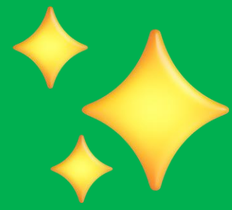
บทเรียนที่ 6

การประกอบชิ้นงานย่อย เป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์



สาระการเรียนรู้

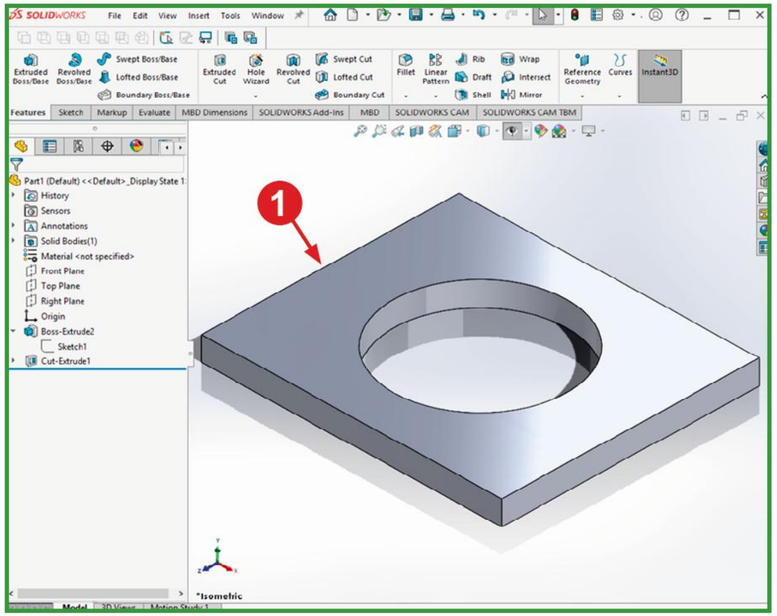
1. โมดูล Assembly
2. การจัดวางตำแหน่งชิ้นส่วนในงานประกอบ (Assembly Positioning)
3. การปรับแต่งองศาในการประกอบชิ้นงาน (Angular Orientation Adjustment)
4. การจัดการตำแหน่งเชิงพิกัดในระบบการออกแบบและประกอบชิ้นงาน (Coordinate-based Positioning in Assembly Design)
5. การนำเสนองานด้วยการสร้างภาพฉายแบบ Drawing การพิมพ์ การพล็อต

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานของโมดูล Assembly และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงานในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการประกอบชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพได้
2. ใช้คำสั่งและเครื่องมือในการแก้ไขส่วนประกอบชิ้นงานและจัดการหน้าต่างเรียงไฟล์ในโมดูล Assembly เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้
3. ใช้เครื่องมือในการสร้างภาพฉายแบบ Drawing การพิมพ์ และการพล็อตเพื่อนำเสนอผลงานการออกแบบได้อย่างมืออาชีพได้
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียด รอบคอบ และความรับผิดชอบต่อการประกอบชิ้นงานให้ได้มาตรฐานตามหลักวิศวกรรม
5. ประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดวางตำแหน่ง การปรับแต่งองศา และการจัดการตำแหน่งเชิงพิกัดเพื่อสร้างงานประกอบที่ถูกต้องตามข้อกำหนดได้

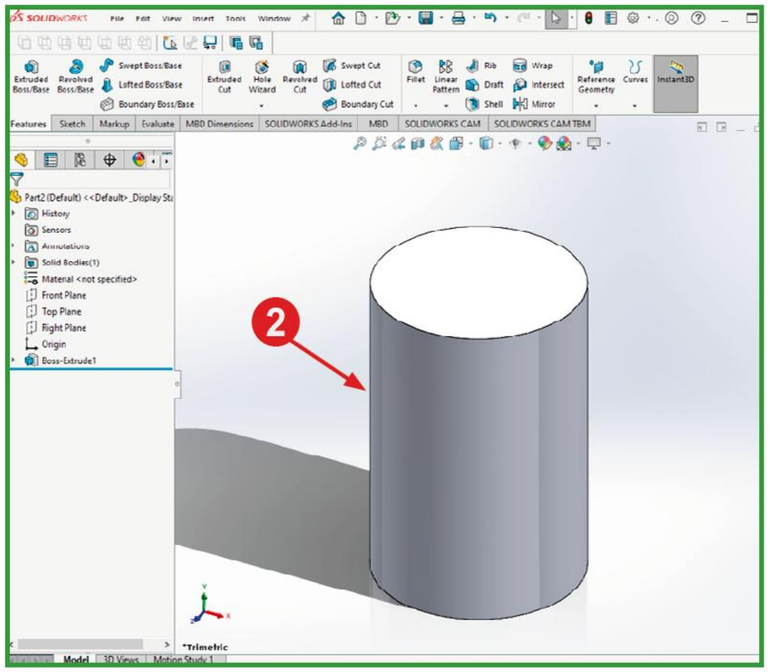
1 โมดูล Assembly

1. ให้สร้างสี่เหลี่ยม 3 มิติ แล้วเจาะรูวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. ดังรูป หลังจากนั้นให้บันทึกไฟล์โดยตั้งชื่อว่า Part1 (หมายเหตุ: บันทึกแล้วยังไม่ต้องปิดไฟล์)



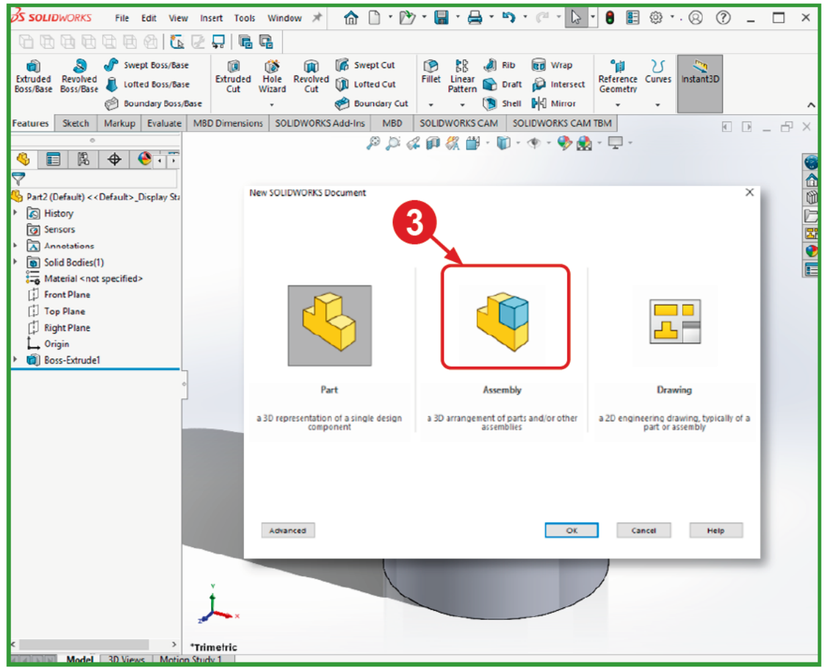
รูปที่ 6.1 สี่เหลี่ยม 3 มิติและถูกเจาะรูตรงกลาง

2. ให้สร้างวัตถุทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. ดังรูป หลังจากนั้นให้บันทึกไฟล์โดยตั้งชื่อว่า Part2 (หมายเหตุ: บันทึกแล้วยังไม่ต้องปิดไฟล์) โดยจะนำวัตถุทรงกระบอกนี้ไปใส่ในรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันบนแผ่นสี่เหลี่ยมที่สร้างในไฟล์ Part1



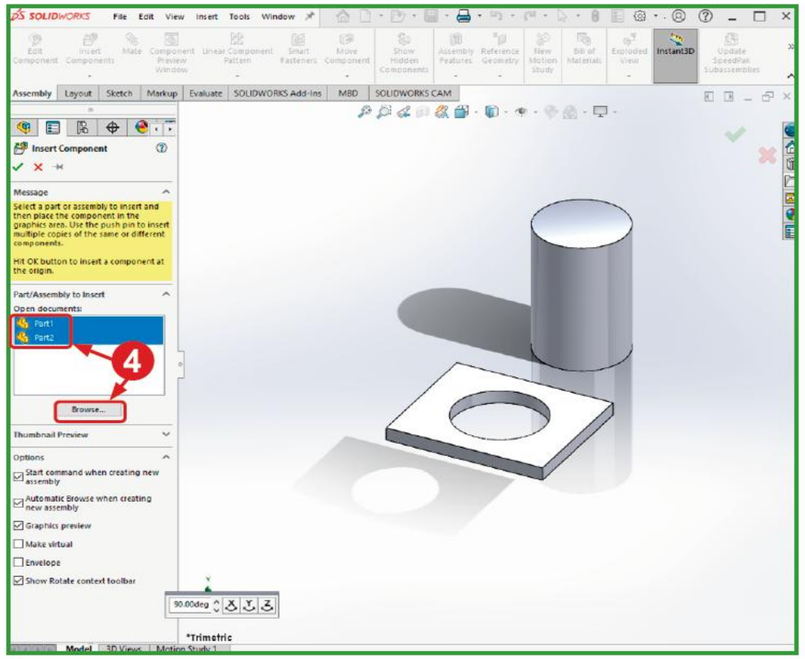
รูปที่ 6.2 วัตถุทรงกระบอก เพื่อใช้วางในฐานสี่เหลี่ยม 3 มิติ

3 คลิกปุ่ม New (หรือกดปุ่ม Ctrl + N) เพื่อสร้างเอกสารใหม่ขึ้นมา คราวนี้เลือกสร้างแบบ Assembly ดังรูป



รูปที่ 6.3 สร้างเอกสารใหม่แบบ Assembly

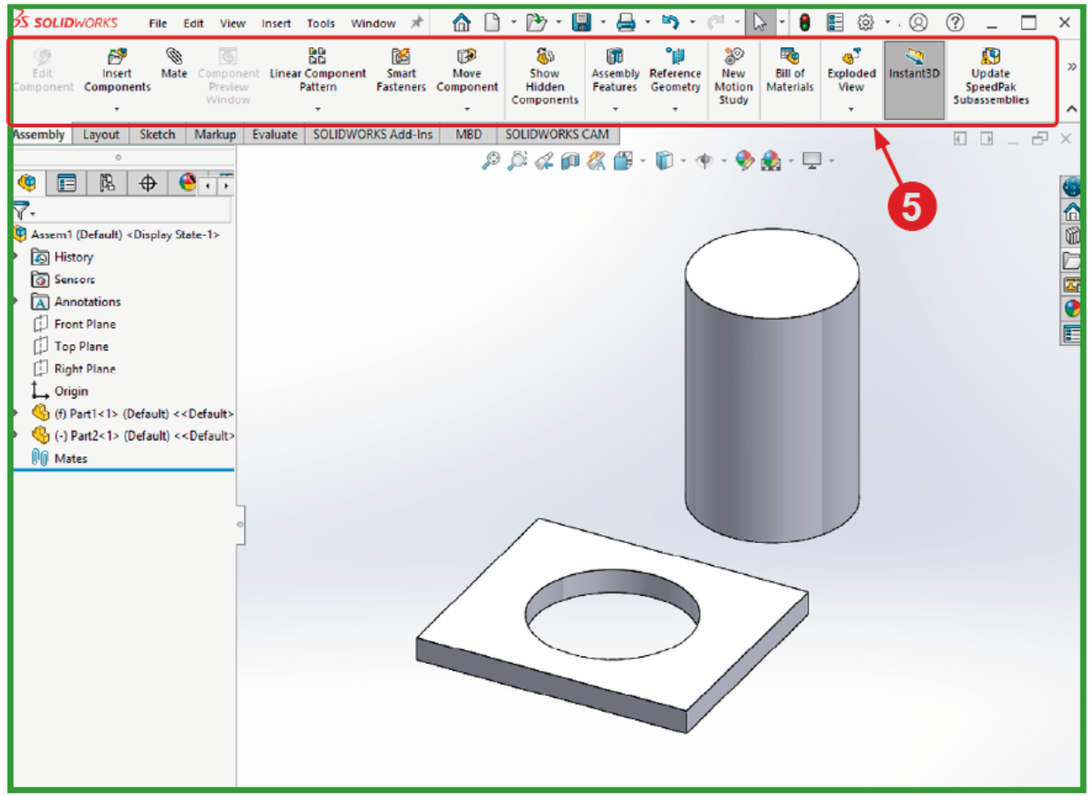
4 เมื่อเปิด Assembly ขึ้นมา ดังรูป จากนั้นเลือกไฟล์ที่จะนำเข้ามาจากหน้าต่าง Insert Component (โดยเลือกได้ 2 แหล่ง แหล่งหนึ่งคือไฟล์ที่เปิดอยู่แล้วในโปรแกรม SOLIDWORKS ซึ่งจะแสดงรายชื่อออกมาในหน้าต่าง Open documents โดยสามารถเลือกหลาย ๆ ไฟล์เข้ามาพร้อมกันได้ด้วยการกดปุ่ม Shift ค้างไว้แล้วคลิกเลือกชื่อไฟล์ต่าง ๆ หรืออีกแหล่งหนึ่งคือ เลือกจากไฟล์ที่เก็บไว้ในเครื่องโดยคลิกปุ่ม Browse...)



รูปที่ 6.4 เลือกนำไฟล์ของชิ้นส่วนวัตถุ 3 มิติเข้ามาประกอบ

ไฟล์แรกที่นำเข้ามาในโปรแกรมควรเป็นไฟล์สำหรับใช้เป็นฐานการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เพราะโปรแกรม SOLIDWORKS จะล็อกตำแหน่งที่วางวัตถุ 3 มิติจากไฟล์นั้นให้โดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการขยับย้ายตำแหน่ง (วัตถุ 3 มิติจากไฟล์อื่น ๆ จะได้ขยับเข้ามาประกอบได้โดยไม่คลาดเคลื่อน)

5 เมื่อนำไฟล์เข้ามาในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จะเห็นว่าสามารถคลิกเลือกใช้งานคำสั่งในแถบทูลบาร์ด้านบนได้แล้ว ดังรูป คำสั่งที่เห็นนี้จะใช้สำหรับจัดการกับส่วนประกอบที่นำเข้ามาจากไฟล์ต่าง ๆ

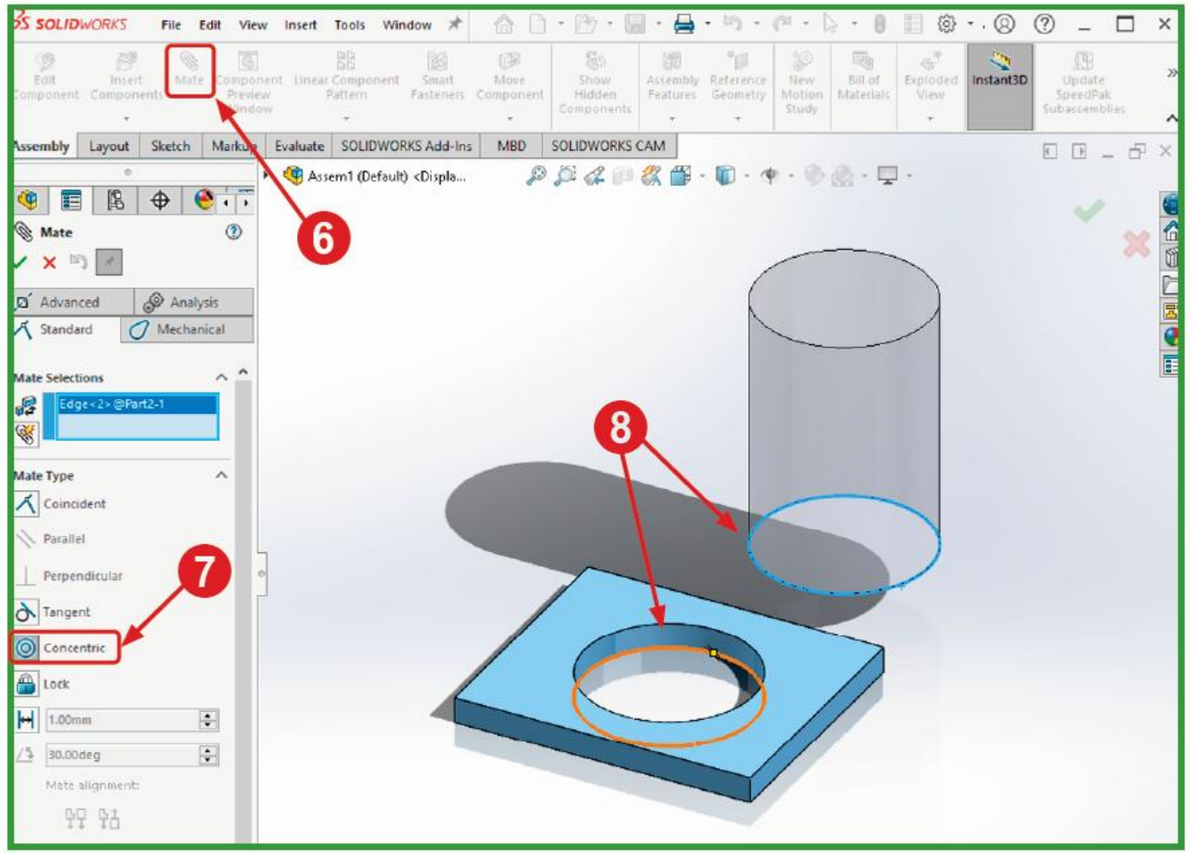


รูปที่ 6.5 แถบเครื่องมือสำหรับช่วยจัดการประกอบชิ้นงาน

6 ตัวอย่างการคำสั่ง Mate เป็นคำสั่งสำหรับใช้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ และยังเป็นคำสั่งหนึ่งที่ ใช้งานกันบ่อย ๆ โดยคลิกที่คำสั่งนี้

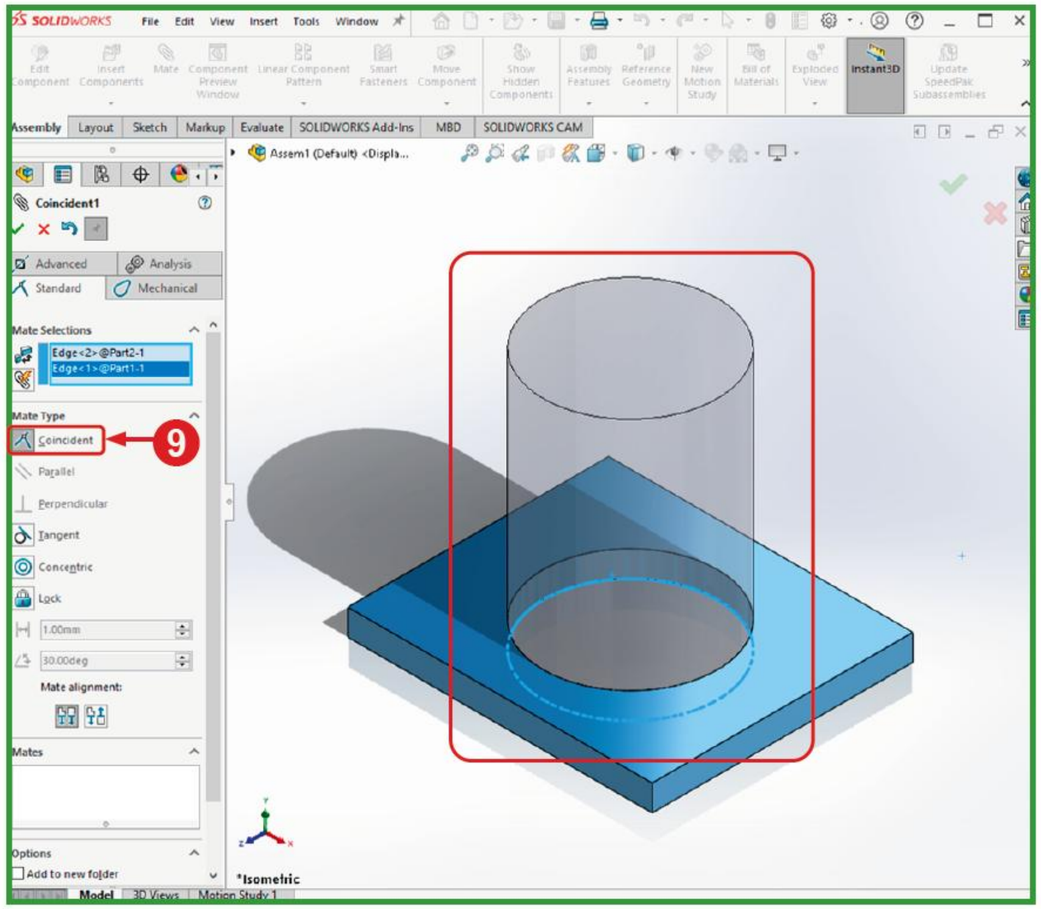
7 ที่ส่วน Standard Mates คลิกเลือกคำสั่ง Concentric เพื่อใช้ในการจับเส้นวงกลม มาอยู่ตรงกันบริเวณกึ่งกลาง

8 คลิกที่เส้นวงกลมที่ เป็นรูในสี่เหลี่ยม 3 มิติและเส้นวงกลมที่อยู่ในวัตถุทรงกระบอก คุณจะเห็นว่าแท่งวัตถุทรงกระบอกขยับมาอยู่ตรงกับรูวงกลมทันที ดังรูป



รูปที่ 6.6 การคลิกเลือกที่เส้นวงกลมของวัตถุ 3 มิติทั้งสองชิ้น

9 คลิกที่คำสั่ง Coincident เพื่อให้เส้นวงกลมทั้งสองที่คลิกเลือกขยับมาประกบติดกัน ดังรูป จากนั้นกดปุ่ม Esc เพื่อสิ้นสุดการทำงานในคำสั่ง Mate



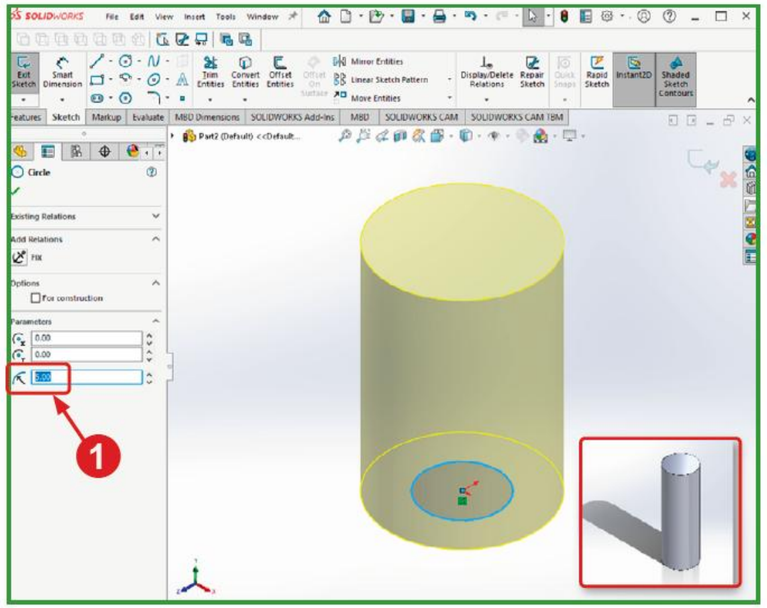
รูปที่ 6.7 คลิกเลือกคำสั่ง Coincident เพื่อประกบวัตถุเข้าด้วยกัน

1.1 วิธีแก้ไขส่วนประกอบชิ้นงานใน Assembly

วัตถุ 3 มิติที่นำเข้ามาประกอบใน Assembly สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา โดยมีวิธีการหลัก ๆ 2 วิธี ดังนี้

