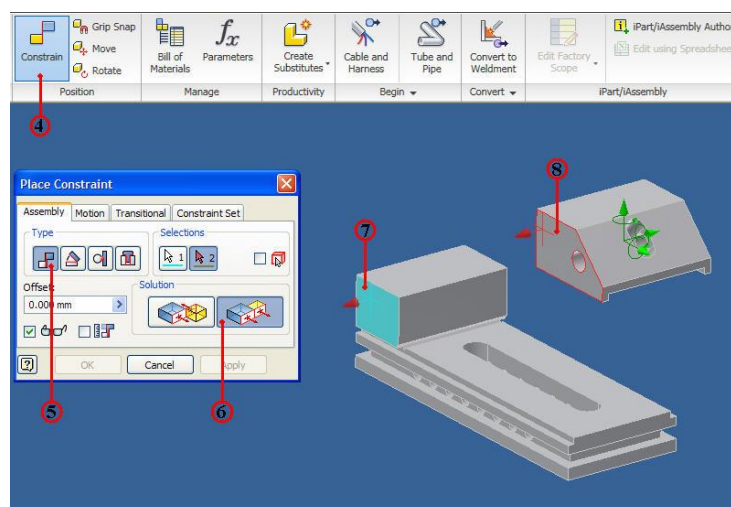


ขั้นตอนที่ 4 ประกอบชิ้นส่วนฐานปากกา (Base) กับปากเลื่อน (Slide_Vice)

1. คลิกเลือกชิ้นส่วน Adjust_Lock_Shaft ที่ไม่ต้องการให้แสดงภาพ ที่แถบเมนู Browse Model แล้วคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏแถบคำสั่ง
2. คลิกแถบคำสั่ง Visibility ให้เอาเครื่องหมายถูกออก  หน้าข้อความ Visibility จากนั้นก็ให้ทำตามข้อ 1-2 กับชิ้นส่วนต่อไปนี้ Adjust_Slide_Jaws_Support , Lock_Shaft เพื่อสะดวกในการประกอบ และเมื่อต้องการทำการประกอบชิ้นส่วนใด มาคลิกเครื่องหมายถูก  หน้าข้อความ Visibility ภาพชิ้นส่วนนั้นก็แสดงออกมา



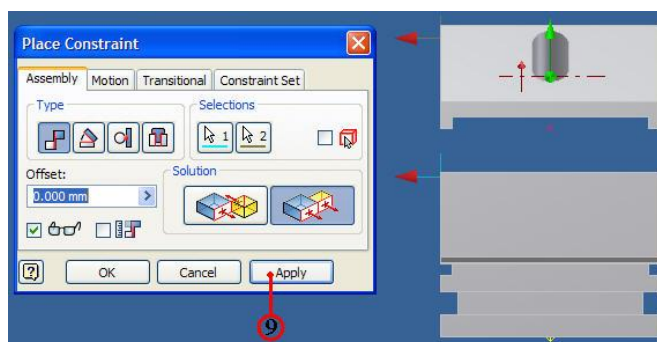
3. คลิกแถบคำสั่ง Visibility Ribbon Bar แล้วคลิกปุ่มคำสั่ง  Degrees of Freedom เพื่อแสดงองศาอิสระการเคลื่อนที่ และสะดวกในตรวจสอบการประกอบ
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Place Constraints
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Mate เป็นการประกอบชิ้นส่วนแบบ ประกบติดกัน
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Flush เป็นการเลือกประกบติดแบบอยู่ระนาบเดียวกัน



7. คลิกเลือกพื้นผิวด้านข้างบริเวณปากกาของชิ้นส่วนฐาน (Base)

8. คลิกเลือกพื้นผิวด้านข้างบริเวณปากเลื่อนของชิ้นส่วนปากเลื่อน (Slide_Vice)
จากนั้นชิ้นงานของปากเลื่อนจะเคลื่อนที่เข้ามาอยู่ในระนาบเดียวกัน

9. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง Apply
ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกจำกัดไปด้วย ดังรูป

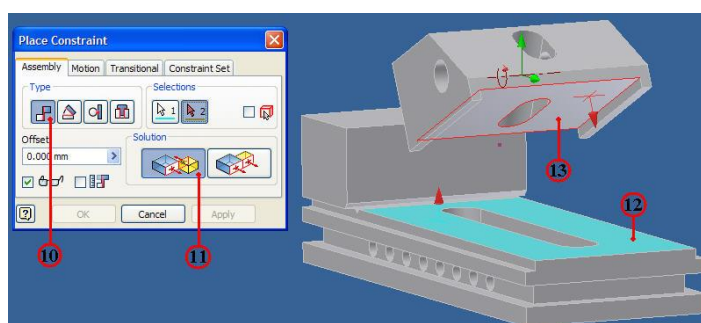


10. คลิกปุ่มคำสั่ง Mate

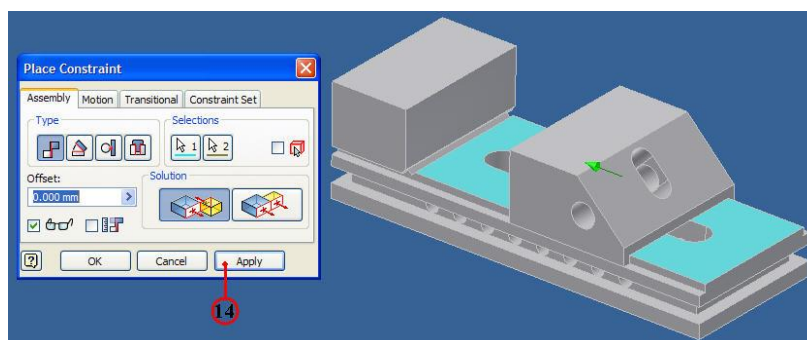
11. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกวิธีแบบ Mate

12. คลิกเลือกพื้นผิวด้านบนของชิ้นส่วนฐาน (Base)

13. คลิกเลือกพื้นผิวด้านล่างของชิ้นส่วนปากเลื่อน (Slide_Vice) จากนั้นชิ้นงานของ
ปากเลื่อนจะเคลื่อนที่เข้ามาอยู่ในประกบกัน



14. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง OK
ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกจำกัดไปด้วย ดังรูป



15. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้นการประกอบโมเดลชิ้นส่วน

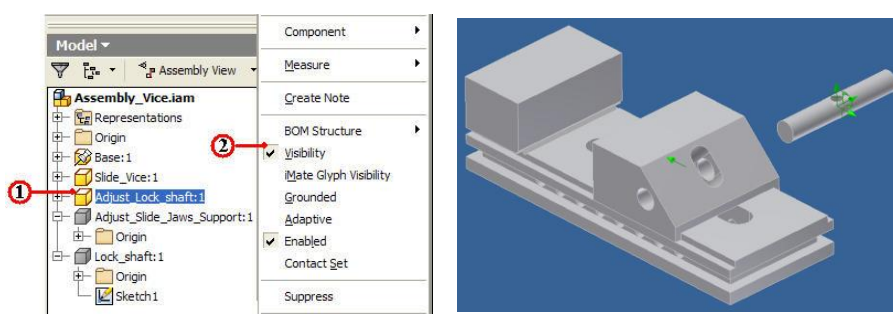
4.2 การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติระหว่าง ปากเลื่อนกับแกนปรับล็อค

ขั้นตอนที่ 1 ประกอบชิ้นส่วนปากเลื่อน(SlideVice) กับแกนปรับล็อค

(AdjustLock_Shift)

1. คลิกเลือกชิ้นส่วน Adjust_Lock_Shift ให้แสดงภาพ ที่แถบเมนู Browse Model แล้วคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏแถบคำสั่ง

2. คลิกแถบคำสั่ง Visibility ให้คลิกเครื่องหมายถูก  หน้าข้อความ Visibility ภาพชิ้นส่วนนั้นก็แสดงออกมาจอภาพพร้อมทำการประกอบ

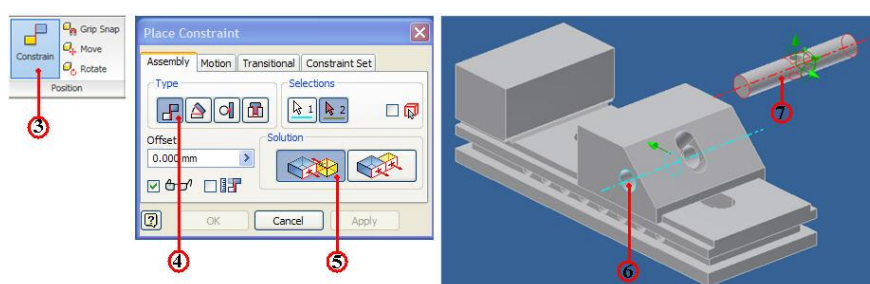


3. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Place Constraints

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Mate เป็นการประกอบชิ้นส่วนแบบ ประกบติดกัน

5. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกวิธี Mate เป็นการเลือกพื้นผิวทรงกระบอกให้ประกอบร่วมศูนย์

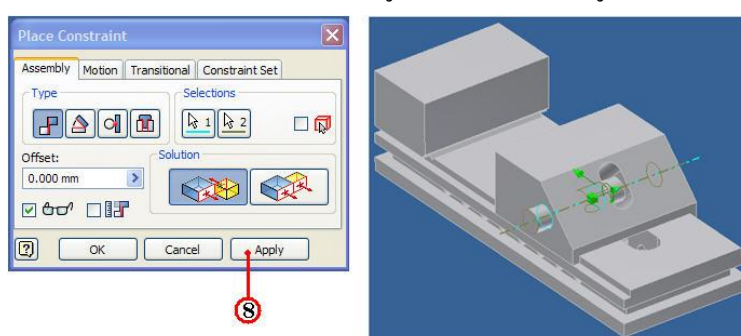
กัน



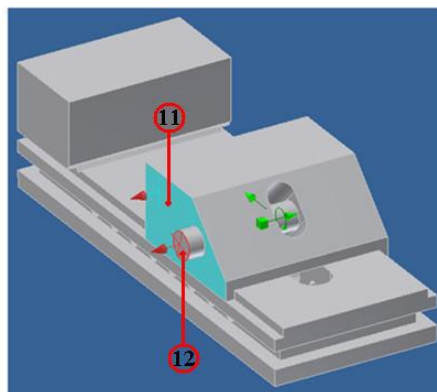
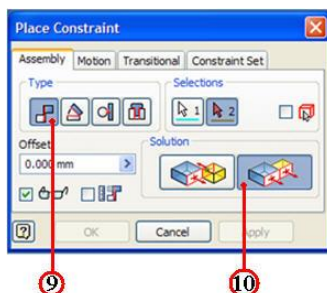
6. คลิกบริเวณพื้นผิววงในของชิ้นส่วนปากเลื่อน จะปรากฏแกนอ้างอิง

7. คลิกบริเวณพื้นผิวภายนอกของชิ้นส่วนแกนปรับล็อค จะปรากฏแกนของชิ้นส่วน แล้วจะเลื่อนเข้ามาประกอบกัน

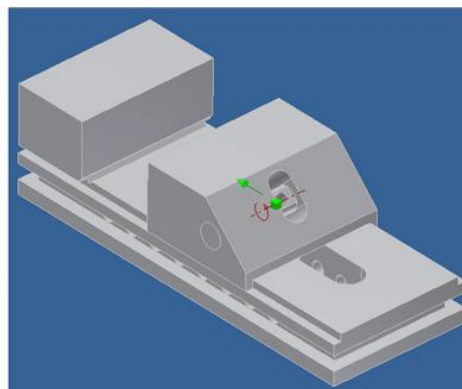
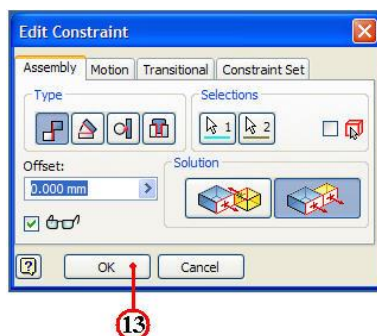
8. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง Apply ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกกำจัดไปด้วย ดังรูป



9. คลิกปุ่มคำสั่ง Mate เป็นการประกอบชิ้นส่วนแบบ ประกบติดกัน
10. คลิกปุ่มคำสั่ง Flush เป็นการเลือกประกบติดแบบอยู่ระนาบเดียวกัน

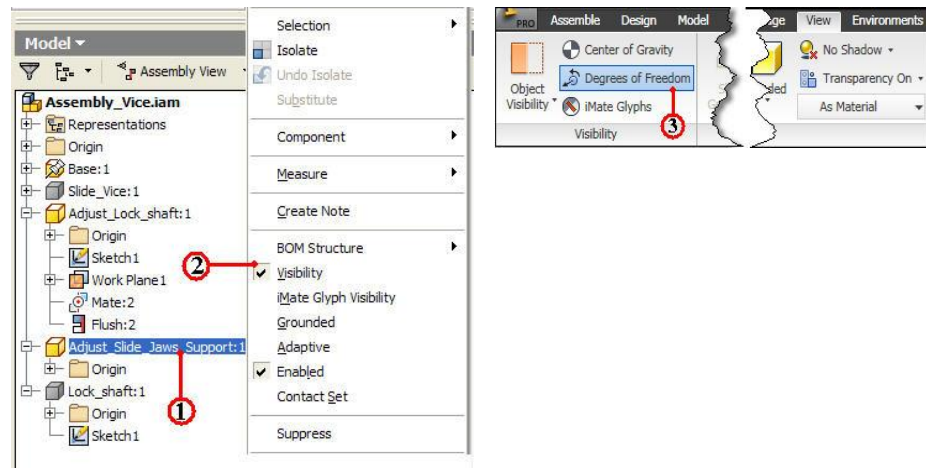


11. คลิกเลือกพื้นผิวด้านข้างบริเวณปากกาของชิ้นส่วนฐาน (Base)
 12. คลิกเลือกพื้นผิวด้านข้างบริเวณปากเลื่อนของชิ้นส่วนปากเลื่อน (Slide_Vice)
- จากนั้นชิ้นงานของปากเลื่อนจะเคลื่อนที่เข้ามาอยู่ในระนาบเดียวกัน
13. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกจำกัดไปด้วย ดังรูป

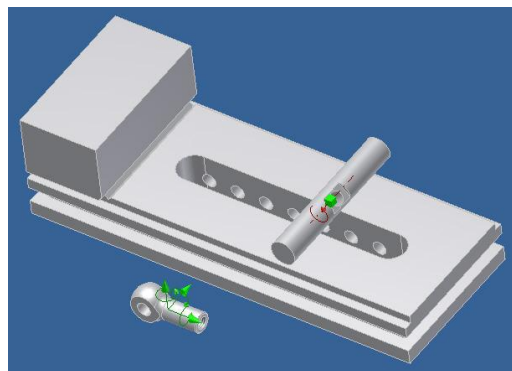


14. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้นการประกอบโมเดลชิ้นส่วน
- ### 4.3 การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติระหว่าง ฐานปากกา กับตัวยึดปรับปากเลื่อน
- #### ขั้นตอนที่ 1 ตั้งค่าการแสดงผลภาพชิ้นส่วนฐานปากกา กับตัวยึดปรับปากเลื่อน

1. คลิกเลือกชิ้นส่วน Adjust_Lock_Shaft ให้แสดงผล ที่แถบเมนู Browse Model แล้วคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏแถบคำสั่ง
2. คลิกแถบคำสั่ง Visibility ให้คลิกเครื่องหมายถูก  หน้าข้อความ Visibility ภาพชิ้นส่วนนั้นก็แสดงออกมาจอภาพพร้อมทำการประกอบ

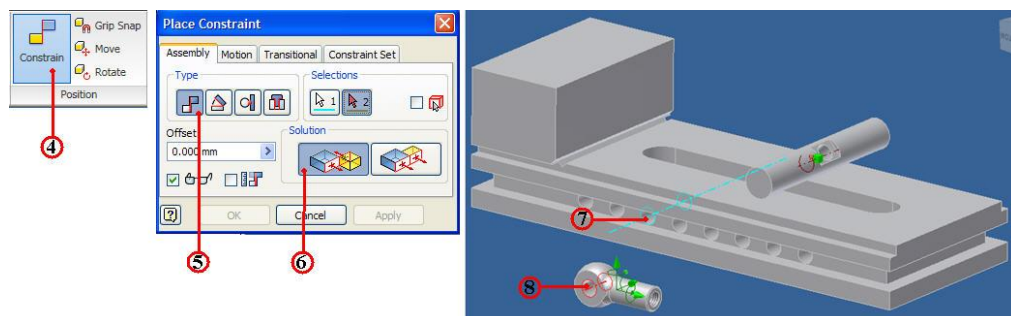


3. คลิกแถบคำสั่ง Visibility Ribbon Bar แล้วคลิกปุ่มคำสั่ง Degrees of Freedom เพื่อแสดงองศาอิสระการเคลื่อนที่ และสะดวกในตรวจสอบการประกอบ



4. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Place Constraints
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Mate เป็นการประกอบชิ้นส่วนแบบ ประกบติดกัน
6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกวิธี Mate เป็นการเลือกพื้นผิวทรงกระบอกให้ประกอบร่วมศูนย์

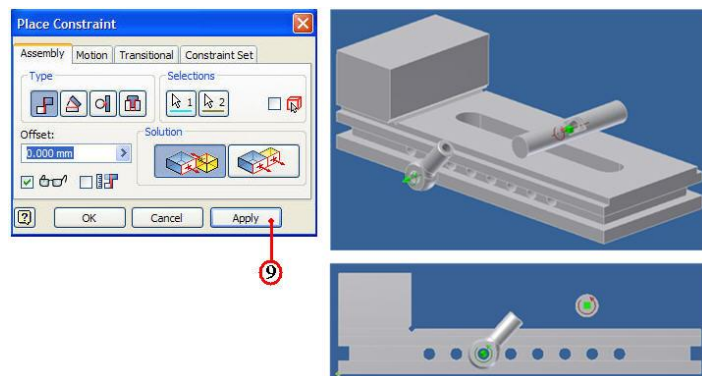
กัน



7. คลิกบริเวณพื้นผิวในของชิ้นส่วนฐาน (Base) จะปรากฏแกนอ้างอิง

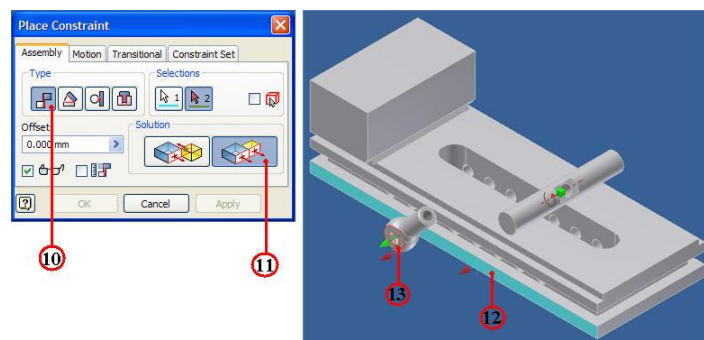
8. คลิกบริเวณพื้นผิวภายนอกของชิ้นส่วนตัวยึดปรับปากเลื่อน จะปรากฏแกนของชิ้นส่วน แล้วจะเลื่อนเข้ามาประกอบกัน

9. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง Apply ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกจำกัดไปด้วย ดังรูป



10. คลิกปุ่มคำสั่ง Mate เป็นการประกอบชิ้นส่วนแบบ ประกบติดกัน

11. คลิกปุ่มคำสั่ง Flush เป็นการเลือกประกบติดแบบอยู่ระนาบเดียวกัน

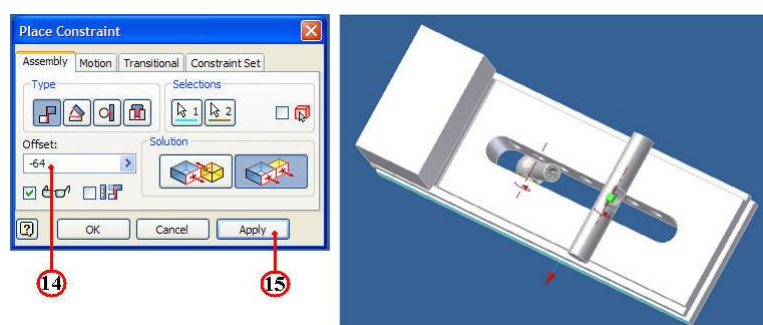


12. คลิกเลือกพื้นผิวด้านข้างบริเวณปากกาของชิ้นส่วนฐาน (Base)

13. คลิกเลือกพื้นผิวด้านข้างบริเวณตัวยึดปรับปากเลื่อน จากนั้นชิ้นงานของปากเลื่อนจะเคลื่อนที่เข้ามาอยู่ในระนาบเดียวกัน

14. คลิกแถบป้อนค่า (Offset) พิมพ์ค่า -64 เพื่อให้ชิ้นส่วนตัวยึดปรับเคลื่อนที่ไปบริเวณกึ่งกลางของร่องฐานปากกา

15. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกจำกัดไปด้วย ดังรูป



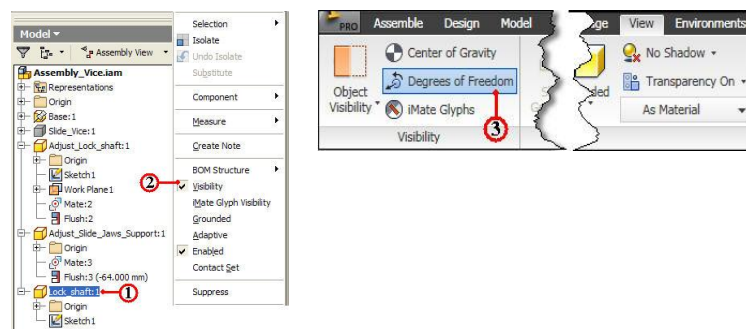
16. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์ หลังจากเสร็จสิ้นการประกอบโมเดลชิ้นส่วน

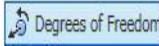
4.4. การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติระหว่าง ฐานปากา กับตัวยึดปรับปากเลื่อน

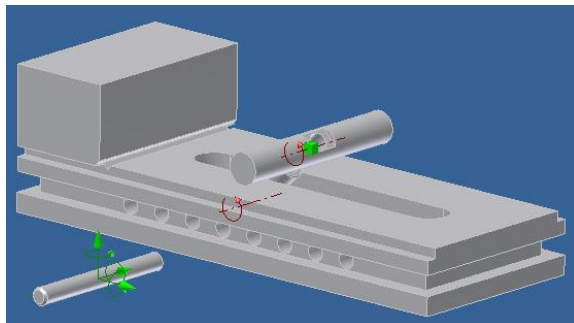
ขั้นตอนที่ 1 ตั้งค่าการแสดงผลภาพชิ้นส่วนฐานปากา กับตัวยึดปรับปากเลื่อน

1. คลิกเลือกชิ้นส่วน Lock_Shaft ให้แสดงผล ที่แถบเมนู Browse Model แล้วคลิกเมาส์ขวา จะปรากฏแถบคำสั่ง

2. คลิกแถบคำสั่ง Visibility ให้คลิกเครื่องหมายถูก  หน้าข้อความ Visibility ภาพชิ้นส่วนนั้นก็แสดงออกมาจอภาพพร้อมทำการประกอบ



3. คลิกแถบคำสั่ง Visibility Ribbon Bar แล้วคลิกปุ่มคำสั่ง  Degrees of Freedom เพื่อแสดงองศาอิสระการเคลื่อนที่ และสะดวกในตรวจสอบการประกอบ



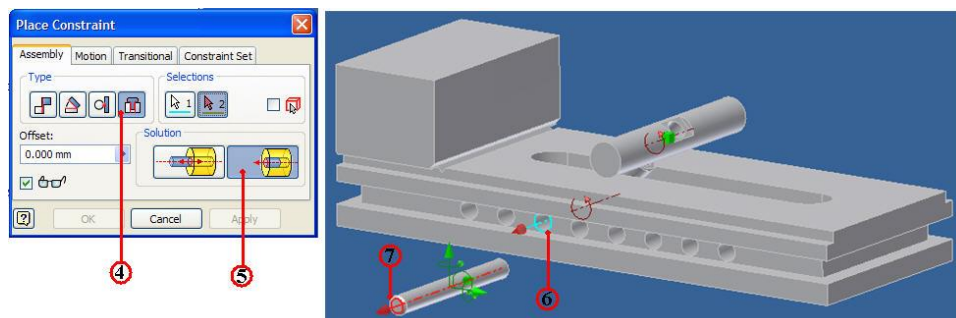
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Place Constraints

5. คลิกปุ่มคำสั่ง Insert เป็นการประกอบแบบ พื้นผิววงกลมสัมผัสตัดและร่วมศูนย์

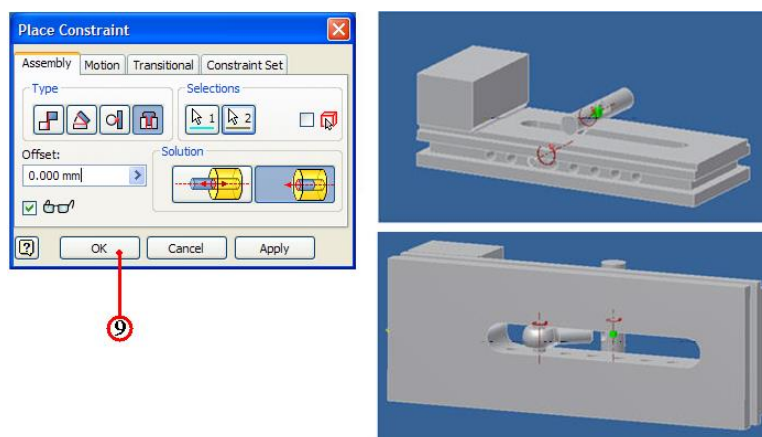
กัน

6. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกวิธี Align เป็นการเลือกพื้นผิวงานสัมผัสตัดและทิศทางแนว

เดียวกัน



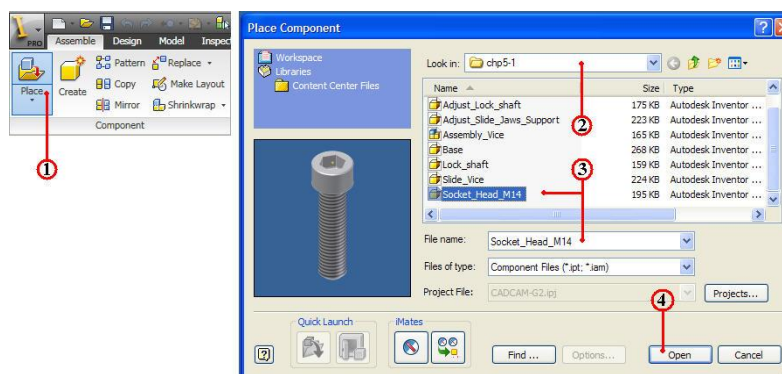
7. คลิกบริเวณพื้นผิวรูในของชิ้นส่วนฐาน (Base) จะปรากฏแกนอ้างอิง
8. คลิกบริเวณพื้นผิวภายนอกของชิ้นส่วนแกนเพลาล็อค จะปรากฏแกนของชิ้นส่วน
แล้วจะเลื่อนเข้ามาประกอบกัน
9. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง OK
ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกกำจัดไปด้วย ดังรูป



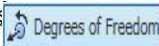
16. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้นการประกอบโมเดลชิ้นส่วน
- #### 4.5 การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติระหว่างสกรู กับตัวยึดปรับปากเลื่อน

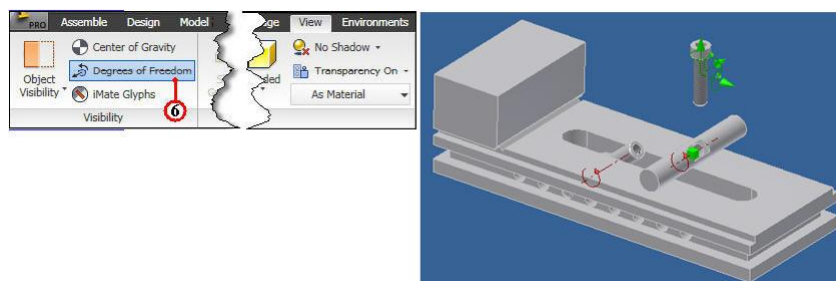
ขั้นตอนที่ 1 ประกอบชิ้นส่วนสกรู กับตัวยึดปรับปากเลื่อน

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Place  เป็นการนำไฟล์ชิ้นส่วนมาประกอบ
2. เลือกที่เก็บไฟล์ชิ้นส่วนในโฟลเดอร์ชื่อ chp5-1 ของชิ้นส่วนสกรู (Socket Head)



3. คลิกเลือกชื่อชิ้นส่วน Socket_Head_ M14 โดยสามารถดูภาพชิ้นส่วน (Preview)
ขณะกำลังคลิกชิ้นส่วนและตรวจสอบชื่อในช่อง File name : Socket_Head_ M14 ให้ถูกต้องอีกครั้ง
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมจะนำชิ้นส่วนแสดงหน้าจอภาพการประกอบ
5. คลิกวางภาพชิ้นส่วนสกรู (Socket Head) M14x2x50

6. คลิกแถบคำสั่ง Visibility Ribbon Bar แล้วคลิกปุ่มคำสั่ง  Degrees of Freedom of Freedom เพื่อแสดงองศาอิสระการเคลื่อนที่ และสะดวกในตรวจสอบการประกอบ



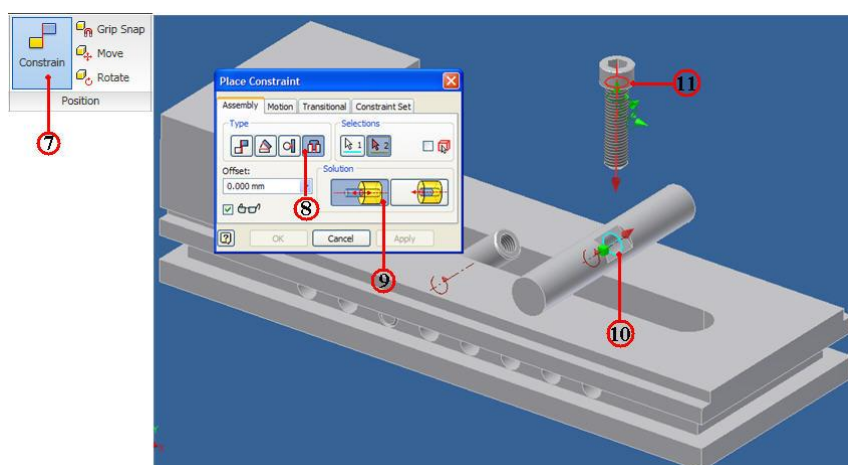
7. คลิกปุ่มคำสั่ง Constraints จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Place Constraints

8. คลิกปุ่มคำสั่ง Insert เป็นการประกอบแบบ พื้นผิววงกลมสัมผัสและร่วมศูนย์

กัน

9. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกวิธี Align เป็นการเลือกพื้นผิวงานสัมผัสและทิศทางแนว

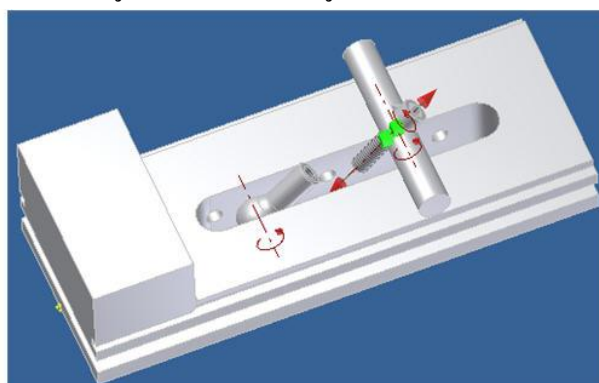
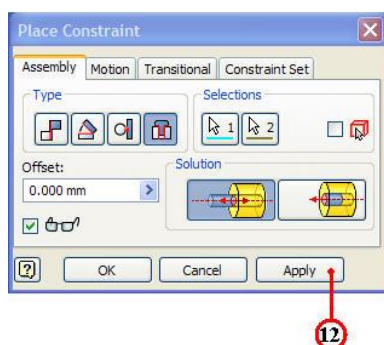
เดียวกัน



10. คลิกบริเวณผิวขอบรูด้านพื้นราบของแกนปรับล็อก จะปรากฏแกนอ้างอิง

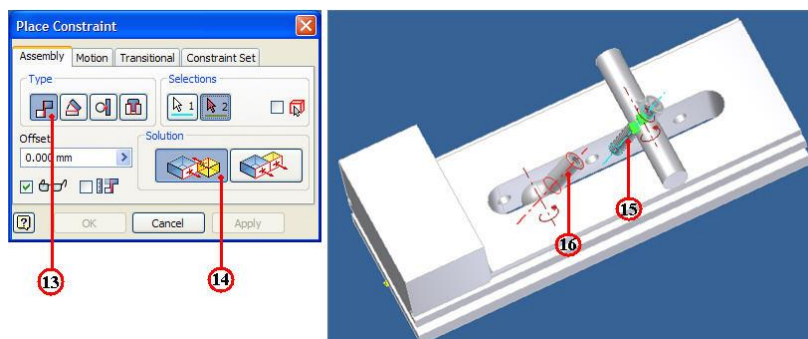
11. คลิกบริเวณพื้นผิวขอบด้านบนแกนสกรู จะปรากฏแกนของชิ้นส่วน แล้วจะเลื่อนเข้ามาประกอบกัน

12. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง Apply ยืนยัน และควรตั้งเกวอย่างองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกกำจัดไปด้วย ดังรูป

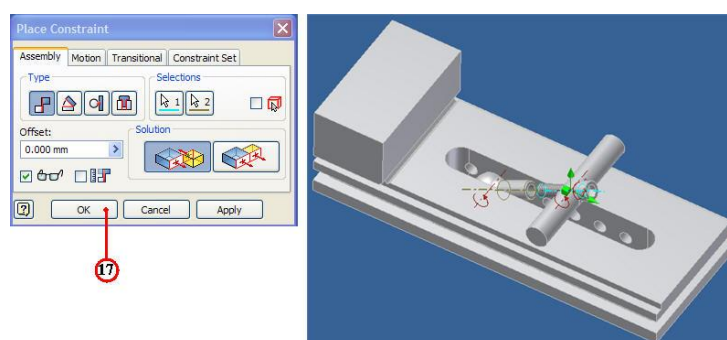


13. คลิกปุ่มคำสั่ง Mate เป็นการประกอบชิ้นส่วนแบบ ประกบติดกัน
14. คลิกปุ่มคำสั่งเลือกวิธี Mate เป็นการเลือกพื้นผิวทรงกระบอกให้ประกอบรวม

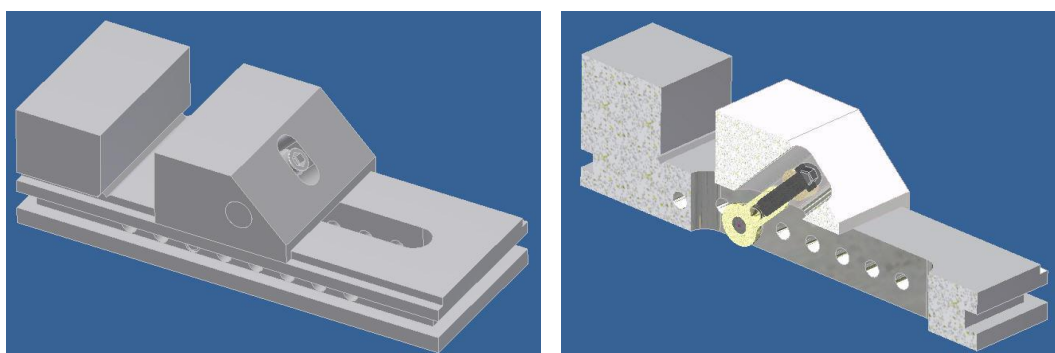
ศูนย์



15. คลิกบริเวณแกนเกลียวภายนอกแกนสกรู (Socket) จะปรากฏแกนอ้างอิง
16. คลิกบริเวณแกนเกลียวภายใน ตัวยึดปรับปากเลื่อน จะปรากฏแกนของชิ้นส่วน จากนั้นจะเลื่อนเข้ามาประกอบกันแบบร่วมศูนย์แกนเดียวกัน
17. หมุนภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบแนวประกอบกัน จากนั้นจึงคลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน และควรสังเกตว่าองศาอิสระการเคลื่อนที่ได้ถูกกำจัดไปด้วย ดังรูป



18. คลิกที่แถบเมนู Browse Model แล้วคลิกเมาส์เลือกชิ้นส่วนประกอบทุกชิ้น
19. คลิกแถบคำสั่ง Visibility ให้เอาเครื่องหมายถูก ☒ หน้าข้อความ Visibility จากนั้นก็ชิ้นส่วนประกอบทุกชิ้นส่วน เพื่อแสดงภาพประกอบโมเดลชิ้นส่วนอย่างสมบูรณ์ ดังรูป



20. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้นการประกอบโมเดลชิ้นส่วน

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ จงอธิบายประเภทวิธีการประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ 1. Top-down Modeling 2. Bottom Up Modeling จงบอกความหมายและวิธีการใช้ สร้างชิ้นส่วนประกอบ 3. Place 4. Place from Content Center 5. Create 6. Position 7. Pattern 8. Mirror 7. Copy 8. Replace

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ จงบอกความหมายและวิธีการใช้ ตัวบังคับเงื่อนไขชิ้นส่วนประกอบ 1. Mate Constraints 2. Flush Constraints 3. Directed Angle Constraints 4. Undirected Angle Constraints 5. Tangent 6. Insert จงอธิบายขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนเบื้องต้น 7. New File Assembly 8. DOF 9. Constraints 10. Offset Distance

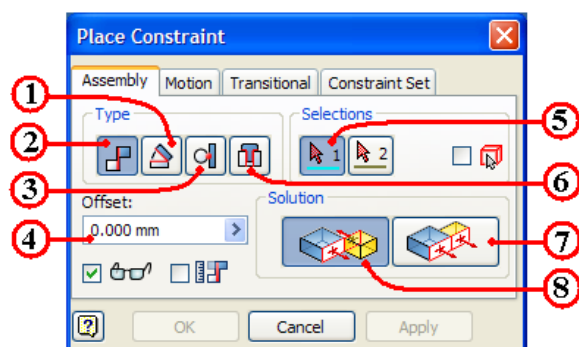
แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ
ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ - การสร้างไฟล์ประกอบชิ้นส่วน โปรแกรม Autodesk Inventor ใช้วิธีประกอบประเภทใด - Top-Down Modeling - Bottom-Up Modeling - Top Views Modeling - Bottom Views Modeling - การเคลื่อนย้ายไฟล์ชิ้นส่วน(Part)อย่างอิสระทั้งแนวตรง แนวการหมุน คือข้อใด - Object Snap - Move & Rotate - Move Weels - Grip Snap - ถ้าเราต้องการประกอบชิ้นงานที่ผิวหน้าชิ้นงานให้อยู่ในแนวระนาบเดียวกัน คือข้อใด - Flush - Angle 180 - Angle 90 - Center - การประกอบชิ้นส่วนมีหลักการเลือกชิ้นส่วนก่อนและหลังอย่างไร - เลือกชิ้นงานหลักก่อน เป็นชิ้นงานที่อยู่กับที่ - เลือกชิ้นรองก่อน เป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่เข้าหาชิ้นส่วนหลัก - เลือกชิ้นส่วนใดก่อนหลังก็ได้ - เลือกชิ้นงานใหญ่กว่าชิ้นส่วนอื่นเป็นอันดับแรกก่อน - ถ้าต้องการทำการกำหนดระยะทาง ของการประกอบชิ้นส่วนทั้ง 2 ชิ้น จะใช้ข้อใด - Idle Distance - Offset Distance - Dimensions - Form to Face

แบบประเมินผลการเรียนรู้

การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

จากภาพ จงตอบคำถามข้อ 6-10



6. ข้อใดคือ ปุ่มคำสั่ง ใช้สำหรับประกอบชิ้นส่วน ที่ต้องการให้ผิวหน้าสัมผัสติดกัน (Mate)

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

7. ข้อใดคือ ปุ่มคำสั่ง ใช้สำหรับประกอบชิ้นส่วน ที่ต้องการให้ผิวหน้ากำหนดเงื่อนไขแบบกำหนดมุม (Angle)

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

8. ข้อใดคือ ปุ่มคำสั่ง ใช้สำหรับประกอบชิ้นส่วน ที่ต้องการให้ผิวหน้ากำหนดเงื่อนไขแบบกำหนดผิวสัมผัส (Tangent)

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ
ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ 9. ข้อใดคือ ปุ่มคำสั่ง ใช้สำหรับกำหนดระยะทาง ของผิวสัมผัสทั้งสอง ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 7 10. ข้อใดคือ ปุ่มคำสั่ง ใช้สำหรับประกอบชิ้นส่วน ให้ผิวหน้าสัมผัสชิ้นงานทั้งสอง ชี้ไปในทิศทางเดียวกัน(Flush) ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 7

บทที่ 5	การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ	ใบงานที่ 1
---------	----------------------------------	---------------

1. ให้ผู้เรียนสร้างแบบแยกชิ้นงาน 3 มิติ และประกอบชิ้นส่วน ตามแบบที่กำหนด เวลา 3 ชม.

PT 1 – TOP PLATE
MATL – MALLEABLE IRON

PT 2 – WHEEL
MATL – MALLEABLE IRON

PT 3 – AXLE SUPPORT
MATL – MALLEABLE IRON

PT 4 – AXLE
MATL – SAE 1020

PT 5 – BUSHING
MATL – BRONZE

FIT	BETWEEN PARTS
H8/f7	4 AND 5
H7/p6	3 AND 5
H8/f7	2 AND 4

FASTEN ASSEMBLY TO A 6mm STEEL PLATE BY FOUR M 10 X 40mm LG HEX HD BOLTS, NUTS AND LOCK WASHERS. SHOW THE STEEL PLATE IN PHANTOM LINES.

ROUNDS AND FILLETS R 3

บทที่ 5	การสร้างภาพประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ	ใบงานที่
		2

1.ให้ยูเรียนสร้างแบบแยกชิ้นงาน 3 มิติ และประกอบชิ้นส่วน ตามแบบที่กำหนด เวลา 3 ชม.

PT 1 – POST
MATL – SAE 1112
1 REQD

PT 2 – BRACKET
MATL – 13 GA (2.38) USS STL
1 REQD

PT 3 – SHAFT
MATL – SAE 1112
1 REQD

PT 4 – WHEEL
MATL – HARD RUBBER
1 REQD

PT 5 – BUSHING
MATL – BRASS
1 REQD

PT 6 – RETAINING RING
EXT SERIES 5133
1 REQD
MATL – STEEL

Dimensions and features shown in the drawing include:
 - PT 1: 45° X 1 CHAMFER, Ø 7.5, Ø 14, Ø 18, 43, 25, 9, 4, 3, PEEN AT ASSEMBLY.
 - PT 2: Ø 14.5, 15, 22, 44, 60, 30, R 3, 2.5, 6, Ø 8, 2 HOLES, R 10.
 - PT 3: Ø 16, 40, 3, 0.73, 2 X 45° RIB, Ø 6.4, 45° X 1.5 CHAMFER.
 - PT 4: Ø 100, R 2, Ø 70, 3, Ø 30, Ø 14, 28.
 - PT 5: Ø 14, Ø 8, 28.
 - PT 6: R 1.

บทที่ 6

การสร้างแบบงาน

(Drawing)

แนวคิด

ในขบวนการผลิตจะต้องใช้แบบงาน (Drawing) เป็นการกำหนดรูปร่างแบบชิ้นงาน ขนาด ค่าพิกัดความเผื่อ และรายละเอียดการผลิตต่างๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบไว้ เมื่อทำการส่งเข้าสู่ขบวนการผลิตแล้ว ฝ่ายผลิตก็จะผลิตชิ้นส่วนต่างๆตามแบบงาน ซึ่งการสร้างแบบงานมีความสำคัญอย่างมาก ในการสื่อสารข้อมูลให้กับหน่วยงานต่างๆ ที่ทำการผลิตชิ้นส่วน หรือทำการประกอบผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามความต้องการ

1. การสร้างแบบงาน (Drawing) แต่ละโหมดคำสั่ง

การสร้างแบบงาน เป็นการแสดงรายละเอียดชิ้นส่วน หรือภาพประกอบชิ้นส่วน ในส่วนโปรแกรม Autodesk Inventor นำเอาไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ หรือไฟล์ประกอบชิ้นงาน มาทำการสร้างแบบงาน (Drawing.Idw) ในแต่ละมุมมอง 2 มิติ 3 มิติและการกำหนดขนาดก็จะสัมพันธ์กับไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ หรือไฟล์การประกอบชิ้นส่วน กล่าวคือเมื่อมีการปรับเปลี่ยนแก้ไขไฟล์ชิ้นส่วน ก็จะทำให้แบบงาน (Drawing) ของชิ้นส่วนนั้นมีการแก้ไขรูปทรงและขนาดให้อัตโนมัติ

1.1 การสร้างมุมมองภาพ โหมดคำสั่ง Create, Modify, Sketch, Sheet

ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่ง สร้างมุมมองภาพต่างๆ ภาพตัด เส้นสเก็ท 2 มิติ สร้างกระดาดแบบงาน ในการสร้างแบบงานนักศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้ พื้นฐานเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนแบบเครื่องกล และชิ้นส่วนมาตรฐานในการเขียนแบบต่างๆ

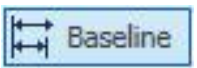
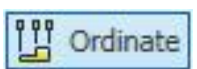
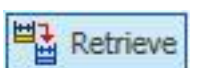
ตารางที่ 6.1 คำสั่งสร้างมุมมองภาพ Create, Modify, Sketch, Sheet

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการสร้าง
	Base	คำสั่งวางภาพ 2 มิติ เป็นภาพหลัก จากไฟล์ชิ้นงานเข้ามาวางในไฟล์แบบงาน ใช้การกำหนดมุมมองภาพแรก
	Projected	คำสั่งสร้างภาพฉาย ออกจากภาพหลัก (Base View) และสามารถเลือกมุมมองฉายภาพได้ในแต่ละด้าน
	Auxiliary	คำสั่งสร้างภาพช่วย สำหรับฉายภาพที่ไม่เป็นมุมแกนตั้งฉาก โดยจะฉายภาพตั้งฉากกับมุมมองที่เอียงกับชิ้นงาน
	Section	คำสั่งสร้างภาพตัด (Section) ใช้แสดงภาพการตัดชิ้นส่วนที่ต้องการเห็นอยู่ภายในเช่น Haft Section, Align Section
	Detail	คำสั่งแสดงรายละเอียดภาพ ใช้แสดงส่วนรายละเอียดส่วนนั้นเพิ่มเติม ด้วยการขยายภาพบริเวณตำแหน่งที่ต้องการ
	Break	คำสั่งแบ่งภาพ ตัดส่วนตรงกลางออกเหลือแต่ส่วนปลายทั้งสองด้าน เพื่อจัดวางภาพลงในพื้นที่ในแบบงาน
	Break Out	คำสั่งตัดเฉพาะส่วน ใช้แสดงภาพการตัดเฉพาะส่วน บริเวณที่ต้องการจำกัดพื้นที่เห็นอยู่ภายในเท่านั้น
	Create Sketch	คำสั่งสร้างเส้นสเก็ท 2 มิติ ร่วมกันในไฟล์แบบงาน หรือใช้สร้าง Template ขึ้นใช้เอง
	New Sheet	คำสั่งสร้างแบบงานใหม่ สามารถกำหนดกระดาดแบบงาน หรือสร้างเพิ่มเติมขึ้นได้

1.2 การกำหนดขนาดและแสดงรายละเอียด ในแบบงาน โหมดคำสั่ง Annotate

ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งใช้ กำหนดขนาด เขียนข้อความ สัญลักษณ์ต่างๆ ตารางรายการวัสดุ (Bill of Material) ในการสร้างแบบงาน ก่อนที่จะส่งแบบงานให้กับฝ่ายผลิตได้นั้น นักศึกษา จำเป็นมีความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับกระบวนการผลิต (Manufacturing) ในแต่ละขั้นตอนการสร้างหรือ เครื่องมือ เครื่องจักรสำหรับการผลิต เพื่อใช้ กำหนดจุดพิกัดอ้างอิง (Ordinate) กำหนดแกน อ้างอิง (Baseline) กำหนดขนาด สัญลักษณ์ รายละเอียดของชิ้นส่วนที่จะผลิต ทำให้มีความ ถูกต้อง ครบถ้วน

ตารางที่ 6.2 คำสั่งกำหนดขนาดและแสดงรายละเอียด

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Dimension	คำสั่งกำหนดขนาด สำหรับวัดขนาดแบบอัตโนมัติ แนวตั้ง แนวนอน แนวนาน วัดมุม ความโต รัศมี
	Baseline	คำสั่งกำหนดขนาดแบบแกนอ้างอิง (Absolute) สำหรับ ช่วยกำหนดขนาดแบบสมบูรณ์ ได้รวดเร็วขึ้น
	Ordinate	คำสั่งกำหนดขนาดแบบพิกัดจุดอ้างอิง (Ordinate) ช่วย กำหนดขนาด แบบแม่พิมพ์ แบบแผ่นคลี่
	Retrieve	คำสั่งกำหนดขนาดอัตโนมัติ จากชิ้นส่วน (Part) สามารถ เลือกเฉพาะการกำหนดขนาดที่ต้องการแสดงไว้ได้
	Text	คำสั่งตัวหนังสือ สำหรับพิมพ์ข้อความ ข้อความอธิบาย รายละเอียด ลงในแบบงาน
	Leader Text	คำสั่งชี้วัดอธิบายข้อความ ใช้ลูกศรชี้แสดงชิ้นส่วน พร้อมกับอธิบายข้อความ หรือรายละเอียดให้ชัดเจน
	Feature	คำสั่งกำหนดขนาด GD&T สำหรับเลือกใช้กำหนดขนาด แบบ GD&T ลงในแบบงาน
	Datum	คำสั่งกำหนดค่าDatum (Datum) สำหรับใช้กำหนดตำแหน่ง อ้างอิง Datum ของชิ้นส่วนในแบบงาน
	Centerline	คำสั่งเส้นแกนอ้างอิง สำหรับใช้สร้างเส้นศูนย์กลาง เพิ่มเติม และเป็นใช้แกนอ้างอิงด้วย
	Centerline Bisector	คำสั่งเส้นแกนอ้างอิงระหว่างวัตถุ ใช้สำหรับกำหนดเส้น แกนอ้างอิงระหว่างวัตถุ 2 ชิ้น โดยอัตโนมัติ

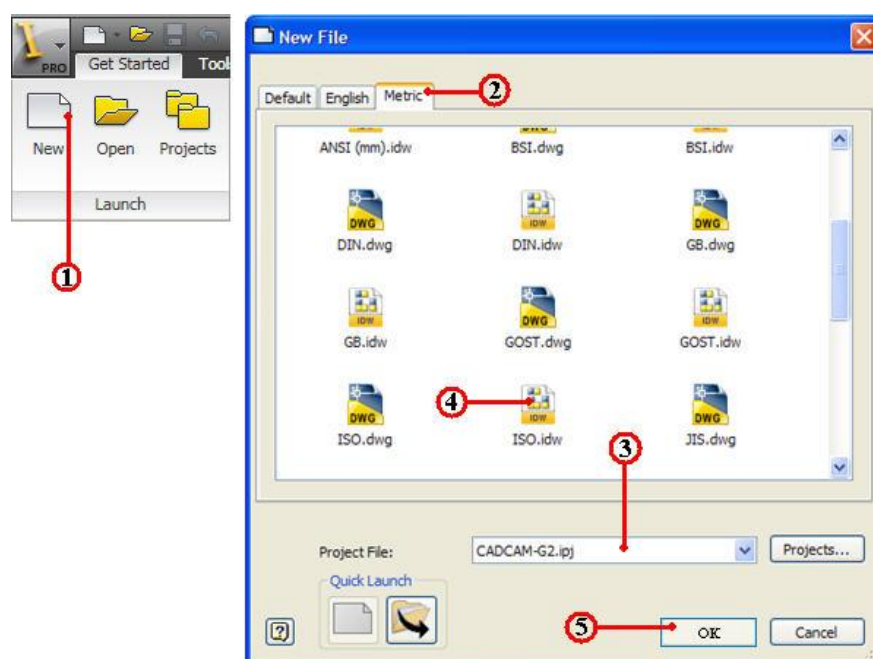
ตารางที่ 6.2 คำสั่งกำหนดขนาดและแสดงรายละเอียด (ต่อ)

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Center Mark	คำสั่งจุดอ้างอิง ใช้สำหรับสร้างจุดศูนย์กลาง หรือกำหนดจุดอ้างอิงของวัตถุ
	Parts List	คำสั่งแสดงรายการวัตถุ ใช้สร้างรายการวัสดุ (Bill of Material) ของชิ้นส่วนในแบบงานโดยอัตโนมัติ
	Balloon	คำสั่งแสดงหมายเลขวัตถุ ด้วยวิธีลูกศรชี้หมายเลขแสดงรายการตามวัสดุ ของชิ้นส่วนในแบบงาน

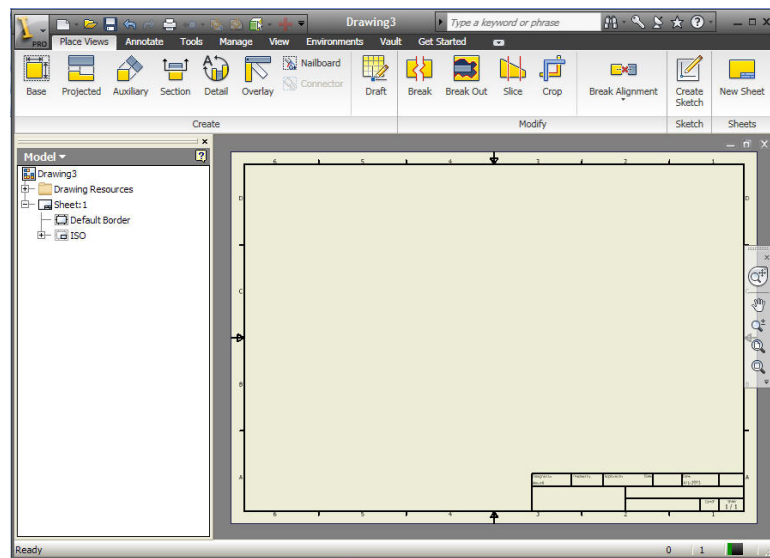
2.การสร้างภาพฉาย (Orthographic Views)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างไฟล์แบบงานใหม่ ชิ้นส่วนฐานปากกา

1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric

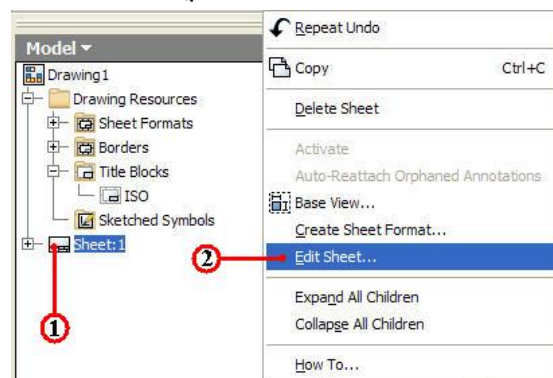


3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File (CADCAM-G2.ipj)
4. คลิกปุ่ม Icon  ที่ไฟล์ประกอบชิ้นงาน ISO.iam
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดการสร้างแบบงาน (Drawing)



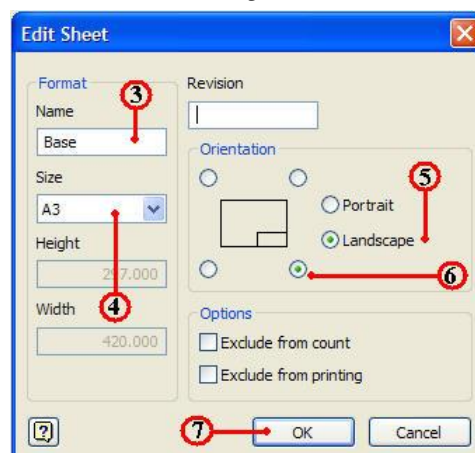
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างมุมมองภาพหลัก (Base View)

1. คลิกเมาส์ขวาที่เมนู Sheet1  ในแถบเมนู Browse Model จะปรากฏแถบคำสั่งในการปรับปรุงแก้ไขกระดาษแบบ
2. คลิกเลือกที่ Edit Sheet จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Edit Sheet



3. คลิกเลือกช่อง Name พิมพ์ชื่อกระดาษ Base

4. คลิกเลือกช่อง Size เลือกขนาดกระดาษ A3



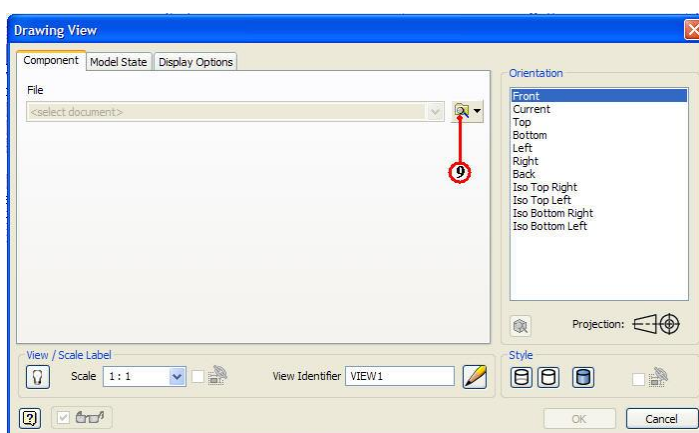
5. คลิกเลือกช่องกระดาษแบบแนวนอน คลิกเลือกที่ Landscape

6. คลิกเลือกตำแหน่งมุมของ Title Block คลิกเลือกที่มุมล่างขวา

7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน โปรแกรมจะกำหนดค่าของกระดาษแสดงที่พื้นที่จอภาพและ

Browse Model แถบเมนู Sheet จะเปลี่ยนชื่อเป็น Base 

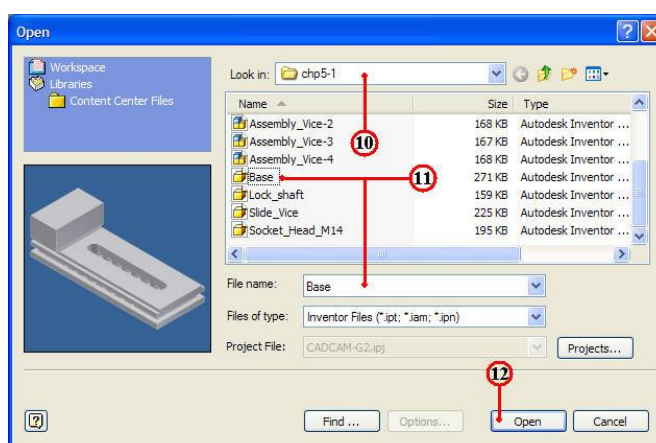
8. คลิกปุ่มคำสั่ง Base  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drawing View เพื่อกำหนดการวางภาพหลัก (Base View) และเป็นภาพแรกที่ใช้กำหนดมุมมองให้กับมุมมองภาพอื่นๆ ในหลักการวางภาพของงานเขียนแบบ คือภาพด้านหน้า (Front view) ซึ่งควรมีรายละเอียดแบบงานมากที่สุด



9. คลิกปุ่มคำสั่ง Browse  เพื่อกำหนดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

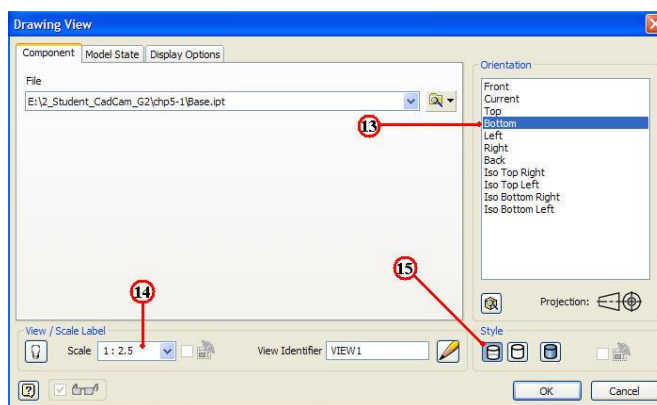
10. คลิกเลือกที่เก็บไฟล์ chp5-1 เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บไฟล์ชิ้นส่วน 3 มิติ

11. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นส่วน Base  และตรวจสอบชิ้นงานจากรูปภาพ (Preview)



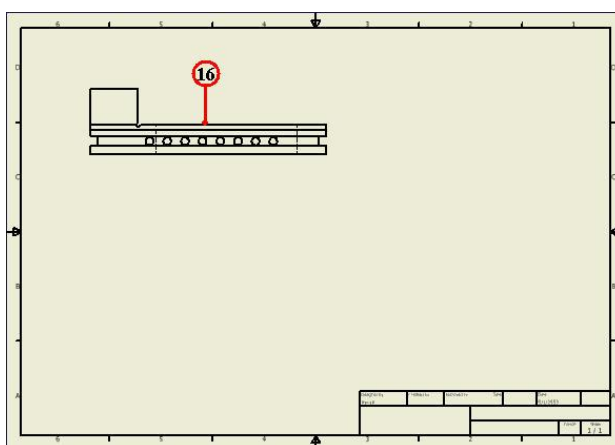
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏภาพชิ้นงานแสดงในกล่องโต้ตอบ Drawing View และแสดงตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์ชิ้นส่วน File

13. คลิกเลือกการวางภาพ (Orientation) เลือกที่ Bottom โดยในขณะที่เลือกจะต้องพิจารณาที่กระดาษแบบงานไปพร้อมๆ กันด้วย เพื่อให้ได้มุมมองหลัก (Parent view) ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่ขนาดกระดาษแบบงาน



14. คลิกเลือกช่องสเกลขยาย พิมพ์ป้อนค่า 1:2.5

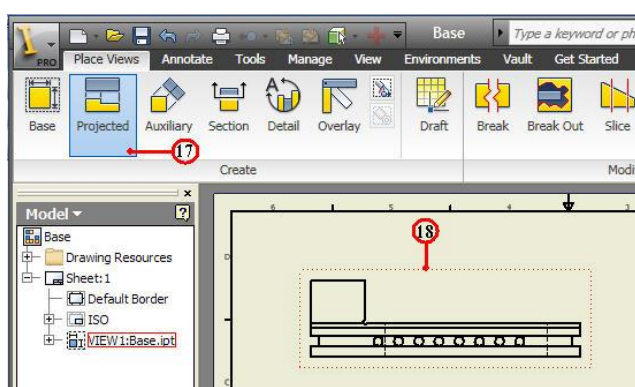
15. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden line 



16. คลิกตำแหน่งการวางภาพ บริเวณพื้นที่ด้านบนซ้าย ของกระดาษแบบงาน

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Projected ใช้สร้างมุมมองภาพ ด้านบน (Top view), ด้านข้าง (Side View) โดยต้องทำการคลิกเลือกภาพมุมมองหลัก (Parent View)

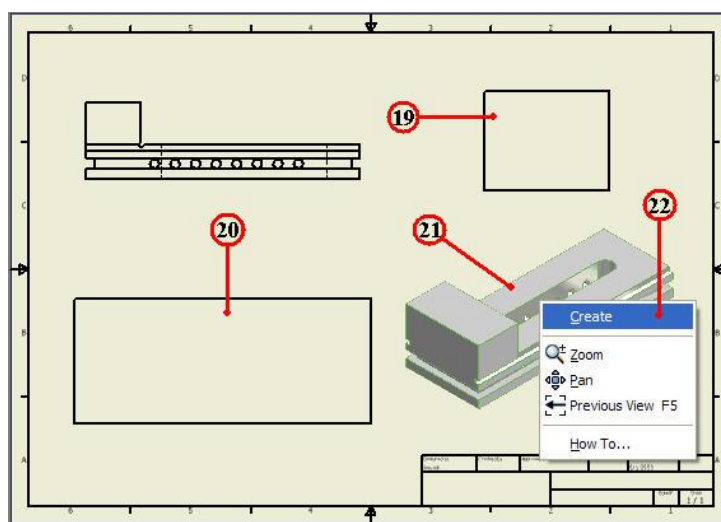
18. คลิกภาพมุมมองหลัก จะเกิดขอบเขตของภาพหลัก ลักษณะเส้นประสีแดง



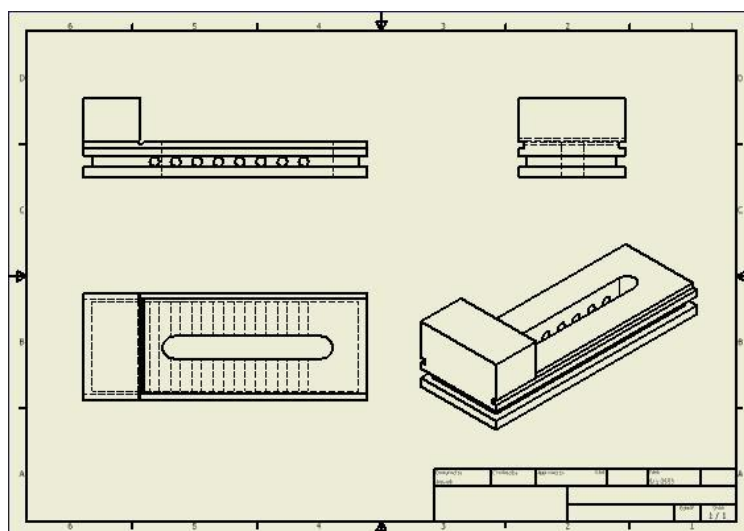
19. ลากเมาส์ออกจากด้านข้างซ้าย จากนั้นคลิกบนพื้นที่ว่าง โปรแกรมจะคำนวณตำแหน่งการวางภาพด้านข้าง (Side View)

20. ลากเมาส์ลงทางด้านล่าง จากนั้นคลิกบนพื้นที่ว่าง โปรแกรมจะคำนวณตำแหน่งการวางภาพด้านบน (Top View)

21. ลากเมาส์เฉียงลงทางด้านล่างขวามือ จากนั้นคลิกบนพื้นที่ว่าง โปรแกรมจะคำนวณตำแหน่งการวางภาพด้านไอโซเมตริก (Isometric View)

