

# คู่มือการใช้โปรแกรม *SolidWorks* ขั้นพื้นฐาน

โดย...

ผศ.ดร. จตุรงค์ ลังกาพินธุ์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

## หน่วยที่ 2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้าน CAD สร้างชิ้นงาน

### 2.1 บทนำ

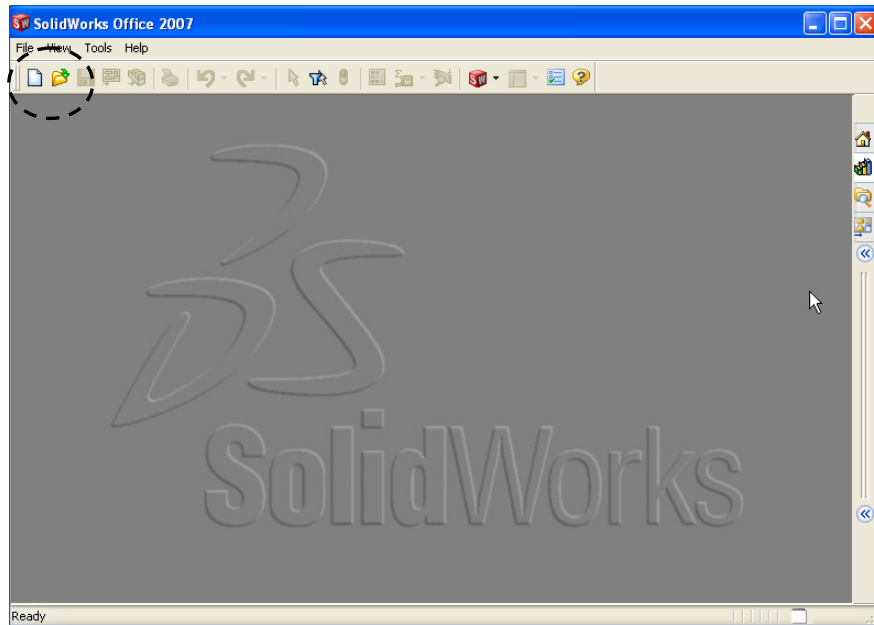
ปัจจุบันมีโปรแกรมด้าน CAD มากมายหลายโปรแกรมให้เลือกใช้งานดังที่ได้กล่าวไว้ในหน่วยที่ 1 แต่โปรแกรมที่เป็นที่นิยมมากที่สุดคือ โปรแกรม AutoCAD เพราะว่าเป็นโปรแกรมเขียนแบบโปรแกรมแรกที่ถูกนำเข้ามาใช้ในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย และอยู่กับวงการเขียนแบบมายาวนาน ขณะนี้ก็ยังถือว่าเป็นอันดับหนึ่งในการเขียนแบบ 2 มิติอยู่ แต่ถ้ากล่าวถึงการเขียนแบบ 3 มิติ โปรแกรม AutoCAD ใช้งานค่อนข้างเพราะต้องจดจำคำสั่งและขั้นตอนจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการพัฒนาโปรแกรมด้าน CAD สำหรับงาน 3 มิติเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น ซึ่งโปรแกรม Solidworks ก็เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ถูกพัฒนาและนิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

### 2.2 รู้จักกับโปรแกรม Solidworks

**Solidworks** เป็นโปรแกรมเขียนแบบและออกแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานออกแบบผลิตภัณฑ์ ออกแบบเฟอร์นิเจอร์ และออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล 3 มิติ ซึ่งมีฟังก์ชันการใช้งานดังต่อไปนี้

- การสร้าง **Part Solid** ใช้วิธีการ และเทคโนโลยีของ Surface Modeling (NURBS)
- **Assembly Modeling** สามารถประกอบชิ้นส่วน 3 มิติ ได้เร็วขึ้น โดยมีขนาดของไฟล์เล็กลง และใช้หน่วยความจำน้อย
- **Drawing** สร้าง Drawing 2 มิติ จาก 3 มิติ โดยอัตโนมัติ และ บันทึกไฟล์เป็น \*.dwg ได้
- **Simulation** ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ และตรวจสอบหาชิ้นส่วนที่ขัดกัน
- **Animator** สร้างภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของชิ้นส่วน หรือเครื่องจักรกล และสามารถบันทึกไฟล์เป็น \*.AVI (ไฟล์วีดีโอ) ได้
- **Sheet Metal** สามารถสร้างงานพับแบบต่างๆ และทำแผ่นคลึงงานโลหะแผ่นได้
- และ Module ใช้งานอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น

เมื่อเปิดโปรแกรม Solidworks จะมีวินโดว์หรือหน้าต่างดังรูปที่ 2.1 ซึ่งมีเมนูหลักคล้ายโปรแกรม Microsoft office

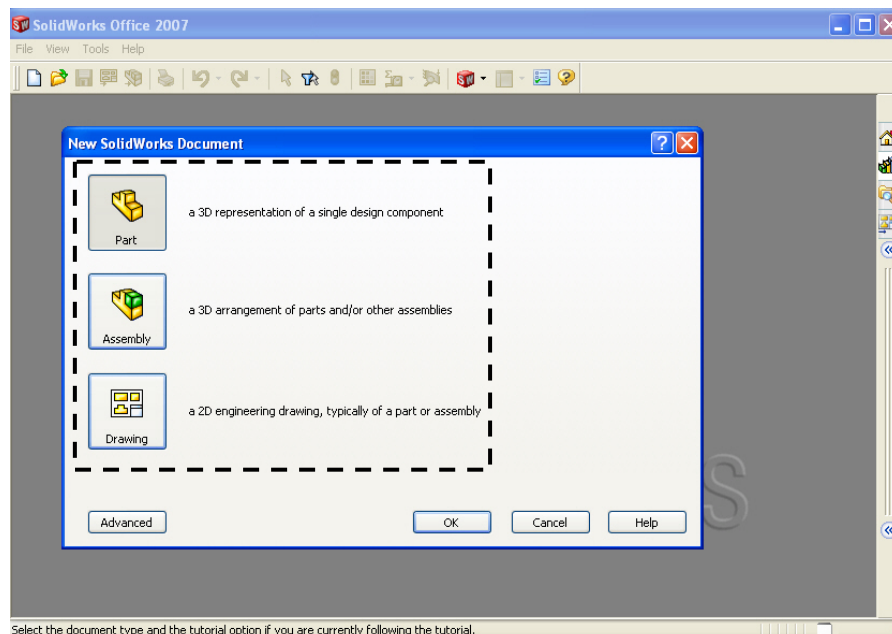


รูปที่ 2.1

- New** เป็นไอคอนที่คลิกเมื่อต้องการเริ่มสร้างงานใหม่ จะประกอบด้วยไฟล์หลาย ๆ ไฟล์ ให้เลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ของงานที่จะทำซึ่งจะกล่าวต่อไป
- Open** เป็นไอคอนที่คลิกเมื่อต้องการเปิดไฟล์ที่สร้างแล้วบันทึกเก็บไว้

### 2.2.1 ชนิดของไฟล์ในโปรแกรม Solidworks

เมื่อคลิกไอคอน New ก็จะปรากฏหน้าต่างรูปที่ 2.2 ซึ่งประกอบด้วยไฟล์ที่มีนามสกุลต่างๆ ตามลักษณะการใช้งานดังนี้



รูปที่ 2.2



เป็นไฟล์ที่ใช้สร้างชิ้นส่วน (part) หนึ่งไฟล์จะมีเพียงชิ้นส่วนประกอบเดียวเท่านั้น สามารถสร้างให้เป็น 2 มิติหรือ 3 มิติก็ได้ส่วนใหญ่นิยมสร้างเป็นชิ้นส่วน 3 มิติ



เป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับนำชิ้นส่วนเดี่ยว หรือไฟล์ชิ้นส่วนประกอบย่อย (Sub assemblies) มาประกอบกัน

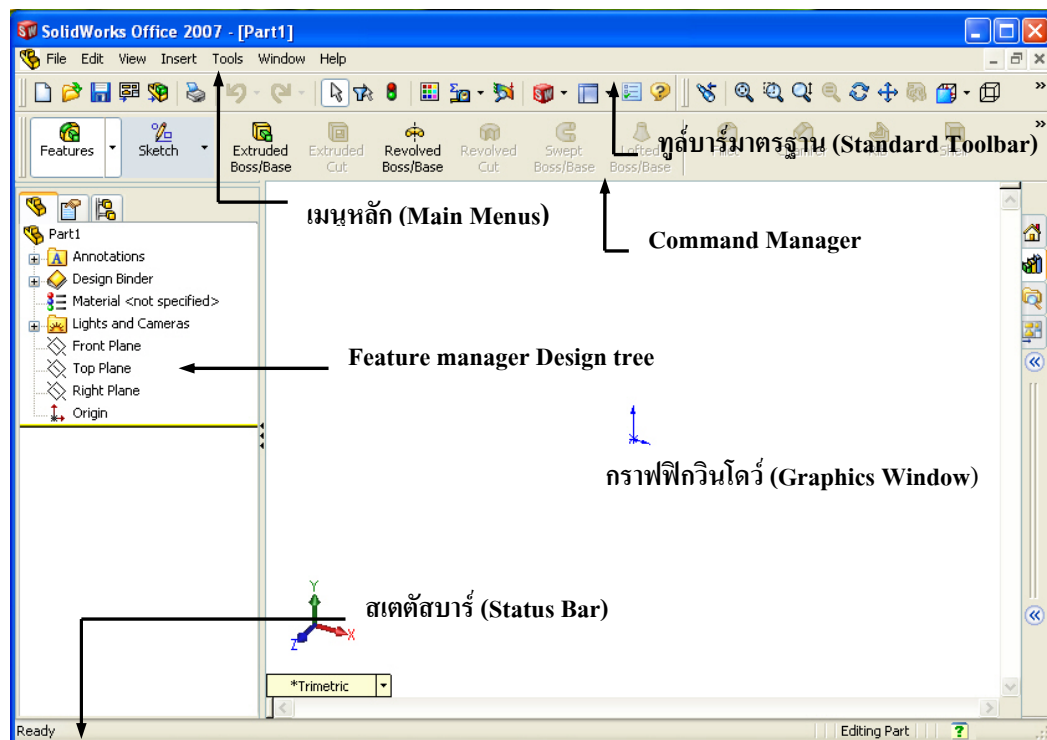


เป็นไฟล์ที่ใช้สร้างงานเขียนแบบสั่งงานผลิต (Drawing) โดยการนำไฟล์ part หรือไฟล์ Assembly มาวางในไฟล์นี้ สามารถกำหนดขนาดและสัญลักษณ์ในการเขียนแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปสั่งงานผลิตชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้

### 2.2.2 หน้าจอติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

โปรแกรม Solidworks จะรันอยู่บนระบบปฏิบัติการ ซึ่งมีเมนูบาร์ ทูลบาร์ต่าง ๆ ให้ใช้งานอย่างง่าย ๆ เหมือนโปรแกรมอื่นๆ ที่รันบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ทั่วไป จะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังรูปที่

2.3



รูปที่ 2.3

|                         |                                                                                                                                               |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Main Menus</b>       | เป็นแถบคำสั่งที่เรียกใช้งาน โดยใช้เมาส์เลือกจะแสดงชื่อ                                                                                        |
| <b>Standard toolbar</b> | เป็นคำสั่งมาตรฐานของวินโดวและโปรแกรม Solidworks และเป็นที่อยู่                                                                                |
| <b>Command Manager</b>  | ของแถมเครื่องมือของโปรแกรม Solidworks สามารถปรับเปลี่ยนได้ตาม<br>ผู้ใช้งาน                                                                    |
| <b>Feature manager</b>  | เป็นที่อยู่ของ Browser จะแสดงประวัติขั้นตอนการทำงานที่ใช้เครื่องมือ                                                                           |
| <b>Design tree</b>      | ชนิดใด วิธีใดมาบ้าง และพร้อมที่จะแก้ไขได้ตลอดเวลา                                                                                             |
| <b>Graphics Window</b>  | เป็นพื้นที่ที่ใช้เขียนแบบ 2 มิติและ 3 มิติ                                                                                                    |
| <b>Status Bar</b>       | เป็นตำแหน่งที่แสดงข้อความบอกให้ทราบว่าท่านทำงานถึงขั้นตอนไหน<br>และ เป็นสิ่งที่คอยอธิบายให้คุณทำอะไรต่อไป เทียบได้กับ Command:<br>ของ AutoCAD |

### 2.2.3 มุมมองของวัตถุในโปรแกรม Solidworks

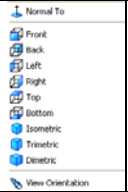
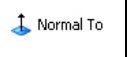
มุมมองหรือการมองภาพแบบต่าง ๆ ในโปรแกรม Solidworks จะช่วยอำนวยความสะดวกในการมองภาพและการเขียนแบบ คำสั่งที่ใช้แสดงมุมมองแบบต่าง ๆ (View tools) จะอยู่บนทูลบาร์มาตรฐานดังรูปที่ 2.4



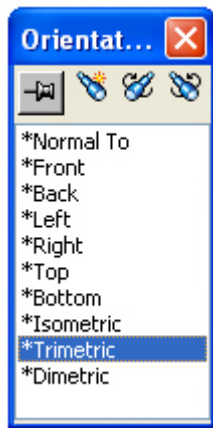
รูปที่ 2.4

ต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายถึงความหมายและวิธีการใช้ไอคอนมุมมองต่างๆ (View tools) ที่อยู่บนทูลบาร์มาตรฐานดังตารางต่อไปนี้

| ไอคอน | คำสั่ง        | ความหมายและวิธีการใช้งาน                                                                                                             |
|-------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Previous view | แสดงภาพของวัตถุในมุมมองก่อนหน้ามุมมองที่แสดงอยู่ในปัจจุบันโดยการคลิกที่ไอคอน                                                         |
|       | Zoom to fit   | แสดงภาพของวัตถุทั้งหมด ตามขอบเขตของจอภาพโดยการคลิกที่ไอคอน                                                                           |
|       | Zoom to area  | ขยายภาพของวัตถุบางส่วนตามกรอบของหน้าต่างที่เลือก โดยการคลิกที่ไอคอนเลือกตำแหน่งที่ต้องการขยายโดยการสร้างกรอบหน้าต่างครอบตำแหน่งนั้นๆ |
|       | Zoom In-Out   | ขยายหรือย่อภาพของวัตถุ โดยคลิกที่ไอคอน หรือหมุนปุ่มกลางของเมาส์เข้า-ออก                                                              |

| ไอคอน                                                                               | คำสั่ง                | ความหมายและวิธีการใช้งาน                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Zoom to selection     | ขยายพื้นที่ที่เลือก อาจเป็นพื้นผิวเดียวหรือหลายพื้นผิวก็ได้ โดยการเลือกพื้นผิวของภาพแล้วคลิกที่ไอคอน                                                                                                                    |
|    | Rotate view           | การหมุนวัตถุ โดยการ<br>- คลิกที่ไอคอน จะปรากฏเส้นที่เป็นวงกลมขึ้นบนจอภาพหมุนวัตถุอิสระให้คลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่จุดในวงกลมคลิกค้างไว้แล้วหมุนได้ตามความต้องการ<br>- หรือกดปุ่มกลางของเมาส์ค้างไว้แล้วหมุนได้ตามความต้องการ |
|    | Pan                   | เลื่อนย้ายวัตถุไปยังตำแหน่งที่ต้องการโดยการ<br>- คลิกที่ไอคอนแล้วคลิกเมาส์ปุ่มซ้ายที่วัตถุค้างไว้เลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ                                                                                           |
|    | Standard View         | การเปลี่ยนมุมมองไปยังมุมมองมาตรฐาน เช่น ภาพด้านหน้า (Front) ภาพด้านหลัง (Back) และมุมมองมาตรฐาน อื่นๆ โดยคลิกที่ไอคอนของมุมมองมาตรฐานต่างๆ ที่ต้องการ                                                                   |
|    | Normal To             | การเปลี่ยนมุมมองของภาพให้ขนานกับระนาบหรือพื้นผิวที่ราบเรียบ โดยการเลือกระนาบหรือพื้นผิวราบแล้วคลิกที่ไอคอน                                                                                                              |
|   | Wire Frame            | การให้วัตถุแสดงเฉพาะเส้นเต็ม โดยการคลิกที่ไอคอน                                                                                                                                                                         |
|  | Hidden lines visible  | การให้วัตถุแสดงเส้นที่มองเห็นเป็นเส้นเต็ม ส่วนเส้นที่มองไม่เห็นจะแสดงเป็นเส้นประ โดยการคลิกที่ไอคอน                                                                                                                     |
|  | Hidden lines removed  | การให้วัตถุแสดงเฉพาะเส้นที่มองเห็นเท่านั้น ส่วนเส้นที่มองไม่เห็นจะไม่แสดง โดยการคลิกที่ไอคอน                                                                                                                            |
|  | Shaded with Edges     | การให้แสงเงาแก่วัตถุและให้แสดงเส้นขอบรูปทุกเส้นของวัตถุ โดยการคลิกที่ไอคอน                                                                                                                                              |
|  | Shaded                | การให้แสงเงาแก่วัตถุและแต่ไม่ให้แสดงเส้นขอบรูป โดยการคลิกที่ไอคอน                                                                                                                                                       |
|  | Shadow in Shaded Mode | การให้แสงเงาได้วัตถุ โดยการคลิกที่ไอคอน                                                                                                                                                                                 |
|  | Section view          | การให้แสดงภาพตัดของวัตถุตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยการคลิกที่ไอคอน                                                                                                                                                         |