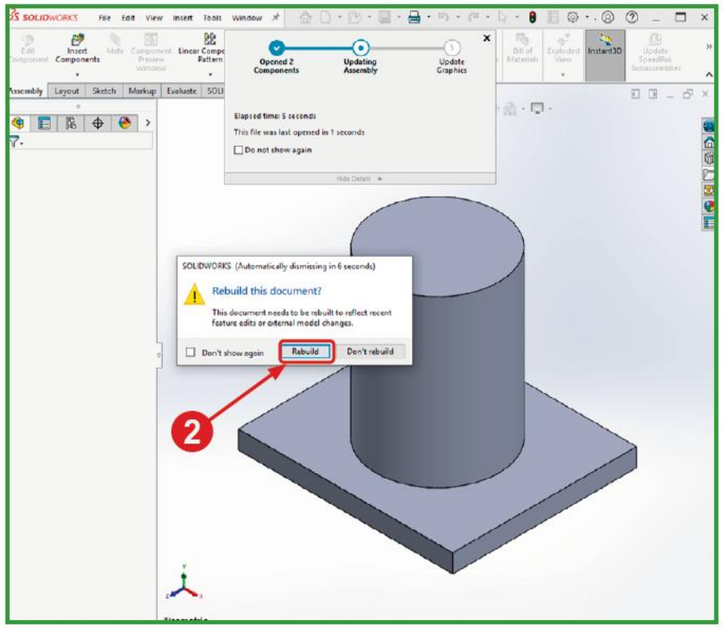
วิธีแรก ทำได้ด้วยแก้ไขจากไฟล์ส่วนประกอบ มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดไฟล์ที่บันทึกของส่วนประกอบนั้นขึ้นมาแก้ไข ดังรูป



รูปที่ 6.8 การเปิดไฟล์ที่เก็บส่วนประกอบของชิ้นงานขึ้นมาแก้ไข

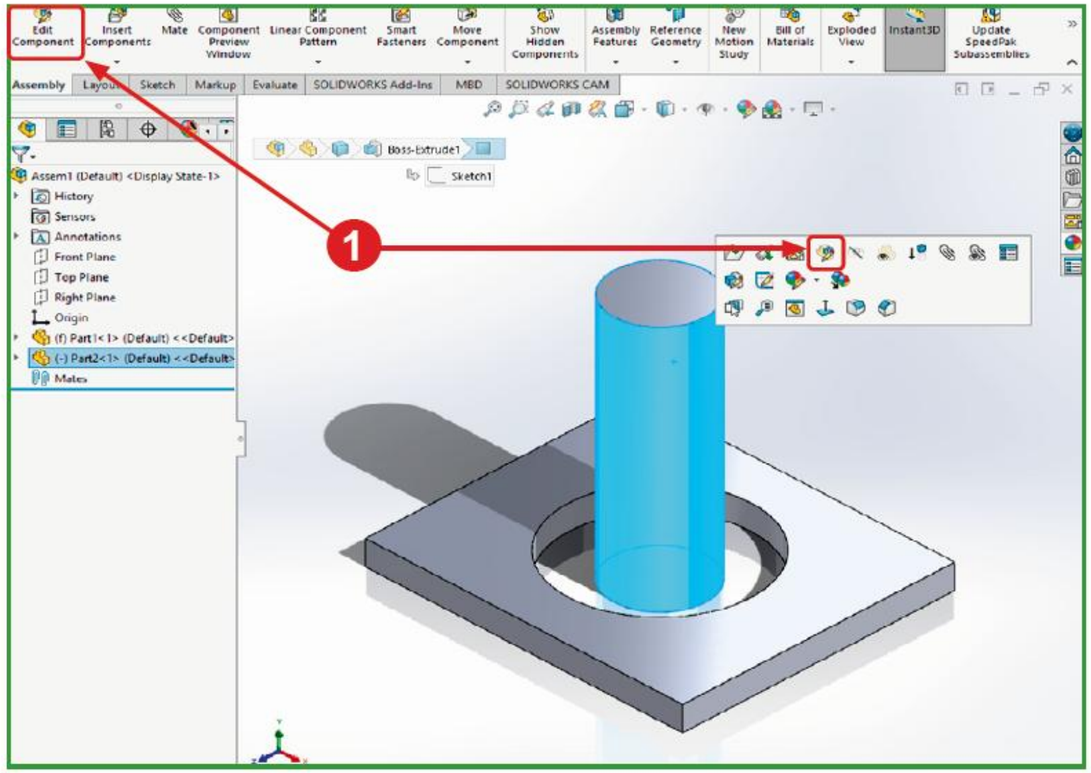
2. เมื่อเปิดไฟล์ Assembly ที่มีส่วนประกอบถูกแก้ไข โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างขึ้นมาถามว่าต้องการให้ผลการแก้ไขไฟล์ส่วนประกอบมีผลในไฟล์ Assembly ด้วยหรือไม่ ดังรูป (แค่คลิกปุ่ม Rebuild เพื่อยืนยัน)



รูปที่ 6.9 การคลิกคำสั่ง Rebuild

วิธีที่สอง แก้ไขจากหน้าต่าง Assembly มีขั้นตอนดังนี้

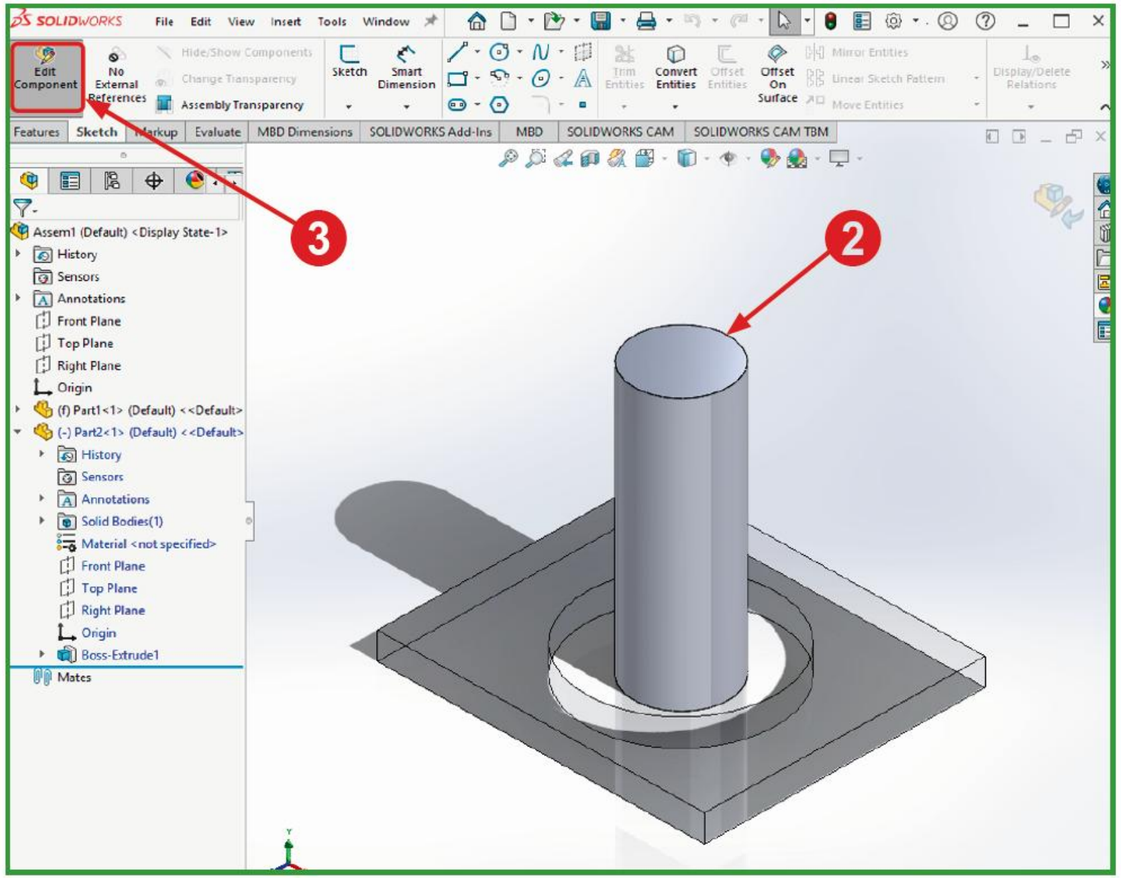
1. ในหน้าต่าง Assembly คลิกที่ส่วนประกอบที่ต้องการแก้ไข จากนั้นคลิกปุ่ม Edit Component ที่แถบทูลบาร์ หรือคลิกปุ่ม Edit part ที่แถบคำสั่งด้านข้าง ดังรูป



รูปที่ 6.10 การคลิกที่ส่วนประกอบ แล้วคลิกเพื่อใช้คำสั่ง Edit Component

2. เมื่อเข้าสู่หน้าต่างสำหรับแก้ไขส่วนประกอบ ดังรูป ส่วนประกอบชิ้นอื่น ๆ ที่อยู่ในหน้าต่าง Assembly เป็นสีขาวดำ ส่วนประกอบที่แก้ไขได้จะเป็นสีปกติ โดยผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ด้วยการคลิกปุ่มคำสั่งที่อยู่ในทูลบาร์ด้านบน หรือคลิกแถบคำสั่งที่อยู่ด้านข้าง

3. หลังจากแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกปุ่ม Edit Component ซ้ำอีกครั้งเพื่อออกจากหน้าต่างแก้ไขส่วนประกอบ

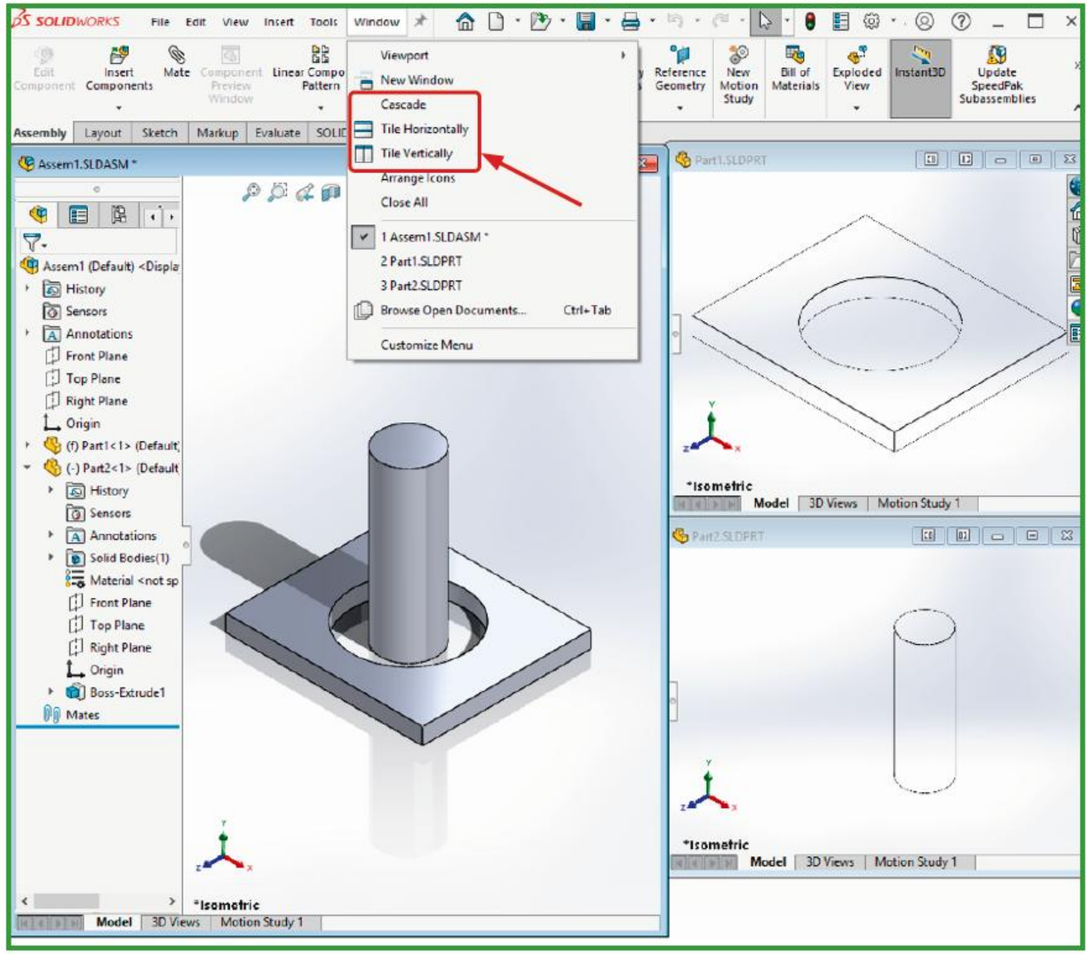


รูปที่ 6.11 หน้าต่างสำหรับแก้ไขส่วนประกอบ

1.2 การแยกหน้าต่างเรียงไฟล์แก้ไขงานใน Assembly

การจัดการหน้าต่างการทำงานภายใต้โมดูล Assembly นั้น ระบบได้พัฒนาฟังก์ชันการจัดการมุมมองแบบหลายหน้าต่าง (Multiple Window Management) เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการแก้ไขชิ้นงาน โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงการตั้งค่าดังกล่าวได้ผ่านเมนู Windows ซึ่งมีตัวเลือกในการจัดวางหน้าต่างหลากหลายรูปแบบ (Window Layout Options) อาทิ การเรียงซ้อน (Cascade) หรือการแบ่งหน้าจอ (Split Screen) ทั้งนี้ การปรับใช้ฟังก์ชันดังกล่าวช่วยลดระยะเวลาในการสลับหน้าจอระหว่างการแก้ไขชิ้นงานและการตรวจสอบผลลัพธ์ในมุมมอง Assembly ดังนี้

- Cascade เป็นการจัดเรียงหน้าต่างแบบซ้อนให้เห็นแถบ Title Bar ของชื่อไฟล์
- Tile Horizontally เป็นการเรียงหน้าต่างตามแนวนอน
- Tile Vertically เป็นการเรียงตามแนวตั้ง

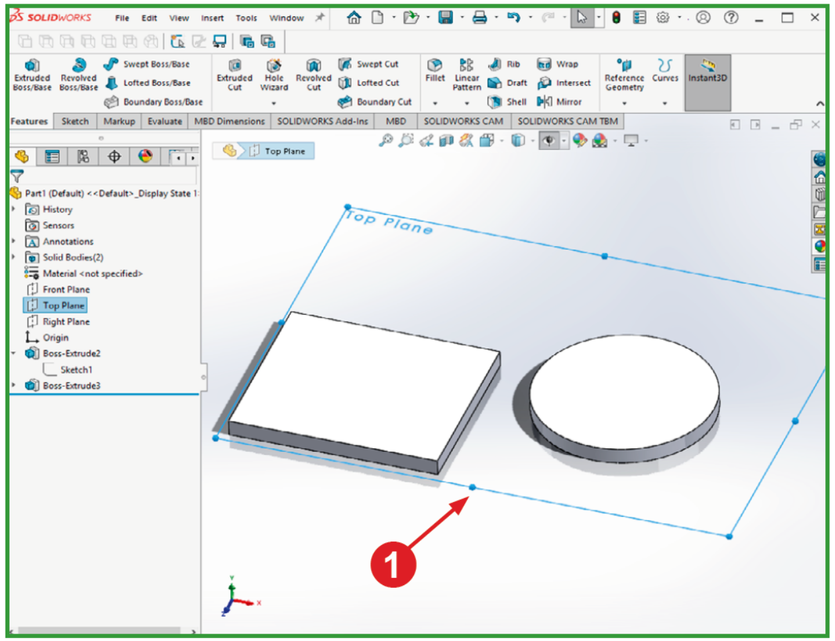


รูปที่ 6.12 การเปิดหน้าต่างแบบแยกย่อยและเรียงไฟล์

1.3 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงานในแบบต่าง ๆ

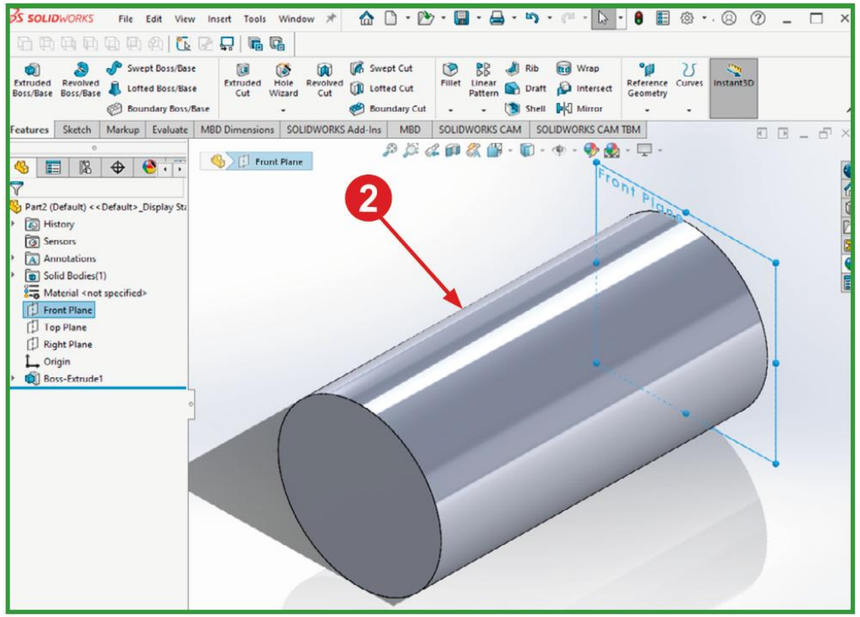
ส่วนประกอบของชิ้นงานที่นำเข้ามาในหน้าต่าง Assembly จะต้องมีการปรับแต่งตำแหน่งเพื่อให้ส่วนประกอบรวมเข้าเป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์ ซึ่งคำสั่งเบื้องต้นที่นิยมใช้คือ คำสั่ง Mate ใช้สำหรับการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบให้ถูกต้องแม่นยำสำหรับการวางตำแหน่งในชิ้นงาน

1. ให้สร้างสี่เหลี่ยม 3 มิติและวัตถุทรงกระบอกในระนาบ Top Plane ดังรูป จากนั้นบันทึกไฟล์เป็นชื่อ 01



รูปที่ 6.13 สี่เหลี่ยมและวัตถุทรงกระบอกในระนาบ Top Plane

2. สร้างเอกสารใหม่ แล้วสร้างวัตถุทรงกระบอกในระนาบ Front Plane ดังรูป จากนั้นบันทึกไฟล์เป็นชื่อ 02

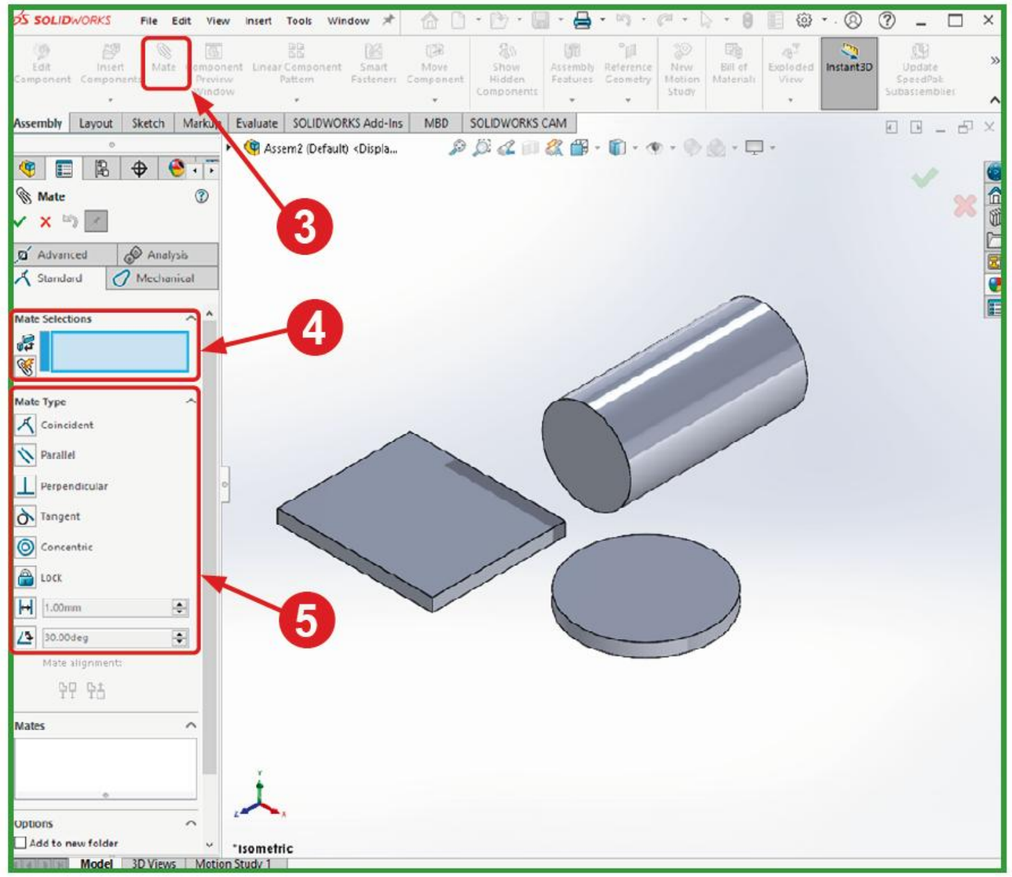


รูปที่ 6.14 วัตถุทรงกระบอกในระนาบ Front Plane

3 สร้างเอกสารใหม่เป็นแบบ Assembly แล้วเปิดไฟล์ 01 และ 02 ที่บันทึกส่วนประกอบชิ้นงานก่อนหน้านี้เข้ามาในหน้าต่างนี้ จากนั้นคลิกคำสั่ง Mate ดังรูป

4 ที่หน้าต่าง Mate จะประกอบด้วยส่วน Mate Selections สำหรับแสดงรายชื่อของจุดที่ได้คลิกเลือกในวัตถุ 3 มิติแล้ว ผู้ใช้สามารถลบรายชื่อของจุดที่เลือกไว้ด้วยการคลิกขวาที่ส่วนนี้แล้วเลือกคำสั่ง Clear Selections

5 ส่วนถัดมาคือ Standard Mates มีไว้สำหรับกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดค่าความสัมพันธ์ได้โดยคลิกยังรูปแบบที่ต้องการแล้วคลิกยังจุดต่าง ๆ ระหว่างวัตถุที่ต้องการกำหนดค่าความสัมพันธ์ หรือจะคลิกเลือกภายหลังหลังจากคลิกจุดไปแล้วก็ได้ (สามารถคลิกเลือกเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์ได้ตลอดเวลา)

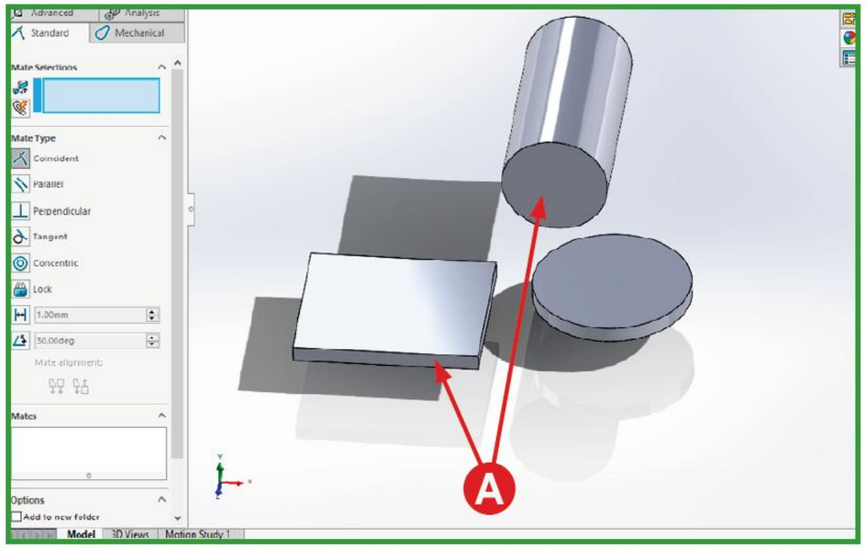


รูปที่ 6.15 หน้าต่าง Mate สำหรับตั้งค่าความสัมพันธ์ของวัตถุ

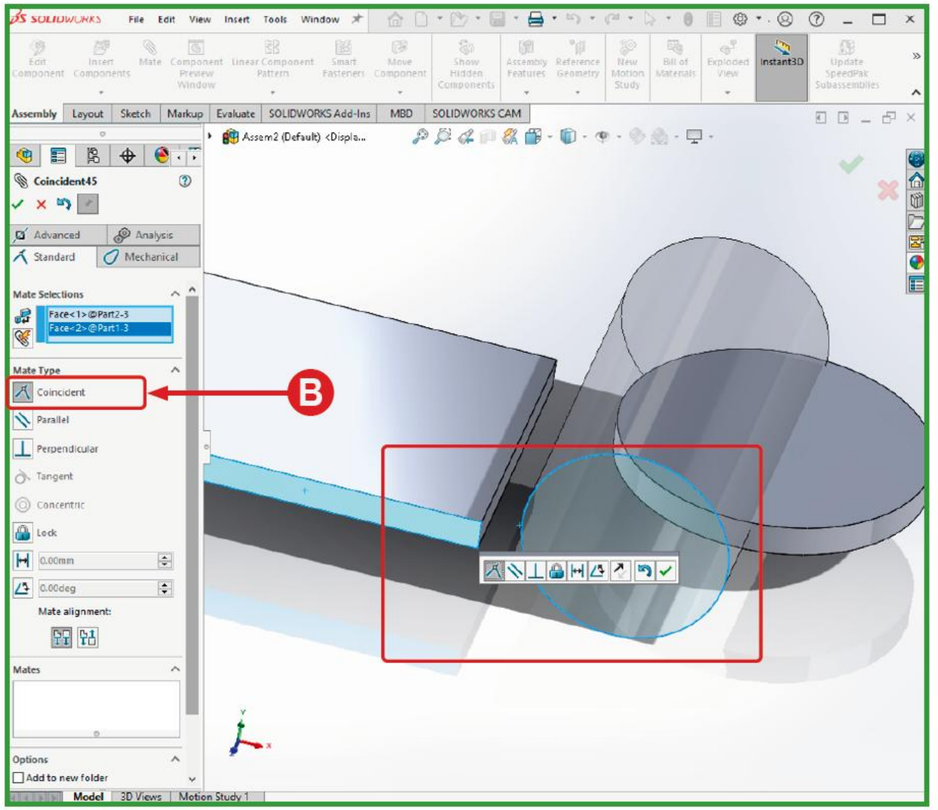
การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุมีรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