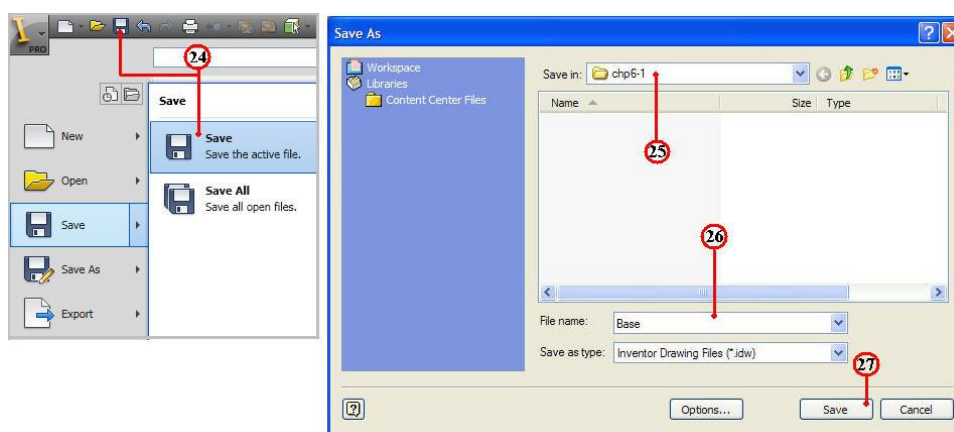


22. คลิกเมาส์ขวา จะปรากฏแถบคำสั่งคลิกเลือก Create จากนั้น โปรแกรมจะคำนวณมุมมอง ด้านข้าง ด้านบน และภาพไอโซเมตริก โดยอัตโนมัติ ดังรูป



23. ทำการจัดวางภาพแบบงานแต่มุมมอง ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของกระดาษแบบงาน

24. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึก Save  ไฟล์แบบงาน



25. คลิกเลือกโฟลเดอร์ chp6-1 สำหรับเก็บไฟล์แบบงาน

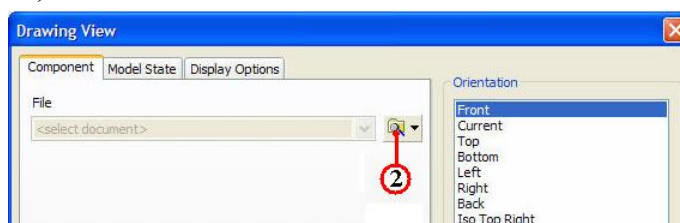
26. คลิกป้อนชื่อไฟล์พิมพ์ Base

27. คลิกปุ่มคำสั่ง Save ยืนยัน

3. การสร้างภาพช่วย (Auxiliary Views)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างมุมมองภาพช่วย ฐานปากกา

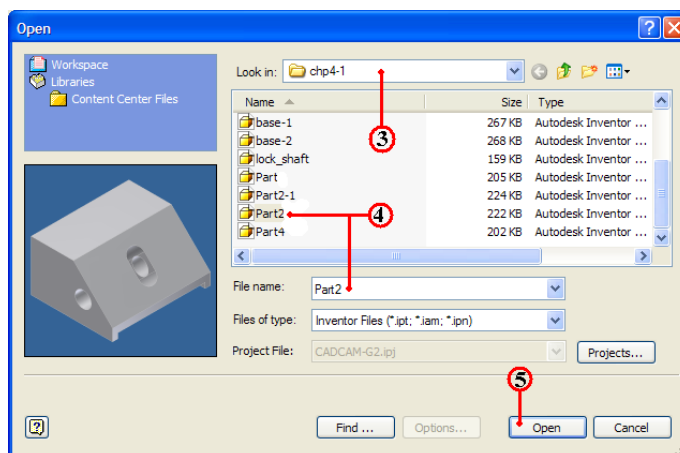
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Base  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drawing View เพื่อกำหนดการวางภาพหลัก (Base View)



2. คลิกปุ่มคำสั่ง Browse  เพื่อกำหนดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

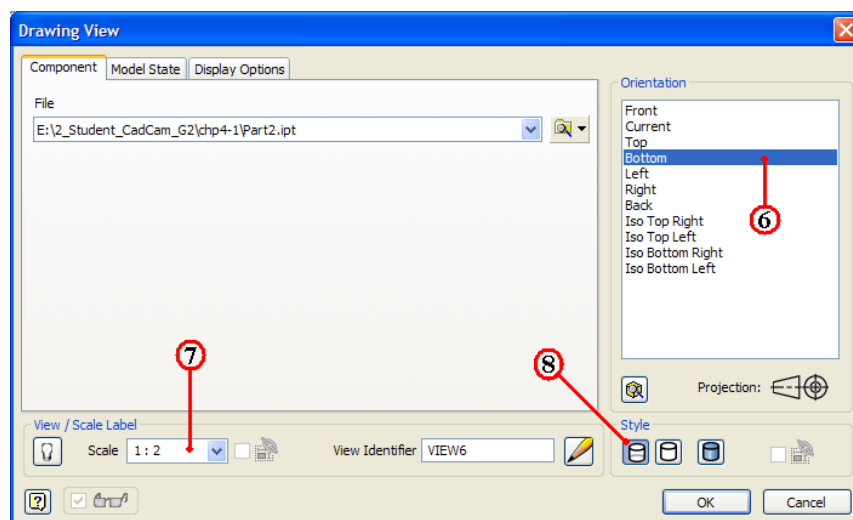
3. คลิกเลือกที่เก็บไฟล์ chp4-1 เป็นโฟลเดอร์ที่ใส่เก็บไฟล์ชิ้นส่วน 3 มิติ

4. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นส่วน Part2 และตรวจสอบชิ้นงานจากรูปภาพ (Preview)



5. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏภาพชิ้นงานแสดงในกล่องโต้ตอบ Drawing View และแสดงตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์ชิ้นส่วน File

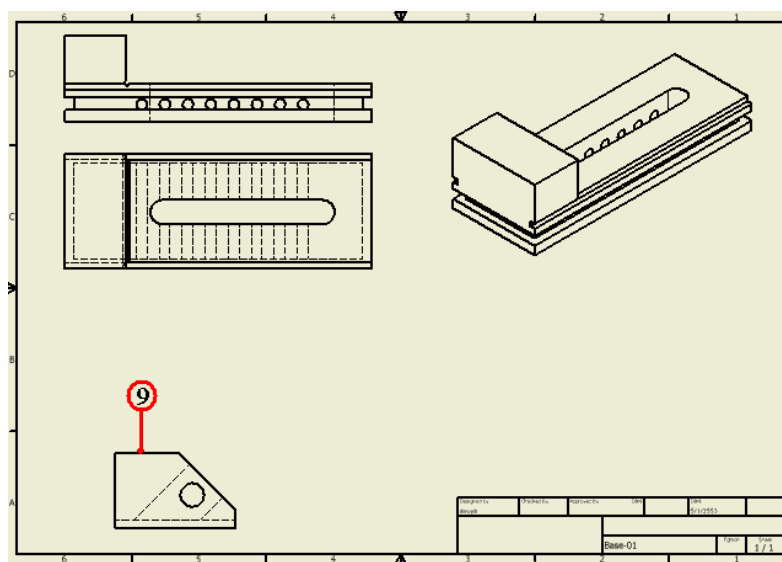
6. คลิกเลือกการวางภาพ (Orientation) เลือกที่ Bottom เพื่อให้ได้มุมมองหลัก (Parent view) ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่ขนาดกระดาษแบบงาน



7. คลิกเลือกช่องสเกลขยาย พิมพ์ป้อนค่า 1:2

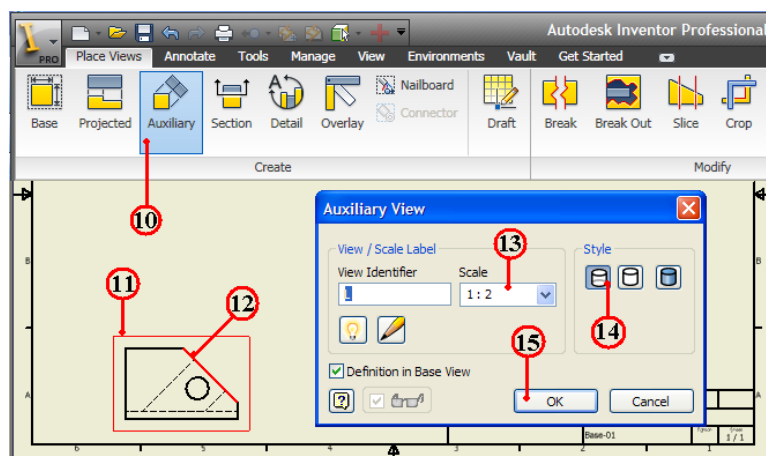
8. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden line 

9. คลิกตำแหน่งการวางภาพ บริเวณพื้นที่ด้านบนซ้าย ของกระดาษแบบงาน



10. คลิกปุ่มคำสั่ง Auxiliary ใช้สร้างมุมมองภาพ ด้านบน (Top view), ด้านข้าง (Side View) โดยต้องทำการคลิกเลือกภาพมุมมองหลัก (Parent View)

11. คลิกภาพมุมมองหลัก จะเกิดขอบเขตของภาพหลัก ลักษณะเส้นประสีแดง



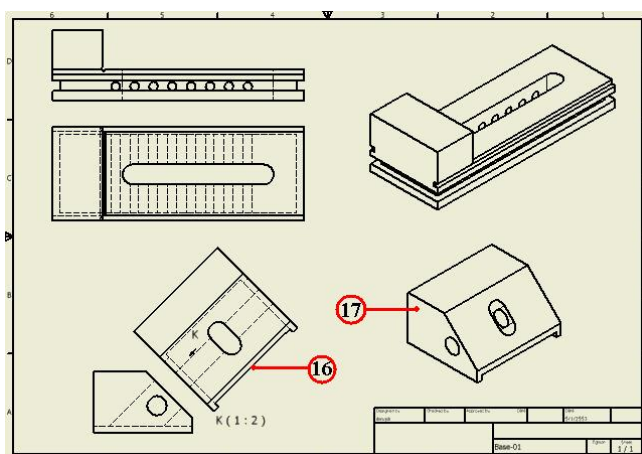
12. คลิกเส้นมุมเฉียง แล้วลากเมาส์ออกจึ้นบนหรือล่าง ใ้กำหนดทิศทางมุมมองภาพช่วย

(Auxiliary View)

13. คลิกแถบคำสั่ง Scale เลือกค่าขยาย 1:2

14. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden line 

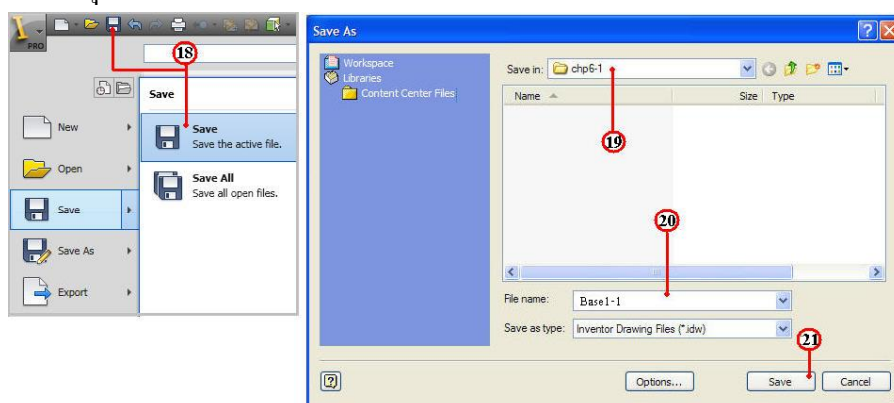
15. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน



16. คลิกเมาส์วางตำแหน่งภาพช่วย และจัดวางภาพเหมาะสมกับพื้นที่ขนาดกระดาษแบบ

17. ทำการสร้างมุมมองภาพ (ISO View) ด้วยคำสั่ง Projected แล้วทำการวางภาพดังรูป

18. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึก Save ไฟล์แบบงาน



19. คลิกเลือกโฟลเดอร์ chp6-1 สำหรับเก็บไฟล์แบบงาน

20. คลิกป้อนชื่อไฟล์พิมพ์ Base1-1

21. คลิกปุ่มคำสั่ง Save ยืนยัน

4. การสร้างภาพตัด (Section Views)

ขั้นตอนที่ 1 เปิดไฟล์แบบงานฐานปากกา

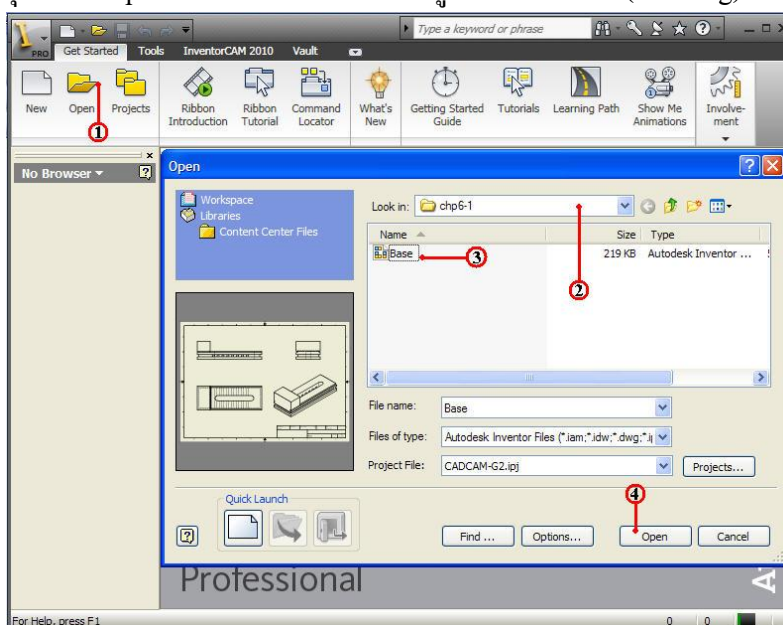
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open

2. คลิกเลือกโฟลเดอร์ chp6-1 ที่เก็บไฟล์แบบงาน

3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นส่วน Base พิจารณาแสดงภาพ (Preview) และตรวจสอบชื่อในช่อง

File name: Base

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open ยืนยัน โปรแกรมจะเข้าสู่โหมดแบบงาน (Drawing)



5. คลิกปุ่มคำสั่ง Section  สร้างมุมมองภาพตัดชิ้นส่วน

6. คลิกเลือกมุมมองภาพที่อ้างอิง (Top View) สำหรับสร้างแนวเส้นตัด

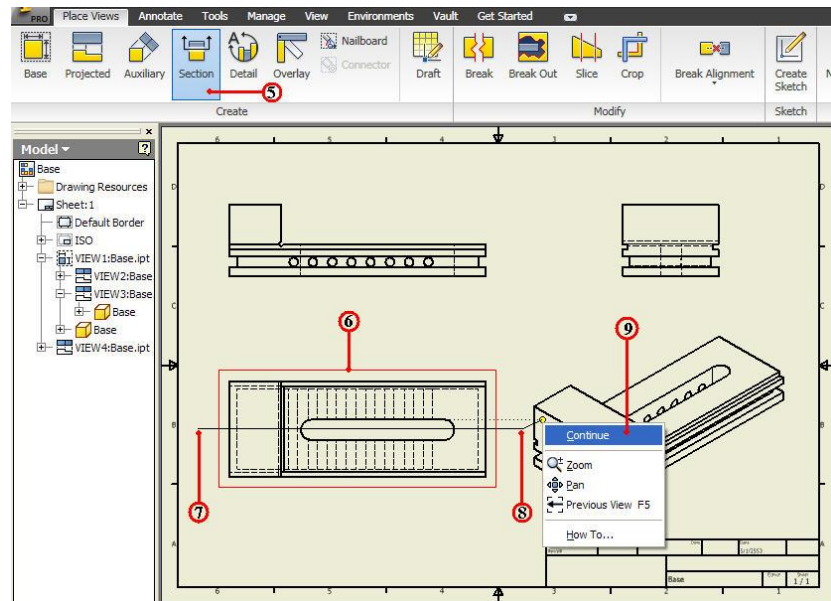
7. คลิกเลือกจุดแรกของเส้นตัด ควรใช้ตัวช่วยเลือกวัตถุ (Tracking) ในการกำหนดจุด

8. คลิกเลือกจุดปลายอื่นๆ เพื่อกำหนดทิศทางของเส้นตัด

9. คลิกเมาส์ขวา จะแสดงแถบคำสั่ง จากนั้นคลิกเลือกที่ Continue โปรแกรมจะปรากฏกล่องโต้ตอบ Section View เพื่อกำหนดค่ากระดาษในวางภาพตัดชิ้นส่วน

10. คลิกป้อนแถบชื่อมุมมองภาพตัด (View Identifier) พิมพ์ค่า A

11. คลิกป้อนค่าขยาย (Scale) พิมพ์ค่า 1: 2.5



9. คลิกเมาส์ขวา จะแสดงแถบคำสั่ง จากนั้นคลิกเลือกที่ Continue โปรแกรมจะปรากฏกล่องโต้ตอบ Section View เพื่อกำหนดค่ากระดาษในภาพตัดชิ้นส่วน

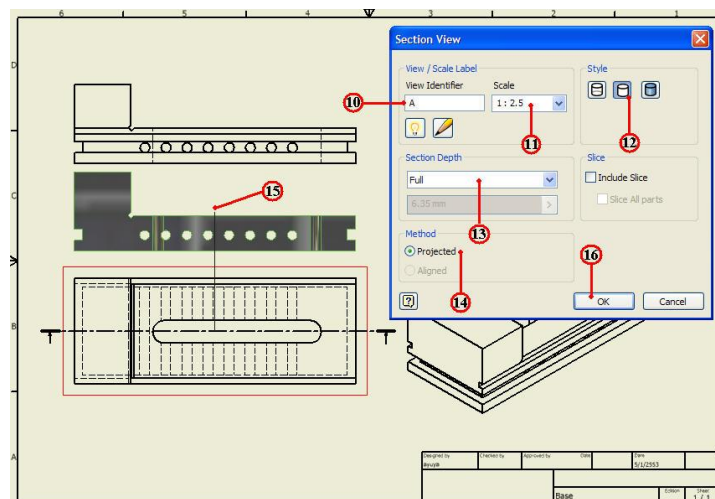
10. คลิกปุ่มแถบชื่อมุมมองภาพตัด (View Identifier) พิมพ์ค่า A

11. คลิกปุ่มค่าย่อขยาย (Scale) พิมพ์ค่า 1: 2.5

12. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden Line Removed

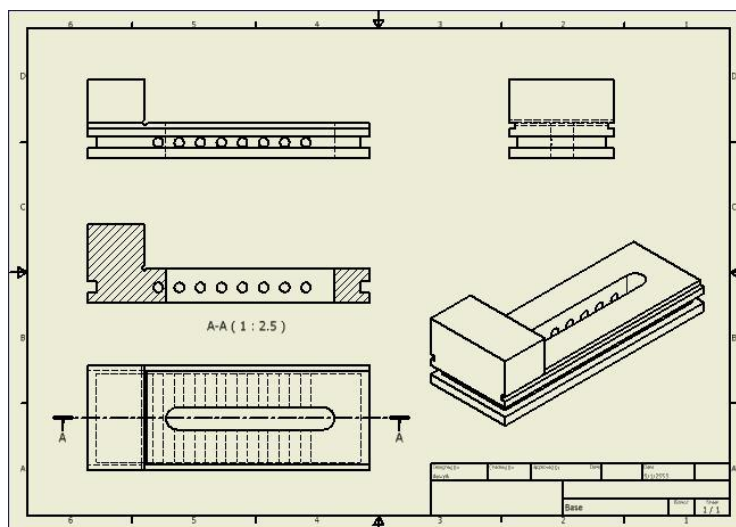
13. คลิกเลือกคำสั่งความลึกภาพตัด (Section Depth) เลือกค่า Full

14. คลิกเลือกรูปแบบการฉายภาพ (Method) คลิกเลือก Project



15. คลิกกำหนดตำแหน่งการวางภาพตัด พื้นที่ว่างบนกระดาษแบบ

16. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน โปรแกรมจะแสดงภาพตัดชิ้นส่วน และควรจัดการวางมุมมองภาพ ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของกระดาษแบบงาน ด้วยการใช้เมาส์ลากวาง ดังรูป



17. คลิกปุ่มคำสั่ง Detail  เป็นการขยายบริเวณพื้นที่ ที่มีรายละเอียดของแบบงาน

18. คลิกเลือกมุมมองภาพตัด (Section View) เป็นภาพที่อ้างอิง ใช้เลือกเฉพาะส่วนพื้นที่ สำหรับขยายแสดงรายละเอียดให้ชัดเจน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Detail View เพื่อกำหนดค่า กระดาษในวางภาพแสดงรายละเอียดชิ้นส่วน

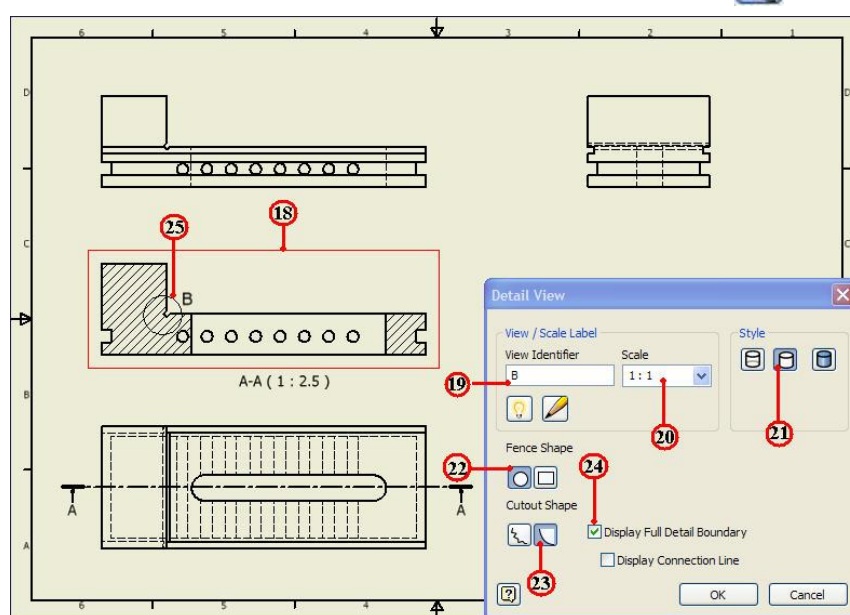
19. คลิกปุ่มแถบชื่อมุมมองภาพตัด (View Identifier) พิมพ์ค่า B

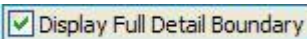
20. คลิกปุ่มค่าย่อขยาย (Scale) พิมพ์ค่า 1:1

21. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden Line Removed

22. คลิกเลือกกรอบแสดงรายละเอียด (Fence Shape) แบบวงกลม  Circular

23. คลิกเลือกเส้นกรอบแสดงรายละเอียด (Cutout Shape) แบบเรียบ  Smooth

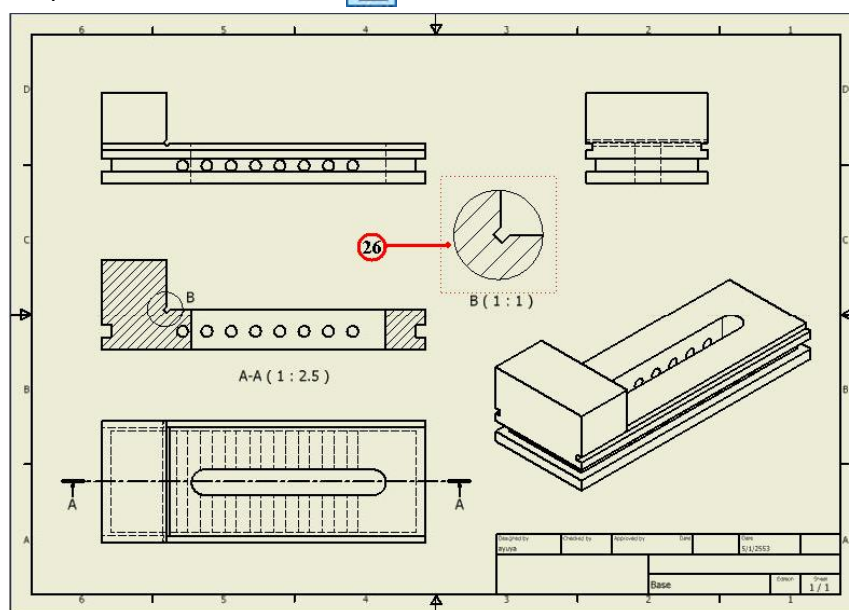


24. คลิกเลือก  รูปร่างเส้นกรอบแบบเต็มวงกลม

25. คลิกเลือกตำแหน่งจุดศูนย์กลาง บริเวณพื้นที่ ที่ต้องการแสดงรายละเอียด แล้วลากเมาส์กำหนดขนาดพื้นที่วงกลม

26. คลิกตำแหน่งพื้นที่ว่างบนกระดาษแบบ สำหรับวางมุมมองภาพแสดงรายละเอียด (Detail View) โปรแกรมจะแสดงภาพลงแบบกระดาษแบบ ดังรูป

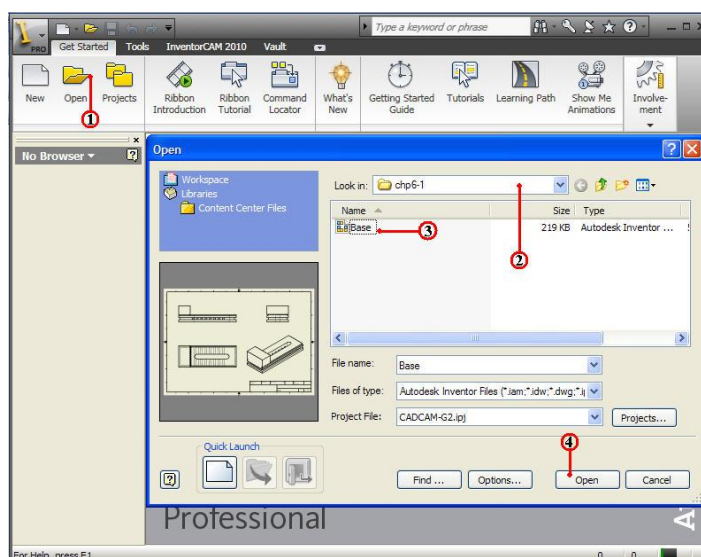
27. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์ Save  ยืนยัน



5. การกำหนดขนาด (Dimensions)

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดขนาดไฟล์แบบงานฐานปากกา

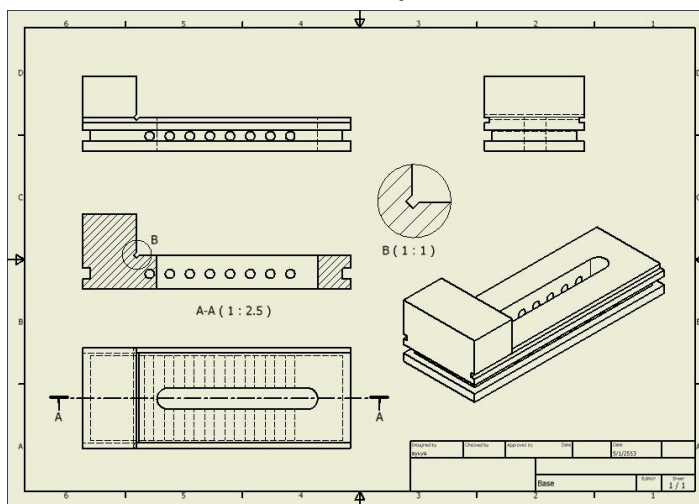
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เตอร์ chp6-1 ที่เก็บไฟล์แบบงาน



3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นส่วน Base พิจารณาแสดงภาพ (Preview) และตรวจสอบชื่อในช่อง

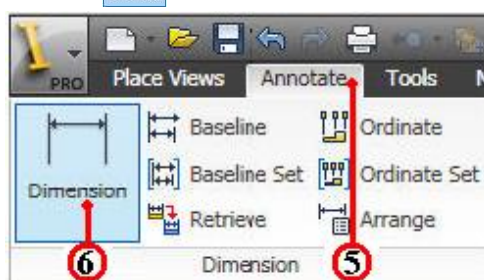
File name: Base

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open ขึ้นชั้น โปรแกรมจะเข้าสู่โหมดแบบงาน (Drawing)



5. คลิกแถบเมนู Annotate Ribbon Bar โหมดคำสั่งการกำหนดขนาด

6. คลิกปุ่มคำสั่ง Dimensions  ใ้กำหนดขนาดทั่วไป



การกำหนดขนาดของชิ้นส่วนแบบแนวนอน (Horizontal)

7. คลิกเลือกจุดแรกของมุมซ้ายของชิ้นส่วน

8. คลิกเลือกจุดปลายของมุมขวาของชิ้นส่วน

9. คลิกเลือกวางตำแหน่งของตัวเลขบอกขนาด 80.00

การกำหนดขนาดของชิ้นส่วนแบบแนวตั้ง (Vertical)

10. คลิกเลือกจุดแรกของมุมด้านล่างของชิ้นส่วน

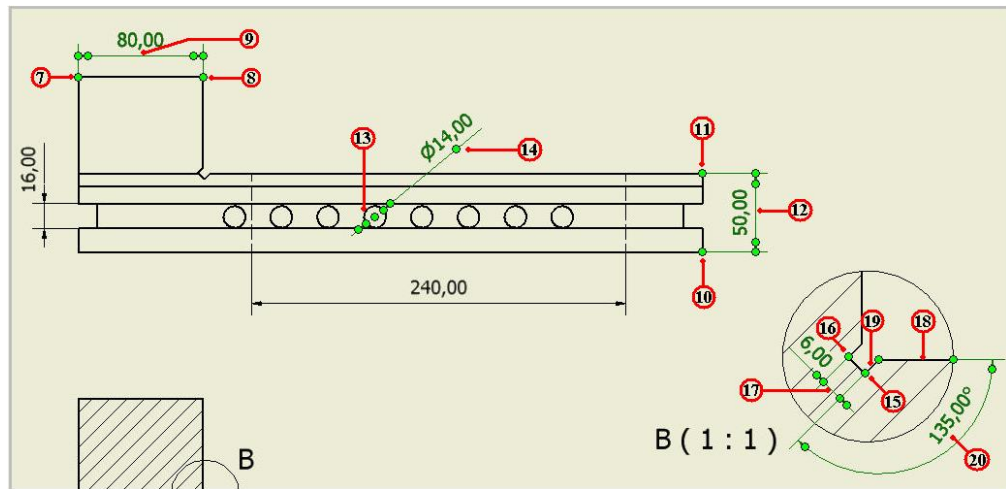
11. คลิกเลือกจุดปลายของมุมด้านบนของชิ้นส่วน

12. คลิกเลือกวางตำแหน่งของตัวเลขบอกขนาด 50.00

การกำหนดขนาดของชิ้นส่วนแบบเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter)

13. คลิกเลือกเส้นวงกลมของชิ้นส่วน เป็นการวัดขนาด

14. คลิกเลือกวางตำแหน่งของตัวเลขบอกขนาด Ø14.00



การกำหนดขนาดของชิ้นส่วนแบบแนวนาน (Aligned)

15. คลิกเลือกจุดแรกของมุมด้านบนของร่องชิ้นส่วน

16. คลิกเลือกจุดปลายของมุมด้านล่างของร่องชิ้นส่วน

17. คลิกเลือกวงตำแหน่งของตัวเลขบอกขนาด 6.00

การกำหนดขนาดของชิ้นส่วนแบบมุมองศา (Angle)

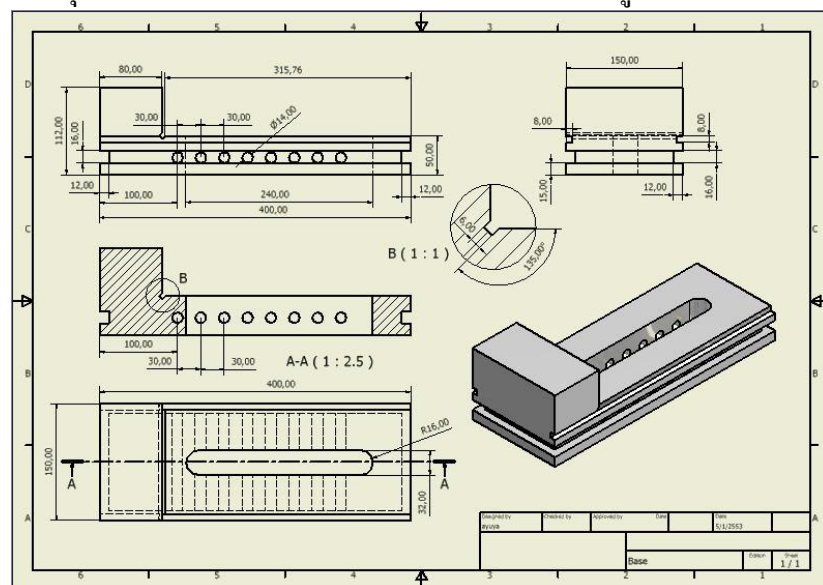
18. คลิกเลือกเส้นแรกด้านบนของชิ้นส่วน

19. คลิกเลือกเส้นที่เอียงมุมของชิ้นส่วน

20. คลิกเลือกวงตำแหน่งของตัวเลขบอกขนาด 135 °

21. เลือกกำหนดขนาดของชิ้นส่วนให้ครบตามแบบงาน โดยทำตามขั้นตอนที่ 6-20

จากนั้นทำการวางมุมมองภาพใหม่ ให้เหมาะสมกับกระดาษแบบ ดังรูป

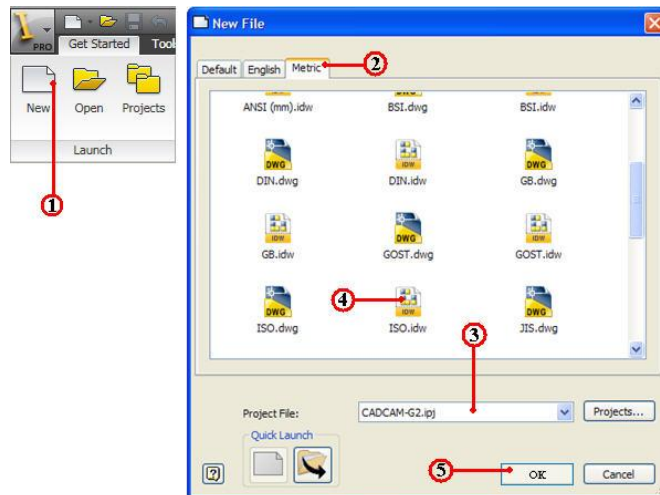


22. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึก Save  ไฟล์แบบงาน

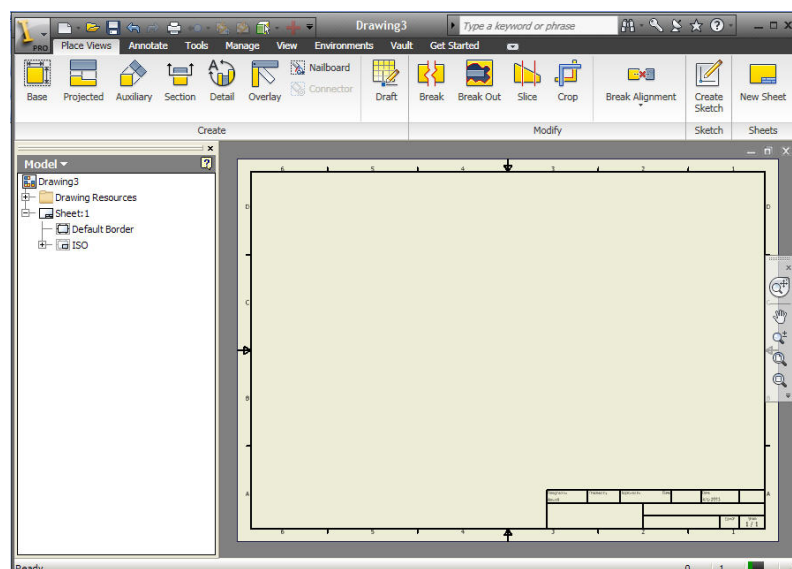
6. การสร้างแบบงานภาพประกอบ (Assembly Drawing)

ขั้นตอนที่ 1 สร้างไฟล์ภาพประกอบ ชิ้นส่วนปากกา (Assembly_Vice.iam)

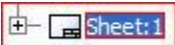
1. คลิกปุ่มคำสั่ง New เพื่อสำหรับชิ้นงานใหม่ทุกครั้ง
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Metric



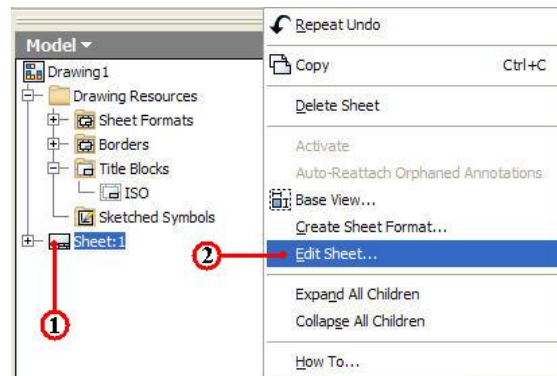
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Project และเลือกชื่อไฟล์ที่เก็บไว้ใน Project File (CAD/CAM-G2.ipj)
4. คลิกปุ่ม Icon  ที่ไฟล์ประกอบชิ้นงาน ISO.iam
5. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏหน้าจอของโหมดการสร้างแบบงาน (Drawing)



ขั้นตอนที่ 2 การสร้างมุมมองภาพหลัก (Base View)

1. คลิกเมาส์ขวาที่เมนู Sheet1  ในแถบเมนู Browse Model จะปรากฏแถบคำสั่งในการปรับปรุงแก้ไขกระดาษแบบ

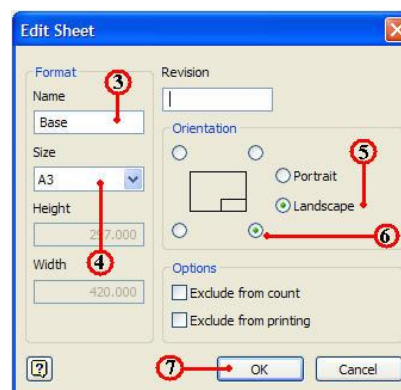
2. คลิกเลือกที่ Edit Sheet จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Edit Sheet



3. คลิกเลือกชื่อ Name พิมพ์ชื่อกระดาษ Base

4. คลิกเลือกชื่อ Size เลือกขนาดกระดาษ A3

5. คลิกเลือกชื่อกระดาษแบบแนวนอน คลิกเลือกที่ Landscape

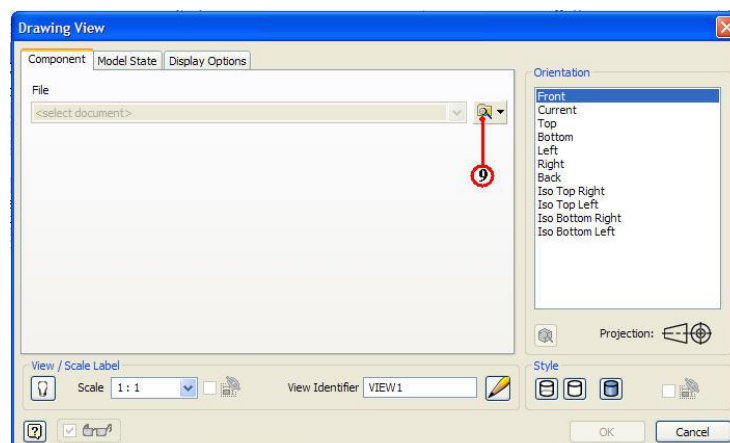


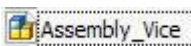
6. คลิกเลือกตำแหน่งมุมของ Title Block คลิกเลือกที่มุมล่างขวา

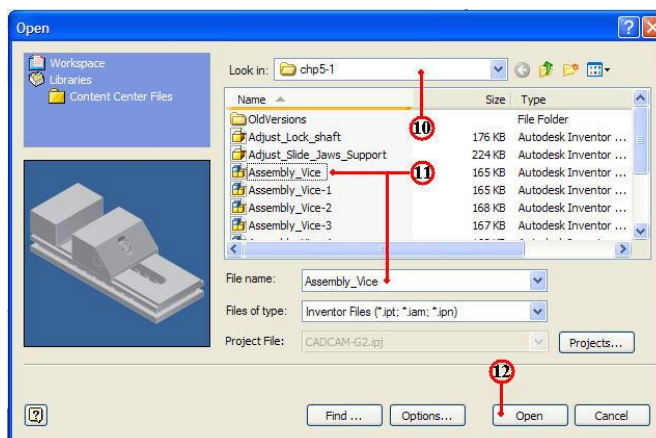
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน โปรแกรมจะกำหนดค่าของกระดาษแสดงที่พื้นที่จอภาพและ

Browse Model แถบเมนู Sheet จะเปลี่ยนชื่อเป็น Base 

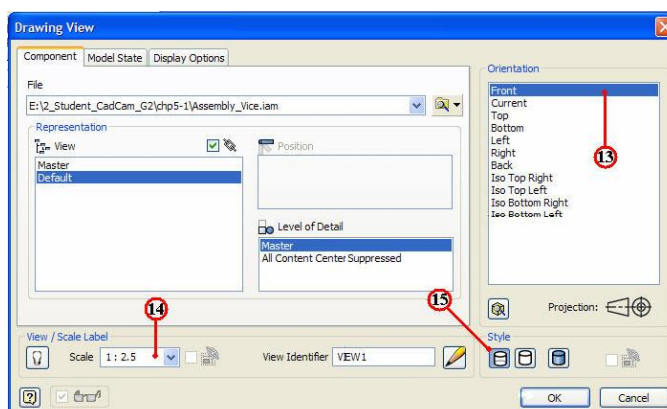
8. คลิกปุ่มคำสั่ง Base  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drawing View เพื่อกำหนดการวางภาพหลัก (Base View) และเป็นภาพแรกที่ใช้กำหนดมุมมองให้กับมุมมองภาพอื่นๆ ในหลักการวางภาพของงานเขียนแบบ คือภาพด้านหน้า (Front view) ซึ่งควรมีรายละเอียดแบบงานมากที่สุด



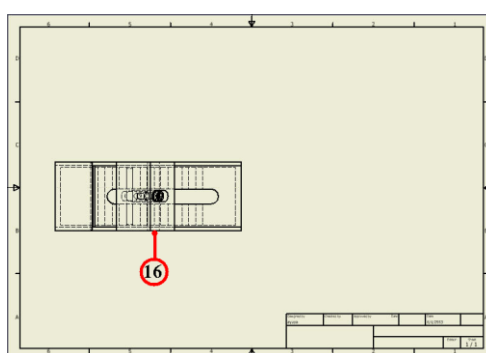
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Browse  เพื่อกำหนดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ
10. คลิกเลือกที่เก็บไฟล์ chp5-1 เป็นโฟลเดอร์ที่ใช้เก็บไฟล์ชิ้นส่วน 3 มิติ
11. คลิกเลือกไฟล์ประกอบชิ้นส่วน Assembly_Vice  และตรวจสอบชิ้นงานจากรูปภาพ (Preview)



12. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏภาพชิ้นงานแสดงในกล่องโต้ตอบ Drawing View และแสดงตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์ชิ้นส่วน File
13. คลิกเลือกการวางภาพ (Orientation) เลือกที่ Font โดยในขณะที่เลือกจะต้องพิจารณาที่กระดาษแบบงานไปพร้อมๆ กันด้วย เพื่อให้ได้มุมมองหลัก (Parent view) ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่ขนาดกระดาษแบบงาน

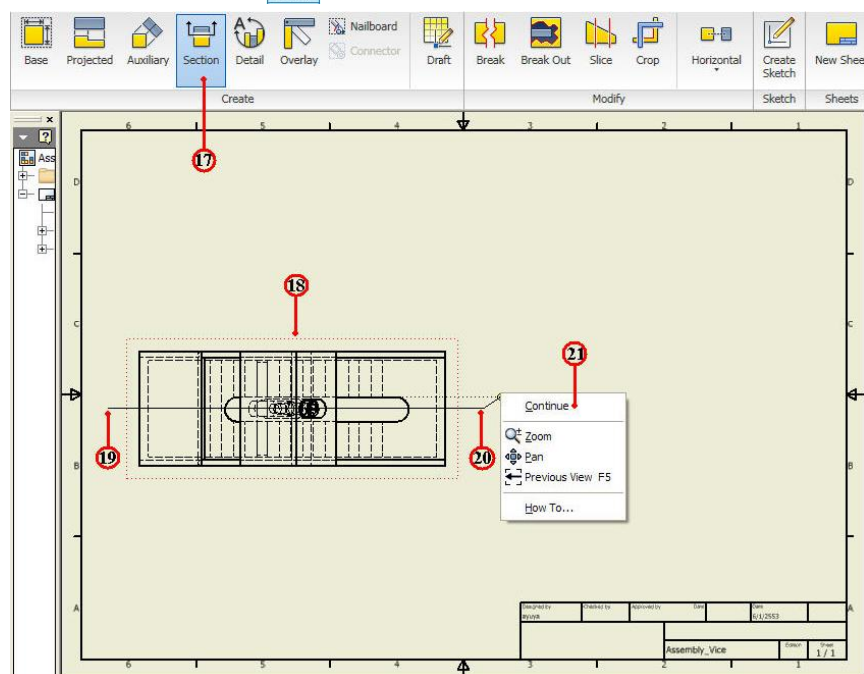


14. คลิกเลือกของสเกลขยาย พิมพ์ป้อนค่า 1:2.5
15. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden line 



16. คลิกตำแหน่งการวางภาพ บริเวณพื้นที่ด้านบนซ้าย ของกระดาษแบบงาน

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Section  สร้างมุมมองภาพตัดชิ้นส่วน



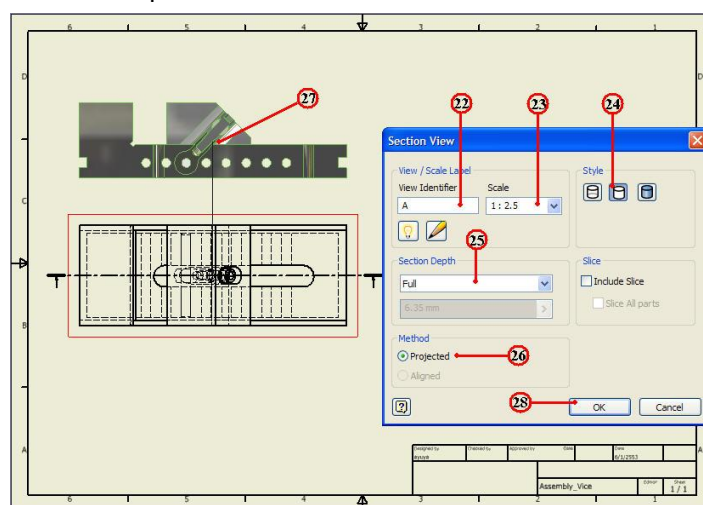
18. คลิกเลือกมุมมองภาพที่อ้างอิง (Top View) สำหรับสร้างแนวเส้นตัด

19. คลิกเลือกจุดแรกของเส้นตัด ควรใช้ตัวช่วยเลือกวัตถุ (Tracking) ในการกำหนดจุด

20. คลิกเลือกจุดปลายอื่นๆ เพื่อกำหนดทิศทางของเส้นตัด

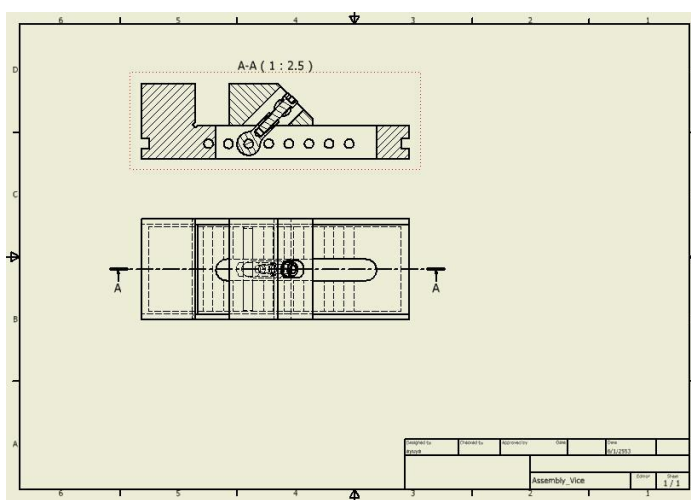
21. คลิกเมาส์ขวา จะแสดงแถบคำสั่ง จากนั้นคลิกเลือกที่ Continue โปรแกรมจะปรากฏกล่องโต้ตอบ Section View เพื่อกำหนดค่ากระดาษในภาพตัดชิ้นส่วน

22. คลิกปุ่มแถบชื่อมุมมองภาพตัด (View Identifier) พิมพ์ค่า A



23. คลิกปุ่มค่าย่อขยาย (Scale) พิมพ์ค่า 1: 2.5

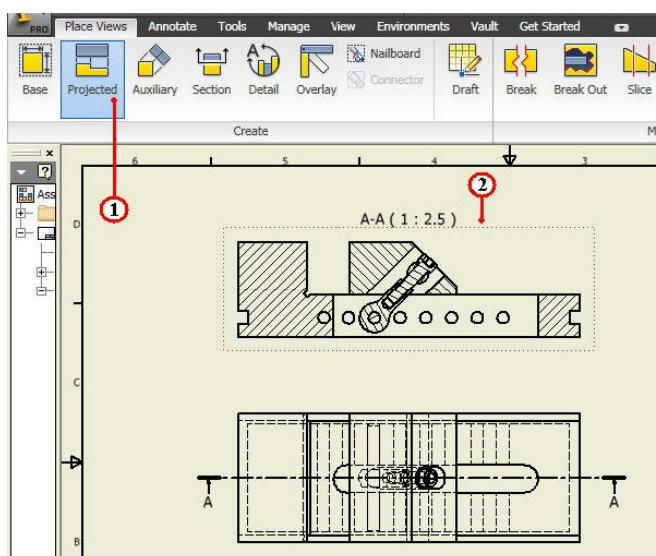
24. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden Line Removed
25. คลิกเลือกคำสั่งความลึกภาพตัด (Section Depth) เลือกค่า Full
26. คลิกเลือกรูปแบบการฉายภาพ (Method) คลิกเลือก Project
27. คลิกกำหนดตำแหน่งการวางภาพตัด พื้นที่วางบนกระดาษแบบ
28. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน โปรแกรมจะแสดงภาพตัดขึ้นส่วน และควรจัดการวางมุมมองภาพ ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของกระดาษแบบงาน ด้วยการไ้เมาส์ลากวาง ดังรูป



7. การสร้างภาพรายละเอียดเฉพาะตำแหน่ง (Detail Views)

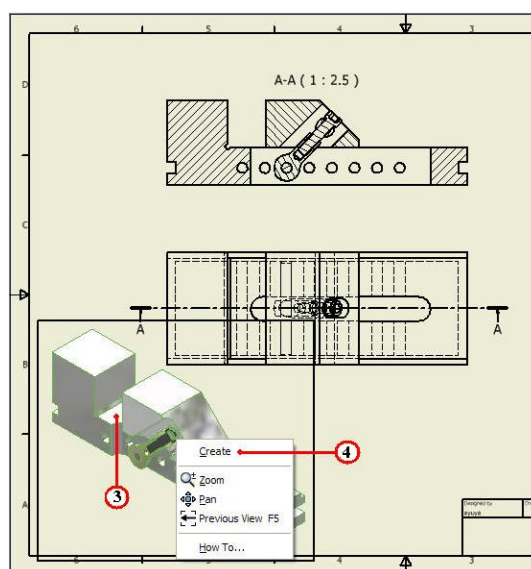
ขั้นตอนที่ 1 กำหนดมุมมองภาพตัด จากภาพประกอบชิ้นส่วนปากกา (จากหัวข้อที่ 9)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Projected ใช้สร้างมุมมองภาพ ด้านไอโซเมตริก (ISO view) โดยต้องทำการคลิกเลือกภาพมุมมองหลัก (Parent View)
2. คลิกภาพมุมมองหลัก จะเกิดขอบเขตของภาพหลัก ลักษณะเส้นประสีแดง



3. ลากเมาส์เฉียงลงทางด้านล่างซ้ายมือ จากนั้นคลิกบนพื้นที่ว่าง โปรแกรมจะคำนวณตำแหน่งการวางภาพด้านไอโซเมตริก (Isometric View)

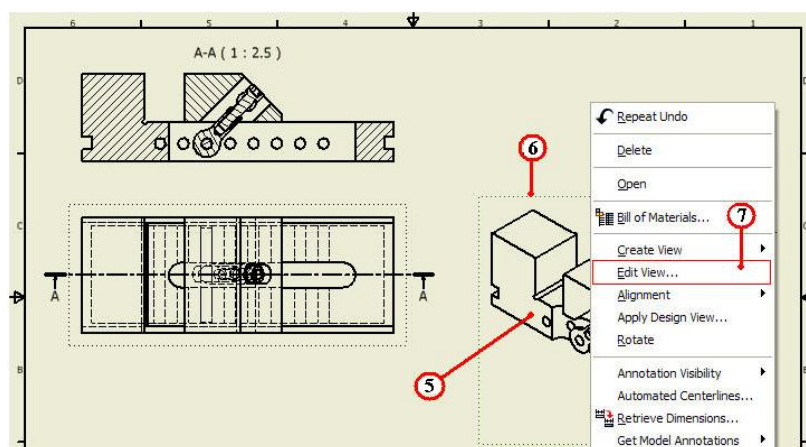
4. คลิกเมาส์ขวา จะปรากฏแถบคำสั่งคลิกเลือก Create จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณ ภาพไอโซเมตริก โดยอัตโนมัติ ดังรูป



5. คลิกตำแหน่งพื้นที่ว่างบนกระดาษแบบ สำหรับวางมุมมองภาพแสดงรายละเอียด (Detail View) โปรแกรมจะแสดงภาพลงแบบกระดาษแบบ ดังรูป

6. คลิกเลือกกรอบมุมมองภาพตัดไอโซเมตริก ให้เมาส์ลากวางตำแหน่งพื้นที่ว่างบนกระดาษแบบ ด้านบนขวามือ

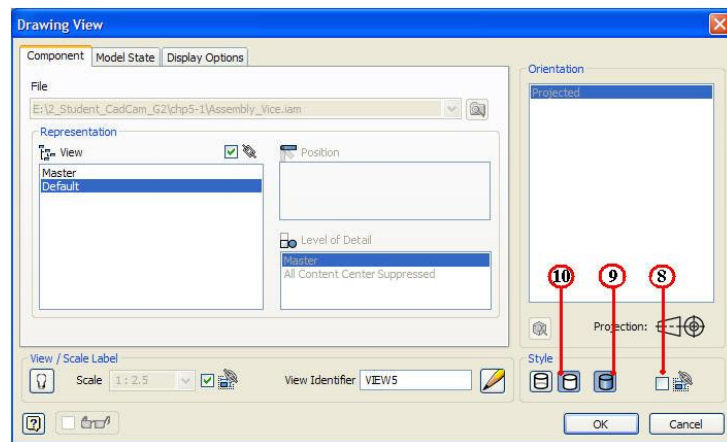
7. คลิกเมาส์ขวาที่กรอบมุมมองภาพตัดไอโซเมตริก จะปรากฏแถบคำสั่ง คลิกเลือกแถบคำสั่ง Edit View จากนั้นป้อนค่าในกล่องโต้ตอบ Drawing View ดังนี้



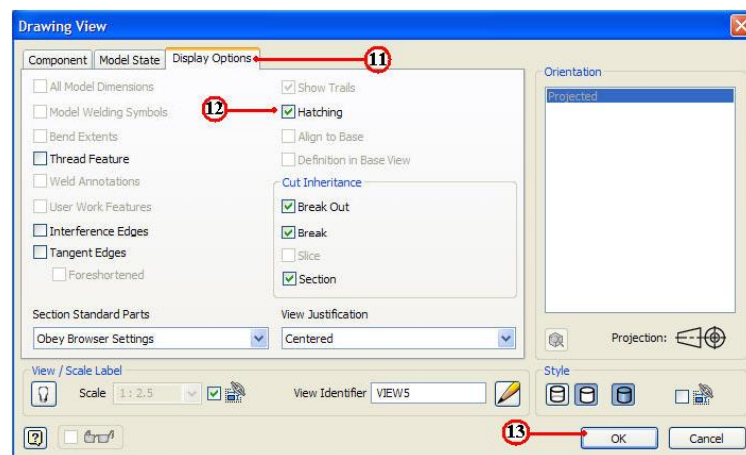
8. คลิกเครื่องหมายถูก ขอความ Style from base 

9. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Hidden Line Removed

10. คลิกเลือกรูปแบบแสดงการเจดสีภาพ (Style) คลิกเลือกแบบ Shade

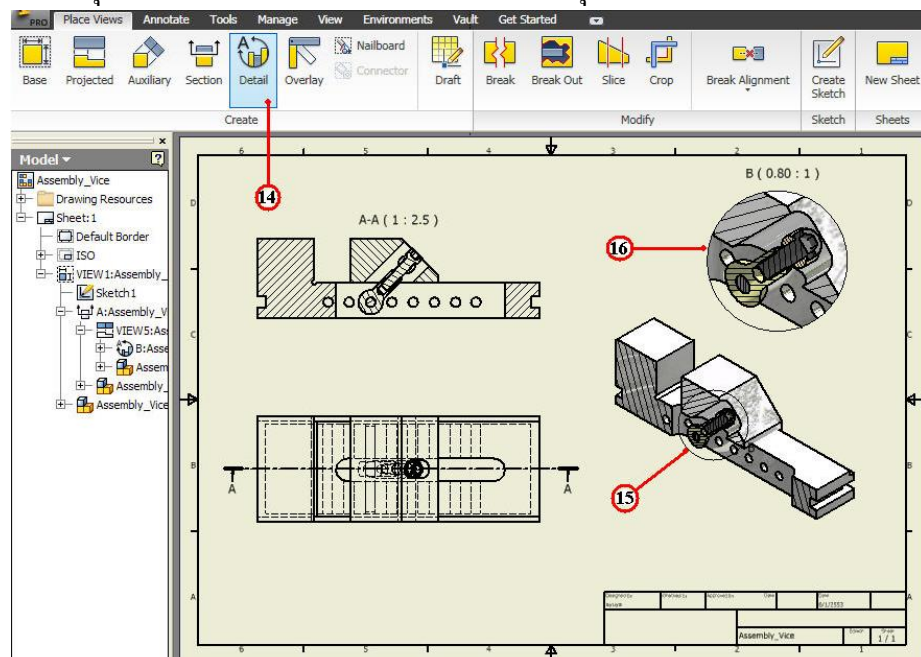


11. คลิกแถบเมนู Display Option บนหน้าต่าง Drawing View



12. คลิกเลือกเครื่องหมายถูก ข้อความ Hatching เพื่อแสดงเส้นลายตัด

13. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน โปรแกรมจะแสดงภาพมุมมองภาพตัด



14. คลิกปุ่มคำสั่ง Detail  เป็นการขยายรายละเอียดของแบบงาน

15. คลิกเลือกมุมมองภาพตัด (Section View) เป็นภาพที่อ้างอิง และเลือกเฉพาะบริเวณพื้นที่ชิ้นส่วนที่การประกอบกัน เพื่อขยายรายละเอียดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

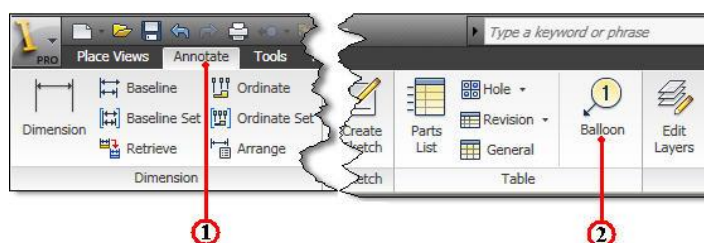
16. คลิกตำแหน่งพื้นที่ว่างบนกระดาษแบบ สำหรับวางมุมมองภาพแสดงรายละเอียด (Detail View) โปรแกรมจะแสดงภาพลงแบบกระดาษแบบ

8. การสร้างตารางรายการวัสดุ (Bill of Material)

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดหมายเลขชิ้นส่วน (Balloon)

1. คลิกแถบเมนู Annotate Ribbon Bar โหมดคำสั่งการกำหนดขนาด

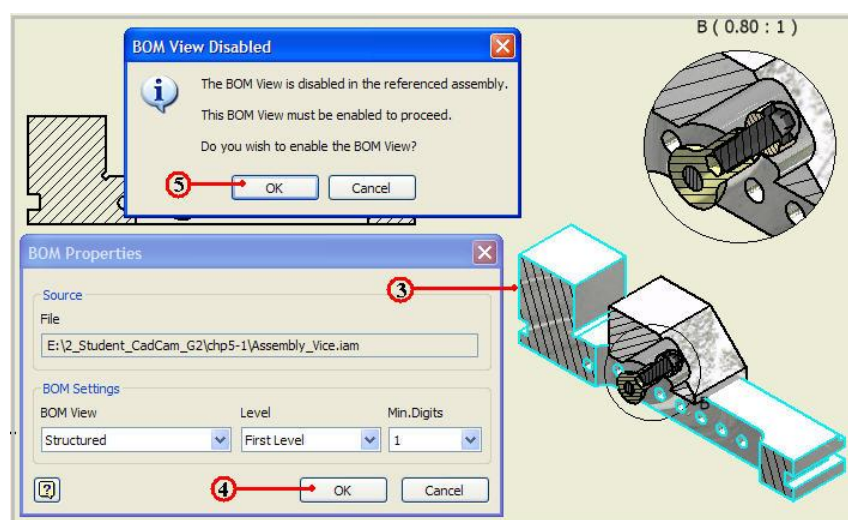
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Balloon  ใช้กำหนดหมายเลขชิ้นส่วน



3.คลิกเลือกที่ชิ้นส่วน ฐานปากกา จะปรากฏกล่องโต้ตอบ BOM Properties

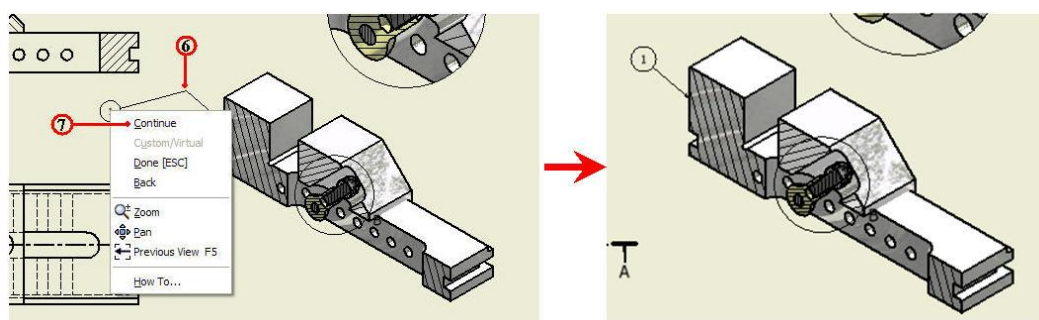
4.คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ BOM View Disabled

5.คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน

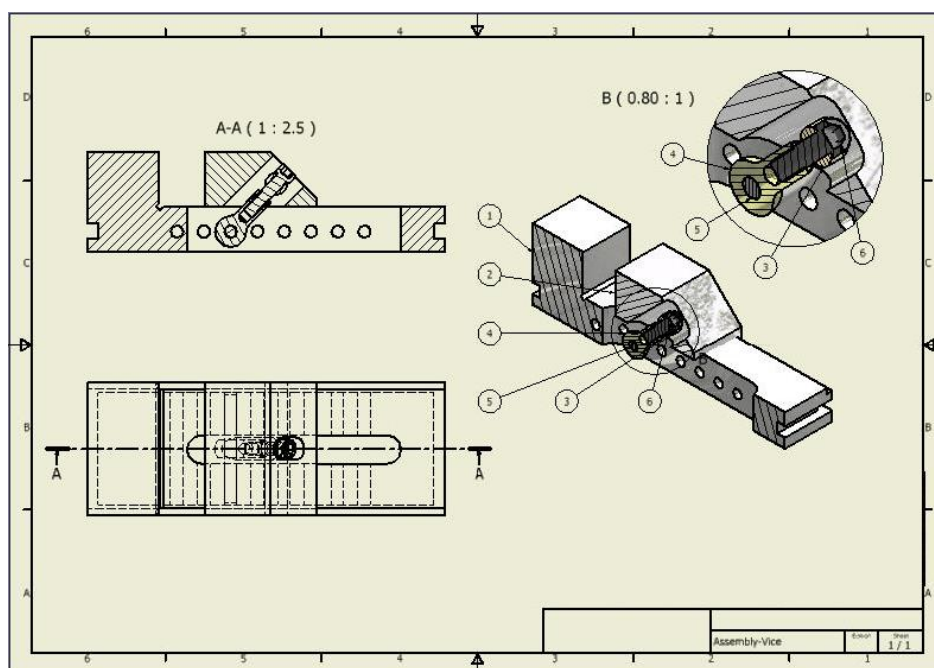


6.คลิกแล้วลากเมาส์วางตำแหน่งของหมายเลข บนกระดาษแบบงาน

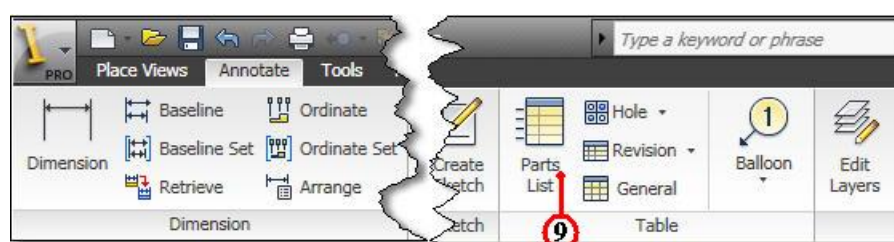
7.คลิกเมาส์ขวา จะปรากฏแถบคำสั่ง คลิกเลือกที่ Continue โปรแกรมจะแสดงหมายเลขชิ้นงาน ดังรูป



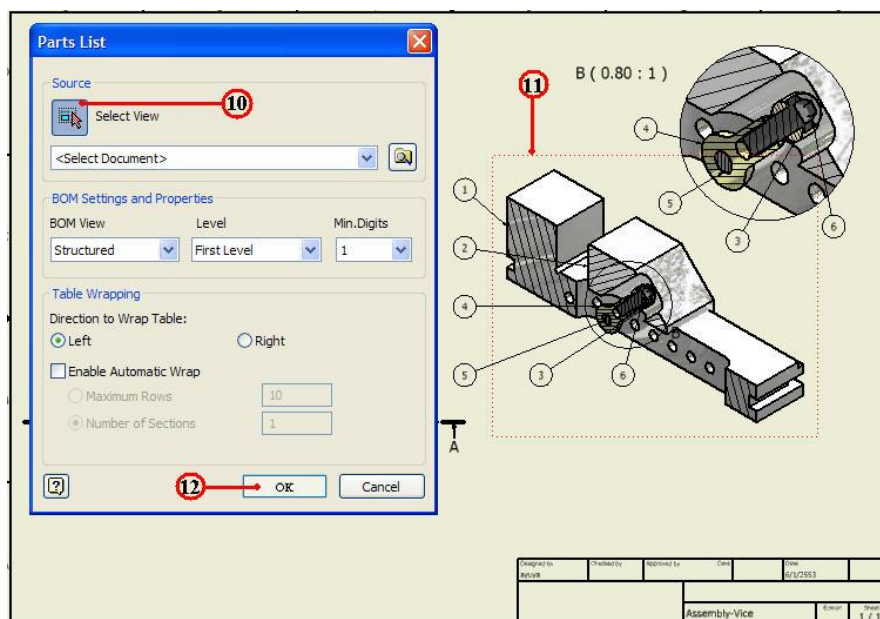
8. ทำการกำหนดหมายเลขชิ้นส่วนให้ครบทุกชิ้นส่วน และโดยทำตามข้อที่ 2-7 ดังรูป