การให้มุมมองมาตรฐาน (Standard View) แสดงบนกราฟิกวินโดว์ ทำได้โดยการกด Space bar จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Orientation บนกราฟิกวินโดว์ สามารถคลิกเลือกมุมมองที่ต้องการจากป๊อปอัพเมนูดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5

## 2.3 วิธีการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติด้วยโปรแกรม Solidworks

การสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Solidworks ส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนในการสร้างอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

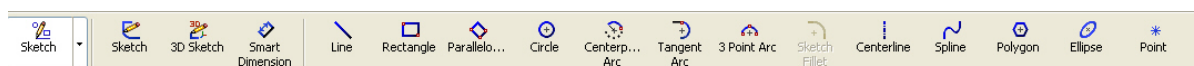
1. สเก็ตช์ภาพด้วยเส้นหรือภาพรูปทรงเรขาคณิตเป็นภาพ 2 มิติ
2. กำหนดความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตให้ภาพสเก็ตช์ นั้นๆ
3. กำหนดขนาดให้ภาพสเก็ตช์
4. สร้างเนื้อของชิ้นส่วนให้เป็น 3 มิติโดยใช้ฟีเจอร์ต่างๆ (Feature)

ดังนั้นในหน่วยเรียนนี้จะอธิบายและให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติในการสร้างชิ้นงานทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าว

## 2.4 การสเก็ตช์ภาพ 2 มิติสเก็ตช์ทูลบาร์

### 2.4.1 เครื่องมือพื้นฐานของสเก็ตช์ 2 มิติ (Sketch Toolbar)

ก่อนที่จะเริ่มต้นการสเก็ตช์ภาพเพื่อสร้างชิ้นส่วนนั้นจะต้องศึกษาสเก็ตช์ทูลบาร์ของโปรแกรม Solidworks ดังรูปที่ 2.6 ให้เข้าใจเสียก่อน



รูปที่ 2.6

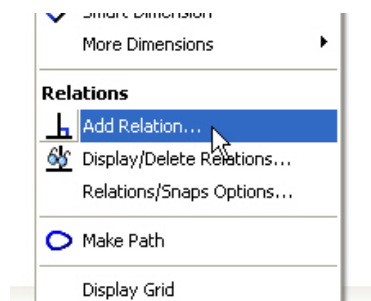
| ไอคอน                                                                               | คำสั่ง                  | ความหมายและการใช้งาน                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Line                    | ใช้สร้างเส้นตรงและเส้นโค้งที่ต่อจากจุดสุดท้ายของเส้นตรง                                                                                                           |
|    | Spline                  | ใช้สร้างเส้นอิสระ โดยจุดที่คลิกจะเป็นจุดบอกตำแหน่งทางเดินของเส้นอิสระ                                                                                             |
|    | Ellipse                 | ใช้สร้างวงรี โดยจุดแรกที่คลิกคือจุดศูนย์กลางของวงรี จุดต่อไปคือด้านยาวและด้านสั้นของวงรีตามลำดับ                                                                  |
|    | Three Point Arc         | ใช้สร้างเส้นโค้งโดยคลิกจุด 3 จุด จุดแรกและจุดที่สองคือจุดเริ่มต้นและจุดปลายของเส้นโค้ง ส่วนจุดที่สามคือจุดบนเส้นโค้ง                                              |
|    | Tangent Arc             | ใช้สร้างเส้นโค้งที่ต่อจากปลายของเส้นตรงหรือเส้นโค้งอื่น ๆ โดยการคลิกจุดแรกที่ปลายเส้นตรงหรือเส้นโค้งและลากมาคลิกจุดที่สองจะเป็นจุดปลายของเส้นโค้งที่สร้างใหม่     |
|    | Center Point Arc        | ใช้สร้างเส้นโค้ง โดยการคลิก 3 จุด จุดแรกคือ จุดศูนย์กลางของเส้นโค้งจุดที่สองและสามคือจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของเส้นโค้งตามลำดับ                                  |
|    | Two Point Rectangle     | ใช้สร้างรูป 4 เหลี่ยมโดยการกำหนดจุด 2 จุด เป็นจุดของเส้นทะแยงมุม                                                                                                  |
|   | Parallelogram           | ใช้สร้างรูป 4 เหลี่ยม โดยการคลิกกำหนดจุด 3 จุด                                                                                                                    |
|  | Sketch Fillet           | ใช้ลบมุมของวัตถุให้เป็นส่วนโค้งตามรัศมีที่กำหนด                                                                                                                   |
|  | Sketch Chamfer          | ใช้ลบมุมของวัตถุให้เป็นเส้นตรงตามระยะที่กำหนด โดยสามารถกำหนดวิธีการลบมุมได้ 3 แบบ คือ ลบแบบ 2 ด้านเท่ากัน ลบแบบ 2 ด้านไม่เท่ากัน หรือใช้การกำหนดระยะและมุมในการลบ |
|  | Point                   | ใช้สร้างจุดสำหรับใช้เจาะรู หรือ สร้างจุดเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ                                                                                                   |
|  | Polygon                 | ใช้สร้างรูปทรงเรขาคณิต ที่มีลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมด้านเท่า โดยสามารถกำหนดจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมตามที่ต้องการได้                                                 |
|  | Mirror                  | ใช้คัดลอกวัตถุแบบกระจกเงา โดยวัตถุจะมีลักษณะสมมาตร                                                                                                                |
|  | Linear Sketch Pattern   | ใช้คัดลอกวัตถุไปตามแถวและหลักตามจำนวนและระยะที่ต้องการ                                                                                                            |
|  | Circular Sketch Pattern | ใช้คัดลอกวัตถุไปตามแนวรัศมีของวงกลม ตามจำนวน และระยะที่ต้องการ                                                                                                    |
|  | Offset                  | ใช้คัดลอกวัตถุแบบขนาน ซึ่งมีระยะห่างคงที่จากวัตถุเดิม โดยสามารถกำหนดระยะได้ตามต้องการ                                                                             |
|  | Smart Dimension         | ใช้บอกขนาดของวัตถุในแนวต่าง ๆ                                                                                                                                     |
|  | Extend Entities         | ใช้ยืดเส้นออกไปยังเส้นอื่น โดยการคลิกที่จุดปลายของเส้นที่ต้องการยืดเส้นก็จะยืดออกไปต่อกับเส้นอื่นตามต้องการ                                                       |
|  | Trim Entities           | ใช้ลบเส้นที่ไม่ต้องการออก โดยคลิกเส้นที่ไม่ต้องการเส้นนั้นก็จะถูกลบ                                                                                               |



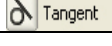
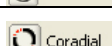
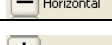
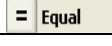
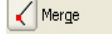
| ไอคอน                                                                             | คำสั่ง                  | ความหมายและการใช้งาน                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Add Relation            | ใช้ให้ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตหรือการบังคับกับภาพสเก็ตช์ให้ตั้งฉาก                                                                                                                                                    |
|  | Display/Delete Relation | ใช้สำหรับให้วัตถุแสดงความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตต่าง ๆ ที่วัตถุมีโดยสามารถลบความสัมพันธ์ดังกล่าวโดยการเลือกความสัมพันธ์ตัวนั้นแล้วใช้คำสั่ง Delete บนป๊อปอัพเมนู                                                         |
|  | Convert Entities        | ใช้คัดลอกเส้นหรือเส้นของรูปทรงเรขาคณิตของวัตถุโดยการฉายลงบนระนาบของสเก็ตช์ที่เปิดอยู่ โดยเส้นต่าง ๆ ที่คัดลอกจะมีความสัมพันธ์กับเส้นหรือเส้นของรูปทรงต้นแบบ ซึ่งเมื่อต้นแบบเปลี่ยนเส้นที่คัดลอกไปก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย |
|  | Centerline              | ใช้สร้างเส้นร่างหรือเส้นศูนย์กลาง                                                                                                                                                                                    |
|  | Sketch Picture          | ใช้แทรกไฟล์รูปภาพต่าง ๆ เข้ามายังสเก็ตช์                                                                                                                                                                             |
|  | Construction Geometry   | ใช้เปลี่ยนสลับเส้นร่างเป็นเส้นเต็ม หรือเส้นเต็มเป็นเส้นร่าง                                                                                                                                                          |

#### 2.4.2 เครื่องมือพื้นฐานของ Relation

การกำหนดความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตหรือการบังคับคุณสมบัติของเส้นแบบต่างๆ มีความสำคัญและช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบเป็นอย่างมาก เมื่อเราทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงภาพสเก็ตช์ในภายหลัง ตัวอย่างเช่น เมื่อเรากำหนดให้วงกลม 2 วง ให้มีขนาดเท่ากัน โดยใช้ คำสั่ง Add Relation เมื่อเราเปลี่ยนแปลงขนาดของวงกลมใดวงกลมหนึ่ง อีกวงหนึ่งก็จะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของวงกลมที่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะมีขนาดเท่ากันตลอด คุณสามารถกำหนดความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางเรขาคณิตของภาพสเก็ตช์ โดยการคลิกปุ่ม Add Relation หรือคลิกขวาบนกราฟิกวินโดว์แล้วเลือก Add Relation ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งแต่ละ Relation มีความหมายดังต่อไปนี้



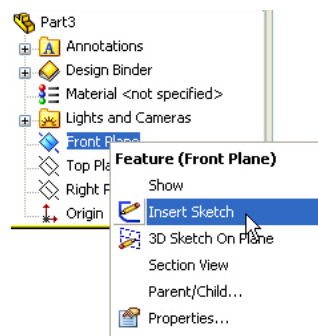
รูปที่ 2.7

| ไอคอน                                                                                           | คำสั่ง        | ความหมายและการใช้งาน                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Perpendicular | Perpendicular | ใช้กำหนดเส้น 2 เส้นตั้งฉากกัน โดยเส้นแรกที่จะเลือกจะอยู่ในตำแหน่งเดิม ส่วนเส้นที่ 2 ที่เลือกจะเลื่อนไปตั้งฉากกับเส้นแรก            |
|  Parallel      | Parallel      | ใช้กำหนดให้เส้น 2 เส้นขนานกัน โดยเส้นแรกที่จะเลือกจะอยู่ในตำแหน่งเดิม ส่วนเส้นที่ 2 ที่เลือกจะปรับเลื่อนไปขนานกับเส้นแรก           |
|  Tangent       | Tangent       | ใช้กำหนดให้เส้นตรงไปสัมผัส (Tangent) กับเส้นโค้งหรือวงกลม                                                                          |
|  Coincident    | Coincident    | ใช้เคลื่อนย้ายตำแหน่งของจุดปลายของเส้น 2 เส้น ให้เข้ามาประสานกัน ใช้ได้ทั้งเส้นโค้งและเส้นตรง                                      |
|  Concentric    | Concentric    | ใช้กำหนดให้วงกลมหรือเส้นโค้งร่วมศูนย์กลางกัน                                                                                       |
|  Co-radial     | Co-radial     | ใช้กำหนดให้วงกลมหรือเส้นโค้งมีรัศมีเท่ากันและทับกัน                                                                                |
|  Horizontal    | Horizontal    | ใช้กำหนดให้เส้นตรงต่าง ๆ ขนานกับเส้นของแกนนอน                                                                                      |
|  Vertical      | Vertical      | ใช้กำหนดให้เส้นตรงต่าง ๆ ขนานกับเส้นของแกนตั้ง                                                                                     |
|  Equal       | Equal         | ใช้กำหนดให้ขนาดของเส้นตรง เส้นโค้ง หรือวงกลมมีขนาดที่เท่ากัน                                                                       |
|  Fix         | Fix           | ใช้กำหนดให้จุดต่าง ๆ อยู่กับที่ (Fix) เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดปลายของเส้นตรง เส้นโค้งหรือจุดศูนย์กลางของวงกลมต่าง ๆ |
|  Merge       | Merge         | ใช้กำหนดให้จุดต่อของเส้นตรงหรือจุดศูนย์กลางของวงกลม ประสานกันกับจุดต่อของเส้นตรงหรือจุดศูนย์กลางของวงกลมอื่นๆ                      |
|  Midpoint    | Midpoint      | ใช้กำหนดให้จุดต่อของเส้นตรงหรือจุดศูนย์กลางของวงกลม ประสานกันกับจุดกึ่งกลางของเส้นตรง                                              |

### ตัวอย่างการสเกตช์รูป การกำหนด Relation และการบอกขนาด

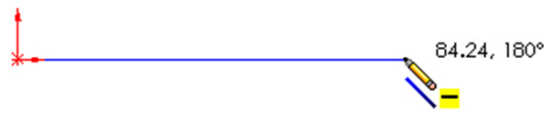
#### ตัวอย่างที่ 1

1. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. คลิกขวาที่ Front Plane เลือก Insert Sketch เพื่อเริ่มสเกตช์บนระนาบด้านหน้า ดังรูปที่ 2.8



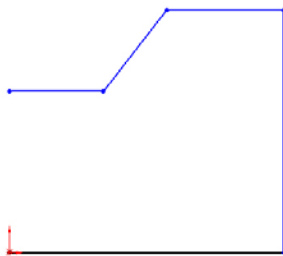
รูปที่ 2.8

3. ใช้คำสั่ง  และ บนทูลบาร์มาตรฐาน เริ่มสเก็ตช์เส้นตรงจากจุด Origin (จุดสีแดง) ให้มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของแบบที่ต้องการมากที่สุด โดยให้ดูจากตัวเลขบอกขนาดที่เคอร์เซอร์ดังรูปที่ 2.9 เพื่อใช้เป็นเส้นอ้างอิง



รูปที่ 2.9

4. ใช้คำสั่ง  สร้างเส้นต่างๆ ดังรูปที่ 2.10



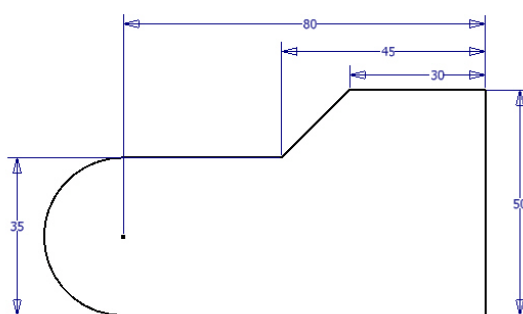
รูปที่ 2.10



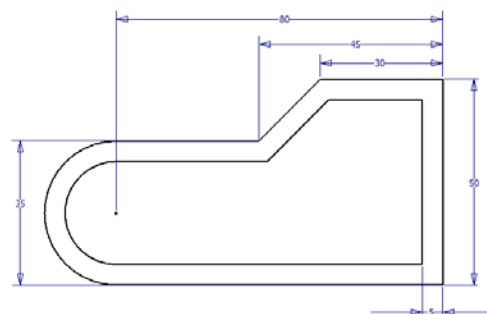
รูปที่ 2.11

5. ใช้คำสั่ง  สร้างรูปครึ่งวงกลมต่อจากส่วนปลายของเส้นตรงในแนวนอนทั้งสองเส้นดังรูปที่ 2.11