Coincident: กำหนดให้จุดที่เลือกของวัตถุอยู่ในระดับเดียวกัน

โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของพื้นผิวของวัตถุที่คลิกเลือก (ลูกศร A) อยู่ในระดับเดียวกัน เมื่อคลิกคำสั่ง Coincident (ลูกศร B)



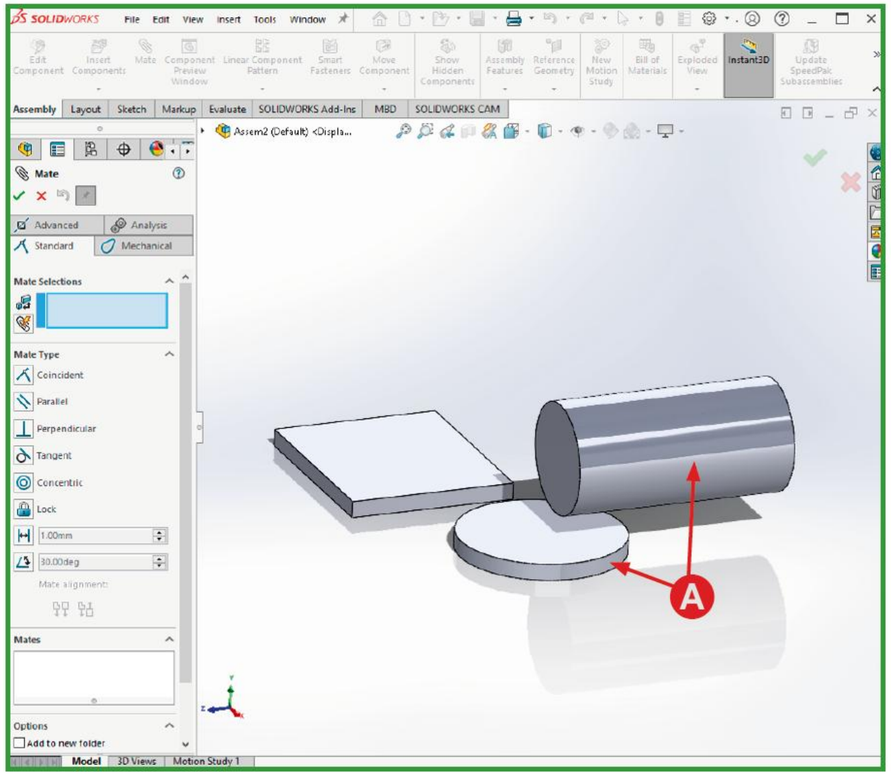
รูปที่ 6.16 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Coincident



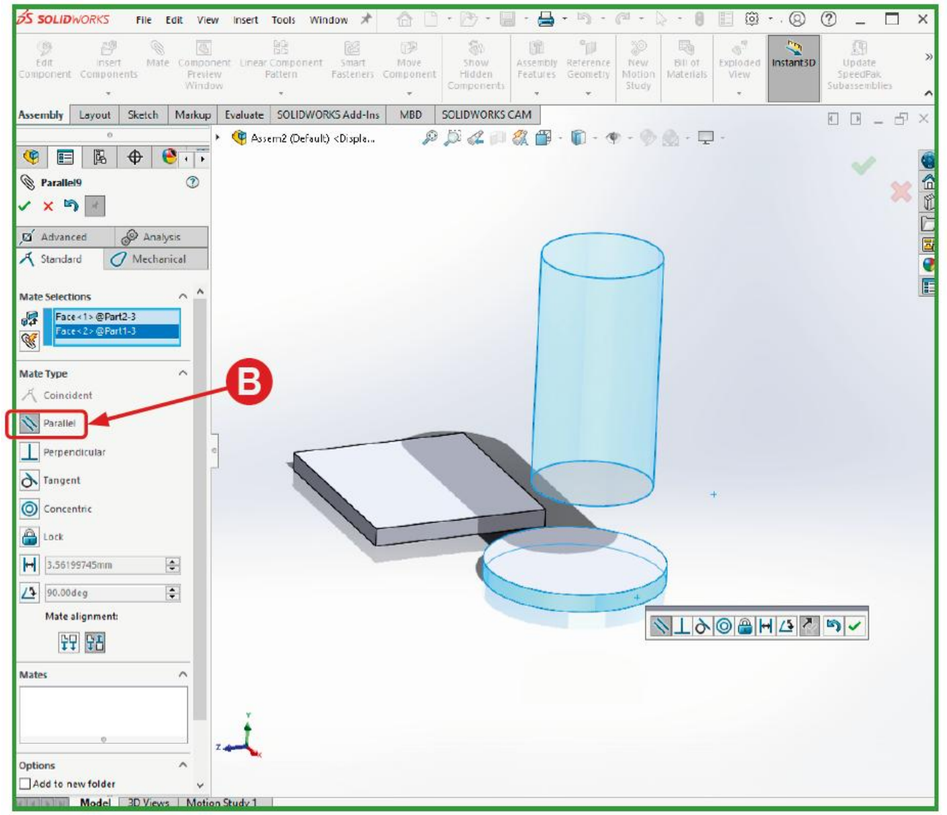
รูปที่ 6.17 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Coincident

Parallel: กำหนดให้จุดที่เลือกอยู่ในแนวขนานกัน

โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของพื้นผิวของวัตถุที่คลิกเลือก (ลูกศร A) ขนานกัน แต่ไม่ได้อยู่ในระดับเดียวกัน เมื่อคลิกคำสั่ง Parallel (ลูกศร B)



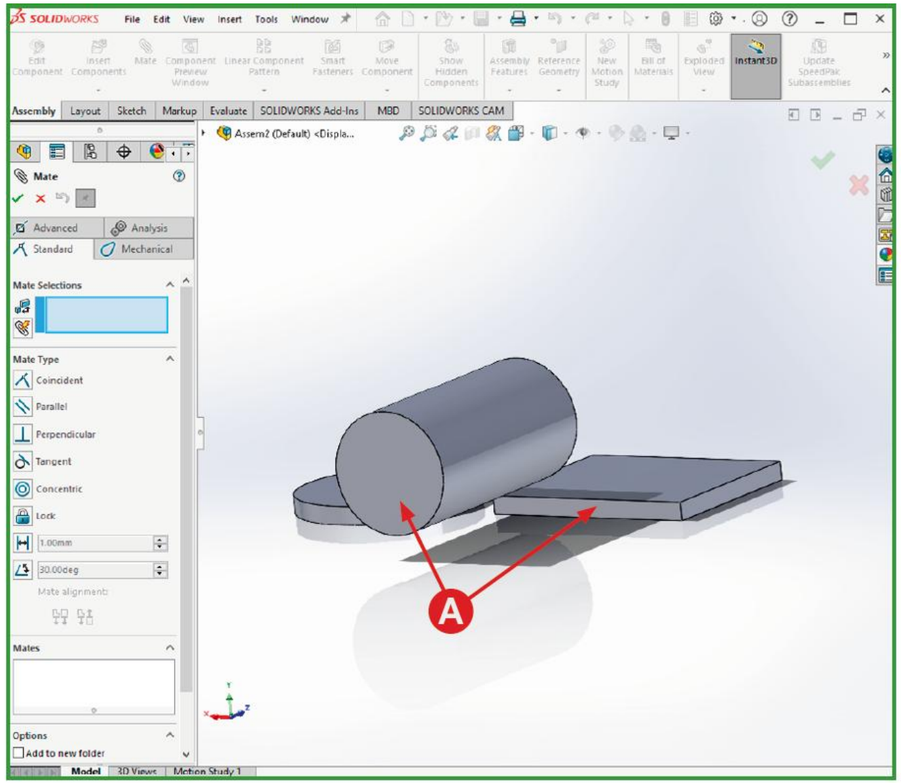
รูปที่ 6.18 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Parallel



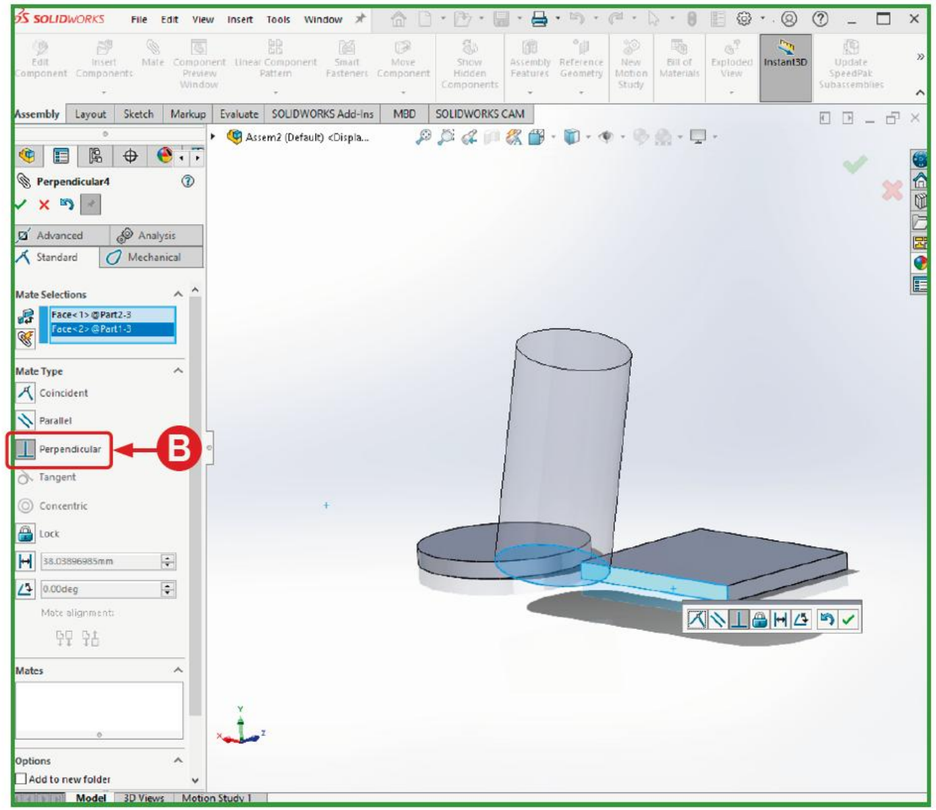
รูปที่ 6.19 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Parallel

Perpendicular: กำหนดให้จุดที่เลือกอยู่ในแนวตั้งฉาก

โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของพื้นผิวของวัตถุที่คลิกเลือก (ลูกศร A) อยู่ตั้งฉากกัน เมื่อคลิกคำสั่ง Perpendicular (ลูกศร B)



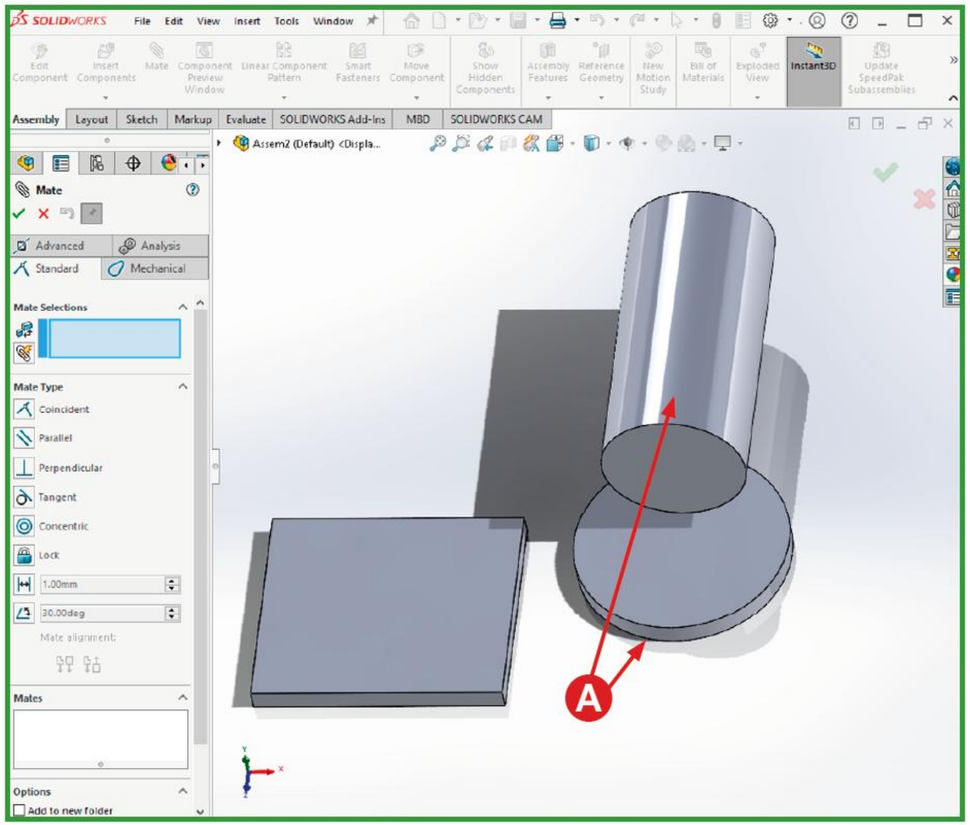
รูปที่ 6.20 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Perpendicular



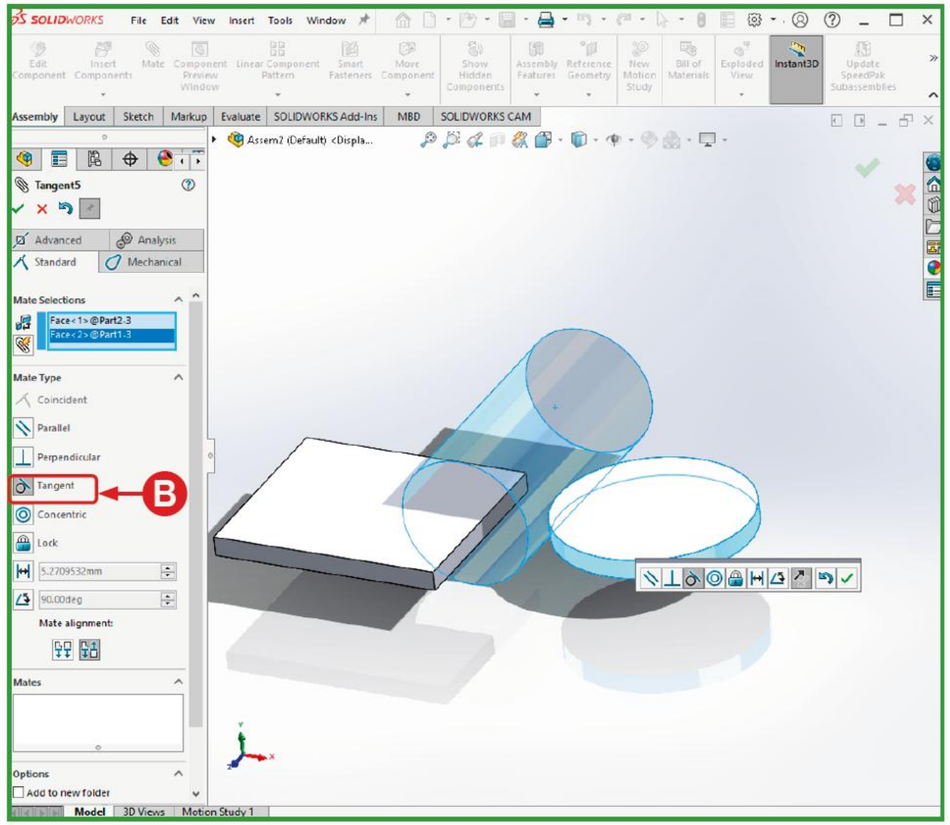
รูปที่ 6.21 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Perpendicular

Tangent: กำหนดให้จุดที่เลือกอยู่ในระดับเดียวกันกับพื้นผิวของวัตถุวงกลม

โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของพื้นผิวของวัตถุที่คลิกเลือกและพื้นผิวของวัตถุวงกลม (ลูกศร A) อยู่ในแนวเดียวกัน เมื่อคลิกคำสั่ง Tangent (ลูกศร B)



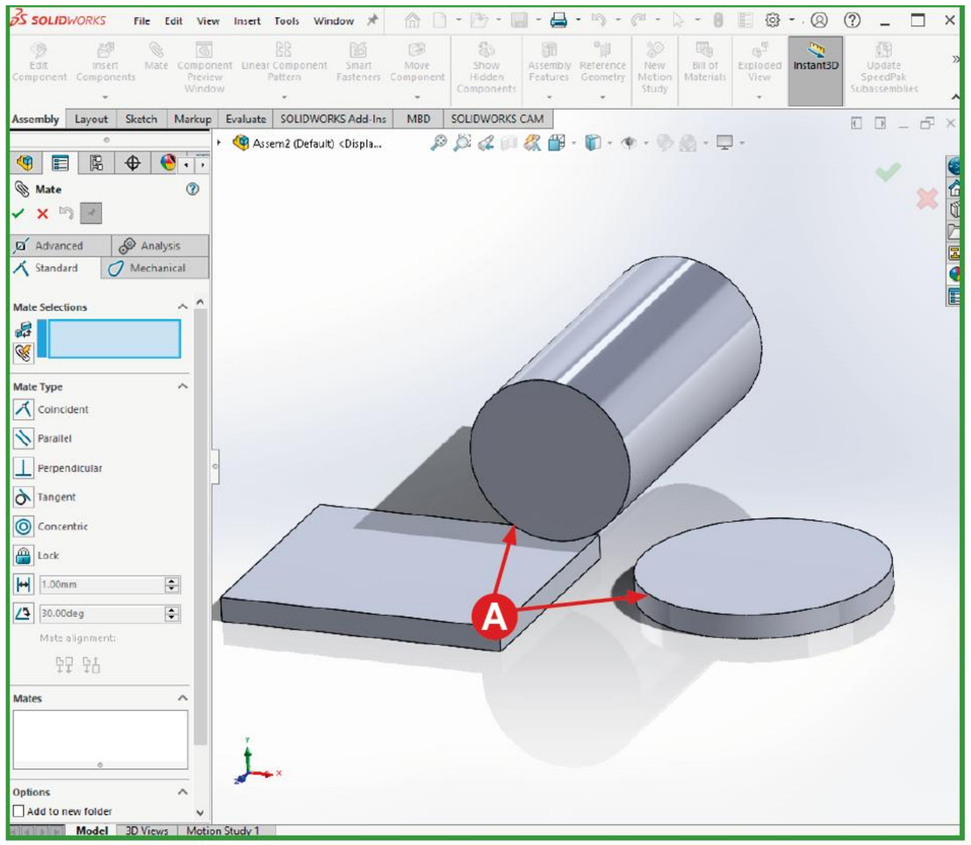
รูปที่ 6.22 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Tangent



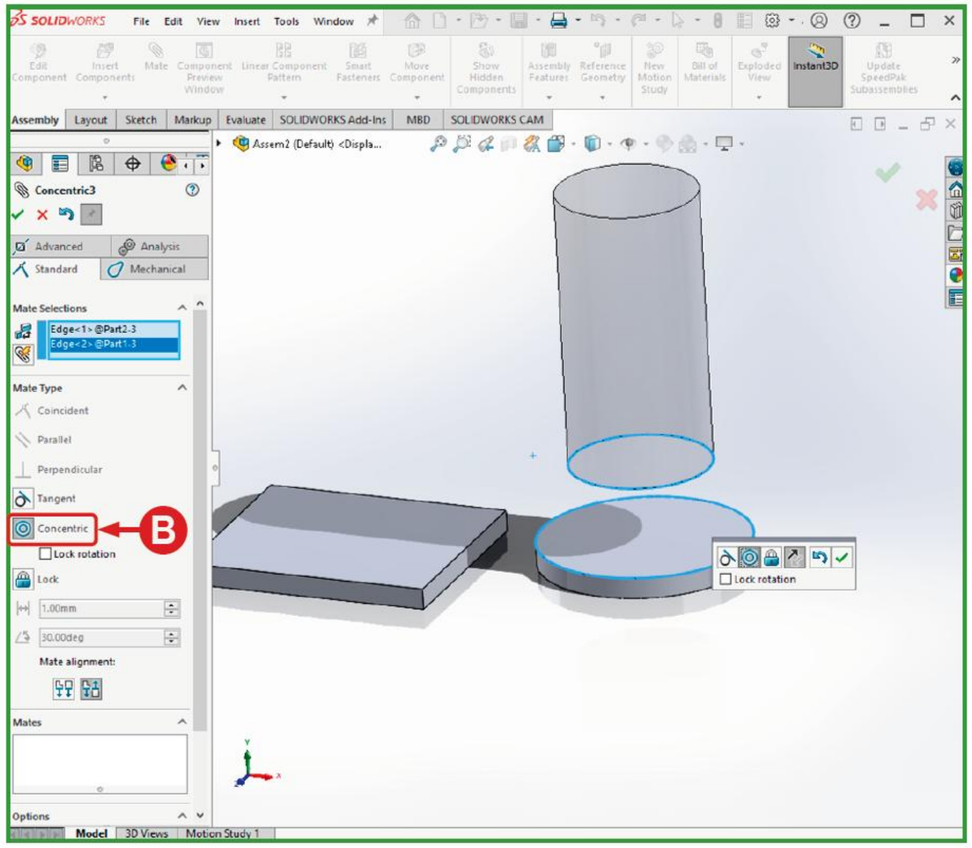
รูปที่ 6.23 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Tangent

Concentric: กำหนดให้มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน

โปรแกรมจะทำให้จุดศูนย์กลางของวงกลมอันแรกที่คลิกเลือก (ลูกศร A) เป็นจุดศูนย์กลางหลักและนำเอาวัตถุวงกลมอื่นมาวางในจุดศูนย์กลางนั้น เมื่อคลิกคำสั่ง Concentric (ลูกศร B)