9. คลิกปุ่มคำสั่ง Part List เป็นคำสั่งใช้สร้างรายการวัสดุ (Bill of Material) จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part List

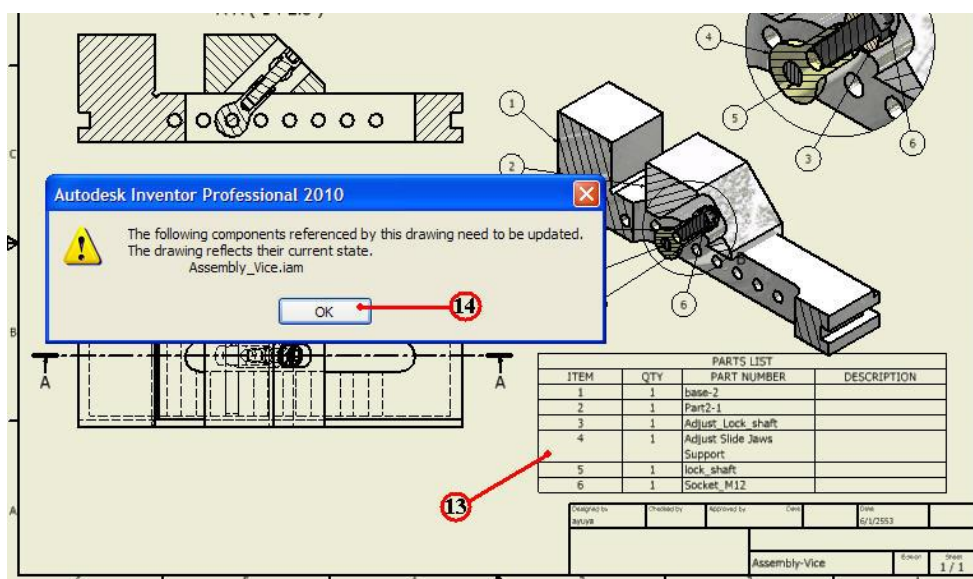


10. คลิกปุ่มคำสั่ง Section View เพื่อเลือกมุมมองภาพประกอบชิ้นส่วน



11. คลิกเลือกกรอบมุมมอง ภาพประกอบชิ้นส่วนที่แสดงด้วยเส้นประ

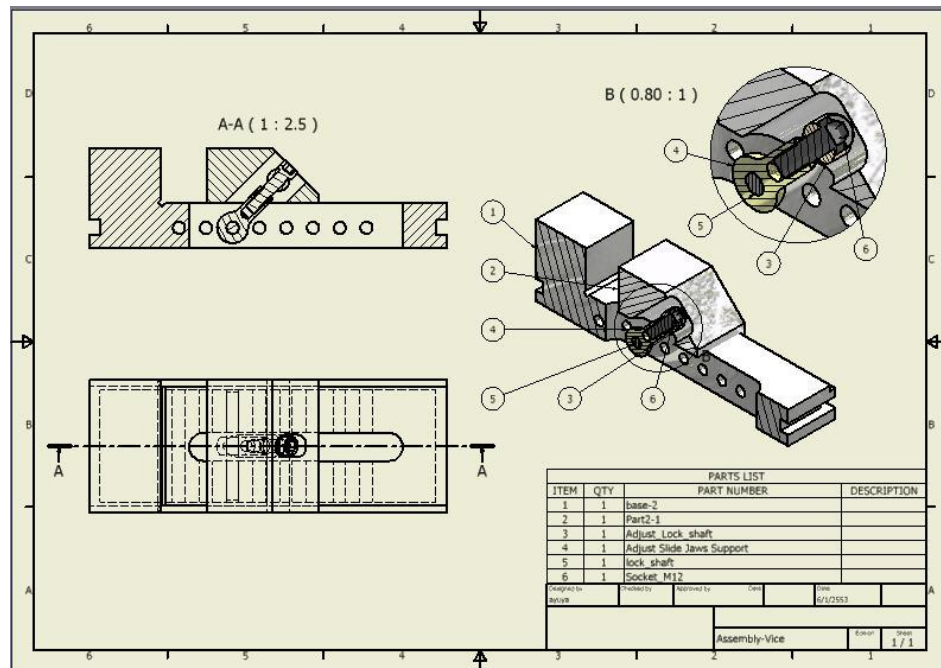
12. คลิกปุ่มคำสั่ง OK จะปรากฏกรอบสี่เหลี่ยมขอบเขตพื้นที่แสดงรายการวัสดุ



13. คลิกตำแหน่งพื้นที่ว่างบนกระดาษ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Autodesk Inventor Professional เป็นแสดงแหล่งข้อมูลของรายการวัสดุ

14. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน

15. ทำการจัดวางแถบรายการวัสดุ ให้เมาส์คลิกลากที่กรอบให้อยู่ด้านบนตาราง Tile Block และทำการจัดวางภาพแบบงานแต่มุมมอง ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของกระดาษแบบงาน

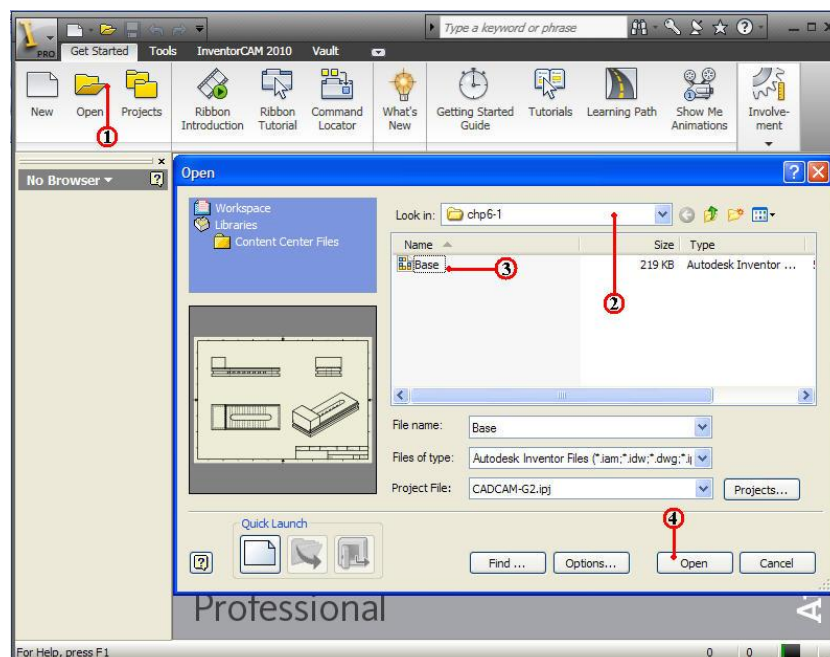


16. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึก Save  ไฟล์แบบงาน

9. การพิมพ์แบบงาน (Print)

ขั้นตอนที่ 1 เปิดไฟล์แบบงานฐานปากกา (Base.idw)

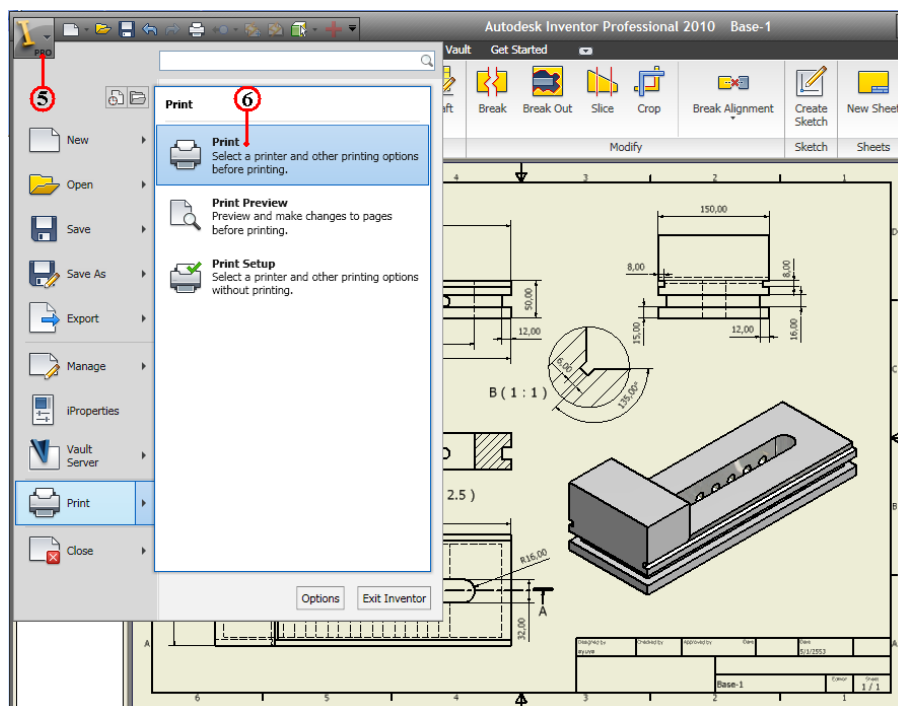
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ chp6-1 ที่เก็บไฟล์แบบงาน



3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นส่วน Base พิจารณาแสดงภาพ (Preview) และตรวจสอบชื่อในช่อง

File name: Base

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open ขึ้นชั้น โปรแกรมจะเข้าสู่โหมดแบบงาน (Drawing)

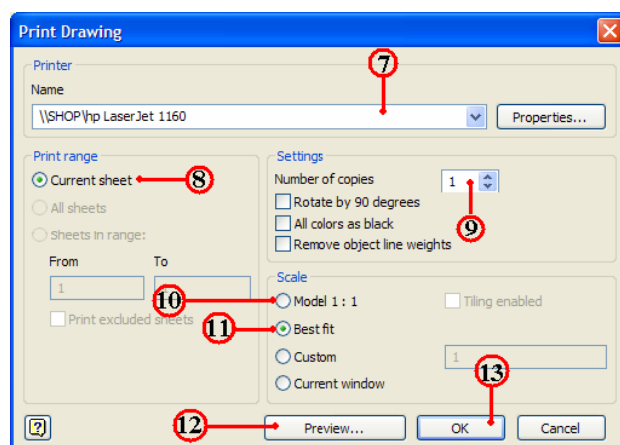


5. คลิกปุ่มคำสั่ง Inventor Pro



6. คลิกปุ่มคำสั่ง Print

7. คลิกแถบคำสั่ง Name กำหนดเครื่องพิมพ์ที่ใช้งาน

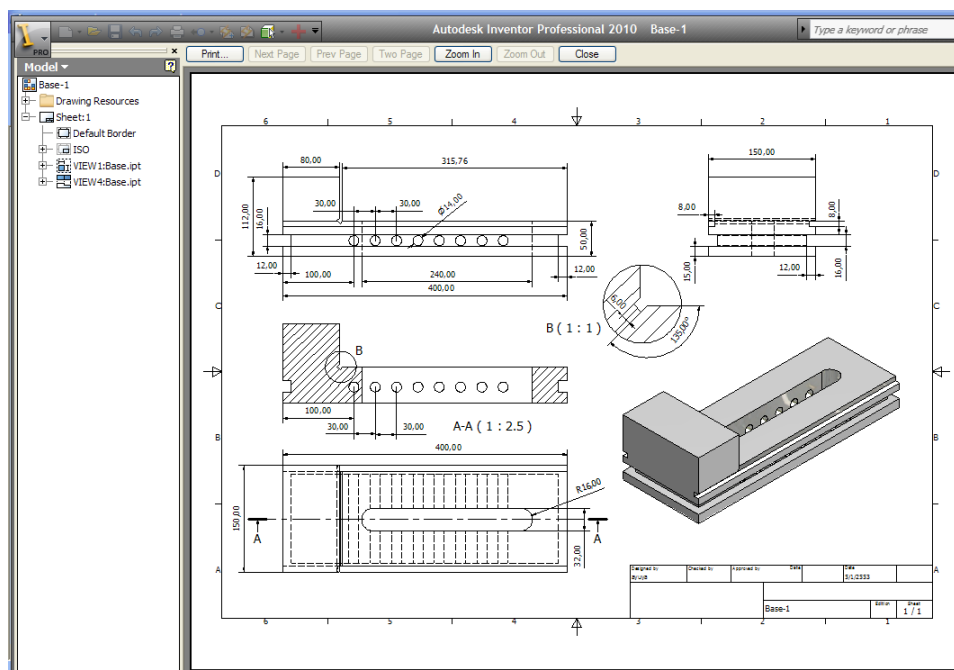


8. คลิกเลือกช่อง Current sheet เป็นการเลือกหน้าปัจจุบันที่ใช้งาน

9. คลิกเลือกช่อง Number of copies เป็นการเลือกจำนวนหน้า 1 หน้าที่ใช้พิมพ์

10. ใช้สำหรับกำหนดค่าสเกลการพิมพ์ชิ้นงาน 1:1

11. คลิกเลือกใช้การปรับอัตราส่วนพื้นที่แบบงาน ให้พอดีขนาดกระดาษแบบงาน
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Preview... ใช้สำหรับดูภาพก่อนพิมพ์ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ



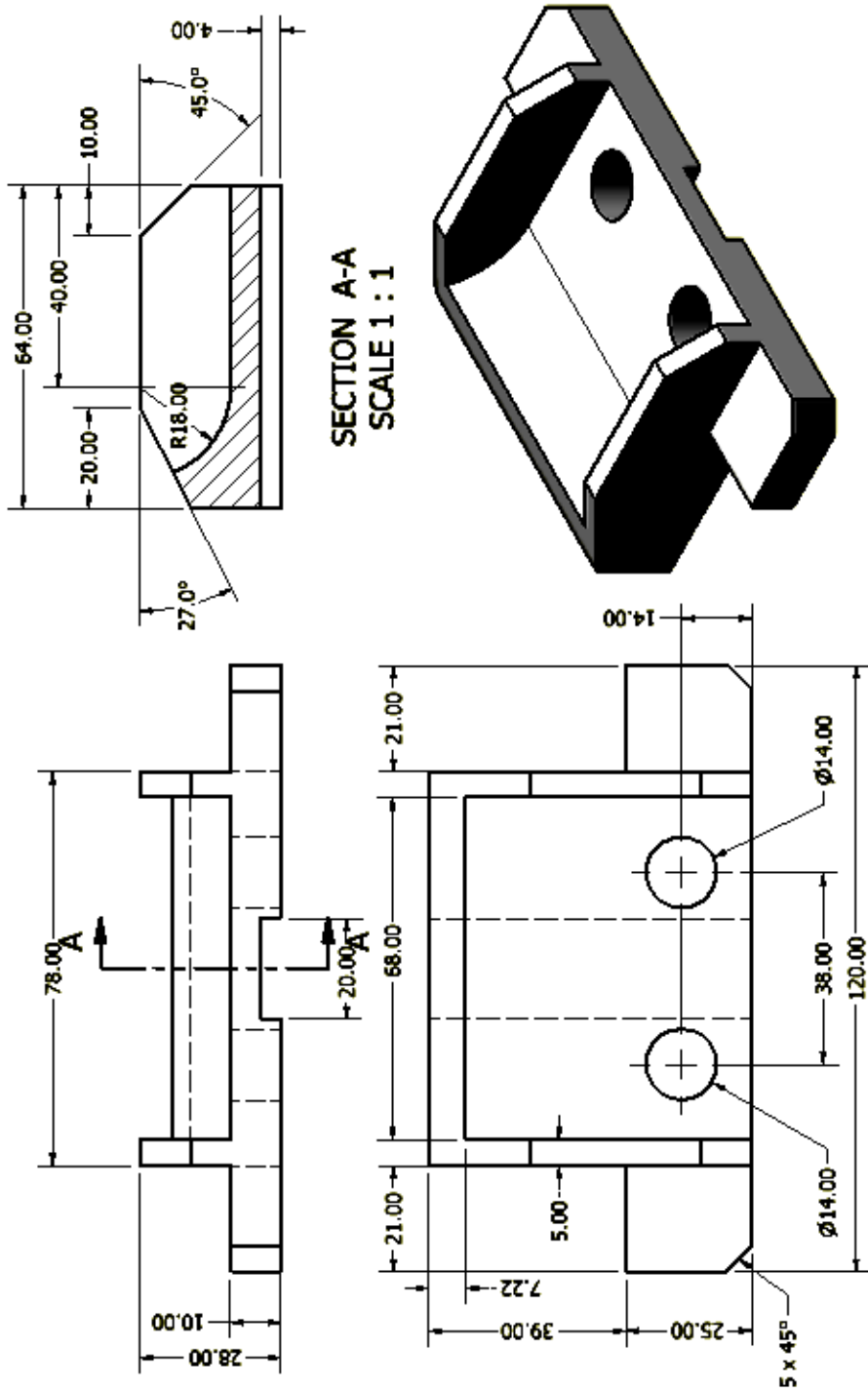
13. คลิกปุ่มคำสั่ง Print ยืนยันการพิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์
14. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึก Save  ไฟล์แบบงาน

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างแบบงาน
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ จงความหมายและวิธีการใช้งาน ของการสร้างแบบงาน 1. Base 2. Project 3. Auxiliary..... 4. Section 5. Detail 6. New Sheet จงความหมายและวิธีการใช้งาน ของการกำหนดขนาด 7. Dimensions 8. Baseline 9. Ordinate 10. Retrieve.....

แบบประเมินผลการเรียนรู้	
การสร้างแบบงาน	
จงความหมายและวิธีการใช้งาน ของการแสดงรายละเอียด	
11. Text .....	.....
12. Feature .....	.....
13. Datum .....	.....
14. Balloon .....	.....
15. Part List .....	.....
11. Centerline .....	.....
12. Center Mark .....	.....
13. Leader text .....	.....
14. Break out .....	.....
15. Create Sketch .....	.....

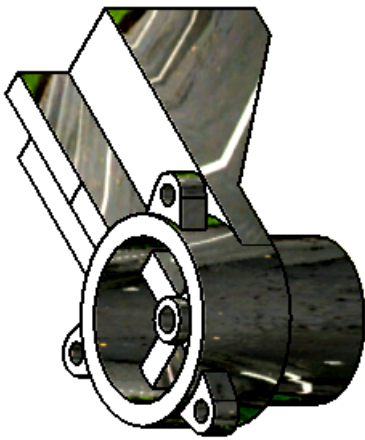
แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้งแบบงาน
ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ - การสร้งภาพฉาย ด้วยวิธีการใช้คำสั่ง Project ตรงกับการสร้งมุมมองภาพ ข้อใด - Auxiliary Views - Detail Views - Othographic Views - Section View - การสร้งภาพช่วย คือการมองภาพเป็นมุมมองภาพ ข้อใด - Auxiliary Views - Detail Views - Othographic Views - Section View - การสร้งภาพตัด คือการมองภาพเป็นมุมมองภาพ ข้อใด - Auxiliary Views - Detail Views - Othographic Views - Section View - การกำหนดขนาดแบบงาน ถ้าต้องการใช้วิธีแบบกำหนดขนาดตามแกน Coordinate คือข้อใด - Baseline - Ordinate - Absolute - Incremental - ถ้าต้องการทำภาพประกอบ จะต้องมีการเลือกภาพประกอบที่เป็นภาพมุมมองหลัก คือข้อใด - Main Views - Iso Views - Othographic Views - Parent Views

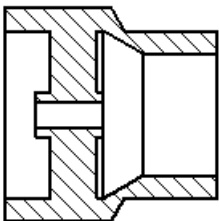
แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้งแบบงาน
6. ถาต้องการทำการตัดภาพเพือดูชิ้นส่วนภายใน ภาพประกอบจะใชัคำสั่ง ข้อใด ก. Section ข. Break ค. Cut ง. Detial 7. การสร้งภาพรายละเอียดเฉพาะตำแหน่ง คือการมองภาพเป็นมุมมองภาพ ข้อใด ก. Auxiliary Views ข. Detail Views ค. Othographic Views ง. Section View 8. การทำตารางรายการวัสดุ มีการใช้ชื่อย่อ คือข้อใด ก. BAM ข. BOM ค. BUM ง. BEM 9. การกำหนดขนาดแบบงาน ให้พอดีกับขนาดกระดาษแบบ คือข้อใด ก. Scale to Fit ข. Best Fit ค. Custom ง. Windows Fit 10. การตรวจสอบภาพก่อนพิมพ์ ต้องใช้ปุ่มคำสั่ง คือข้อใด ก. Pretest Views ข. Test Views ค. Print Views ง. Previews

หน่วยที่ 6	การสร้างแบบงาน	ใบงานที่
		1
1. ให้ผู้เรียนสร้างแบบงาน (Drawing) จากชิ้นงาน 3 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 2 ชม.		
	SECTION A-A SCALE 1 : 1	

หน่วยที่ 6	การสร้างแบบงาน	ใบงานที่
		2

1. ให้ผู้เรียนสร้างแบบงาน (Drawing) จากภาพประกอบ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 5 ชม.

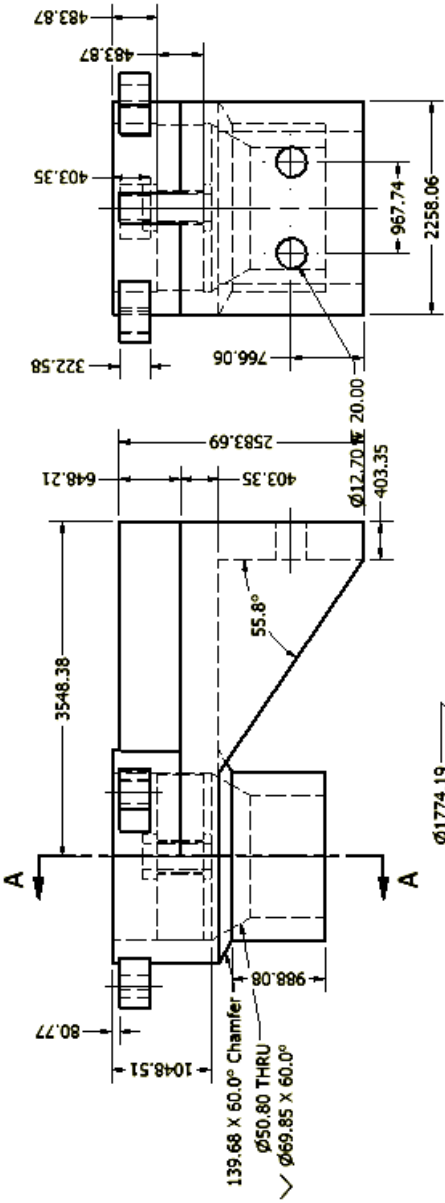




SECTION A-A
SCALE 1/45



DETAIL B
SCALE 1/20



Technical drawing showing front, top, and side views of a mechanical part with dimensions in millimeters (mm).

Key dimensions and features:

- Front View: Total width 2258.06 mm, total height 322.58 mm, mounting hole diameter 483.87 mm, central bore diameter 12.70 mm.
- Top View: Total diameter 1774.19 mm, mounting hole diameter 483.62 mm, central bore diameter 12.70 mm, distance between mounting holes 967.74 mm.
- Side View: Total height 3548.38 mm, sloped section angle 55.8°, total width 2583.69 mm, mounting hole diameter 483.87 mm, central bore diameter 12.70 mm.
- Section A-A: Shows internal features, including a central bore, a shoulder, and a tapered section.
- Detail B: Shows a detail of the mounting hole, including a central feature.

Notes:

- 139.68 X 60.0° Chamfer
- Ø50.80 THRU
- Ø69.85 X 60.0°

บทที่ 7

การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ (NC Milling Program)

แนวคิด

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต จำเป็นต้องมีข้อมูลทางด้านไฟล์ชิ้นงาน (CAD File) หรือแบบสั่งงาน (Drawing File) โดยที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยผลิต จะกำหนดขั้นตอนวิธีการกัด ดอกกัด เงื่อนไขการกัด สร้างเส้นทางเดินกัด (Tool Path) ทำการจำลองการกัดงาน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมถูกต้อง จากนั้นโปรแกรมสร้างเอ็นซีโค้ด (NC-Code) แล้วส่งข้อมูลโปรแกรมเอ็นซีโค้ด เข้าสู่เครื่องจักรในขบวนการผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี

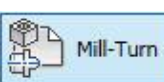
1. หลักการเบื้องต้นการใช้โปรแกรม InventorCAM ในงานกัด

การผลิตชิ้นส่วนด้วยกัดเครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC Milling) จำเป็นอย่างยิ่งที่นักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงาน (Operation) คำสั่ง NC Code (G Code, M Code) การเลือกเครื่องมือตัด (Cutting Tool) ค่าเงื่อนไขการตัด (Cutting Condition) และการใช้โปรแกรมช่วยการผลิต (Computer Aided Manufacturing) สำหรับใช้ในการกำหนดขั้นตอนวิธีการกัด (Machining) ในที่นี้จะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการผลิตของ InventorCAM ที่เป็นร่วมกันกับโปรแกรม Autodesk Inventor ในลักษณะแบบ Third Party ซึ่งจะทำให้การส่งโอนถ่ายข้อมูลที่ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ (CAD) ไปสู่การผลิตงานผลิต (CAM) ได้ความสมบูรณ์ และสามารถเปิด-ปิดโหมด InventorCAM สลับไปมาระหว่าง Autodesk Inventor เพื่อแก้ไขแบบโมเดลชิ้นงาน กับการผลิตได้สะดวกรวดเร็วเที่ยงตรง

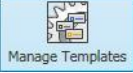
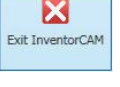
1.1 การสร้างขบวนการผลิต โหมดคำสั่งช่วยการผลิต

ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่ง จัดไฟล์ชิ้นงาน คำสั่งปรับปรุงแก้ไขไฟล์ คำสั่งสร้างและแก้ไขเครื่องมือตัด คำสั่งตั้งค่าต่างๆของ InventorCAM คำสั่งเลือกมุมมองการทำงาน คำสั่งออกจากโปรแกรม ในแต่ละกลุ่มคำสั่งจะมีคำสั่งแยกย่อยๆอีก ฉะนั้นนักศึกษาควรจะต้องทำความเข้าใจรายละเอียดจะทำให้สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพ รวดเร็วเวลาการผลิตสั้นลง

ตารางที่ 7.1 คำสั่งช่วยการผลิต

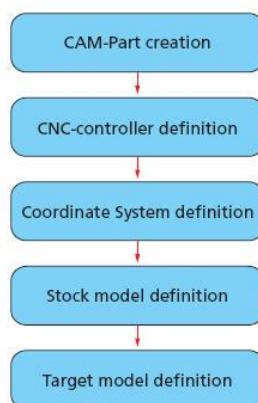
รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีใช้
	New	คำสั่งสร้างชนิดไฟล์ใหม่ ใช้เลือกวิธีขบวนการผลิต จะแยกย่อยให้กำหนดสร้างไฟล์เช่น Milling, Turning, Wire Cut
	Milling	คำสั่งการกัด ใช้กำหนดวิธีแบบงานกัด (Milling) ซึ่งเป็นการกัดชิ้นงาน กำหนดแกนเครื่องจักร จุดศูนย์ชิ้นงาน
	Turning	คำสั่งการกลึง ใช้กำหนดวิธีแบบงานกลึง (Turning) ซึ่งเป็นการกลึงชิ้นงาน กำหนดแกนเครื่องจักร จุดศูนย์ชิ้นงาน
	Turn-Mill	คำสั่งการกลึงและกัดเพิ่มเติม ใช้เครื่องกลึง (Turning) ที่มีชุดกัดงาน เป็นส่วนเสริมเพิ่มช่วยให้ทำงานร่วมกันได้
	Mill-Turn	คำสั่งการกัดและกลึงเพิ่มเติม ใช้เครื่องกัด (Milling) ที่มีชุดกลึงงาน เป็นส่วนเสริมเพิ่มช่วยให้ทำงานร่วมกันได้
	Wire Cut	คำสั่งลวดตัด ใช้กำหนดวิธีแบบลวดตัด (Wire Cut) ซึ่งเป็นการตัดชิ้นงาน ด้วยกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 7.1 คำสั่งช่วยการผลิต (ต่อ)

รูป Icon	คำสั่ง	ความหมายและวิธีการใช้
	Open	คำสั่งเปิดไฟล์การผลิต ใช้เป็นการนำไฟล์การผลิตเข้าสู่โหมดคำสั่งกัดงานหรือ คำสั่งกลึงงาน
	Recent	คำสั่งช่วยเปิดไฟล์เก่าที่ผ่านมา ใช้สำหรับเปิดไฟล์ชิ้นงานเก่าได้รวดเร็ว มีการเก็บงานเป็นลำดับก่อนหลัง
	Copy	คำสั่งคัดลอกไฟล์ ใช้สำหรับคัดลอกไฟล์ที่ใช้แล้ว สะดวกในการปรับเปลี่ยนได้ค่าต่างๆช่วยบันทึกไฟล์เก่า
	Delete	คำสั่งลบไฟล์ ใช้สำหรับลบไฟล์ที่ไม่จำเป็นออกจากได้อ่างรวดเร็ว ขณะเริ่มทำโปรแกรม
	Manage Templates	คำสั่งจัดการค่ารูปแบบ ใช้เลือกตั้งค่าแต่ละแบบฟอร์มการทำงานแต่ละขบวนการผลิต หรือแต่ละรูปแบบ
	New	คำสั่งสร้างชนิดไฟล์เครื่องมือตัด (Cutting Tool) ใช้เลือกวิธีขบวนการผลิต เช่น Milling, Turning, Wire Cut
	Milling	คำสั่งสร้างชนิดไฟล์เครื่องมือตัด (Cutting Tool) ใช้เลือกวิธีขบวนการผลิตแบบ Milling
	Turning	คำสั่งสร้างชนิดไฟล์เครื่องมือตัด (Cutting Tool) ใช้เลือกวิธีขบวนการผลิตแบบ Turning
	Turn-Mill	คำสั่งสร้างชนิดไฟล์เครื่องมือตัด (Cutting Tool) ใช้เลือกวิธีขบวนการผลิตแบบ Turn-Milling
	Edit Tool Library	คำสั่งแก้ไขชนิดไฟล์เครื่องมือตัด (Cutting Tool) ใช้เลือกวิธีขบวนการผลิต เช่น Milling, Turning, Wire Cut
	CAM Setting	คำสั่งตั้งค่าการผลิตของ InventorCAM ใช้เลือกกำหนดตั้งค่าต่างๆ ของแต่ละรายละเอียด
	CAM Views	คำสั่งมุมมองภาพ ใช้กำหนดเลือกระนาบมุมมองภาพของแต่ละวิธีการผลิตเช่น ระนาบงานกัด ระนาบงานกลึง
	Exit InventorCAM	คำสั่งออกจากโหมด InventorCAM ใช้สำหรับออกจากโหมดการผลิต และเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรมใหม่อีกครั้ง

1.2 CAM-Part

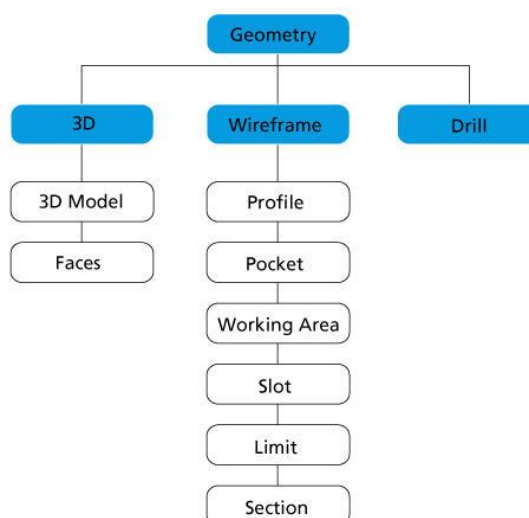
ใช้กำหนดข้อมูลทั่วไปของชิ้นงาน ได้แก่ การปฏิบัติการทำโปรแกรมการผลิตทุกๆ ขบวนการจะมีการเก็บข้อมูลอยู่ภายใต้โครงการ (CAM-Part) ผู้ปฏิบัติงานสามารถ กำหนดชื่อ งาน (Model name) ตำแหน่งพิกัด (Position) จำนวนจุดศูนย์งาน (Workpiece Zero) แกนอ้างอิง (Coordinate Systems) โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร (CNC Controller)



ภาพ 7.1 ฟังก์ชันขั้นตอนและกำหนดรายละเอียดของ CAM-Part

1.3 Geometry

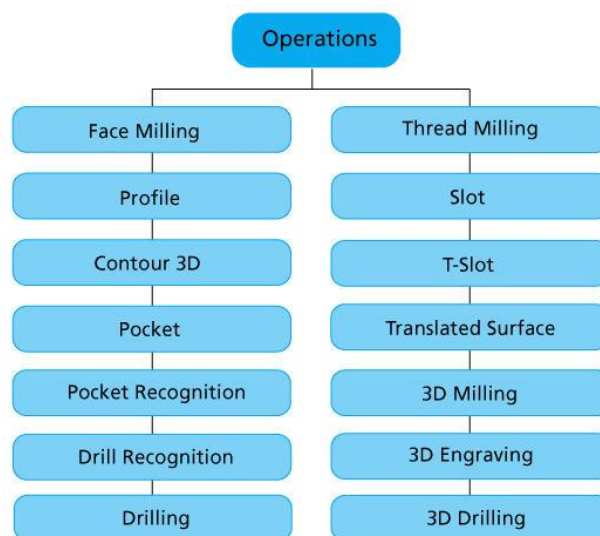
ใช้เลือกขอบเขตวัตถุในการผลิต สามารถแบ่งลักษณะตามรูปทรงชิ้นงาน ได้แก่ ขอบผิว (Edge) เส้น (Curve) พื้นผิว (Surface) วัตถุตัน (Solid) และรายละเอียดของข้อกำหนดวัตถุดิบ (Stock) และชิ้นส่วนสำเร็จ (Target) จะใช้ในการคำนวณการกัดแต่ละครั้ง โปรแกรมจะคำนวณเศษเหลือจากการกัด (Rest Material) ในแต่ละขบวนการผลิต เพื่อใช้คำนวณเศษเหลือจากการกัดของขบวนการที่ผ่านมาให้ เส้นทางเดินกัด (Tool Path) สั้นลงไม่เสียเวลาว่างเปล่ากับเส้นทางตัดอากาศ (Air Cutting)



ภาพ 7.2 การแบ่งลักษณะรูปทรงสำหรับเลือกขอบเขตวัตถุ

1.4 Operation

ใช้กำหนดลำดับและเลือกขั้นตอนการผลิตของโปรแกรม InventorCAM ซึ่งโปรแกรม InventorCAM ให้ผู้ปฏิบัติงานกำหนดจำนวนครั้งการกัด เลือกวัตถุที่ใช้กัด เครื่องมือตัดจากตารางเครื่องมือ เลือกแบบการกัด จำนวนครั้ง ลักษณะเส้นทางเดินแต่ละแบบการกัดให้เหมาะสมกับรูปลักษณะงานกัคนั้น



ภาพ 7.3 ฟังก์ชันการปฏิบัติงานกัด

1.5 แถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager

การปฏิบัติการผลิตในทุกขั้นตอนจะมีการรวบรวมอยู่ใน แถบคำสั่ง InventorCAM Manager ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดย่อยๆ ในแต่ละขบวนการและมีการจัดเรียงข้อมูลตามลำดับ แบ่งออกเป็นส่วนดังนี้

1.5.1. CAM-Part header ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปของชิ้นงานแบ่งออกเป็น

- 1 CoordSys Manager คือ ระบบแกนอ้างอิง และกำหนดศูนย์ชิ้นงาน
- 2 Stock คือ วัตถุดิบของชิ้นงานกัด
- 3 Target คือ วัสดุชิ้นงานกัดหรือวัสดุชิ้นงานสำเร็จ
- 4 Setting คือ การตั้งค่าสำหรับของไฟล์ชิ้นงานกัด

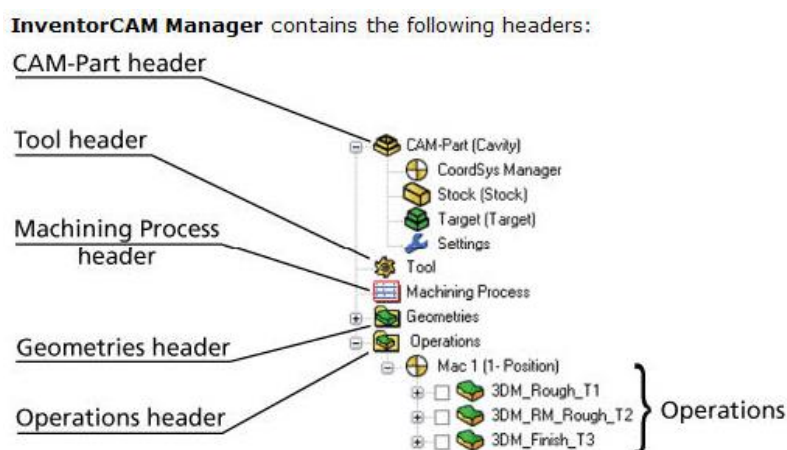
1.5.2 Tool header ใช้เก็บค่าเครื่องมือตัด ชนิด ขนาด การจับยึด

1.5.3 Machining Process header ใช้ลำดับและเก็บข้อมูลค่าเงื่อนไขในแต่ละ

ขบวนการผลิต

1.5.4 Geometries header ใช้เก็บข้อมูลการเลือกขอบเขตวัตถุที่ใช้ในแต่ละขบวนการผลิต

1.5.5 Operation header ใช้จัดลำดับข้อมูลการเลือกวิธีและกำหนดรายละเอียดส่วนย่อยๆ ของการสร้างทางเดินตัด (Tool Path) และสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้แต่ละขบวนการผลิต



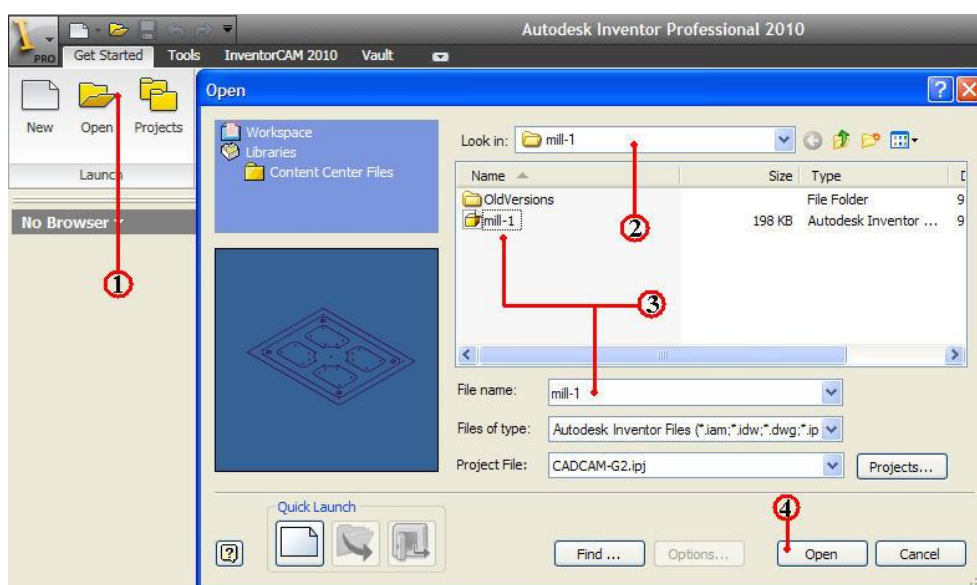
รูปที่ 7.4 InventorCAM Manager

1.6 การสร้างไฟล์ชิ้นงานกัด จากภาพสเก็ต 2 มิติ (2D Sketch)

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์แบบงานเก่า

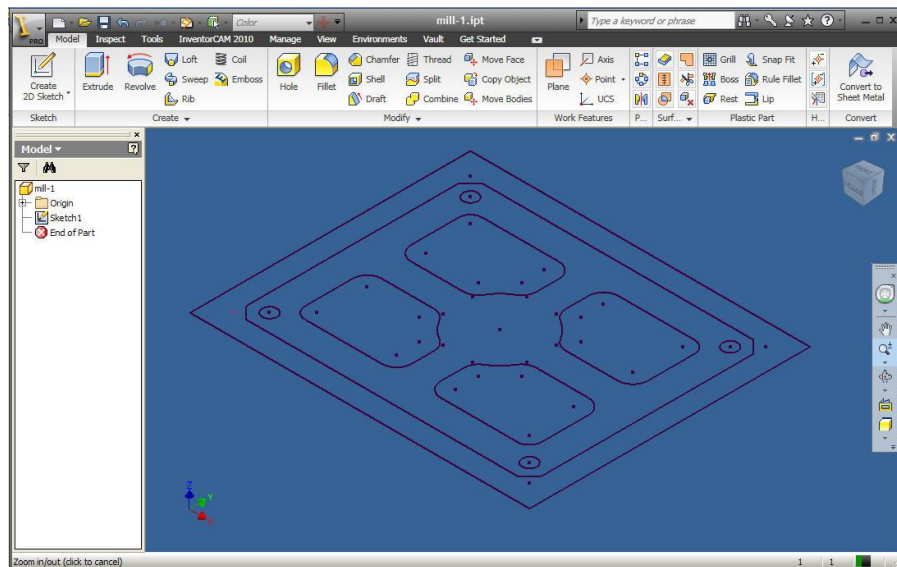
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open เพื่อเปิดไฟล์ชิ้นงาน Sketch ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โดยควรจะต้องที่ทำการสร้างไฟล์เครื่องสำหรับชิ้นงานกัด (mill-1) และไฟล์โมเดลชิ้นงานก็ควรใช้ชื่อเดียวกันด้วย (mill-1) เพราะไฟล์ข้อมูลการผลิตทั้งหมดจะถูกบันทึกรวบรวมอยู่ภายในไฟล์เครื่องเดียวกัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open

2. คลิกเลือกไฟล์เครื่อง mill-1 ที่แถบคำสั่ง Lock in:



3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน mill-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

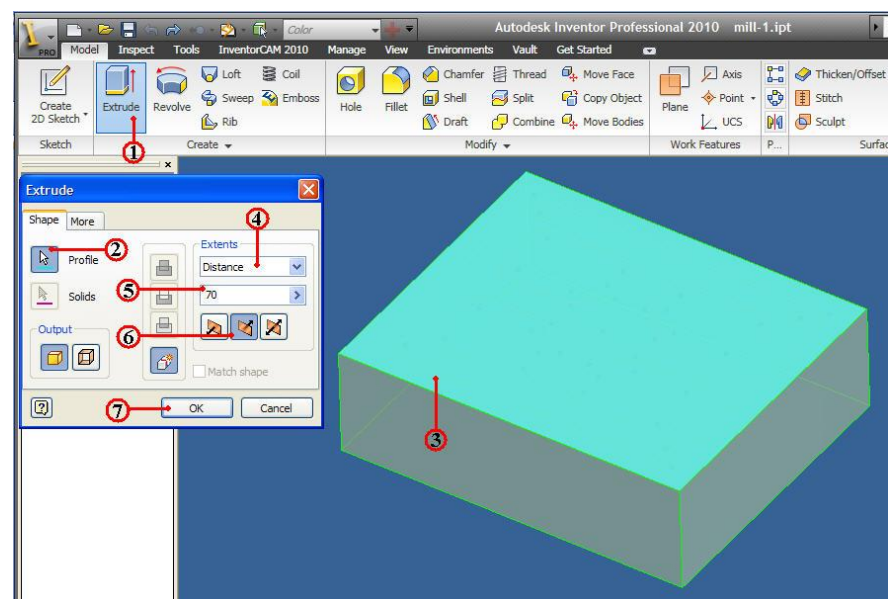
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโหมด Model



ขั้นตอนที่ 2 สร้างวัตถุต้นขั้นหลัก (Feature Base)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Extrude เป็นคำสั่งยัดวัตถุ จะปรากฏกล่องข้อความ Extrude
2. คลิกเลือก Profile เป็นการเลือกวัตถุด้วยเส้นรอบรูป
3. คลิกที่เส้นรอบรูป (Sketch Profile) เลือกเส้นทั้งหมด จะแสดงภาพเป็นก่อน

สีเหลี่ยม



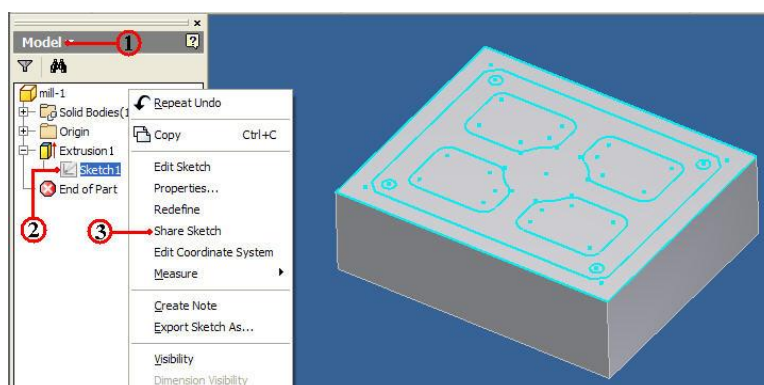
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เป็นการเลือกชนิดการยืดแบบระยะทาง
5. คลิกแถบคำสั่งป้อนพิมพ์ค่า 70
6. คลิกเลือกทิศทางการยืดแบบพุ่งลงล่าง
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ขึ้นชั้น

ขั้นตอนที่ 3 สร้างขอบภายนอกชิ้นงาน ด้วยการตัดวัตถุตัน (Solid Cut)

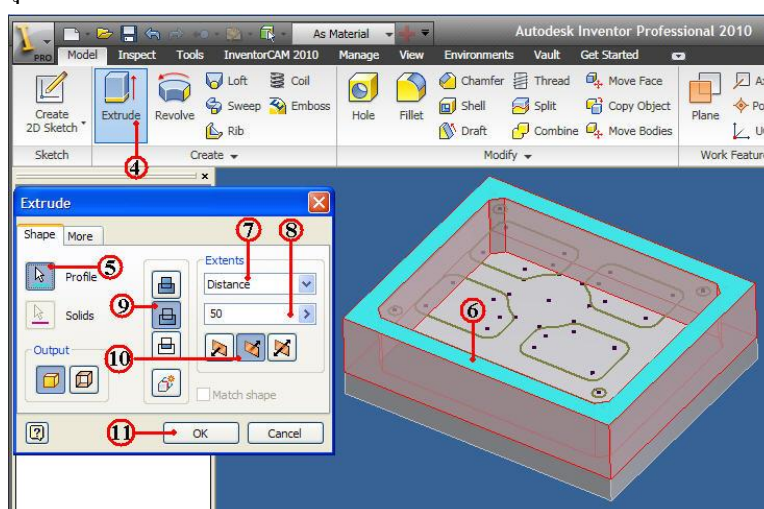
1. คลิกเลือกแถบเมนู Browse Model เพื่อเลือกใช้ลำดับขั้นตอนการสร้าง
2. คลิกเมาส์ขวาที่เลือกแถบ Sketch1 ในส่วนย่อยของ Extrusion1 จะเกิดแถบเมนู

คำสั่ง

3. คลิกเลือก Share Sketch เป็นการนำเอาเส้นรอบรูป (Profile Sketch) กลับมาใช้ใหม่ได้อีก จะปรากฏเส้นรอบรูปที่บนผิววัตถุตัน

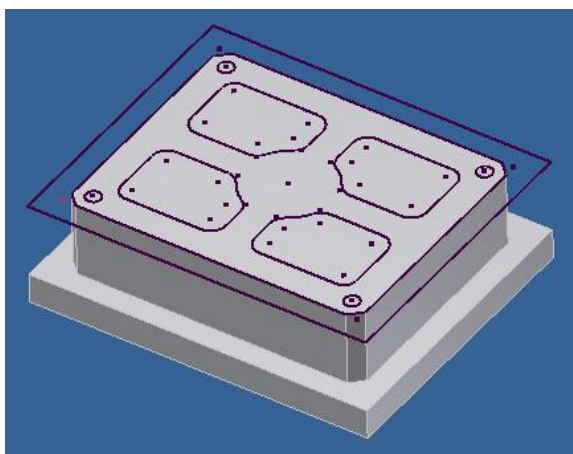


4. คลิกปุ่มคำสั่ง Extrude
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Profile



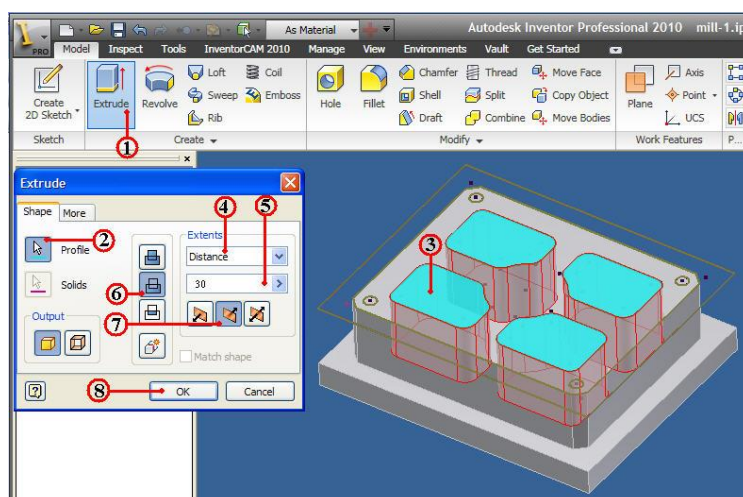
6. คลิกเลือกเส้นรอบรูป (Profile Sketch) เส้นขอบเขตแสดงกรอบนอกใน
7. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เป็นการเลือกชนิดการยืดแบบระยะทาง

8. คลิกแถบคำสั่งป้อนพิมพ์ค่า 50
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Solid Cut เป็นแบบตัดเนื้อวัตถุออก
10. คลิกเลือกทิศทางการยึดแบบพุ่งลงล่าง
11. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ขึ้นชั้น ดังรูป

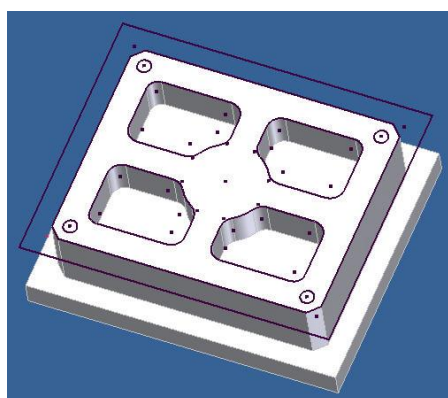


ขั้นตอนที่ 4 สร้างหลุมภายในชิ้นงาน ด้วยการตัดวัตถุตัน (Solid Cut)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Extrude
2. คลิกปุ่มคำสั่ง (Profile Sketch)



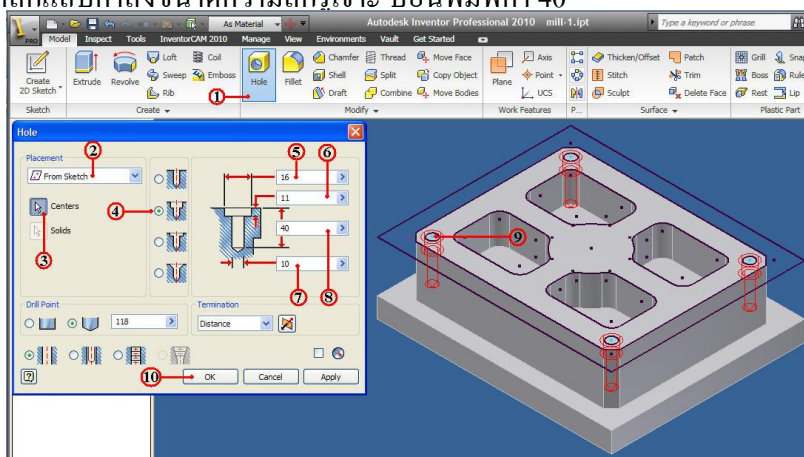
3. คลิกเลือกเส้นรอบรูป (Profile Sketch) เส้นขอบเขตแสดงกรอบนอกใน
4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Distance เป็นการเลือกชนิดการยึดแบบระยะทาง



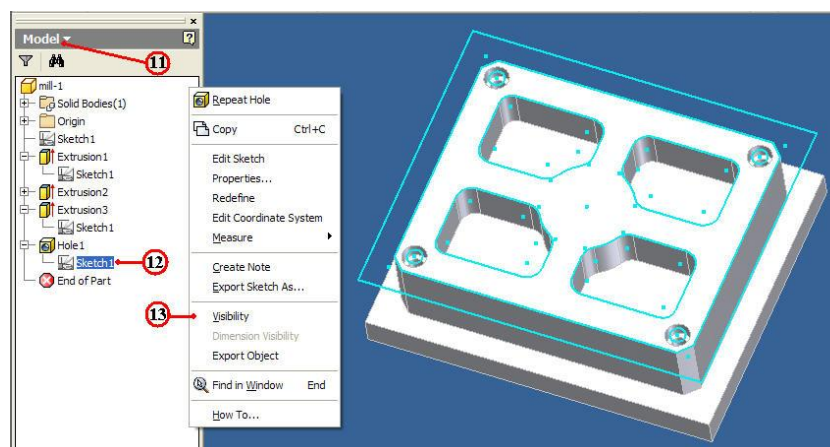
5. คลิกแถบคำสั่งป้อนพิมพ์ค่า 30
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Solid Cut เป็นแบบตัดเนื้อวัตถุออก
7. คลิกเลือกทิศทางการยึดแบบพุ่งลงล่าง
8. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน ดังรูป

ขั้นตอนที่ 5 สร้างรูเจาะแบบฝังบ่าจาก (Counter Bore) ภายในชิ้นงาน

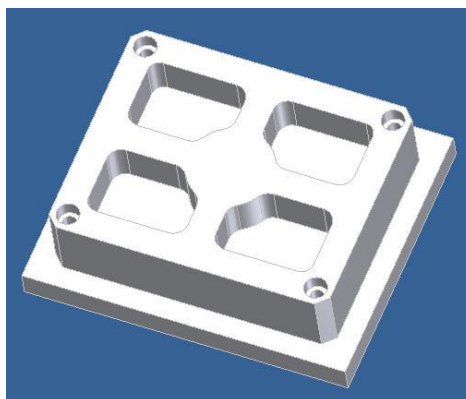
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Hole จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Hole
2. คลิกแถบคำสั่ง Form Sketch เป็นการเลือกวัตถุอ้างอิงจากภาพเกิด
3. คลิกเลือกตำแหน่งจุดศูนย์กลาง (Center) ของวัตถุอ้างอิงจากภาพเกิด
4. คลิกเลือกแบบรูเจาะ Counter Bore
5. คลิกแถบคำสั่งขนาดความโตหัวฝัง ป้อนพิมพ์ค่า 16
6. คลิกแถบคำสั่งขนาดความลึกหัวฝัง ป้อนพิมพ์ค่า 11
7. คลิกแถบคำสั่งขนาดความโตรูเจาะ ป้อนพิมพ์ค่า 10
8. คลิกแถบคำสั่งขนาดความลึกรูเจาะ ป้อนพิมพ์ค่า 40



9. คลิกเลือกจุดศูนย์กลางวงกลม ที่ภาพสเก็ต (Sketch Profile) ของวงกลม 4 มุม
10. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน

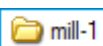


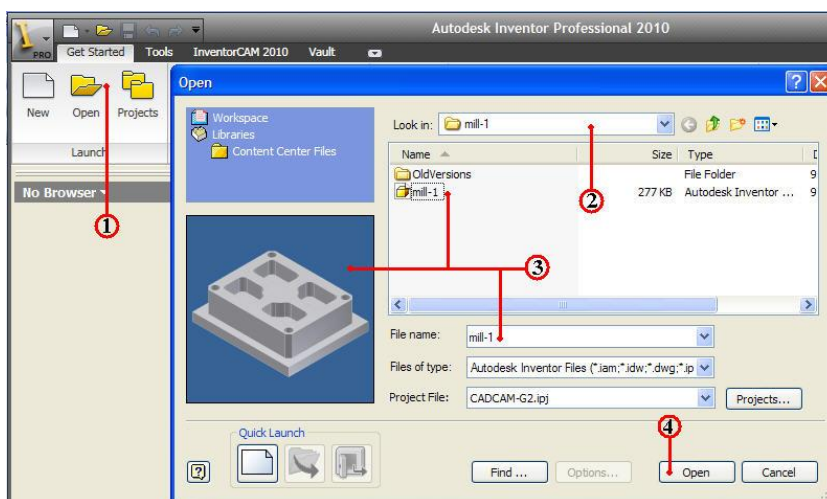
11. คลิกเลือกแถบเมนู Browse Model เพื่อเลือกใช้ลำดับขั้นตอนการสร้าง
12. คลิกเมาส์ขวาที่เลือกแถบ Sketch1 ในส่วนย่อยของ Hole 1 จะเกิดแถบเมนู
ขอความ
13. คลิกเลือกเครื่องหมายถูกออกที่ Visibility เพื่อไม่ต้องการให้แสดง
เส้นรอบรูป (Sketch Profile) ขณะปฏิบัติงานบนจอภาพ ดังรูป
14. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น



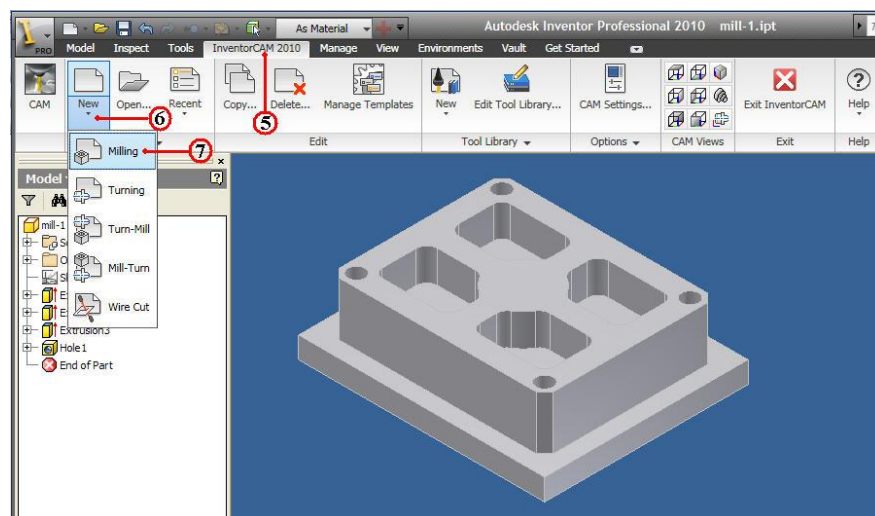
2. การสร้างขบวนการกัดปาดหน้า ด้วยคำสั่ง Face

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ mill-1

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ mill-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:



3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน mill-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดง
ภาพชิ้นงาน (Preview)
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโหมด Model
5. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar

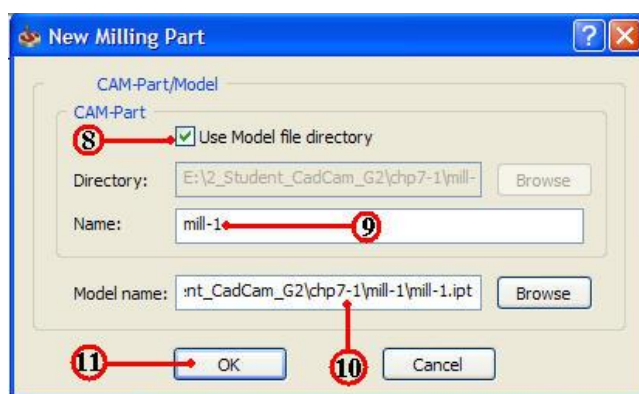


6. คลิกแถบคำสั่ง New เป็นสร้างไฟล์ข้อมูลใหม่ของไฟล์ InventorCAM

7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Milling  เป็นการเลือกประเภทเครื่องจักรแบบงานกัด

(Milling Machine) จะปรากฏกล่องโต้ตอบ New Milling Part

8. คลิกเลือกเครื่องหมายถูก  ในช่อง Use Model file directory เป็นการให้โปรแกรม InventorCAM กำหนดการเก็บบันทึกไฟล์ข้อมูลต่างๆ (CAM-Part) ของทุกๆ ขบวนการผลิตงานกัดชิ้นงาน ไว้ในไฟล์เดอร์เดียวกันกับไฟล์ชิ้นงาน (Part.ipt) อย่างอัตโนมัติ

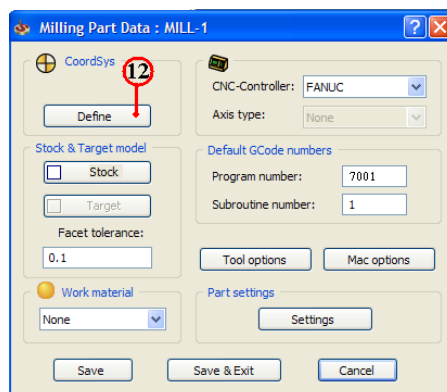


9. คลิกแถบชื่อนามสกุลไฟล์ CAM-Part ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ mill-1 โดยปกติโปรแกรมจะตั้งชื่อนามสกุลไฟล์ให้ชื่อเดียวกันกับ ชื่อไฟล์โมเดลชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติ

10. คลิกแถบที่อยู่ของตำแหน่งไฟล์โมเดลชิ้นส่วน คลิกปุ่มคำสั่ง Browse ให้ตรงกับชื่อโมเดลชิ้นส่วนที่ใช้งาน โดยปกติโปรแกรมจะตั้งชื่อนามสกุลไฟล์ให้ชื่อเดียวกันกับ ชื่อไฟล์โมเดลชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติ

11. คลิกปุ่มคำสั่ง OK โปรแกรมจะทำโหลดชิ้นงานเริ่มเข้าสู่การสร้างข้อมูลการกัดงาน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Milling Part Data : MILL-1

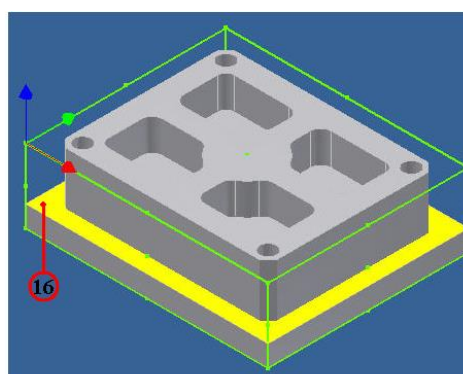
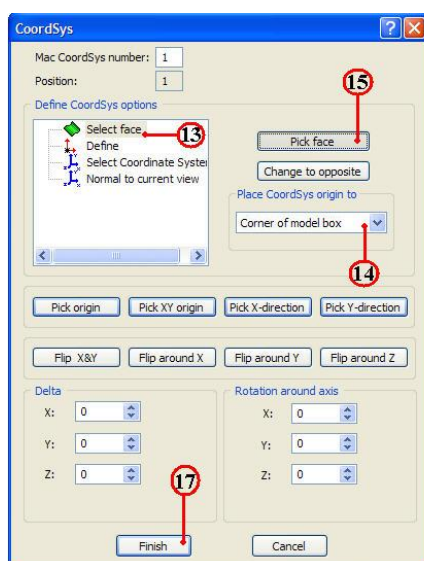
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Define เป็นการกำหนดแกนและจุดอ้างอิงของชิ้นงาน (Workpiece Zero) จะปรากฏกล่องโต้ตอบ CoordSys



13. คลิกแถบคำสั่ง Select face  Select face ในช่องกรอบ Define CoordSys Option เป็นการเลือกประเภทการกำหนดจุดและแกนอ้างอิง ในที่จะเลือกแบบใช้พื้นผิวชิ้นงาน (Surface)

14. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Conner of model box ในช่องกรอบ Place CoordSys origin to เป็นการเลือกจุดและแกนอ้างอิง แบบอยู่ที่มุมด้านบนของกล่องขอบเขตชิ้นงานของผิวที่เลือก

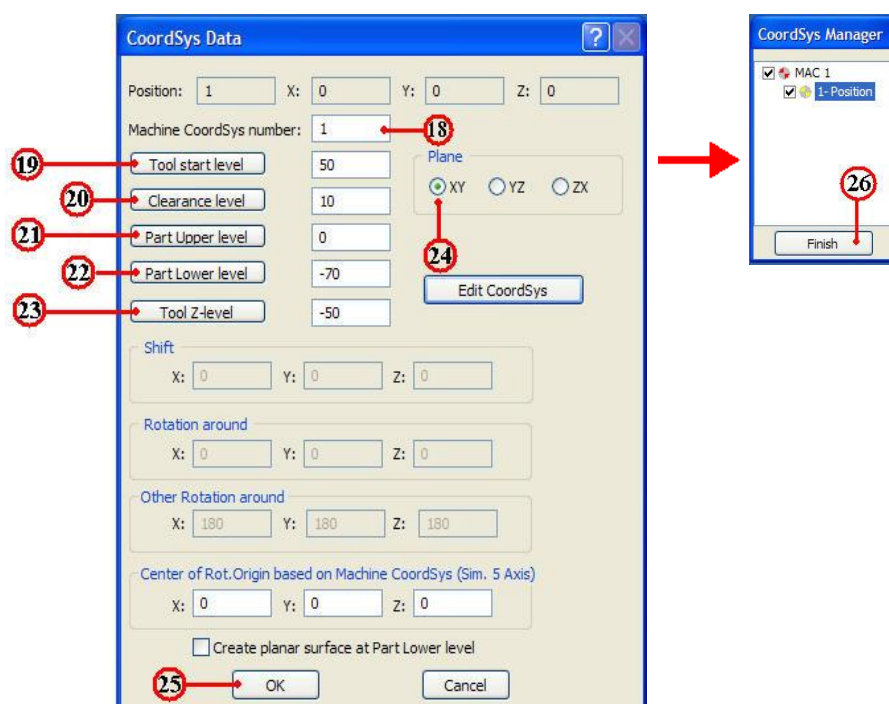
15. คลิกแถบคำสั่ง Pick Face เป็นการเลือกกำหนดที่มุมของผิวชิ้นงาน



16. คลิกเลือกที่มุมผิวชิ้นงานด้านซ้าย จะปรากฏกล่องขอบเขตชิ้นงานและมีแสดงรูปแกนอ้างอิง (Workpiece Zero)

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุดการเลือก จะปรากฏกล่องโต้ตอบ CoordSys Data

18. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Machine CoordSys number ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นชื่อของจุดและแกนอ้างอิงเครื่องจักร (MCS)



19. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Tool start level ป้อนค่าพิมพ์ 50 เป็นตำแหน่งความสูงแกน Z ก่อนจะเริ่มต้นก่อนเดินเข้าหาชิ้นงาน ด้วยการเคลื่อนที่เร็ว (Rapid)

20. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Clearance level ป้อนค่าพิมพ์ 10 เป็นระยะค่าเพื่อความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินตัดงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)

21. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Upper level ป้อนค่าพิมพ์ 0 เป็นระยะค่าความสูงของด้านผิวบนสุดของชิ้นงาน

22. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Lower level ป้อนค่าพิมพ์ -70 เป็นระยะค่าความลึกของผิวด้านล่างสุดของชิ้นงาน

23. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Tool Z-level ป้อนค่าพิมพ์ -50 เป็นระยะค่าความลึกสุดของเครื่องมือตัดจะตัดชิ้นงาน

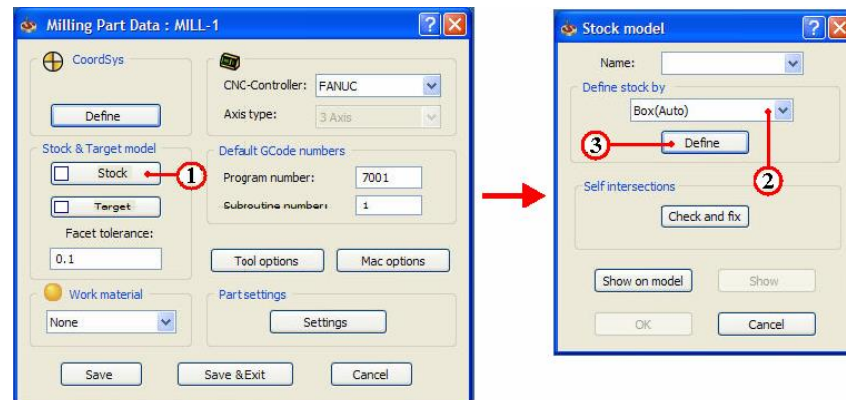
24. คลิกเลือกช่อง XY เป็นการเลือกระนาบการทำงาน XY

25. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ CoordSys Manager

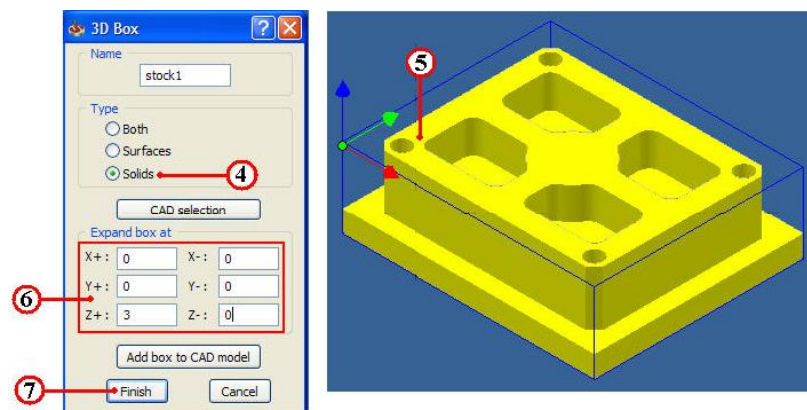
26. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุด โปรแกรมจะกลับไปทีกล่องข้อความ Milling Part Data : Mill-1 อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวัตถุดิบและชิ้นงานสำเร็จ (Stock & Target model)

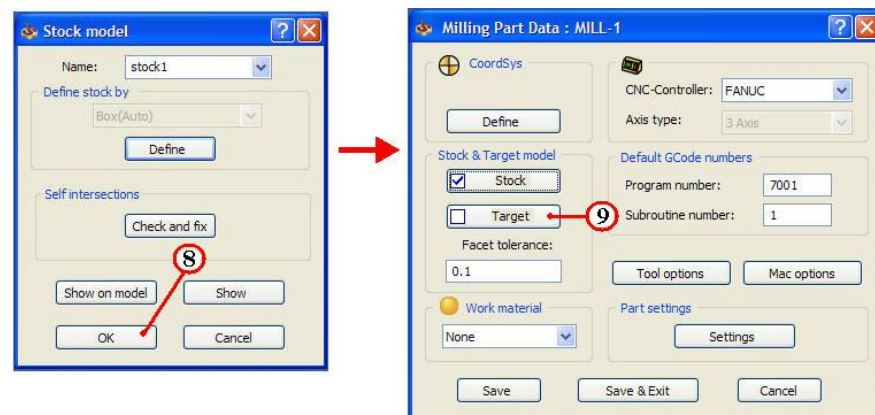
1. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Stock ☐ Stock เป็นการกำหนดขนาดวัตถุดิบใช้สำหรับคำนวณเนื้อวัสดุก่อนและหลังขบวนการตัดทุกครั้ง จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Stock Model



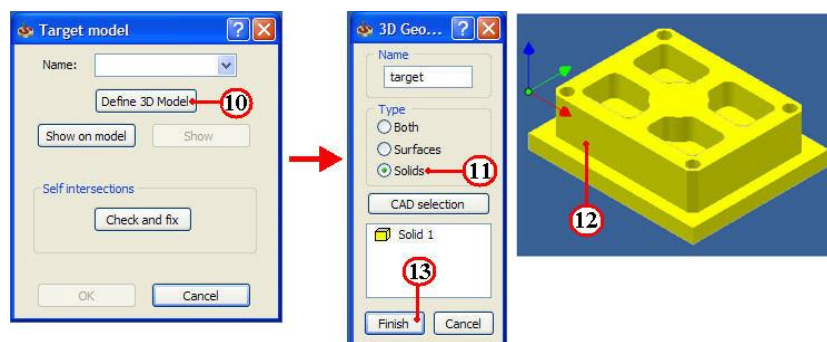
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Box(Auto) เป็นการกำหนดขนาดวัตถุดิบแบบอัตโนมัติ
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Define จะปรากฏกล่องโต้ตอบ 3D Box
4. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Solid เป็นการเลือกชิ้นงานแบบวัตถุดิบ (Solid Model)
5. คลิกเลือกที่ชิ้นงาน โปรแกรมจะสร้างกรอบ 3 มิติ แสดงขนาดวัตถุดิบ



6. คลิกเลือกกรอบ Expand box at ป้อน X Y Z ค่าพิมพ์ 0 นอกจากช่อง Z+ พิมพ์ค่า 3 เป็นการกำหนดเนื้อวัตถุดิบให้สูงขึ้นจากผิวชิ้นงาน 3 มม.
7. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Stock model ย้อนกลับมาอีกครั้ง
8. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Milling Part Data: MILL-1 ย้อนกลับมาอีก เพื่อกำหนดค่าอื่นๆต่อไป



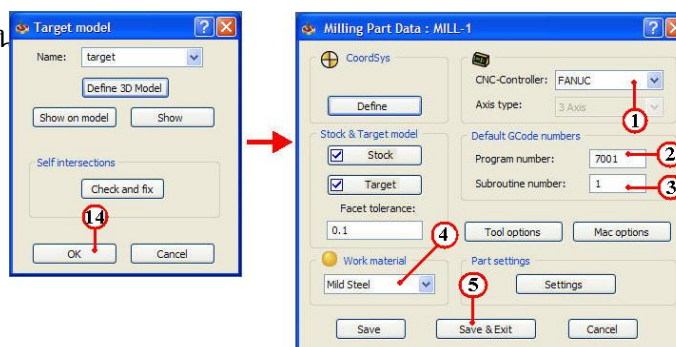
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Target ให้เลือกวัตถุชิ้นงานสำเร็จ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Target Model
10. คลิกปุ่มคำสั่ง Define 3D Model จะปรากฏกล่องโต้ตอบ 3D Geo...