6. ใช้คำสั่ง  กำหนดขนาดของแบบดังรูปที่ 2.12



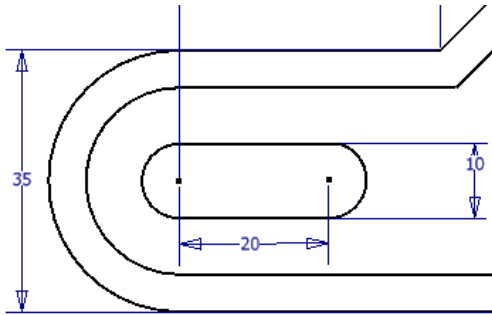
รูปที่ 2.12



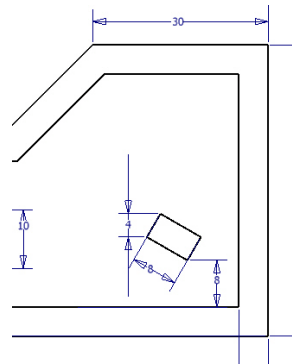
รูปที่ 2.13

7. ใช้คำสั่ง  คลิกเส้นรอบรูปดังรูปที่ 2.16 กำหนดขนาด Offset เข้ามาด้านใน 5 mm

8. ใช้คำสั่ง  สร้างเส้นตรงและเส้นโค้งและใช้คำสั่ง  กำหนดขนาดดังรูปที่ 2.14

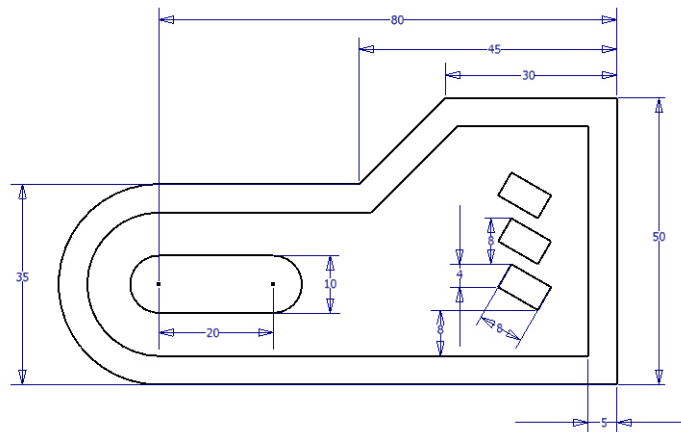


รูปที่ 2.14



รูปที่ 2.15

9. ใช้คำสั่ง  (Parallelogram) สร้างสี่เหลี่ยมและกำหนดขนาดดังรูปที่ 2.15

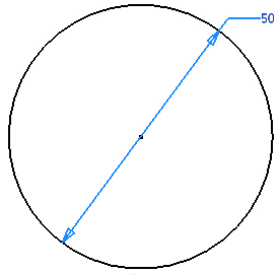


รูปที่ 2.16

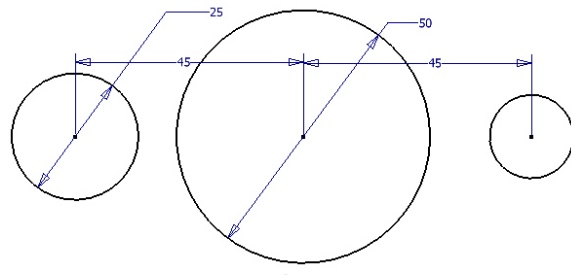
10. ใช้คำสั่ง  (Linear Sketch Pattern) คัดลอกรูปสี่เหลี่ยมที่เขียนจากข้อที่ 10 อีกสองรูปจะได้แบบ 2 มิติ ดังรูปที่ 2.16
11. ออกจากโหมด 2D sketch โดยคลิกที่ไอคอน 
12. บันทึกไฟล์

## ตัวอย่างที่ 2

- คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
- ใช้คำสั่ง  และคำสั่ง  บนพาเนลบาร์ เขียนวงกลมและกำหนดขนาดดังรูปที่ 2.17 เพื่อใช้เป็นวงกลมอ้างอิง

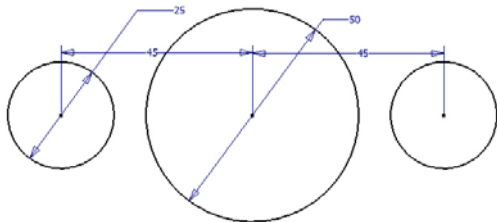


รูปที่ 2.17

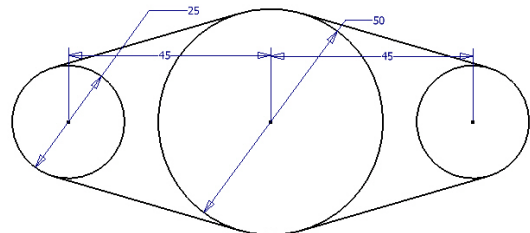


รูปที่ 2.18

3. ใช้คำสั่ง Circle เขียนรูปวงกลม 2 รูป และคำสั่ง Smart Dimension และกำหนดขนาดดังภาพที่ 2.18
4. ใช้คำสั่ง Equal คลิกที่วงกลมวงเล็กทั้งสองวง เพื่อให้วงกลมทั้งสองวงมีขนาดเท่ากัน จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.19

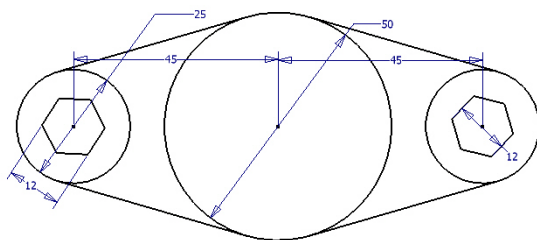


รูปที่ 2.19

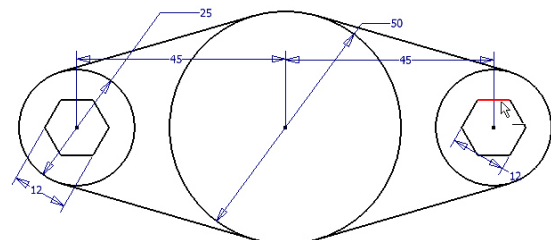


รูปที่ 2.20

5. ใช้คำสั่ง Line สร้างเส้นสัมผัสวงกลมทั้ง 3 วงดังรูปที่ 2.20 และใช้คำสั่ง Tangent คลิกที่เส้นตรงและวงกลม เพื่อให้เส้นตรงและวงกลมสัมผัสกัน โดยทำทีละคู่จนครบ 6 คู่
6. ใช้คำสั่ง Polygon สร้างรูปหกเหลี่ยม และใช้คำสั่ง Smart Dimension กำหนดขนาดดังรูปที่ 2.21

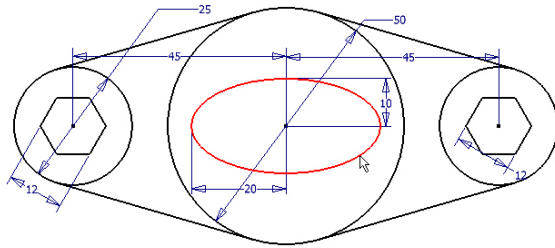


รูปที่ 2.21

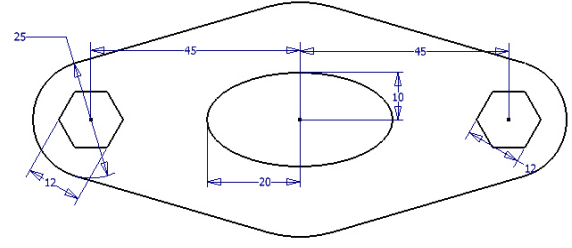


รูปที่ 2.22

7. ใช้คำสั่ง Horizontal คลิกที่เส้นแนวนอนของหกเหลี่ยมทีละรูป เพื่อให้รูปหกเหลี่ยมทั้งสองรูปอยู่ในแนวระนาบ จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.22
8. ใช้คำสั่ง Ellipse สร้างรูปวงรีและใช้คำสั่ง Smart Dimension กำหนดขนาดดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23



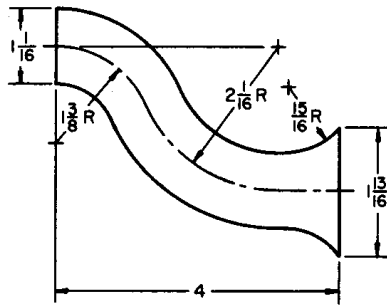
รูปที่ 2.24

9. ใช้คำสั่ง  Trim Entities คลิกบนเส้นที่ไม่ต้องการ ให้ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.24
10. คลิกขวบนกราฟิกวินโดว์เลือก Exit Sketch บนกล่องโต้ตอบ
11. บันทึกไฟล์ชื่อ Sketch example 2

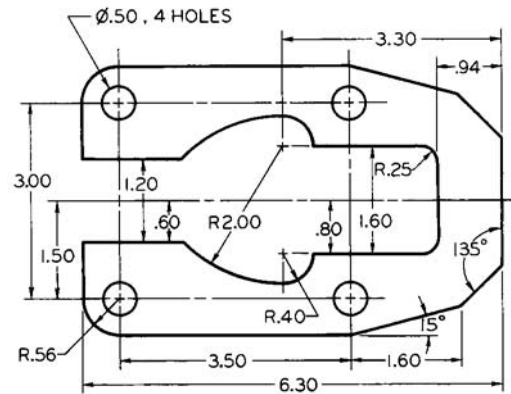
## แบบทดสอบที่ 2

ให้ฝึกการสเก็ตช์รูป การกำหนด Constraints และการบอกขนาด

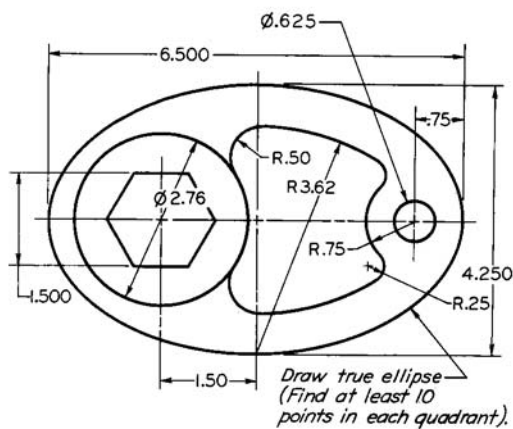
หน่วยนิ้ว (English)



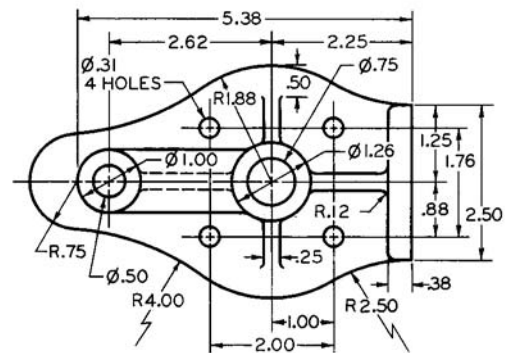
ข้อที่ 1



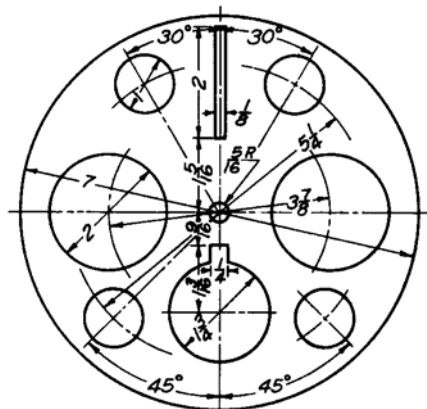
ข้อที่ 2



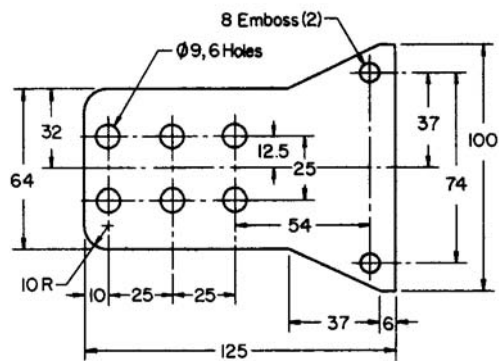
ข้อที่ 3



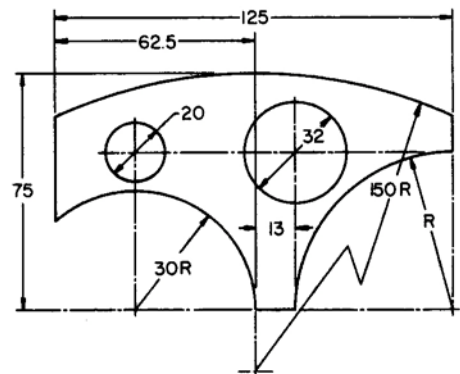
ข้อที่ 4



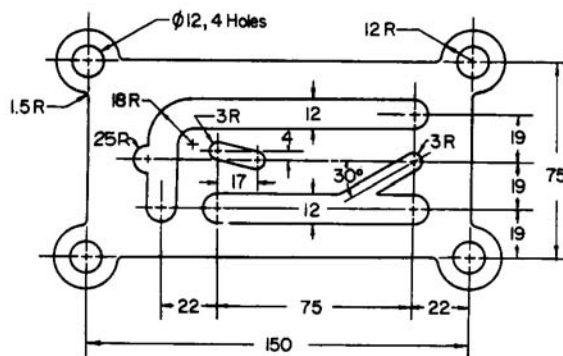
## หน่วยมิลลิเมตร (Metric)



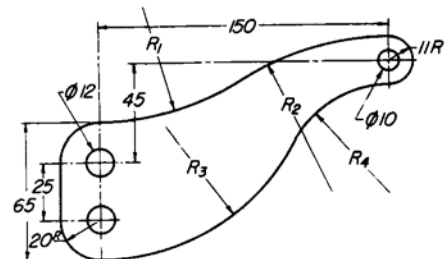
ข้อที่ 1



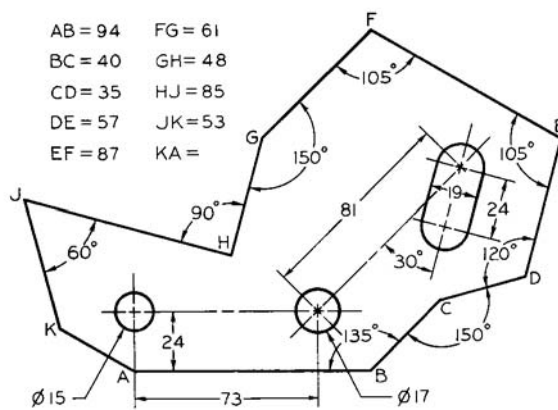
ข้อที่ 2



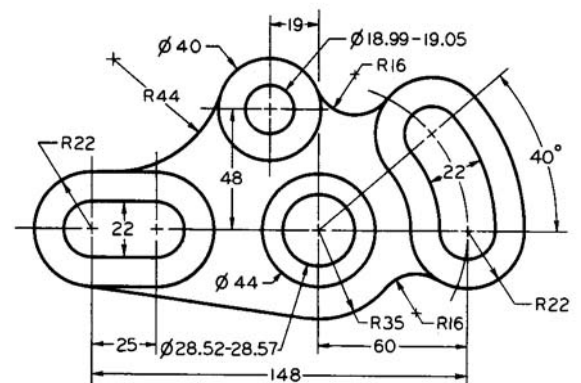
ข้อที่ 3



ข้อที่ 4



ข้อที่ 5



ข้อที่ 6

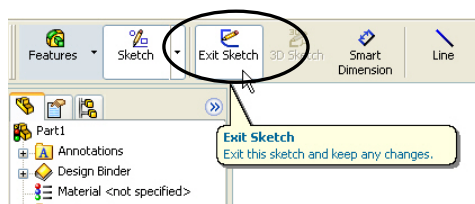


## 2.5 การสร้างชิ้นส่วน 3 มิติด้วยฟีเจอร์ทูลบาร์

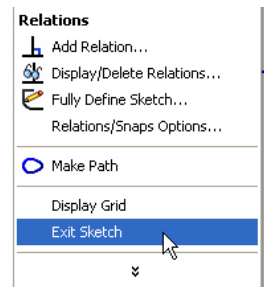
### 2.5.1 การเปลี่ยนสเกตช์ทูลบาร์เป็นฟีเจอร์ทูลบาร์