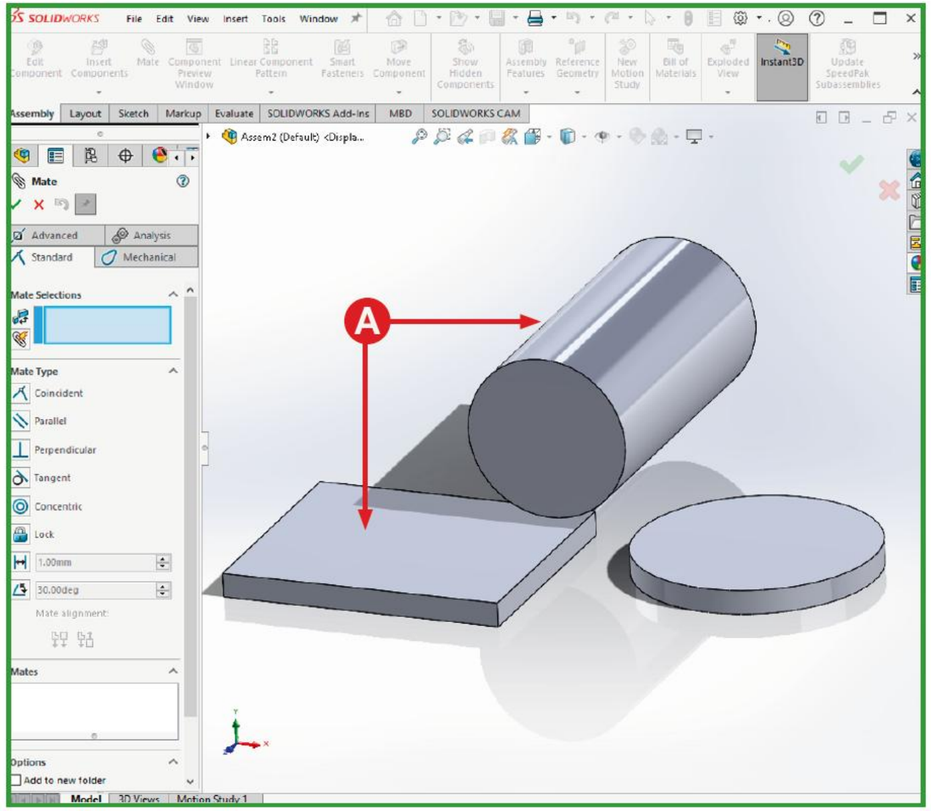
รูปที่ 6.24 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Concentric



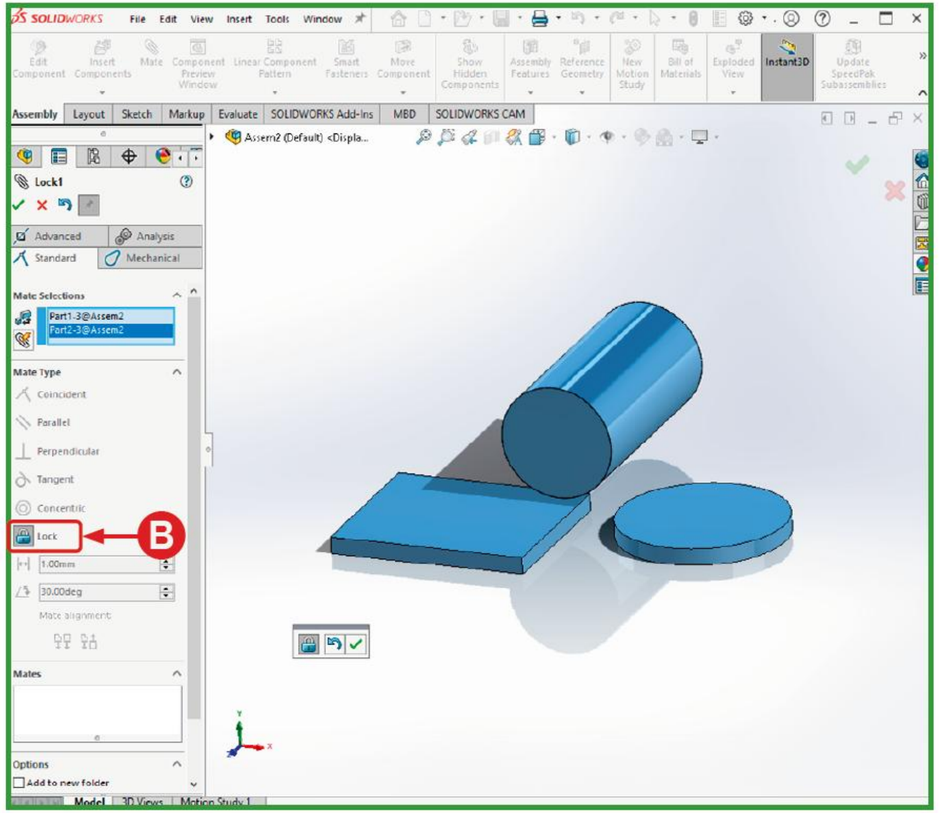
รูปที่ 6.25 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Concentric

Lock: ตรึงส่วนประกอบไม่ให้ขยับ

โปรแกรมจะปรับให้ส่วนประกอบของวัตถุที่คลิกเลือกทั้ง 2 ส่วน (ลูกศร A)เป็นเสมือนวัตถุชิ้น เดียวกัน ทำให้ขยับเปลี่ยนแปลงตำแหน่งระหว่างส่วนประกอบทั้งสองไม่ได้ เมื่อคลิกคำสั่ง Lock (ลูกศร B)



รูปที่ 6.26 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Lock

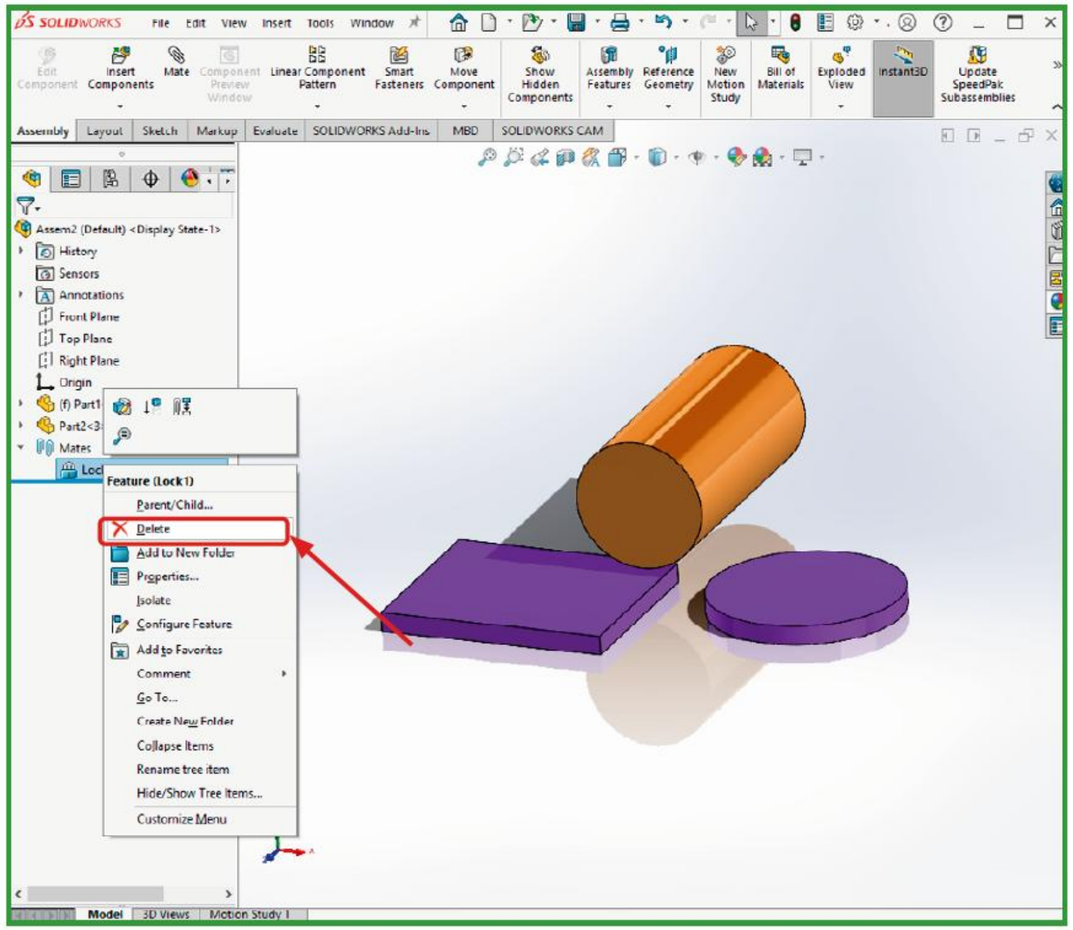


รูปที่ 6.27 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Lock

เมื่อตั้งค่าความสัมพันธ์รูปแบบใดก็ตามเอาไว้แล้ว จะเป็นเหมือนตัวยึดวัตถุให้มีสถานะนั้นตลอด เช่น ตั้งค่าเป็นแบบ Concentric วัตถุที่อยู่ภายในวงกลมก็จะไม่สามารถย้ายไปตำแหน่งอื่นได้

วิธีปลดล็อกค่าความสัมพันธ์ที่ได้ตั้งไว้แล้วก็คือ คลิกเครื่องหมาย + หน้าคำสั่ง Mate ที่อยู่ในหน้าต่าง Features Manager จากนั้นคลิกขวาที่ค่าความสัมพันธ์ที่ต้องการปลดออก แล้วเลือกคำสั่ง Delete เพื่อลบล้าง ผลของความสัมพันธ์

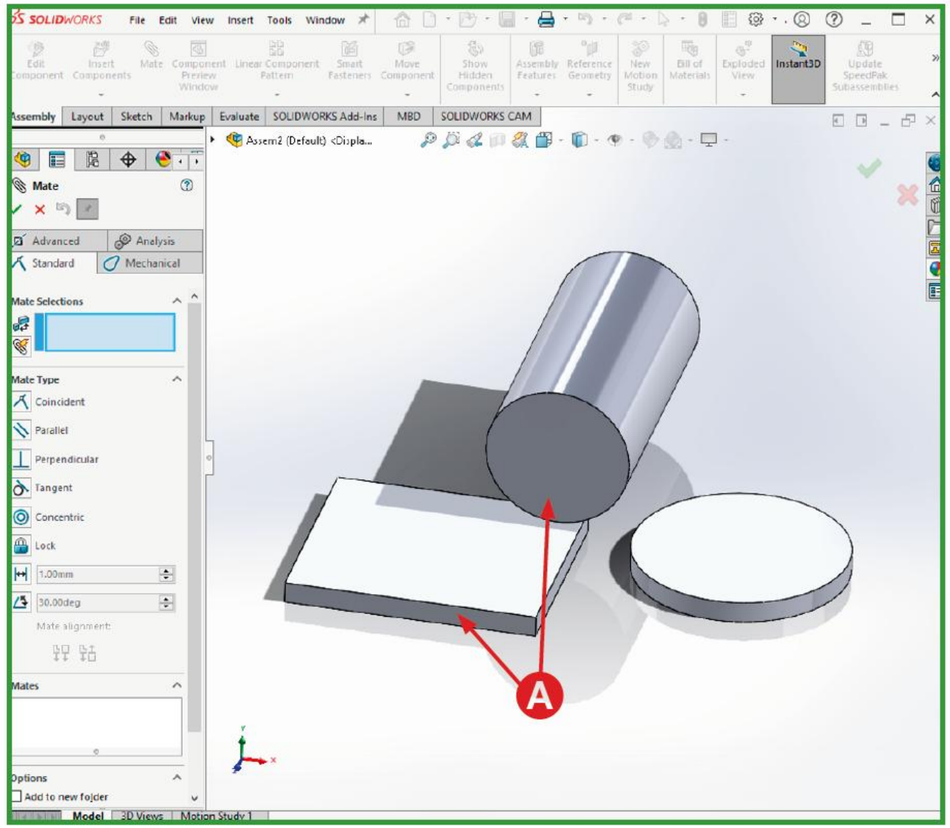
ตามตัวอย่างในภาพที่ เป็นการปลดค่าความสัมพันธ์แบบ Lock



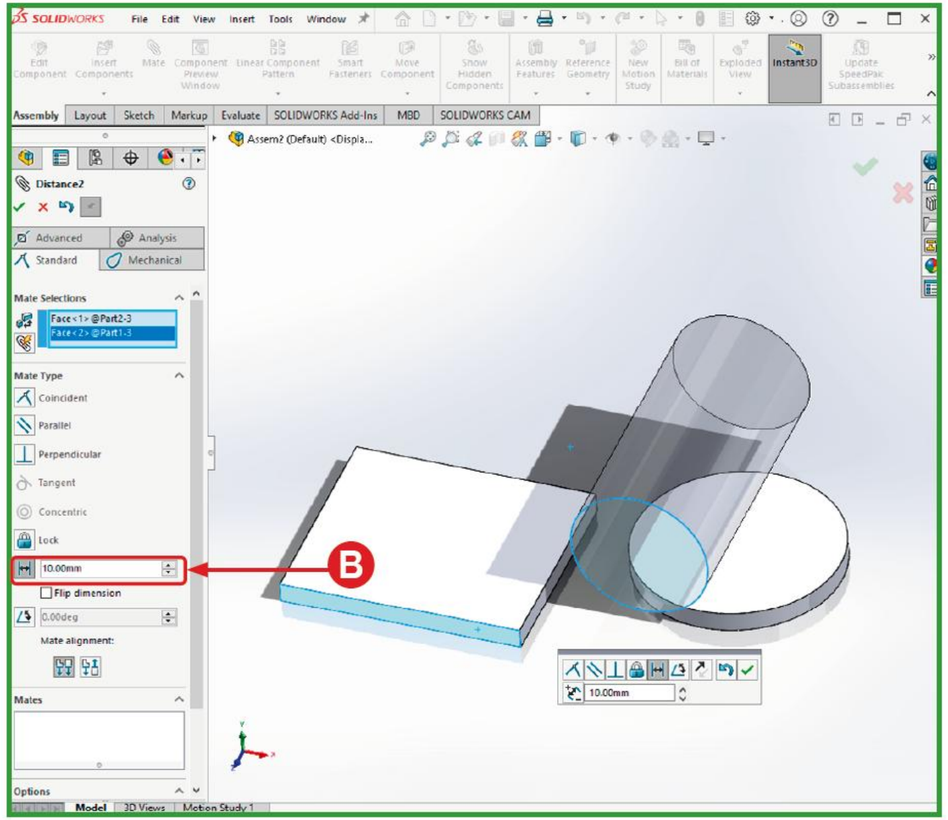
รูปที่ 6.28 การคลิกคำสั่ง Delete เพื่อล้างการตั้งค่าแบบ Lock

Distance: กำหนดระยะห่างระหว่างวัตถุ

โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของพื้นผิวของวัตถุที่คลิกเลือก (ลูกศร A) อยู่ในระยะห่างที่กำหนดไว้ เมื่อคลิกคำสั่ง Distance (ลูกศร B)



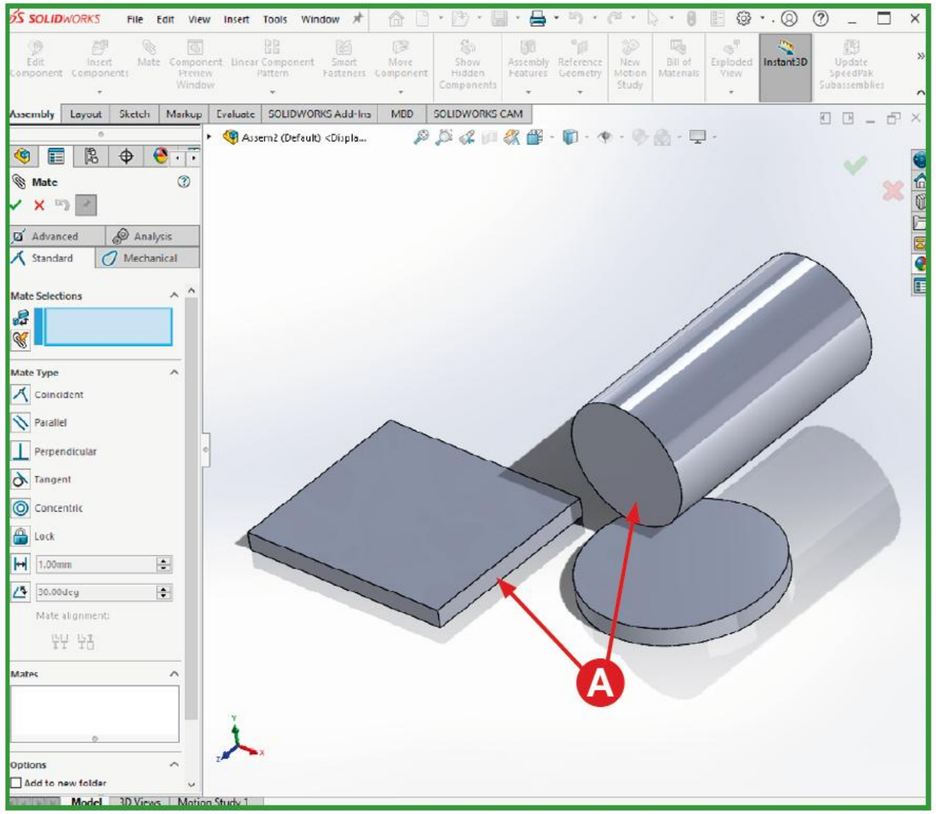
รูปที่ 6.29 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Distance



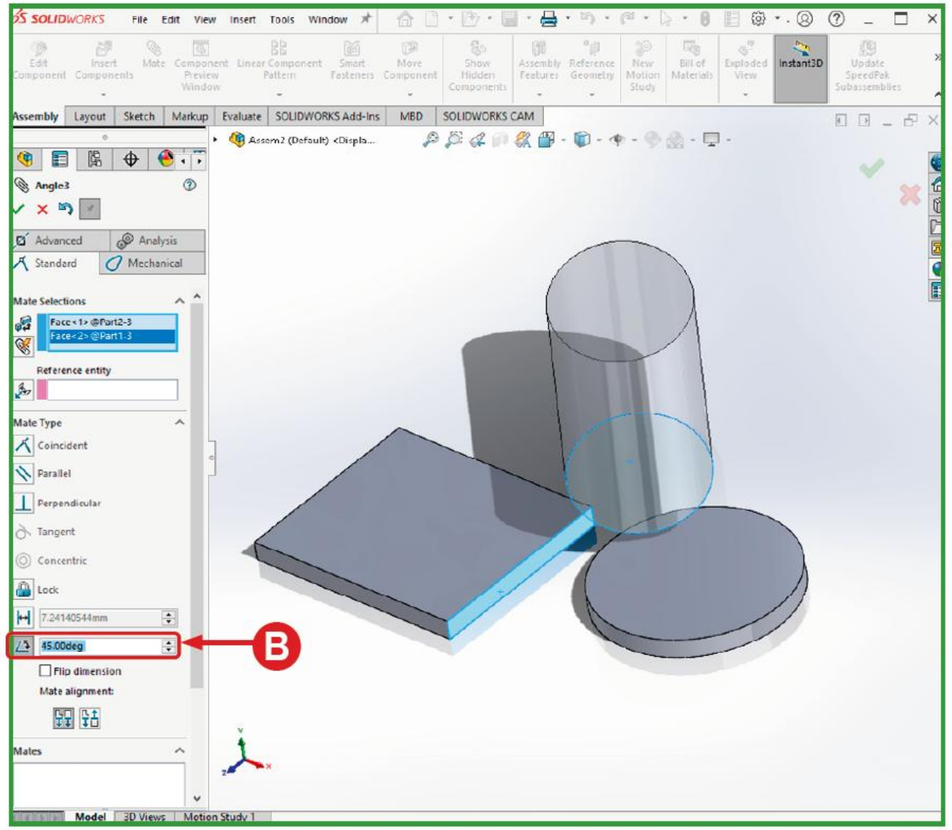
รูปที่ 6.30 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Distance

Angle: กำหนดองศาระหว่างวัตถุ

โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของพื้นผิวของวัตถุที่คลิกเลือก (ลูกศร A) ให้อยู่ในองศาที่กำหนด โดยอ้างอิงจากพื้นผิวของวัตถุชิ้นแรกที่คลิกเลือกเป็นฐานในการหมุน ปรับตำแหน่งองศาของวัตถุอีกชิ้น เมื่อคลิกคำสั่ง Angle (ลูกศร B)



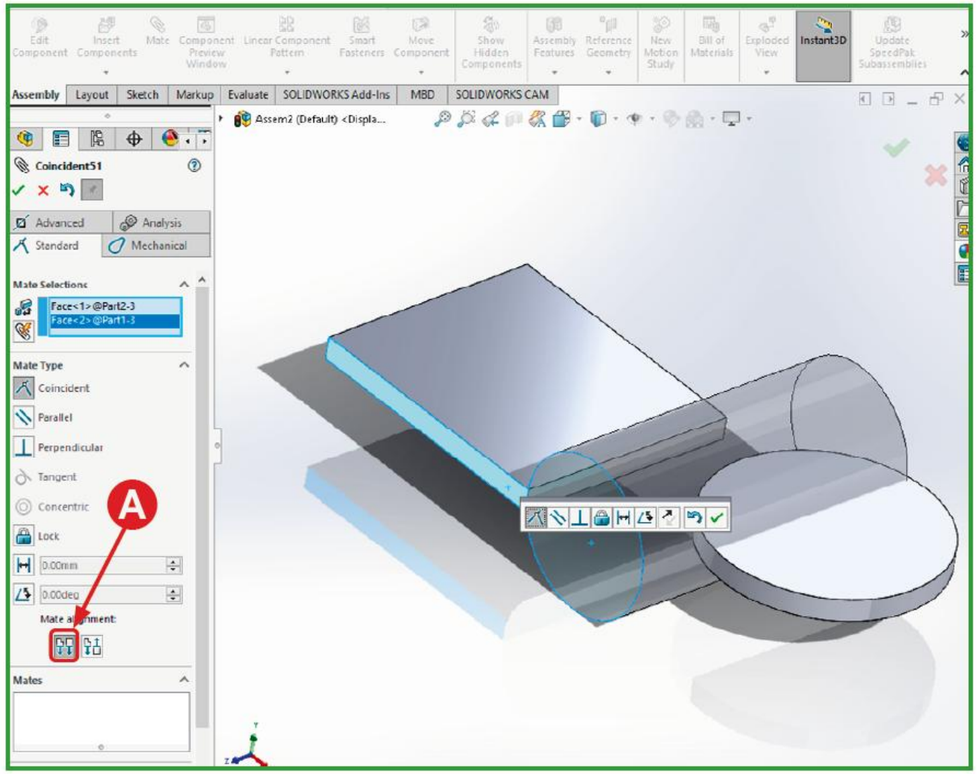
รูปที่ 6.31 การคลิกเลือกวัตถุที่จะกำหนดค่าความสัมพันธ์แบบ Angle



รูปที่ 6.32 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Angle

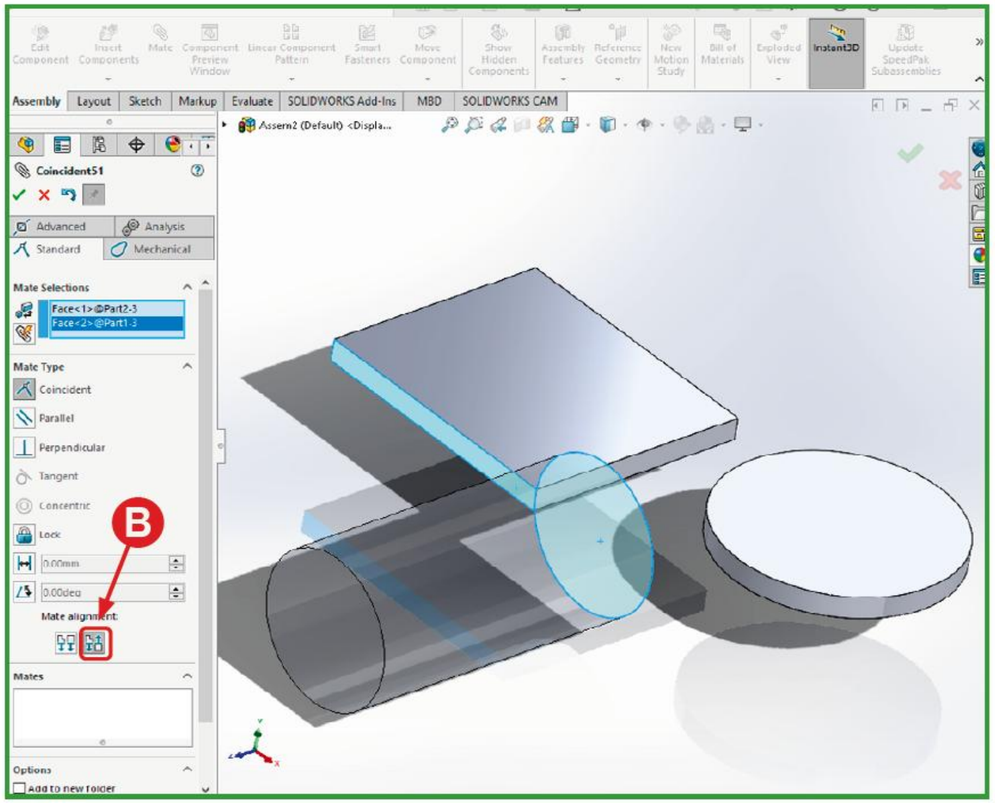
Aligned: กำหนดให้ส่วนที่ไม่ได้เลือกอยู่ในแนวเดียวกัน