11. คลิกเลือกของคำสั่ง Solid
12. คลิกเลือกที่ชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานถูกเลือกจะแสดงเป็นสีเหลือง
13. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Target model ย้อนกลับมาอีก

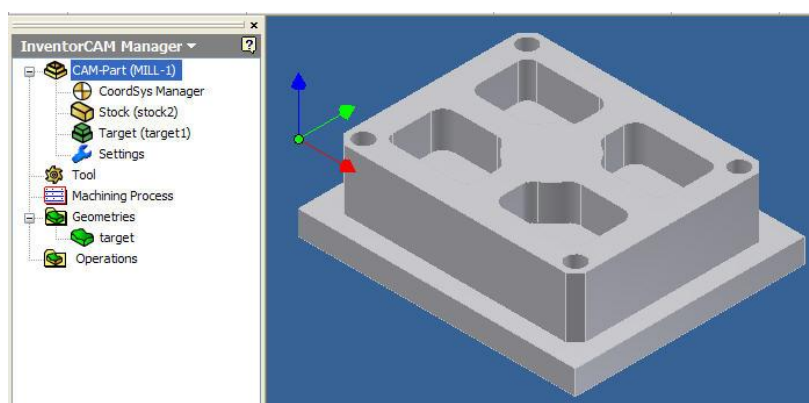
ครั้ง

14. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Milling Part Data: MILL-1 ย้อนกลับมาอีก เพื่อกำหนดค่าอื่น



6.3 ขั้นตอนที่ 3 กำหนด Controller เครื่องจักร โปรแกรม วัสดุชิ้นงาน

1. คลิกแถบคำสั่ง CNC-Controller เลือกค่า Fanuc
2. คลิกแถบคำสั่ง Program number: พิมพ์ค่า 7001 คือหมายเลขโปรแกรม
3. คลิกแถบคำสั่ง Subroutine number: พิมพ์ค่า 1 คือหมายเลขโปรแกรมน้อย
4. คลิกแถบคำสั่ง Work material เลือกค่า Mild Steel คือชนิดวัสดุที่นำมาใช้ทำงาน



5. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Exit ขึ้นชั้นและออกจากกล่องโต้ตอบ

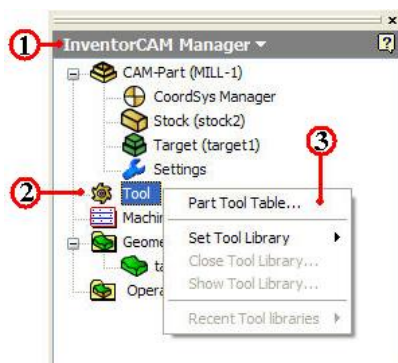
6. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

นักศึกษาควรจะรู้เงื่อนไขการตัดของวัสดุแต่ละชนิดก่อนทำการผลิต ซึ่งในโปรแกรมจะมีการกำหนดเงื่อนไขการตัด (Cutting Condition) ตามแต่ละชนิดวัสดุให้ด้วย และหากมีการผิดพลาดหรือปรับปรุงแก้ไขก็ให้กลับไปทำตามวิธีการแต่ละข้อใหม่อีกครั้ง จนกว่าจะทำการบันทึก (Save) ได้ ก็จะแสดงว่ากำหนดค่าของไฟล์ใน CAM-Part มีความสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดเครื่องมือตัด (Tool) ด้วยหัวปาดหน้าแบบ Face Milling

1. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse

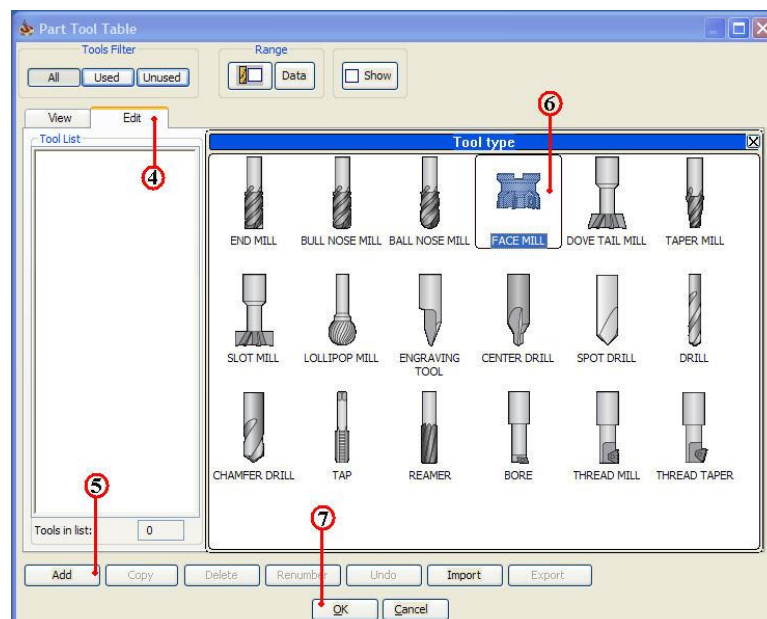
2. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Tool  แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ



3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Tool Table จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Tool Table

4. คลิกเลือกแถบเมนู Edit

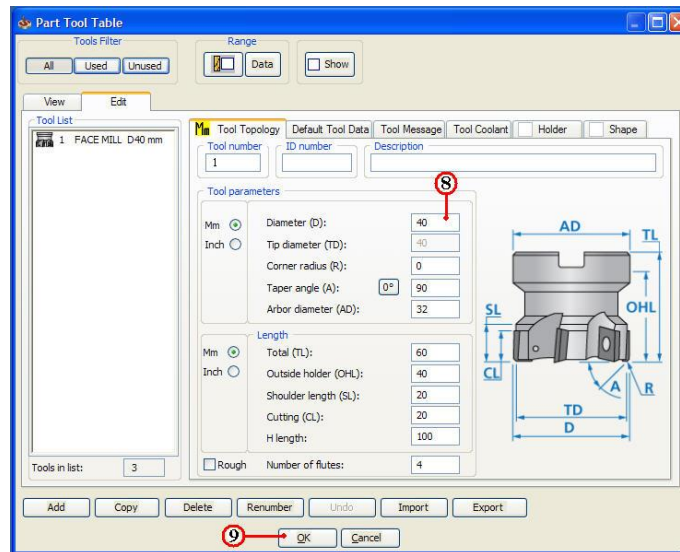
5. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add ให้แสดงรูปร่างของชนิดของเครื่องมือตัดต่างๆ ในหน้าต่างเครื่องมือตัด Tool Type



6. คลิกเลือกชนิดเครื่องมือตัด (Tool Type) ที่ FACE MILL

7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part tool Table เพื่อกำหนดป้อนค่ารายละเอียดต่างๆของเครื่องมือตัดได้

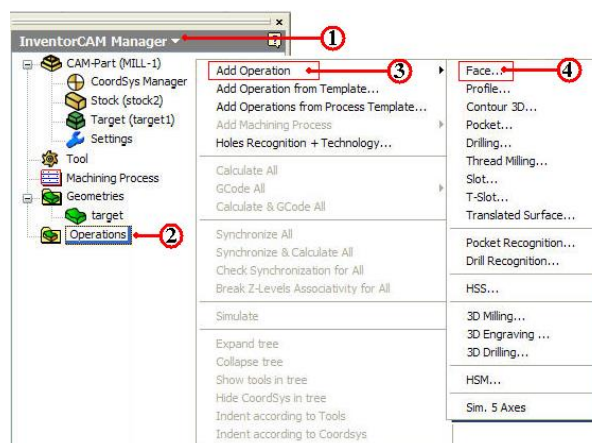
8. คลิกเลือกค่าความโตของหัวปาด (Diameter) พิมพ์ค่า 40 หรือเลือกใช้ค่าจากตารางเครื่องมือตัด (Tool Table) ของโปรแกรม InventorCAM ก็ได้



9. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน

ขั้นตอนที่ 5 การกัดปาดหน้า ด้วยคำสั่ง Face

1. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse

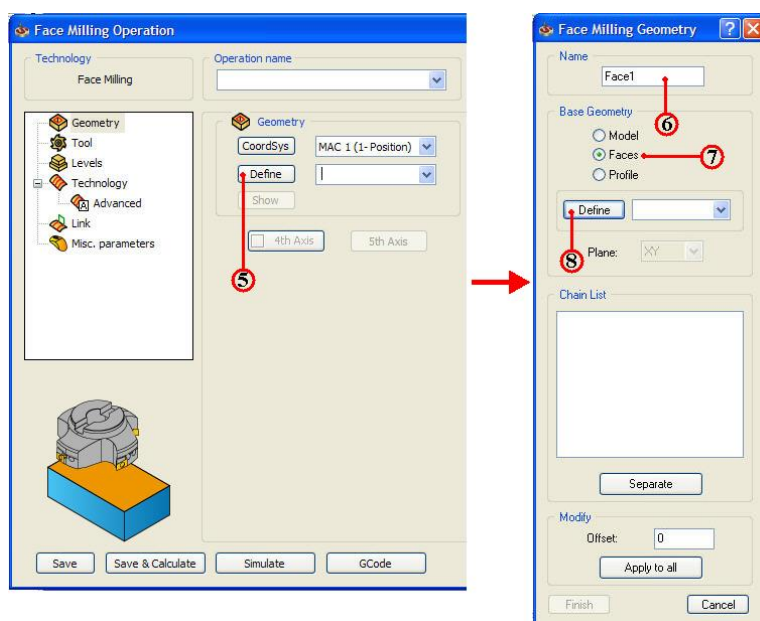


2. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation  **Operations** แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ

3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ใต้เลือกขบวนการผลิต

4. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Face...จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face

5. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Face Milling Operation

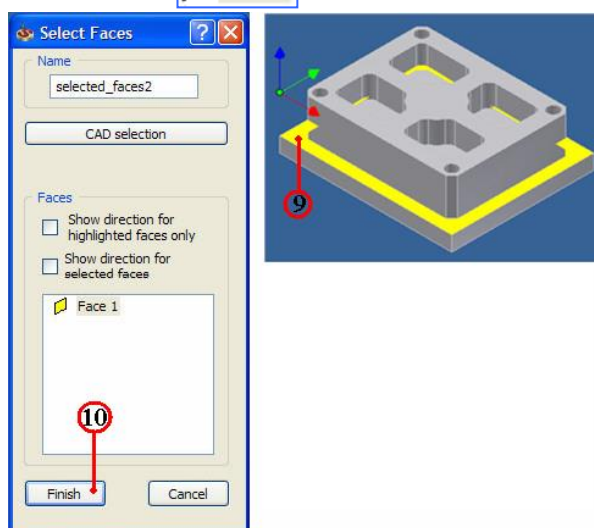


6. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Name ป้อนค่าพิมพ์ Face1

7. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Faces ให้เลือกชนิดของขอบเขตวัตถุ

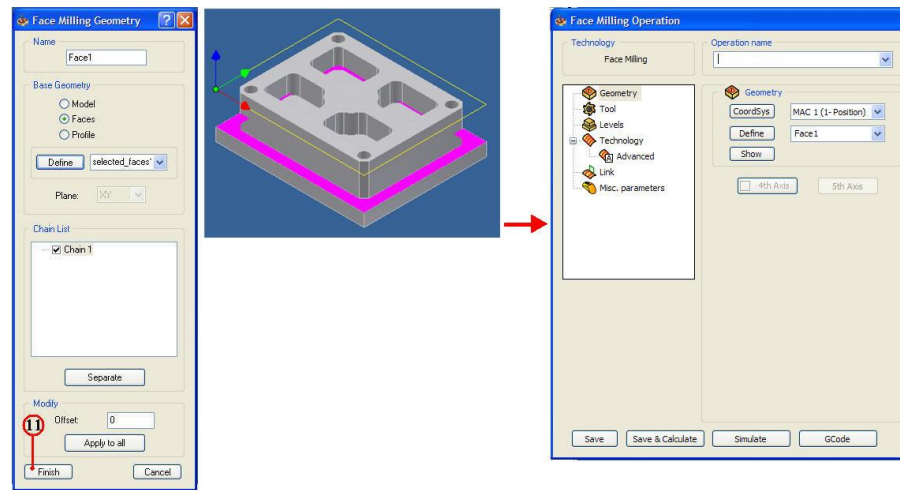
8. คลิกปุ่มคำสั่ง Define จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Select Faces

9. คลิกเลือกที่พื้นผิวชิ้นงาน แสดงผิวขอบเขตที่ถูกเลือกเป็นสีเหลือง และรูป Icon อยู่ในกล่องโต้ตอบส่วนย่อยๆ Faces ชื่อ Face1



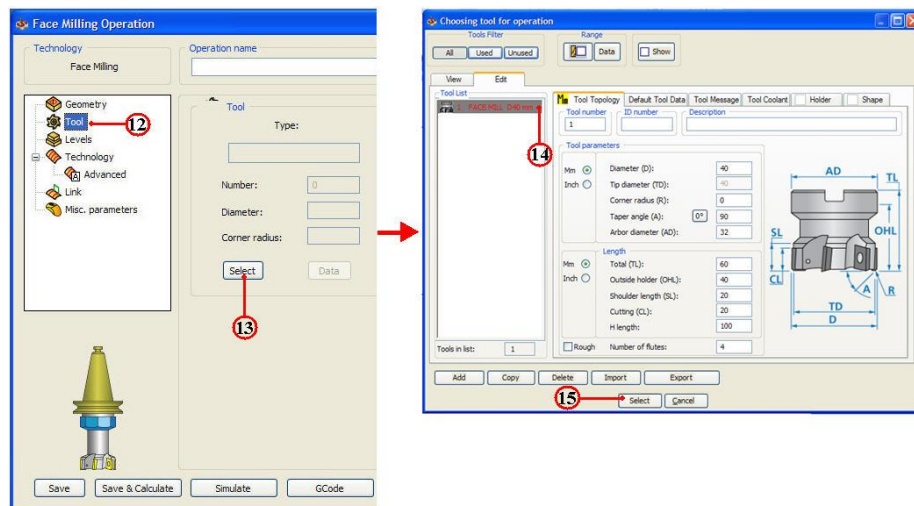
10. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish ด้านสุด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face Milling Geometry

11. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish ด้านสุด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation อีกครั้ง เพื่อกำหนดขั้นตอนรายละเอียดอื่นๆ ต่อไป

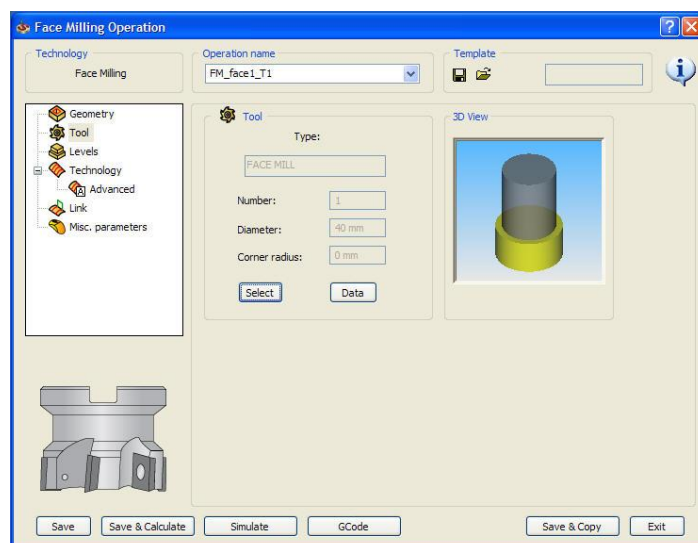


12. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Tool  ในกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation

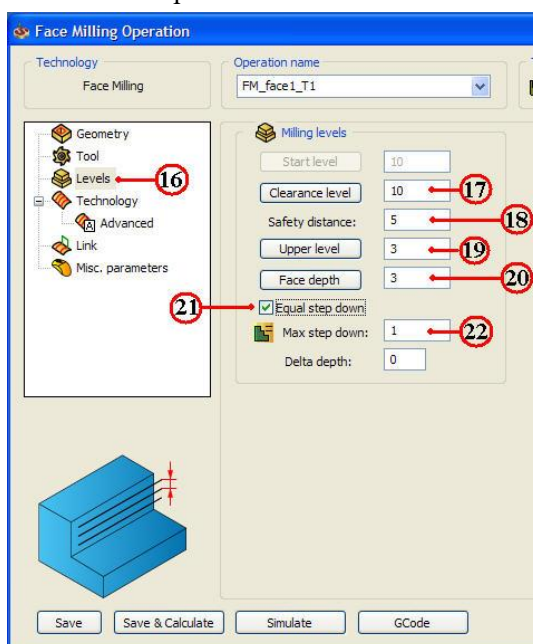
13. คลิกปุ่มคำสั่ง Select จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool for operation

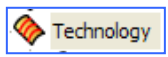


14. คลิกเลือกเครื่องมือตัดชนิด FACE MILL ที่ครอบคำสั่ง Tool List

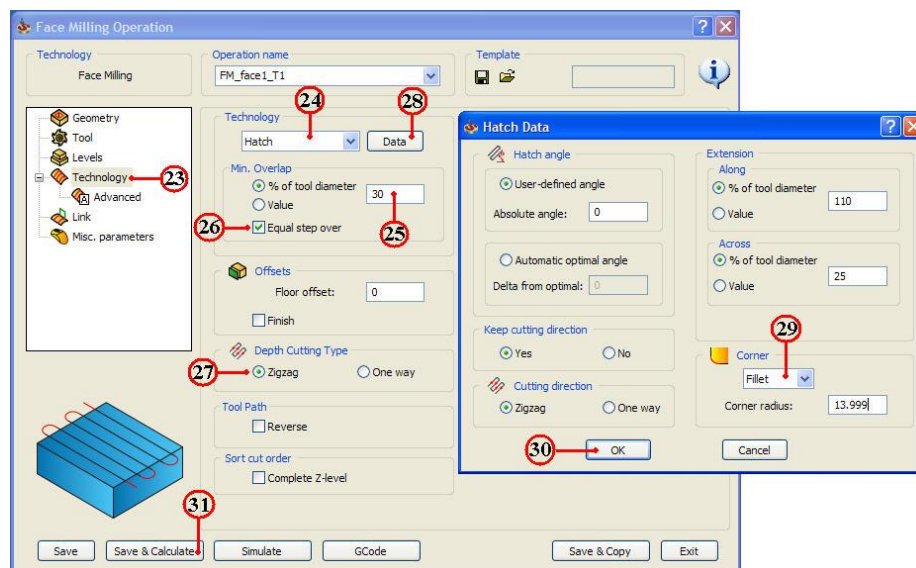


15. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ขึ้นชั้นการเลือก Tool จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation และจะแสดงภาพ (Previews) ของ FACE MILL
16. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Level  ในกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation
17. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Clearance level ป้อนค่าพิมพ์ 10 เป็นระยะเป็นระยะค่าเพื่อความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินตัดงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)
18. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Safety distance ป้อนค่าพิมพ์ 5 เป็นระยะทางค่าเพื่อความปลอดภัยระหว่าง Clearance level กับ Upper level กำหนดความเร็วจากความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินตัดงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)
19. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Upper level ป้อนค่าพิมพ์ 3 เป็นระยะค่าเพื่อเนื้อวัสดุ 3 มม.
20. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Face depth ป้อนค่าพิมพ์ 3 เป็นระยะความลึกของการกัดงาน



21. คลิกเลือกของคำสั่ง Equal step down เป็นระยะความลึกกัดแต่ละชั้นอย่างเท่าๆกัน
22. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Max step down ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นระยะความลึกครั้งละ 1 มม.
23. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation
24. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Hatch เป็นการเลือกกัดแบบสลับไป-มา (ZigZag)
- 25.คลิกเลือกแถบคำสั่ง % of tool diameter ป้อนค่าพิมพ์ 30 เป็นค่าระยะการเหลื่อมกันของความโต Tool

26.คลิกเลือกแถบคำสั่ง Equal step over ใช้กำหนดค่าระยะขั้นออกแนวรอบข้างของความโต Tool ครั้งละเท่าๆกัน



27.คลิกเลือกช่องแถบคำสั่ง Zigzag ใช้วิธีการเดินกัดลงแบบ Zigzag

28.คลิกปุ่มคำสั่ง Data ใช้กำหนดรายละเอียดส่วนย่อยๆของการเดินกัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Hatch Data

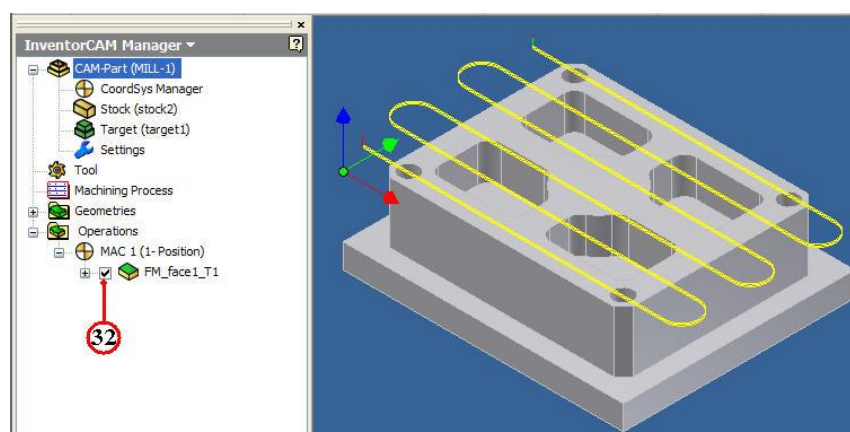
29.คลิกเลือกแถบคำสั่ง Fillet ใช้วิธีการเดินเข้า-ออกแต่ละช่วงเป็นแบบส่วนโค้ง

30.คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง OK ขึ้นชั้น จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation

31.คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate **Save & Calculate** ขึ้นชั้น โปรแกรมจะทำการคำนวณเส้นทางเดินกัด และจะสร้าง Operation เพิ่มขึ้นในแถบคำสั่งเมนูจัดการไฟล์

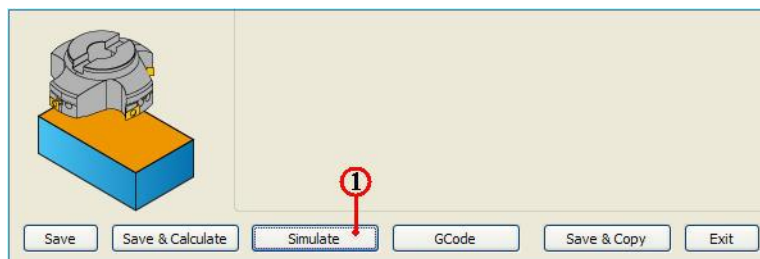
InventorCAM Manager

32.คลิกแถบคำสั่งไฟล์ FM_face1_T1 **FM_face1_T1** ซึ่งในส่วนเมนูคำสั่งย่อยๆของ Operation จะปรากฏเส้นทางเดินกัดปาดผิวชิ้นงานดังรูป

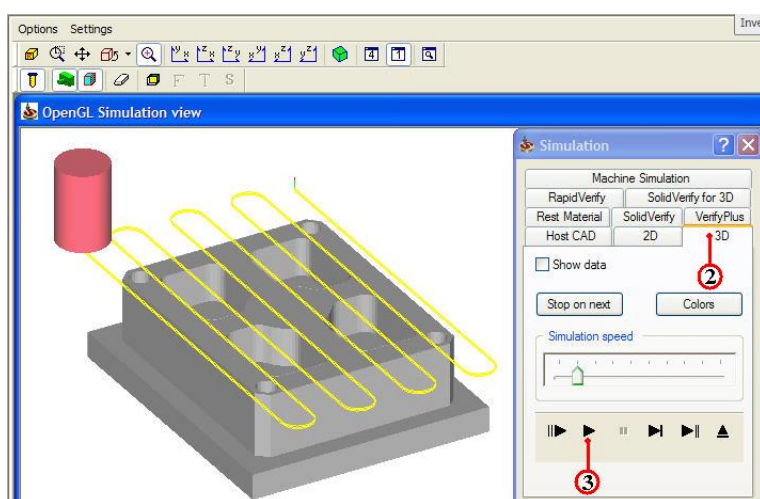


ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบโปรแกรมการปาดหน้า คำสั่ง Simulate

1. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Simulate จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Simulation

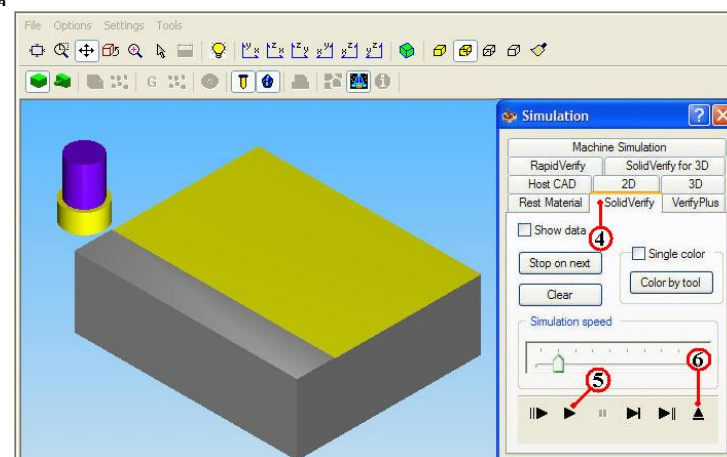


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง 3D เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัด แบบดูเส้นทางเดินดอกกัด (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดดอกกัดและตัดผ่านวัตถุต้นจริง

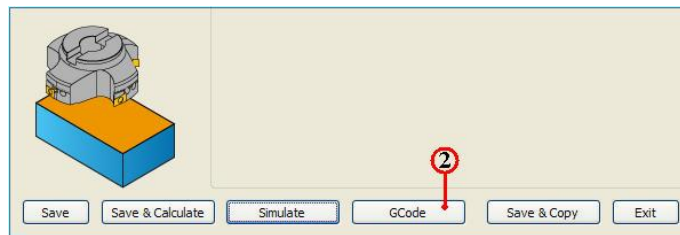


5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุต้น (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกัดชิ้นงาน

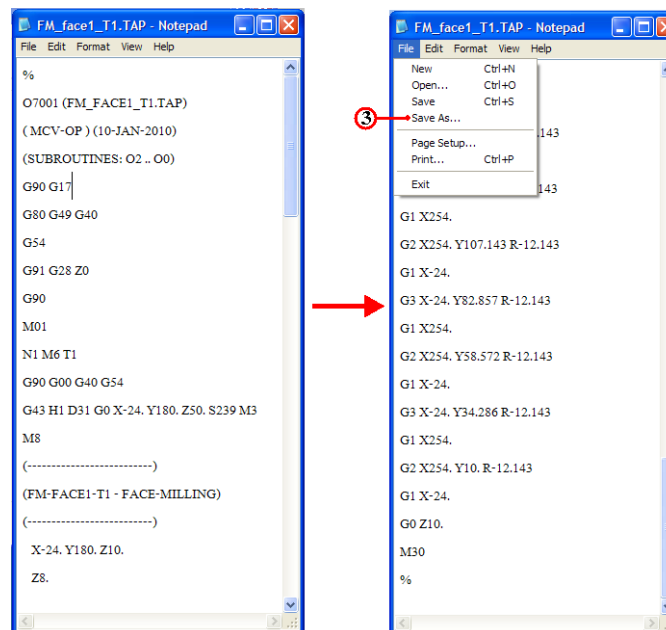
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector  เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 7 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) การปาดหน้า

1. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง GCode จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Simulation



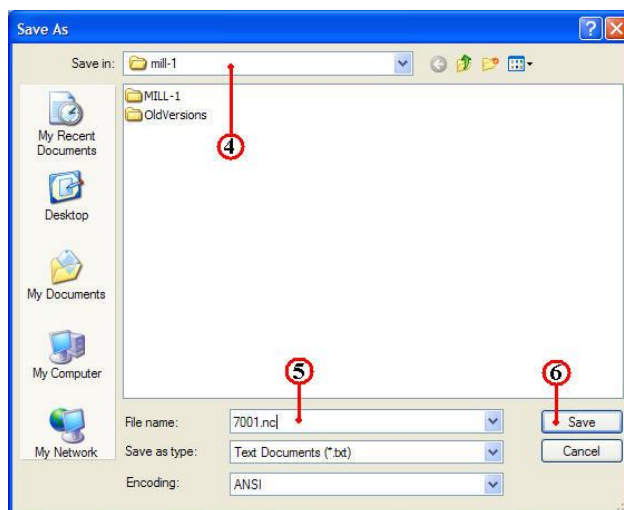
2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



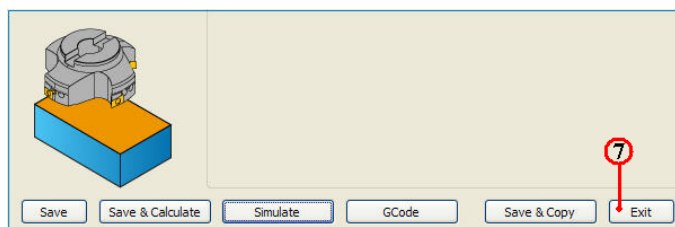
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ mill-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ mill-1

5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 7001.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อใช้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกัด (CNC Milling)



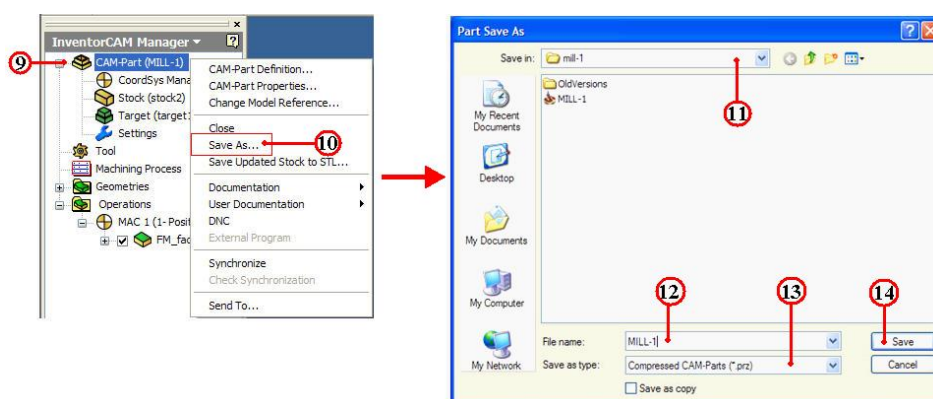
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ยืนยัน ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการผลิตปาดผิว (Facing)

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (MILL-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง



10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As

11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เดอร์ mill-1

12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ MILL-1

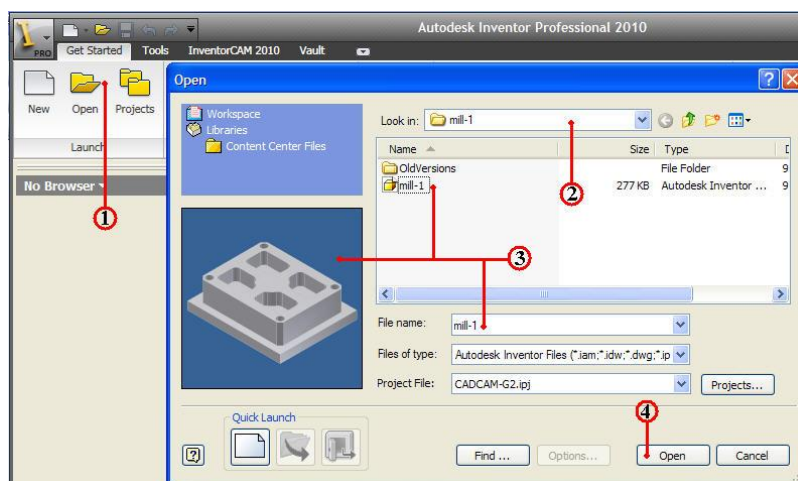
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)

14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

3 การสร้างขบวนการกัดเส้นรอบรูป (Contour) คำสั่ง Profile

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ mill-1

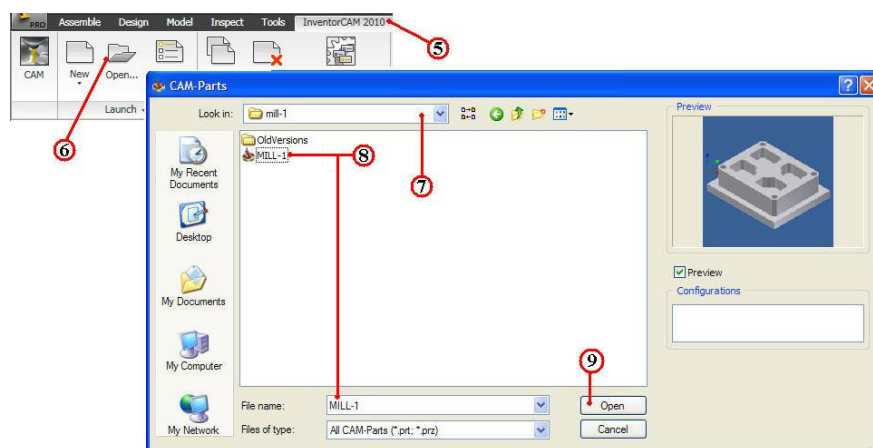
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกโฟลเดอร์ mill-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:



3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน mill-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโหมด Model

5. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar



6. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM

7. คลิกเลือกโฟลเดอร์ไฟล์ชิ้นงาน mill-1

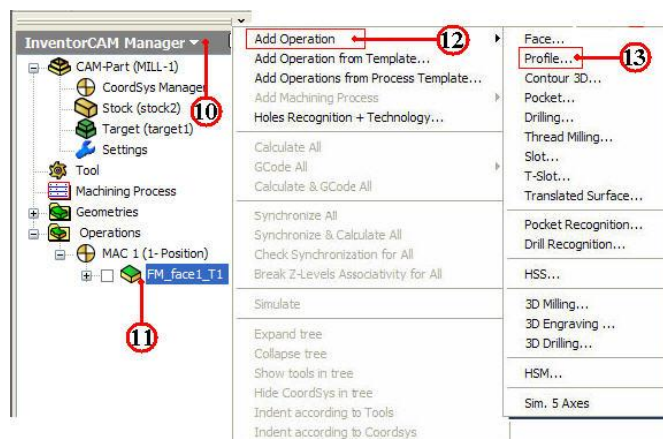
8. คลิกไฟล์ชิ้นงาน MILL-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt;*.prz) และ

ตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

9. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM

Manager

10. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InvertorCAM Manager Browse



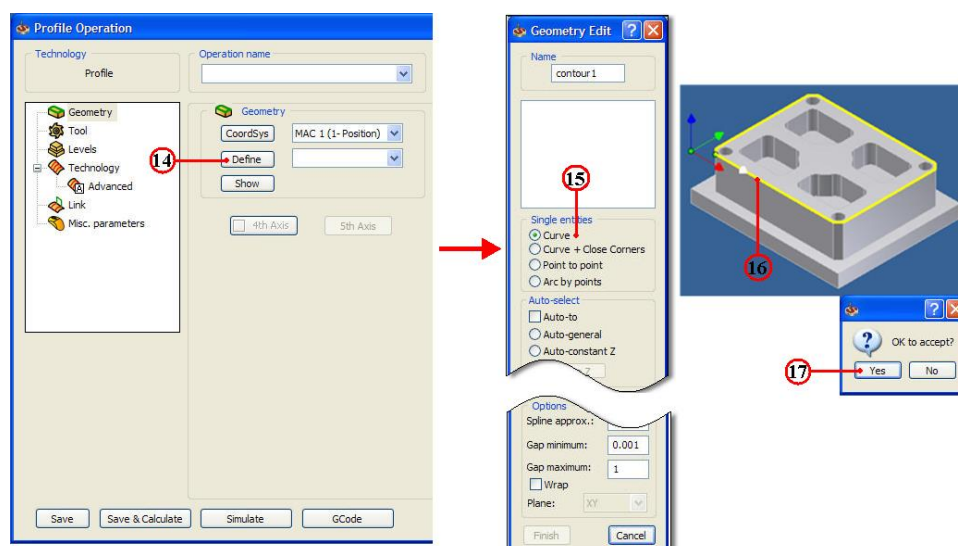
11. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation ☐ **FM_face1_T1** แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ

12. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ไข่เลือกขบวนการผลิต

13. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Profile...จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Profile Operation

14. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Profile Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

Geometry Edit

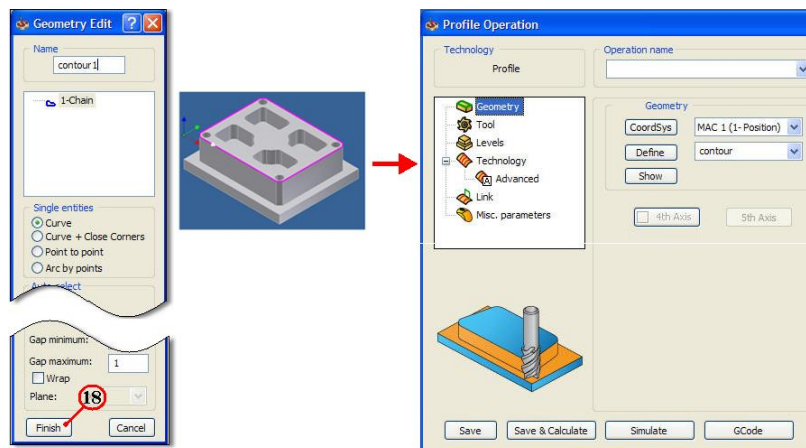


15. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Curve ไข่เลือกชนิดของขอบเขตวัตถุ

16. คลิกเลือกเส้นรอบรูปชิ้นงานจนครบ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

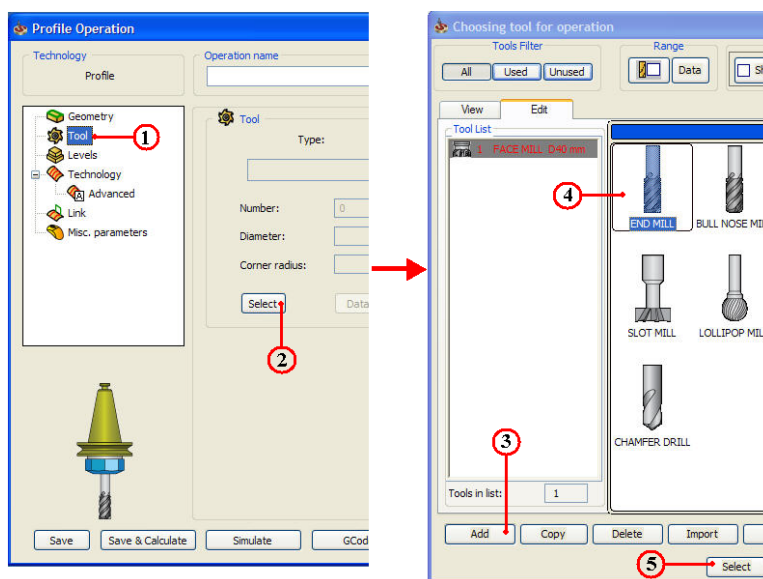
17. คลิกปุ่มคำสั่ง Yes ยืนยัน

18. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish เส้นรอบรูปชิ้นงานจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู และจะกลับมาที่กล่องโต้ตอบ Profile Operation อีกครั้ง

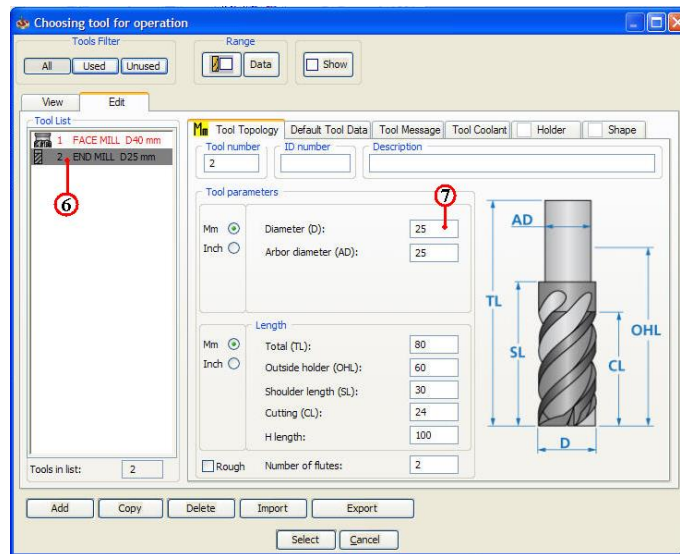


ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) ชนิด END MILL

1. คลิกแถบคำสั่ง Tool จะปรากฏกล่องโต้ตอบ
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ไข่เลือกเครื่องมือตัด (Cutting Tool)
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Add ไข่ชนิดเครื่องมือตัด

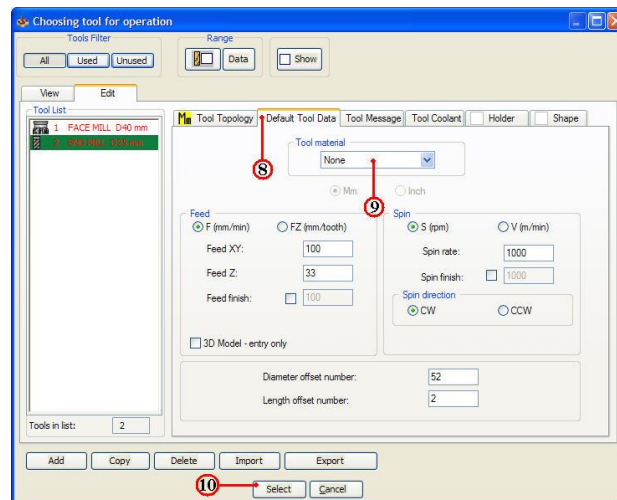


4. คลิกเลือก Icon ชนิดดอกกัด END MILL
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ยืนยันการเลือก Tool
6. คลิกแถบชนิดเครื่องมือตัด END MILL
7. คลิกแถบความโตดอกกัด (Diameter) ป้อนค่าพิมพ์ 25 mm.

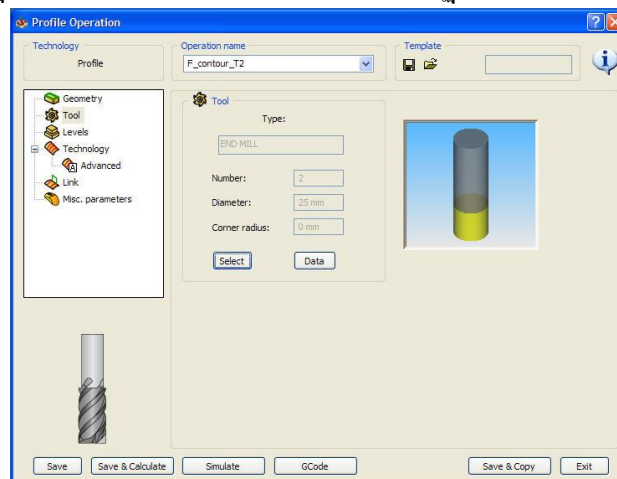


8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Default Tool Data ใช้กำหนดค่าเงื่อนไขการตัด (Cutting Condition) และกำหนดค่า Feed ,Speed ,Offset

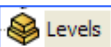
9. คลิกเลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด (Tool material) คลิกเลือก None

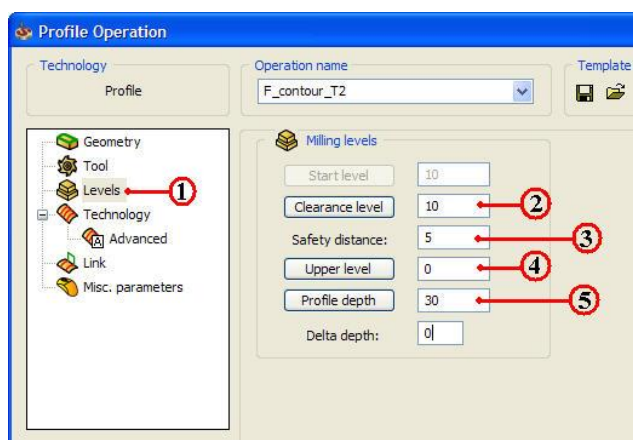


10. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Select ขึ้นชั้นการเลือก จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Profile Operation

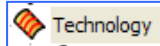


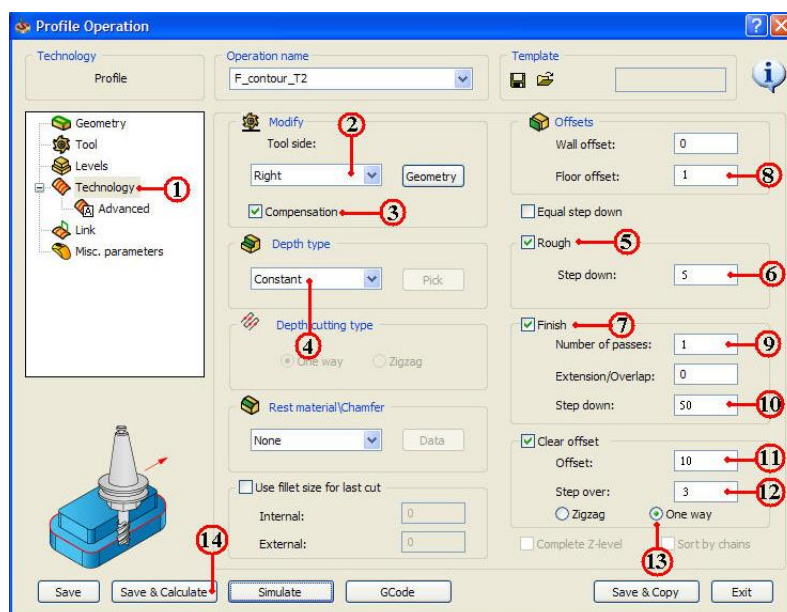
ขั้นตอนที่ 3 กำหนดค่าระยะนาบความลึกการกัด (Level)

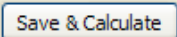
1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Level  ในกล่องโต้ตอบ Profile Operation
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Clearance level ป้อนค่าพิมพ์ 10 เป็นระยะเป็นระยะค่าเพื่อความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินตัดงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)
3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Safety distance ป้อนค่าพิมพ์ 5 เป็นระยะทางค่าเพื่อความปลอดภัยระหว่าง Clearance level กับ Upper level กำหนดความเร็วจากความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินตัดงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)

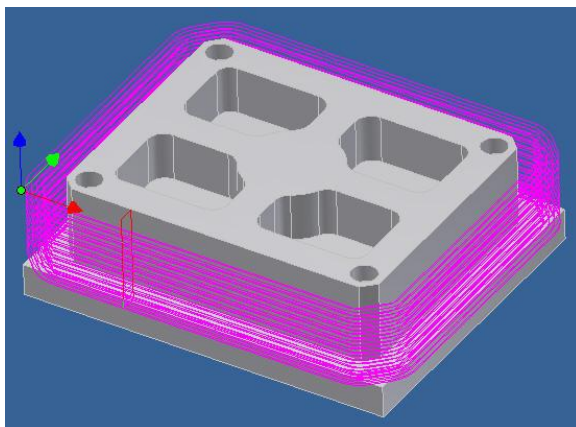


4. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Upper level ป้อนค่าพิมพ์ 0 เป็นระยะพีด้านบน
 5. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Profile depth ป้อนค่าพิมพ์ 30 เป็นระยะความลึกของการกัดงาน
- ### ขั้นตอนที่ 4 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

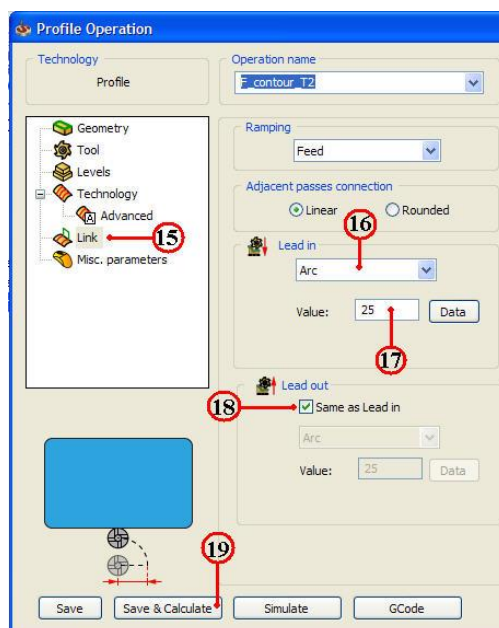
1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Profile Operation
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Right เป็นการกำหนดด้านทางเดินของดอกกัด (ด้านนอกขอบเขต)



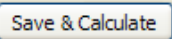
3. เลือกช่องคำสั่ง Compensation เป็นการกำหนดค่าชดเชยความโตดอกกัด
4. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Constant เป็นการกำหนดค่ากัดลึกแบบกั้ดลึกอย่างละเท่าๆกัน
5. คลิกเลือกคำสั่ง Rough เป็นการกำหนดแบบการกัดหยาบ
6. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Step down ป้อนค่าพิมพ์ 8 เป็นการกั้ดลึกครั้งละ 8 มม.
7. คลิกเลือกคำสั่ง Finish เป็นการกำหนดแบบการกั้ดละเอียด
8. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Floor offset: ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นการเพื่อกั้ดละเอียด 1 มม.
9. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Number of Passess ป้อนค่าพิมพ์ 1
10. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Step down ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นการกั้ดลึกครั้งละ 1 มม.
11. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Clearance offset ป้อน offset ค่าพิมพ์ 10 เป็นการเพื่อบริเวณสำหรับกั้ดด้านข้างๆละ 10 มม.
12. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Clearance offset ป้อน Step over ค่าพิมพ์ 3 เป็นระยะการขยับแนวข้างดอกกั้ดครั้งละ 3 มม.
13. คลิกเลือกช่องคำสั่ง One way เป็นการกำหนดการเดินดอกกั้ด ไปในทิศทางเดียว
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกั้ดจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกั้ดเส้นรอบรูป (Profile Operation) ทันที

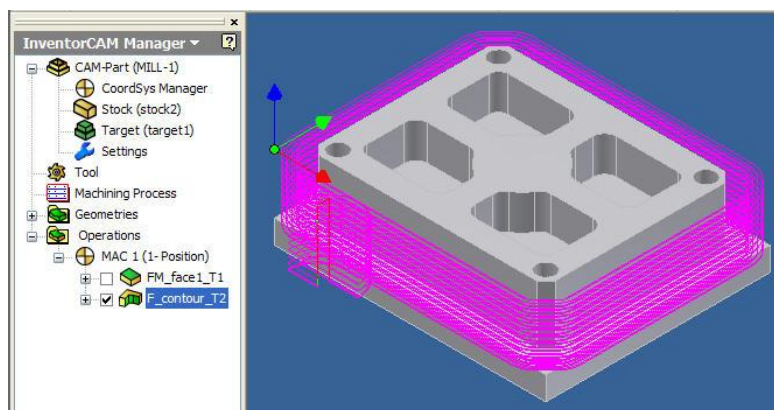


15. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Link  ในกล่องโต้ตอบ Profile Operation
16. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Arc ใช้กำหนดวิธีการเดิน (Lead in) ของดอกกั้ดเข้า-ออกขณะทำการตัดชิ้นงานแบบสัมผัสส่วนโค้ง (Tangent)
17. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 25 เป็นการกำหนดรัศมีการเดินโค้งเข้าขณะทำการตัดชิ้นงาน



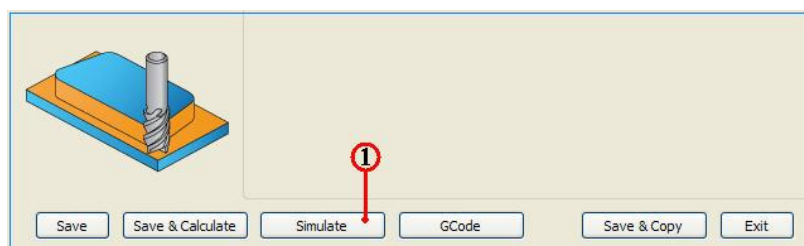
18. คลิกช่องคำสั่ง Same as lead in ของคำสั่ง Lead out เป็นการกำหนดขั้นตอนการเดินออกจากชิ้นงานเหมือนกับวิธีการเดินเข้าหาชิ้นงาน

19. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกัดจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกัดเส้นรอบรูป (Profile Operation) ทันที

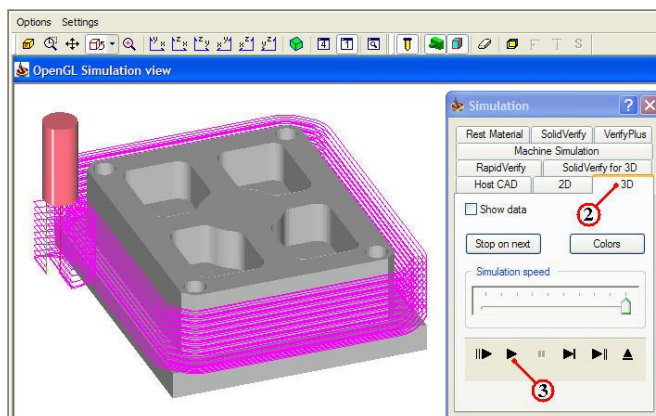


ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบโปรแกรมการกัดเส้นรอบรูป คำสั่ง Simulate

1. คลิกแถบคำสั่ง Simulate ในกล่องโต้ตอบ Profile Operation

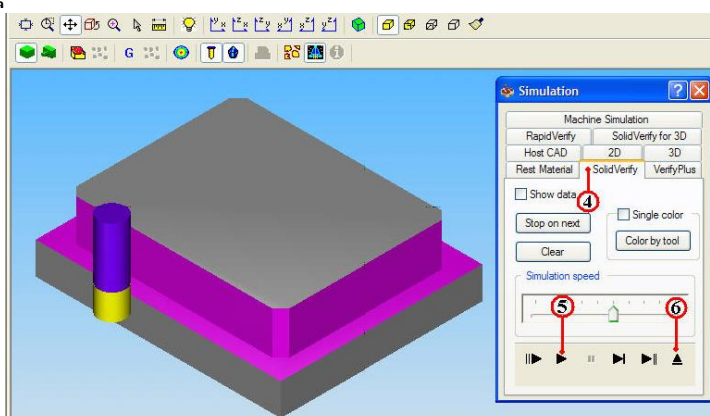


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง 3D เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัด แบบดูเส้นทางเดินดอก กัด (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดดอก กัดและตัดผ่านวัตถุดิบจริง



5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุดิบ (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกัดชิ้นงาน

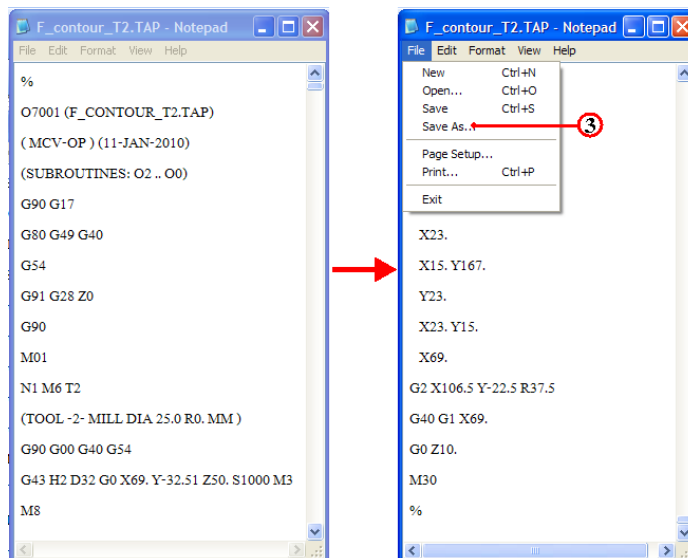
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Profile Operation อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 6 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) เส้นรอบรูป

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Profile Operation

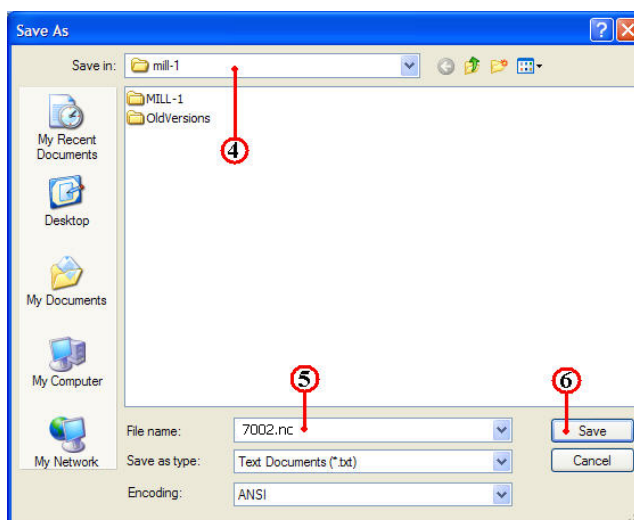


2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



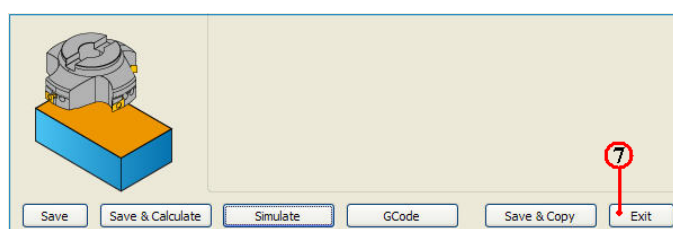
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ mill-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ mill-1

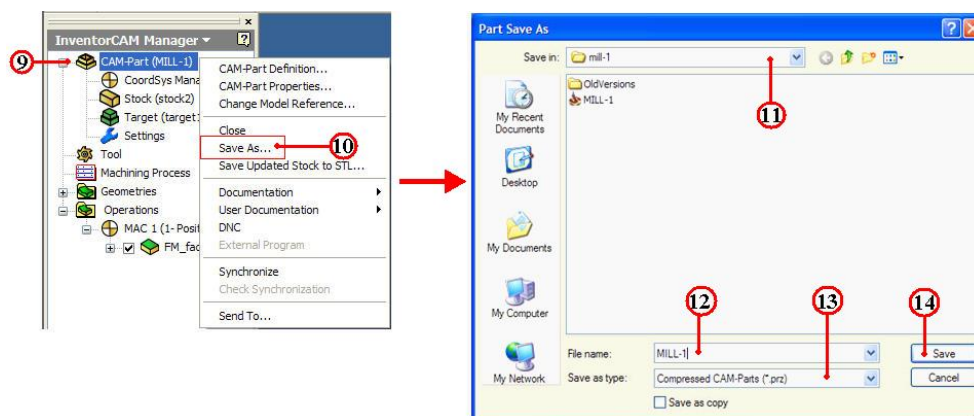


5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 7002.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อใช้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกัด (CNC Milling)

6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ยืนยัน ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการกัดเส้นรอบรูป (Profile)
8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น
9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (MILL-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง

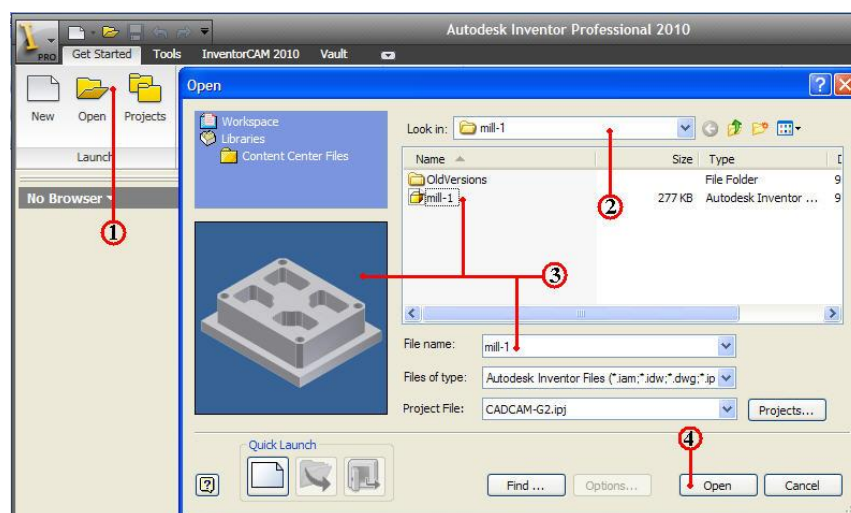


10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As
11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เดอร์ mill-1
12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ MILL-1
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

