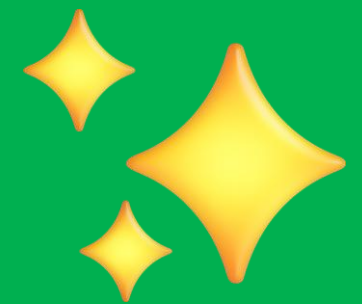


บทเรียนที่

4

ระบบ 3 มิติ และการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ
ด้วยการเพิ่มความหนาในโปรแกรม
SOLIDWORKS



สาระการเรียนรู้

- 1 การสร้างระนาบในโปรแกรม SOLIDWORKS
- 2 การสร้างระนาบใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ
- 3 วิธีการสร้างวัตถุในระนาบใหม่
- 4 การเปลี่ยนแปลงระนาบที่สร้างไว้
- 5 การเปลี่ยนการแสดงผลของระนาบใหม่
- 6 การเพิ่มความหนาให้กับชิ้นงานในโปรแกรม SOLIDWORKS
- 7 เทคนิคเสริมในการใช้งาน (Advanced Techniques)



จุดประสงค์การเรียนรู้

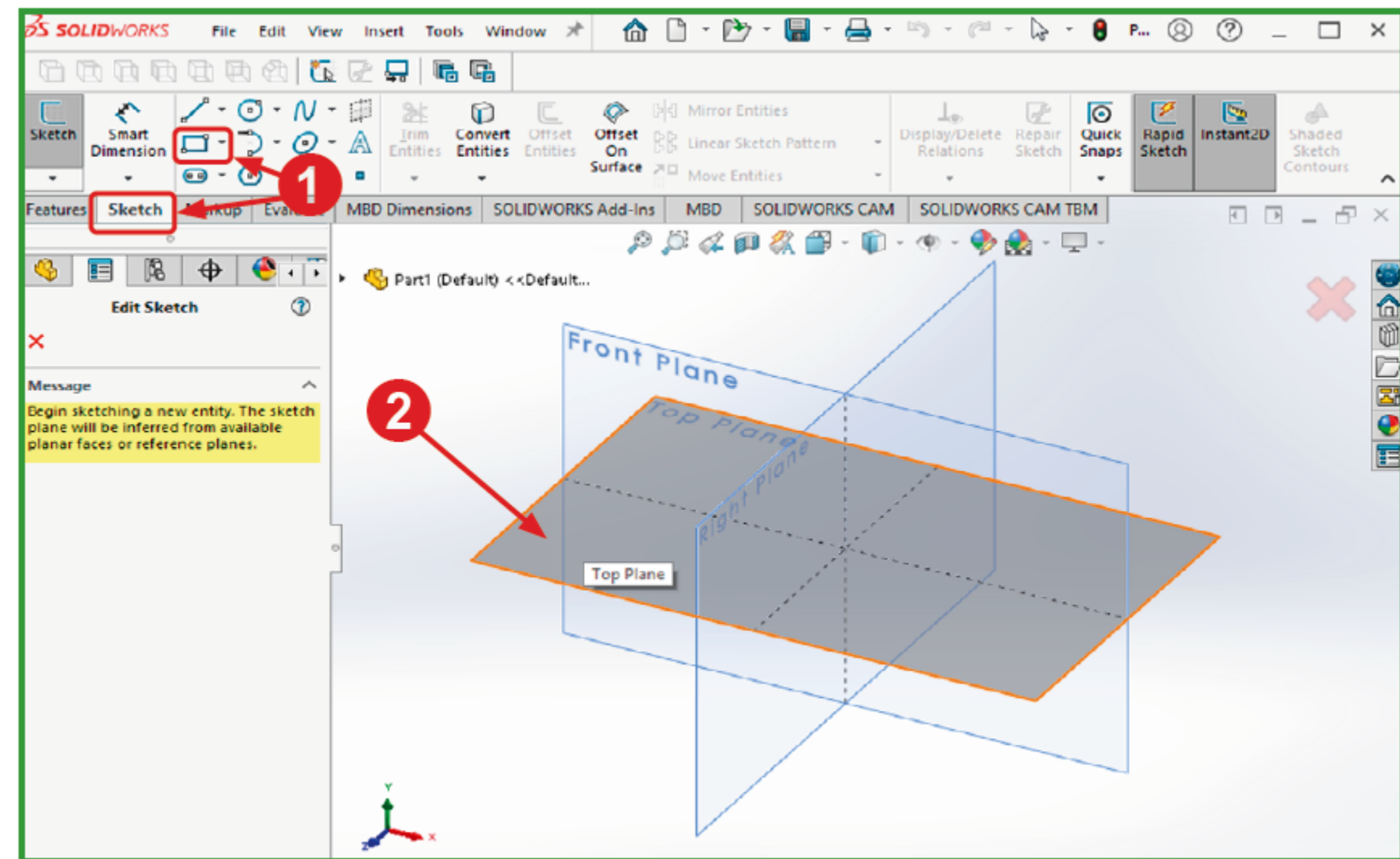
- 1 อธิบายเกี่ยวกับระบบ 3 มิติและหลักการสร้างระนาบในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างชิ้นงาน 3 มิติได้
- 2 ใช้คำสั่งและเครื่องมือในการสร้างระนาบและเพิ่มความหนาให้กับชิ้นงาน 2 มิติเพื่อสร้างเป็นชิ้นงาน 3 มิติในโปรแกรม SOLIDWORKS ได้
- 3 แก้ไขปัญหาและใช้เทคนิคขั้นสูงในการสร้างและจัดการชิ้นงาน 3 มิติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้
- 4 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียด รอบคอบ และมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ
- 5 ประยุกต์ใช้เทคนิคการเพิ่มความหนาในรูปแบบต่างๆ เพื่อสร้างชิ้นงาน 3 มิติที่มีความซับซ้อนและตรงตามความต้องการได้