ผลของการใช้คำสั่งนี้ (ลูกศร A) คือ โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของวัตถุที่ไม่ได้ถูกคลิกเลือกอยู่ในแนวด้านเดียวกัน



รูปที่ 6.33 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Aligned

ส่วนอีกคำสั่งคือ Anti Aligned จะให้ผลตรงกันข้าม คือ กำหนดให้ส่วนที่ไม่ได้เลือกกลับทิศทางกัน ผลของการใช้คำสั่งนี้ (ลูกศร B) คือ โปรแกรมจะปรับให้ตำแหน่งของวัตถุที่ไม่ได้ถูกคลิกเลือกอยู่สลับด้านกัน

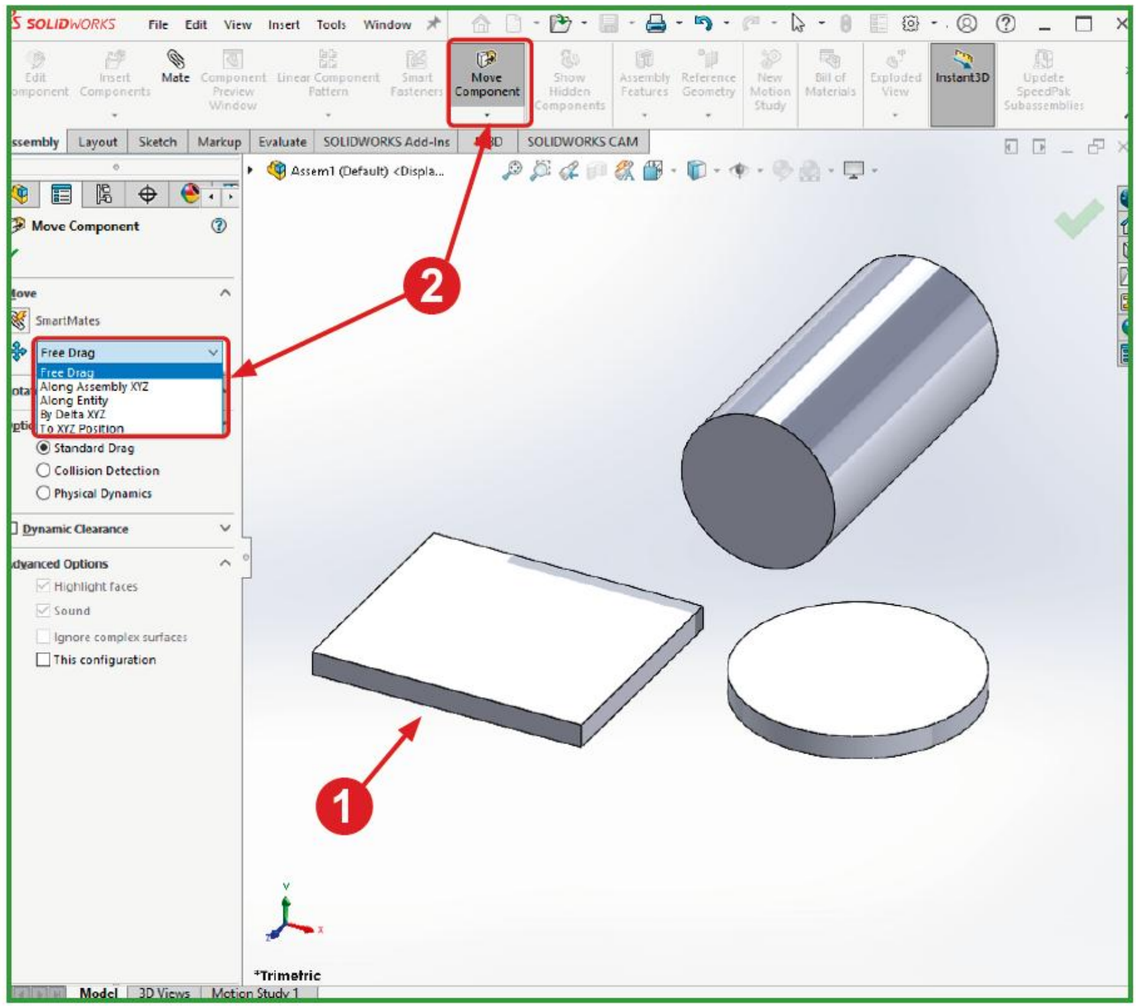


รูปที่ 6.34 ผลลัพธ์การตั้งค่าแบบ Anti Aligned

2 การจัดวางตำแหน่งชิ้นส่วนในงานประกอบ (Assembly Positioning)

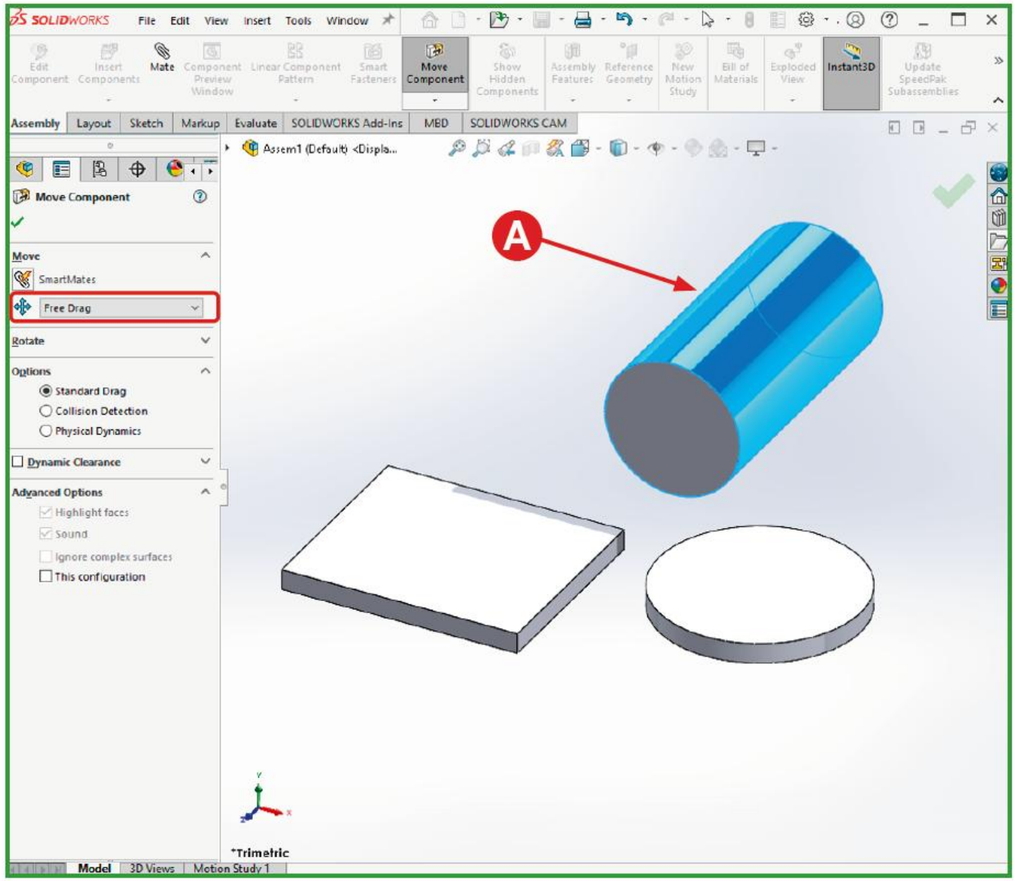
การจัดวางตำแหน่งชิ้นส่วนในงานประกอบ (Assembly Positioning) เป็นกระบวนการสำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (Computer-Aided Design: CAD) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนสามมิติ (Three-dimensional Components) เข้าด้วยกันในหน้าต่างการประกอบ (Assembly Window) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยฟังก์ชันการจัดการตำแหน่ง Move Component ที่เป็นเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการปรับเปลี่ยนพิกัดและการวางตำแหน่งของชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กับองค์ประกอบอื่นในโครงสร้าง ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการเคลื่อนย้ายวัตถุได้อย่างแม่นยำผ่านระบบอินเตอร์เฟซที่ออกแบบมาเพื่อความสะดวกในการใช้งาน (User-friendly Interface) ดังนี้

1. เปิดไฟล์ส่วนประกอบชิ้นงานเข้ามาในหน้าต่าง Assembly
2. เมื่อคลิกที่คำสั่ง Move Component หน้าต่างสำหรับตั้งค่าการย้ายวัตถุก็จะปรากฏขึ้นมาดังรูปจากนั้นคลิกที่ส่วน Move จะปรากฏดร็อปดาวน์ลิสต์สำหรับการตั้งค่าการย้ายวัตถุได้ 5 รูปแบบ

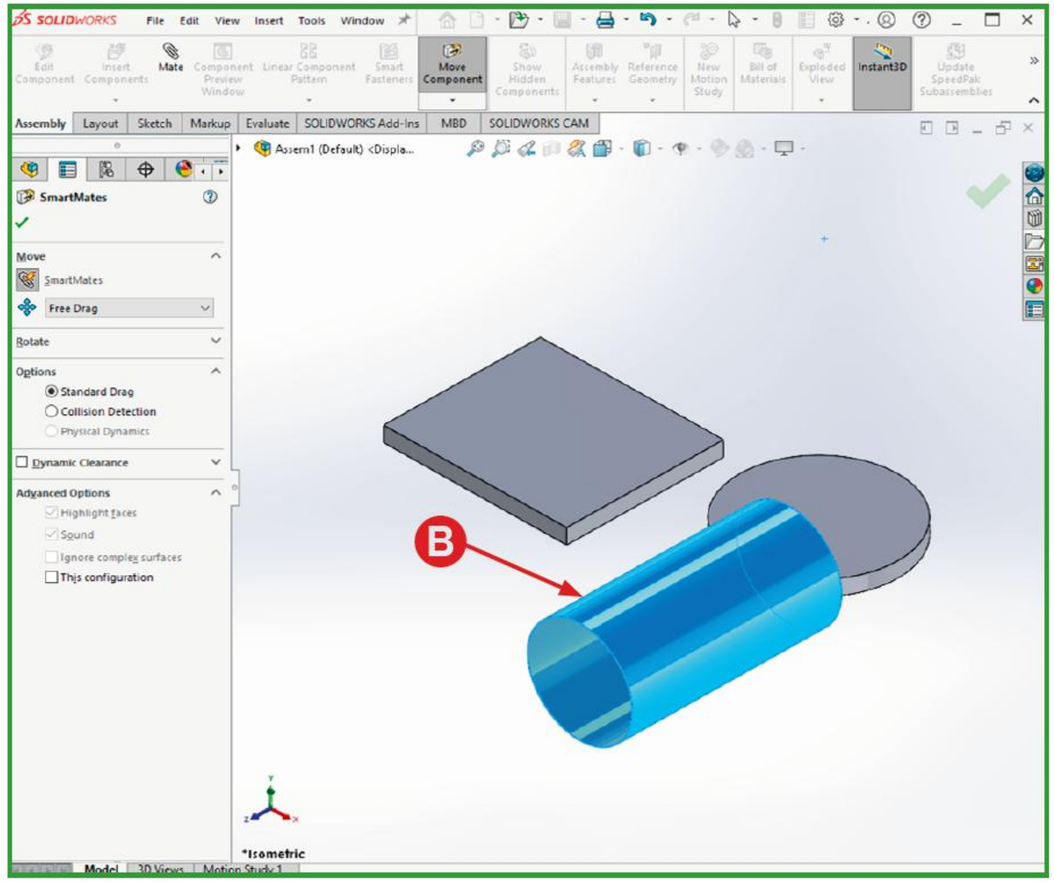


รูปที่ 6.35 การใช้ Move Component และการตั้งค่าสำหรับการย้ายตำแหน่งวัตถุ

- Free Drag เป็นการคลิกลากวัตถุไปยังจุดที่ต้องการอย่างอิสระ เช่น การคลิกที่วัตถุ (ลูกศร A) แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (ลูกศร B)

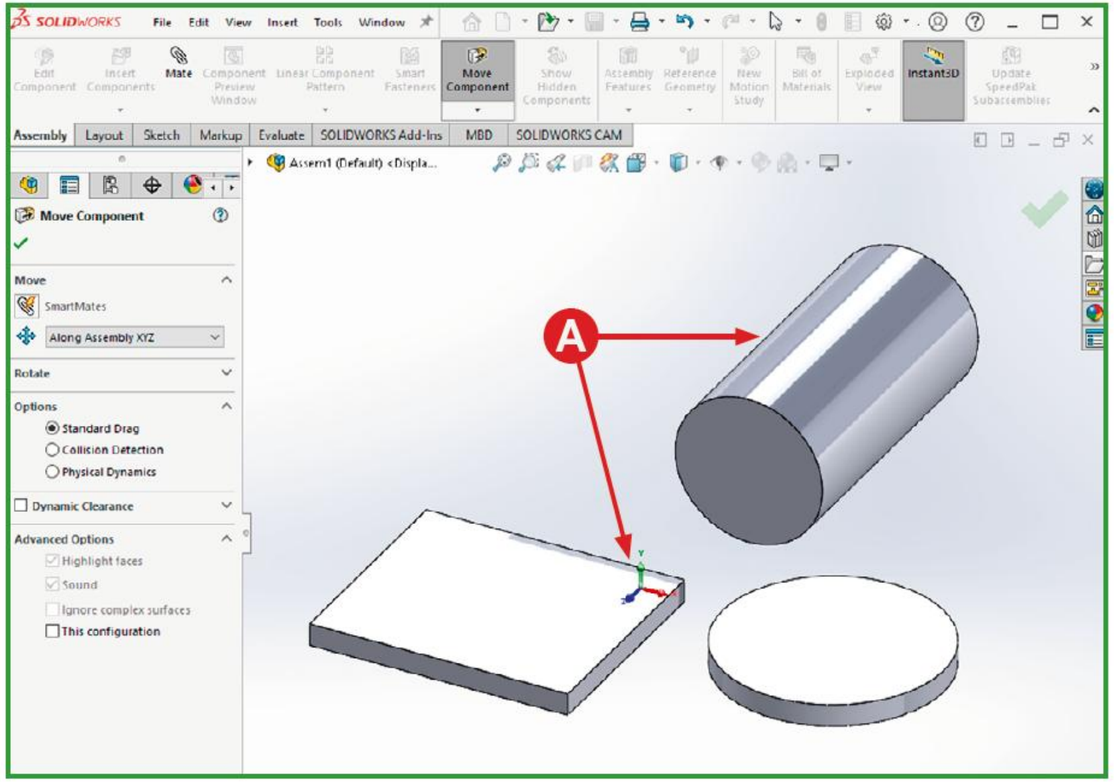


รูปที่ 6.36 การย้ายตำแหน่งวัตถุแบบ Free Drag

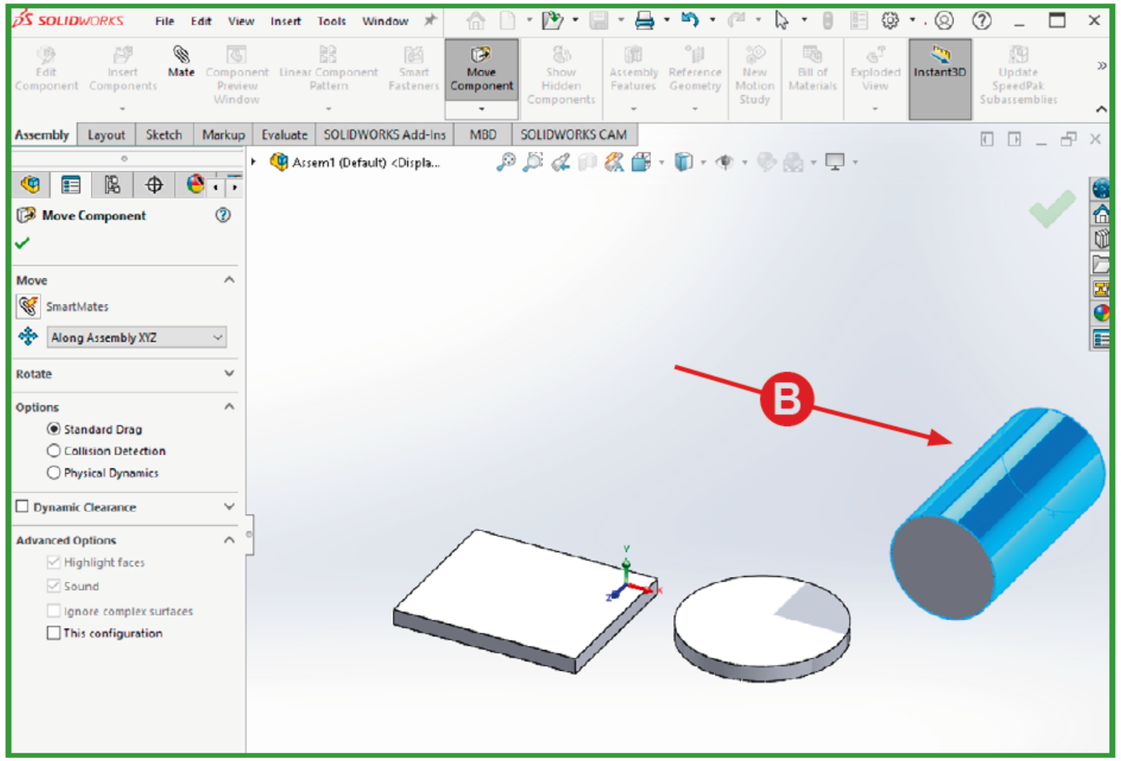


รูปที่ 6.37 วัตถุที่ถูกย้ายตำแหน่งแบบ Free Drag

- Along Assembly XYZ เป็นการคลิกย้ายวัตถุตามแนวแกน X Y Z ซึ่งในการย้ายจะทำได้ทีละแกนเท่านั้น เช่น หากต้องการย้ายวัตถุในแนวแกน X (ลูกศร A) ต้องคลิกที่ตัววัตถุแล้วลากไปตามแนวแกน X เมื่อไปถึงจุดที่ต้องการจึงปล่อยปุ่มเมาส์ (ลูกศร B)

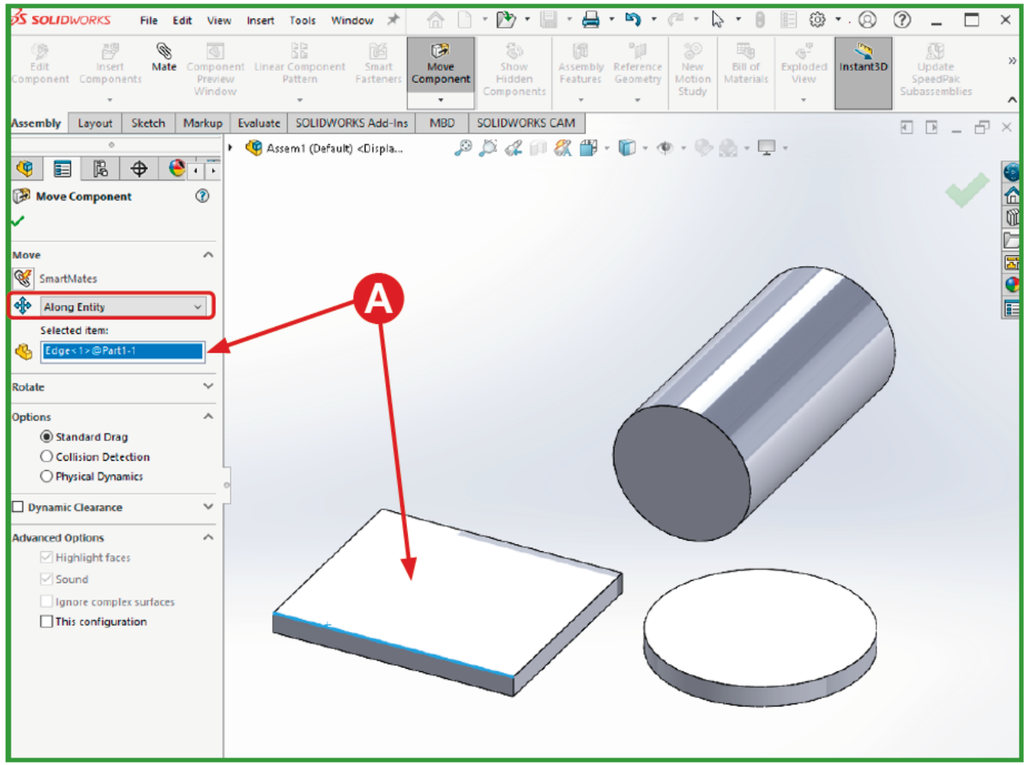


รูปที่ 6.38 การย้ายตำแหน่งวัตถุแบบ Along Assembly XYZ

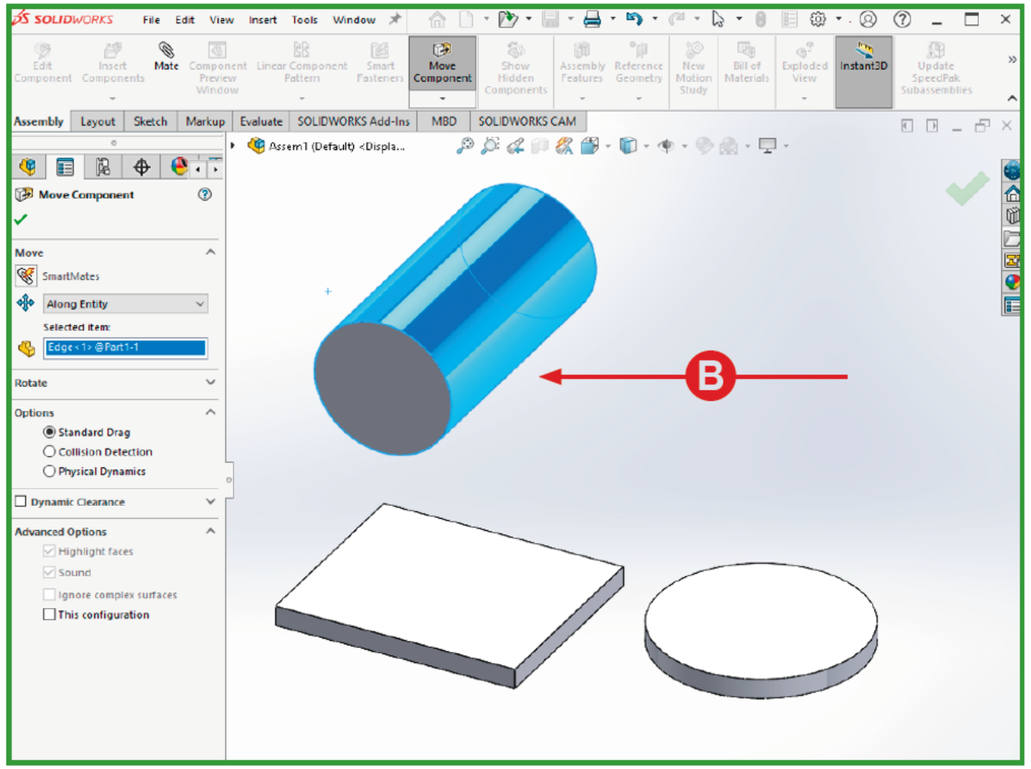


รูปที่ 6.39 วัตถุที่ถูกย้ายตำแหน่งแบบ Along Assembly XYZ

- Along Entity เป็นการย้ายวัตถุไปตามแนวเส้นขอบหรือพื้นผิวที่ได้คลิกเลือกเอาไว้ เช่น หากต้องการย้ายวัตถุทรงกระบอกไปตามแนวเส้นขอบของสี่เหลี่ยม 3 มิติ จะทำได้ด้วยคลิกยังเส้นขอบที่ต้องการใช้เป็นแนว ชื่อของเส้นขอบจะปรากฏที่ Selected item: (ลูกศร A) จากนั้นพอขยับเมาส์ วัตถุจะเลื่อนได้เฉพาะในแนวของเส้น ขอบที่คลิกเลือกเท่านั้น (ลูกศร B)