เมื่อคุณสเกตช์หน้าตัด 2 มิติ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการเปลี่ยนคำสั่งทูลบาร์มาตรฐาน จากสเกตช์ทูลบาร์เป็นฟีเจอร์ทูลบาร์ เพื่อที่จะใช้ฟีเจอร์สร้างเนื้อของชิ้นส่วน ซึ่งคุณสามารถเปลี่ยนได้ตามวิธีการดังนี้

1. คลิกปุ่ม Exit Sketch บนทูลบาร์มาตรฐานดังรูปที่ 2.28

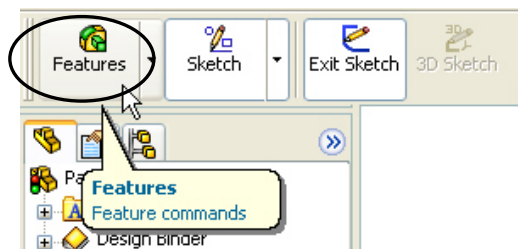


รูปที่ 2.28



รูปที่ 2.29

2. คลิกขวามบนกราฟิกวินโดว์จะมีกล่องโต้ตอบเกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.29 คลิกเลือกที่ Exit Sketch
3. คลิกเลือก Feature บนทูลบาร์มาตรฐานดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30

### 2.5.2 เครื่องมือพื้นฐานของฟีเจอร์ (Feature Toolbar)

ก่อนที่จะเริ่มต้นการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ จากภาพที่สเกตช์ไว้ คุณควรศึกษาฟีเจอร์ทูลบาร์ของโปรแกรม SolidWorks ดังรูปที่ 2.31 ให้เข้าใจเสียก่อน



รูปที่ 2.31

| ไอคอน                                                                               | คำสั่ง                                                                                                          | ความหมายและการใช้งาน                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Extrude                                                                                                         | ใช้ยึดเนื้อวัตถุออกมาตามรูปเส้นรอบนอก (Profile) ที่สเกตช์ไว้ สามารถยืดออกในทิศทางบวกหรือลบก็ได้                                                              |
|    | Extrude Cut                                                                                                     | ใช้ตัดเนื้อวัตถุจากเนื้อวัตถุที่ผ่านการยึดมาแล้ว                                                                                                             |
|    | Revolve                                                                                                         | ใช้เพิ่มเนื้อวัตถุโดยวิธีการหมุน (Rotates) รูปเส้นรอบนอกหรือหน้าตัดของสเกตช์ไปรอบเส้นตรงหรือแกนหมุนตามมุมที่กำหนด                                            |
|    | Revolve Cut                                                                                                     | ใช้หมุนตัดเนื้อวัตถุออกจากชิ้นงาน                                                                                                                            |
|    | Hole wizard                                                                                                     | ใช้สร้างรูเจาะแบบต่าง ๆ พร้อมกับสร้างเกลียวชนิดต่าง ๆ บนชิ้นงานได้                                                                                           |
|    | Shell                                                                                                           | ใช้ตัดเนื้อชิ้นงานส่วนที่เราได้เลือกออก โดยเหลือผิวเปลือกนอกไว้ตามความหนาที่กำหนด                                                                            |
|    | Rib                                                                                                             | ใช้สร้างงานที่มีลักษณะคล้ายคาน โดยการยึดเนื้อออกมาจากเส้น สเกตช์ 2 มิติ                                                                                      |
|    | Loft                                                                                                            | ใช้สร้างเนื้อวัตถุโดยการเชื่อมต่อของเส้นรอบนอก (Profile) ที่สเกตช์ไว้บนระนาบ (plane) ต่าง ๆ                                                                  |
|    | Sweep                                                                                                           | ใช้สร้างเนื้อวัตถุ จากเส้นprofile ที่ได้สเกตช์ไว้ให้วิ่งไปตามเส้นทางเดิน (Path) ที่กำหนด                                                                     |
|  | Fillet                                                                                                          | ใช้ลบมุมชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นรัศมีโค้งตามขนาดที่กำหนด                                                                                                       |
|  | Chamfer                                                                                                         | ใช้ลบมุมชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นขอบเรียบตามขนาดที่กำหนด                                                                                                        |
|  | Plane<br>Axis<br>Coordinate System<br>Point<br>Mate Reference                                                   | ใช้สร้างระนาบ (Plane) แกน (Axis) จุด (Point) ระบบแกน (Coordinate System) หรือ Mate Reference ขึ้นมาช่วยสร้างเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบให้ผู้ออกแบบ |
|  | Split Line<br>Composite Curve<br>Curve Through XYZ Points<br>Curve Through Reference Points<br>Helix and Spiral | ใช้สร้างเส้นSplit line สำหรับแบ่งแยกพื้นผิวหรือชิ้นงานออกเป็น ส่วนๆ หรือเส้นโค้ง หรือ เส้น Helix and Spiral                                                  |
|  | Linear Pattern                                                                                                  | ใช้คัดลอก Feature ตามแนวเส้นตรงที่เลือกในจำนวนที่ต้องการ                                                                                                     |
|  | Circular Pattern                                                                                                | ใช้คัดลอก Feature ตามแนวรัศมีรอบแกนหมุนที่เลือกในจำนวนที่ต้องการ                                                                                             |
|  | Mirror Feature                                                                                                  | ใช้คัดลอก Feature แบบกระจกเงา โดยชิ้นงานที่ได้จากการ Mirror จะมีลักษณะที่สมมาตรกัน                                                                           |

ข้อแนะนำ ถ้านักศึกษาใช้ไอคอนต่างๆจนชำนาญ และจำชื่อของไอคอนได้แล้ว สามารถที่จะสั่งให้โปรแกรมแสดงเฉพาะรูปไอคอน (ไม่แสดงชื่อที่ต่อด้านหลัง) เพื่อความสะดวกในการทำงานและประหยัดเนื้อที่ โดยการคลิกขวาบนทูลบาร์มาตรฐานเลือก เอาเครื่องหมายถูกหน้า Use Large Buttons with text ออก

การสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ ส่วนใหญ่จะต้องใช้หลาย ๆ ฟีเจอร์รวมกัน ฟีเจอร์จะแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

**Base Features** เป็นกลุ่มที่ใช้สร้างเนื่อวัตถุได้เลยหลังจากที่คุณสเกตซ์ภาพเสร็จ นอกจากนั้นยังสามารถใช้เพิ่มเนื่อวัตถุหรือตัดเนื่อวัตถุจากเนื่อวัตถุที่สร้างไว้จาก Base Feature เดิม ฟีเจอร์กลุ่มนี้ได้แก่ Extrude, Revolve, Loft และ Sweep

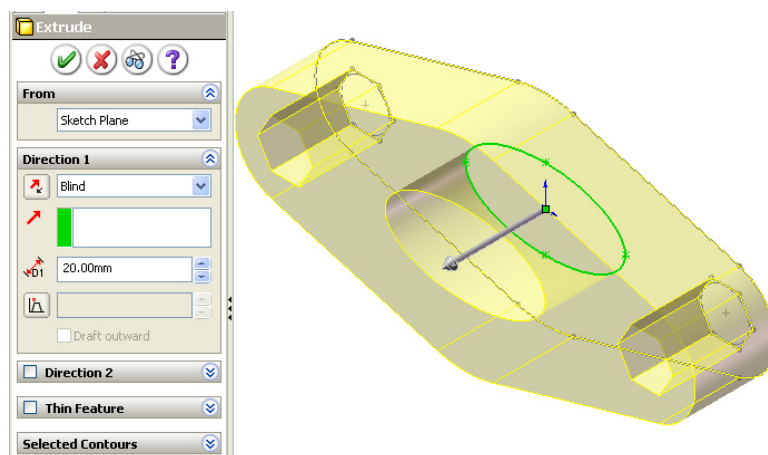
**Placed Features** เป็นกลุ่มที่จะใช้งานได้ เมื่อคุณมี Base Feature เรียบร้อยแล้ว ฟีเจอร์กลุ่มนี้ได้แก่ Fillet, Chamfer, Hole, Shell, Rib, Linear Pattern, Circular Pattern, Mirror Feature เป็นต้น

ส่วนฟีเจอร์ที่เหลือจะเป็นฟีเจอร์ที่ใช้ช่วยงานฟีเจอร์ 2 กลุ่มดังกล่าวข้างต้นและใช้งานพิเศษอื่น ๆ เช่น งานสร้างพื้นผิว เป็นต้น

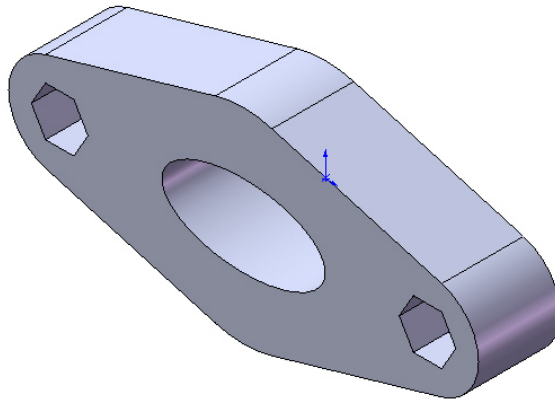
### 2.5.3 การสร้างชิ้นส่วน 3 มิติด้วย Base Features

#### ตัวอย่างที่ 1 การฝึกใช้คำสั่ง Extrude

1. เปิดไฟล์ Sketch example 2
2. คลิกคำสั่ง  จะเกิดกล่องโต้ตอบ คลิกเลือกรูปที่สเกตซ์และกำหนดความสูงของชิ้นงาน 20 mm ดังรูปที่ 2.32 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.33

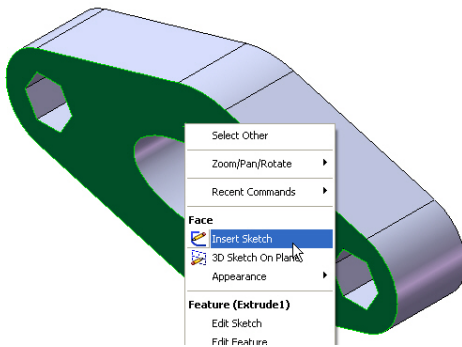


รูปที่ 2.32

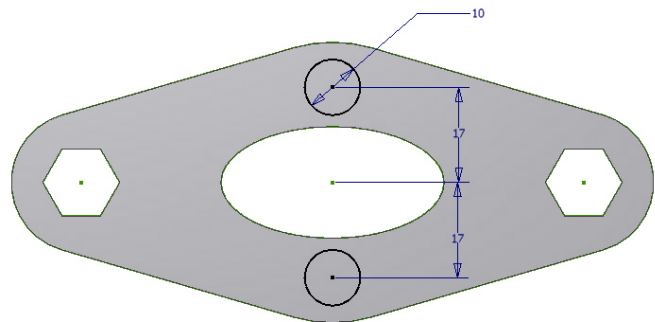


รูปที่ 2.33

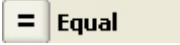
3. คลิกขวานผิวด้านบนของรูปและเลือก Insert sketch ดังรูปที่ 2.34
4. คลิกปุ่ม Normal to แล้วคลิกพื้นผิวด้านบนของชิ้นงานเพื่อให้รูปจะหมุนมาตั้งฉากกับหน้าจอ

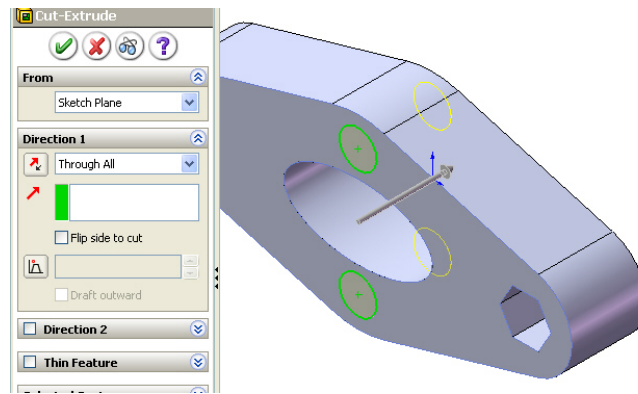


รูปที่ 2.34

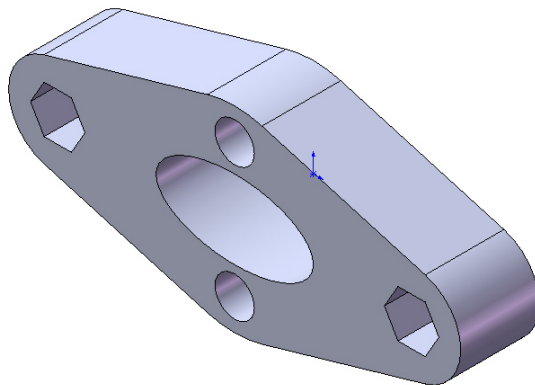


รูปที่ 2.35

5. ใช้คำสั่ง  วาดรูปวงกลม 2 วงใช้คำสั่ง  Equal คลิกที่วงกลมทั้งสองวง เพื่อให้มีขนาดเท่ากันและกำหนดขนาดดังรูปที่ 2.35
6. คลิกคำสั่ง  คลิกเลือกวงกลมทั้ง 2 วง เลือก Through All (ทะลุตลอด) ดังรูปที่ คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.36

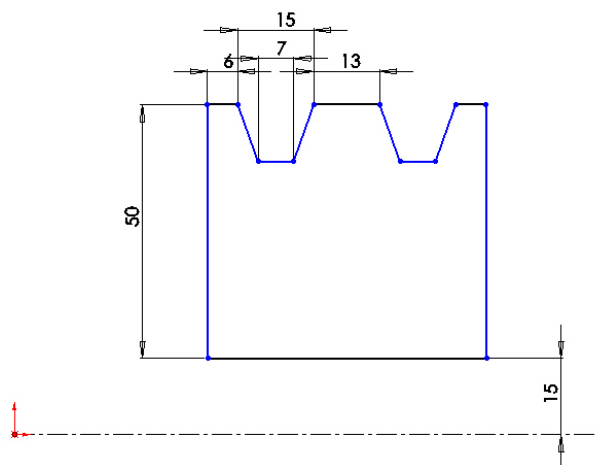


รูปที่ 2.37

## 7. บันทึกไฟล์

### ตัวอย่างที่ 2 การฝึกใช้คำสั่ง Revolve

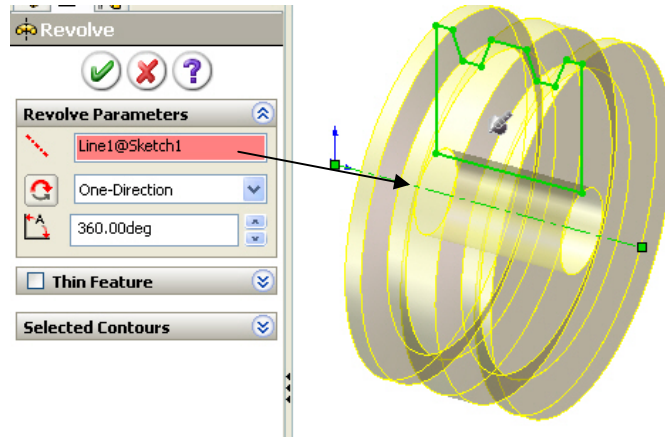
1. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. ใช้คำสั่ง 2D sketch สเกตช์รูป กำหนดความสัมพันธ์ และขนาดดังรูปที่ 2.38



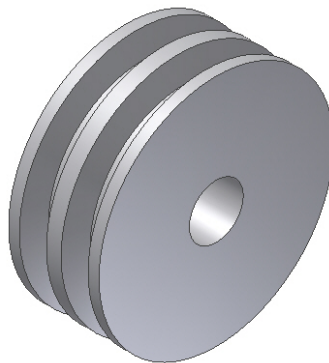
รูปที่ 2.38

3. เปลี่ยนโหมด 2D sketch เป็น Part Features แล้วเปลี่ยนมุมมองเป็น Isometric

4. คลิกคำสั่ง  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Revolve ขึ้นมา คลิกปุ่ม Profile เลือกรูปที่สเกตช์ คลิก Axis เลือกแกนหมุน และกำหนดคอบัซันดังรูปที่ 2.39 แล้วคลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.39