1

การสร้างระนาบในโปรแกรม SOLIDWORKS

การสร้างชิ้นงานสามมิติด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS จำเป็นต้องเริ่มต้นจากการสร้างแบบร่างสองมิติผ่านเครื่องมือ Sketch ก่อนแปลงเป็นวัตถุสามมิติ โดยระนาบมีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทางและตำแหน่งของชิ้นงาน

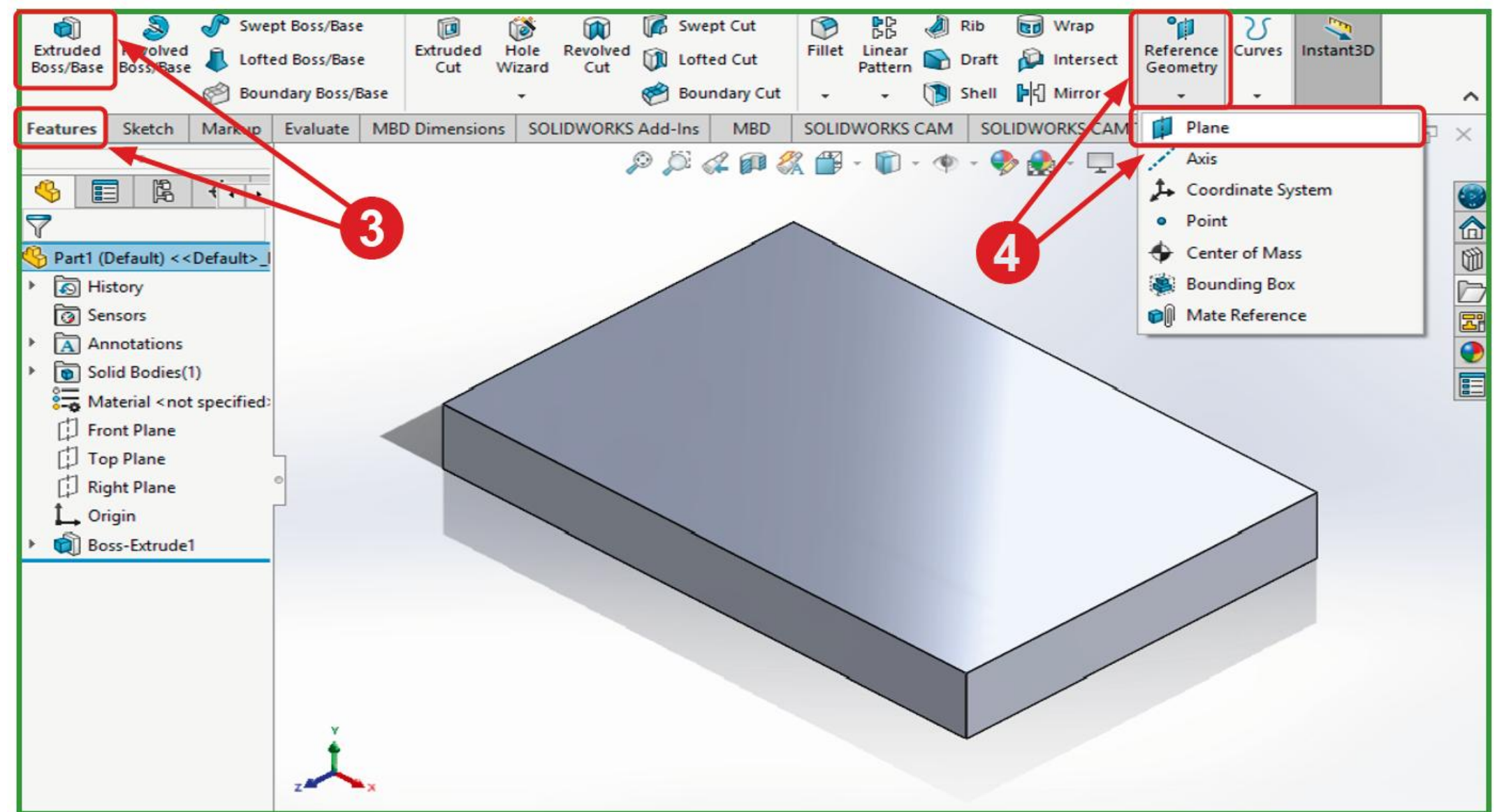
- 1 การสร้างระนาบใหม่ จำเป็นต้องมีวัตถุอ้างอิง เพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนองศาและทิศทางของระนาบใหม่ ให้สร้างวัตถุอ้างอิงในระนาบ **Top Plane** แล้วเลือกสร้างเส้นร่างสี่เหลี่ยม
- 2 เลือกระนาบแบบ **Top Plane** แล้วสร้างเส้นร่างสี่เหลี่ยมขึ้นมา 1 รูป ดังรูป