4. การสร้างขบวนการกัดหลุม ด้วยคำสั่ง Pocket

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ mill-1

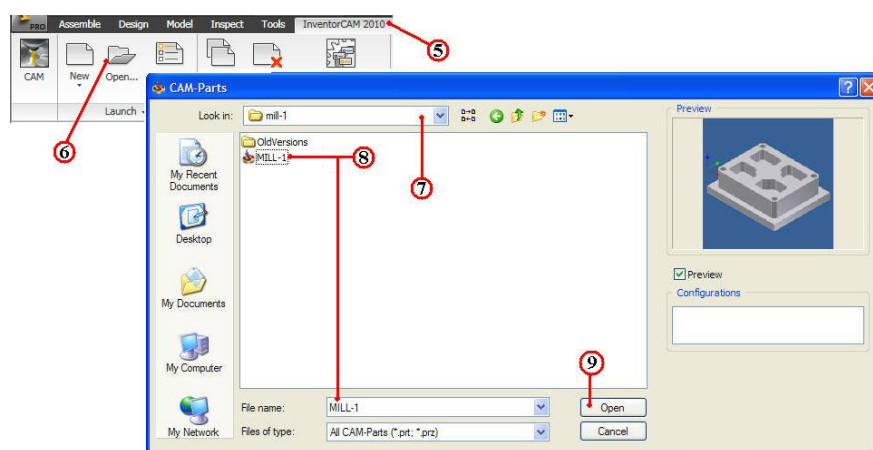
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ mill-1  ที่แถบคำสั่ง Look in:



3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน mill-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าต่างการทำงานโหมด Model

5. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar



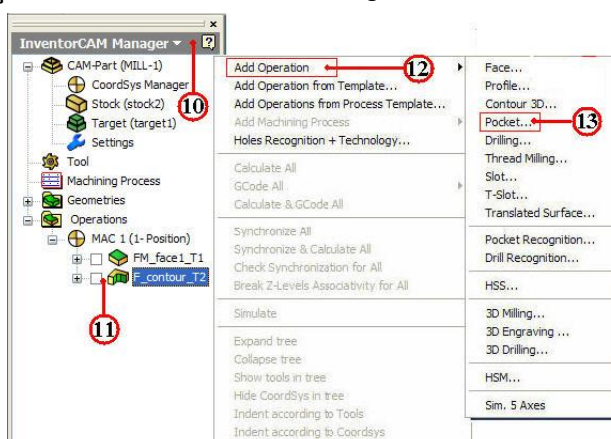
6. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM

7. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ไฟล์ชิ้นงาน mill-1

8. คลิกไฟล์ชิ้นงาน MILL-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt;*.prz) และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

9. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM Manager

10. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse

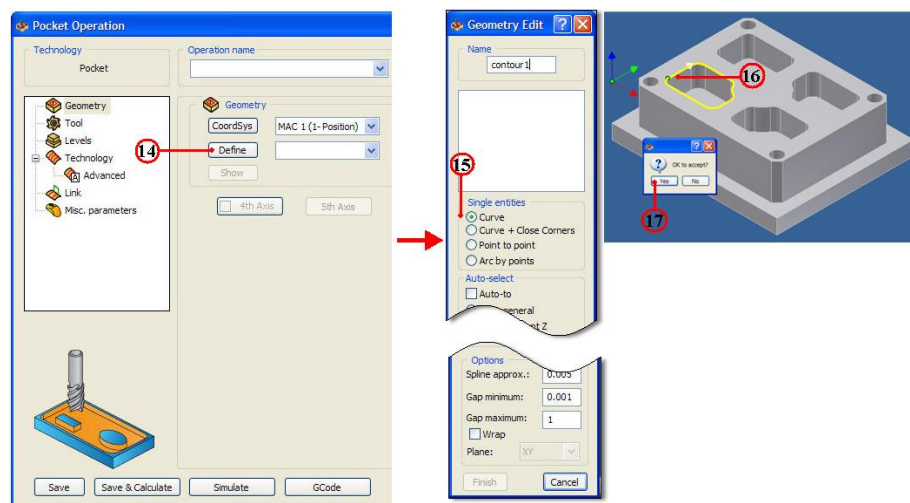


11. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation **F_contour_T2** แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ

12. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ใช้เลือกขบวนการผลิต

13. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Pocket... จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Pocket Operation

14. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Pocket Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Geometry Edit



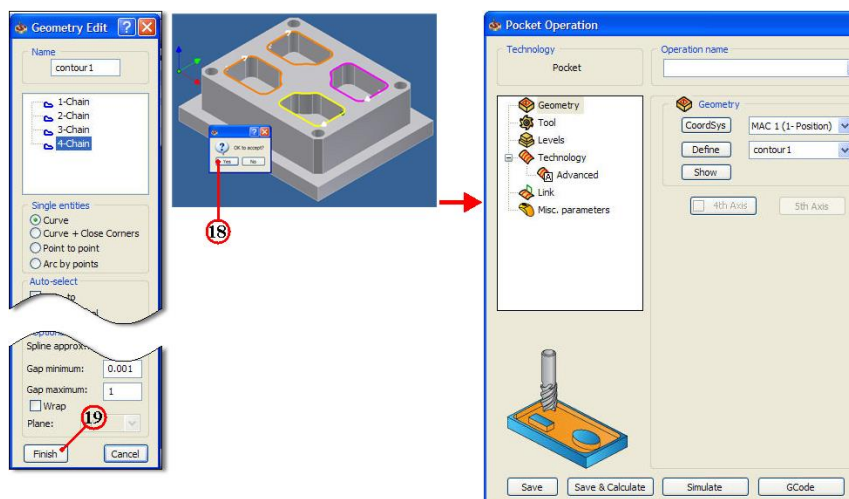
15. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Curve ให้เลือกชนิดของขอบเขตวัตถุ

16. คลิกเลือกเส้นรอบรูปชิ้นงานจนครบ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Yes ยืนยัน

18. ทำตามขั้นตอนที่ 16-17 โดยคลิกเลือกเส้นรอบรูปชิ้นงานจนครบ ทั้ง 4 หลุม

19. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish เส้นรอบรูปชิ้นงานจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู และจะกลับมาที่กล่องโต้ตอบ Profile Operation อีกครั้ง

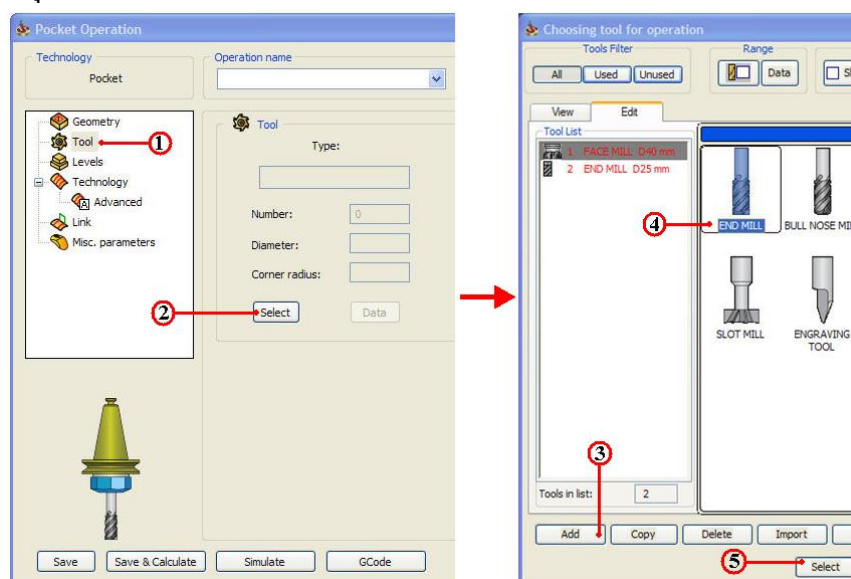


ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) ชนิด END MILL

1. คลิกแถบคำสั่ง Tool จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ให้เลือกเครื่องมือตัด (Cutting Tool)

3. คลิกปุ่มคำสั่ง Add ใช้ชนิดเครื่องมือตัด

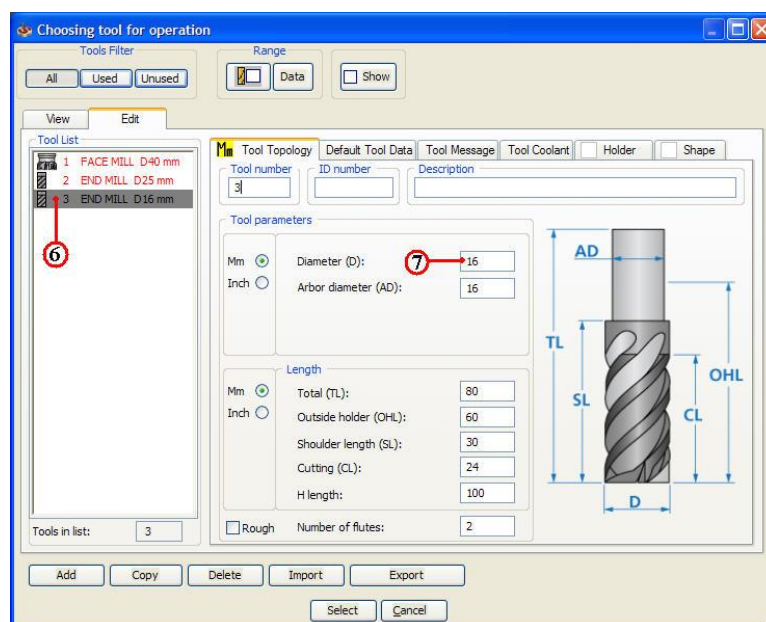


4. คลิกเลือก Icon ชนิดดอกกัด END MILL

5. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ยืนยันการเลือก Tool

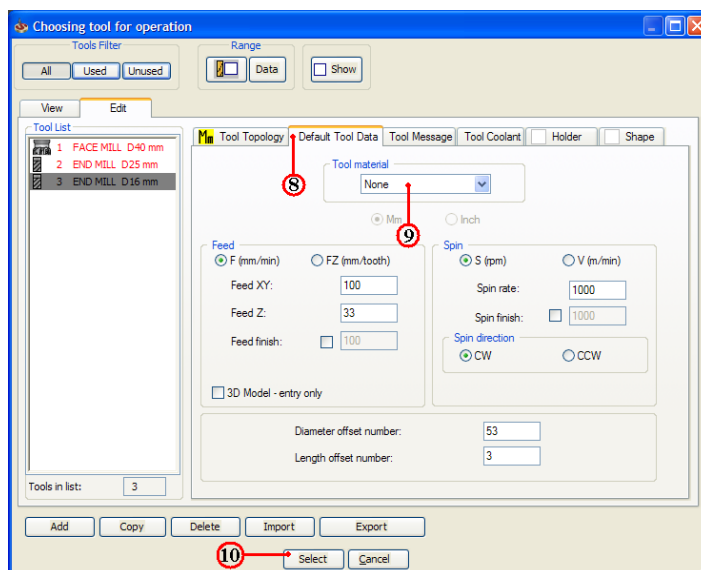
6. คลิกแถบชนิดเครื่องมือตัด END MILL

7. คลิกแถบความโตดอกกัด (Diameter) ป้อนค่าพิมพ์ 16 mm.

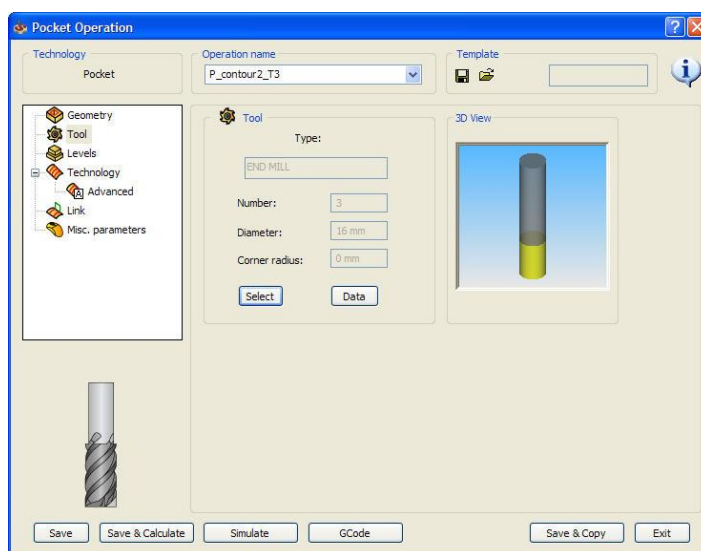


8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Default Tool Data ใช้กำหนดค่าเงื่อนไขการตัด (Cutting Condition) และกำหนดค่า Feed, Speed, Offset

9. คลิกเลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด (Tool material) คลิกเลือก None

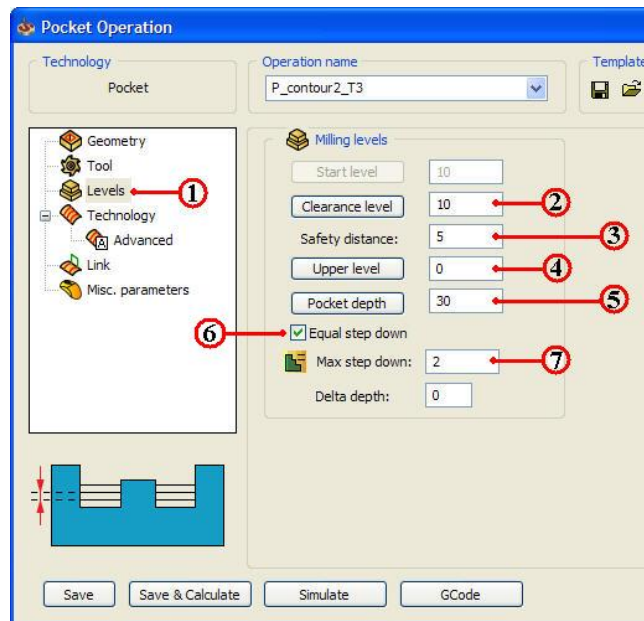


10. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Select ขึ้นชั้นการเลือก จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Pocket Operation



ขั้นตอนที่ 3 กำหนดค่าระนาบความลึกการกัด (Level)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Level  ในกล่องโต้ตอบ Pocket Operation
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Clearance level ป้อนค่าพิมพ์ 10 เป็นระยะเป็นระยะค่าเพื่อความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินตัดงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)
3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Safety distance ป้อนค่าพิมพ์ 5 เป็นระยะทางค่าเพื่อความปลอดภัยระหว่าง Clearance level กับ Upper level กำหนดความเร็วจากความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินตัดงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)
4. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Upper level ป้อนค่าพิมพ์ 0 เป็นระยะผิวด้านบน
5. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Pocket depth ป้อนค่าพิมพ์ 30 เป็นระยะความลึกของการกัดงาน



6. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Equal step down เป็นระยะความลึกกัดแต่ละชั้นอย่างเท่ากัน

7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Max step down ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นระยะความลึกครั้งละ 2 มม.

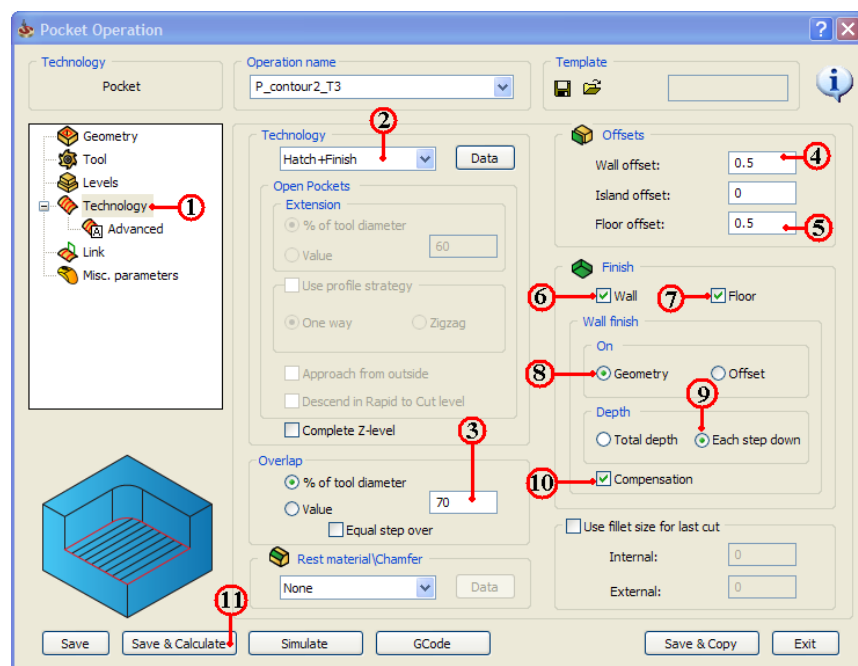
ขั้นตอนที่ 4 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  Technology ในกล่องโต้ตอบ Pocket

Operation

2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Hatch+Finish เป็นการกำหนดด้านทางเดินของดอกกัด แบบสลับไป-มา (ZigZag) และทำการเดินเก็บละเอียด (Contour Finish) ตามเส้นรอบรูป

3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง % of tool diameter ป้อนค่าพิมพ์ 70 เป็นค่าระยะการเหลื่อมกันของความโต Tool



4. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Wall offset: ป้อนค่าพิมพ์ 0.5 เป็นการเพื่อกำหนดระยะห่างด้านข้างตามเส้นรอบรูปหลุมกัด ระยะ 0.5 มม.

5. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Floor offset: ป้อนค่าพิมพ์ 0.5 เป็นการเพื่อกำหนดระยะห่างด้านล่างของเส้นรอบรูปหลุมกัด ระยะ 0.5 มม.

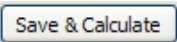
6. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Wall เป็นการกำหนดเส้นทางเดินกัดเก็บละเอียดผนังด้านข้างตามเส้นรอบรูปหลุมกัด

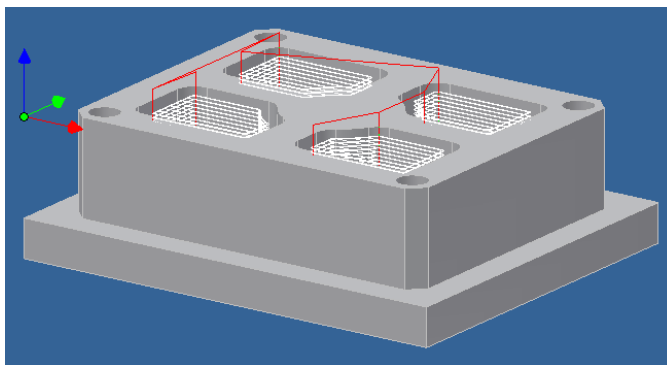
7. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Floor เป็นการกำหนดเส้นทางเดินกัดเก็บละเอียดพื้นด้านล่างของเส้นรอบรูปหลุมกัด

8. เลือกช่องคำสั่ง Geometry ใช้เส้นทางเดินกัดเก็บละเอียดรอบสุดท้ายที่ผนังด้านข้างตามเส้นรอบรูปหลุมกัด

9. เลือกช่องคำสั่ง Each step down ใช้เส้นทางเดินกัดเก็บละเอียดรอบสุดท้ายที่ผนังด้านข้างตามเส้นรอบรูปหลุมกัด ทุกๆครั้งของความลึกกัดงาน (Depth of Cut)

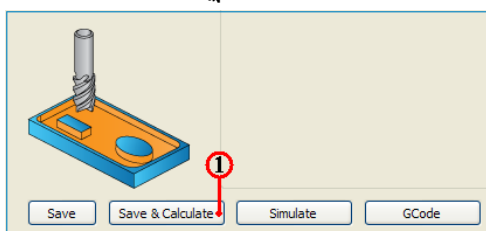
10. เลือกช่องคำสั่ง Compensation เป็นการกำหนดค่าชดเชยความโตดอกกัด

11. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกัดจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกัดเส้นรอบรูป (Pocket Operation) ทันที

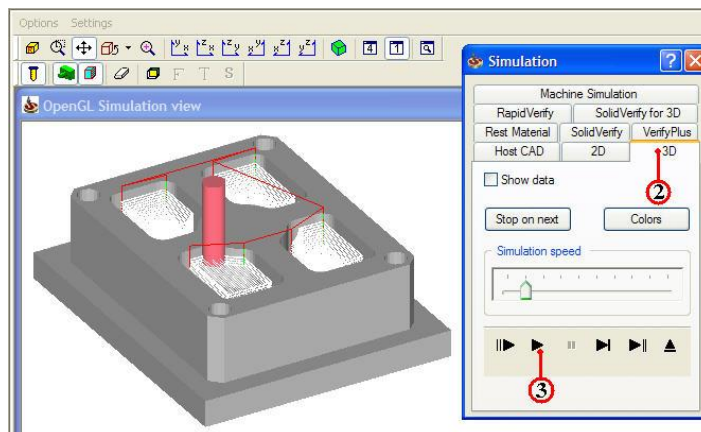


ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบโปรแกรมการกัดหลุม คำสั่ง Simulate

1. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Geometry จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Pocket Operation

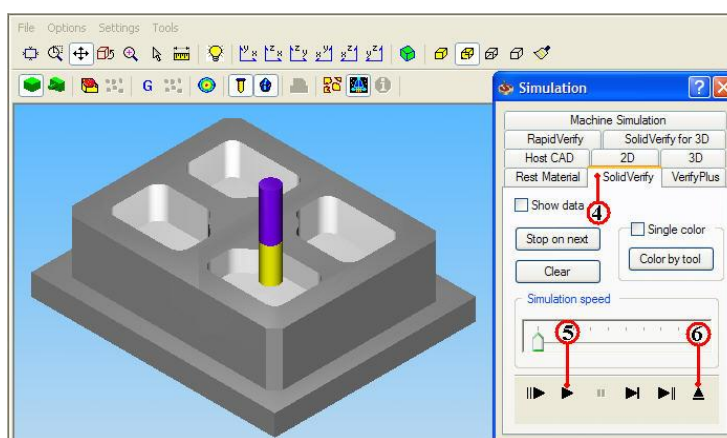


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง 3D เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัด แบบดูเส้นทางเดินดอก กัด (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play ► เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดดอก กัดและตัดผ่านวัตถุต้นจริง

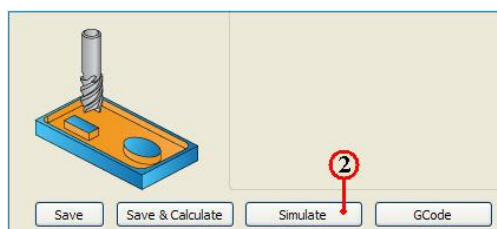


5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play ► เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุต้น (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกัดชิ้นงาน

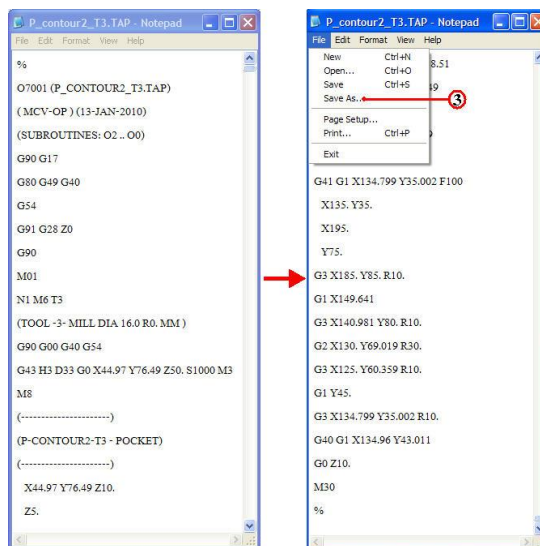
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector ► เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Pocket Operation อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 6 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) การกัดหลุม

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Pocket Operation

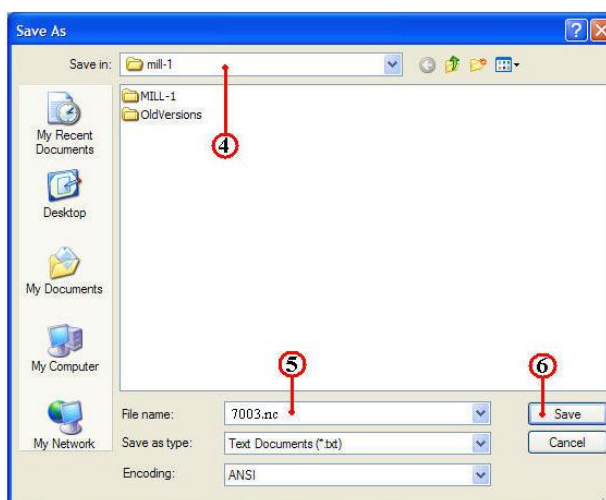


2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



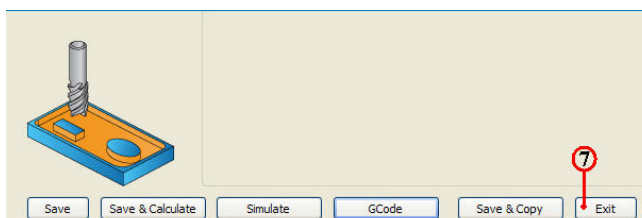
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ mill-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ mill-1

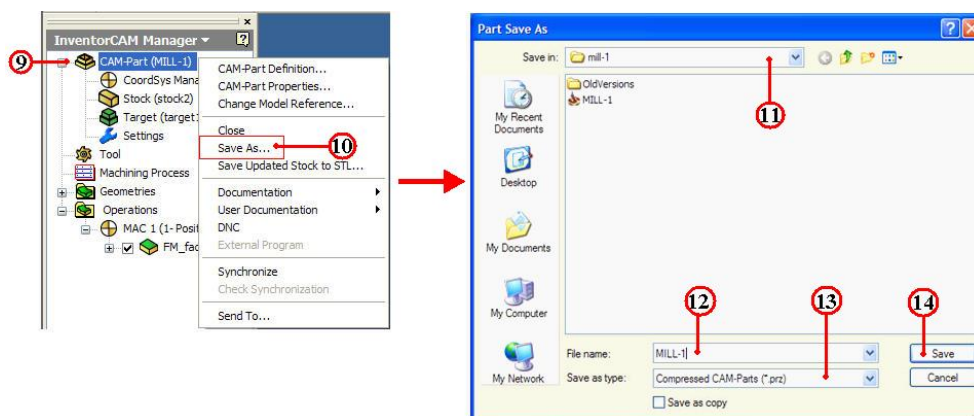


5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 7003.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อใช้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกัด (CNC Milling)

6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



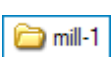
7. คลิกคำสั่ง Exit ขึ้นชั้น ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการผลิตกัดหลุม (Pocket)
8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น
9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (MILL-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง

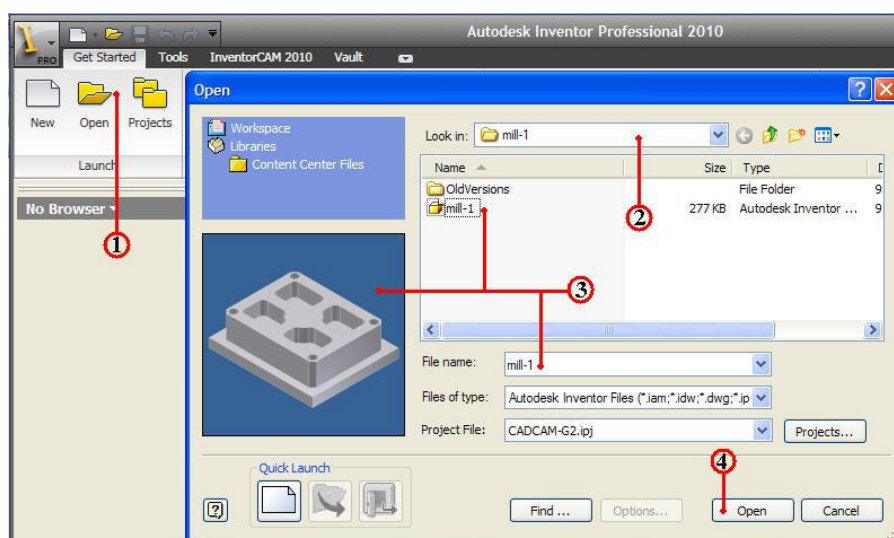


10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As
11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เดอร์ mill-1
12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ MILL-1
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

5.การสร้างขบวน การเจาะรู ด้วยคำสั่ง Drilling

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ mill-1

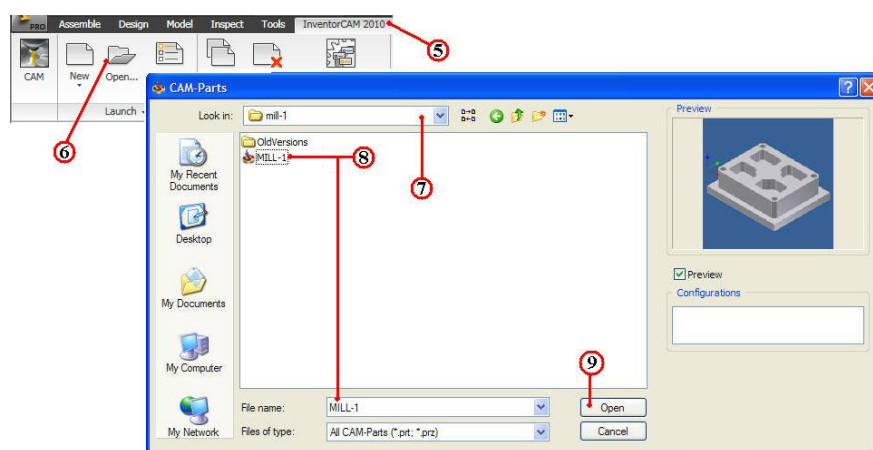
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ mill-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:



3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน mill-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าต่างการทำงานโหมด Model

5. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar



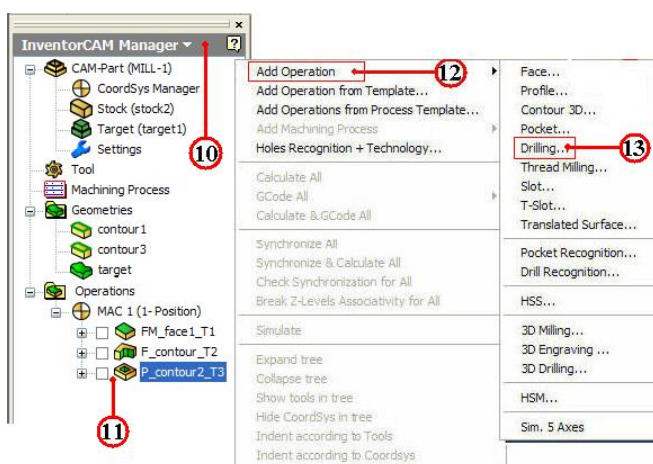
6. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM

7. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ไฟล์ชิ้นงาน mill-1

8. คลิกไฟล์ชิ้นงาน MILL-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt;*.prz) และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

9. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM Manager

10. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse



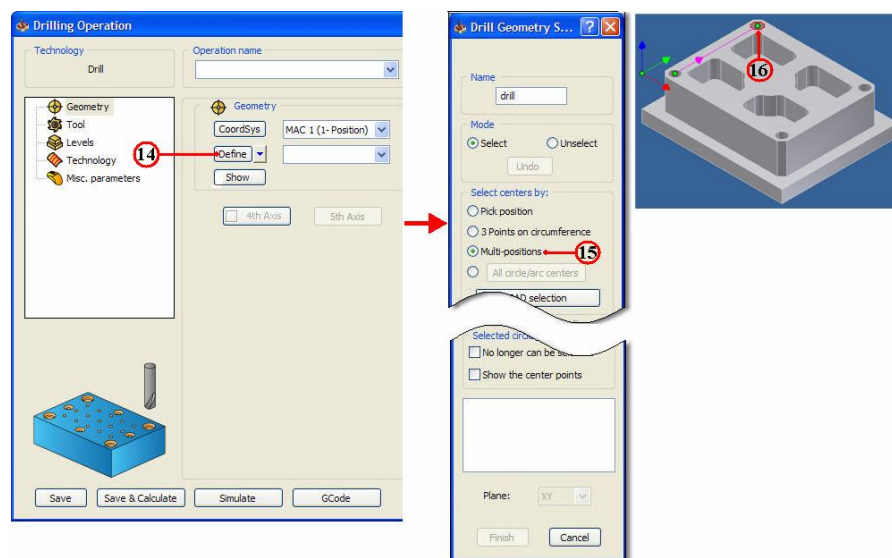
11. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation  P_contour2_T3 แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ

12. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ใช้เลือกขบวนการผลิต

13. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Drill... จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation

14. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Drilling Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

Geometry Edit



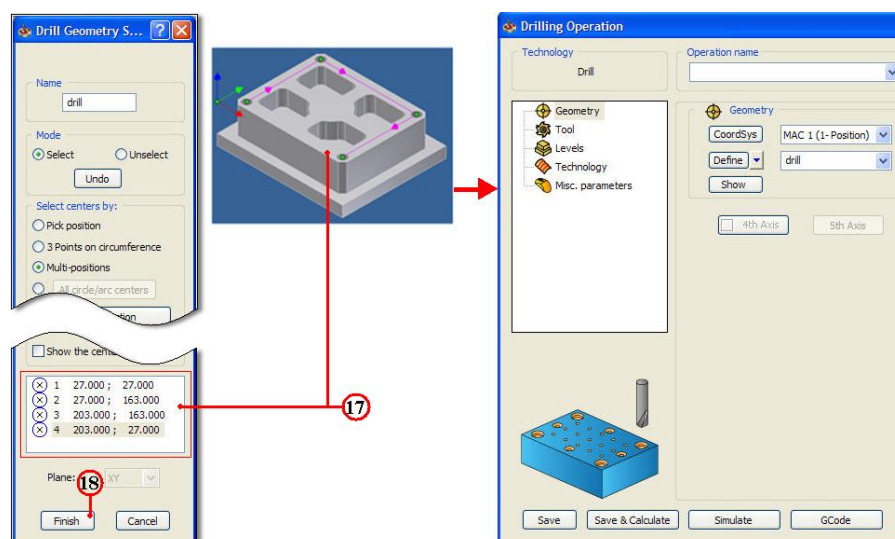
15. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Multi position ใช้กำหนดตำแหน่งเจาะที่ขอบเขตวัตถุ

16. คลิกเลือกเส้นขอบวงกลมชิ้นงาน

17. คลิกเลือกเส้นขอบวงกลมชิ้นงานจนครบ 4 ตำแหน่ง และแสดงตำแหน่งค่า X,Y ด้วย

18. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุด จากนั้นจะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation อีก

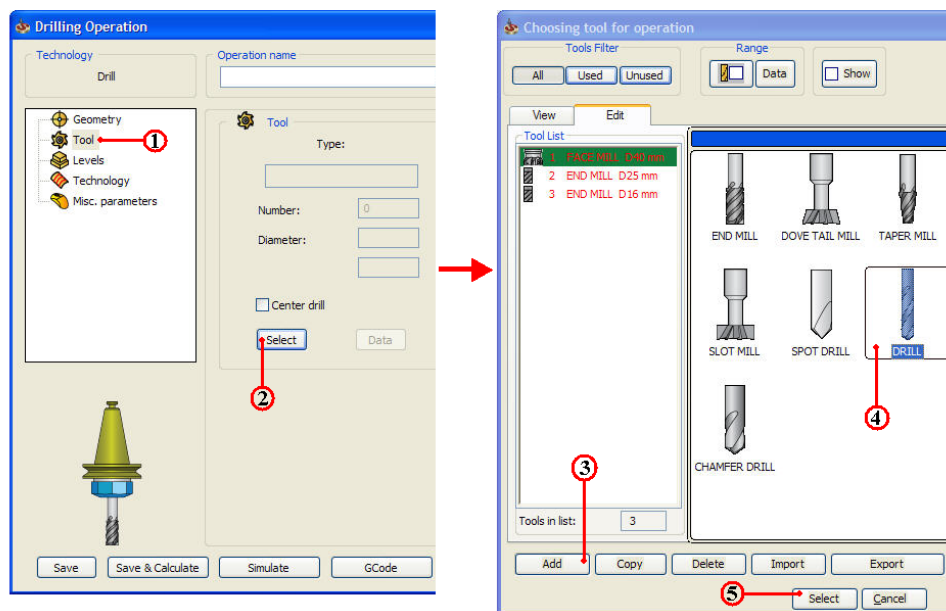
ครั้ง



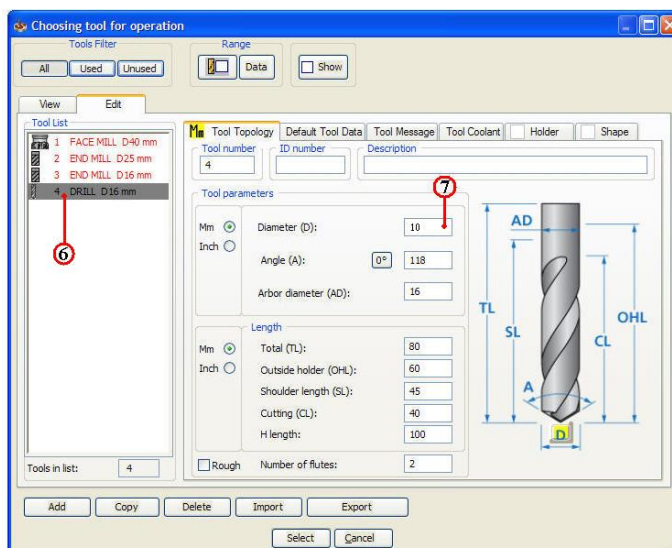
ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) ชนิด Drill

1. คลิกแถบคำสั่ง Tool จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

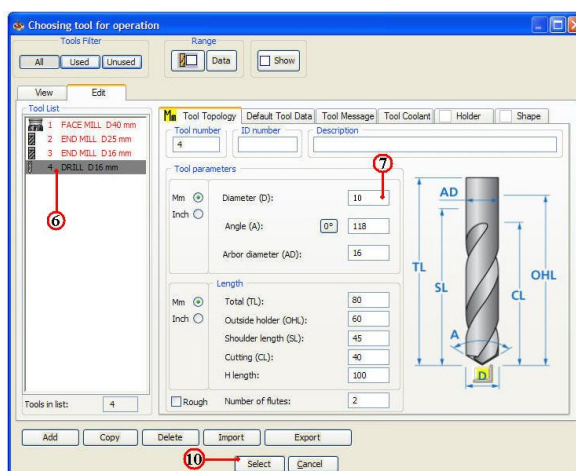
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ใต้เลือกเครื่องมือตัด (Cutting Tool)
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Add ใต้ชนิดเครื่องมือตัด
4. คลิกเลือก Icon ชนิดดอกกัด DRILL



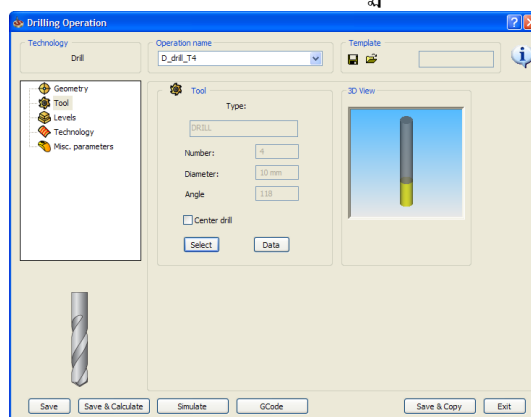
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ยืนยันการเลือก Tool
6. คลิกแถบชนิดเครื่องมือตัด DRILL
7. คลิกแถบความโตดอกสว่าน (Diameter) ป้อนค่าพิมพ์ 10 mm.



8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Default Tool Data ใ้กำหนดค่าเงื่อนไขการตัด (Cutting Condition) และกำหนดค่า Feed, Speed, Offset
9. คลิกเลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด (Tool material) คลิกเลือก None



10. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Select ยืนยันการเลือก จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation

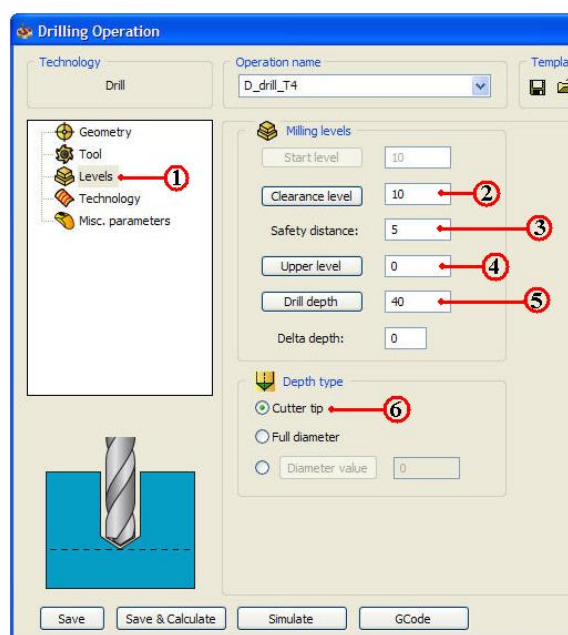


ขั้นตอนที่ 3 กำหนดค่าระนาบความลึกการเจาะ (Level)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Level ในกล่องโต้ตอบ Drilling Operation

2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Clearance level ป้อนค่าพิมพ์ 10 เป็นระยะเป็นระยะค่าเพื่อความ

สูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินเจาะงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)



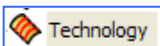
3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Safety distance ป้อนค่าพิมพ์ 5 เป็นระยะทางค่าเพื่อความปลอดภัยระหว่าง Clearance level กับ Upper level กำหนดความเร็วจากความสูงแกน Z ก่อนและหลังที่เครื่องมือตัดจะเดินเจาะงาน ด้วยความอัตราป้อนตัด (Feed)

4. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Upper level ป้อนค่าพิมพ์ 0 เป็นระยะผิวด้านบน

5. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Drill depth ป้อนค่าพิมพ์ 40 เป็นระยะความลึกของการเจาะงาน

6. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Cutter tip เป็นระยะความลึกเจาะที่ปลายดอกสว่าน

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Drilling

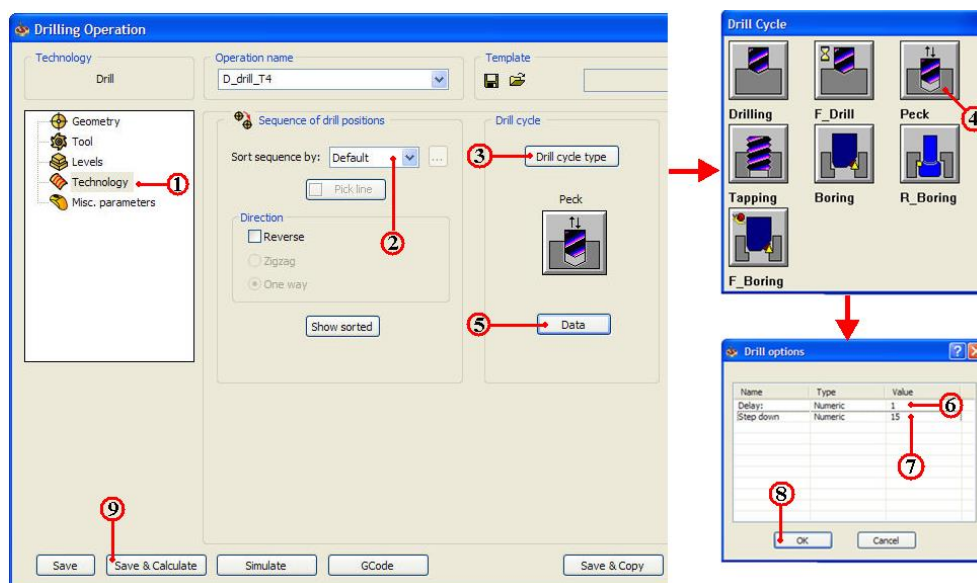
Operation

2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Default เป็นการกำหนดลำดับตำแหน่งเจาะตามลำดับการเลือกวัตถุ

3. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Drill cycle type เป็นการกำหนดชนิดการเจาะ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drill Cycle

4. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Peck เป็นการเจาะที่ระดับความลึกแต่ละครั้ง จะมีการถอยดอกสว่านขึ้นที่ระดับ Plane ทุกๆครั้งเพื่อคายเศษโลหะ

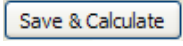
5. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการตั้งค่าวัฏจักรการเจาะ (Peck Drill) จะปรากฏกล่องป้อนค่าการเจาะ

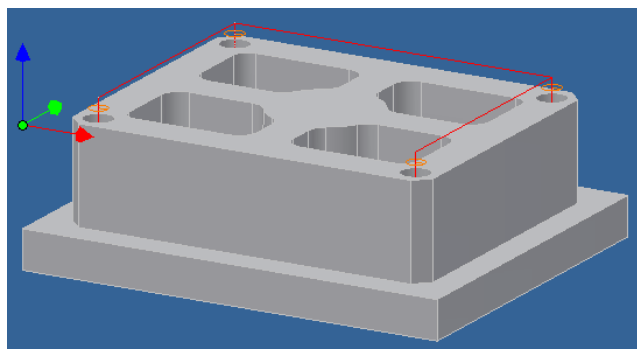


6. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Delay ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นหยุดหน่วงเวลาเมื่อเจาะถึงระดับความลึกสุดท้ายด้วยเวลา 1 วินาที

7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Step down ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นการกัดลึกครั้งละ 1 มม.

8. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน

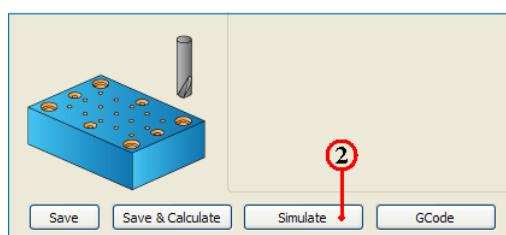
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกัด จากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกัดเส้นรอบรูป (Drilling Operation) ทันที



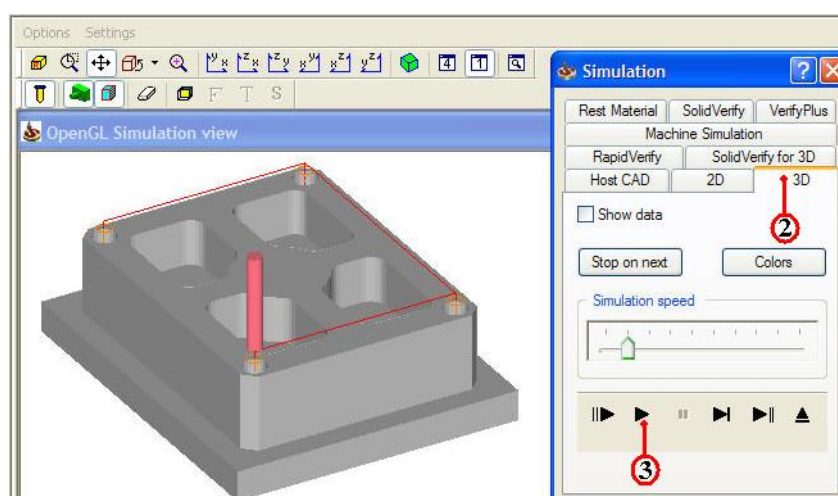
6. การตรวจสอบโปรแกรมการงานกัด ด้วยคำสั่ง Simulate

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบโปรแกรมการเจาะรู (Drilling)

1. คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Geometry จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation

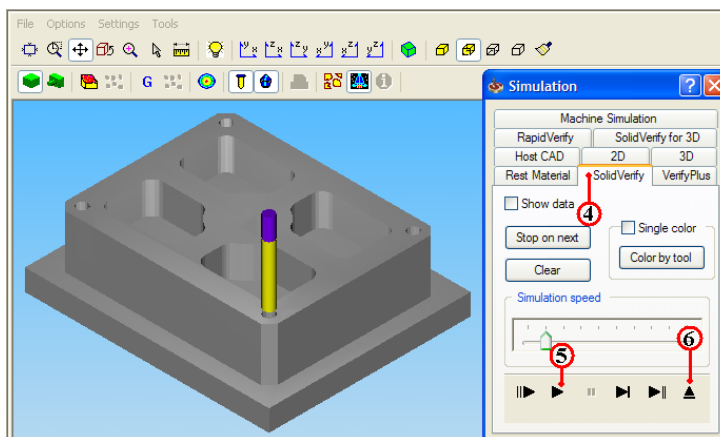


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง 3D เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัด แบบดูเส้นทางเดินดอกกัด (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางการเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางการเดินตัดของขนาดดอกกัดและตัดผ่านวัตถุดิบจริง



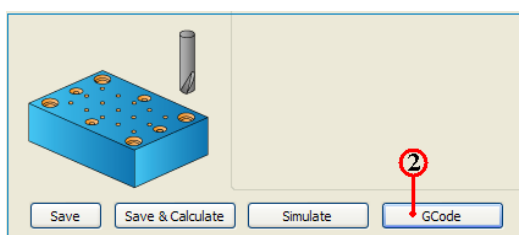
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุดิบ (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกัดชิ้นงาน

6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector  เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Pocket Operation อีกครั้ง

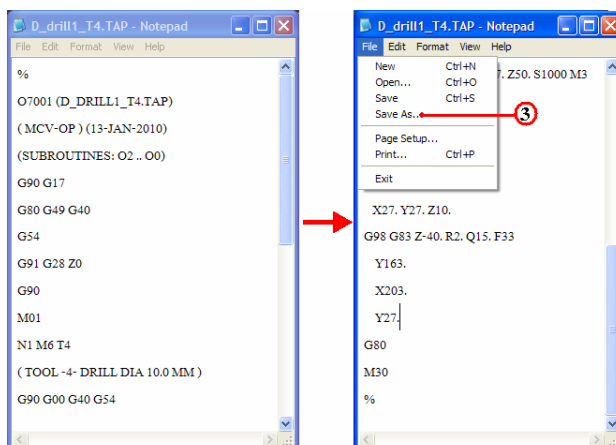
7. การสร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ดงานกัด ด้วยคำสั่ง GCode

ขั้นตอนที่ 1 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด การเจาะรู

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Drilling Operation

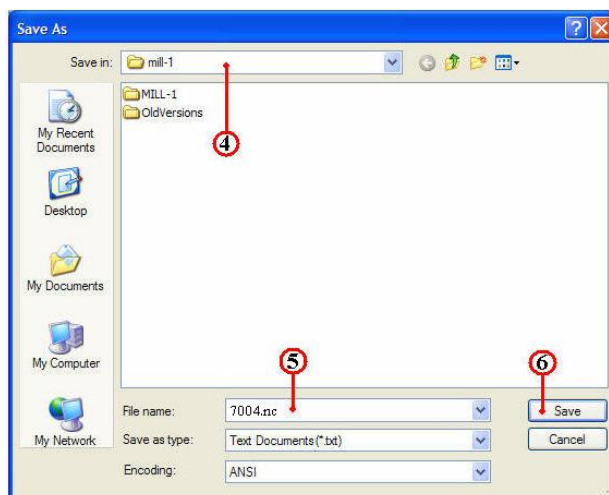


2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



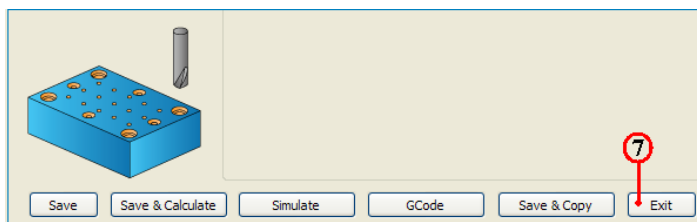
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ mill-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ mill-1



5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 7004.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อให้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกัด (CNC Milling)

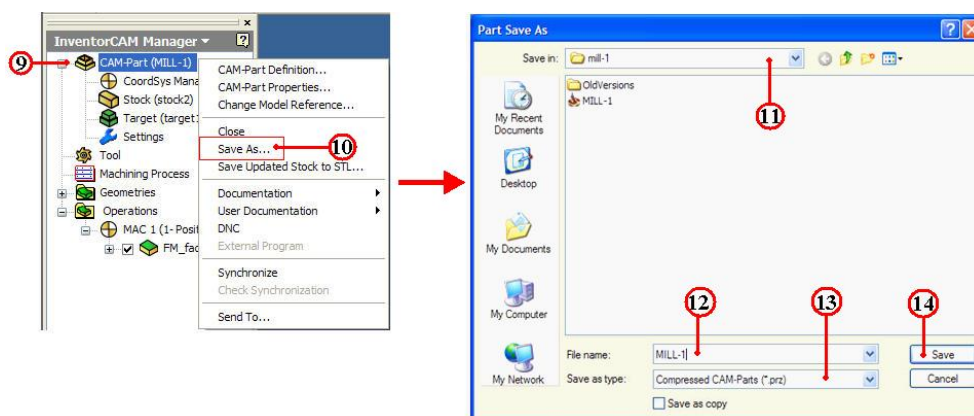
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ขึ้นชั้น ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการผลิตเจาะรู (Drilling)

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (MILL-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง



10. หากกดแถบเมนู Save AS จะมีเมนูย่อยเพิ่มเติม Part Save AS

11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เดอร์ mill-1
12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนคำพิมพ์ชื่อ MILL-1
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

แบบประเมินผลการเรียนรู้	
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ	
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้	
จงบอกหลักการเบื้องต้นการใช้โปรแกรม InventorCAM งานกัด	
1. CAM-Part .....	.....
.....	
.....	
2. Geometry .....	.....
.....	
.....	
3. Operation .....	.....
.....	
.....	
4. InventorCAM Manager .....	.....
.....	
.....	
5. CAM-Setting .....	.....
.....	
.....	
6. Edit Tool Library .....	.....
.....	
.....	
7. CAM Views .....	.....
.....	
.....	
8. Turn Mill .....	.....
.....	
.....	

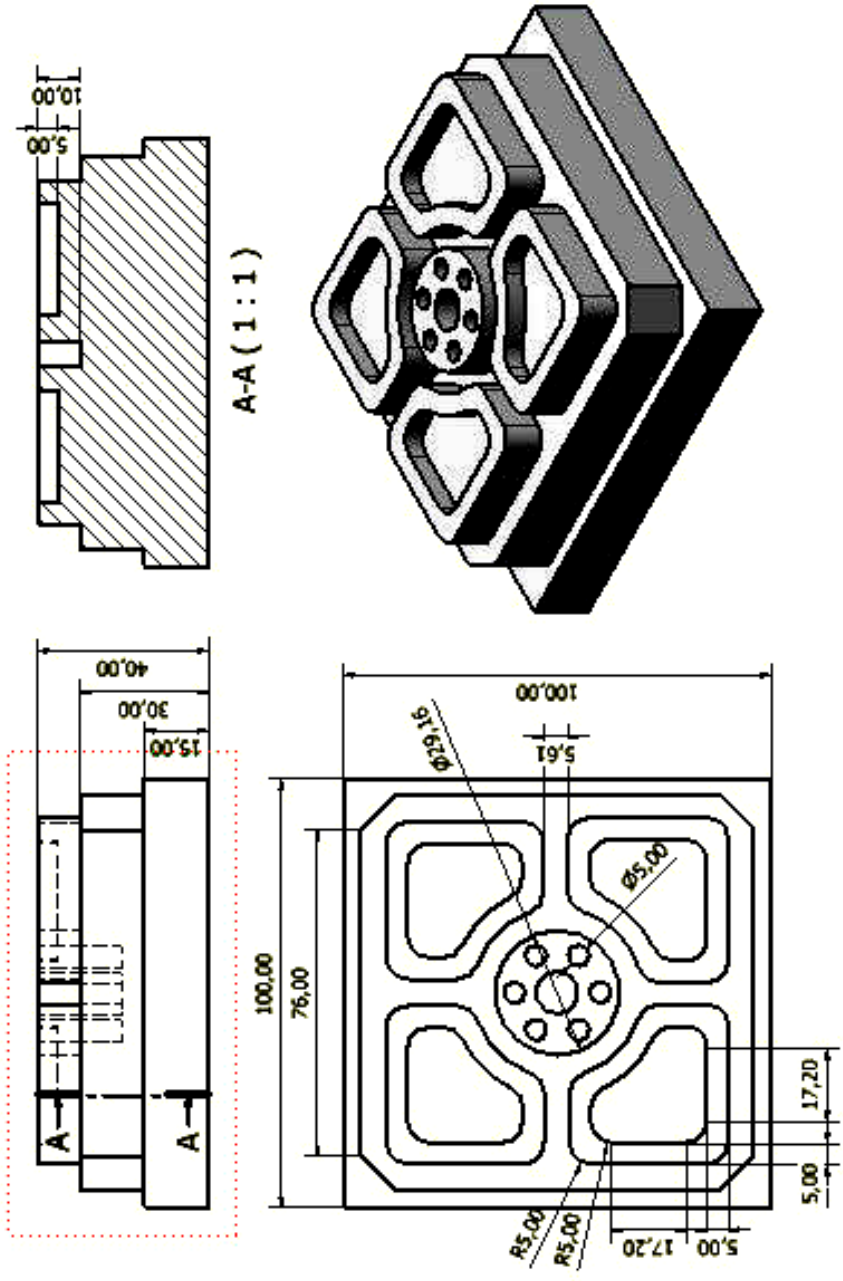
แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ
ตอนที่ 2 จงตอบคำถาม วิธีการสร้างขบวนการผลิตสำหรับงานกัด (Milling) 1. การกำหนดจุดศูนย์กลางอยู่บนมุมด้านบนของวัตถุของชิ้นส่วน คือข้อใด ก. Conner of Model Box ข. Center of Revolution Face ค. Top Center of Model Box ง. Conner Box on Project Z-level 2. การสร้างขบวนการปาดหน้าผิวงาน ควรเลือก Tool ชนิดใด ก. End Mill ข. Bull End Mill ค. Face Mill ง. Ball End Mill 3. ถ้าเราต้องการกัดปาดหน้า แบบเดินกัดสลับไปมา คือข้อใด ก. Zig ข. Hatch ค. Contour ง. Zag 4. ถ้าต้องการกัดเส้นรอบรูป โดยเลือกทิศทางเดินขดเขยซ้าย-ขวา ให้เลือกข้อใด ก. Left ข. Right ค. In-Out ง. Tool Side 5. ถ้าต้องการกัดเส้นรอบรูป โดยกำหนดความลึกครั้งสุดท้าย ให้เลือกข้อใด ก. Profile depth ข. Contour depth ค. Lower depth ง. Max depth

แบบประเมินผลการเรียนรู้	
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ	
6. ต้องการการกัดเส้นหลุม และกัดผนังข้างของหลุม จะเลือกรูปแบบวิธีการเดิน ข้อใด	
ก. Hatch	
ข. Contour	
ค. Hatch+Finish	
ง. Wall Finish	
7. ต้องการการกัดเส้นหลุม และมีค่าเพื่อเก็บละเอียดที่พื้นล่าง จะเลือกกำหนดค่า ข้อใด	
ก. Wall Offset	
ข. Floor Offset	
ค. Wall Allowance	
ง. Floor Allowance	
8. เราต้องการเจาะรู ด้วยการใส่แบบวัฏจักรการเจาะรู G83 คือข้อใด	
ก. Drill	
ข. F_Drill	
ค. Tapping	
ง. Peck	
9. เราต้องการเจาะรู ด้วยการกำหนดค่าความลึกในการเจาะรู คือข้อใด	
ก. Depth Hole	
ข. Depth Level	
ค. Drill Depth	
ง. Drill Lower	
10. การตรวจสอบโปรแกรมขบวนการกัดและแสดงพร้อมกับแกนเครื่องจักร คือข้อใด	
ก. 3D	
ข. Machine Simulation	
ค. Rest Material	
ง. Solid Verify	

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ
11. การตรวจสอบโปรแกรมขบวนการกัด เพื่อตรวจเช็คหาเศษเหลือจากการกัด คือข้อใด ก. 3D ข. Machine Simulation ค. Rest Material ง. Solid Verify 12. ถ้าต้องการสร้างโปรแกรม NC Code ในแต่ละชนิดเครื่องจักร จะต้องเลือกที่ ข้อใด ก. CNC Controller ข. CNC Machine ค. Program CNC ง. Axis Machine 13. การตั้งชื่อและนามสกุลโปรแกรมเอ็นซีโค้ด สำหรับ โปรแกรมควบคุมเครื่องจักรของ Fanuc คือข้อใด ก. mill.mc ข. 7001.mc ค. 7004.nc ง. pocket.nc 14. การตรวจสอบขบวนการกัดจากโปรแกรมเอ็นซี จะต้องตรวจสอบจากเครื่องกัดอีกครั้ง โดยที่คำสั่งของการตรวจสอบจะอยู่ในโหมดใด ก. MEM ข. AUTO ค. DRY RUN ง. JOG

บทที่ 7	การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ	ใบงานที่
		1

1. ให้สร้างขบวนการกัดชิ้นงาน 2 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 4 ชม.



Technical drawing of a 2D milled part, showing three views: a top view, a front view, and a cross-section A-A.

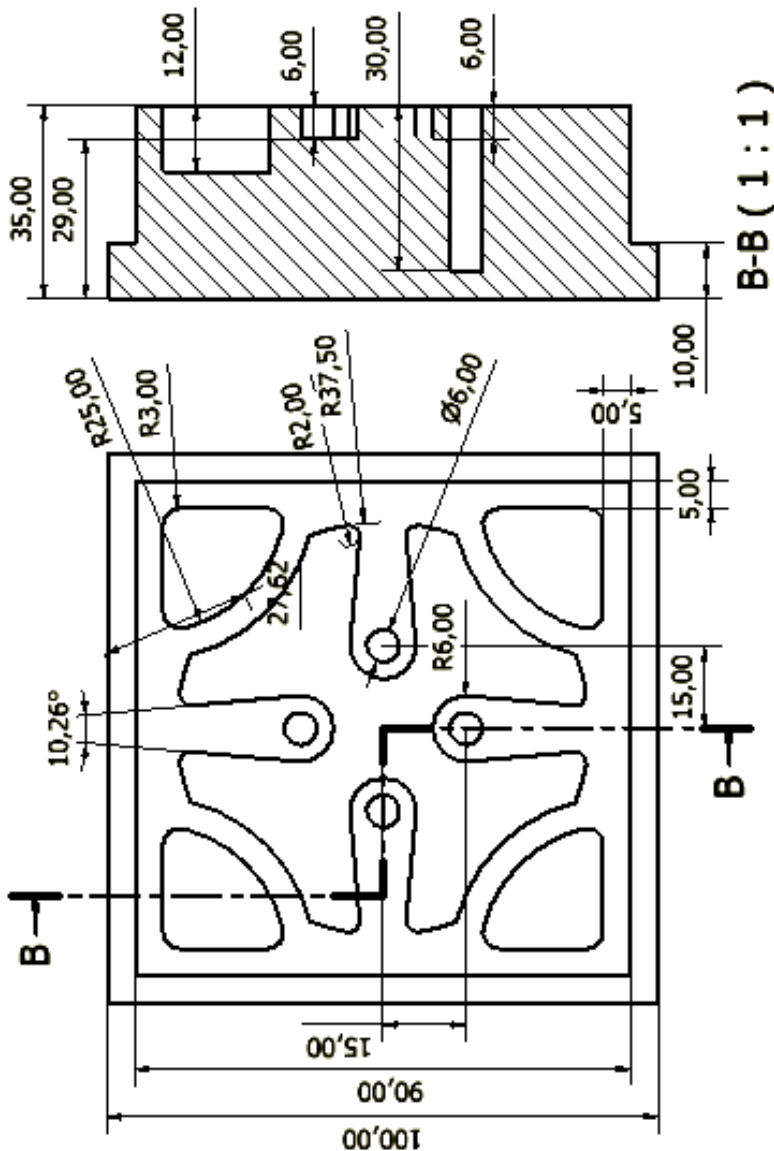
Top View: A square plate with a central circular feature and four corner features. Dimensions include 100.00 (overall width), 76.00 (inner width), 17.20 (corner radius), 5.00 (corner thickness), 17.20 (corner radius), 5.00 (corner thickness), 5.61 (central hole diameter), 100.00 (overall width), 15.00 (corner thickness), 30.00 (corner thickness), 40.00 (corner thickness), R5.00 (corner radius), and Ø5.00 (corner hole diameter).

Front View: A stepped profile showing the thickness of the part. Dimensions include 10.00 (top thickness), 5.00 (middle thickness), and 10.00 (bottom thickness).

Cross-section A-A: A detailed view of the internal features, showing a 1:1 scale. Dimensions include 10.00 (top thickness), 5.00 (middle thickness), and 10.00 (bottom thickness).

บทที่ 7	การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกัด 2 มิติ 3 มิติ	ใบงานที่
		2

1. ให้สร้างขบวนการกัดชิ้นงาน 3 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 4 ชม.