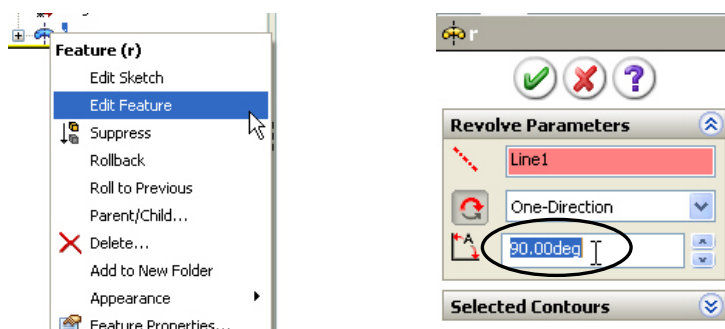


รูปที่ 2.40

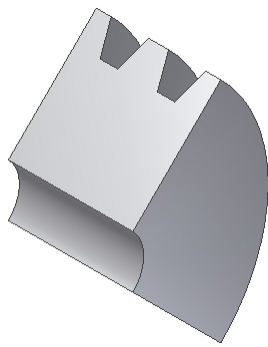
5. บันทึกไฟล์

**ข้อสังเกต** Angle จะเป็นส่วนที่ใช้กำหนดองศาการหมุนของหน้าตัด คลิกขวาบนไอคอน

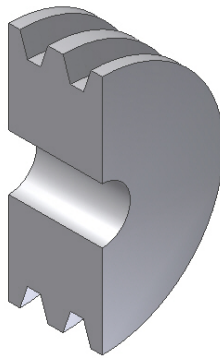
 เลือก Edit Feature แล้วเปลี่ยน Angle ดังรูปที่ 2.41 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.41



ก) Angle 90°



ข) Angle 180°

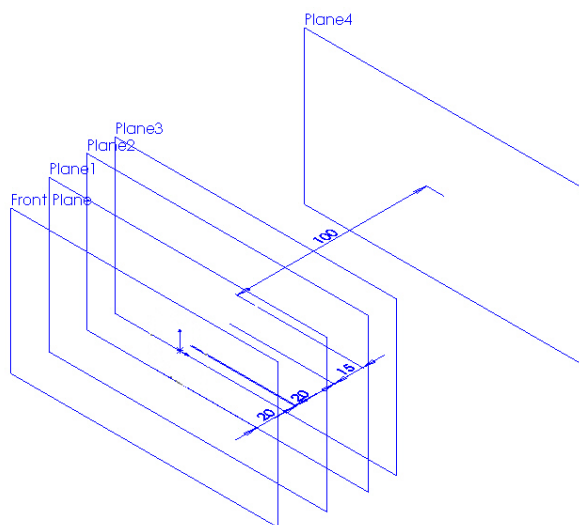


ค) Angle 270°

รูปที่ 2.42

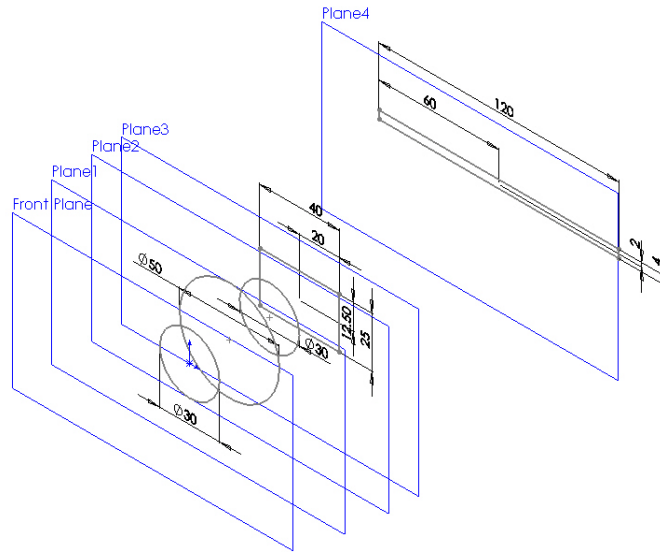
### ตัวอย่างที่ 3 ฝึกสร้างชิ้นงานโดยคำสั่ง Loft

1. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. แสดง Front Plane แล้วสร้าง Plane 1, และ Plane 2 ห่างกัน 20 mm, สร้าง Plane 2 และ Plane 3 ห่างกัน 15 mm, สร้าง Plane 3 และ 4 ห่างกัน 100 mm ดังรูปที่ 2.43



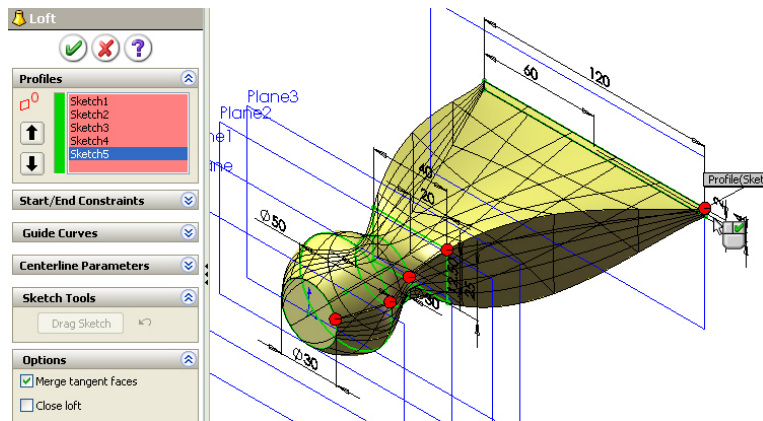
รูปที่ 2.43

3. ใช้คำสั่ง 2D sketch วาดรูปวงกลมและสี่เหลี่ยมบน plane ต่างๆ ดังนี้
  - Front plane วาดรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 mm
  - Plane 1 วาดรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm
  - Plane 2 วาดรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 mm
  - Plane 3 วาดรูปสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง 25 mm ยาว 40 mm
  - Plane 4 วาดรูปสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง 4 mm ยาว 120 mm
 เมื่อวาดเสร็จจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.44

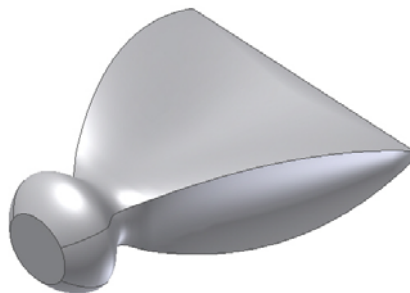


รูปที่ 2.44

4. เปลี่ยนโหมด 2D sketch เป็น Part Feature
5. คลิกคำสั่ง  ปรากฏกล่องโต้ตอบ Loft ขึ้นมา ใช้เมาส์คลิกที่เส้นรอบรูปของรูปที่เขียนไว้บน Plane ทั้งหมด และกำหนดคอปั่นดังรูปที่ 2.45 คลิก OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.46 จะเห็นว่าชิ้นงานจะมีรูปร่างไม่สวยงาม ให้ทำการ Undo



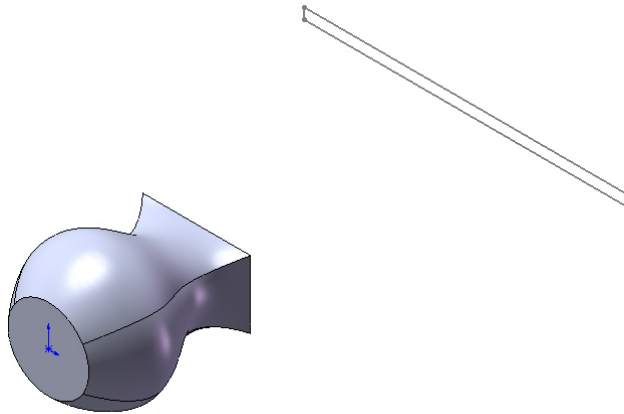
รูปที่ 2.45



รูปที่ 2.46

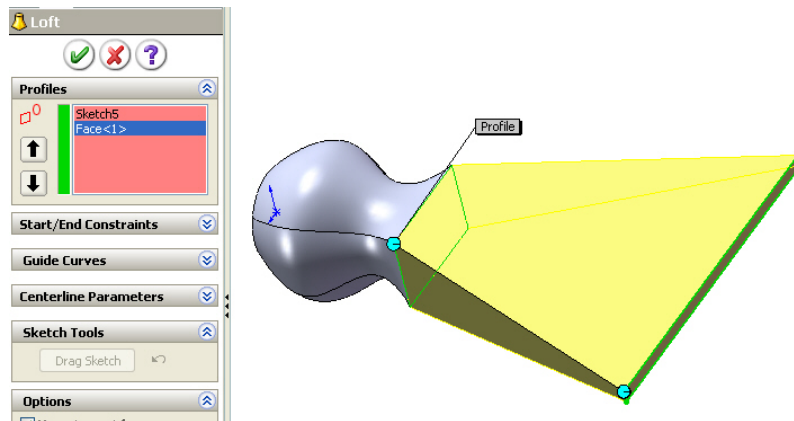


6. ทำซ้ำข้อ 5 แต่ยังไม่ต้องคลิกเลือกรูปสี่เหลี่ยมบน Plane 4 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.47

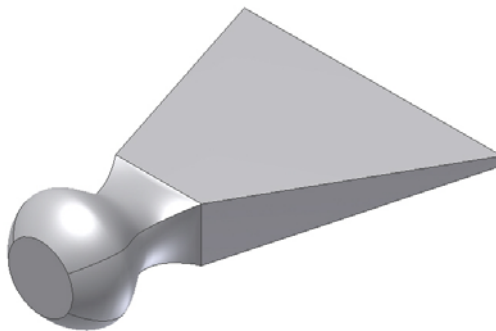


รูปที่ 2.47

7. คลิกคำสั่ง  อีกครั้ง คลิกเลือกที่รูปสี่เหลี่ยมบน Plane 4 แล้วคลิกเลือกพื้นผิวสี่เหลี่ยมรูปสี่เหลี่ยมบน Plane 3 กำหนดคอปชั่นดังรูปที่ 2.48 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.49



รูปที่ 2.48

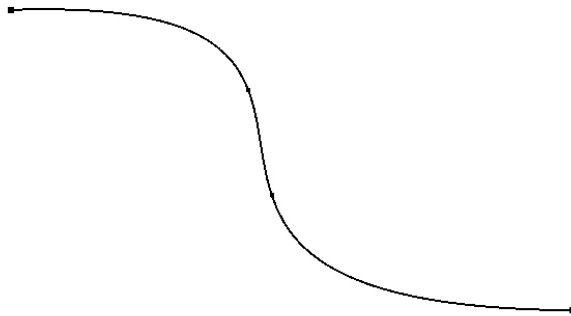


รูปที่ 2.49

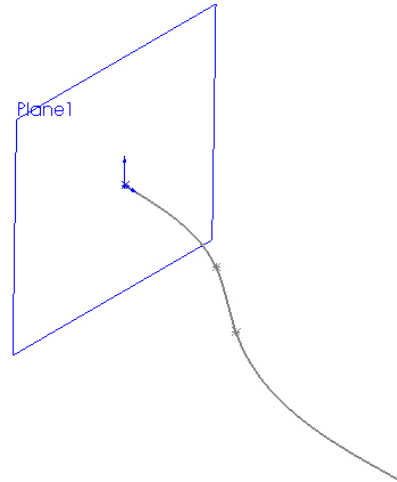
8. บันทึกไฟล์

#### ตัวอย่างที่ 4 การสร้างชิ้นงานจากการใช้คำสั่ง Sweep

1. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. ใช้คำสั่ง  เขียนรูปเส้นโค้งให้มีลักษณะดังรูปที่ 2.50

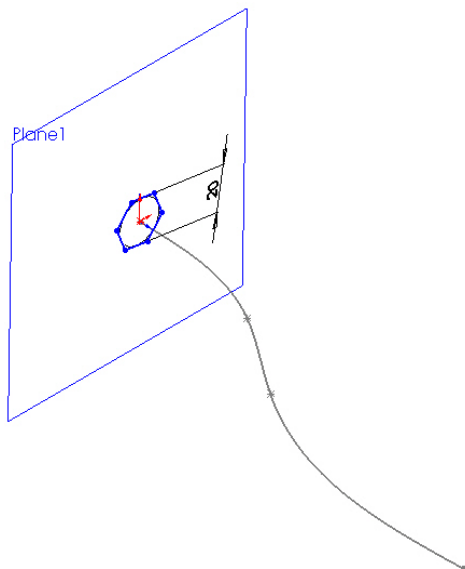


รูปที่ 2.50

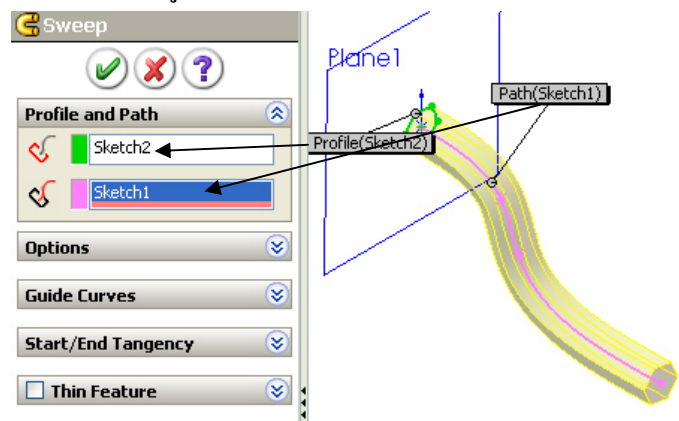


รูปที่ 2.51

3. ออกจากโหมด 2D sketch เปลี่ยนมุมมองเป็น Isometric View ใช้คำสั่ง Plane สร้าง Plane ที่ปลายของเส้นโค้ง โดยคลิกที่เส้นโค้งและจุดปลายของเส้นโค้งจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.51
4. ใช้คำสั่ง  เขียนรูปหกเหลี่ยมบน Plane 1 มีขนาดดังรูปที่ 2.52 ออกจากโหมด Sketch

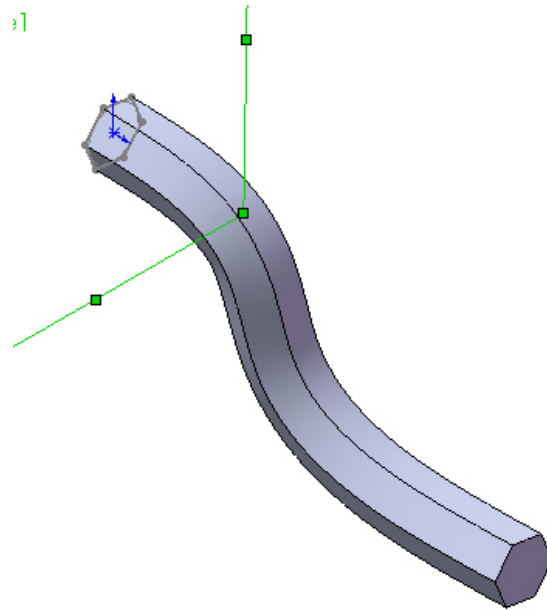


รูปที่ 2.52



รูปที่ 2.53

5. คลิกคำสั่ง Sweep จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Sweep บนกราฟิกวินโดว์ คลิก Profile เลือกรูปหกเหลี่ยม คลิก Path เลือกที่เส้นโค้ง และกำหนดคอปชันดังรูปที่ 2.53 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.54



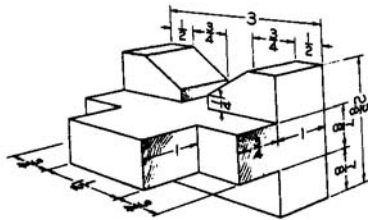
รูปที่ 2.54

## 6. บันทึกไฟล์

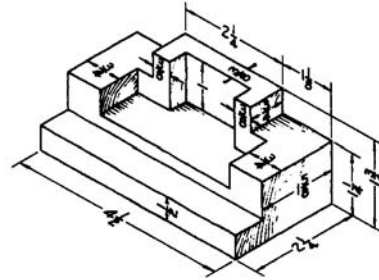
### แบบทดสอบที่ 3

ให้ฝึกการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ต่อไปนี้

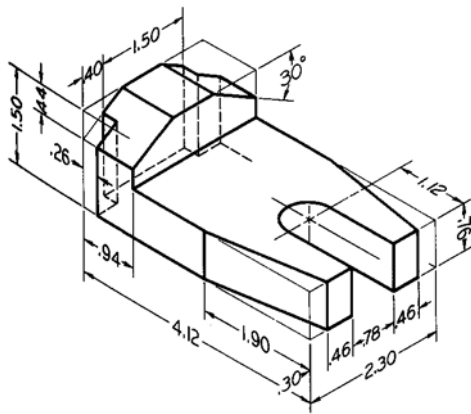
หน่วยนิ้ว(English)