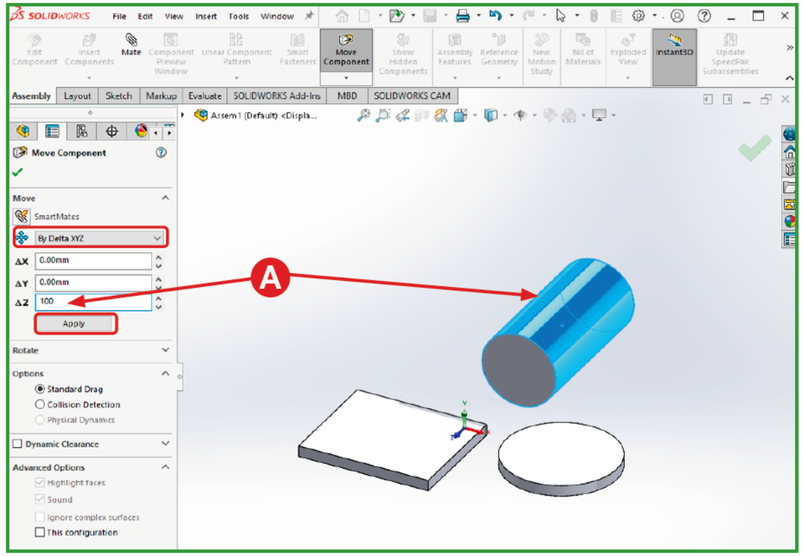
รูปที่ 6.40 การย้ายตำแหน่งวัตถุแบบ Along Entity



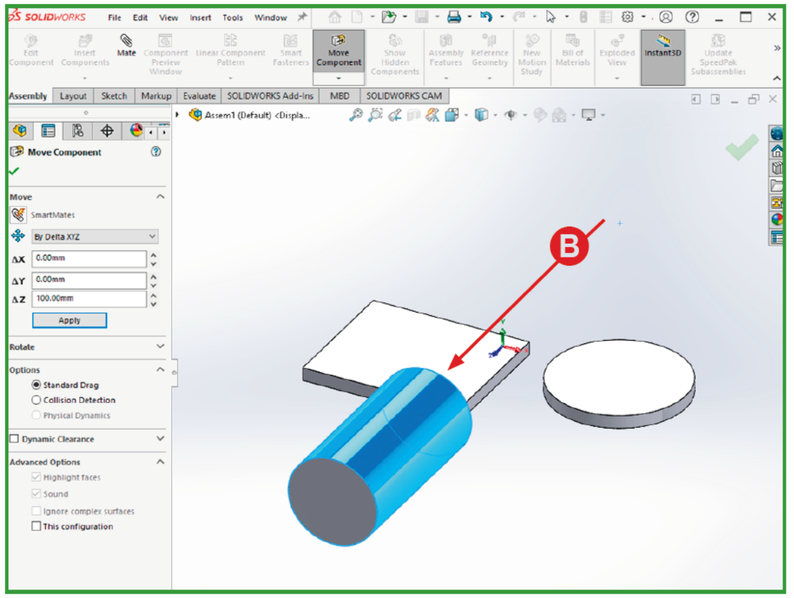
รูปที่ 6.41 วัตถุที่ถูกย้ายตำแหน่งแบบ Along Entity

- By Delta XYZ เป็นการย้ายตำแหน่งโดยการพิมพ์ค่าพิกัดแกน X Y Z ในตำแหน่งที่ต้องการย้าย โดยสามารถใส่ได้ทั้งค่าตัวเลขปกติและค่าติดลบ ซึ่งจะมีผลลัพธ์คือ...
  - แกน X ถ้าใส่ตัวเลขปกติจะขยับวัตถุไปด้านขวา แต่ถ้าใส่ตัวเลขติดลบจะขยับไปด้านซ้าย
  - แกน Y ถ้าใส่ตัวเลขปกติจะขยับวัตถุไปด้านบน แต่ถ้าใส่ตัวเลขติดลบจะขยับลงด้านล่าง
  - แกน Z ถ้าใส่ตัวเลขปกติจะขยับวัตถุไปด้านหน้า แต่ถ้าใส่ตัวเลขติดลบจะขยับไปด้านหลัง

ตัวอย่างเช่น เมื่อคลิกที่วัตถุที่ต้องการจะย้ายแล้วพิมพ์ค่า Z ไว้ที่ 200 หน่วย (ลูกศร A) จากนั้นคลิกปุ่ม Apply วัตถุนั้นจะย้ายไปยังตำแหน่งพิกัดที่พิมพ์ไว้ (ลูกศร B)



รูปที่ 6.42 การย้ายตำแหน่งวัตถุแบบ By Delta XYZ

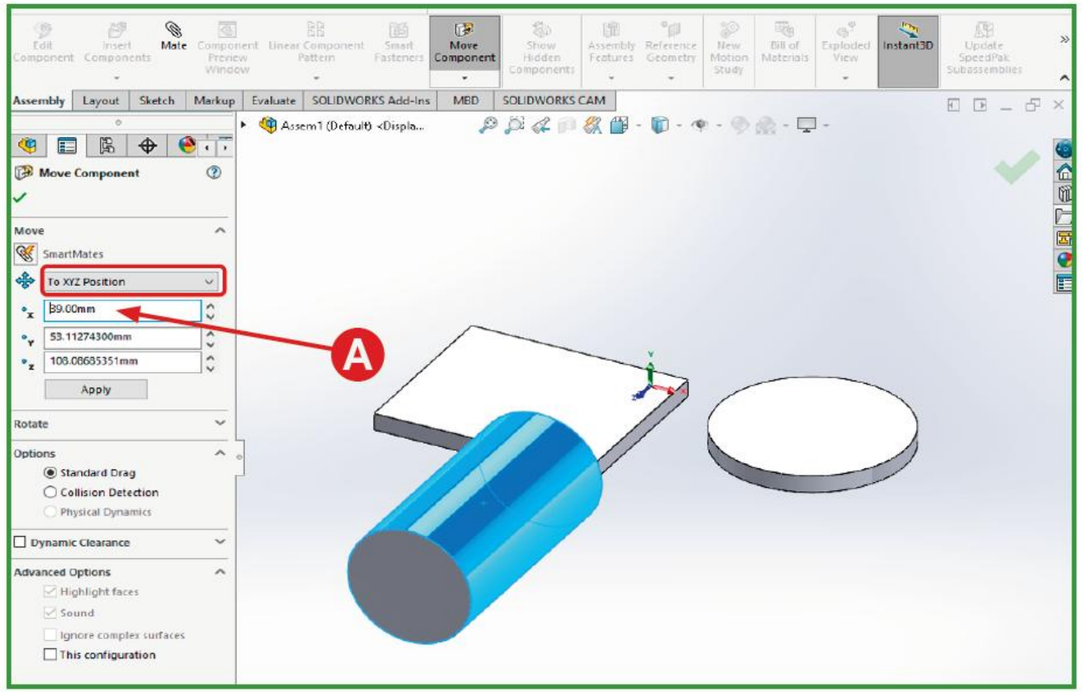


รูปที่ 6.43 วัตถุที่ถูกย้ายตำแหน่งแบบ By Delta XYZ

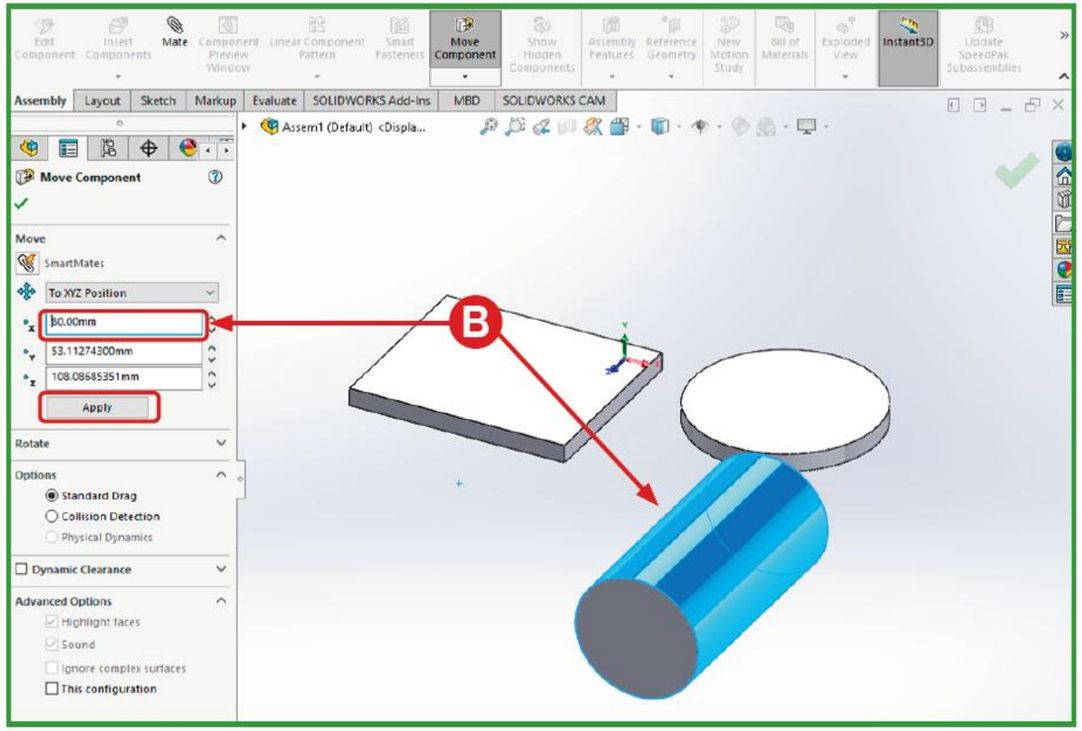
หากคลิกปุ่ม Apply ซ้ำ จะเป็นการทำซ้ำค่าที่ใส่เข้าไปครั้งล่าสุด เช่น หากใส่ค่าแกน X ไปที่ 50 หน่วย แล้วคลิกปุ่ม Apply วัตถุจะขยับไป 50 หน่วย และถ้าคลิกปุ่ม Apply ซ้ำอีกครั้ง วัตถุนั้นจะขยับไปอีก 50 หน่วย จะเป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะใส่ค่าใหม่ลงไป

- to XYZ Position เป็นการย้ายตำแหน่งยึดจากตำแหน่งที่เริ่มต้น โดยการพิมพ์ค่าแกน X Y Z ที่ต้องการย้ายลงไป เช่น หากต้องการย้ายตำแหน่งแกน X ไปจากตำแหน่งเดิมที่ 50 หน่วย ค่าของตำแหน่งเดิมอยู่ที่ 191 โดยประมาณ (ลูกศร A) ผู้ใช้จะต้องบวกตัวเลขพิกัดเข้าไปอีก 50 ก็จะได้ 241 จากนั้นให้คลิกปุ่ม Apply วัตถุจะย้ายไปที่ตำแหน่งแกน X อีก 50 หน่วยทันที (ลูกศร B)

หากคลิกปุ่ม Apply ซ้ำอีกครั้ง วัตถุจะไม่ย้ายตำแหน่งอีกเพราะถือว่าย้ายไปตำแหน่งตามค่าที่ตั้งไว้เรียบร้อยแล้ว วัตถุจะย้ายตำแหน่งใหม่อีกครั้งก็ต่อเมื่อถูกใส่พิกัดใหม่ที่ไม่เหมือนเดิมเท่านั้น



รูปที่ 6.44 การย้ายตำแหน่งวัตถุแบบ to XYZ Position

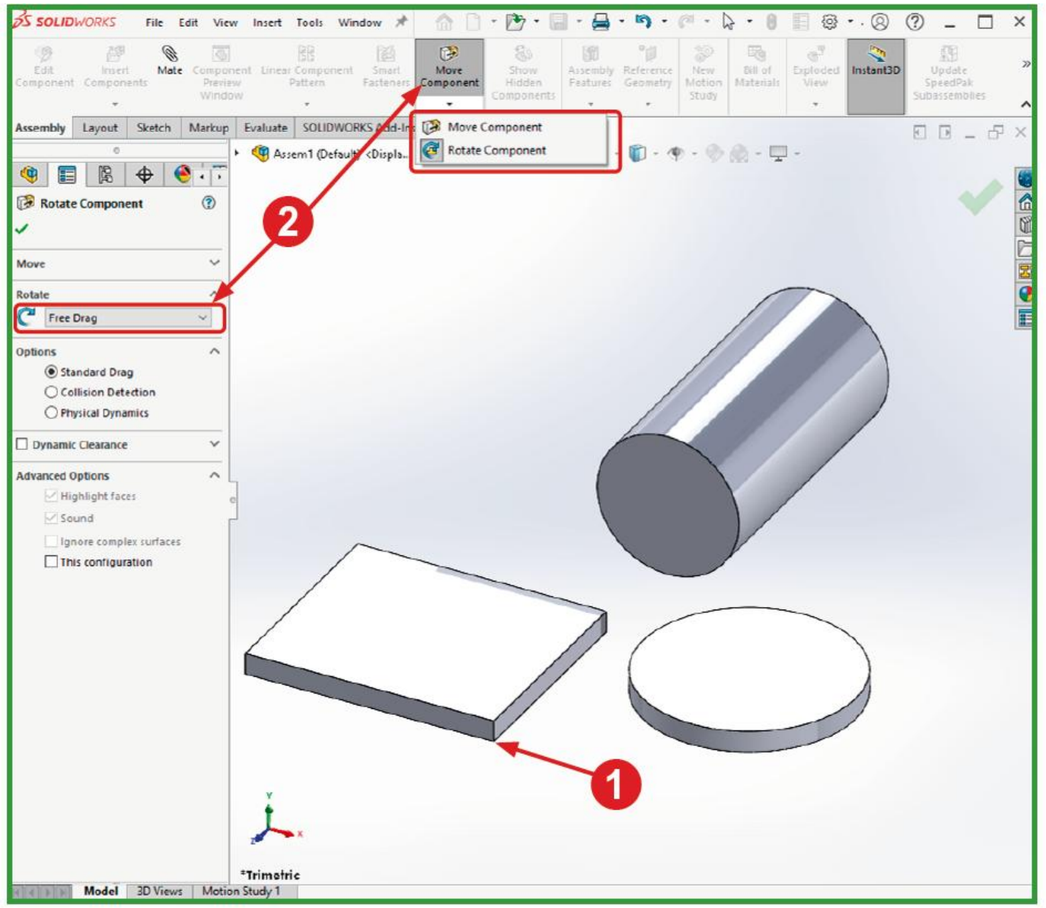


รูปที่ 6.45 วัตถุที่ถูกย้ายตำแหน่งแบบ to XYZ Position

3 การปรับแต่งองศาในการประกอบชิ้นงาน (Angular Orientation Adjustment)

เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการออกแบบและประกอบชิ้นส่วน ซึ่งนอกเหนือจากการปรับเปลี่ยนพิกัดเชิงเส้น (Linear Position) แล้ว การจัดการมุมหมุน (Rotational Adjustment) ของชิ้นส่วนให้มีความแม่นยำ โดยระบบได้รองรับการกำหนดค่าพารามิเตอร์เชิงมุม (Angular Parameters) ผ่านอินเตอร์เฟซที่ผู้ใช้สามารถระบุค่ามุมการหมุน (Rotation Angle) ดังนี้

1. เปิดไฟล์ส่วนประกอบชิ้นงานเข้ามาในหน้าต่าง Assembly ดังรูป

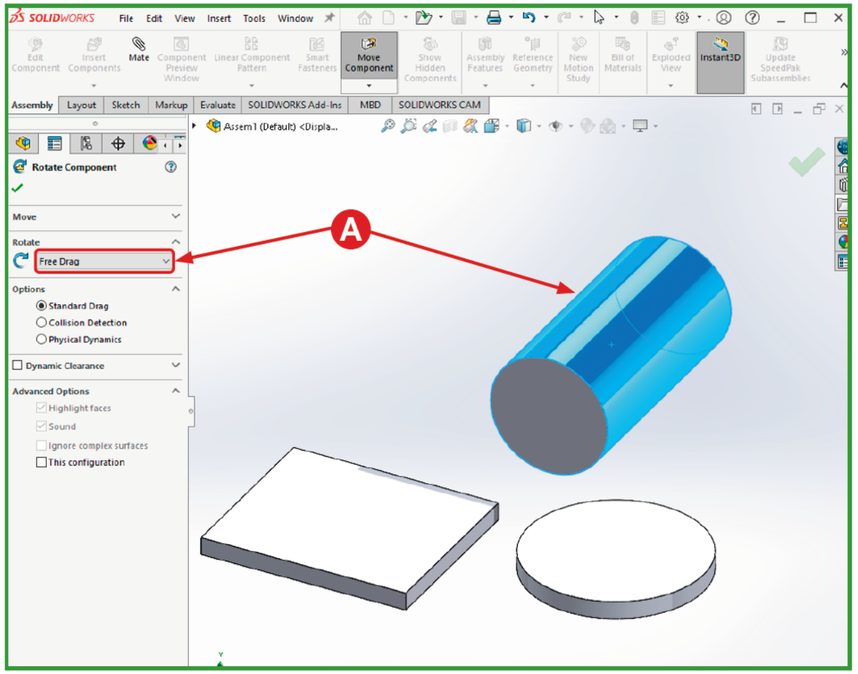


รูปที่ 6.46 คลิกที่ส่วน Rotate เลือกรูปแบบการหมุนองศาที่ต้องการ

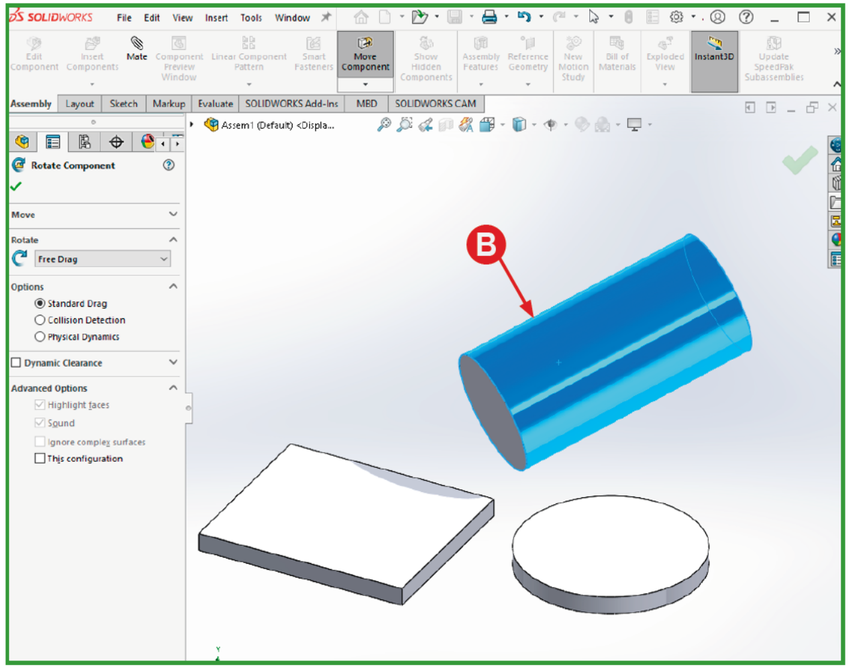
2 คลิกที่คำสั่ง Move Component หน้าต่างสำหรับตั้งค่าการย้ายวัตถุจะปรากฏขึ้นมา ให้คลิกที่ส่วน Rotate จะปรากฏดร็อปดาวน์ลิสต์สำหรับตั้งค่าการหมุนวัตถุได้ โดยมี 3 รูปแบบคือ

- Free Drag เป็นการคลิกลากวัตถุเพื่อหมุนไปยังองศาที่ต้องการอย่างอิสระ เช่น การคลิกวัตถุที่ต้องการหมุน (ลูกศร A) แล้วลากไปยังตำแหน่งองศาที่ต้องการ (ลูกศร B)

สำหรับการลากแบบอิสระนี้จะยึดเอาจุดกึ่งกลางของวัตถุที่ลากเป็นแกนกลางในการหมุนปรับแต่งองศา



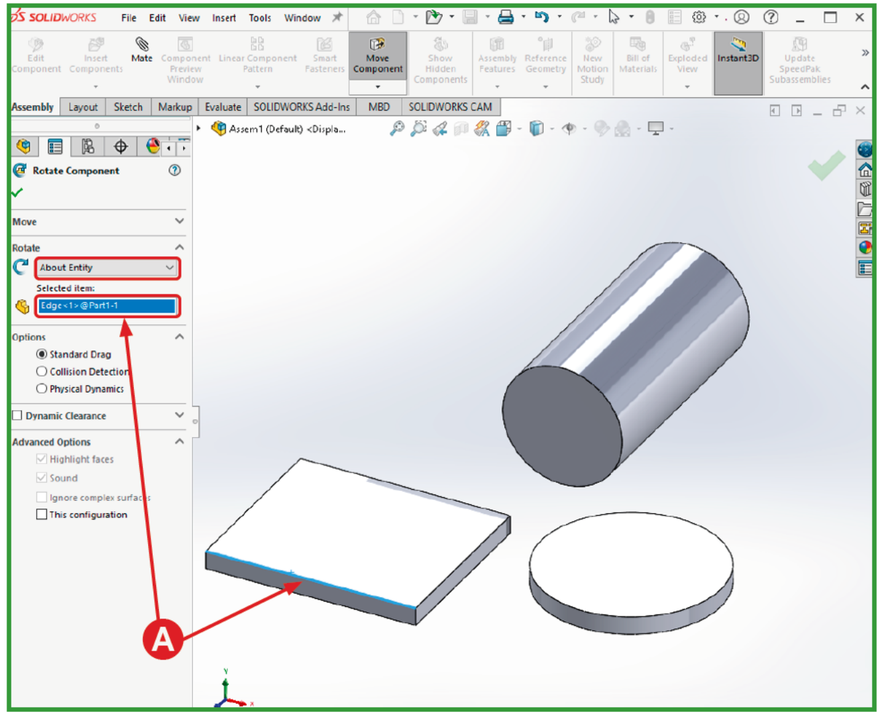
รูปที่ 6.47 การหมุนปรับองศาวัตถุแบบ Free Drag