บทที่ 8

การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ

(NC Lathe Program)

แนวคิด

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต งานกลึงซีเอ็นซี จะนำข้อมูลทางด้านไฟล์ชิ้นงาน หรือแบบงาน และต้องมีการกำหนดศูนย์ชิ้นงาน แกนอ้างอิง (X,Z) โดยที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยผลิต จะกำหนดรูปแบบการกลึง มีดกลึง เจ็อนไขการกลึง เส้นทางเดินกลึง (Tool Path) การจำลองการกลึง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมถูกต้อง จากนั้นโปรแกรมสร้างเอ็นซีโค้ด (NC-Code) แล้วส่งข้อมูลโปรแกรมเอ็นซีโค้ด เข้าสู่เครื่องจักรในขบวนการผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องกลึงซีเอ็นซี

1. หลักการใช้โปรแกรม InventorCAM งานกลึง

การผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Lathe) จะมีหลักการทำงานที่แตกต่างจากชิ้นส่วนที่ผลิตด้วยเครื่องกัด นักศึกษาจะต้องมีความเข้าใจในลักษณะการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิต เพื่อที่จะได้ทำการวางแผนและกำหนดขอบวนผลิตได้อย่างถูกต้อง

1.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

1. แกนการทำงานเครื่องจักรอยู่ 2 แกน คือแกน X และแกน Z โดยที่แกน X จะทำหน้าที่กำหนดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter) และแกน Z จะทำหน้าที่กำหนดความยาว ส่วนแกนการหมุนจะเป็นแกน C

2. เครื่องมือตัด (Cutting Tool) จะเป็นลักษณะคมตัดเดี่ยว (Single Blade) แบบอินเสิร์ท (Insert) ตามมิดตัดและมิดอินเสิร์ท ก็จะเป็นลักษณะการทำงานเฉพาะเช่น มิดกลึงหยาบ มิดกลึงละเอียด มิดตกร่อง มิดกลึงเกลียว

3. ลักษณะการตัดเนื้อชิ้นงานจะตัดได้ต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะชิ้นงานวัตถุดิบจะต้องเป็นแท่งทรงกระบอกยาว และมีระบบป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ (Automatic Bar Feed) จะทำให้เวลาในการผลิตชิ้นส่วนรวดเร็ว และควบคุมคุณภาพชิ้นงานได้ง่าย

4. ลักษณะชิ้นงานที่ผลิตทั้งภายนอกและภายใน จะอยู่ในรูปทรงกระบอก เนื่องจากชิ้นงานจะทำหน้าหมุนอยู่กับที่ ระหว่างศูนย์ท้ายเครื่อง จากนั้นคมตัด (Cutting Tool) ของเครื่องมือตัดจะวิ่งตามเส้นทางเดินตัด (Tool Path) เพื่อให้ได้รูปทรงที่ต้องการ

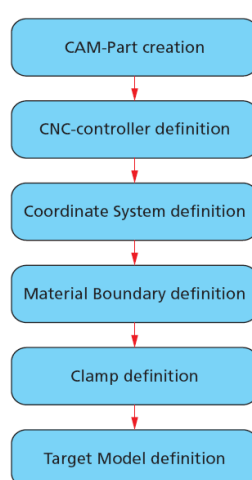
5. ป้อมมิด (Tool Post) เครื่องกลึงซีเอ็นซีจะเป็นแบบเทอร์เรท (Turret) สามารถใส่ด้ามมิดตัด (Holder) ทั้งมิดปอกภายนอก (Turning) และมิดควาน (Boring) ซึ่งใช้เวลาอย่างมากในการเปลี่ยนมิดกลึงในแต่ละขบวนการตัด

6. คำสั่งการทำงานของเครื่องจักร NC-Code ที่ใช้ทำการปฏิบัติงานจะมี M-Code ควบคุมเครื่องจักรการจับยึดชิ้นงาน การป้อนชิ้นงาน และ G-Code ที่ใช้เขียนโปรแกรมจะอยู่ในรูปคำสั่งที่เป็นวัฏจักรที่แตกต่างกัน ซึ่งมีความจำเป็นมากสำหรับการเขียนโปรแกรม

7. ค่าชดเชยมิด (Compensation) เป็นการชดเชยที่รัศมีความโตมิด (Tool Nose Radius) และทิศทางของการเคลื่อนที่คมตัด ของขบวนการเส้นทางเดินตัด

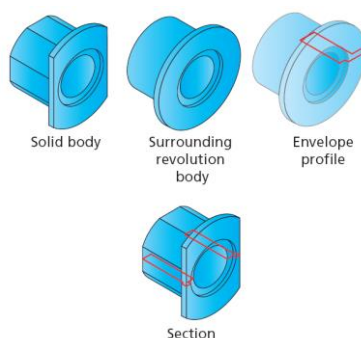
8. แกนอ้างอิง (Coordinate Systems) และตำแหน่งศูนย์ชิ้นงาน (Workpiece Zero) ในโปรแกรมซีเอ็นซีงานกลึง โดยที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง (X,Z) 0,0 จะอยู่กึ่งกลางที่ปลายชิ้นงาน แกน X จะทำหน้าที่กำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทิศทางจะเป็นค่าบวก แกน Z จะทำหน้าที่ตัดชิ้นงานจะมีทิศทางเป็นค่าลบ

1.2 CAM-Part ใช้กำหนดข้อมูลทั่วไปของชิ้นงาน ได้แก่ การปฏิบัติการทำโปรแกรมการผลิตทุกๆ ขบวนการจะมีการเก็บข้อมูลอยู่ภายใต้โครงการ (CAM-Part) ผู้ปฏิบัติงานสามารถกำหนดชื่องาน (Model name) ตำแหน่งที่อยู่ไฟล์ใช้สำหรับเก็บไฟล์ข้อมูลการผลิต โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร (CNC Controller) ตำแหน่งพิกัด (Position) จำนวนจุดศูนย์กลางงาน (Workpiece Zero) แกนอ้างอิง (Coordinate Systems) กำหนดขนาดวัตถุดิบ (Material Boundary) การออกแบบจับยึดชิ้นงาน (Clamp) กำหนดชนิดของชิ้นงานที่นำมาสร้างทางเดินตัด (Target Model)



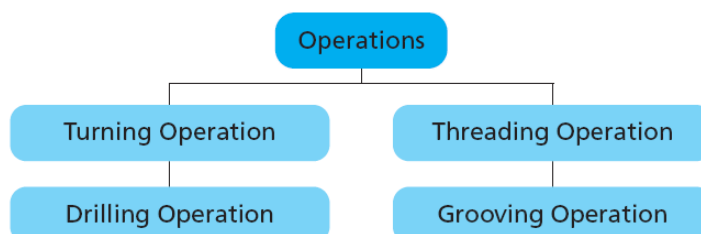
รูปที่ 8.1 ฟังก์ชันขั้นตอนและกำหนดรายละเอียดของ CAM-Part

1.3 Geometry ใช้เลือกขอบเขตวัตถุในการผลิต ของโมเดลชิ้นงานสำเร็จ (Target) โดยที่โปรแกรมจะการคำนวณเส้นทางเดินตัด (Tool Path) จากชิ้นงานวัตถุดิบ (Solid) เส้นรอบรูป (Profile) หรือจากเส้นตัดโมเดลชิ้นงาน (Section) ของระนาบ ZX โดยที่ผู้ปฏิบัติจะต้องทำการกำหนดตำแหน่งจุดทางเดินหรือเส้นทางเดินตัดเป็นแบบ 2 มิติ ตามลักษณะรูปร่างของชิ้นงาน ซึ่งสามารถเลือกจากขอบผิว (Edge) เส้น (Curve) พื้นผิว (Surface) วัตถุดิบ (Solid)



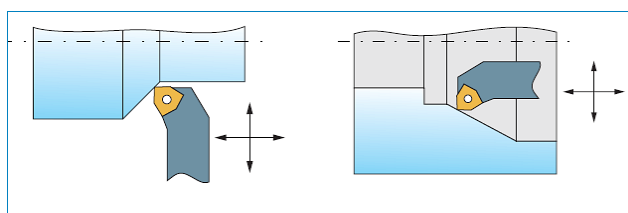
รูปที่ 8.2 การแบ่งลักษณะรูปทรงสำหรับเลือกขอบเขตวัตถุ

1.4 Operation ใช้กำหนดลำดับและเลือกขั้นตอนการผลิตของโปรแกรม InventorCAM ของงานกลึงซีเอ็นซี ให้ผู้ปฏิบัติงานเลือกวิธีการกลึง วัฏจักรการทำงาน เลือกวัตถุที่ใช้กัด เครื่องมือตัดจากตารางเครื่องมือ เพื่อกำหนดเส้นทางเดินแต่ละแบบการกลึงให้เหมาะสม



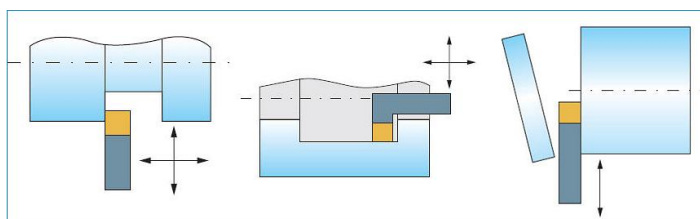
รูปที่ 8.3 ฟังก์ชันการปฏิบัติงานกลึง

1.4.1. Turning เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานภายนอกภายใน ได้แก่ งานปาด งานปอก งานคว้าน งานกลึงเรียว งานกลึงผิวส่วนโค้ง



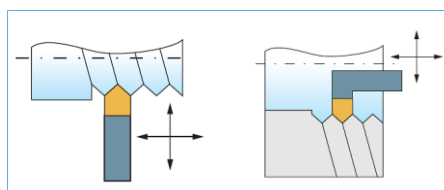
รูปที่ 8.4 ประเภทการกลึง ด้วยคำสั่ง Turning

1.4.2. Grooving เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานทรงร่องภายนอกและภายใน รวมทั้งคำสั่งการตัดแบ่งส่วนชิ้นงาน (Cut Off)



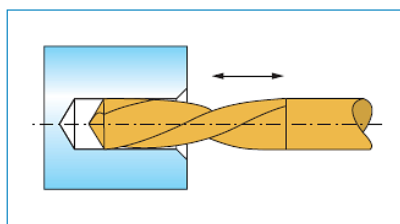
รูปที่ 8.5 ประเภทการกลึง ด้วยคำสั่ง Grooving

1.4.3. Threading เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับขึ้นรูปงานเกลียวภายนอกและภายใน ของมาตรฐานเกลียวแต่ละชนิด



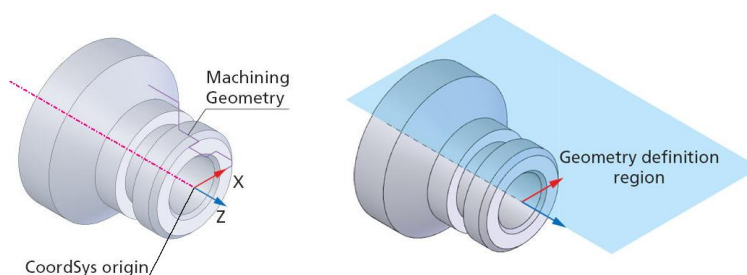
รูปที่ 8.6 ประเภทการกลึง ด้วยคำสั่ง Threading

1.4.4 Drilling เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับเจาะรู โดยมีให้เลือกลักษณะของแต่ละวัฏจักรการเจาะ



รูปที่ 8.7 ประเภทการกลึง ด้วยคำสั่ง Drilling

การปฏิบัติโปรแกรมงานกลึงจะมีระนาบการทำงาน ZX (ZX-Plane) และจุดเริ่มต้นศูนย์กลางงาน (Origin) ที่ปลายชิ้นงาน ดังนั้นนักศึกษาจะต้องกำหนดระนาบการสร้างภาพสเก็ตช์เส้นรอบรูปอยู่ที่ระนาบ XY (XY-Plane) ควรกำหนดจุดเริ่มต้นหรือศูนย์กลางงาน (Workpiece Zero) ไว้ที่ปลายชิ้นงาน เพื่อจะช่วยให้กำหนดระนาบการทำงานตามปกติ ซึ่งโปรแกรมจะทำการเลือกระนาบให้อัตโนมัติ และยังสามารถกำหนดจุดเริ่มต้นกับระนาบทำงานใหม่ได้ แต่จะมีผลกับตำแหน่งค่า X,Z ในโปรแกรม G-Code มีการคิดคำนวณจากจุดเริ่มต้น (Origin) เสมอ ดังนั้นจะความแตกต่างกันกับการกำหนดขนาดในแบบสั่งงานได้



รูปที่ 8.8 กำหนดจุด Origin และ ZX- Plane ของงานกลึง

1.5. แอปเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager

การปฏิบัติการผลิตในทุกขั้นตอนจะมีการรวบรวมอยู่ใน แอปคำสั่ง InventorCAM Manager ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดย่อยๆ ในแต่ละขบวนการและมีการจัดเรียงข้อมูลตามลำดับ แบ่งออกเป็นส่วนดังนี้

1.5.1 CAM-Part header ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปของชิ้นงานแบ่งออกเป็น

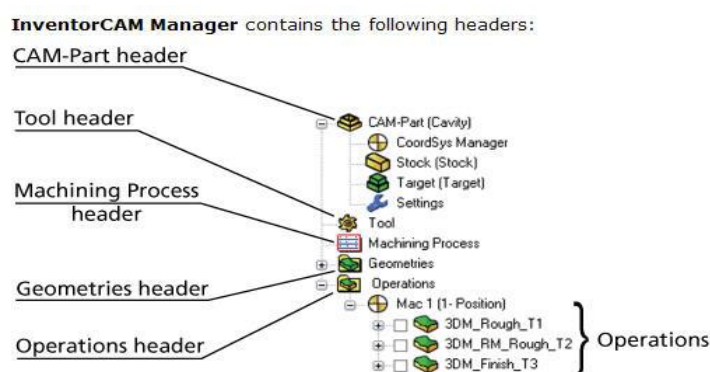
1. CoordSys Manager คือ ระบบแกนอ้างอิง และกำหนดศูนย์กลางงาน
2. Stock คือ วัตถุดิบของชิ้นงานกัด
3. Target คือ วัสดุชิ้นงานกัดหรือวัสดุชิ้นงานสำเร็จ
4. Setting คือ การตั้งค่าสำหรับของไฟล์ชิ้นงานกัด

1.5.2 Tool header ใช้เก็บค่าเครื่องมือตัด ชนิด ขนาด การจับยึด

1.5.3 Machining Process header ใช้ลำดับและเก็บข้อมูลค่าเงื่อนไขในแต่ละ
ขบวนการผลิต

1.5.4 Geometries header ใช้เก็บข้อมูลการเลือกขอบเขตวัตถุที่ใช้ในแต่ละขบวนการผลิต

1.5.5 Operation header ใช้จัดลำดับข้อมูลการเลือกวิธีและกำหนดรายละเอียดส่วนย่อยๆ
ของการสร้างทางเดินตัด (Tool Path) และสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้แต่ละขบวนการผลิต



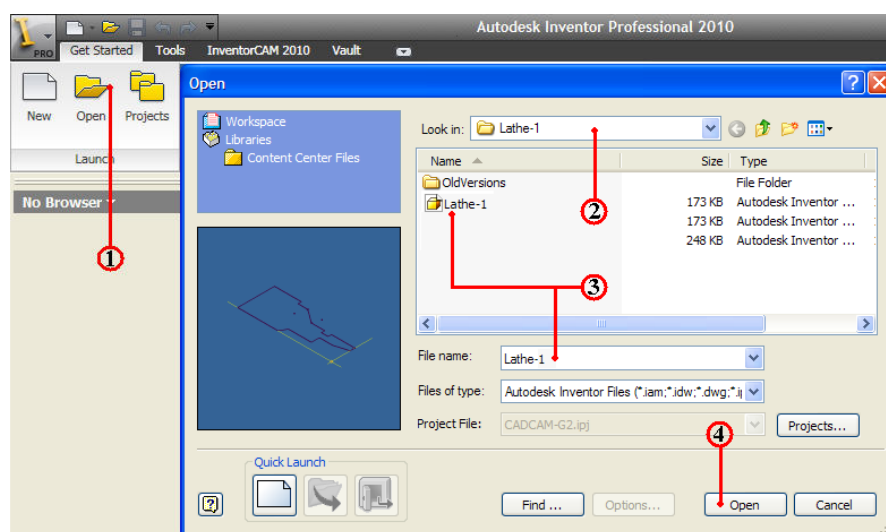
รูปที่ 8.9 แถบเมนูจัดการไฟล์

1.6. การสร้างไฟล์ชิ้นงานกลึงจากภาพสเก็ต 2 มิติ (2D Sketch)

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ภาพสเก็ต 2 มิติ ของแบบงานเก่า

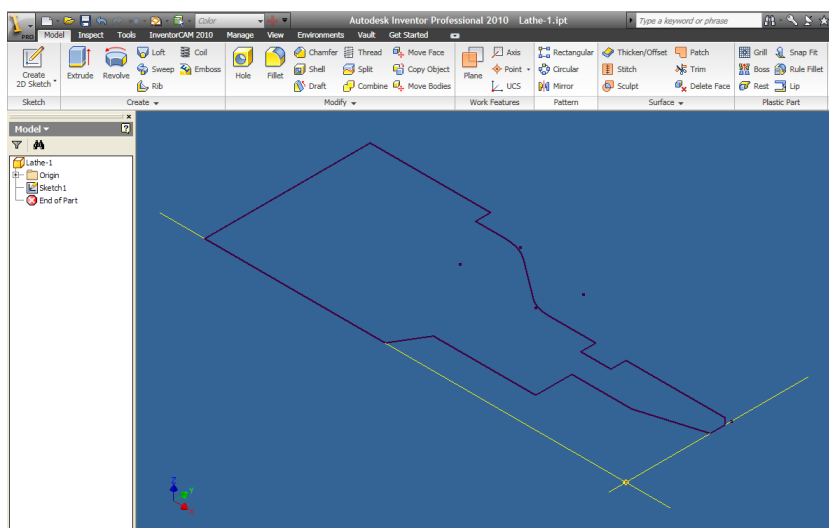
1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open เพื่อเปิดไฟล์ชิ้นงาน Sketch ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โดยควร
จะต้องที่ทำการสร้างไฟล์เครื่องสำหรับชิ้นงานกลึง (Lathe-1) และไฟล์โมเดลชิ้นงานก็ควรใช้ชื่อ
เดียวกันด้วย (Lathe-1) เพราะไฟล์ข้อมูลการผลิตทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ที่รวบรวมอยู่ในไฟล์
เครื่องเดียวกัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open

2. คลิกเลือกไฟล์เครื่อง Lathe-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:



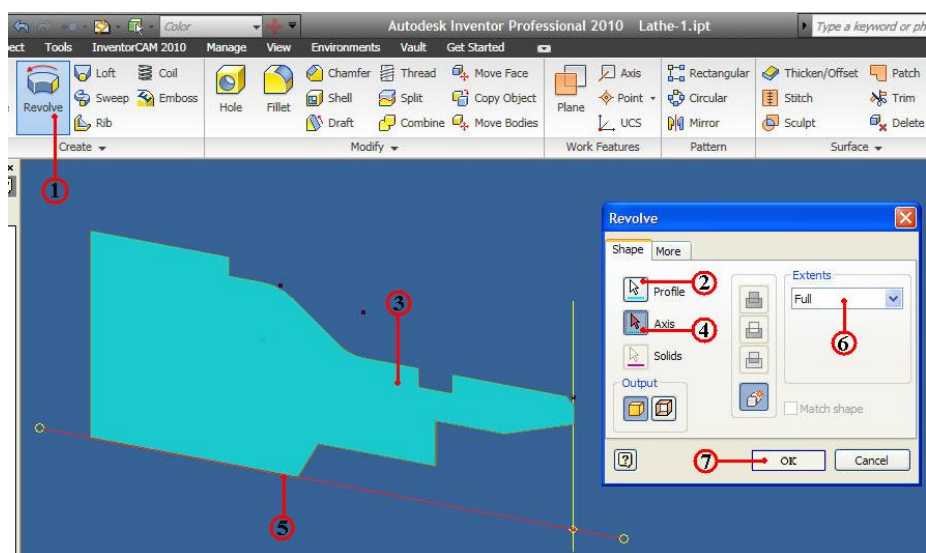
3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน Lathe-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโหมด Model



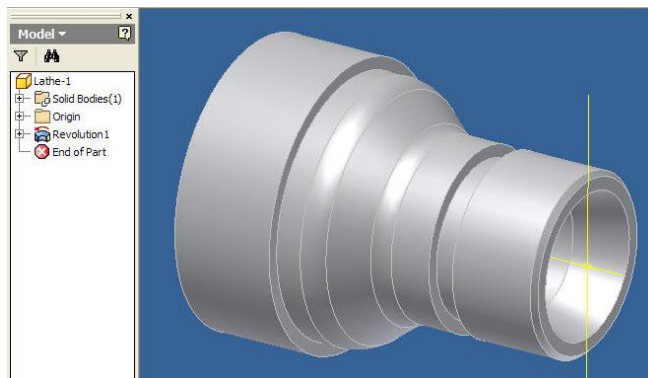
ขั้นตอนที่ 2 สร้างวัตถุดันชิ้นหลัก (Feature Base)

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Extrude เป็นคำสั่งยัดวัตถุ จะปรากฏกล่องข้อความ Extrude
2. คลิกเลือก Profile เป็นการเลือกวัตถุด้วยเส้นรอบรูป
3. คลิกที่เส้นรอบรูป (Sketch Profile) เลือกเส้นทั้งหมด จะแสดงภาพพื้นที่หน้าตัด



4. คลิกแถบคำสั่งเลือก Axis เป็นการเลือกแกนอ้างอิงการหมุนวัตถุ
5. คลิกเลือกแกนอ้างอิงหรือใช้เส้นขอบวัตถุก็ได้
6. คลิกเลือกทิศทางการหมุนแบบเต็ม 360 องศา

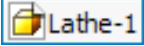
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน จะปรากฏภาพชิ้นงานดังรูป

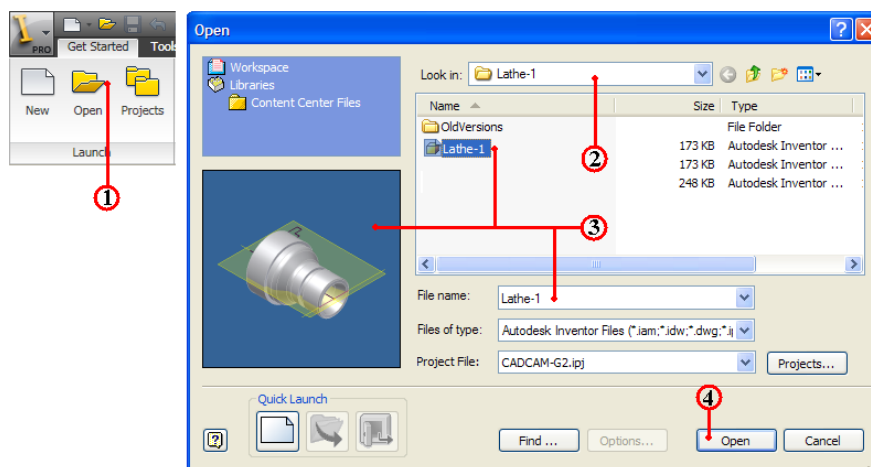


8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

2. การสร้างขบวนการกลึงแปดหน้า ด้วยคำสั่ง Turning

ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ Lathe-1

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ Lathe-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:



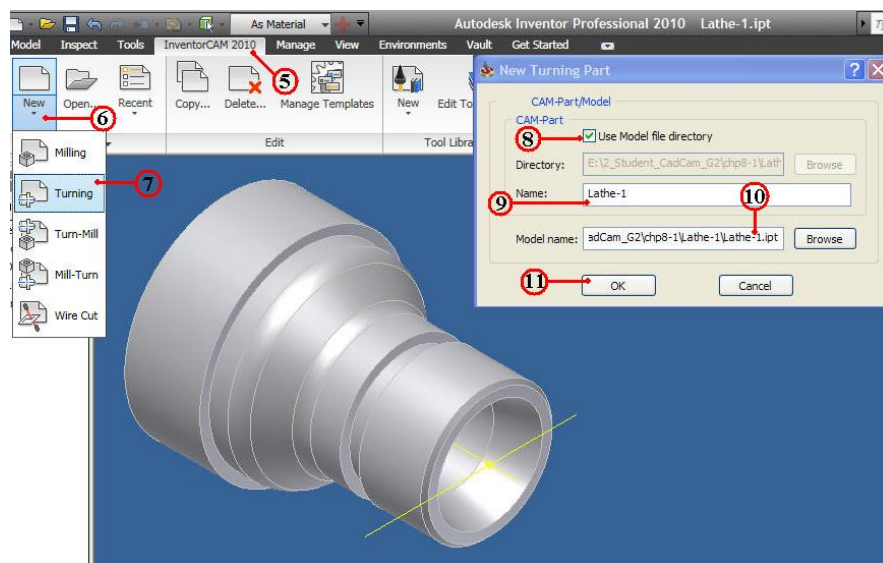
3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน Lathe-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโหมด Model

5. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar

6. คลิกแถบคำสั่ง New เป็นสร้างไฟล์ข้อมูลใหม่ของไฟล์ InventorCAM

7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Turning  เป็นการเลือกประเภทเครื่องจักรแบบงานกลึง (Lathe Machine) จะปรากฏกล่องโต้ตอบ New Turning Part



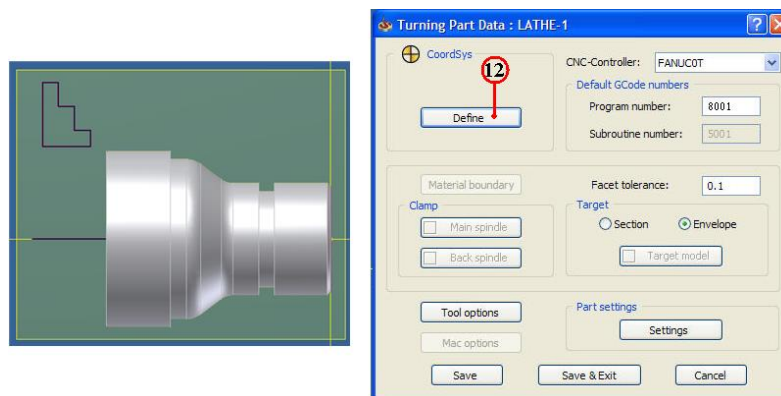
8. คลิกเลือกเครื่องหมายถูก ☒ ในช่อง Use Model file directory เป็นการให้โปรแกรม InventorCAM กำหนดการเก็บบันทึกไฟล์ข้อมูลต่างๆ (CAM-Part) ของทุกๆ ขบวนการผลิตงานกัดชิ้นงาน ไว้ในไฟล์เดอร์เดียวกันกับไฟล์ชิ้นงาน (Part.ipt) อย่างอัตโนมัติ

9. คลิกแถบชื่อนามสกุลไฟล์ CAM-Part ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ Lathe-1 โดยปกติโปรแกรมจะตั้งชื่อนามสกุลไฟล์ให้ชื่อเดียวกันกับ ชื่อไฟล์โมเดลชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติ

10. คลิกแถบที่อยู่ของตำแหน่งไฟล์โมเดลชิ้นส่วน คลิกปุ่มคำสั่ง Browse ให้ตรงกับชื่อโมเดลชิ้นส่วนที่ใช้งาน โดยปกติโปรแกรมจะตั้งชื่อนามสกุลไฟล์ให้ชื่อเดียวกันกับ ชื่อไฟล์โมเดลชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติ

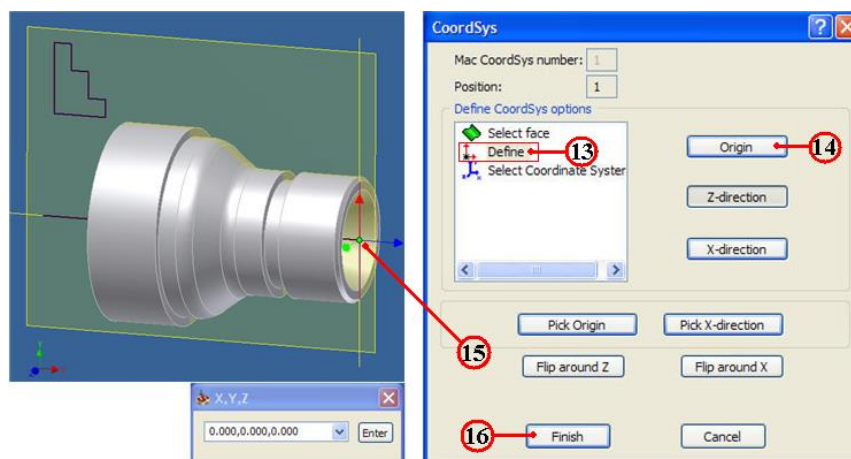
11. คลิกปุ่มคำสั่ง OK โปรแกรมจะทำโหลดชิ้นงานเริ่มเข้าสู่การสร้างข้อมูลการกลึงงาน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Part Data : LATHE-1

12. คลิกปุ่มคำสั่ง Define เป็นการกำหนดแกนและจุดอ้างอิงของชิ้นงาน (Workpiece Zero) จะปรากฏกล่องโต้ตอบ CoordSys



13. คลิกแถบคำสั่ง Define  Define ในช่องกรอปร Define CoordSys Option เป็น การเลือกประเภทการกำหนดจุดและแกนอ้างอิง ในที่จะเลือกแบบกำหนดเอง (Manual)

14. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Origin เป็นการเลือกจุดเริ่มต้นและแกนอ้างอิง

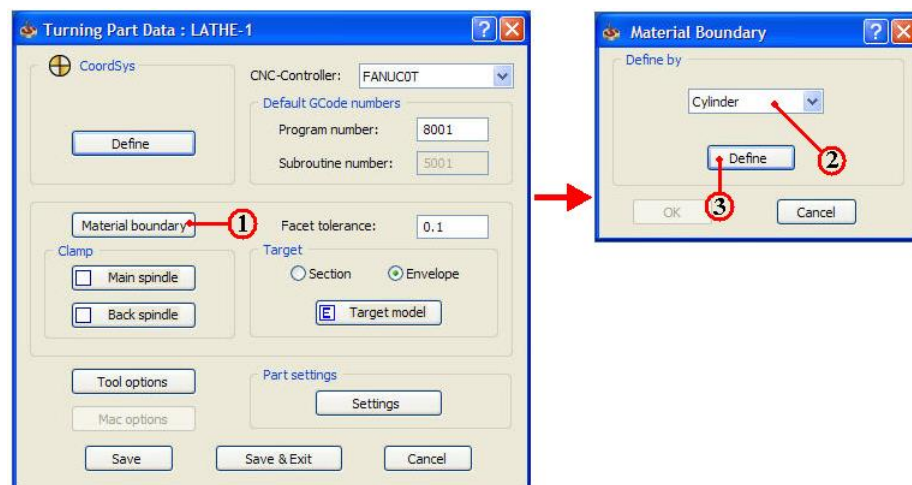


15. คลิกเลือกปลายชิ้นงานด้านขวา จะปรากฏกล่องตำแหน่ง X,Y,Z แสดงพิกัด 0,0,0 ของจุดศูนย์กลางชิ้นงานและมีแสดงรูปแกนอ้างอิง (Workpiece Zero) ในระนาบ ZX-Plane

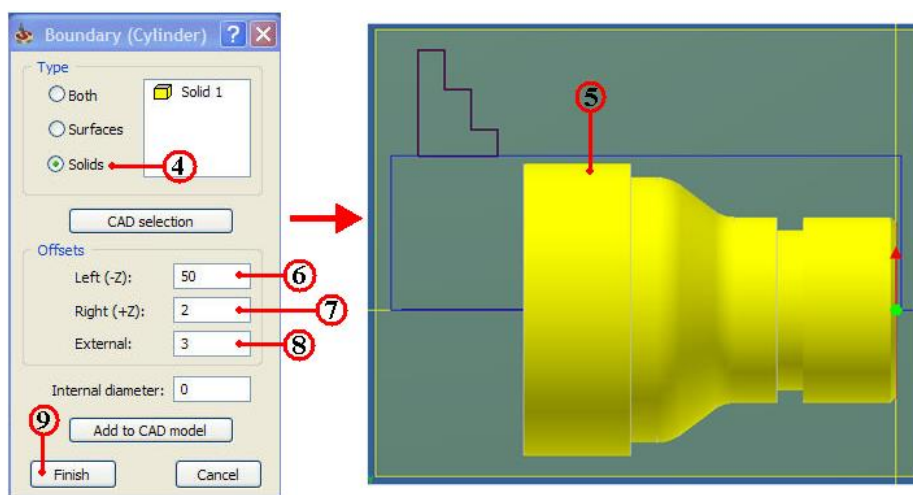
16. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish ลื่นสุด โปรแกรมจะกลับไปทีกล่องข้อความ Turning Part Data : LATHE-1 อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวัตถุดิบ การจับยึด และชิ้นงานสำเร็จ (Material boundary, Main spindle and Target)

1. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Material boundary  Material boundary เป็นการกำหนดขนาด ความโต ความยาวของวัตถุดิบ และใช้สำหรับคำนวณเนื้อวัสดุก่อนและหลังขบวนการตัดทุกครั้ง จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Material boundary

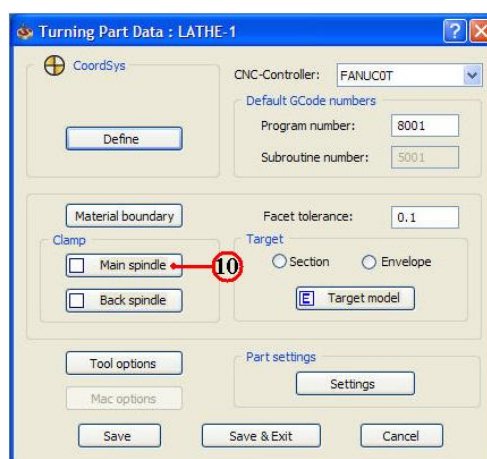


2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Cylinder เป็นการกำหนดขนาดวัตถุดิบแบบแท่งทรงกระบอก
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Define จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Boundary (Cylinder)
4. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Solid เป็นการเลือกชิ้นงานแบบวัตถุดิบ (Solid Model)
5. คลิกเลือกที่ชิ้นงาน โปรแกรมจะสร้างกรอบ 2 มิติ แสดงขนาดวัตถุดิบ

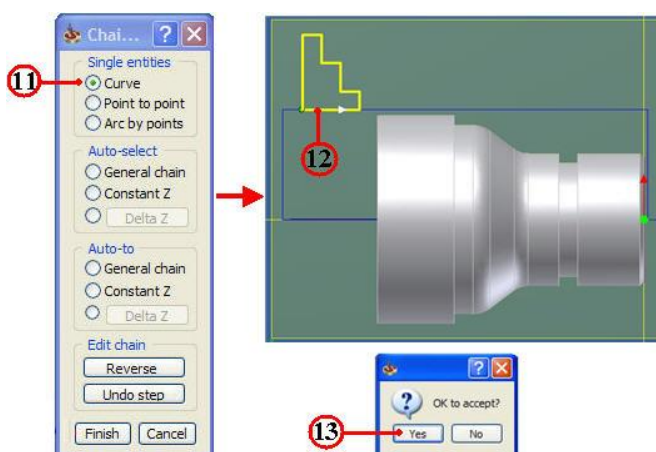


6. คลิกเลือกกรอบคำสั่ง Offsets ป้อนค่าช่อง Left (-Z) พิมพ์ 50 เป็นความยาวงานด้านลึก
7. คลิกเลือกกรอบคำสั่ง Offsets ป้อนค่าช่อง Left (+Z) พิมพ์ 50 เป็นความยาวด้านหน้า
8. คลิกเลือกกรอบคำสั่ง Offsets ป้อนค่าช่อง External พิมพ์ 3 เป็นความโตเพิ่มขึ้น 6 มม.
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุด โปรแกรมจะกลับไปทีกล่องข้อความ Turning Part Data :

LATHE-1 อีกครั้ง

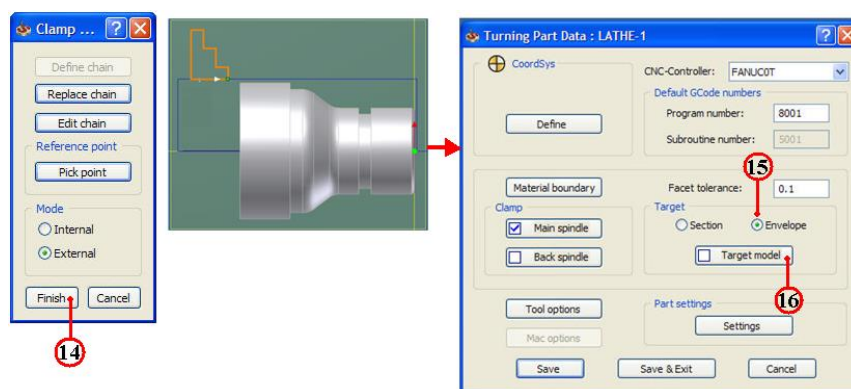


10. คลิกปุ่มคำสั่ง Main spindle ☒ Main spindle เป็นการเลือกขอบเขตวัตถุที่ไขจับยึด (Chuck) ของเพลาหมุนหัวเครื่อง (Spindle) จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Chai...
11. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Curve



12. คลิกเลือกเส้นภาพสเก็ตรูปร่างพื้นจับ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ ให้ยืนยัน

13. คลิกปุ่มคำสั่ง Yes ยืนยัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Clamp....



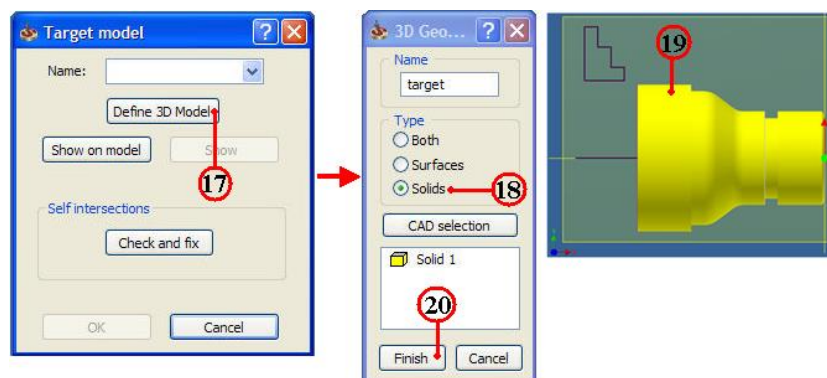
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุด โปรแกรมจะกลับไปทีกล่องโต้ตอบ Turning Part Data : LATHE-1 อีกครั้ง

15. คลิกปุ่มคำสั่ง Envelope เป็นการเลือกชนิดชิ้นงานสำเร็จจากวัตถุ 3 มิติ (Solid Model)

16. คลิกปุ่มคำสั่ง Target Model เป็นการกำหนดวัตถุชิ้นงาน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

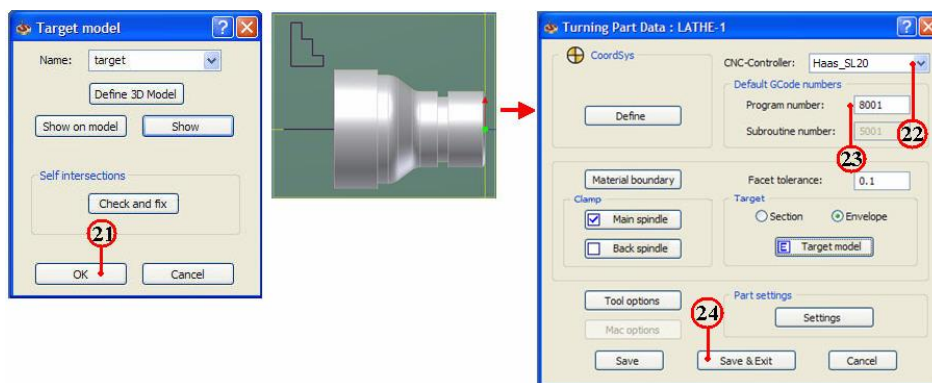
Target Model

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Define 3D Model

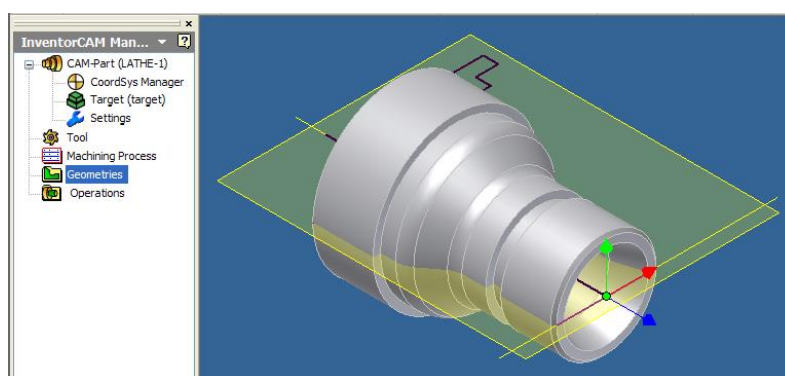


18. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Solids ใช้กำหนดชนิดวัตถุต้น
19. คลิกเลือกโมเดลชิ้นงาน ชิ้นงานจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อวัตถุถูกเลือก
20. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish สิ้นสุด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Target Model
21. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ขึ้นชั้น โปรแกรมจะกลับไปทีกล่องโต้ตอบ Turning Part Data :

LATHE-1 อีกครั้ง



22. คลิกแถบคำสั่ง CNC-Controller เลือกค่า Hass_SL_20
23. คลิกแถบคำสั่ง Program number: พิมพ์ค่า 8001 คือหมายเลขโปรแกรม
24. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Exit ขึ้นชั้นและออกจากกล่องโต้ตอบ

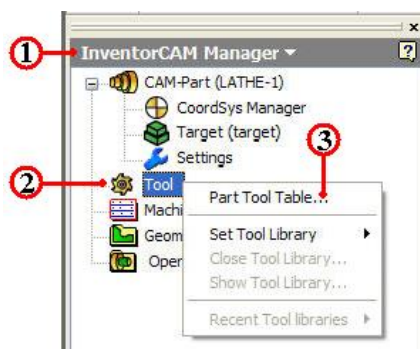


25. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

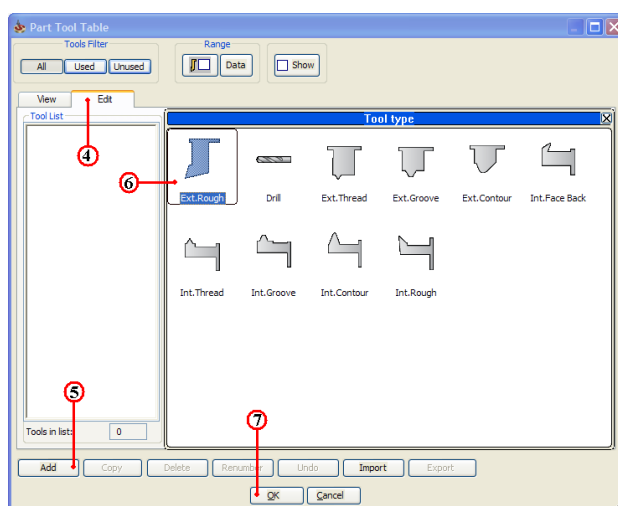
นักศึกษาควรจะรู้เงื่อนไขการตัดของวัสดุแต่ละชนิดก่อนทำการผลิต ซึ่งในโปรแกรมจะมีการกำหนดเงื่อนไขการตัด (Cutting Condition) ตามแต่ละชนิดวัสดุให้ด้วย และหากมีการผิดพลาดหรือปรับปรุงแก้ไขก็ให้กลับไปทำตามวิธีการแต่ละข้อใหม่อีกครั้ง จนกว่าจะทำการบันทึก (Save) จึงจะแสดงว่ากำหนดค่าของไฟล์ใน CAM-Part มีความสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดเครื่องมือตัด (Tool) มีดปาดหน้า

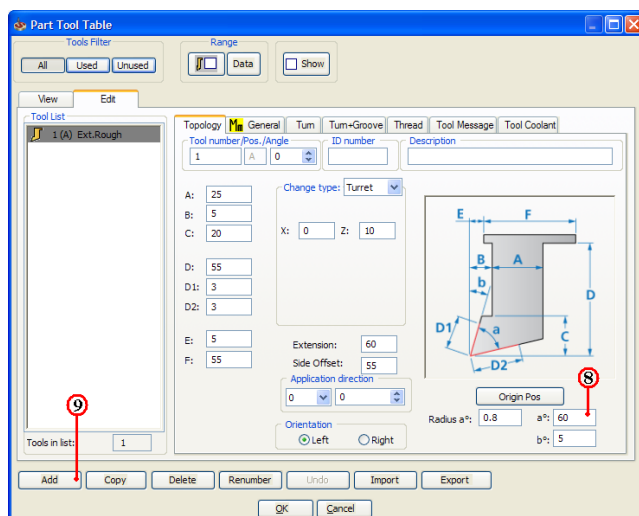
1. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse
2. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Tool  แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ



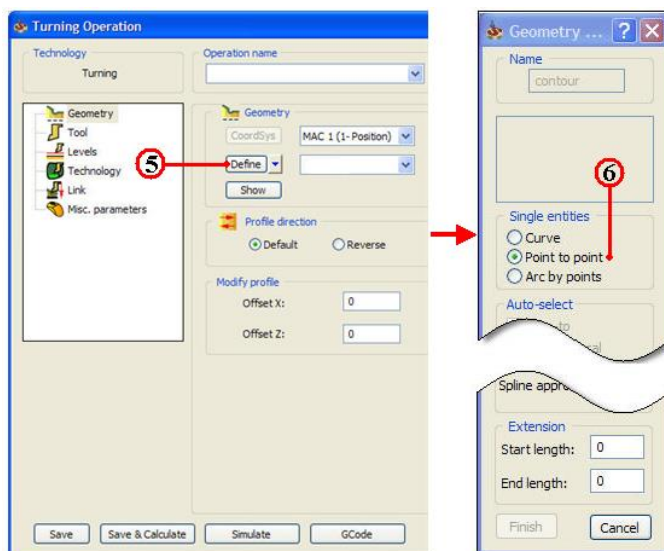
3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Part Tool Table จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Tool Table
- 4.คลิกเลือกแถบเมนู Edit
5. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add ให้แสดงรูปร่างของชนิดของเครื่องมือตัดต่างๆ ในหน้าต่างเครื่องมือตัด Tool Type
6. คลิกเลือกชนิดเครื่องมือตัด (Tool Type) ที่ EXT.Rough
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part tool Table เพื่อกำหนดป้อนค่ารายละเอียดต่างๆของเครื่องมือตัดได้



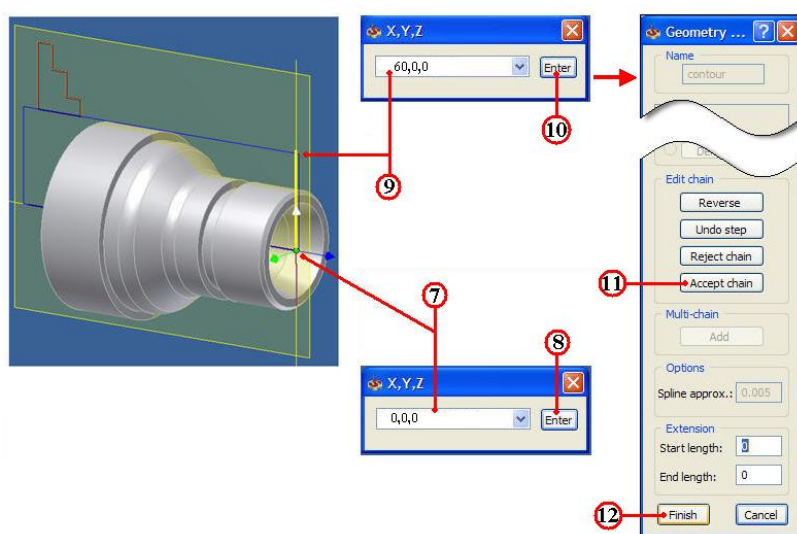
8. คลิกเลือกคามุมรวมเม็ดมีด (Tip Angle) พิมพ์ค่า 60 หรือเลือกได้จากตารางเครื่องมือตัด (Tool Table) ของโปรแกรม InventorCAM ก็ได้
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Add เพื่อทำการเพิ่มจำนวนเม็ดตัดที่ใช้เก็บละเอียด (Finish)



4. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Turning... จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Operation
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Face Milling Operation



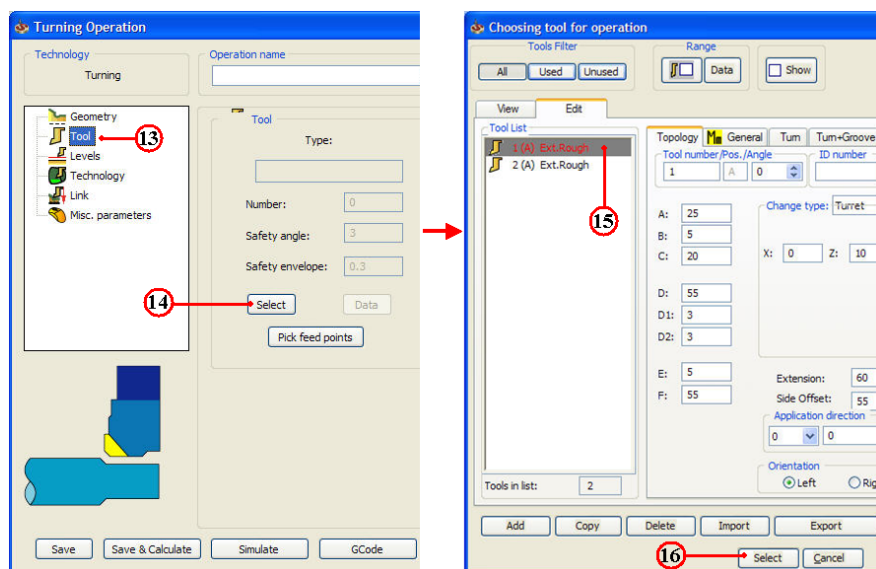
6. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Point to Point ใช้เลือกชนิดแบบจุดต่อจุด
7. คลิกเลือกจุดศูนย์กลางชิ้นงาน จะเกิดกล่องข้อความให้ป้อนค่า 0,0,0
8. คลิกปุ่มคำสั่ง Enter ยืนยัน
9. คลิกเลือกจุดศูนย์กลางชิ้นงาน จะเกิดกล่องข้อความให้ป้อนค่า 60,0,0
10. คลิกปุ่มคำสั่ง Enter ยืนยัน
11. คลิกปุ่มคำสั่ง Accept chain ขอมรับ



12. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish เสร็จสิ้น โปรแกรมจะกลับไปทีกล่องโต้ตอบ Turning Part Data : LATHE-1 อีกครั้ง

13. คลิกแถบคำสั่ง Tool เป็นการกำหนดเครื่องมือตัด

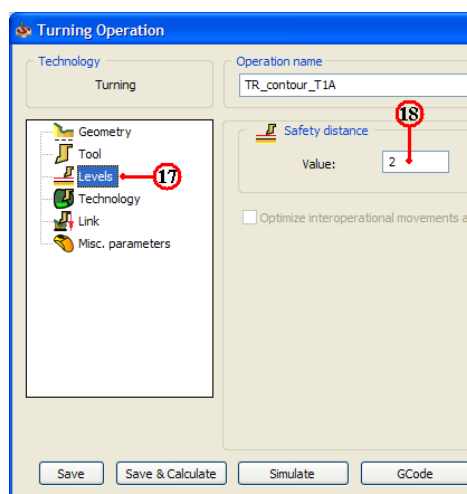
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Select เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool for operation



15. คลิกเลือกแถบเครื่องมือตัด มีดกลึงหยาบ Tool number 1

16. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ยืนยันการเลือก จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Part Data : LATHE-1 อีกครั้ง

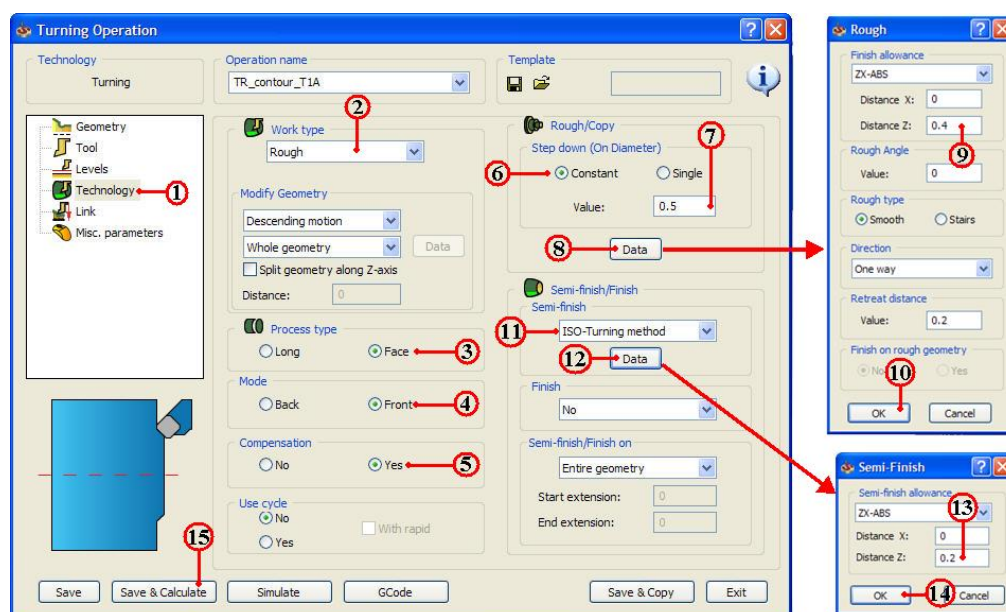
17. คลิกแถบคำสั่ง Level เป็นการกำหนดค่าระยะเพื่อปลอดภัย (Safety Clearance) ของมีดกลึงกับวัตถุดิบ ก่อนจะทำการตัดเฉือนชิ้นงาน



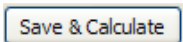
18. คลิกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 2

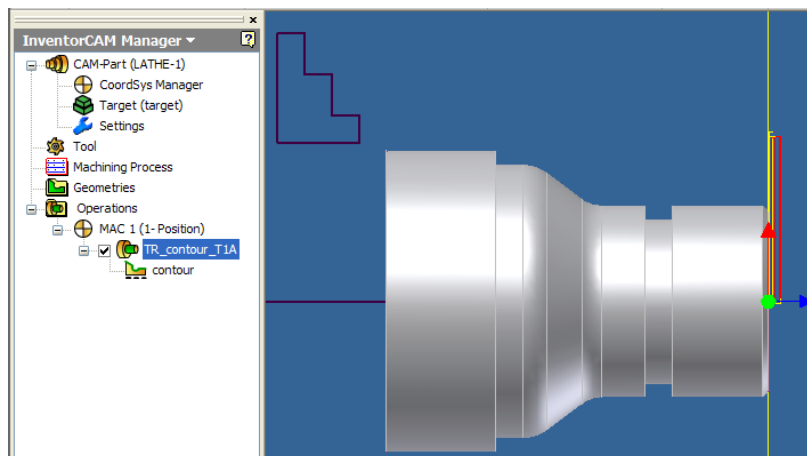
ขั้นตอนที่ 5 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Rough เป็นการกำหนดวิธีเดินตัดแบบการกลึงหยาบ



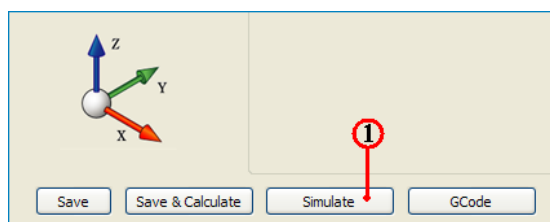
3. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Face เป็นการกำหนดวิธีการเดินแบบปาดหน้า
4. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Front เป็นการกำหนดด้านหน้าสำหรับกลึงงาน
5. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Compensation เป็นการกำหนดค่าชดเชยทางเดินตัด
6. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Constant เป็นค่าการเดินตัดขึ้นงาน (Step down) กินลึกครั้งละเท่าๆกัน
7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นการกินลึกครั้งละ 0.5 มม.
8. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเผื่องานกลึงหยาบ
9. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Distance Z: ป้อนค่าพิมพ์ 0.4 เป็นค่าระยะเพื่อปาดหน้ากลึงละเอียด 0.4 มม.
10. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน
11. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ISO-Turning method เป็นการกำหนดวิธีการกลึงละเอียดในลักษณะกึ่งละเอียด (Semi- finish)
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเผื่องานกลึงกึ่งละเอียด
13. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Distance Z: ป้อนค่าพิมพ์ 0.2 เป็นระยะเพื่อกลึงละเอียด 0.2 มม.
14. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน

15. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกลึงจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกลึงปาดหน้า (Facing) ทันที



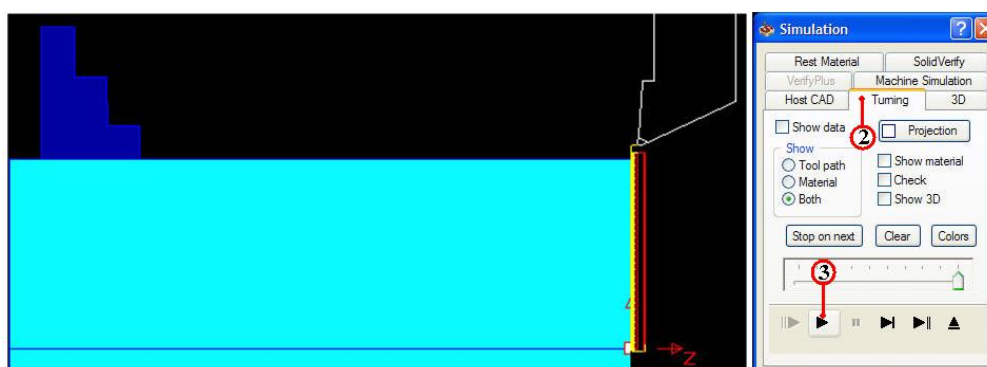
ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบโปรแกรมการกลึงปาดหน้า คำสั่ง Simulation

1. คลิกแถบคำสั่ง Simulate ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation

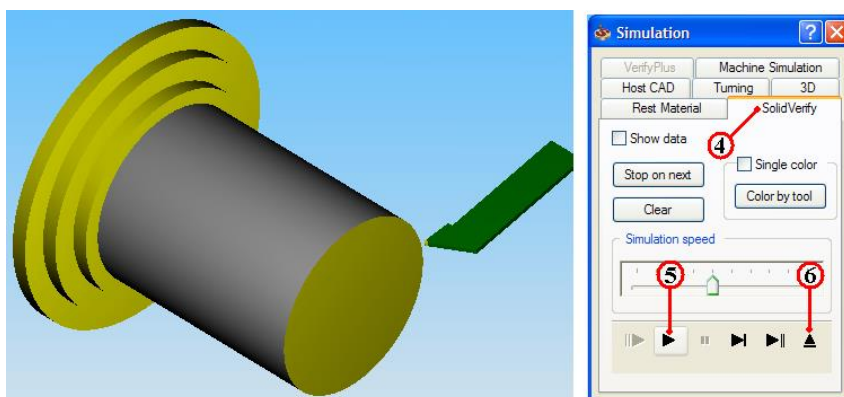


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Turning เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัด แบบดูเส้นทางเดินมีดกลึง (Tool Path) ประกอบกับชิ้นงานสำเร็จ

3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้ด้วย



4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดมีดกลึงและตัดผ่านวัตถุต้นจริง

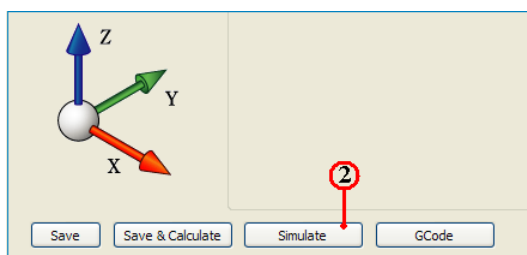


5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play ► เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุดิบ (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกลึงชิ้นงาน

6. คลิกปุ่มคำสั่ง Eject ► เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Face Milling Operation อีกครั้ง

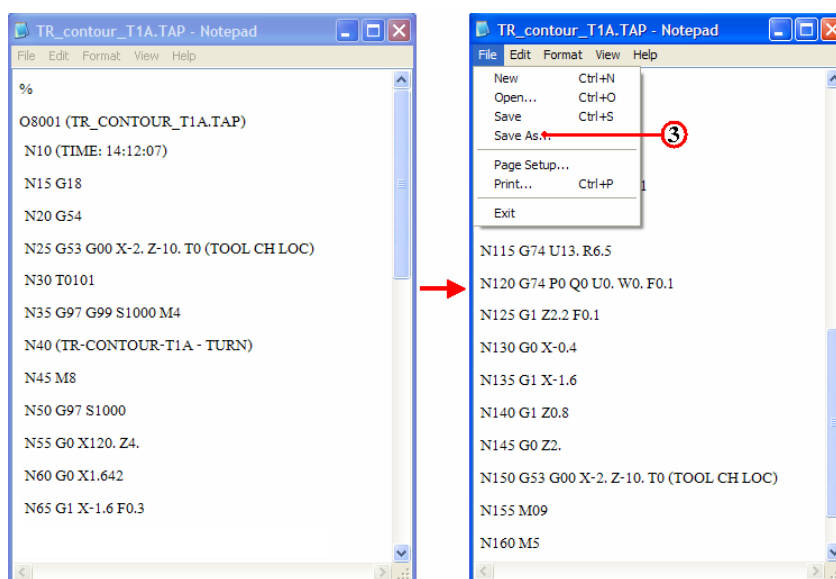
ขั้นตอนที่ 7 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) การกลึงปาดหน้า

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Profile Operation



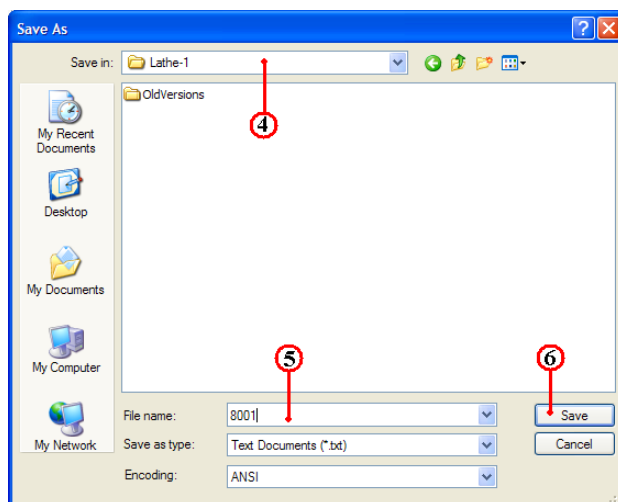
2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม

Notepad ดังรูป



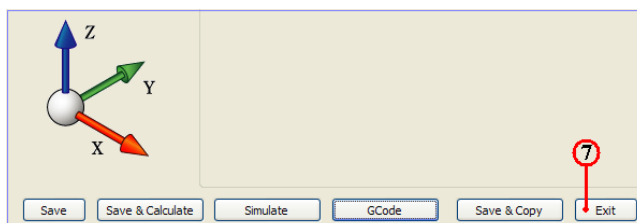
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ Lathe-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ Lathe-1



5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 8001.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อใช้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกลึง (CNC Turning)

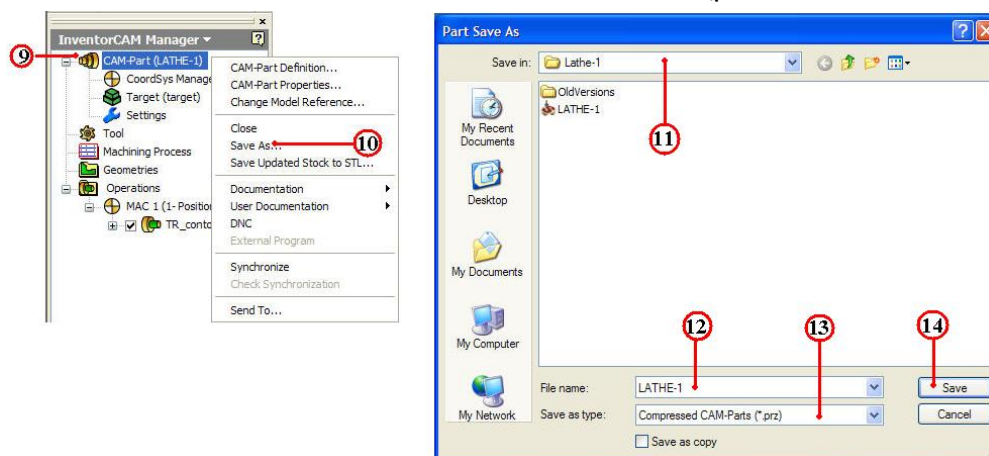
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ยืนยัน ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการผลิตปาดผิว (Facing)

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

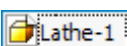
9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (LATHE-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง

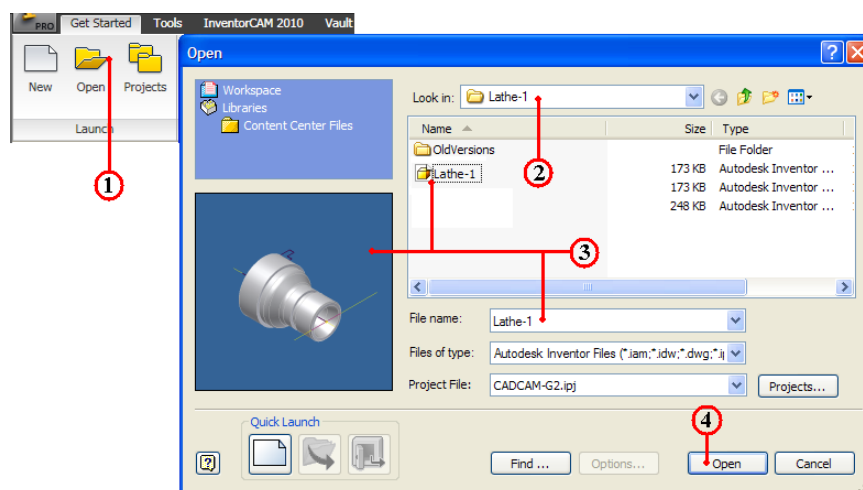


10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As
11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เตอร์ Lathe-1
12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ LATHE-1
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

3. การสร้างขบวนการกลึงปอกผิวชิ้นงาน (Rough & Finishing) ด้วยคำสั่ง Turning

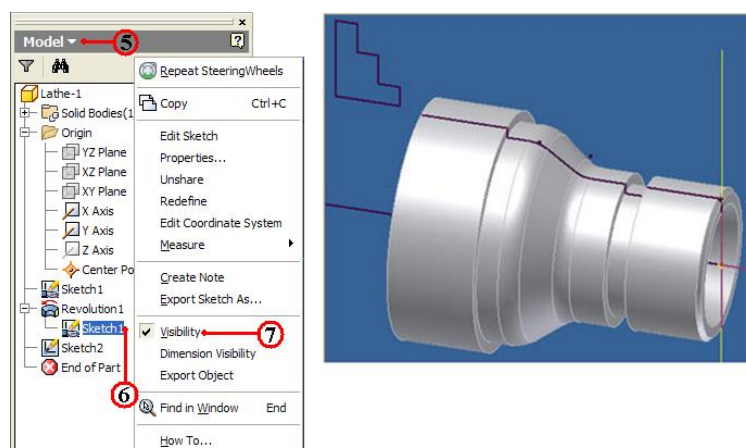
ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ Lathe-1

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เตอร์ Lathe-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:

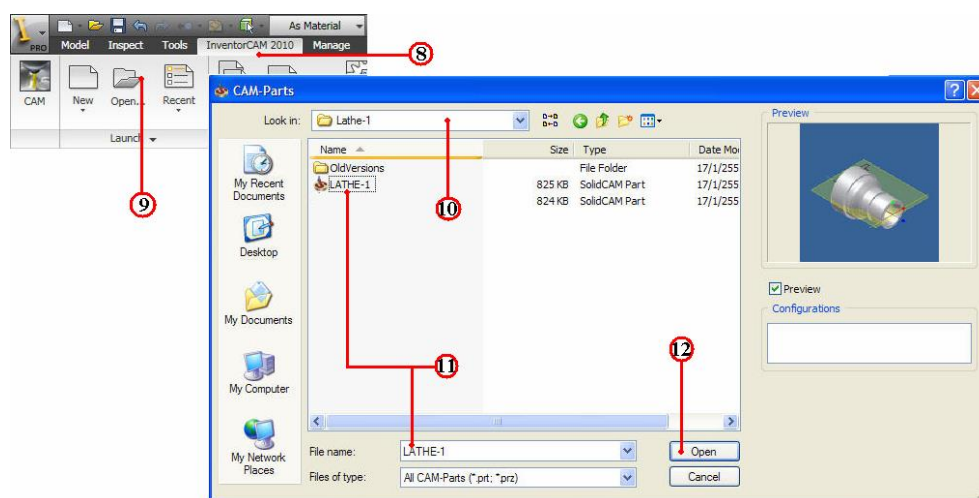


3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน Lathe-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