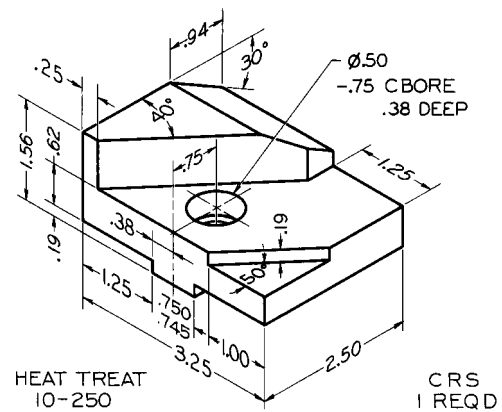
ข้อที่ 1



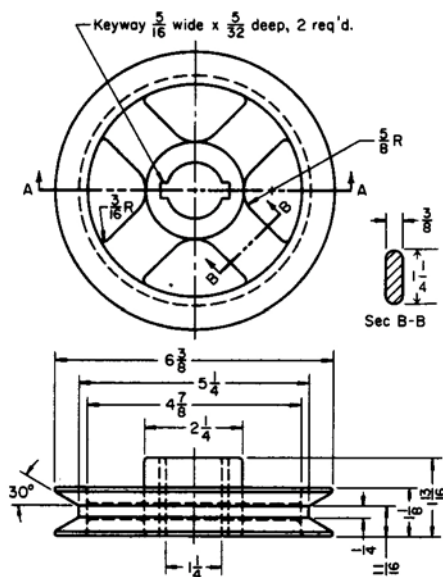
ข้อที่ 2



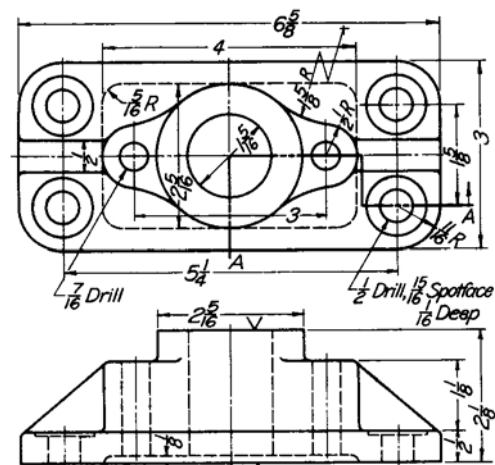
ข้อที่ 3



ข้อที่ 4



ข้อที่ 5

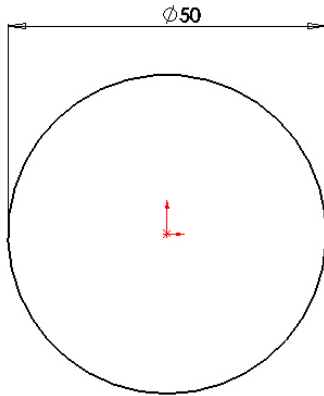


ข้อที่ 6

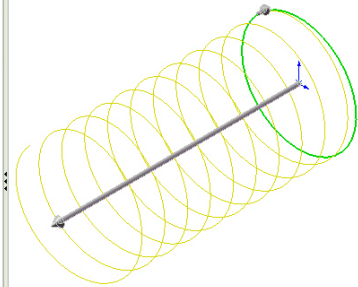
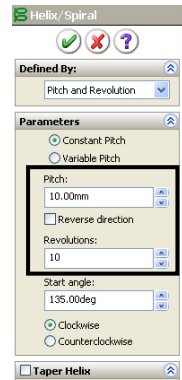


### ตัวอย่างที่ 5 การสร้างสปริงโดยคำสั่ง Coil

1. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. คลิกคำสั่ง  สร้างวงกลมขนาด 50 mm (เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสปริงเท่ากับ 50 mm) ดังรูปที่ 2.55 ออกจากโหมด Sketch



รูปที่ 2.55

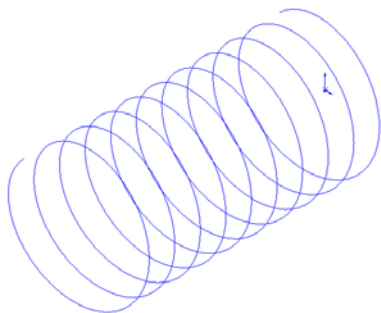


รูปที่ 2.56

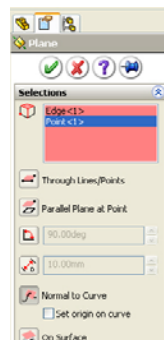
3. คลิกคำสั่ง  Helix and Spiral คลิกเลือกรูปวงกลมจะปรากฏกล่องโต้ตอบ Helix and Spiral ขึ้นมา จะพบว่าวิธีการสร้างสปริง (Defined by) ให้เลือก 4 แบบดังรูปที่ 2.56 คือ

- Pitch and Revolution เป็นการสร้างสปริงโดยใช้ระยะพิตช์และรอบการหมุน
- Revolution and Height เป็นการสร้างสปริงโดยใช้รอบการหมุนและความสูงของสปริง
- Pitch and Height เป็นการสร้างสปริงโดยใช้ระยะพิตช์และความสูงของสปริง
- Spiral เป็นการสร้างสปริงแบบก้นหอย

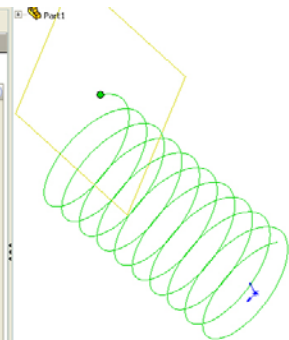
ในแบบฝึกหัดนี้ให้เลือกแบบ Pitch and Revolution โดยกำหนดระยะพิตช์เท่ากับ 10 mm รอบการหมุนเท่ากับ 5 รอบ (สปริงจะมีความยาวเท่ากับ 50 mm) คลิกปุ่ม OK จะได้ผลดังรูปที่ 2.57



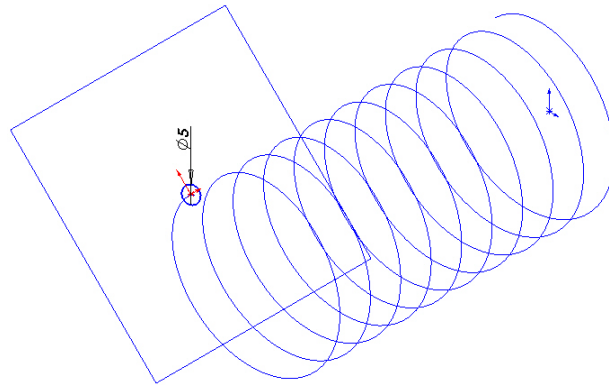
รูปที่ 2.57



รูปที่ 2.58

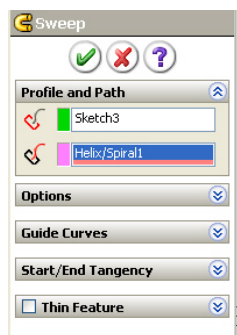


4. ออกจากโหมด 2D sketch เปลี่ยนมุมมองเป็น Isometric View ใช้คำสั่ง Plane สร้าง Plane ที่ปลายของเส้นโค้ง โดยคลิกที่เส้นโค้งและจุดปลายของเส้นโค้งจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.59

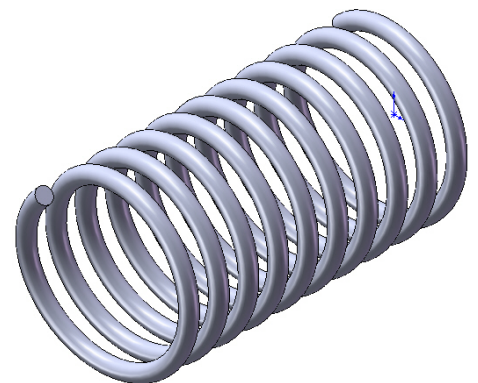
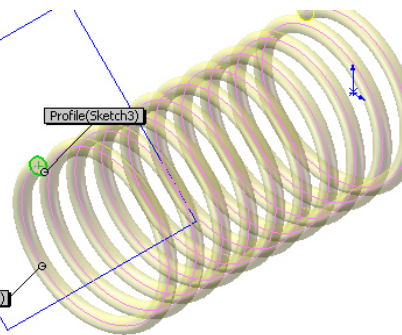


รูปที่ 2.59

5. คลิกคำสั่ง Sweep จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Sweep บนกราฟิกวินโดว์ คลิก Profile เลือกวงกลม คลิก Path เลือกที่เส้นสปริง และกำหนดคอปชันดังรูปที่ 2.60 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.61



รูปที่ 2.60

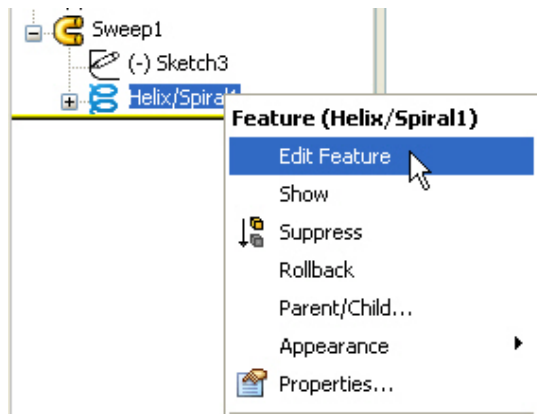


รูปที่ 2.61

6. คลิกขวาบน Helix/Spiral บนบราวเซอร์บาร์เลือก Edit Feature ดังรูปที่ 2.62 เพิ่มมุมเอียงของสปริงในช่อง Taper Helix เท่ากับ 5 องศา ดังรูปที่ 2.63 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลดังรูปที่ 2.64

7. บันทึกไฟล์

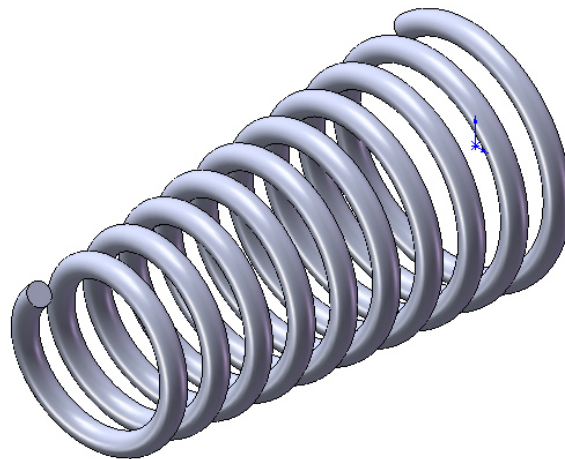




รูปที่ 2.62



รูปที่ 2.63



รูปที่ 2.64

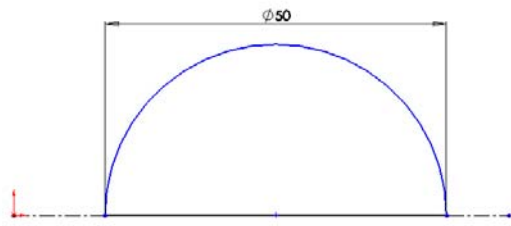
#### 2.5.4 การสร้างชิ้นส่วน 3 มิติด้วย Base Features และ Placed Features

ตัวอย่างการใช้ Base Feature ร่วมกับ Place Feature

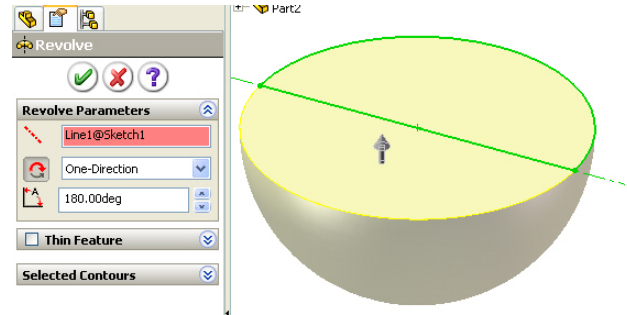
ตัวอย่างที่ 1 การใช้คำสั่ง Revolve ร่วมกับคำสั่ง Hole, Shell, Rib, Fillet และ Chamfer

6. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. ใช้คำสั่งใน 2D sketch สร้างรูปแสดงดังรูปที่ 2.65



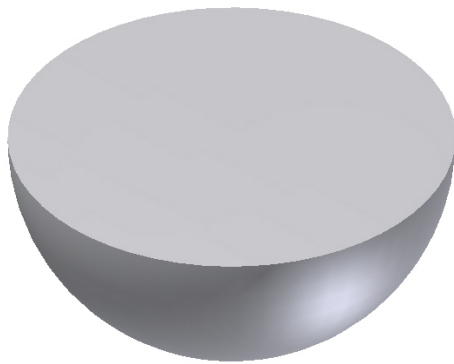


รูปที่ 2.65

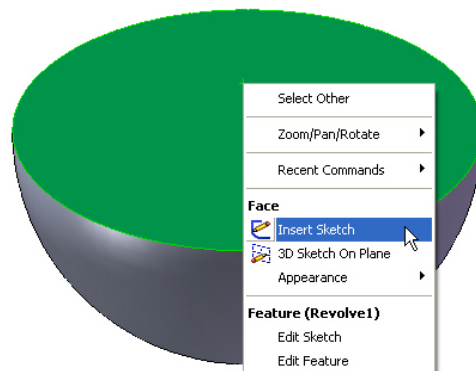


รูปที่ 2.66

3. ใช้คำสั่ง  สร้างรูปทรงกลมครึ่งลูกกำหนดค่าดังรูปที่ 2.66 และได้ผลดังรูปที่ 2.67

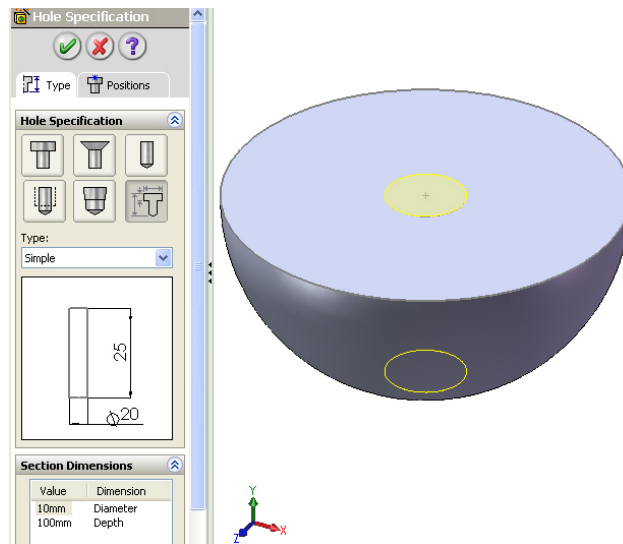


รูปที่ 2.67

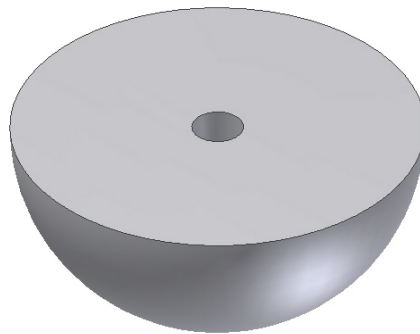


รูปที่ 2.68

4. คลิกขวาเลือก Insert Sketch บนพื้นผิวด้านเรียบของรูปครึ่งทรงกลมดังรูปที่ 2.68 ใช้คำสั่ง  คัดลอกจุดศูนย์กลางและเส้นขอบของวงกลม แล้วออกจากโหมด 2D Sketch
5. คลิกคำสั่ง  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Hole Specification ขึ้นมา คลิก  เลือกจุดศูนย์กลางบนพื้นผิวของวงกลม ให้กำหนด Type และค่าของรูเจาะดังรูปที่ 2.69 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.70