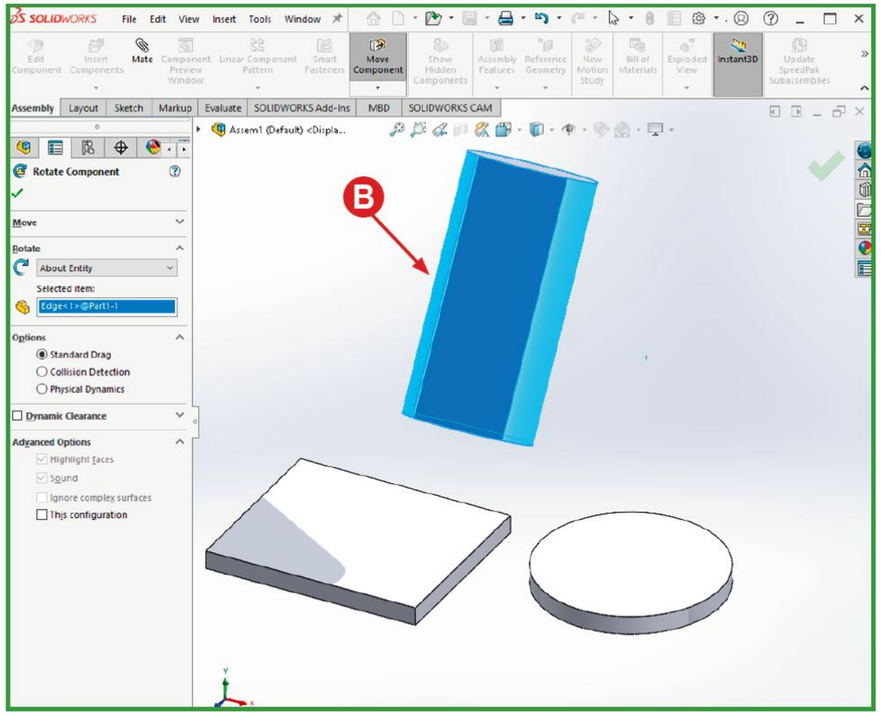
รูปที่ 6.48 วัตถุที่ถูกหมุนปรับองศาแบบ Free Drag

- About Entity เป็นการหมุนวัตถุโดยยึดจากเส้นขอบวัตถุอื่นเป็นแกนกลางในการปรับหมุนองศา เช่น คลิกที่เส้นขอบวัตถุที่ต้องการใช้เป็นแกนในการหมุน (ลูกศร A) แล้วลากเมาส์เพื่อหมุนองศาที่ต้องการ (ลูกศร B)

  หากต้องการเปลี่ยนแกนกลางในการหมุน สามารถเปลี่ยนได้ด้วยการคลิกยังช่อง Selected item: แล้วคลิกที่เส้นขอบของวัตถุที่ต้องการใช้เป็นแกนกลางแทนของเดิม



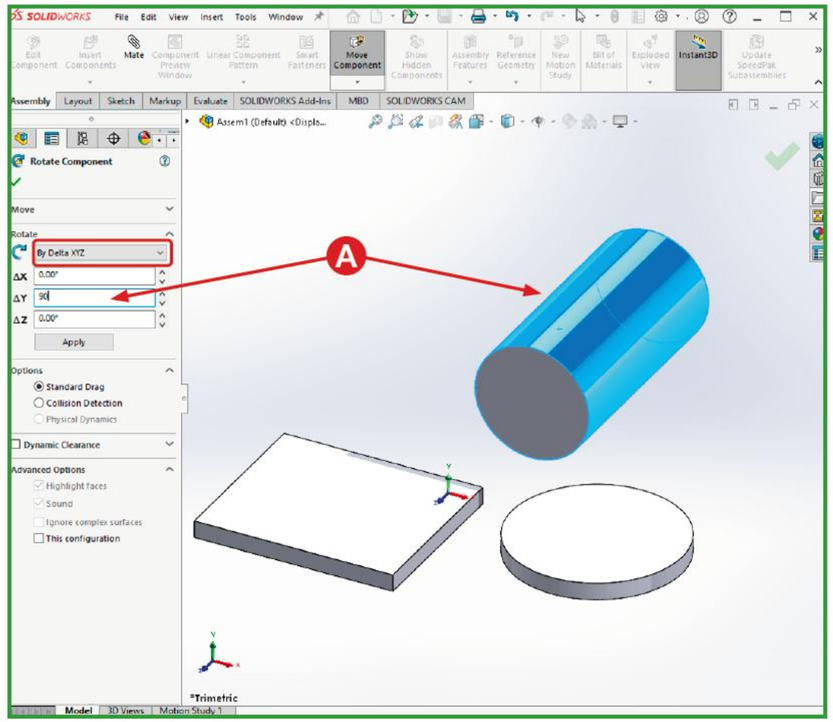
รูปที่ 6.49 การหมุนปรับองศาวัตถุแบบ About Entity



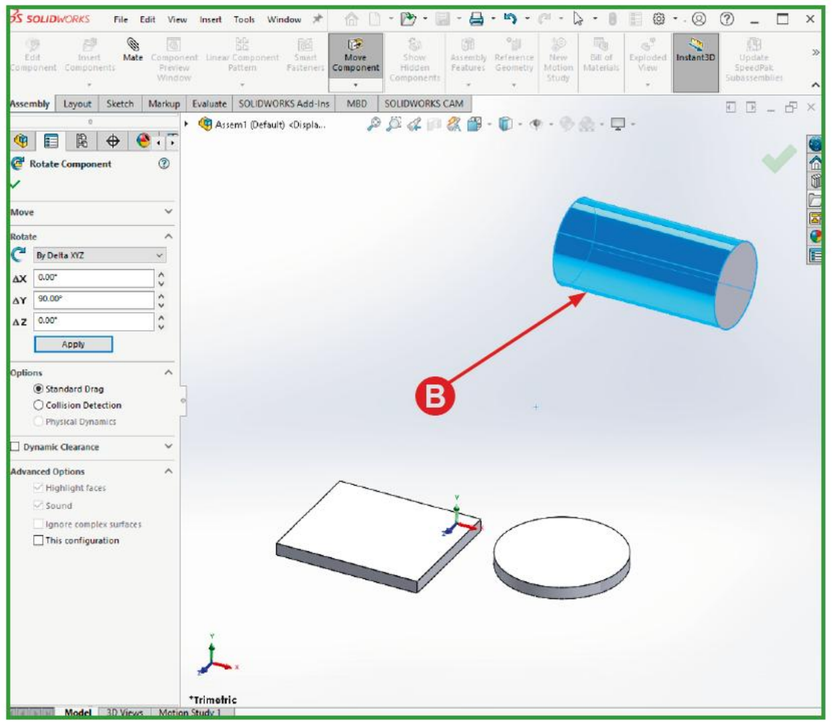
รูปที่ 6.50 วัตถุที่ถูกหมุนปรับองศาแบบ About Entity

- By Delta XYZ เป็นการหมุนองศาโดยยึดเอาแกน X Y Z เป็นแกนกลางในการหมุน เช่น คลิกที่วัตถุที่ต้องการหมุนองศา แล้วตั้งค่าการหมุนแกน Y เป็น 90 องศา (ลูกศร A) เมื่อคลิกปุ่ม Apply วัตถุจะหมุนไปจากตำแหน่งเดิม 90 องศา (ลูกศร B)

การหมุนแบบ By Delta XYZ ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม Apply เพื่อปรับหมุนองศาไปได้อีกเรื่อย ๆ วัตถุจะหมุนวนไปตามจำนวนองศาที่คุณได้กำหนดไว้ล่าสุดเสมอ



รูปที่ 6.51 การหมุนปรับองศาวัตถุแบบ By Delta XYZ

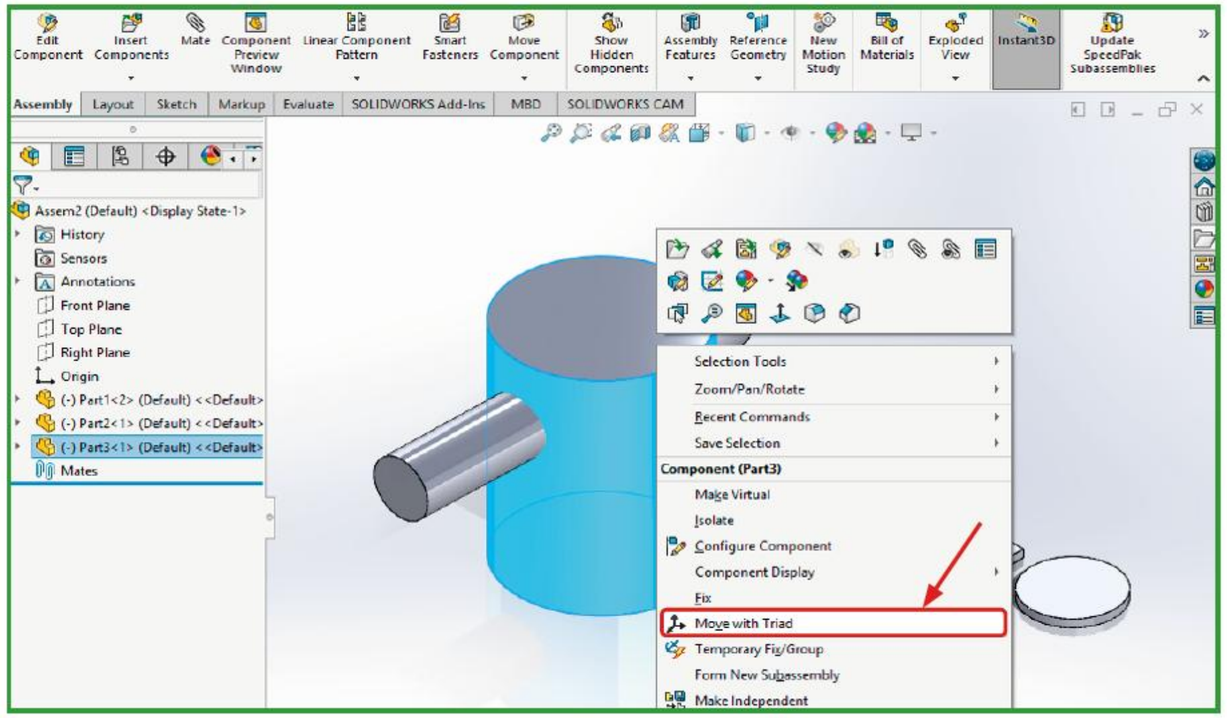


รูปที่ 6.52 วัตถุที่ถูกหมุนปรับองศาแบบ By Delta XYZ

4 การจัดการตำแหน่งเชิงพิกัดในระบบการออกแบบและประกอบชิ้นงาน (Coordinate-based Positioning in Assembly Design)

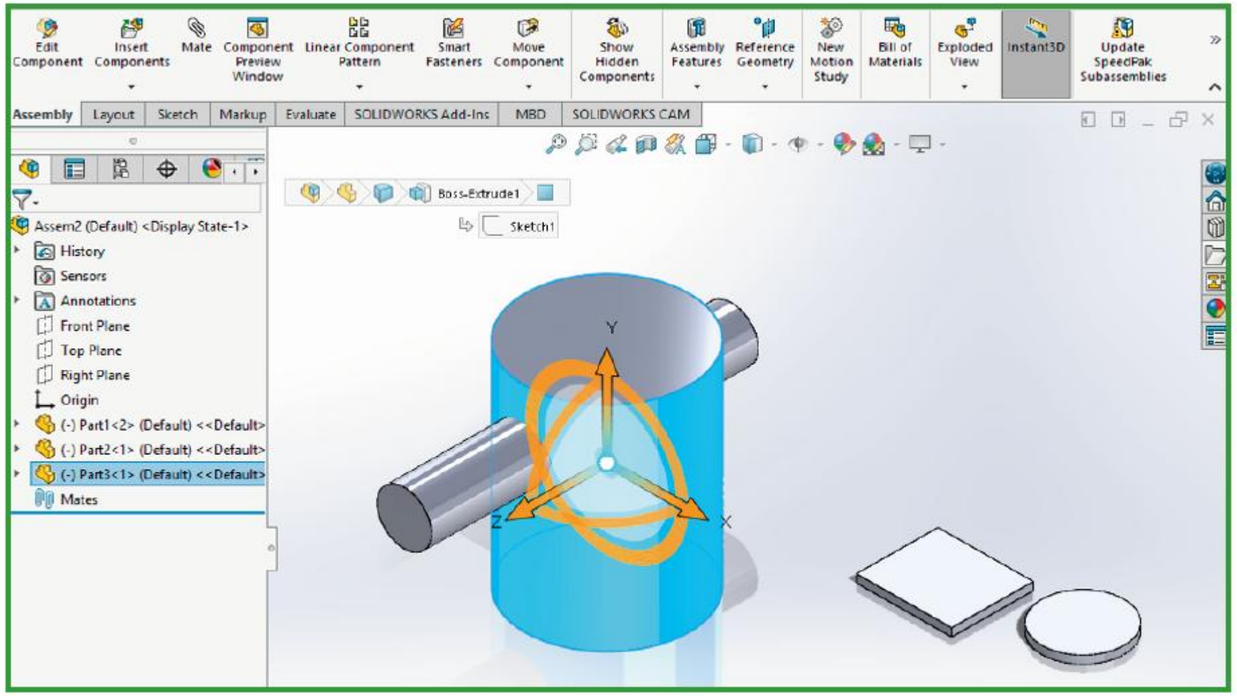
การกำหนดตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Translation) และการหมุน (Rotation) ตามแนวแกน X, Y และ Z ได้ ดังนี้

1. คลิกขวาบนวัตถุที่ต้องการปรับตำแหน่ง แล้วเลือกคำสั่ง Move with Triad ดังรูป



รูปที่ 6.53 การปรับตำแหน่งวัตถุด้วยคำสั่ง Move with Triad

2 ตัวปรับตำแหน่งตามแกน X Y Z จะปรากฏขึ้นมา ดังรูป ซึ่งผู้ใช้สามารถควบคุมการปรับตำแหน่งด้วยวิธีการคลิกลากตามส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

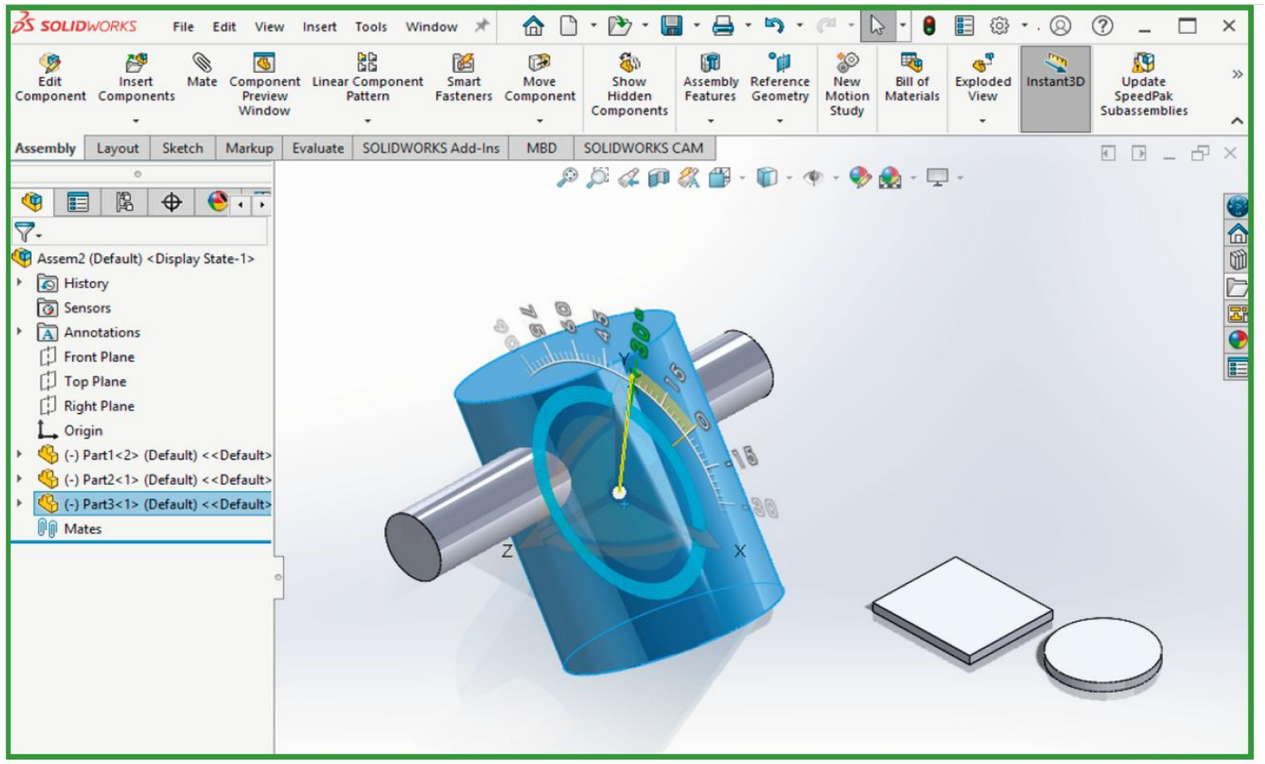


รูปที่ 6.54 การคลิกลากไปยังส่วนที่ต้องการปรับตำแหน่ง

- แกน X จะถูกควบคุมด้วยลูกศรและวงกลมสีแดง หากคลิกที่ลูกศรสีแดงจะเป็นการย้ายตำแหน่งวัตถุไปตามเส้นแกน X ขณะเดียวกันหากคลิกบนเส้นวงกลมสีแดงจะเป็นการหมุนวัตถุไปรอบแกน X
- แกน Y จะถูกควบคุมด้วยลูกศรและวงกลมสีเขียว หากคลิกที่ลูกศรสีเขียวจะเป็นการย้ายตำแหน่งวัตถุไปตามเส้นแกน Y ขณะเดียวกันหากคลิกบนเส้นวงกลมสีเขียวจะเป็นการหมุนวัตถุไปรอบแกน Y
- แกน Z จะถูกควบคุมด้วยลูกศรและวงกลมสีน้ำเงิน หากคลิกที่ลูกศรสีน้ำเงินจะเป็นการย้ายตำแหน่งวัตถุไปตามเส้นแกน Z ขณะเดียวกันหากคลิกบนเส้นวงกลมสีน้ำเงินจะเป็นการหมุนวัตถุไปรอบแกน Z

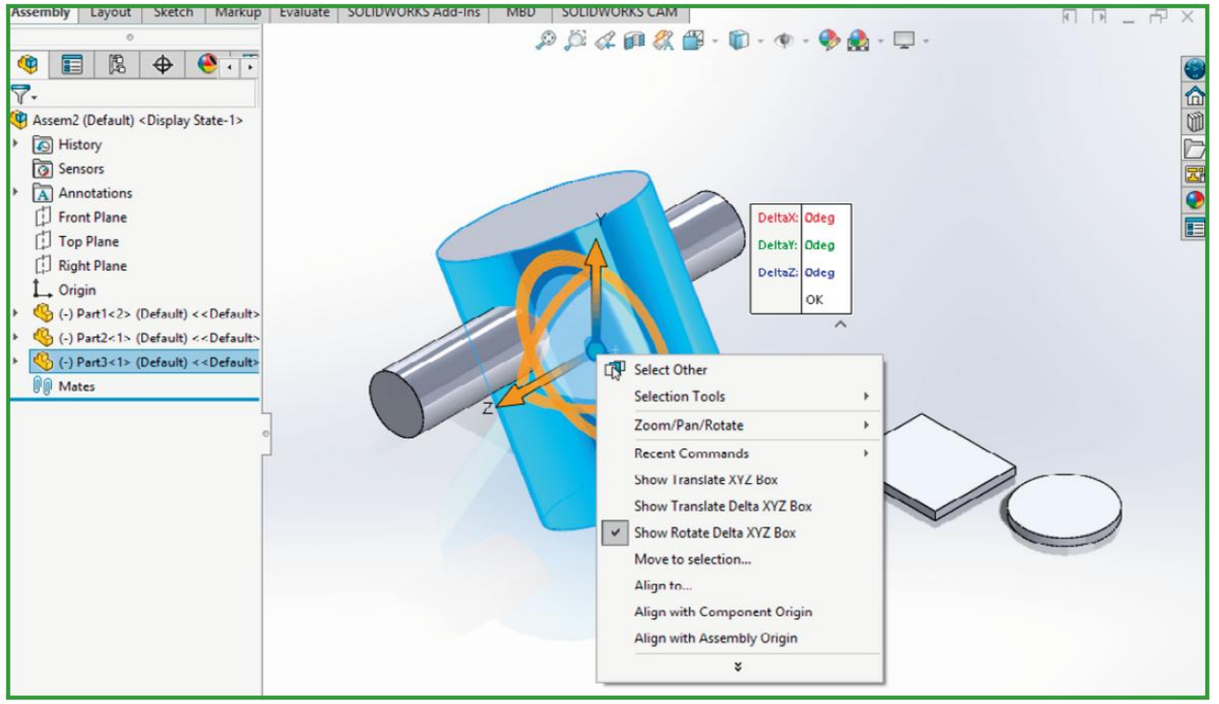
เมื่อคลิกลากพื้นที่สีม่วงตรงกลางจะเป็นการย้ายตำแหน่งวัตถุแบบอิสระ แต่ถ้าคลิกลากที่จุดกลมสีฟ้าซึ่งอยู่ที่กึ่งกลางตัวปรับตำแหน่งจะถูกย้ายไปยังจุดที่ผู้ใช้ต้องการ แต่กรณีนี้ใช้สำหรับการป้องกันไม่ให้ตัวปรับตำแหน่งบังวัตถุ

3 ตามตัวอย่างนี้จะเป็นการปรับตำแหน่งในการหมุนวัตถุตามแนวแกน Z จึงจะคลิกที่จุดกลมสีฟ้าซึ่งอยู่ที่กึ่งกลางตัวปรับตำแหน่ง พอลากวงกลมแล้วลูกศรอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องจะจางไป และมีเพียงตัวเลขบอกองศาการหมุนปรากฏขึ้นมา ดังรูป เมื่อปล่อยปุ่มเมาส์วัตถุก็จะถูกหมุนไปตามองศาที่ได้กำหนดไว้ทันที



รูปที่ 6.55 การคลิกลากปรับตำแหน่งด้วยการหมุนแกน

4 นอกจากการปรับตำแหน่งด้วยการคลิกเมาส์ลากแล้ว ยังสามารถปรับตำแหน่งได้ด้วยการกรอกตัวเลขที่ต้องการได้ด้วย โดยการคลิกขวาที่จุดกึ่งกลางตัวปรับตำแหน่ง โดยจะมีเมนูคำสั่งสำหรับช่วยปรับตำแหน่งปรากฏขึ้นมา ดังรูป

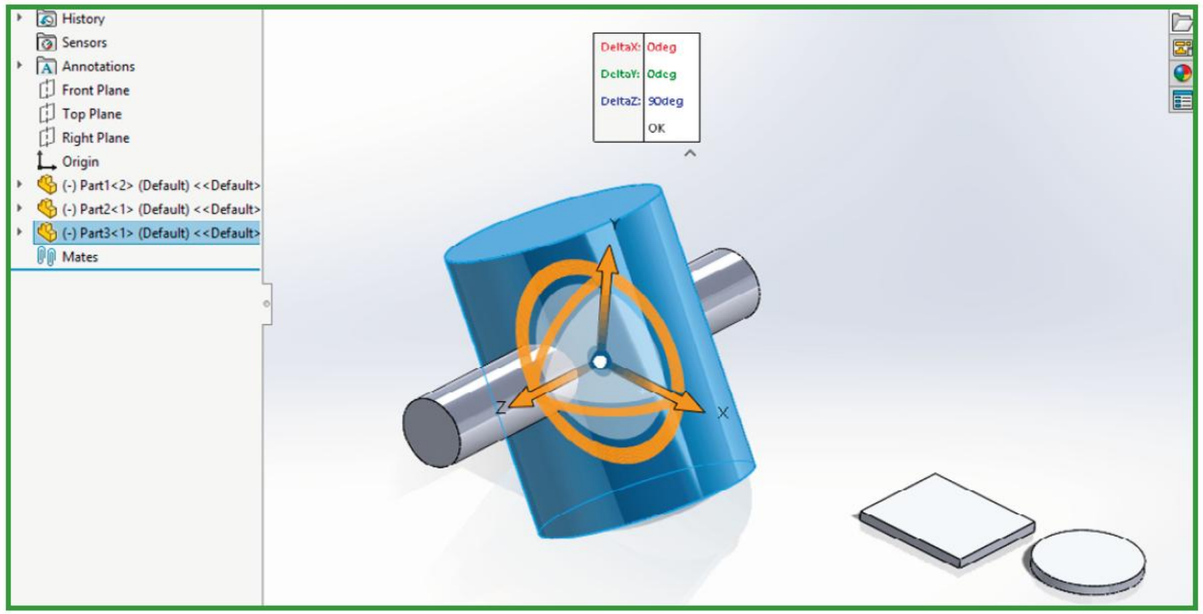


รูปที่ 6.56 คลิกขวาที่จุดกึ่งกลางตัวปรับตำแหน่ง เพื่อเรียกเมนูคำสั่งออกมา

- Show Translate XYZ Box เป็นการแสดงกรอบสำหรับปรับย้ายตำแหน่งวัตถุแกน X Y Z โดยอ้างอิงพิกัดที่แน่นอน เมื่อพิมพ์ตัวเลขพิกัดไปแล้ววัตถุจะถูกย้ายไปยังพิกัดนั้นทันที
- Show Translate Delta XYZ Box เป็นการแสดงกรอบสำหรับปรับย้ายตำแหน่งวัตถุแกน X Y Z โดยไม่อ้างอิงพิกัด เช่น หากต้องการย้ายวัตถุไป 100 หน่วยที่แกน X พอคลิกปุ่ม OK วัตถุก็จะย้ายไปที่ตำแหน่งแกน X อีก 100 หน่วย จากตำแหน่งเดิม แต่หากคลิก OK อีกครั้งก็จะย้ายไปอีก 100 หน่วยไปเรื่อย ๆ ตามจำนวนการคลิก
- Show Rotate Delta XYZ Box เป็นการแสดงกรอบสำหรับหมุนองศาวัตถุรอบแกน X Y Z การหมุนวัตถุด้วยคำสั่งนี้ โปรแกรมจะหมุนวัตถุไปเรื่อย ๆ ทุกครั้งที่คุณคลิกปุ่ม OK เช่น หากผู้ใช้พิมพ์ตัวเลข 90 ที่แกน Z โปรแกรมก็จะหมุนวัตถุรอบแกน Z ที่ 90 องศา และหากคลิกปุ่ม OK ซ้ำอีกครั้ง โปรแกรมก็จะหมุนวัตถุรอบแกน Z จากตำแหน่งองศาปัจจุบันไปอีก 90 องศา