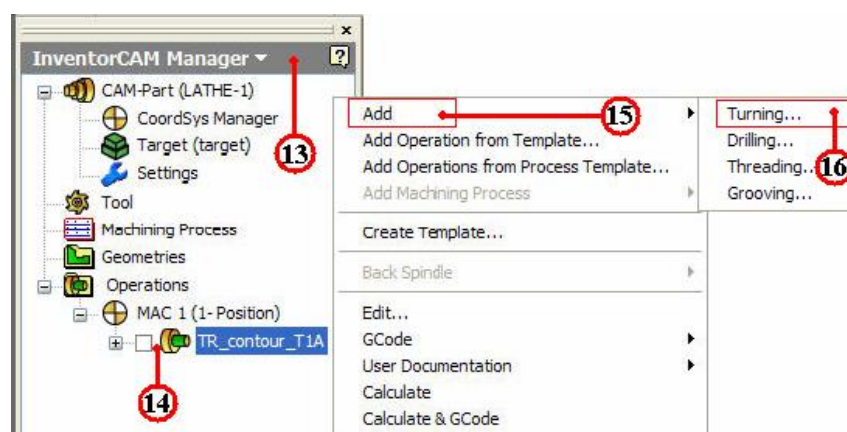
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโหมด Model
5. คลิกแถบเมนู Model
6. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง Sketch ของคำสั่ง Revolution1



7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Visibility เป็นการแสดงเส้นรอบรูป ใช้กำหนดจุดทางเดินตัด
8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar
9. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM
10. คลิกเลือกไฟล์เครื่องไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1



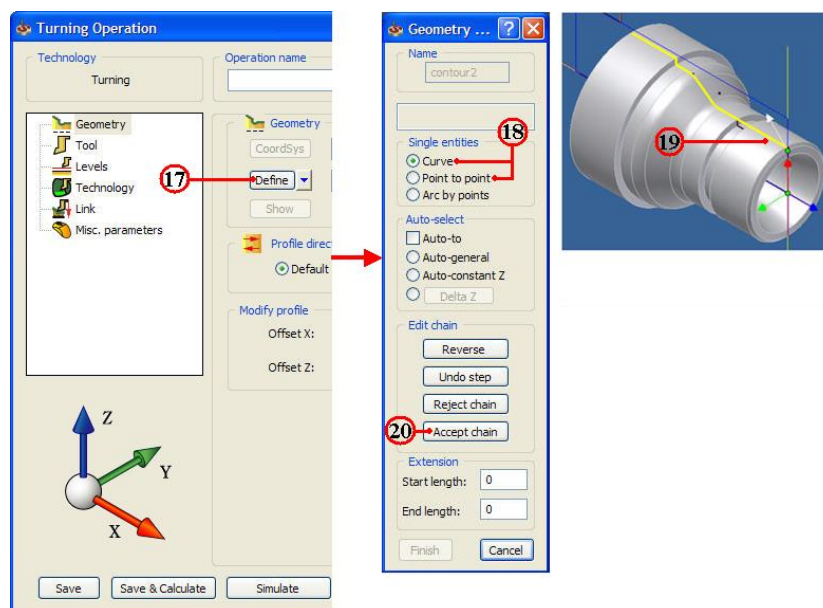
11. คลิกไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt;*.prz) และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM Manager
13. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse



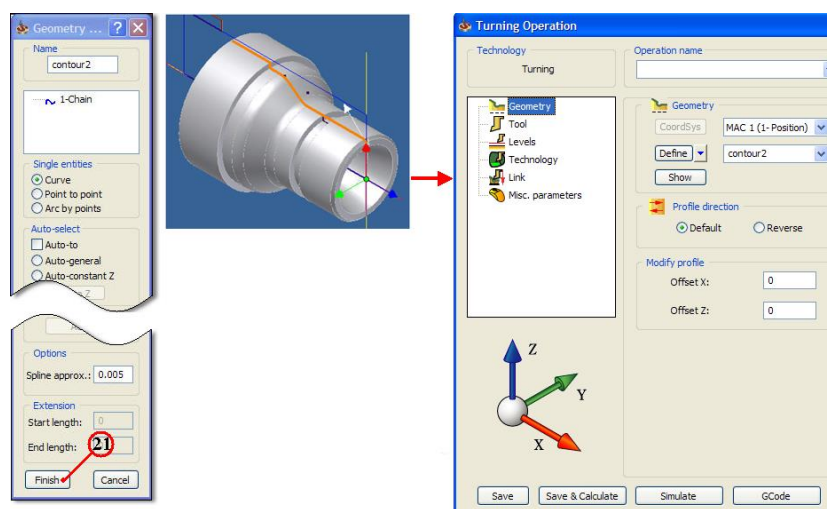
14. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation  แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ
15. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ใช้เลือกขบวนการผลิต
16. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Turning...จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning

Operation

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Turning Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Geometry Edit
18. คลิกเลือกของคำสั่ง Curve และ Point to Point (จุดต่อจุด) เป็นการกำหนดขอบเขตวัตถุ
19. คลิกเลือกเส้นรอบรูปชิ้นงานจนครบ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ



20. คลิกปุ่มคำสั่ง Accept chain ขอมรับเส้นขอบเขต
21. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish เส้นรอบรูปชิ้นงานจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู และจะกลับมาที่กล่องโต้ตอบ Turning Operation อีกครั้ง



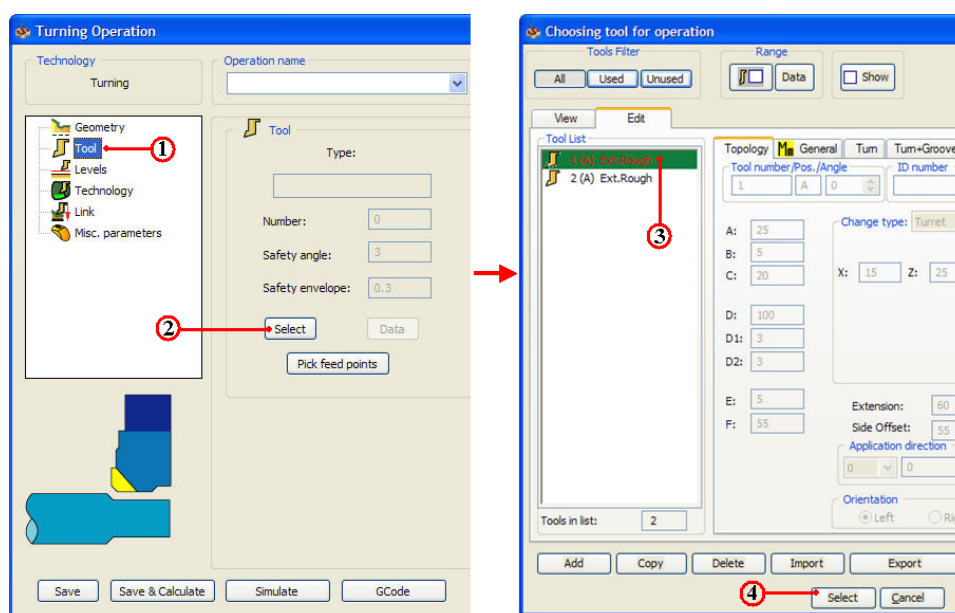
ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) มีดปอกผิว

1. คลิกแถบคำสั่ง Tool เป็นการกำหนดเครื่องมือตัด
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool

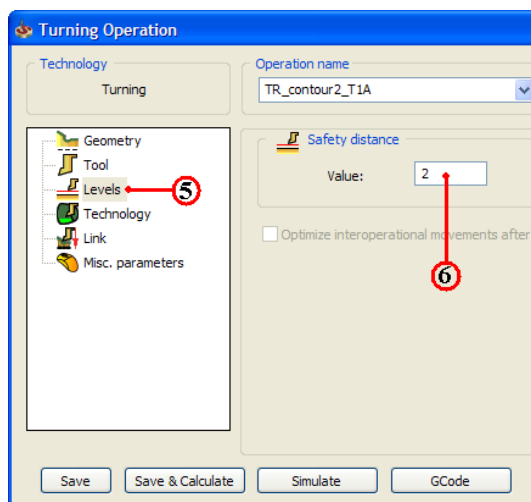
for operation

3. คลิกเลือกแถบเครื่องมือตัด มีดกลึงหยาบ Tool number 1
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Select ยืนยันการเลือก จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Part Data :

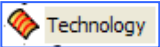
LATHE-1 อีกครั้ง

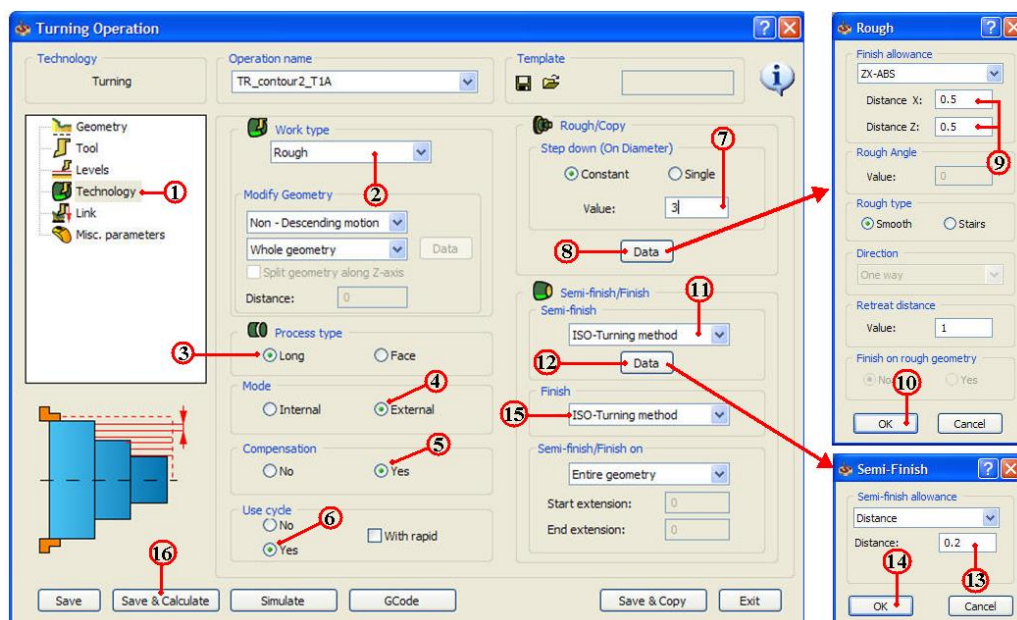


5. คลิกแถบคำสั่ง Level เป็นการกำหนดค่าระยะเพื่อปลอดภัย (Safety Clearance) ของมีดกลึงกับวัตถุดิบ ก่อนจะทำการตัดเนื้อชิ้นงาน
6. คลิกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิกซ์ 2



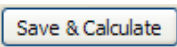
ขั้นตอนที่ 3 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

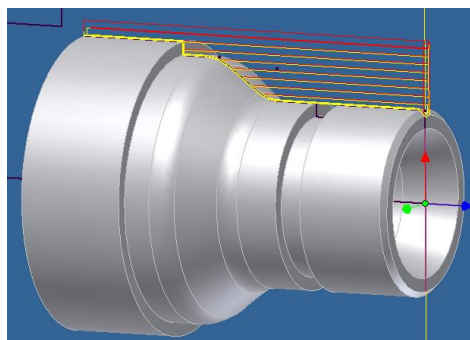
1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Rough เป็นการกำหนดวิธีเดินตัดแบบการกลิ้งหยาบ
3. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Long เป็นการกำหนดการเดินแบบปอกผิว
4. คลิกเลือกช่องคำสั่ง External เป็นการกำหนดวิธีการกลิ้งปอกผิวนอกชิ้นงาน
5. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Compensation เป็นการกำหนดค่าชดเชยทางเดินตัด
6. คลิกเลือกช่อง Yes เป็นการกำหนดคำสั่งการเดินตัดแบบวัฏจักร (Cycle)
7. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Constant เป็นค่าการเดินตัดชิ้นงาน (Step down) กินลึกครั้งละเท่าๆกัน คลิกช่อง Value ป้อนค่าพิมพ์ 3 เป็นการกินลึกครั้งละ (Depth of Cut) 3 มม.



8. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเผื่องานกลิ้งหยาบ
9. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ZX-ABS: ป้อนค่าพิมพ์ X: 0.5 , Y: 0.5 เป็นค่าระยะเผื่อกลิ้งละเอียด ปอกผิวรอบตัวข้างละ 0.5 มม.
10. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน
11. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ISO-Turning method เป็นการกำหนดวิธีการกลิ้งละเอียดในลักษณะกึ่งละเอียด (Semi- finish)
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเผื่องานกลิ้งกึ่งละเอียด
13. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Distance ป้อนค่าพิมพ์ 0.2 เป็นระยะเผื่อกลิ้งละเอียด 0.2 มม.
14. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน

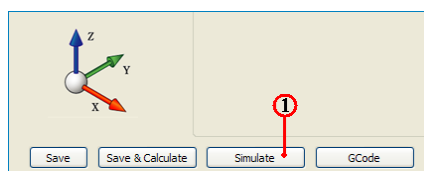
15. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ISO-Turning method เป็นการกลึงละเอียด (Finish) ที่ผิวสุดท้าย

16. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกลึงจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกลึงปาดหน้า (Facing) ทันที

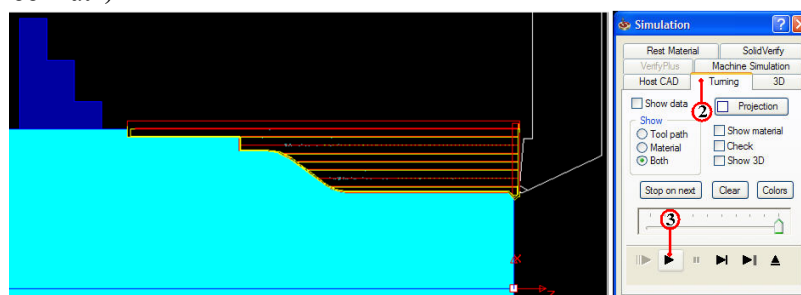


ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบโปรแกรมการกลึงปาดผิว คำสั่ง Simulation

1. คลิกแถบคำสั่ง Simulate ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation

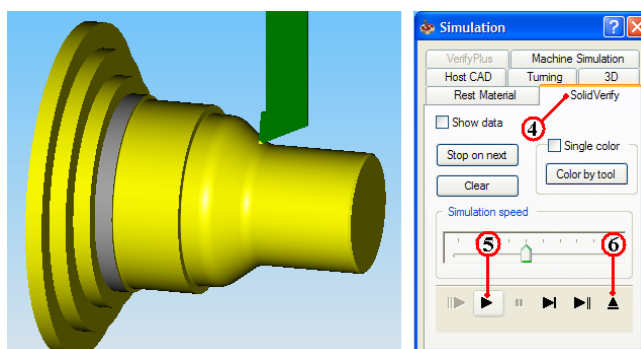


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Turning เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัด แบบดูเส้นทางเดินมีดกลึง (Tool Path) ประกอบกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดมีดกลึงและตัดผ่านวัตถุต้นจริง

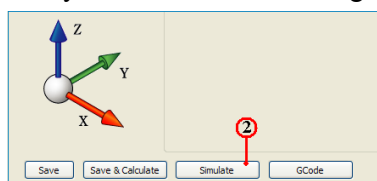


5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุตัน (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกลึงชิ้นงาน

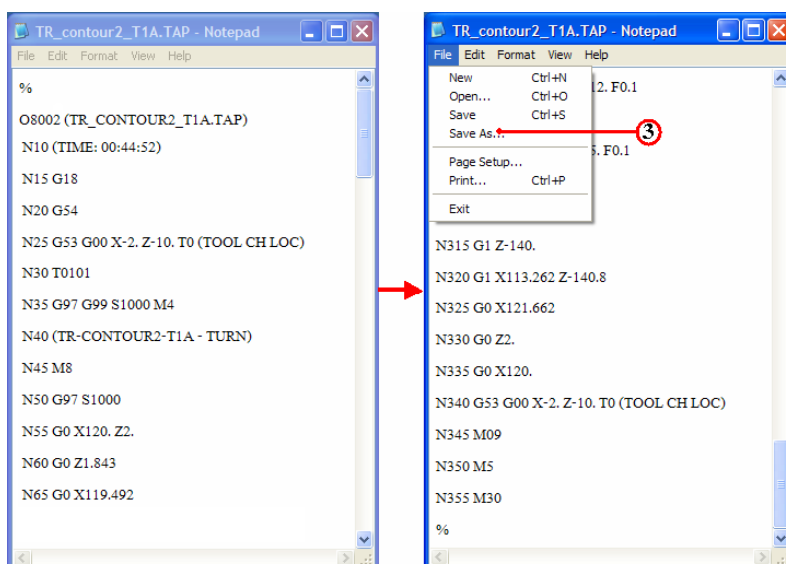
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector  เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Operation อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) การกลึงปอกผิว

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation

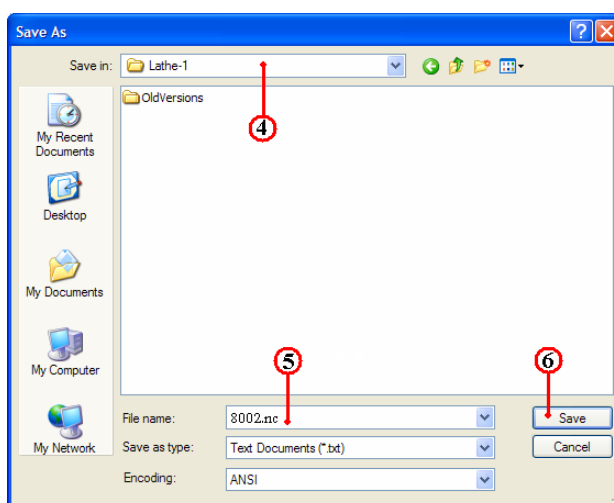


2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



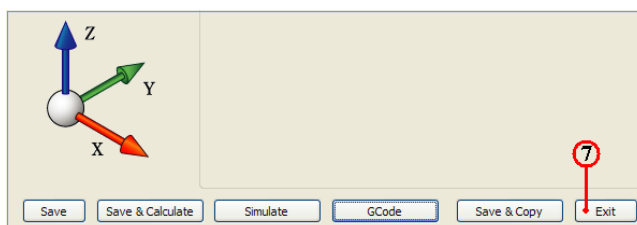
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลต์เดอร์ Lathe-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลต์เดอร์ Lathe-1



5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 8002.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อใช้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกลึง (CNC Turning)

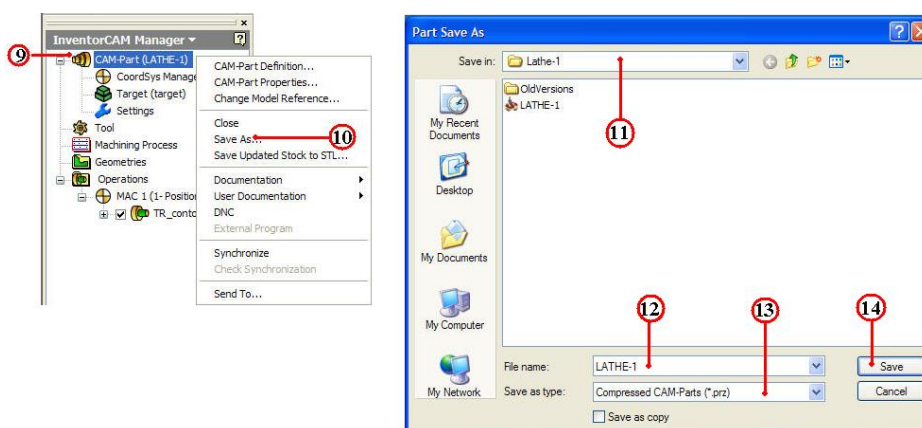
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ยืนยัน ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการผลิตปาดผิว

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (LATHE-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง



10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As

11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เครื่อง Lathe-1

12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ LATHE-1

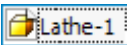
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)

14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

4. การสร้างขบวนการกลึงเจาะร่อง ด้วยคำสั่ง Grooving

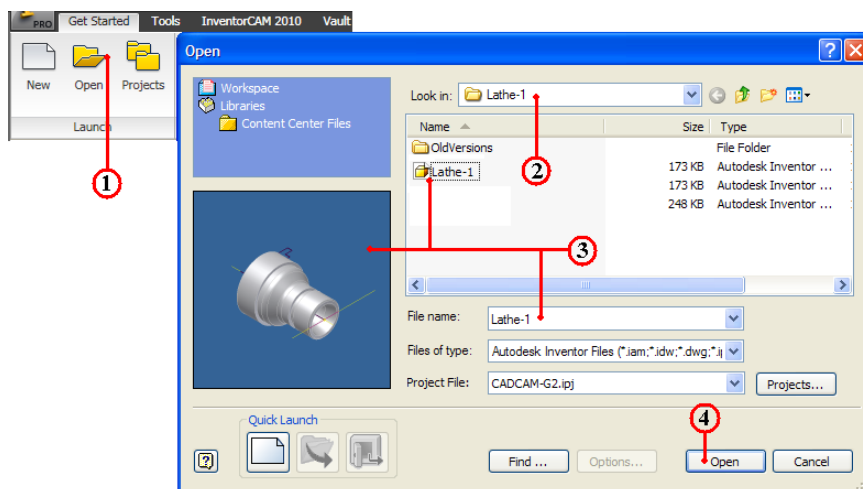
ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ Lathe-1

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open

2. คลิกเลือกไฟล์เครื่อง Lathe-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:

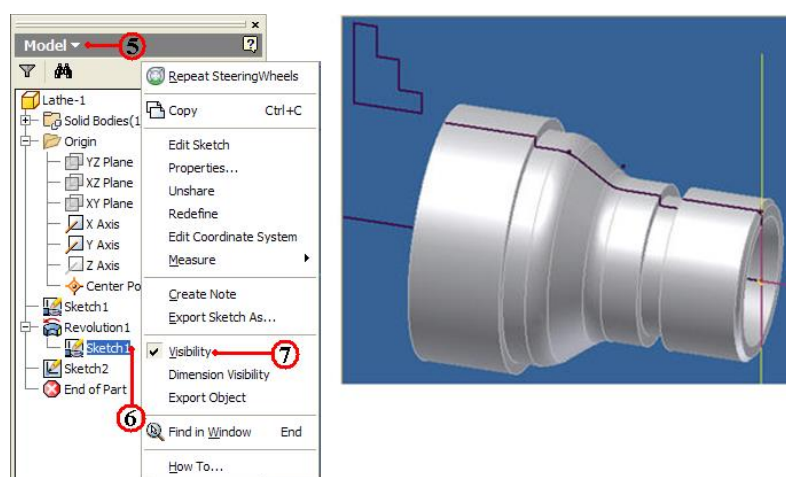
3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน Lathe-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดง

ภาพชิ้นงาน (Preview)



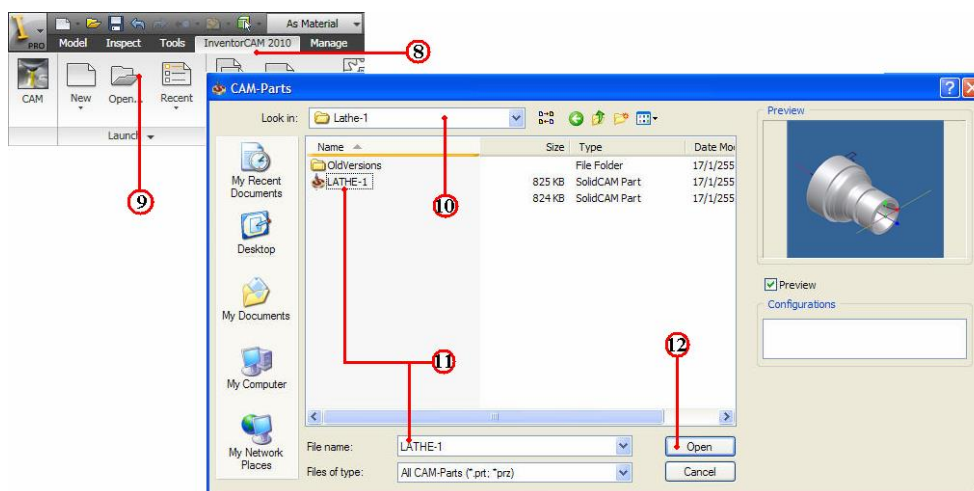
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าต่างการทำงานโมเดล Model

5. คลิกแถบเมนู Model

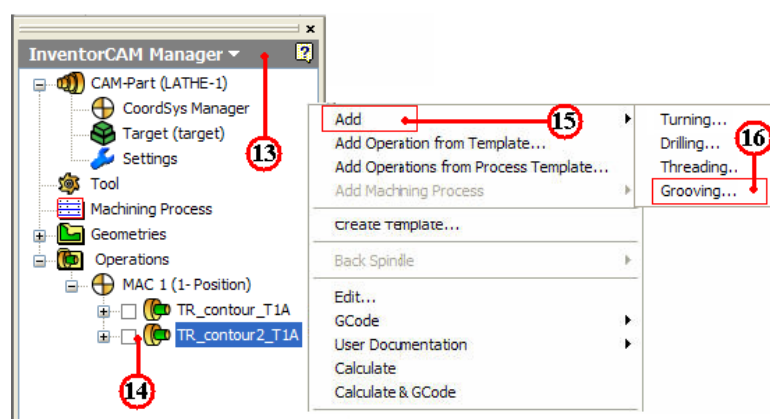


6. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง Sketch ของคำสั่ง Revolution1

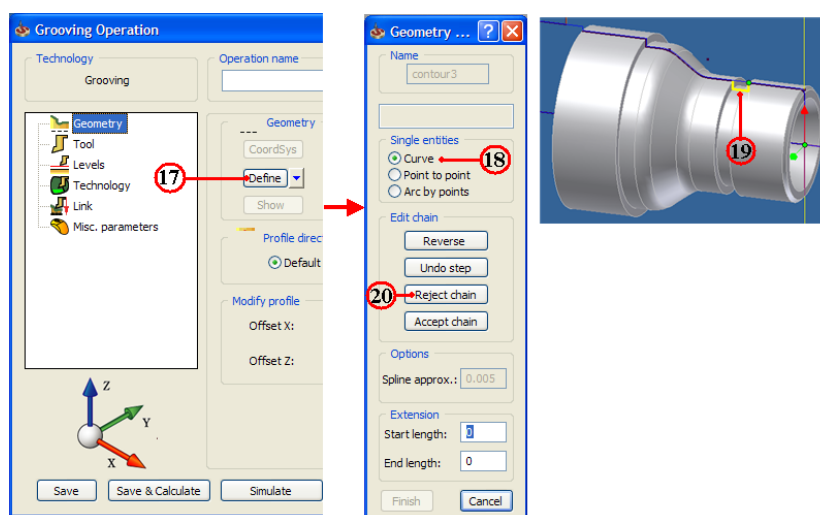
7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Visibility เป็นการแสดงเส้นรอบรูป ใช้กำหนดจุดทางเดินตัด



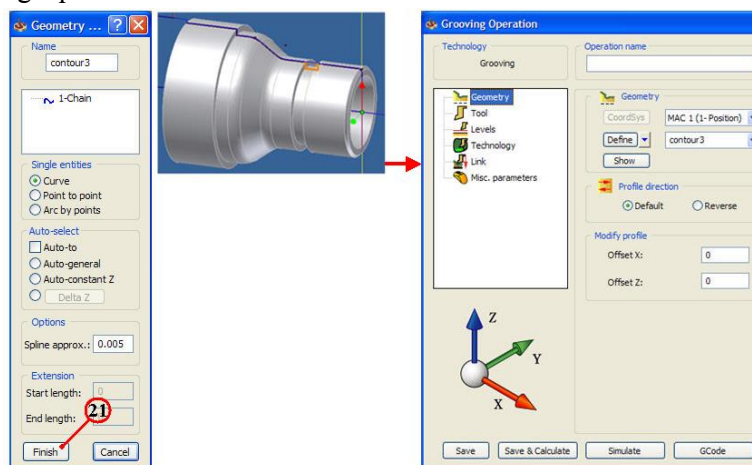
8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar
9. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM
10. คลิกเลือกไฟล์เครื่องไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1
11. คลิกไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt,*.prz) และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM Manager
13. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InvertorCAM Manager



14. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation  แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ
15. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ใช้เลือกขบวนการผลิต
16. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Grooving...จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Grooving Operation
17. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Grooving Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Geometry Edit

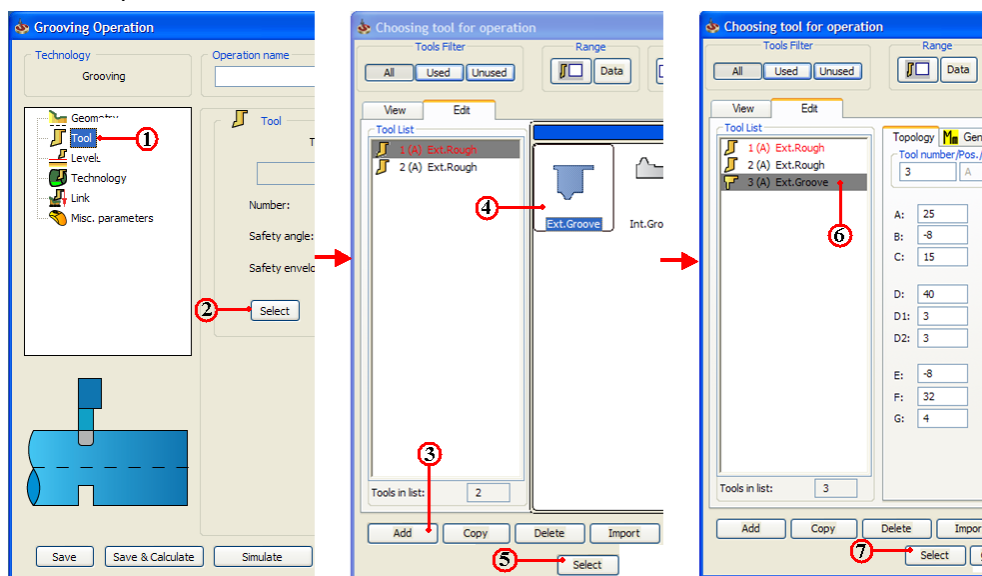


18. คลิกเลือกของคำสั่ง Curve เป็นการกำหนดขอบเขตวัตถุ
19. คลิกเลือกเส้นรอบรูปชิ้นงานจนครบ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ
20. คลิกปุ่มคำสั่ง Accept chain ยอมรับเส้นขอบเขต
21. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish เส้นรอบรูปชิ้นงานจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู และจะกลับมาที่กล่องโต้ตอบ Grooving Operation อีกครั้ง

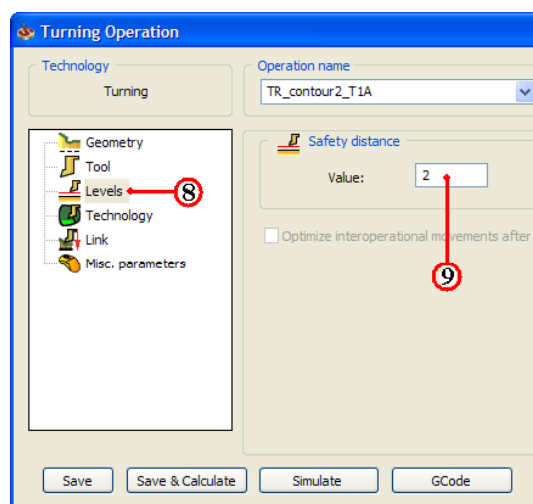


ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) มีดเจาะร่อง

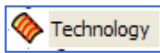
1. คลิกแถบคำสั่ง Tool เป็นการกำหนดเครื่องมือตัด
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool for operation for operation
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Add
4. คลิกเลือก Icon มีดเจาะร่องภายนอก (Ext.Groove)
5. คลิกปุ่ม Select ยืนยันการเลือกมีด

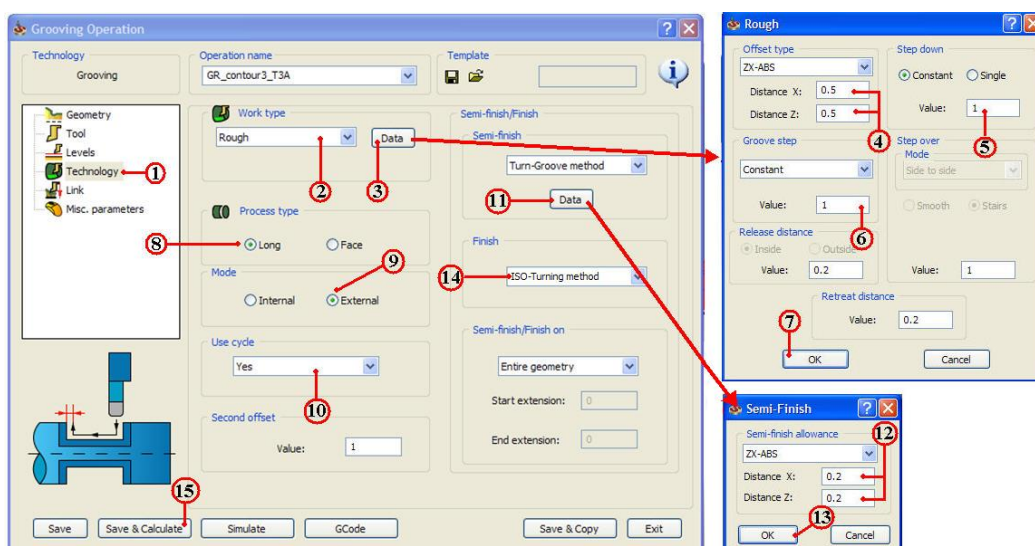


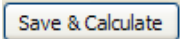
6. คลิกเลือกแถบรายการมีดกลึง 3(A) Ext.Groove
7. คลิกปุ่ม Select ขึ้นชั้นการเลือกมีด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Operation
8. คลิกแถบคำสั่ง Level เป็นการกำหนดค่าระยะเพื่อปลอดภัย (Safety Clearance) ของมีด
กลึงกับวัตถุดิบ ก่อนจะทำการตัดเนื้อชิ้นงาน
9. คลิกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 2

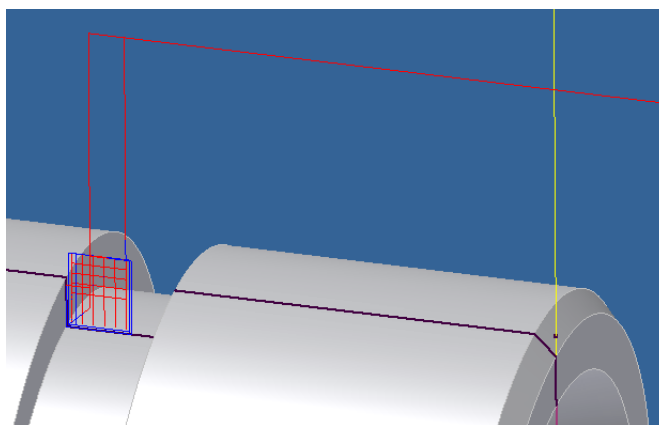


ขั้นตอนที่ 3 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Rough เป็นการกำหนดวิธีเดินตัดแบบการกลึงเซาะร่องหยาบ
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเผื่องานกลึงเซาะร่องหยาบ
4. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ZX-ABS: ป้อนค่าพิมพ์ X: 0.5 , Y: 0.5 เป็นค่าระยะเผื่อกลึงเซาะ
ร่องละเอียด รอบตัวข้างละ 0.5 มม.

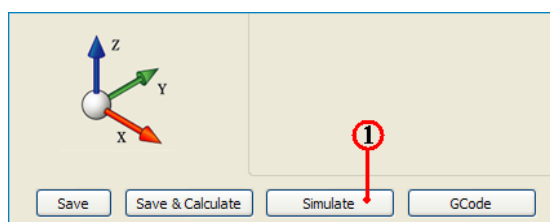


5. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Constant เป็นค่าการเดินตัดชิ้นงาน (Step down) กินลึกครั้งละเท่าๆกัน คลิกช่อง Value ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นการกินลึก (Depth of Cut) ครั้งละ 1 มม.
6. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Constant เป็นค่าการเดินตัดเจาะร่อง (Groove step) กินด้านข้างครั้งละเท่าๆกัน คลิกช่อง Value ป้อนค่าพิมพ์ 1 เป็นการกินด้านข้าง (Step over) ครั้งละ 1 มม.
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน
8. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Long เป็นการกำหนดการเดินเจาะร่องตามแนวยาว
9. คลิกเลือกช่องคำสั่ง External เป็นการกำหนดวิธีเจาะร่องผิวนอกชิ้นงาน
10. คลิกเลือกช่อง Yes เป็นการกำหนดคำสั่งการเดินตัดเจาะร่องแบบวัฏจักร (Cycle)
11. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเฟื่องานกลึงเจาะร่องละเอียด
12. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ZX-ABS: ป้อนค่าพิมพ์ X: 0.2 , Y: 0.2 เป็นค่าระยะเพื่อกลึงเจาะร่องละเอียด ปอกผิวรอบตัวข้างละ 0.2 มม.
13. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ยืนยัน
14. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ISO-Turning method เป็นการกลึงละเอียด (Finish) ที่ผิวสุดท้าย
15. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกลึงจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกลึงเจาะร่องทันที

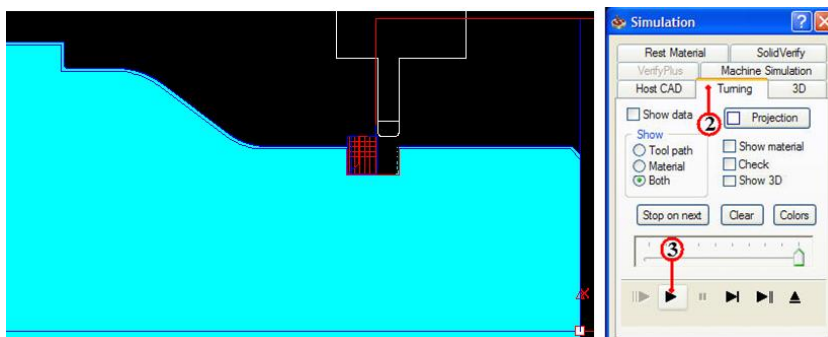


ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบโปรแกรมการกลึงเจาะร่อง คำสั่ง Simulation

1. คลิกแถบคำสั่ง Simulate ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation

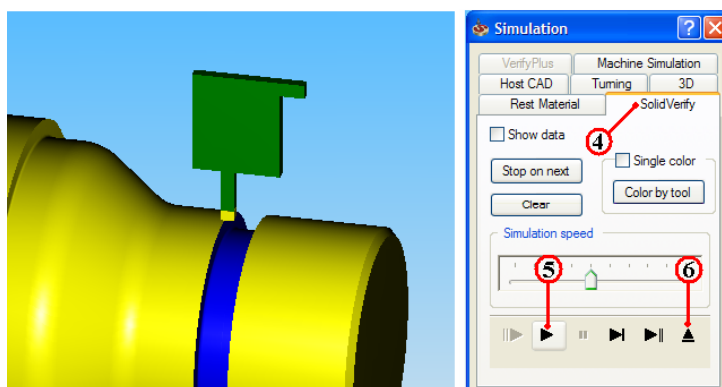


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Grooving เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดเซาะร่อง แบบดูเส้นทางเดินมีดกลึงเซาะร่อง (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play เพื่อตรวจสอบเส้นทางเดินตัดเซาะร่อง (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดมีดกลึงเซาะร่องและตัดผ่านวัตถุต้นจริง

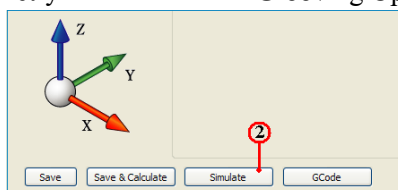


5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play เพื่อตรวจสอบเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุดิบ (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกลึงชิ้นงาน

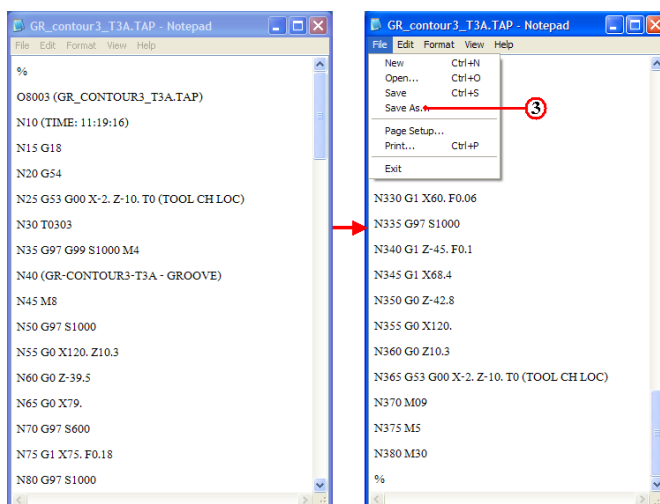
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Grooving Operation อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) การกลึงเซาะร่อง

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Grooving Operation

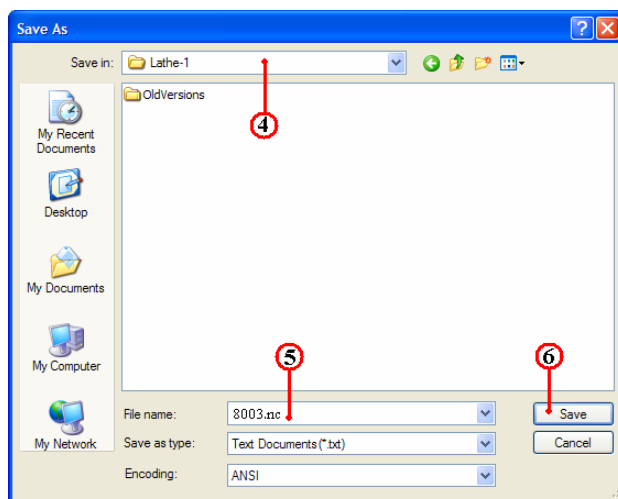


2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



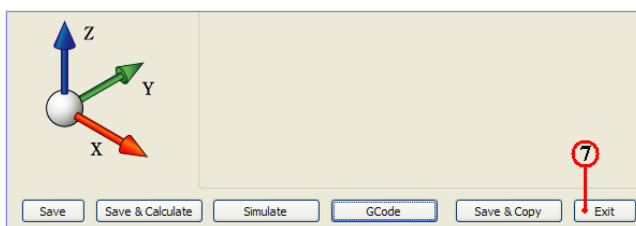
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ Lathe-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ Lathe-1



5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 8003.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อใช้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกลึง (CNC Turning)

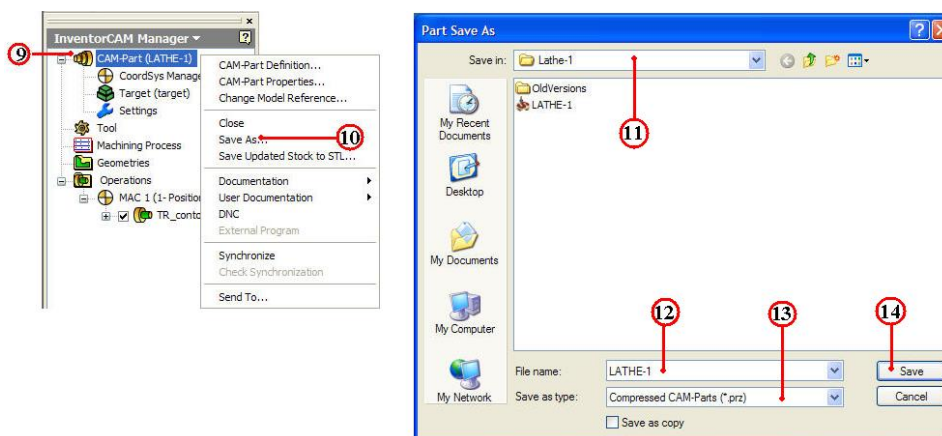
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ขึ้นชั้น ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการผลิตกลึงเจาะร่อง

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (LATHE-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง



10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As

11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เตอร์ Lathe-1

12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ LATHE-1

13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)

14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

5. การสร้างขบวนการกลึงเกลียว ด้วยคำสั่ง Threading

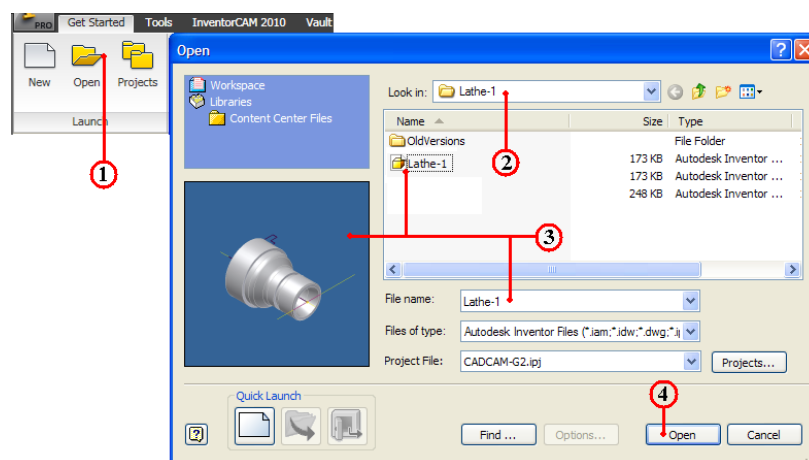
ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ Lathe-1

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open

2. คลิกเลือกไฟล์เตอร์ Lathe-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:

3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน Lathe-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดง

ภาพชิ้นงาน (Preview)

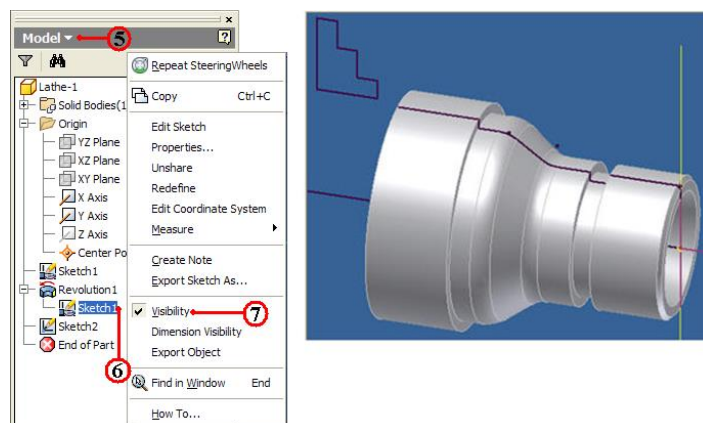


4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าต่างการทำงานโมเดล Model

5. คลิกแถบเมนู Model

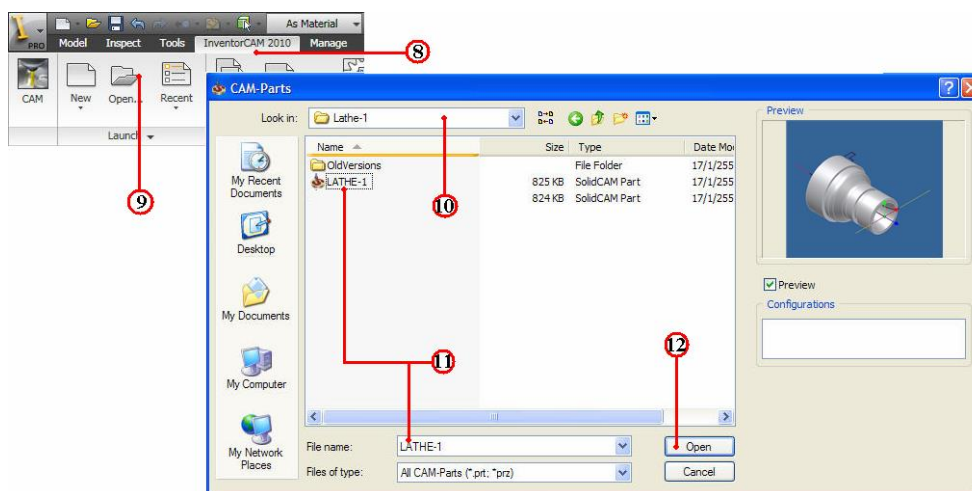
6. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง Sketch ของคำสั่ง Revolution1

7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Visibility เป็นการแสดงเส้นรอบรูป ใช้กำหนดจุดทางเดินตัด



8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar

9. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM



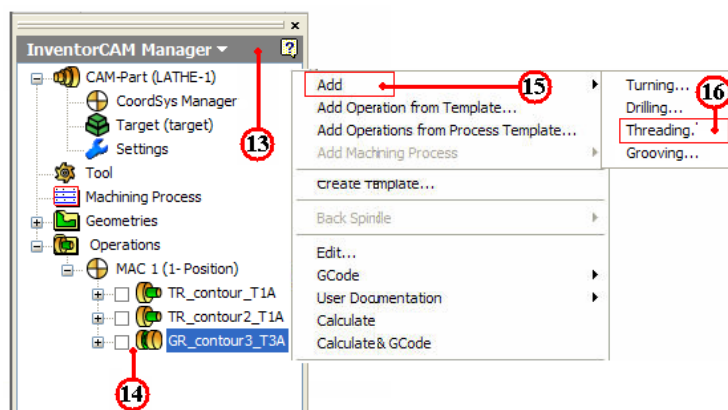
10. คลิกเลือกไฟล์เครื่องไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1

11. คลิกไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt,*.prz) และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

12. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM Manager

13. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InvertorCAM Manager Browse

14. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation  แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ



15. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ไข้เลือกขบวนการผลิต

16. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Threading...จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Threading

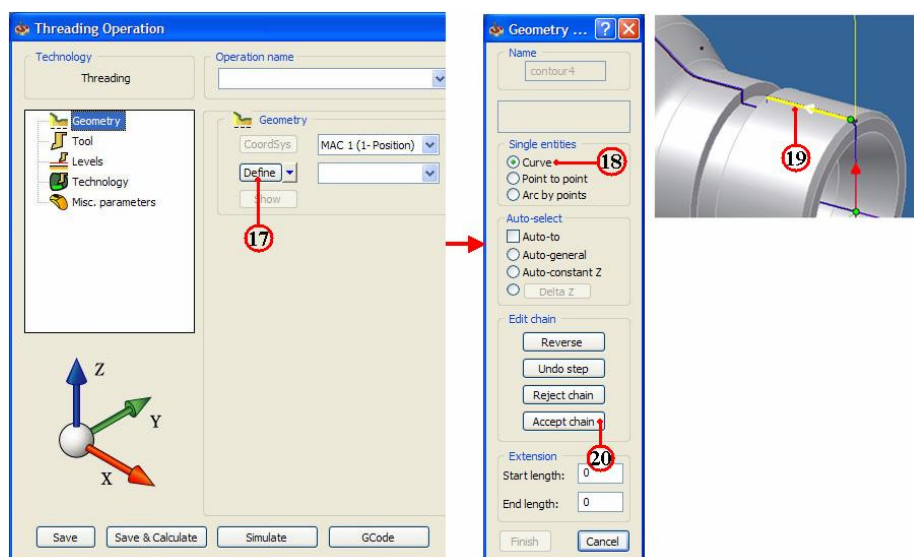
Operation

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Threading Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

Geometry Edit

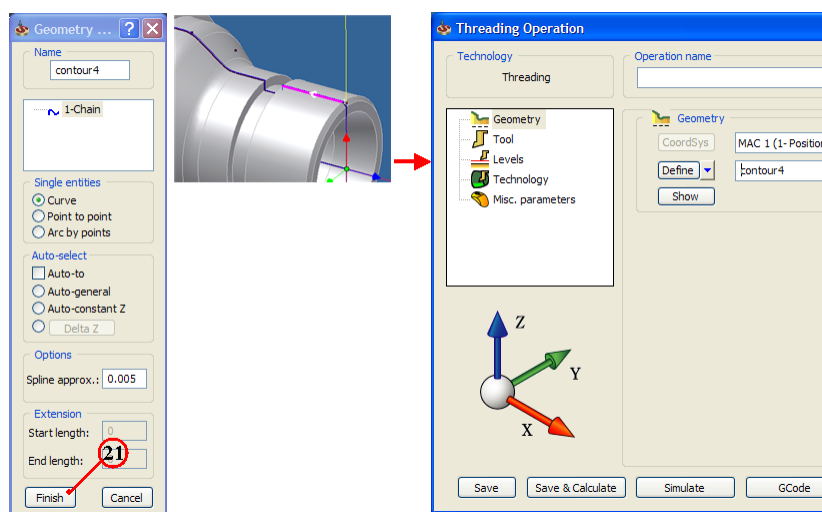
18. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Curve เป็นการกำหนดขอบเขตวัตถุ

19. คลิกเลือกเส้นรอบรูปชิ้นงานจนครบ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ



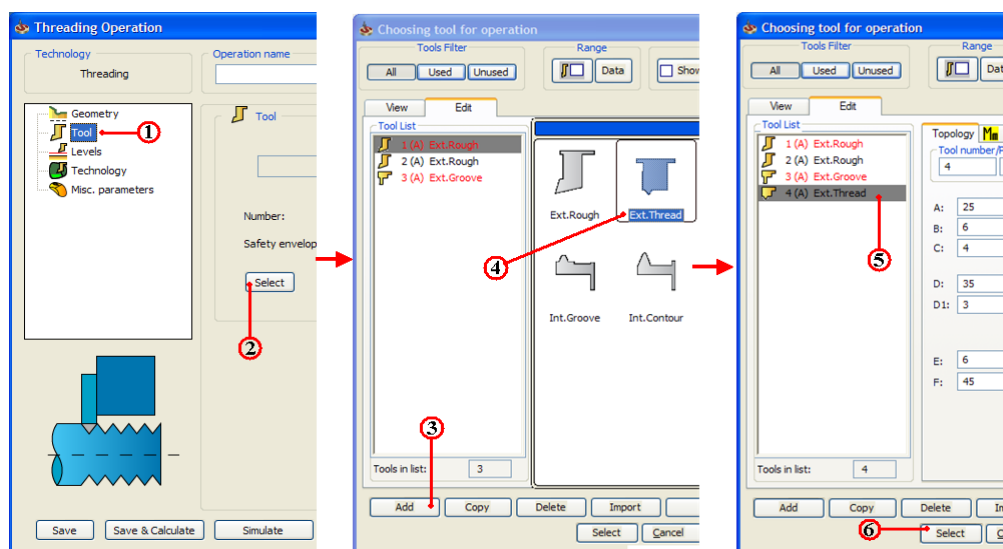
20. คลิกปุ่มคำสั่ง Accept chain ขอมรับเส้นขอบเขต

21. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish เส้นรอบรูปชิ้นงานจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู และจะกลับมาที่กล่องโต้ตอบ Threading Operation อีกครั้ง

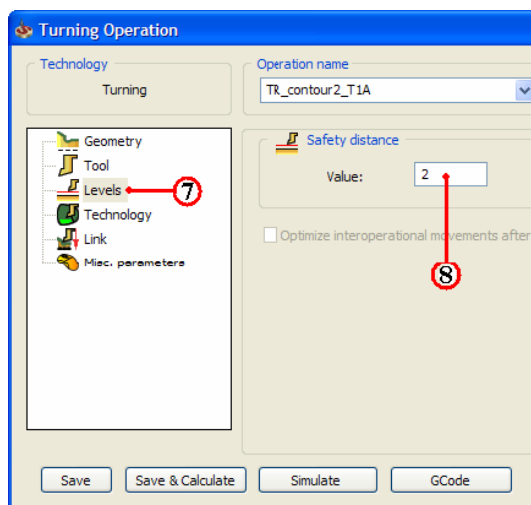


ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) มีดกลึงเกลียว

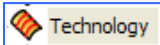
1. คลิกแถบคำสั่ง Tool เป็นการกำหนดเครื่องมือตัด
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool for operation for operation
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Add
4. คลิกเลือก Icon มีดกลึงเกลียวนอก (Ext.Thread)
5. คลิกเลือกแถบรายการมีดกลึงเกลียว 3(A) Ext.Thread

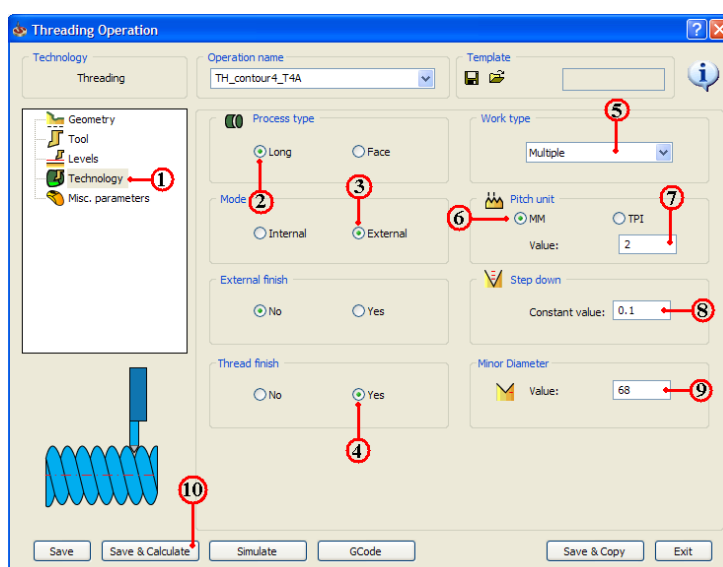


6. คลิกปุ่ม Select ยืนยันการเลือกมีด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Threading Operation
7. คลิกแถบคำสั่ง Level เป็นการกำหนดค่าระยะเพื่อปลอดภัย (Safety Clearance) ของมีด กลึงกับวัตถุดิบ ก่อนจะทำการตัดเนื้อชิ้นงาน
8. คลิกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิกซ์ 2



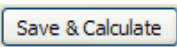
ขั้นตอนที่ 3 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

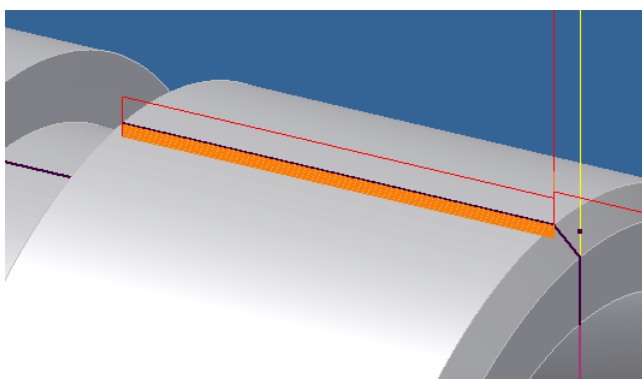
1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Threading Operation
2. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Long เป็นการกำหนดการเดินกลึงเกลียวตามแนวยาว
3. คลิกเลือกช่องคำสั่ง External เป็นการกลึงเกลียวภายนอก
4. คลิกเลือกช่อง Yes กำหนดค่า Finish วิธีการกลึงเกลียวเก็บละเอียดที่ผิวลึกสุดท้าย
5. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Multiple เป็นค่าการเดินตัดชิ้นงาน ลักษณะการกินลึกลงซ้ำๆกัน
6. คลิกเลือกช่องคำสั่ง MM เป็นค่าการกำหนดหน่วยระยะพิตเป็น เมตร



7. คลิกเลือกช่อง Value ป้อนค่าพิต 2 เป็นระยะพิตเท่ากับ 2 มม.
8. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Constant value ป้อนค่าพิต 0.1 กำหนดค่าคงที่ในกินลึกของเกลียว

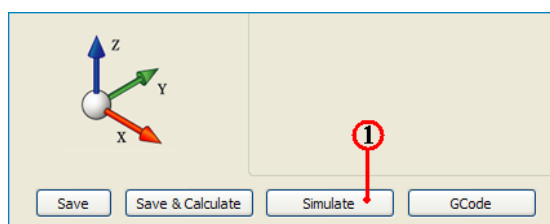
9. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 68 เป็นค่าโตเล็กสุดที่โคนเกลียว

10. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกลึงจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการกลึงเกลียว (Threading) ทันที



ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบโปรแกรมการกลึงเกลียว คำสั่ง Simulation

1. คลิกแถบคำสั่ง Simulate ในกล่องโต้ตอบ Threading Operation



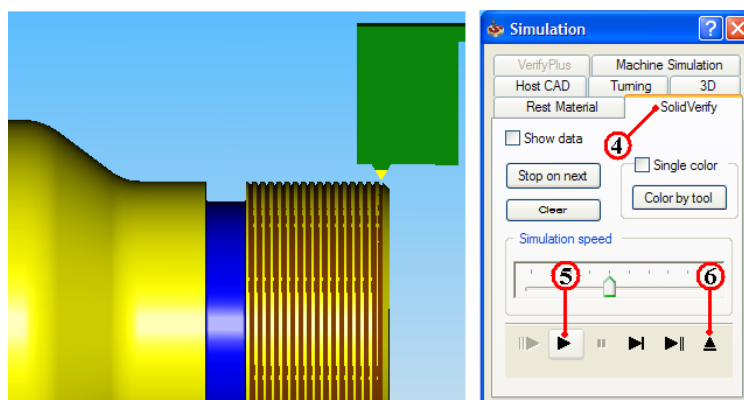
2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Threading เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินกลึงเกลียว แบบดูเส้นทางเดินมีดกลึงเกลียว (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินกลึงเกลียว (Tool Path) ของโปรแกรมกลึงเกลียว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดมีดกลึงเกลียว และตัดผ่านวัตถุต้นจริง

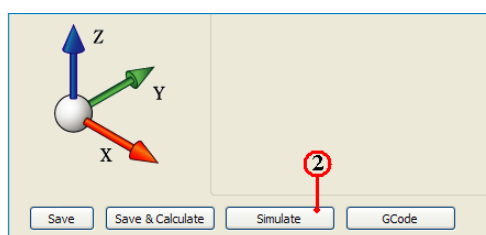
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุดิบ (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกลึงชิ้นงาน



6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector  เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Threading Operation อีกครั้ง

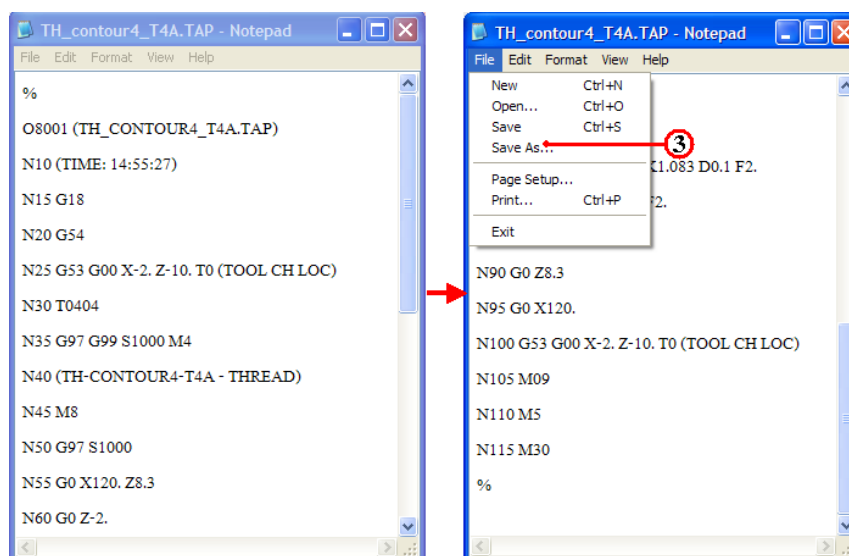
ขั้นตอนที่ 5 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) การกลึงเกลียว

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Threading Operation



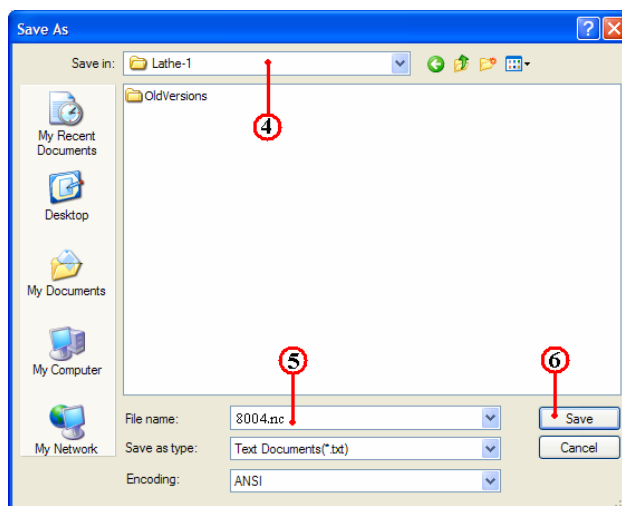
2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม

Notepad ดังรูป



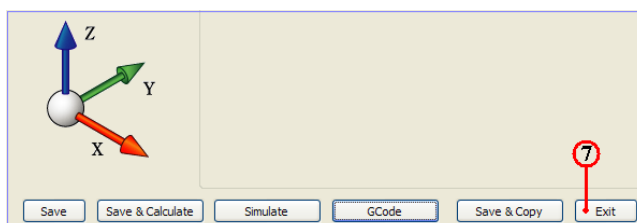
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ Lathe-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ Lathe-1



5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 8004.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อให้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกลึง (CNC Turning)

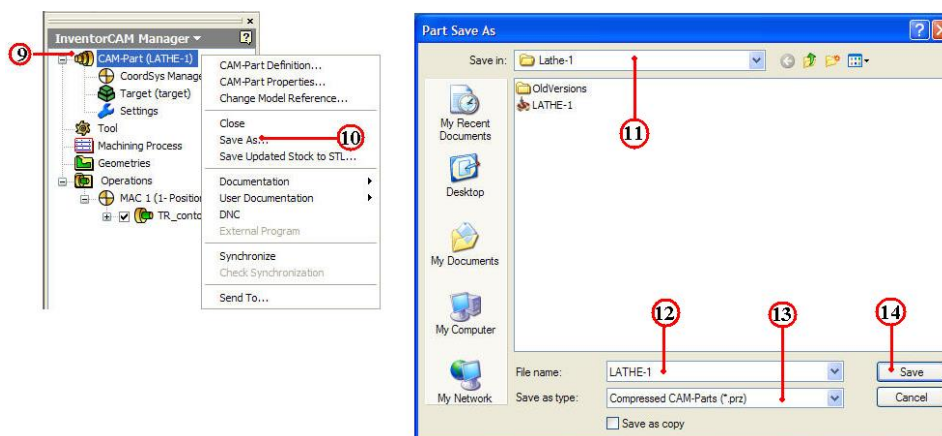
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ยืนยัน ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการกลึงเกลียว

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

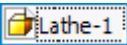
9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (LATHE-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง

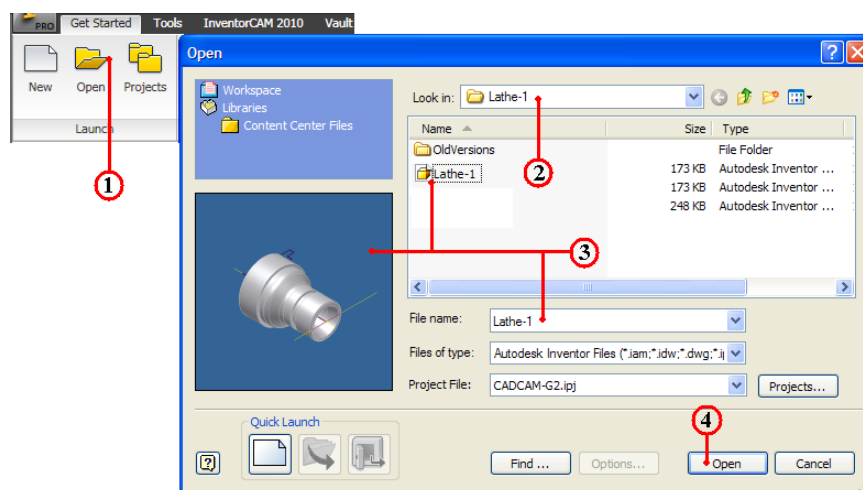


10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As
11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เดอร์ Lathe-1
12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ LATHE-1
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ Inventor CAM

6. การสร้างขบวนการเจาะรูชิ้นงาน ด้วยคำสั่ง Drilling

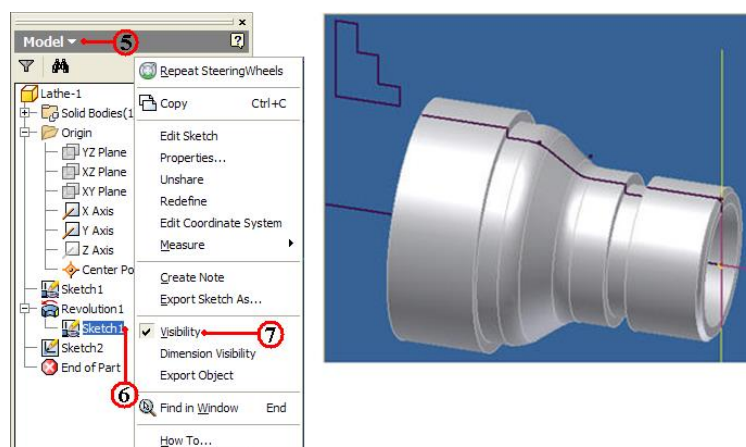
ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ Lathe-1

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เดอร์ Lathe-1  ที่แถบคำสั่ง Look in:

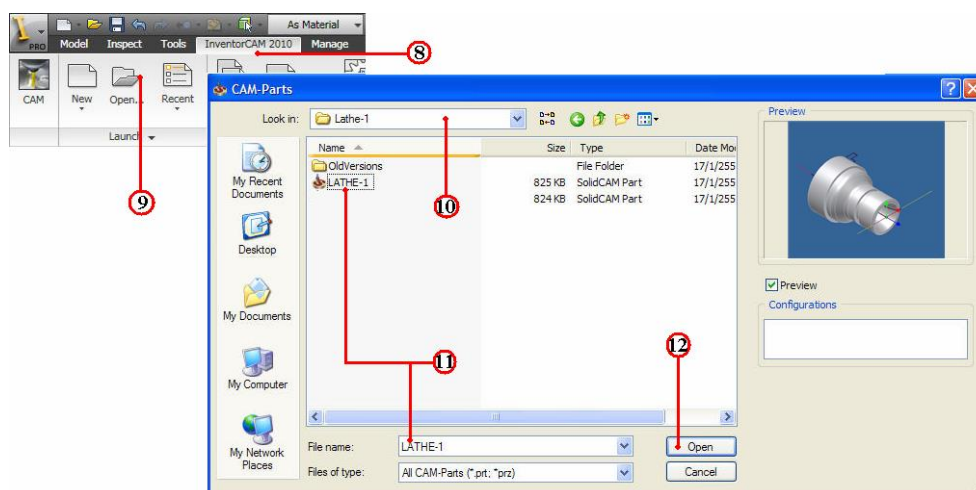


3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน Lathe-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

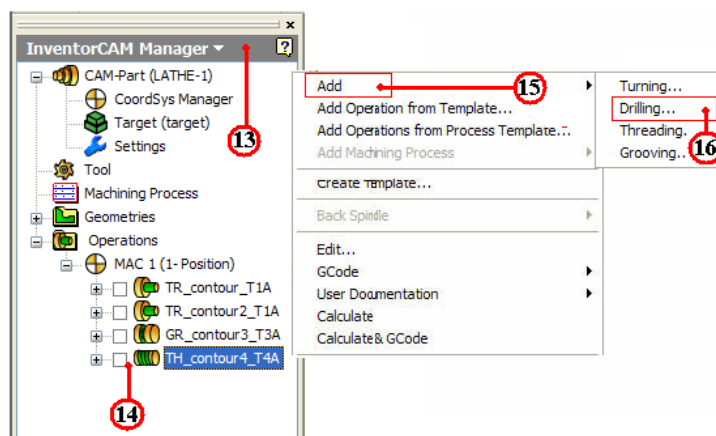
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโมเดล Model
5. คลิกแถบเมนู Model
6. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง Sketch ของคำสั่ง Revolution1



7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Visibility เป็นการแสดงเส้นรอบรูป ใช้กำหนดจุดทางเดินตัด
8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar
9. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM
10. คลิกเลือกไฟล์เครื่องไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1



11. คลิกไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt,*.prz) และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM Manager
13. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse

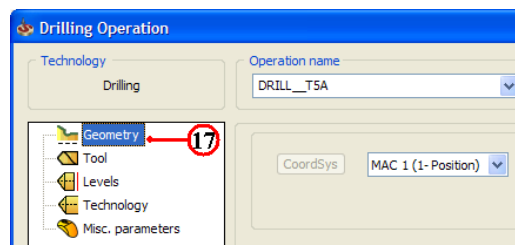


14. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ
15. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ใช้เลือกขบวนการผลิต
16. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Drilling... จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling

Operation

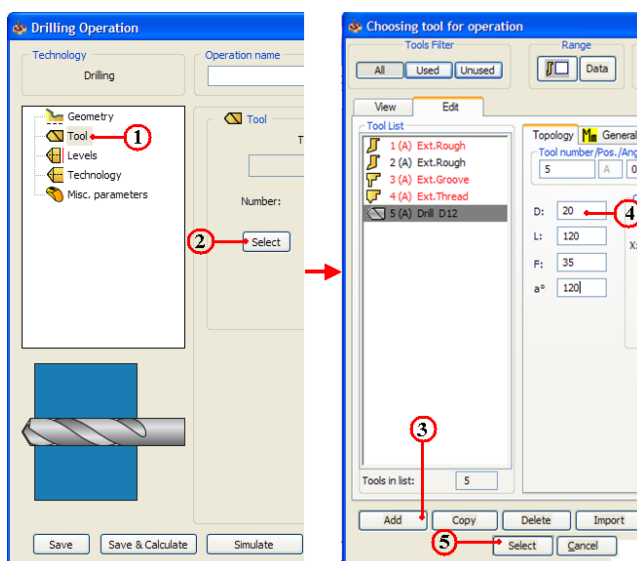
17. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ทำการตรวจเช็คตำแหน่งศูนย์กลางงานที่

MAC 1 (1- Position)

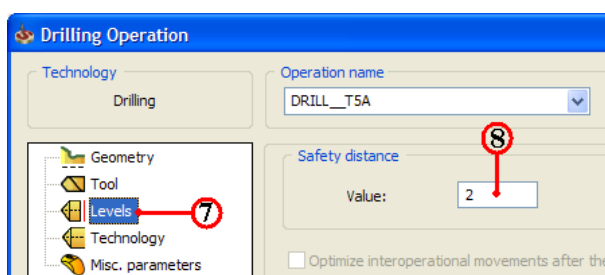


ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) ดอกสว่านความโตขนาด 20 มม.