รูปที่ 4.1 การเลือกระนาบสำหรับสร้างวัตถุอ้างอิง

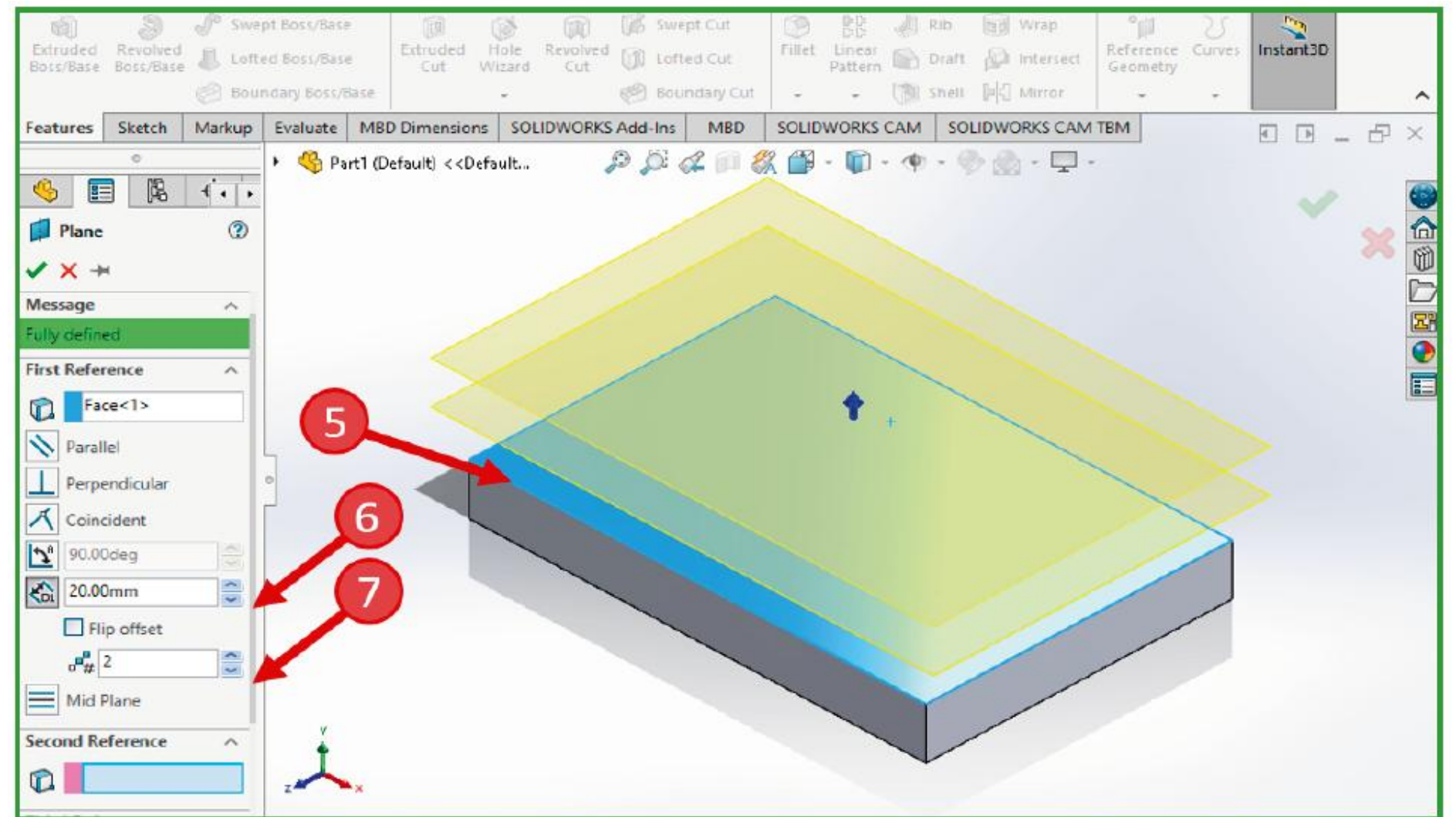
3 คลิกเลือกโหมด Features คำสั่ง
ในแถบ **Command Manager**
จะเปลี่ยนไป ดังรูป คลิกเลือกคำสั่ง
Extruded Boss/Base เพื่อสร้าง
รูปทรงสี่เหลี่ยมแบบ 3 มิติขึ้นมา