5 ตามตัวอย่างนี้ จะเป็นการเลือกแบบ Show Rotate Delta XYZ Box โดยหน้าต่างสำหรับตั้งค่าจะปรากฏขึ้นมาให้พิมพ์ตัวเลขของศาในการหมุนวัตถุรอบแกน Z Y Z

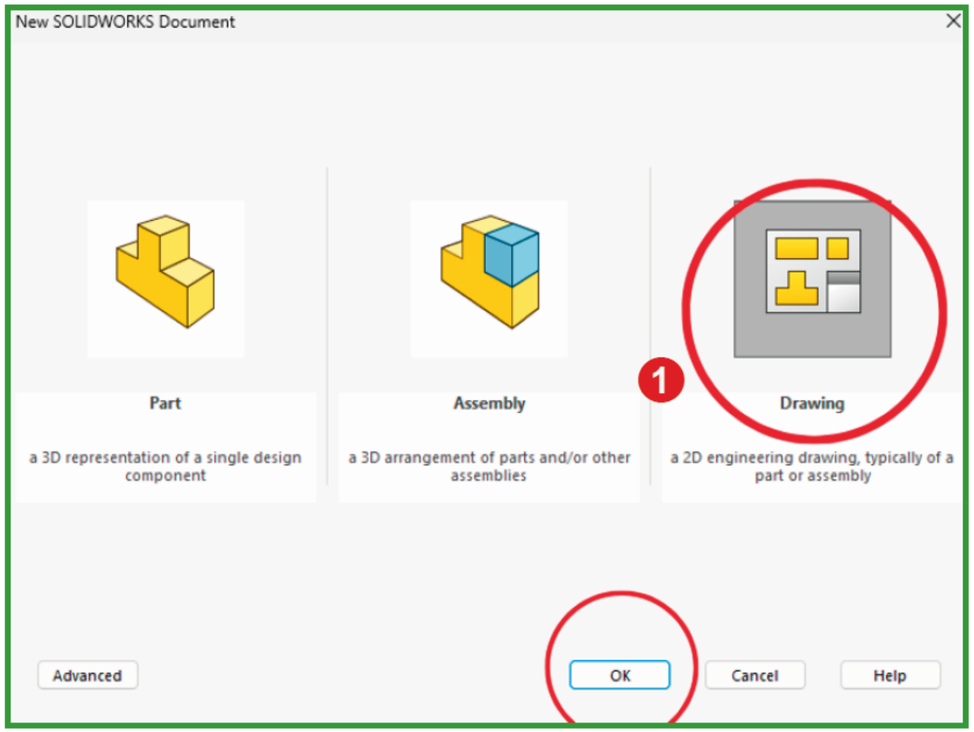
6 ให้พิมพ์ตัวเลขให้วัตถุหมุนรอบแกน Z ที่ 90 องศา แล้วคลิก OK วัตถุจะหมุนไปจากตำแหน่งเดิม 90 องศา ดังรูป



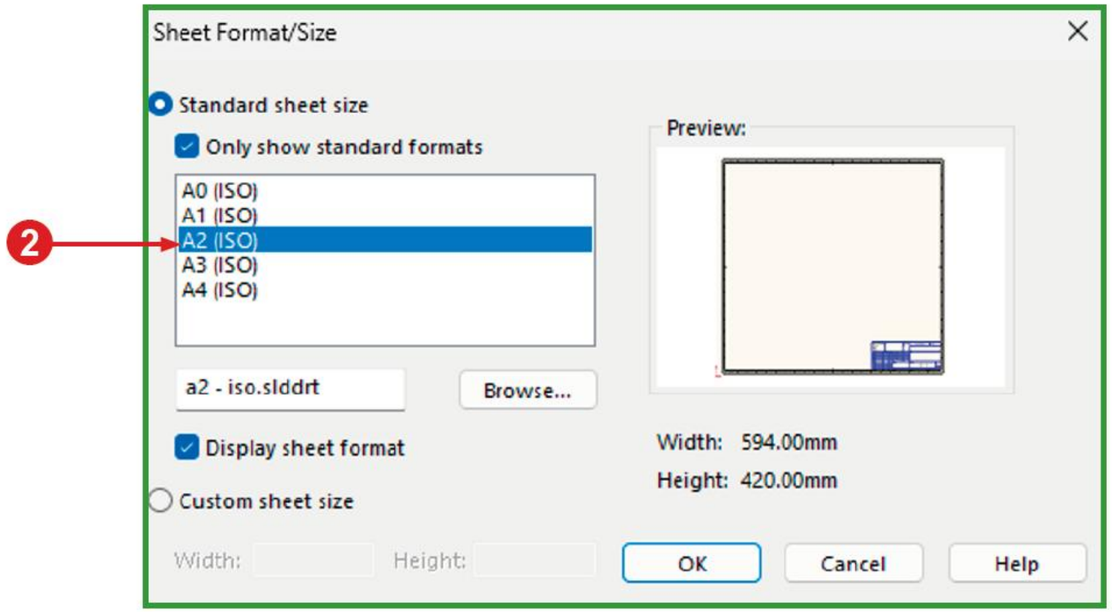
6.57 การปรับตำแหน่งการหมุนรอบแกน ด้วยการพิมพ์ตัวเลขของศาลงไป

5 การนำเสนองานด้วยการสร้างภาพฉายแบบ Drawing การพิมพ์ การพล็อต

1. หลังจากที่สร้างชิ้นส่วนในรูปแบบ Part ไปแล้วนั้น ที่ File New ให้เลือกไปที่ Drawing ดังรูปที่ 6.58
2. หลังจากที่เข้ามาที่ Drawing จะมีรูปแบบขนาดหน้ากระดาษให้เลือก ดังรูปที่ 6.59



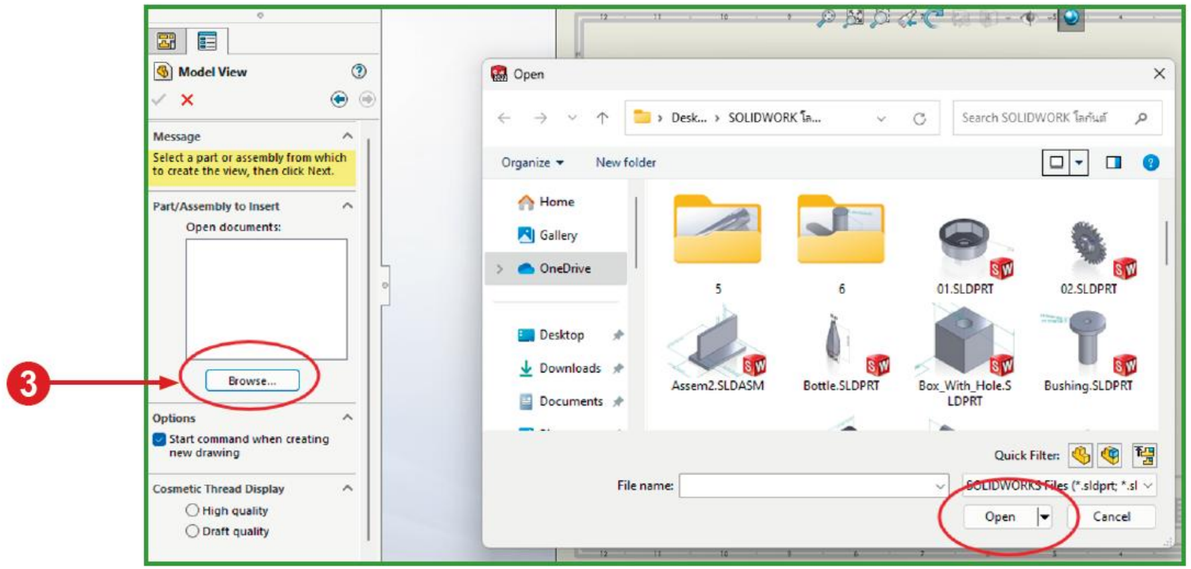
รูปที่ 6.58 ที่ File New เลือก Drawing



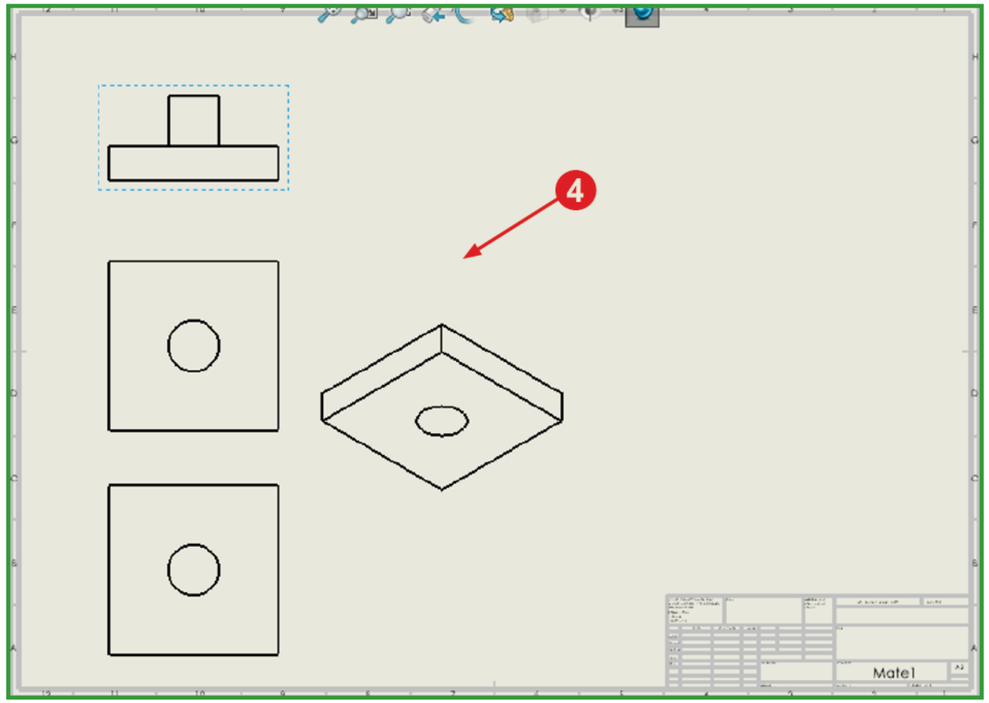
รูปที่ 6.59 การเลือกหน้ากระดาษ

3 ให้ไปที่ open document Browse แล้วให้เลือกไฟล์ชิ้นงานที่จะใส่ใน Drawing ดังรูปที่ 6.60

4 เมื่อเปิดไฟล์งานขึ้นมาแล้วภาพร่างของชิ้นส่วนจะโผล่มา คลิกที่หน้ากรพดาษเพื่อวางแบบร่างมุมมองต่าง ๆ ดังรูปที่ 6.61



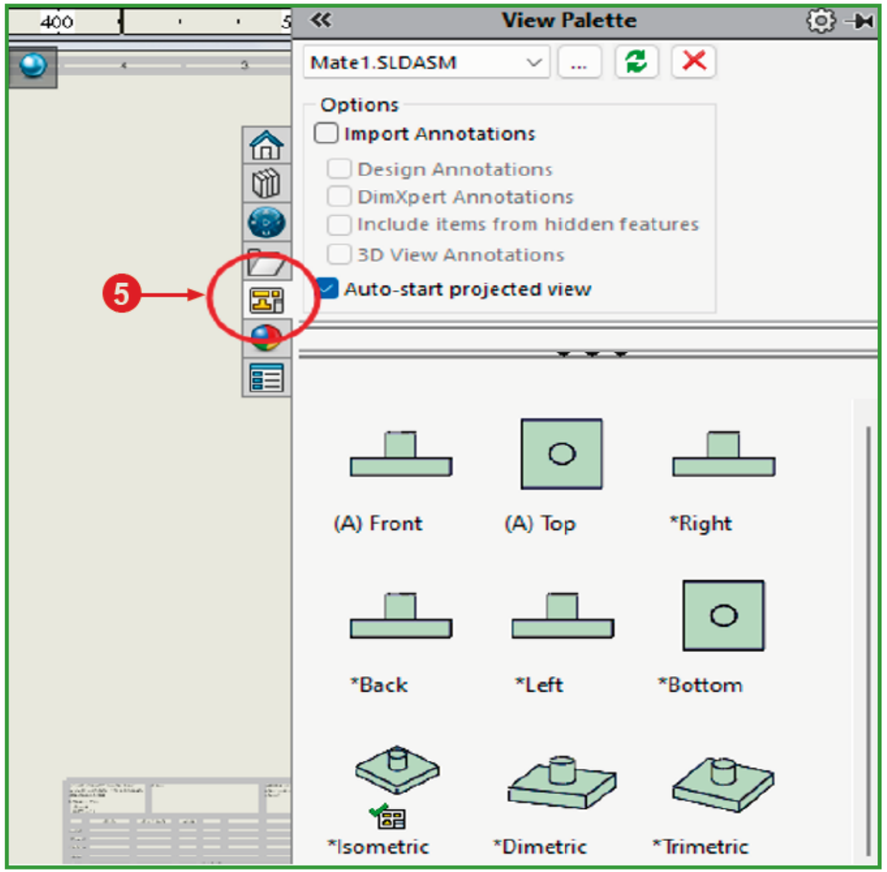
รูปที่ 6.60 การเลือกไฟล์งานที่จะใส่ในแบบ 2D



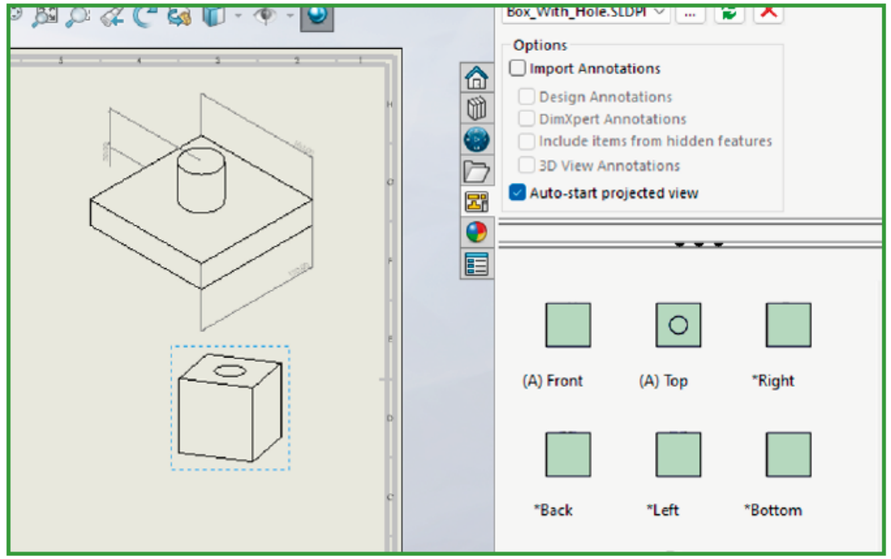
รูปที่ 6.61 ภาพร่างชิ้นส่วนในมุมต่าง ๆ

5 หรือจะไปเลือกไฟล์ที่แถบ View Palette ที่แถบด้านขวาของจอเพื่อเลือกมุมมองที่ต้องการได้ ดังรูปที่ 6.62

6 หากต้องการภาพร่างของชิ้นส่วนสองชิ้นก็สามารถทำได้โดยการไปที่ View Palette แล้วเลือกไฟล์งานอีกอันมาได้ ดังรูปที่ 6.63

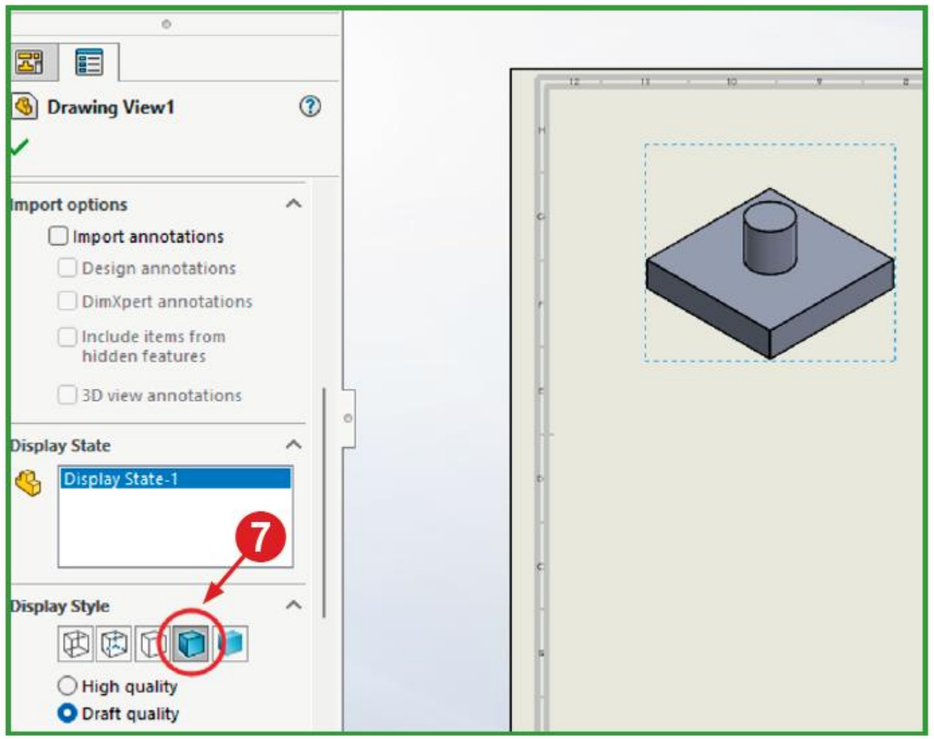


รูปที่ 6.62 การเลือกมุมมองที่ต้องการใน View Palette



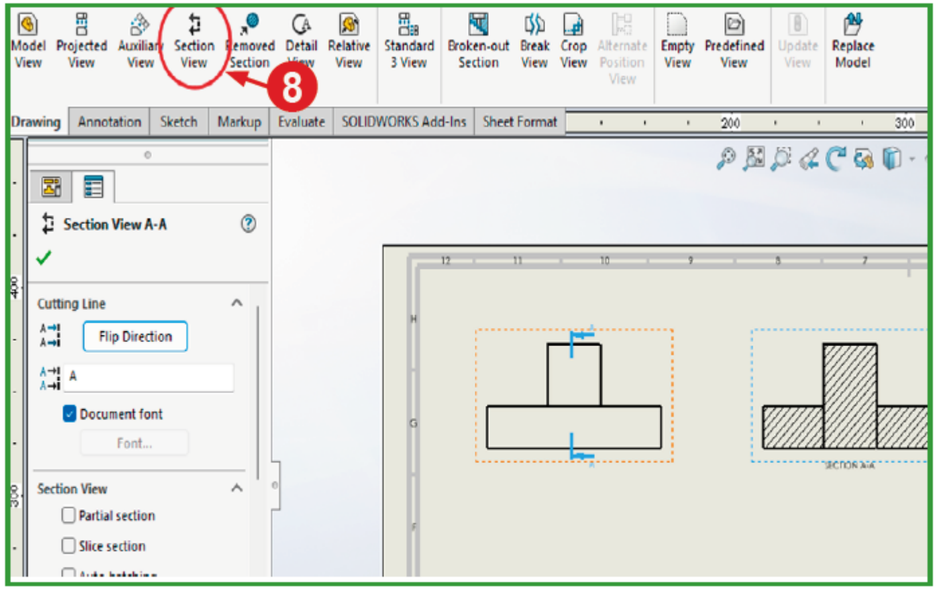
รูปที่ 6.63 การใส่ชิ้นส่วนอีกแบบเพิ่มในหน้ากระดาษ

7 ใน Drawing View ที่ Display Style สามารถเปลี่ยนทำให้ภาพร่างของชิ้นส่วนการเป็นชิ้นส่วนที่มีมิติโดยการเลือก Shaded with Edge ดังรูป



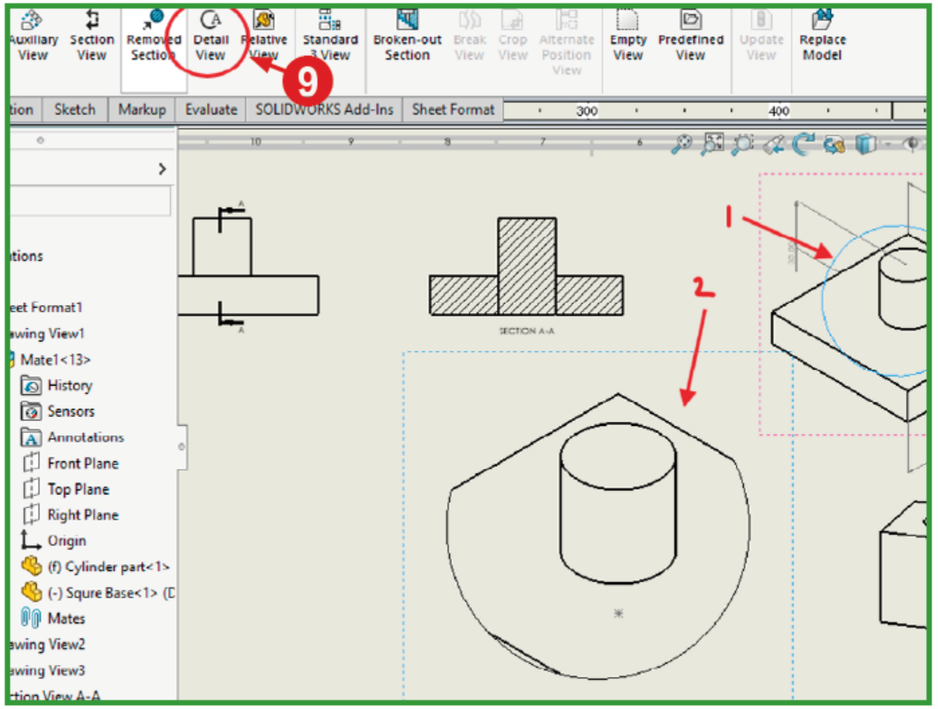
รูปที่ 6.64 การเปลี่ยนภาพร่างเป็นวัตถุที่มีมิติ

8 ใช้ Section view ในการสร้างภาพหน้าตัดของวัตถุ ดังรูป



รูปที่ 6.65 สร้างภาพหน้าตัดโดยใช้ Section View

9 ใช้ Detail View เพื่อ ดูรายละเอียดในส่วนที่เราวาดวงกลมไว้ ดังรูป



รูปที่ 6.66 การซูมรายละเอียดของวัตถุด้วย Detail View