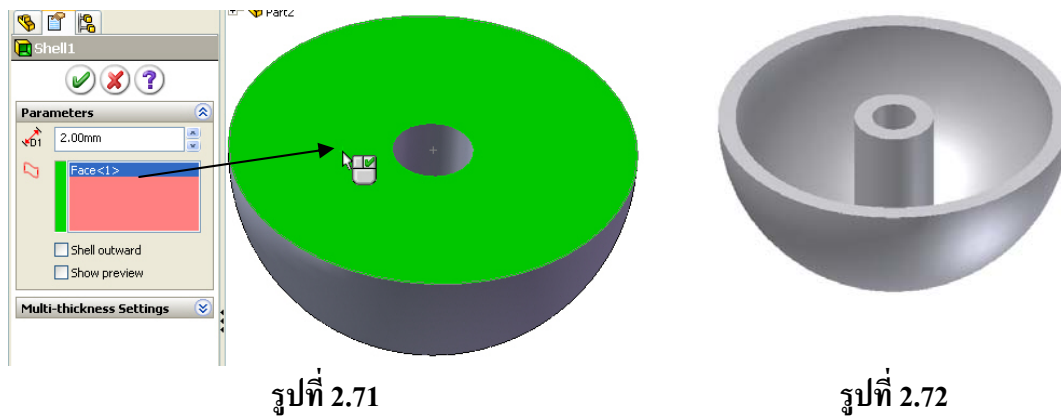


รูปที่ 2.69



รูปที่ 2.70

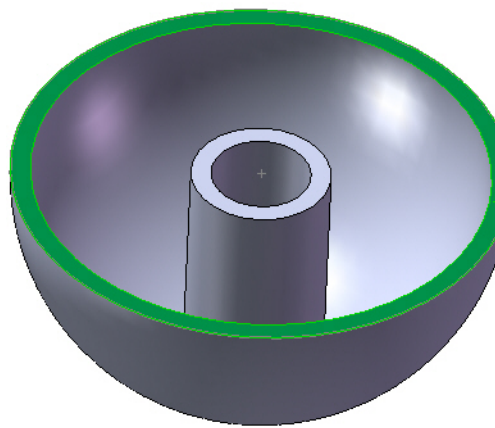
6. คลิกคำสั่ง  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Shell ขึ้นมา คลิกช่อง Remove Faces แล้วลากเมาส์ไปคลิกที่ผิวด้านบนของรูปทรงกลมและกำหนดคอปั่นดังรูปที่ 2.71 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.72



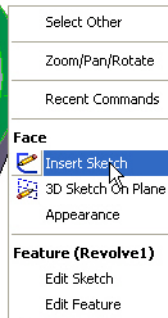
รูปที่ 2.71

รูปที่ 2.72

7. คลิกขวาบนพื้นผิวของด้านบนของรูปทรงกลมเลือก Insert Sketch ดังรูปที่ 2.73 ใช้คำสั่ง สเกตซ์เส้นตรงต่างๆ ให้มีลักษณะดังรูปที่ 2.74

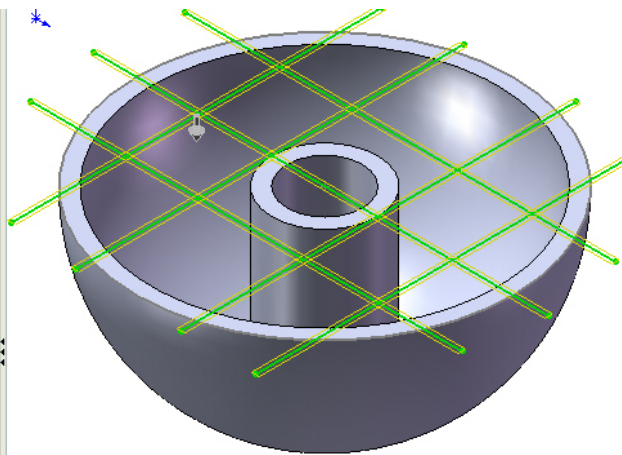
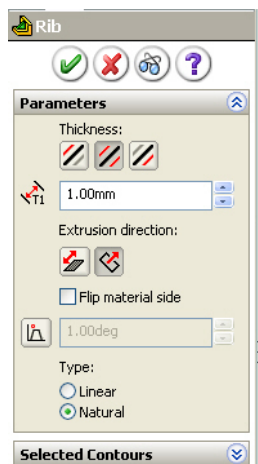


รูปที่ 2.73

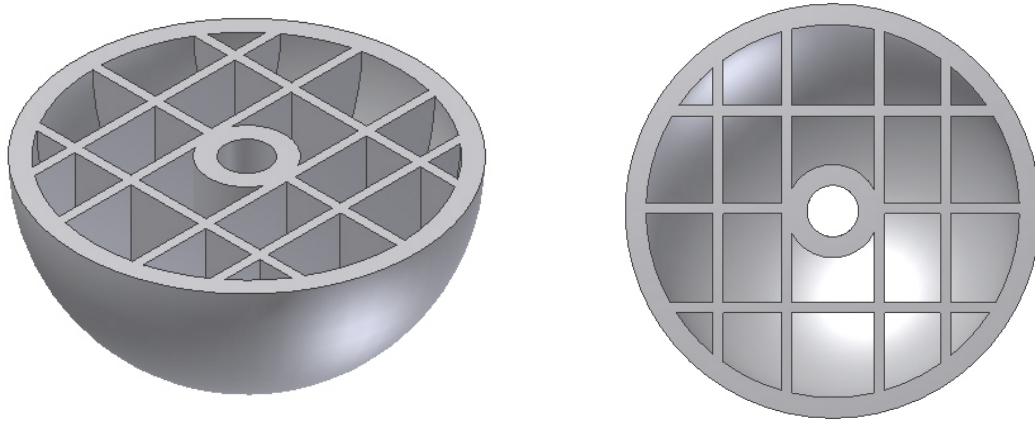


รูปที่ 2.74

8. คลิกคำสั่ง  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Rib ขึ้นมา คลิกเลือกเส้นทุกเส้นบนทรงกลมให้เกิดเส้น ที่มีลักษณะดังรูปที่ 2.75 รวมทั้งกำหนดคอปชันต่างๆ ให้มีค่าเช่นเดียวกับรูป คลิกปุ่ม OK จะได้ ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.76

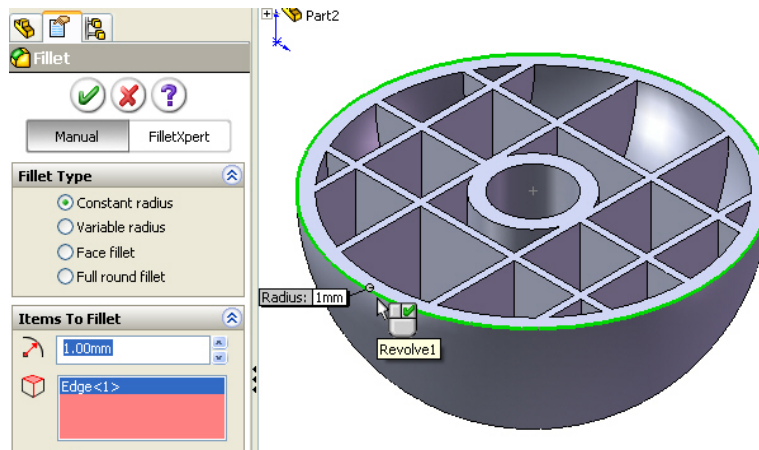


รูปที่ 2.75

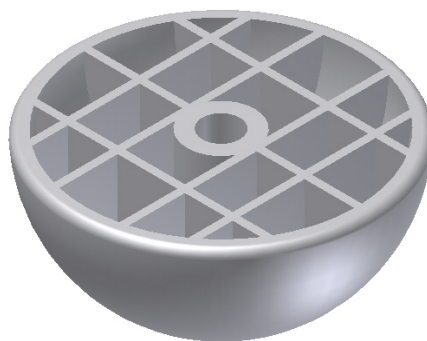


รูปที่ 2.76

9. คลิกคำสั่ง  แล้วคลิกที่เส้นวงกลมด้านนอก กำหนดค่าที่ต้องการ Fillet เท่ากับ 1 mm ดังรูปที่ 2.77 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.78

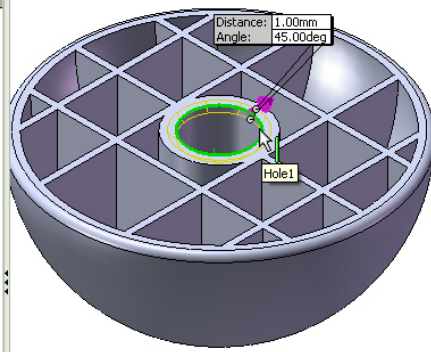
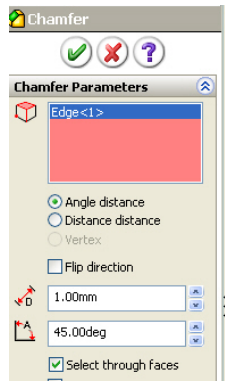


รูปที่ 2.77



รูปที่ 2.78

10. คลิกคำสั่ง  แล้วคลิกปุ่ม Edges แล้วคลิกเส้นของวงกลมเล็กและกำหนด Distance 1 mm ดังรูปที่ 2.79 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.80



รูปที่ 2.79

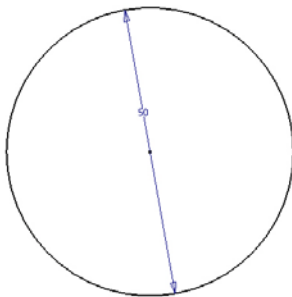


รูปที่ 2.80

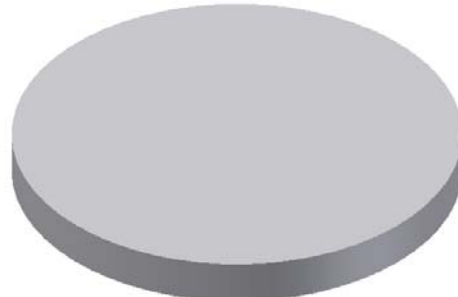
## 11. บันทึกไฟล์

ตัวอย่างที่ 2 การใช้คำสั่ง **Extrude** รวมกับคำสั่ง **Circular Pattern**, **Thread**, **Emboss** และ **Decal**

1. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. ใช้คำสั่งใน 2D sketch สร้างรูปวงกลมกำหนดขนาดดังรูปที่ 2.81

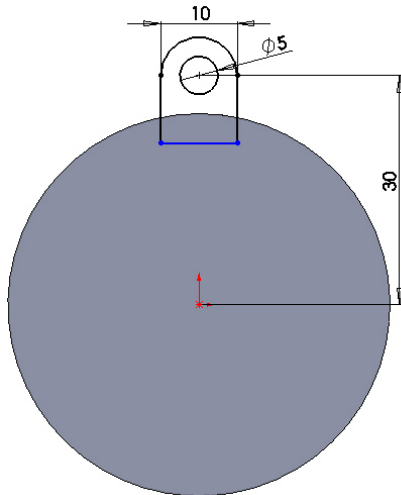


รูปที่ 2.81

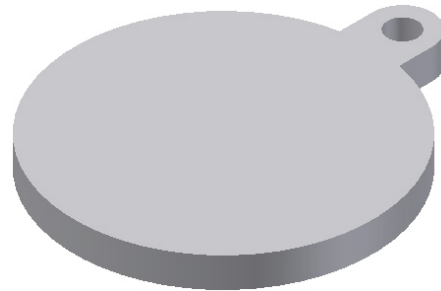


รูปที่ 2.82

3. ใช้คำสั่ง **Extrude** ยึดรูปดังกล่าวให้มีความสูง 5 mm ดังรูปที่ 2.82
4. ใช้คำสั่ง 2D sketch เขียนรูปและกำหนดขนาดดังรูปที่ 2.83 และใช้คำสั่ง **Extrude** ยึดให้มีลักษณะดังรูปที่ 2.84



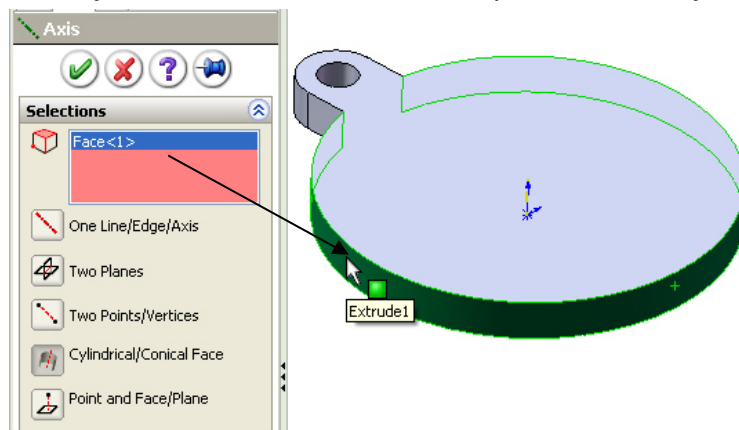
รูปที่ 2.83



รูปที่ 2.84

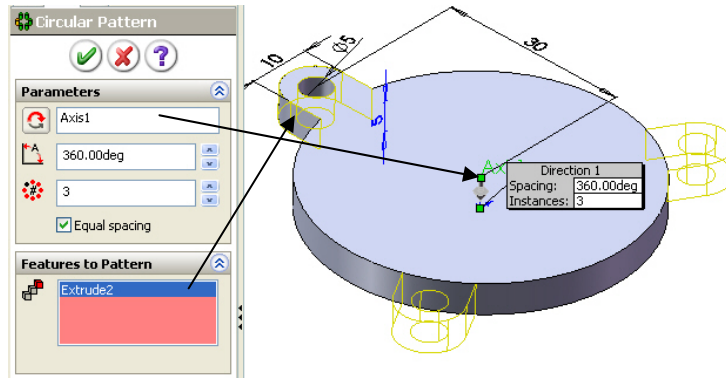
การคัดลอก Feature ตามแนวรัศมีโดยคำสั่ง **Circular Pattern**

5. คลิกคำสั่ง  **Axis** จะปรากฏกล่องโต้ตอบของ Axis ขึ้นมา คลิกเลือกที่ด้านข้างของรูปวงกลม เพื่อสร้างแกนหมุนของรูป คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ปรากฏ Axis 1 ขึ้นมาดังรูปที่ 2.85

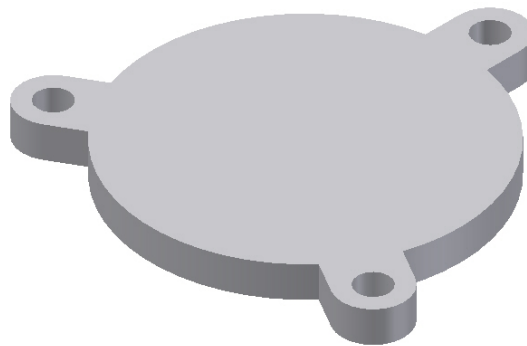


รูปที่ 2.85

6. คลิกคำสั่ง  **Circular Pattern** จะปรากฏกล่องโต้ตอบของ Circular Pattern ขึ้นมา คลิกปุ่ม Rotation Axis ลากเมาส์ไปคลิกที่ Axis 1 คลิกที่ Feature to Pattern เลือก ฟีเจอร์ที่สร้างจากข้อที่ 4 แล้ว กำหนดค่ารอบขึ้น ดังรูป 2.86 ที่ คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.87



รูปที่ 2.86

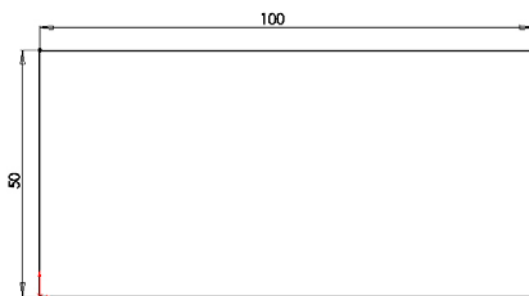


รูปที่ 2.87

## 7. บันทึกไฟล์

ตัวอย่างที่ 3 การใช้คำสั่ง Extrude ร่วมกับคำสั่ง Hole, Rectangular Pattern และ Mirror Feature

1. คลิกไอคอน  แล้วดับเบิลคลิกไอคอน  เพื่อเปิดไฟล์สร้างชิ้นส่วน
2. ใช้คำสั่ง  และ  วาดรูปและกำหนดขนาดดังรูปที่ 2.88 แล้วใช้คำสั่ง Extrude ยึดรูปดังกล่าวสูง 5 mm
3. ใช้คำสั่ง  และ  กำหนดจุดและกำหนดขนาดบนพื้นผิวของชิ้นงานดังรูปที่ 2.89