4 จากนั้นคลิกคำสั่ง
Reference Geometry > Plane



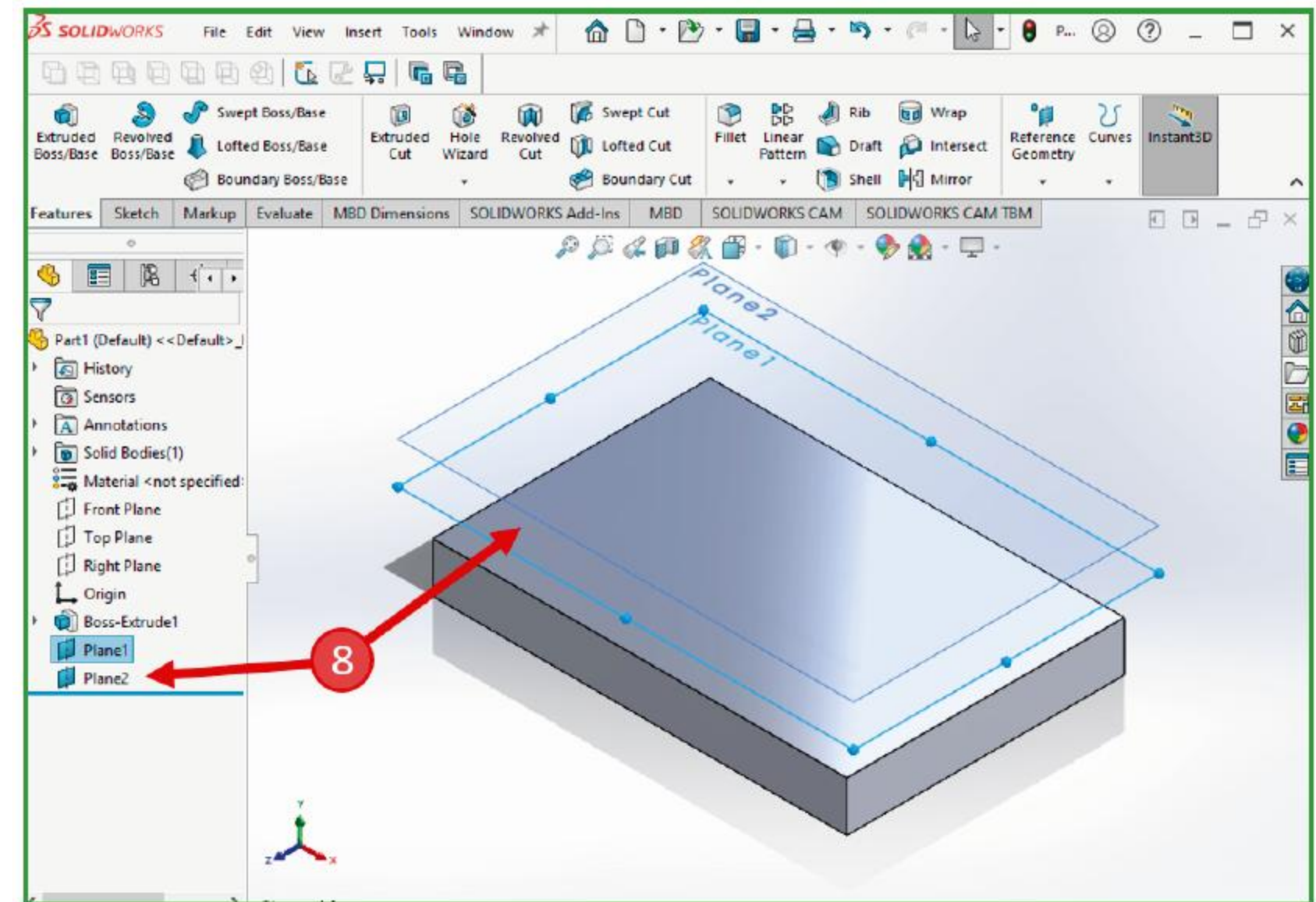
รูปที่ 4.2 คลิกคำสั่ง Reference Geometry > Plane

- 5 คลิกไปยังบริเวณด้านใดด้านหนึ่งของวัตถุ 3 มิติที่ต้องการใช้จุดอ้างอิงในการสร้างระนาบใหม่ ตามตัวอย่างคลิกไปบริเวณด้านบนของสี่เหลี่ยม 3 มิติ
- 6 กำหนดระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับระนาบใหม่
- 7 กำหนดจำนวนระนาบใหม่ที่จะสร้างขึ้น ตามตัวอย่างจะสร้างใหม่อีก 2 ระนาบ ซึ่งระยะห่างของแต่ละระนาบจะเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวจากจุดอ้างอิง เช่น กำหนดที่ระนาบแรกไว้ที่ 20 ระนาบถัดไปจะห่างที่ 40 เป็นต้น ดังรูป



รูปที่ 4.3 ระนาบใหม่ที่จะสร้างขึ้นอีก 2 ระนาบ

- 8 ระนาบใหม่จะปรากฏเพิ่มขึ้นอีก 2 ระนาบ เมื่อต้องการทำงานกับระนาบใหม่ที่สร้างขึ้นมา สามารถคลิกเลือกที่ชื่อของตัวระนาบใหม่ได้หน้าต่าง **Property Manager** ดังรูป