1. คลิกแถบคำสั่ง Tool เป็นการกำหนดเครื่องมือตัด
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool for operation
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Add
4. คลิกเลือก Icon ดอกสว่าน (Drill) ป้อนค่าโตดอกสว่านพิมพ์ 20



6. คลิกปุ่ม Select ขึ้นชั้นการเลือกดอกสว่าน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation
7. คลิกแถบคำสั่ง Level เป็นการกำหนดค่าระยะเพื่อปลอดภัย (Safety Clearance) ของมีด กลึงกับวัตถุดิบ ก่อนจะทำการตัดเนื้อชิ้นงาน
8. คลิกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 2



ขั้นตอนที่ 3 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

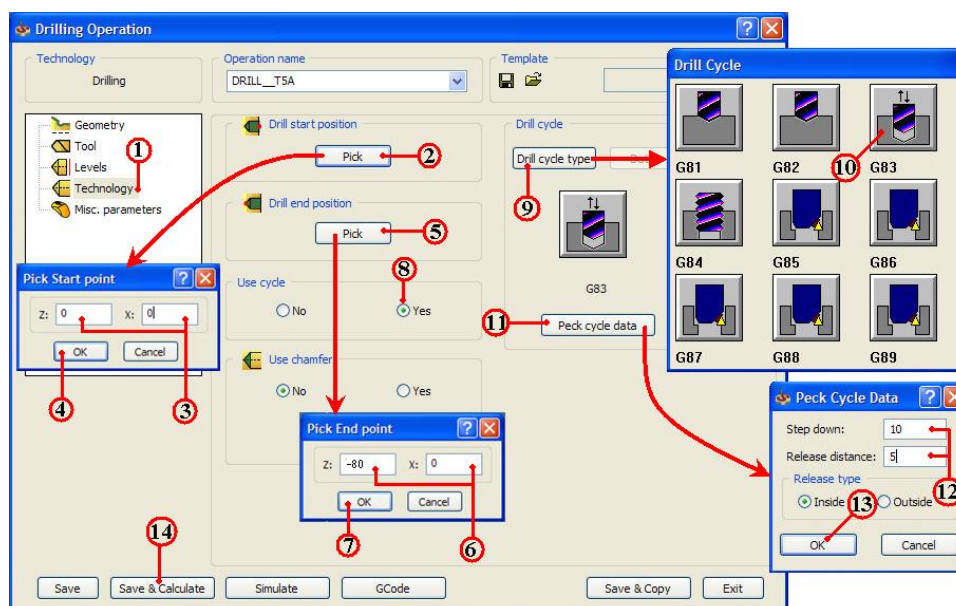
1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Threading

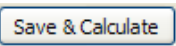
Operation

2. คลิกปุ่มคำสั่ง Pick ในกรอบคำสั่ง Drill start position
3. ป้อนค่ากำหนดตำแหน่งจุดเริ่มต้นการเจาะ แถบค่า Z พิมพ์ 0 และแถบค่า X พิมพ์ 0
4. คลิกปุ่ม OK ยืนยัน
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Pick ในกรอบคำสั่ง Drill end position
6. ป้อนค่ากำหนดตำแหน่งจุดความลึกการเจาะ แถบค่า Z พิมพ์ -80 และแถบค่า X พิมพ์ 0

0

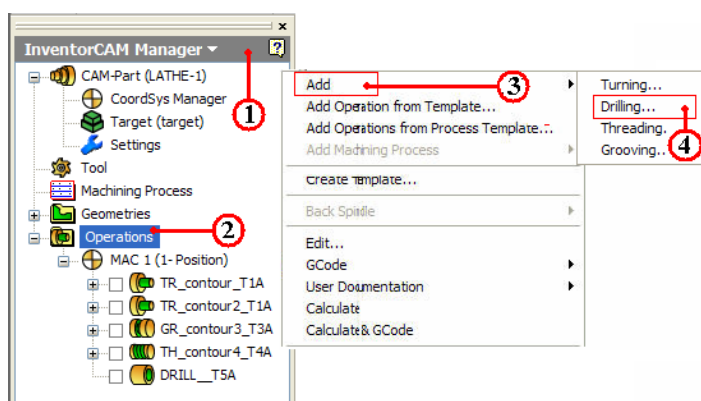
7. คลิกปุ่ม OK ยืนยัน



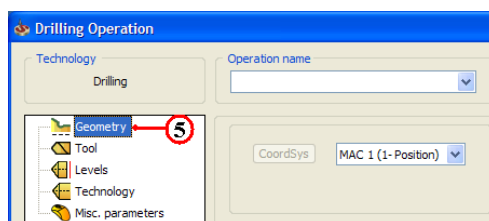
8. คลิกช่องคำสั่ง Yes เป็นการกำหนดวิธีการทำงานแบบวัฏจักร (Cycle)
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Drill Cycle type ใช้เลือกชนิดคำสั่งวัฏจักรเจาะต่างๆ
10. คลิกเลือก Icon คำสั่งวัฏจักรเจาะ G83
11. คลิกปุ่มคำสั่ง Pick cycle data
12. ป้อนค่าความลึกเจาะแต่ละครั้ง (step down) พิมพ์ 10 และค่าระยะการถอยคายเศษ (Release distance) พิมพ์ 5
13. คลิกปุ่ม OK ยืนยัน
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกลึงจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์เจาะรู (Drilling) ทันที

ขั้นตอนที่ 4 การเจาะรูขยาย ด้วยดอกสว่านความโตขนาด 35 มม.

1. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InventorCAM Manager Browse
2. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation แถบเมนูคำสั่งจะปรากฏ
3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ไข่เลือกขบวนการผลิต



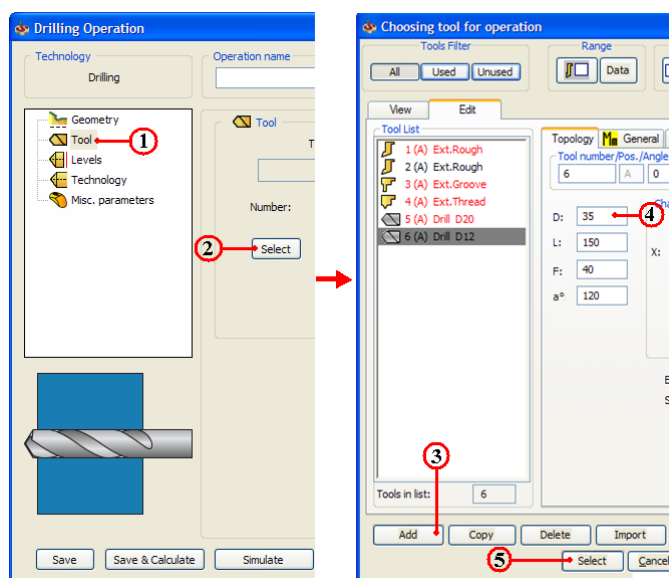
4. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Drilling... จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation
5. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ทำการตรวจเช็คตำแหน่งศูนย์ชิ้นงานที่



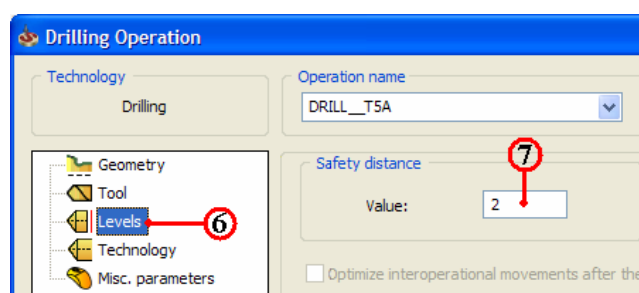
ขั้นตอนที่ 5 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) ดอกสว่านความโตขนาด 35 มม.

1. คลิกแถบคำสั่ง Tool เป็นการกำหนดเครื่องมือตัด
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool

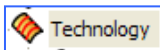
for operation

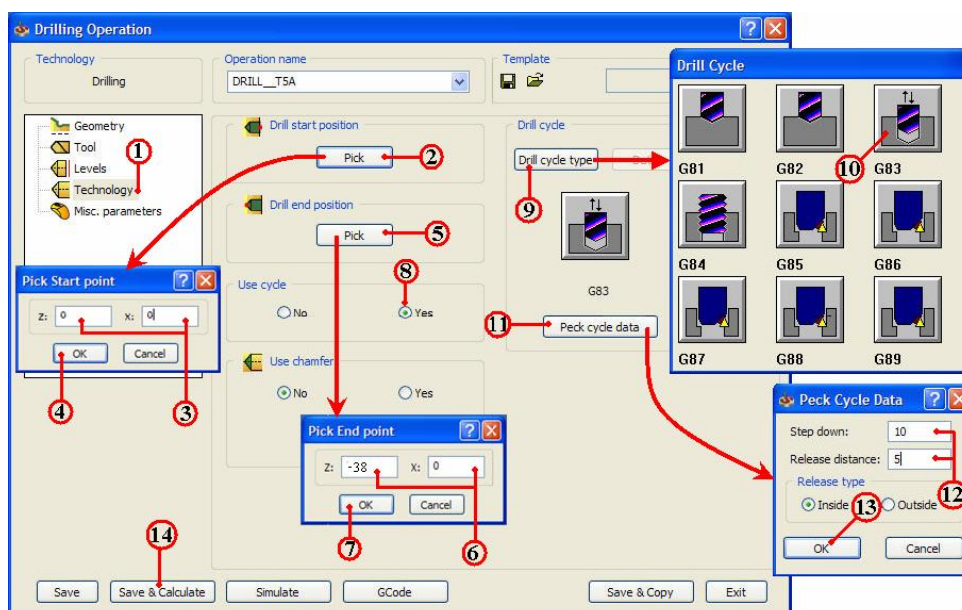


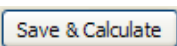
3. คลิกปุ่มคำสั่ง Add
4. คลิกเลือก Icon ดอกสว่าน (Drill) ป้อนค่าโตดอกสว่านพิมพ์ 35
5. คลิกปุ่ม Select ยืนยันการเลือกดอกสว่าน จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation
6. คลิกแถบคำสั่ง Level เป็นการกำหนดค่าระยะเพื่อปลอดภัย (Safety Clearance) ของมีดกลึงกับวัตถุคืบ ก่อนจะทำการตัดเฉือนชิ้นงาน
7. คลิกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 2

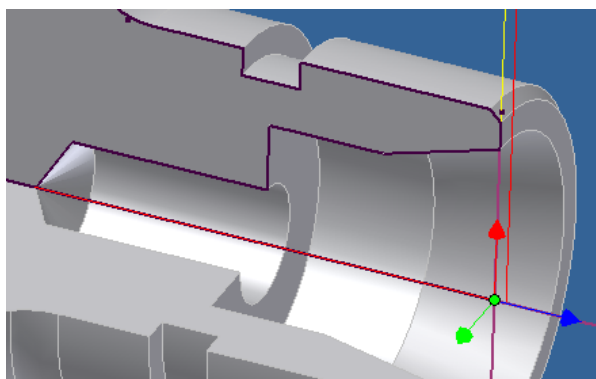


ขั้นตอนที่ 6 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Threading Operation
2. คลิกปุ่มคำสั่ง Pick ในกรอบคำสั่ง Drill start position
3. ป้อนค่ากำหนดตำแหน่งจุดเริ่มต้นการเจาะ แถบค่า Z พิมพ์ 0 และแถบค่า X พิมพ์ 0
4. คลิกปุ่ม OK ยืนยัน
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Pick ในกรอบคำสั่ง Drill end position
6. ป้อนค่ากำหนดตำแหน่งจุดความลึกการเจาะ แถบค่า Z พิมพ์ -38 และแถบค่า X พิมพ์ 0
7. คลิกปุ่ม OK ยืนยัน

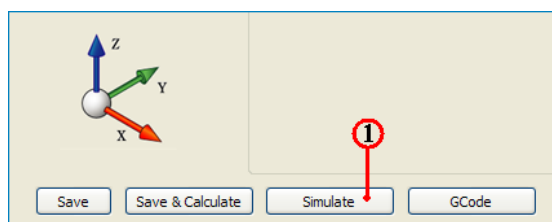


8. คลิกช่องคำสั่ง Yes เป็นการกำหนดวิธีการทำงานแบบวัฏจักร (Cycle)
9. คลิกปุ่มคำสั่ง Drill Cycle type ให้เลือกชนิดคำสั่งวัฏจักรเจาะต่างๆ
10. คลิกเลือก Icon คำสั่งวัฏจักรเจาะ G83
11. คลิกปุ่มคำสั่ง Pick cycle data
12. ป้อนค่าความลึกเจาะแต่ละครั้ง (step down) พิมพ์ 10 และค่าระยะการถอยคายเศษ (Release distance) พิมพ์ 5
13. คลิกปุ่ม OK ขึ้นชั้น
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกลึงจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์เจาะรู (Drilling) ทันที

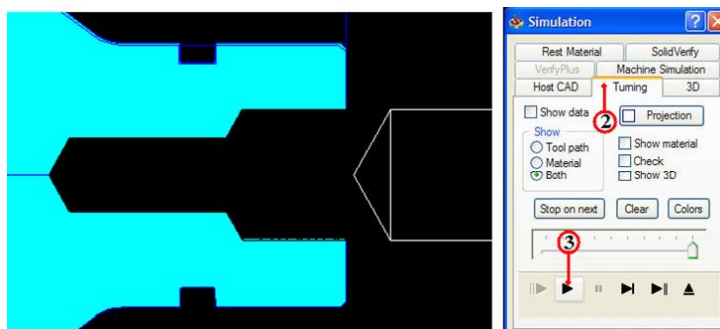


ขั้นตอนที่ 7 การตรวจสอบโปรแกรมการเจาะรู คำสั่ง Simulation

1. คลิกแถบคำสั่ง Simulate ในกล่องโต้ตอบ Drilling Operation

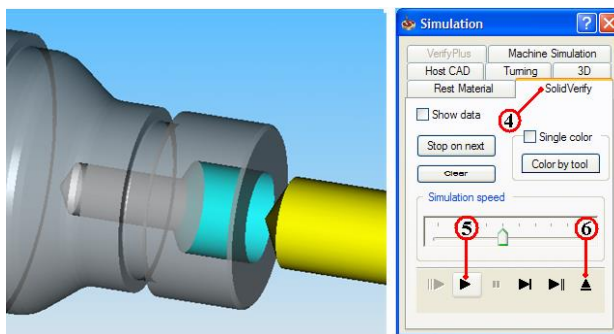


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Drilling เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินเจาะรู แบบดูเส้นทางเดินดอกสว่านเจาะรู (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเจาะรู (Tool Path) ของโปรแกรมเจาะรู และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางการเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางการเดินตัดของขนาดคอกล่องเจาะรูและตัดผ่านวัตถุต้นจริง

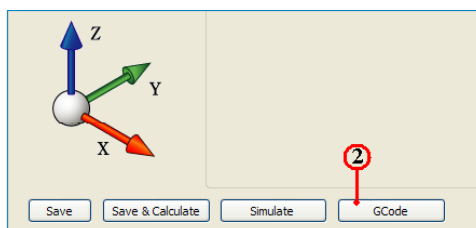


5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมเจาะรู และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุต้น (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังเจาะรูชิ้นงาน

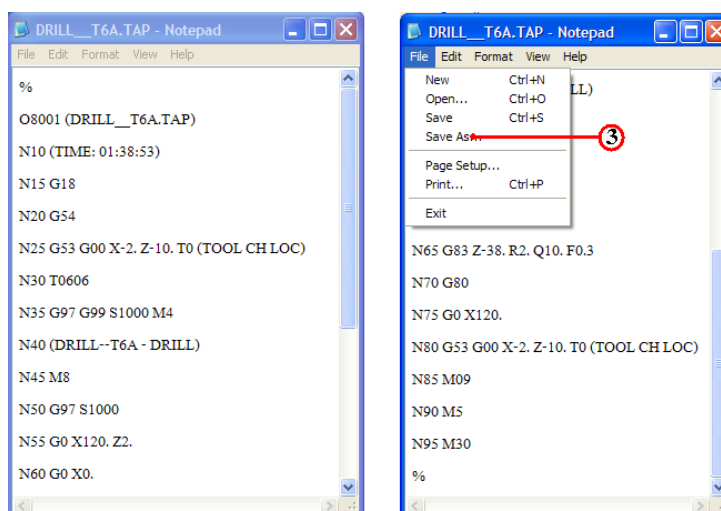
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector  เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Drilling Operation อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 7 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด (NC-Code) การเจาะรู

1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Drilling Operation

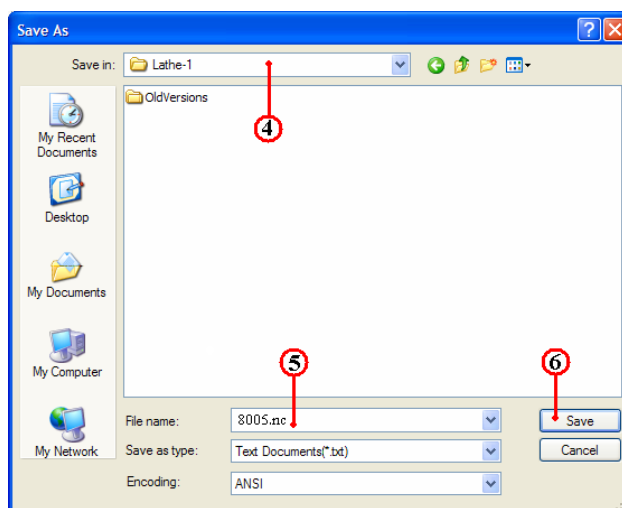


2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



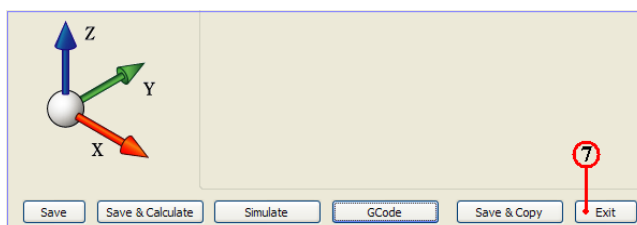
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลเดอร์ Lathe-1

4. คลิกเลือกหาตำแหน่งโฟลเดอร์ Lathe-1



5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 8005.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อให้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกลึง (CNC Turning)

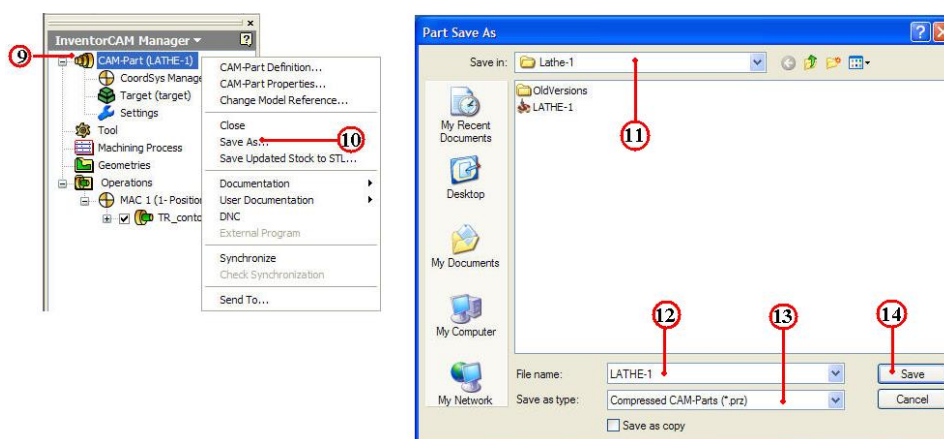
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ยืนยัน ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการเจาะรู

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

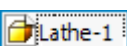
9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (LATHE-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง

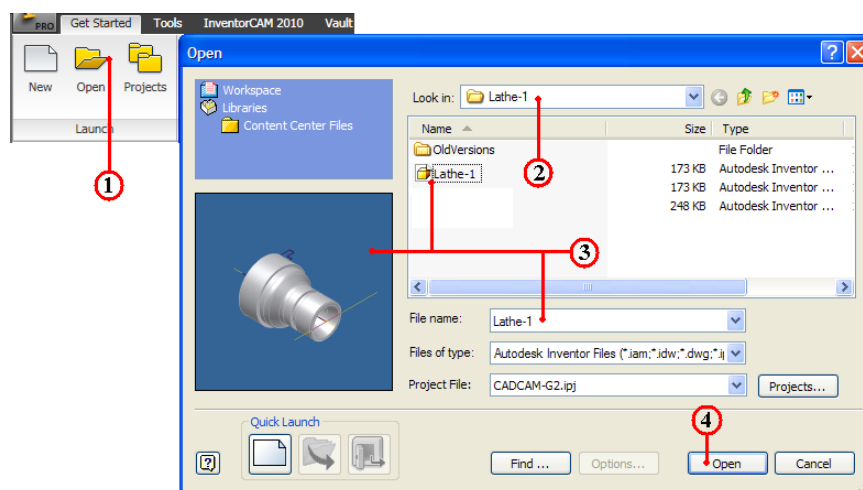


10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As
11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เตอร์ Lathe-1
12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ LATHE-1
13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)
14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

7. การสร้างขบวนการคว้านรู (Boring) ด้วยคำสั่ง Turning

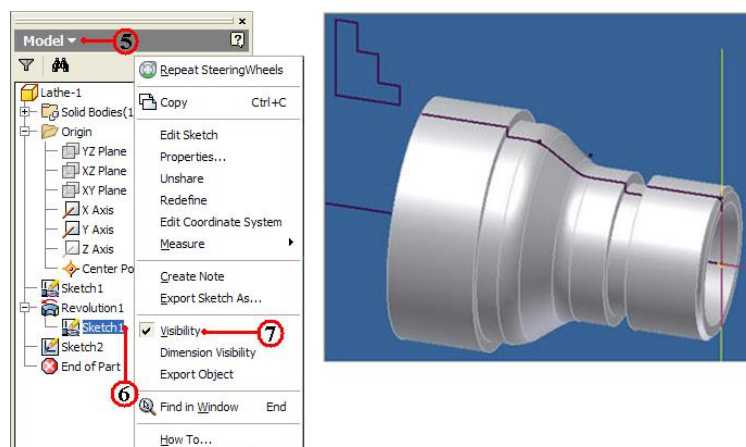
ขั้นตอนที่ 1 การเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ชื่อไฟล์ Lathe-1

1. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Open
2. คลิกเลือกไฟล์เตอร์ Lathe-1  ที่แถบคำสั่ง Lock in:

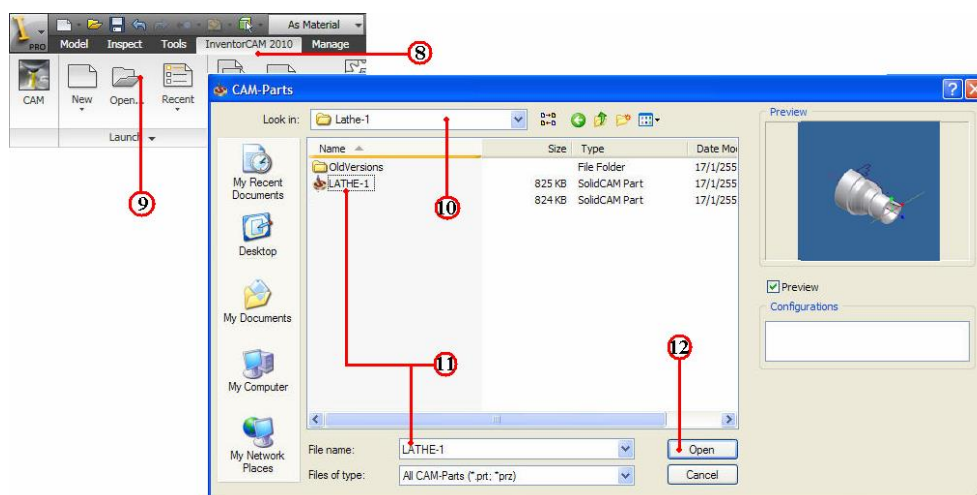


3. คลิกเลือกไฟล์ชิ้นงาน Lathe-1 และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)

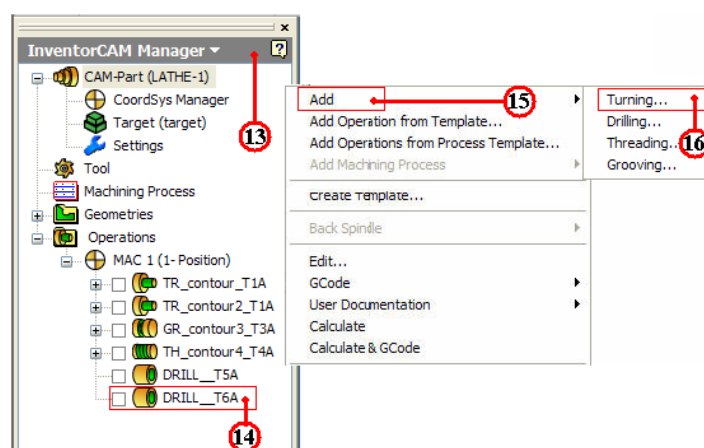
4. คลิกปุ่มคำสั่ง Open จะปรากฏหน้าจอการทำงานโหมด Model
5. คลิกแถบเมนู Model
6. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง Sketch ของคำสั่ง Revolution1



7. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Visibility เป็นการแสดงเส้นรอบรูป ใช้กำหนดจุดทางเดินตัด
8. คลิกแถบเมนูคำสั่ง InventorCAM Ribbon Bar
9. คลิกแถบคำสั่ง Open ใช้เปิดไฟล์ข้อมูลเก่าของไฟล์ InventorCAM
10. คลิกเลือกไฟล์เครื่องไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1



11. คลิกไฟล์ชิ้นงาน LATHE-1 ของชนิดไฟล์นามสกุล CAM-Part (*.prt;*.prz) และตรวจสอบชื่อในแถบ File name: พร้อมช่องแสดงภาพชิ้นงาน (Preview)
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Open โปรแกรมโปรแกรมจัดการไฟล์โหลดข้อมูลที่ InventorCAM Manager
13. คลิกแถบเมนูจัดการไฟล์ InvertorCAM Manager Browse



14. คลิกเมาส์ขวาที่แถบไฟล์ Operation จะปรากฏแถบเมนูคำสั่ง
15. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add Operation ใช้เลือกขบวนการผลิต
16. คลิกเลือกแถบคำสั่งย่อย ที่คำสั่ง Turning...จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning

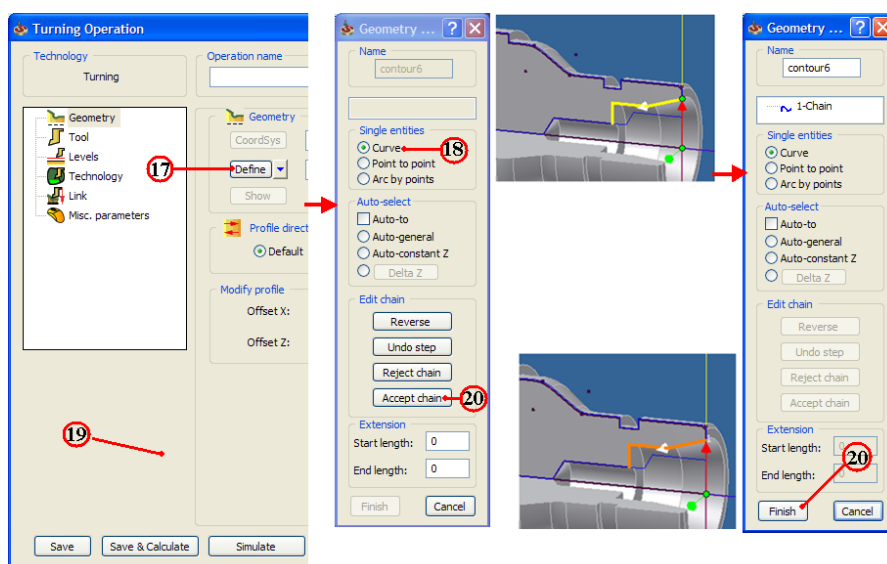
Operation

17. คลิกปุ่มคำสั่ง Define ที่กล่องโต้ตอบ Turning Operation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ

Geometry Edit

18. คลิกเลือกของคำสั่ง Curve เป็นการกำหนดขอบเขตวัตถุ

19. คลิกเลือกเส้นรอบรูปชิ้นงานจนครบ จะปรากฏกล่องโต้ตอบ



20. คลิกปุ่มคำสั่ง Accept chain ขอมรับเส้นขอบเขต

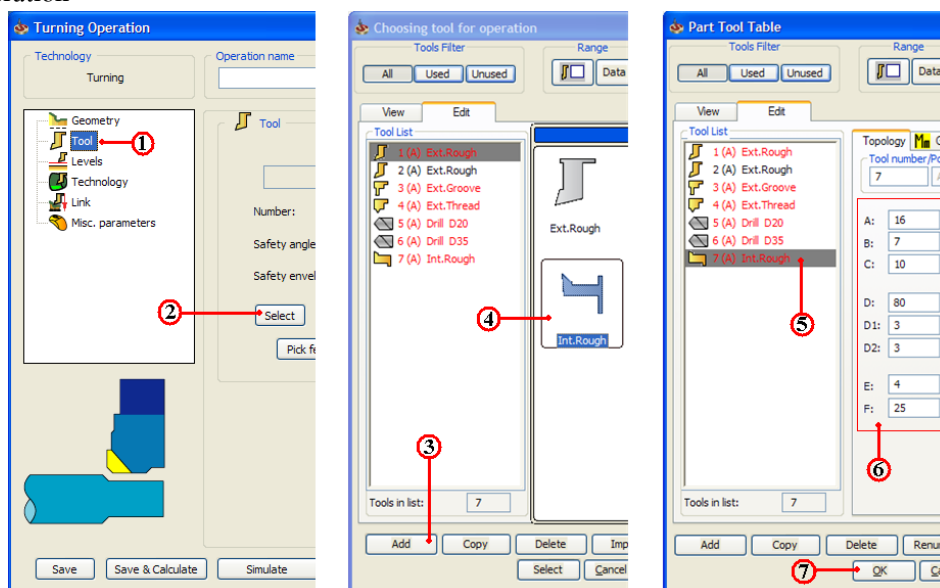
21. คลิกปุ่มคำสั่ง Finish เส้นรอบรูปชิ้นงานจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู และจะกลับมาที่กล่องโต้ตอบ Turning Operation อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเครื่องมือตัด (Cutting Tool) มีดคว้านรู (Boring)

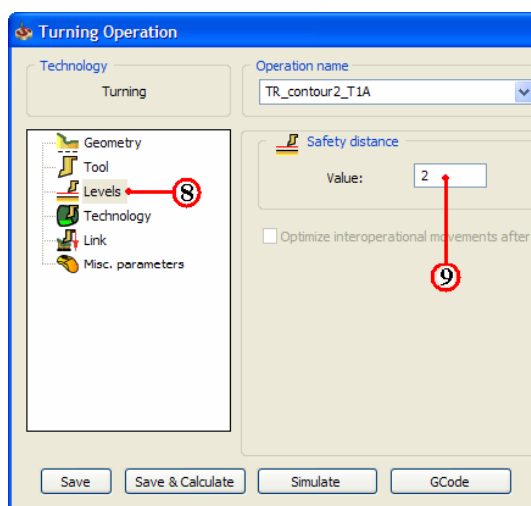
1. คลิกแถบคำสั่ง Tool เป็นการกำหนดเครื่องมือตัด

2. คลิกปุ่มคำสั่ง Select เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Choosing tool

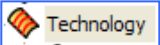
for operation



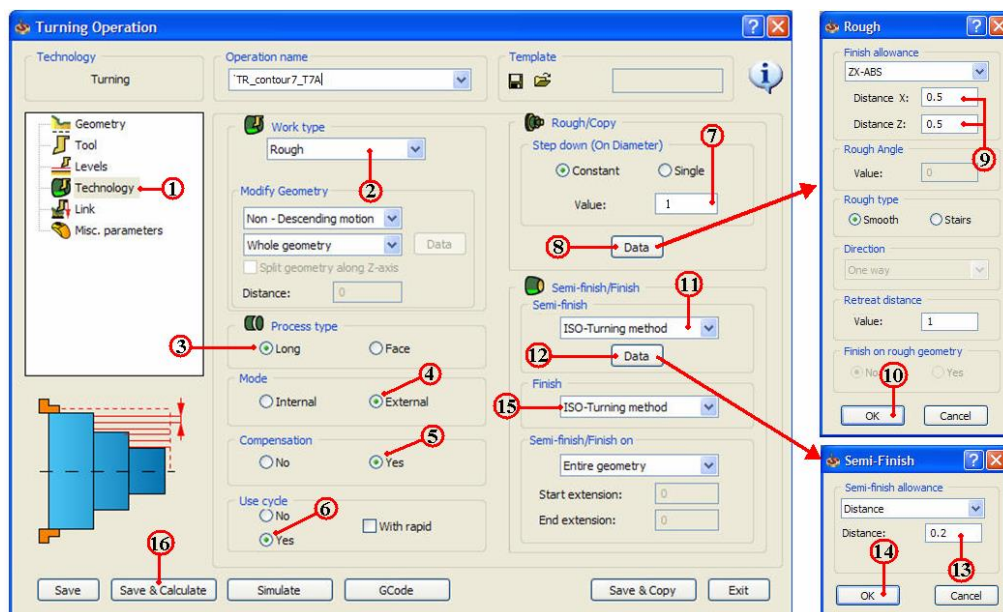
3. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Add ใช้แสดงรูปร่างของชนิดของเครื่องมือตัดต่างๆ ในหน้าต่าง เครื่องมือตัด Tool Type
4. คลิกเลือก Icon มีดคว้านรูใน (Int.Rough)
5. คลิกเลือกแถบเมนูมีดคว้านรูใน (Int.Rough)
6. คลิกป้อนค่ารายละเอียดมีดคว้านรู ของตารางเครื่องมือตัด (Tool Table) พิมพ์ค่าต่างๆ ตามขนาดที่กำหนดไว้
7. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ขึ้นชั้น จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Part Data : LATHE-1 อีกครั้ง
8. คลิกแถบคำสั่ง Level เป็นการกำหนดค่าระยะเพื่อปลอดภัย (Safety Clearance) ของมีดกลึงกับวัตถุค้ำ ก่อนจะทำการตัดเฉือนชิ้นงาน
9. คลิกแถบคำสั่ง Value ป้อนค่าพิมพ์ 2



ขั้นตอนที่ 3 กำหนดรูปแบบเส้นทางเดินตัด (Technology)

1. คลิกแถบเมนูคำสั่งย่อย Technology  ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation
2. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Rough เป็นการกำหนดวิธีเดินตัดแบบการกลึงคว้านรูในชิ้นงาน
3. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Long เป็นการกำหนดการเดินแบบคว้านรู
4. คลิกเลือกช่องคำสั่ง External เป็นการกำหนดวิธีการกลึงคว้านรูในชิ้นงาน
5. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Compensation เป็นการกำหนดค่าชดเชยทางเดินตัด
6. คลิกเลือกช่อง Yes เป็นการกำหนดคำสั่งการเดินตัดแบบวัฏจักร (Cycle)
7. คลิกเลือกช่องคำสั่ง Constant เป็นค่าการเดินตัดชิ้นงาน (Step down) กินลึกครั้งละเท่าๆกัน คลิกช่อง Value ป้อนค่าพิมพ์ 3 เป็นการกินลึกครั้งละ (Depth of Cut) 1 มม.

8. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเผื่องานกลึงหยาบ



9. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ZX-ABS: ป้อนค่าพิมพ์ X: 0.5 , Y: 0.5 เป็นค่าระยะเผื่อกลึงละเอียด ความรู้ในรอบตัวข้างละ 0.5 มม.

10. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ขึ้นชั้น

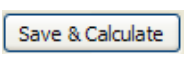
11. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ISO-Turning method เป็นการกำหนดวิธีการกลึงความรูละเอียดในลักษณะกึ่งละเอียด (Semi- finish)

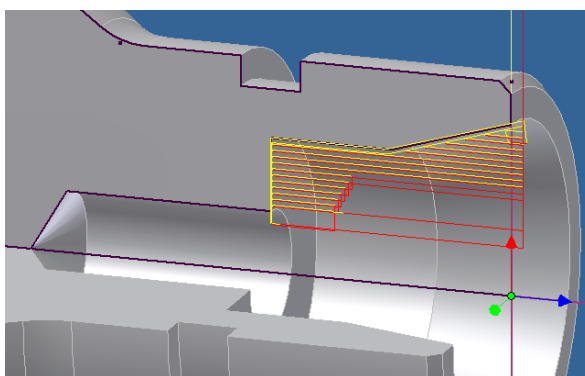
12. คลิกปุ่มคำสั่ง Data เป็นการกำหนดค่าเผื่องานกลึงความรูถึงละเอียด

13. คลิกเลือกแถบคำสั่ง Distance ป้อนค่าพิมพ์ 0.2 เป็นระยะเผื่อกลึงละเอียด 0.2 มม.

14. คลิกปุ่มคำสั่ง OK ขึ้นชั้น

15. คลิกเลือกแถบคำสั่ง ISO-Turning method เป็นการคว้านละเอียด (Finish) ที่ผิวสุดท้าย

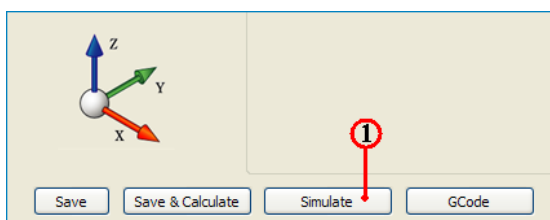
16. คลิกปุ่มคำสั่ง Save&Calculate  เป็นการคำนวณเส้นทางเดินกลึงจากค่าต่างๆที่ตั้งไว้ และหลังจากนั้นจะทำการบันทึกไฟล์ขบวนการคว้านรูใน (Boring) ทันที



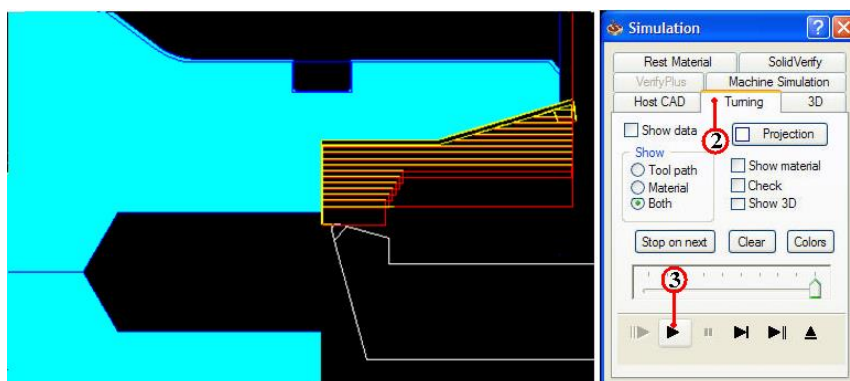
8. การตรวจสอบโปรแกรมงานกลึง ด้วยคำสั่ง Simulation

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบโปรแกรมการคว้านรู

1. คลิกแถบคำสั่ง Simulate ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation

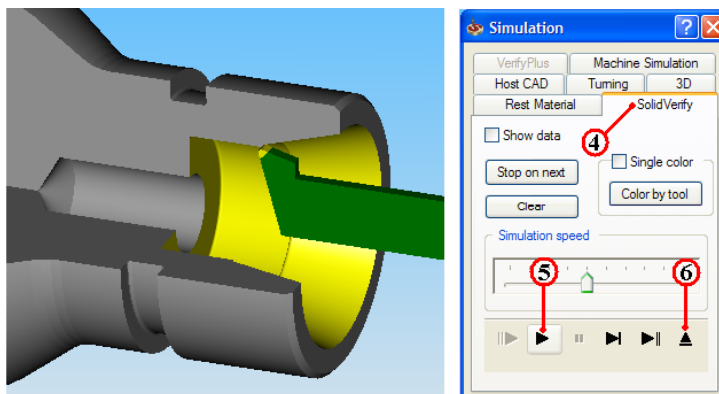


2. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Turning เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัด แบบดูเส้นทางเดินมีดกลึง (Tool Path) ประกอบร่วมกับชิ้นงานสำเร็จ



3. คลิกปุ่มคำสั่ง Play เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมปาดผิว และสามารถพลิกหมุนมุมมองชิ้นงานพร้อมกับจำลองเส้นทางเดินตัดได้ด้วย

4. คลิกแถบเมนูคำสั่ง Solid Verify เป็นการเลือกวิธีจำลองเส้นทางเดินตัดของขนาดมีดกลึงและตัดผ่านวัตถุต้นจริง



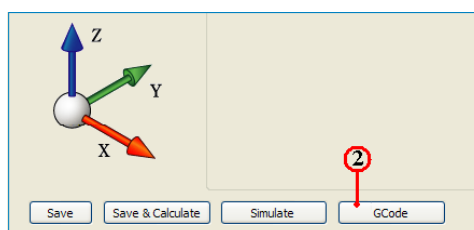
5. คลิกปุ่มคำสั่ง Play  เพื่อตรวจสอบเส้นทางเดินตัด (Tool Path) ของโปรแกรมกลึง ความรู้และรูปร่างชิ้นงานที่เป็นวัตถุดิบ (Solid Model) เพื่อพิจารณารูปร่างก่อนและหลังกลึงชิ้นงาน

6. คลิกปุ่มคำสั่ง Ejector  เพื่อออกจากคำสั่ง Simulation จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Turning Operation อีกครั้ง

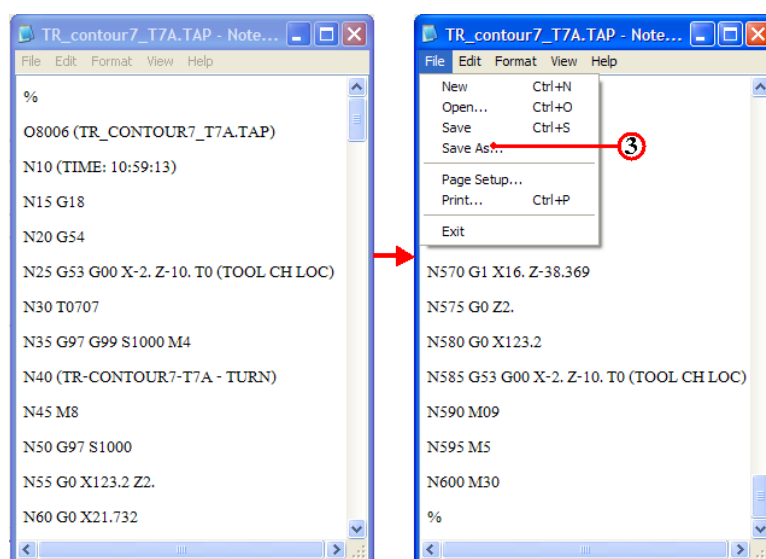
9. สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ดงานกลึง ด้วยคำสั่ง GCode

ขั้นตอนที่ 1 สร้างโปรแกรมเอ็นซีโค้ด การคว้านรู

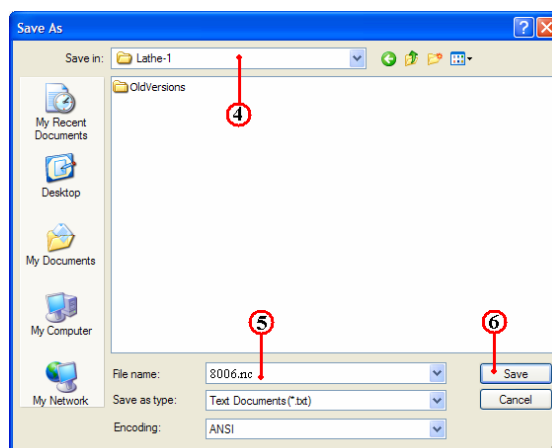
1. คลิกแถบคำสั่ง Geometry ในกล่องโต้ตอบ Turning Operation



2. คลิกปุ่มคำสั่ง GCode โปรแกรมจะคำนวณเอ็นซีโปรแกรม แสดงออกมากับโปรแกรม Notepad ดังรูป



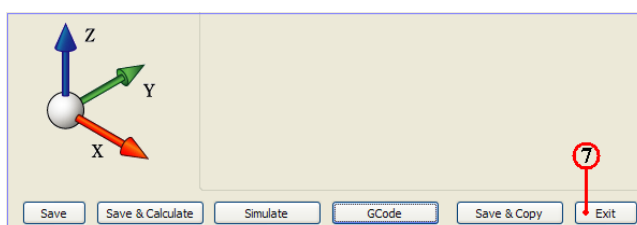
3. คลิกเลือกเมนูคำสั่ง File และลากเมาส์คลิกเลือก Save As สำหรับเก็บบันทึกตั้งชื่อไฟล์ไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันกับ โฟลต์เตอร์ Lathe-1



4. คลิกเลือกหาตำแหน่งไฟล์เครื่อง Lathe-1

5. คลิกแถบคำสั่ง File name: ป้อนชื่อโปรแกรมพิมพ์ 8006.nc และเปลี่ยนนามสกุลเป็น nc เพื่อใช้กับส่งโปรแกรมเข้าเครื่องกลึง (CNC Turning)

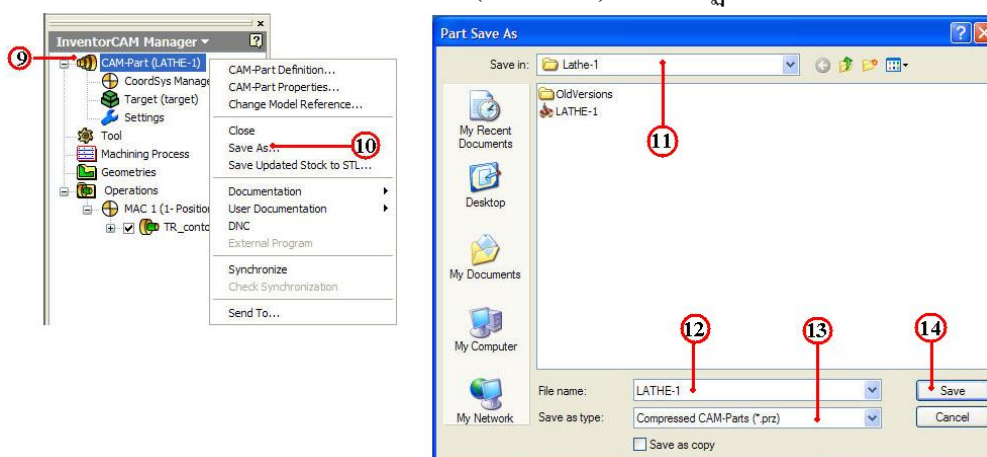
6. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์



7. คลิกคำสั่ง Exit ยืนยัน ออกจากการทำโปรแกรมขบวนการผลิตการคำนวณ

8. คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกไฟล์  หลังจากเสร็จสิ้น

9. คลิกเมาส์ขวาแถบคำสั่ง CAM-Part (LATHE-1) จะปรากฏแถบคำสั่ง



10. คลิกแถบคำสั่ง Save As จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Part Save As

11. คลิกเลือกแถบเมนู Save As เพื่อหาตำแหน่งเก็บบันทึกไฟล์เครื่อง Lathe-1

12. คลิกเลือกแถบช่อง File name: ป้อนค่าพิมพ์ชื่อ LATHE-1

13. คลิกเลือกแถบช่อง Save as type: Compressed CAM-Part (*.prz)

14. คลิกปุ่มคำสั่ง Save บันทึกไฟล์สำหรับเปิดไฟล์ InventorCAM

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ จงบอกหลักการเบื้องต้นการใช้โปรแกรม InventorCAM งานกลึง 1. CAM-Part 2. Geometry 3. Operation 4. InventorCAM Manager 5. จงบอกลักษณะการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี มา 5 ข้อ 1. 2. 3. 4. 5. 6.

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ
ตอนที่ 2 จงตอบคำถาม วิธีการสร้างขบวนการผลิตสำหรับงานกลึง (Turning) 1.การกำหนดจุดศูนย์กลางงานอยู่กึ่งกลางหมุนที่ผิวหน้าปลายชิ้นงานกลึง คือข้อใด ก. Conner of Model Box ข. Center of Revolution Face ค. Top Center of Model Box ง. Conner Box on Project Z-level 2. การสร้างขบวนการกลึงแปดหน้า ควรเลือก Tool ชนิดใด ก. Rough Ext. ข. Groove Ext. ค. Thread Ext. ง. Boring 3. ถ้าเราต้องการกลึงแปดหน้า ตามรูปร่างผิวหน้าชิ้นงาน คือข้อใด ก. Rough ข. Copy ค. Contour ง. Profile 4. ถ้าต้องการกลึงปอกผิว ตามแนวหารูปร่างผิวภายนอกชิ้นงาน ให้เลือกข้อใด ก. Face ข. Long ค. Ext. ง. Int. 5. ถ้าต้องการกลึงปอกผิว โดยการกินลึกอย่างละเท่าๆกัน ให้เลือกข้อใด ก. Equal ข. Constant ค. Min ง. Max

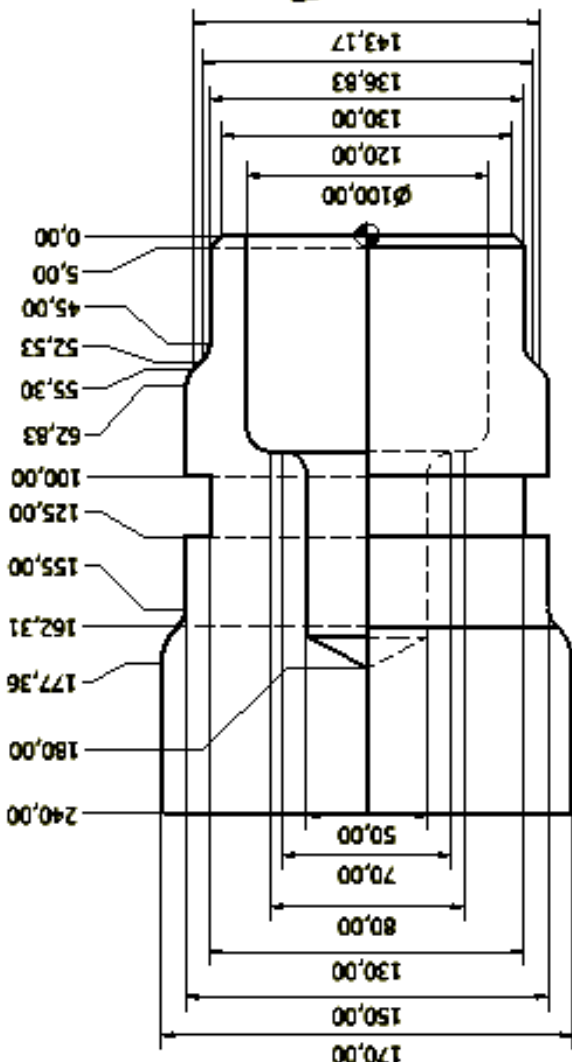
แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ
6. ต้องการการกลึงเจาะรอง และเพื่อเก็บละเอียดผนังข้าง จะเลือกของคำสั่ง ข้อใด ก. Finish ข. Semi Finish ค. Rough ง. Semi Groove 7. ต้องการการกลึงเจาะรอง แล้วกำหนดการเดินแบบวัฏจักรเจาะรอง คือข้อใด ก. Use Fine ข. Use Compensation ค. Use Total ง. Use Cycle 8. ต้องการการกลึงเกลียว แบบมีการปอกผิวหลังกลึงเกลียวเสร็จสิ้น คือข้อใด ก. Process type ข. Thread Finish ค. External Finish ง. Work type 9. ต้องการเลือกกลึงเกลียว แบบใช้วัฏจักรการกลึงเกลียวจะได้ G-Code คือข้อใด ก. G73 ข. G74 ค. G75 ง. G76 10. ถ้าเราต้องการเจาะรู ด้วยการใส่แบบวัฏจักรการเจาะรู G83 คือข้อใด ก. Drill ข. F_Drill ค. Tapping ง. Peck

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ
11. ถ้าเราต้องการเจาะรู ด้วยการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นในการเจาะรู คือข้อใด ก. First Point ข. Start Point ค. Drill Start Position ง. Drill End Position 12. ถ้าต้องการกลึงควานรู ตามแนวยาวรูปร่างผิวภายในชิ้นงาน ให้เลือก Mode ข้อใด ก. Face ข. Long ค. Internal. ง. External 13. ถ้าต้องการกลึงควานรู แบบใช้วัฏจักรการกลึงควานรู จะได้ G-Code ข้อใด ก. G73 ข. G74 ค. G75 ง. G76 14. การตรวจสอบโปรแกรมขบวนการกลึง โดยแสดงเฉพาะ Tool Path เท่านั้น คือข้อใด ก. 3D ข. Host CAD ค. Rest Material ง. Solid Verify 15. ตรวจสอบโปรแกรมขบวนการกลึง โดยแสดง Tool Path และ Tool แบบ 2 มิติ คือข้อใด ก. 3D ข. Turning ค. Rest Material ง. Solid Verify

แบบประเมินผลการเรียนรู้
การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ
16. ถาต้องการสร้างโปรแกรม NC Code ในแต่ละชนิดเครื่องจักร จะต้องเลือกที่ ข้อใด ก. CNC Controller ข. CNC Machine ค. Turning CNC ง. Lathe CNC 17. การตั้งชื่อและนามสกุลโปรแกรมเอ็นซีโค้ด สำหรับ โปรแกรมควบคุมเครื่องจักรของ Fanuc คือข้อใด ก. T008.mc ข. 8001.mc ค. 8004.nc ง. Rough.nc 18. การตรวจสอบขบวนการกลึงจากโปรแกรมเอ็นซี จะต้องตรวจสอบจากเครื่องกลึงอีกครั้ง โดยที่คำสั่งของการตรวจสอบจะอยู่ในโหมดใด ก. MEM ข. AUTO ค. DRY RUN ง. JOG

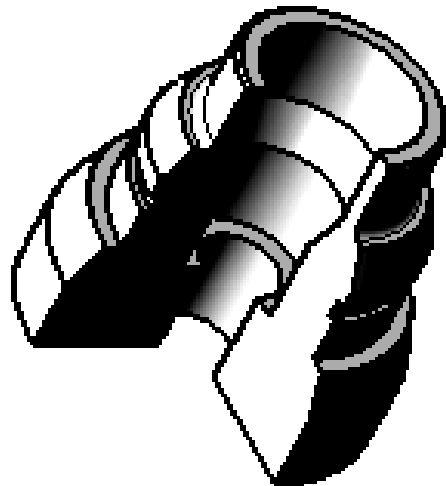
บทที่ 8	การสร้างโปรแกรมเอ็นซีงานกลึง 2 มิติ	ใบงานที่
		1

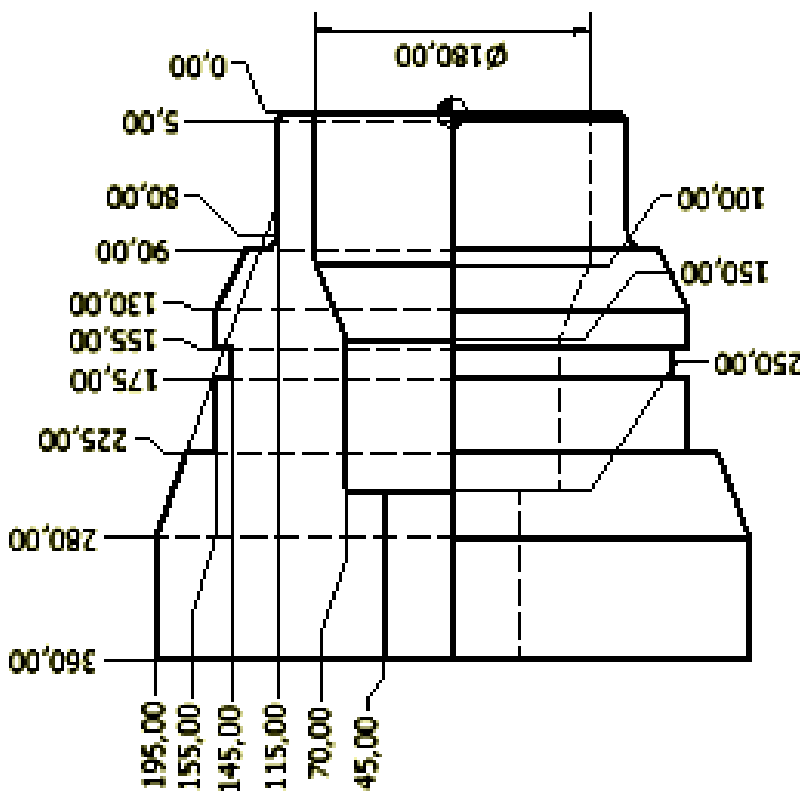
1. ให้สร้างขบวนการการกลึงชิ้นงาน 2 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 3 ชม.



บทที่ 8	การสร้างโปรแกรมเอ็นจิเนียร์งานกลึง 2 มิติ	ใบงานที่
		2

1. ให้สร้างขบวนการกลึงชิ้นงาน 3 มิติ ตามแบบที่กำหนดให้ เวลา 3 ชม.





The 2D technical drawing shows the front and side views of the stepped shaft. The front view (top) shows the profile of the shaft with the following diameters (from left to right): 195, 155, 145, 115, 70, and 45 mm. The side view (bottom) shows the length of the shaft with the following dimensions (from left to right): 5, 80, 90, 130, 155, 175, 225, 280, and 360 mm. The central hole has a diameter of 180 mm.

บรรณานุกรม

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ และ สมชาย ชูแก้ว , ออกแบบและเขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม
Autodesk

Inventor Professional (ฉบับมืออาชีพ). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทยญี่ปุ่น), 2547.

เอกสารประกอบการฝึกอบรม , **Autodesk Inventor 2009 Essentials Volume 1 Autodesk
Inc.**

กรุงเทพฯ : เอ็นอาร์ ออโตเมชัน ซิสเต็มส์ จำกัด , 2008.

เอกสารประกอบการฝึกอบรม , **Autodesk Inventor 2009 Essentials Volume 2 Autodesk
Inc.** กรุงเทพฯ : เอ็นอาร์ ออโตเมชัน ซิสเต็มส์ จำกัด , 2008.

Autodesk ,Inc. **InventorCAM Milling Training Course 2.5D Milling.**: USA.,2009

Autodesk ,Inc. **InventorCAM Turning Training Course** : USA., 2009

Curtis Waguespack. **Mastering Autodesk Inventor 2010.** Canada: Wiley Publishing Inc.,
2009.

Jensen,C.,Helsel,J.,and Short D. **Engineering Drawing and Design.Seventh Edition.**
Newyork : Mc Graw Hill Book Company., 2008.

James V. Valentino and Joseph Goldenberg. **Introduction to Computer Numerical
Control (CNC) Third Edition.** New Jersey : Pearson Education Inc., 2003.

P Nageswara Rao. **CAD/CAM Principles and Applications.** Newyork : Mc Graw Hill Book
Company., 2002.

[www. autodesk.com/education](http://www.autodesk.com/education)

[www. InventorCAM.com](http://www.InventorCAM.com)

[www. SolidCAM.com](http://www.SolidCAM.com)