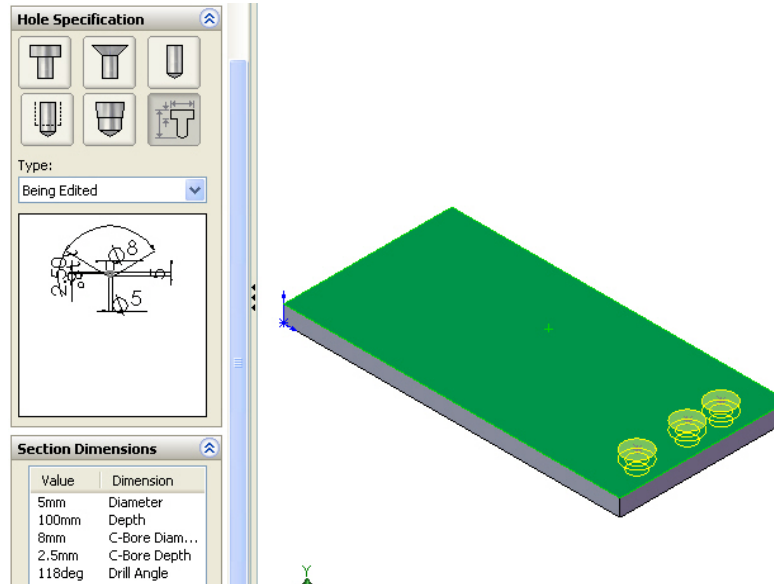


รูปที่ 2.88

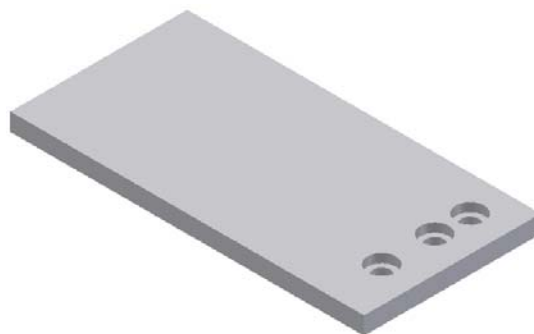


รูปที่ 2.89

4. เปลี่ยนโหมดเป็นฟีเจอร์ทูตบาร์ คลิกคำสั่ง  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Hole Specification ขึ้นมา ขึ้นมา คลิก  เลือกจุดทั้ง 3 จุด บนพื้นผิวของรูปสี่เหลี่ยม และให้กำหนดค่าต่างๆ ของรูเจาะ (Type) ดังรูปที่ 2.90 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.91



รูปที่ 2.90

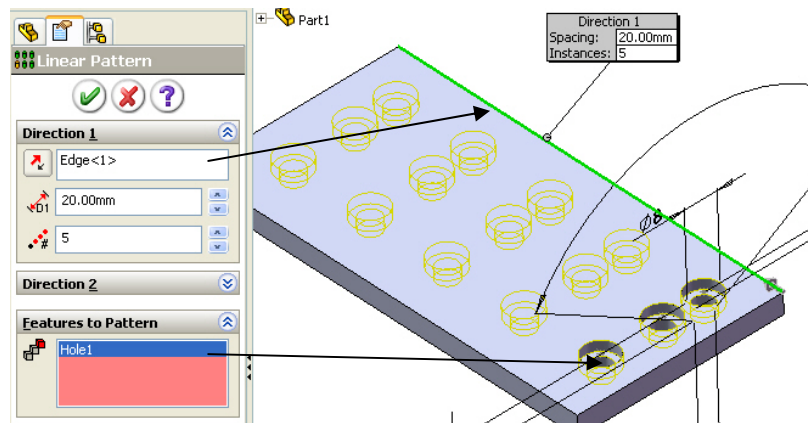


รูปที่ 2.91

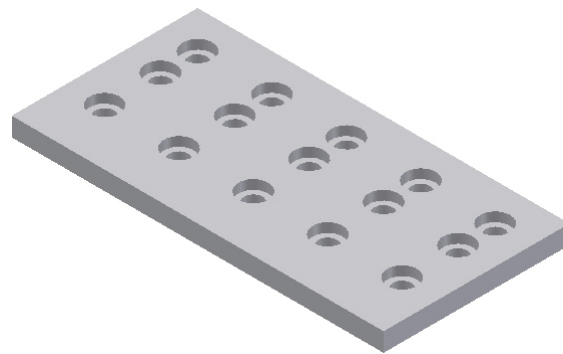
**การคัดลอก Feature ตามแนวเส้นตรงโดยคำสั่ง Linear Pattern**

5. คลิกคำสั่ง  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Linear Pattern ขึ้นมา คลิกปุ่ม Direction 1 คลิกเลือกเส้นขอบของสี่เหลี่ยม คลิกปุ่ม Feature to Pattern เลือกรูทั้ง 3 รู และกำหนดค่าต่างๆ ดังรูปที่ 2.92 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.93





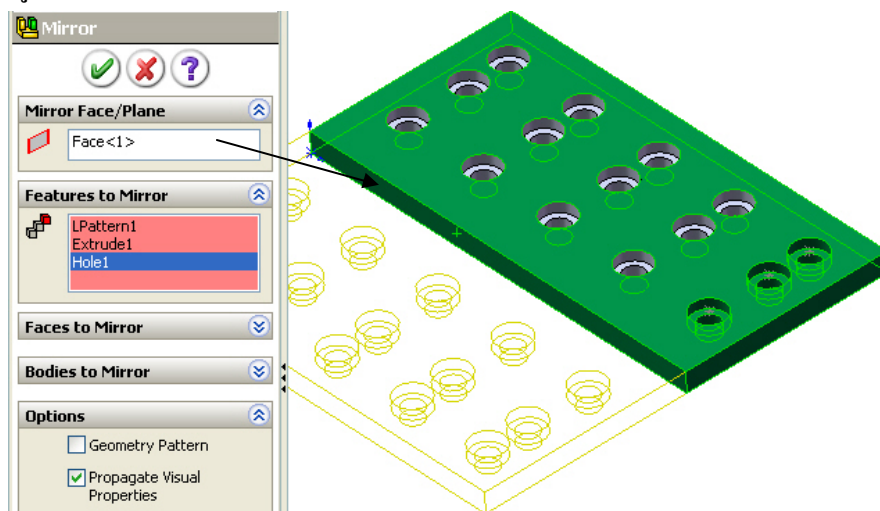
รูปที่ 2.92



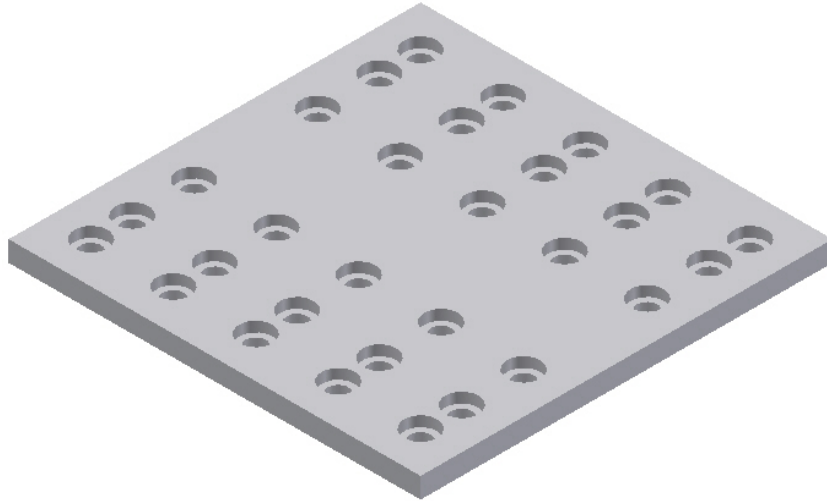
รูปที่ 2.93

### การคัดลอก Feature โดยคำสั่ง Mirror Feature

6. คลิกคำสั่ง  จะปรากฏกล่องโต้ตอบ Mirror ขึ้นมา คลิกปุ่ม Mirror plane คลิกเลือกผิวด้านข้างของรูปสี่เหลี่ยม คลิก Feature to Mirror เลือกฟีเจอร์ทั้งหมด ดังรูปที่ 2.94 คลิกปุ่ม OK จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.95



รูปที่ 2.94



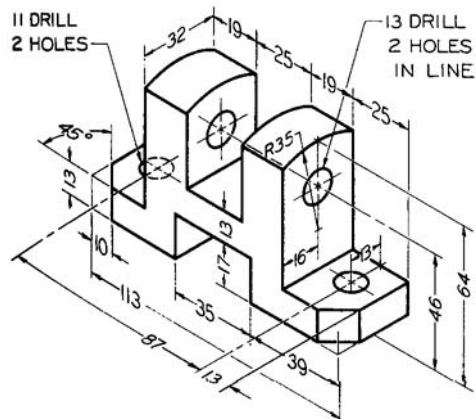
รูปที่ 2.95

## 7. บันทึกลงไฟล์

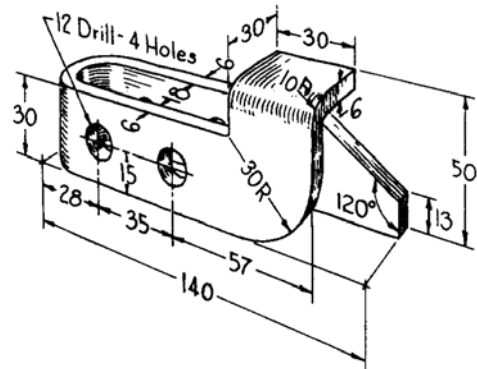
## แบบทดสอบที่ 4

ให้ฝึกการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ต่อไปนี้

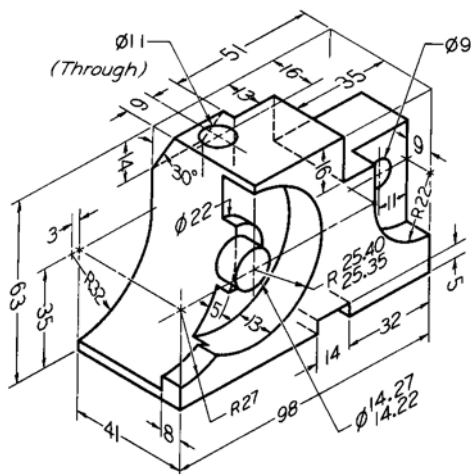
หน่วยมิลลิเมตร (Metric)



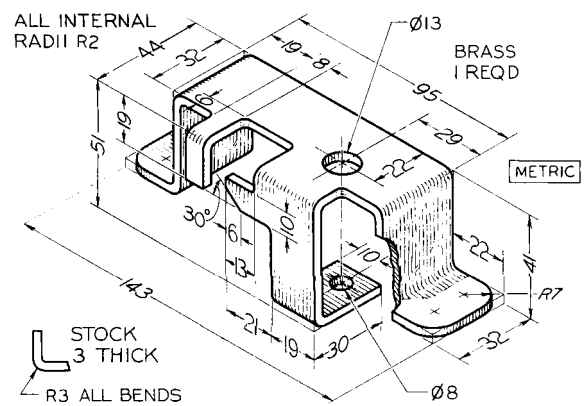
ข้อที่ 1



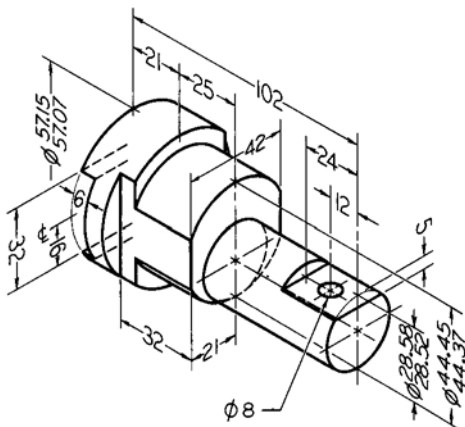
ข้อที่ 2



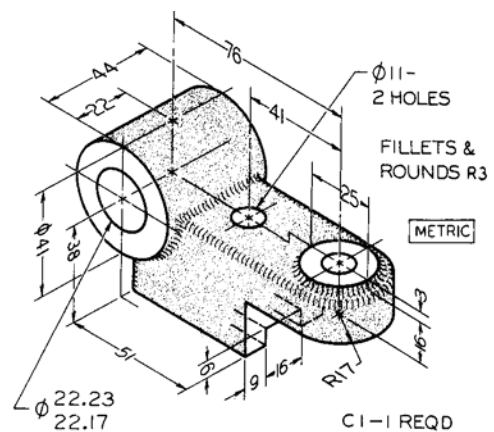
ข้อที่ 3



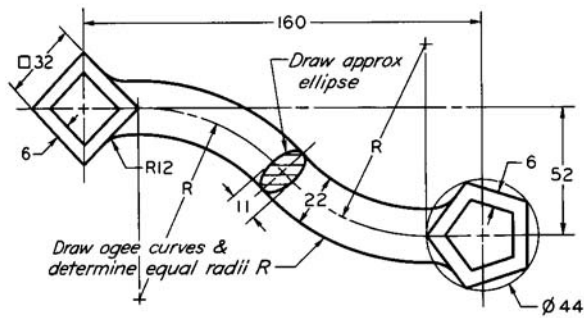
ข้อที่ 4



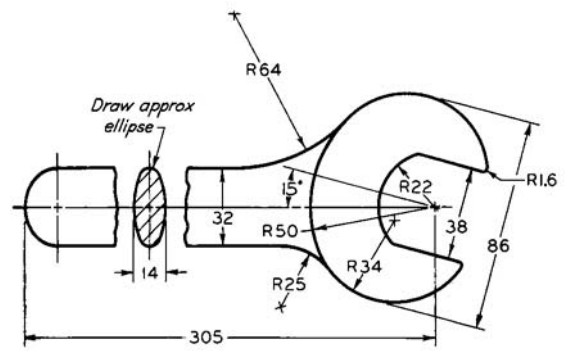
ข้อที่ 5



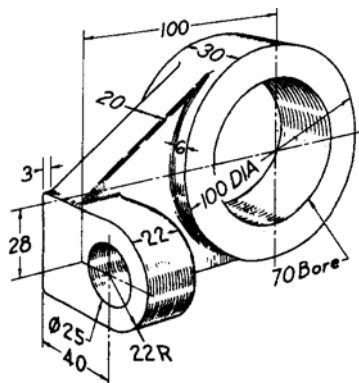
ข้อที่ 6



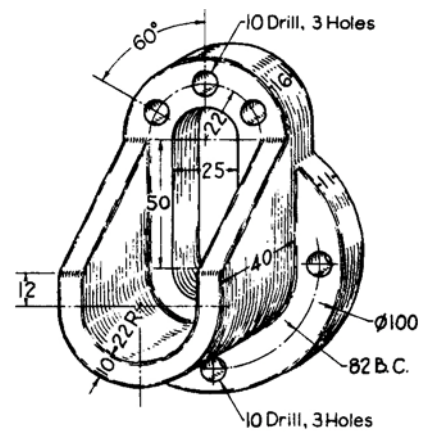
ข้อที่ 7



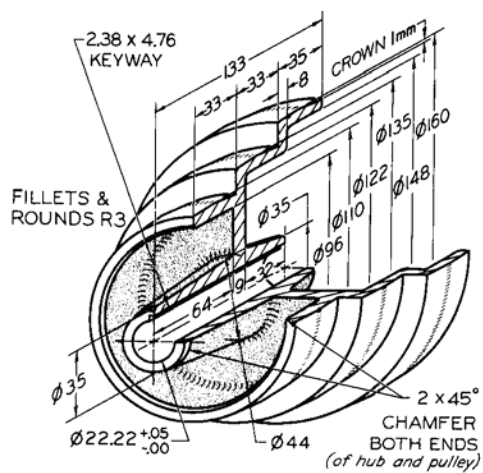
ข้อที่ 8



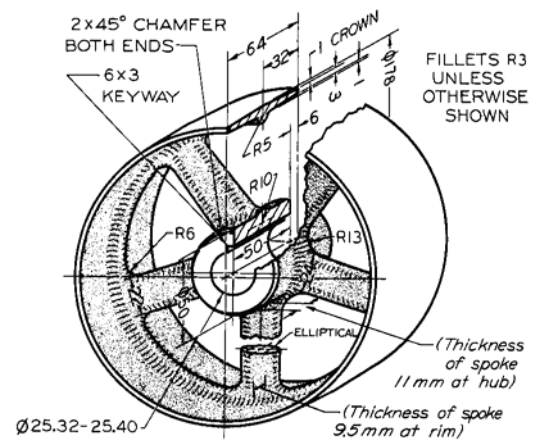
ข้อที่ 9



ข้อที่ 10



ข้อที่ 11



ข้อที่ 12