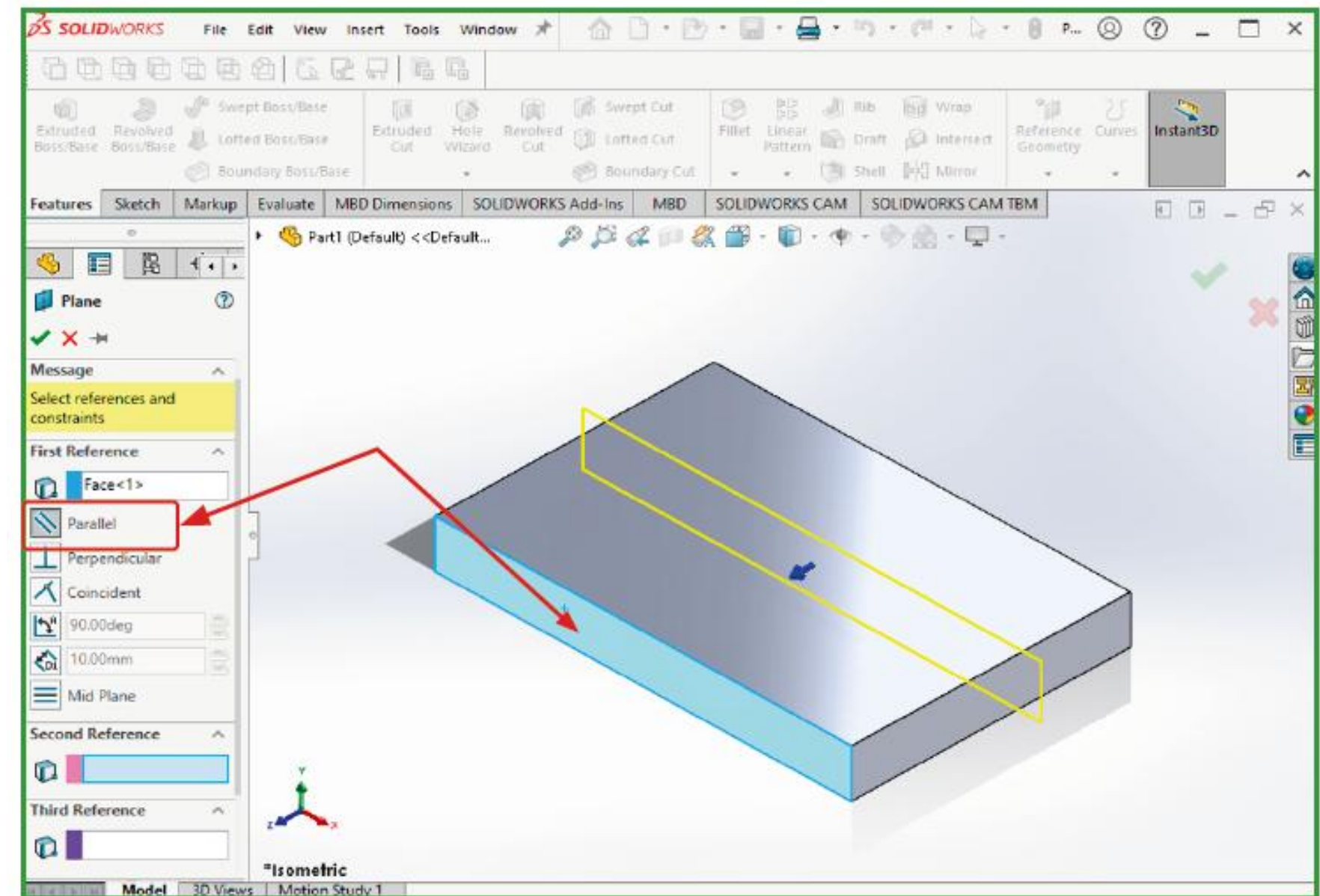
รูปที่ 4.4 ชื่อระนาบใหม่ในหน้าต่าง Property Manager

2

การสร้างระนาบใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ

2.1 การสร้างระนาบแบบขนาน (Parallel Plane)

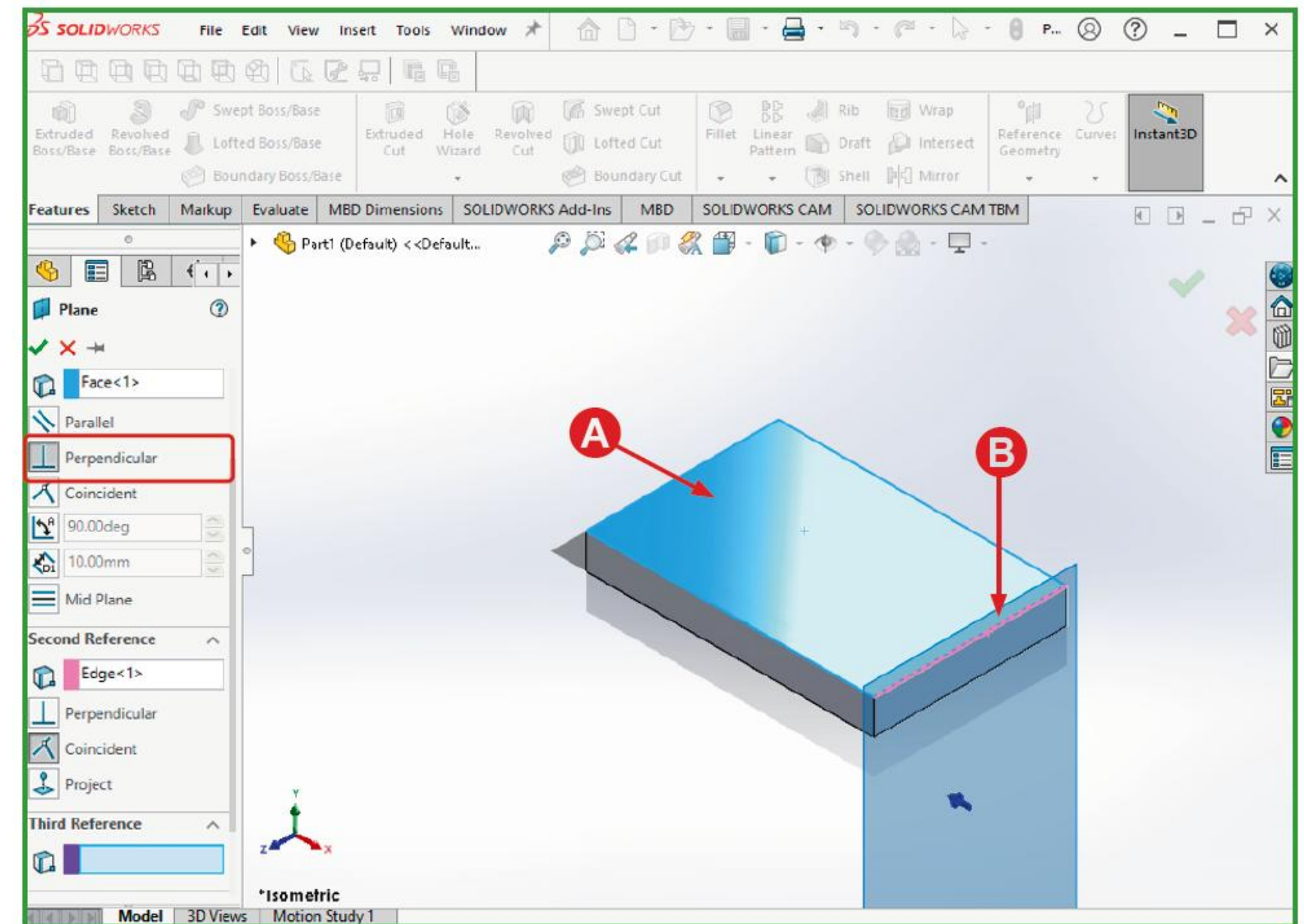
การสร้างระนาบแบบขนานเป็นการกำหนดระนาบใหม่ให้ขนานกับจุดอ้างอิง โดยมีสองรูปแบบหลัก คือการสร้างระนาบที่ขอบด้านตรงข้าม ซึ่งระนาบใหม่จะปรากฏขึ้นทันทีที่บริเวณด้านตรงข้ามกับขอบที่เลือก และการสร้างระนาบที่จุดกึ่งกลาง โดยเมื่อเลือกจุดกึ่งกลางตรงเส้นขอบที่ติดกับด้านที่เลือก ระนาบใหม่จะปรากฏขึ้นที่จุดกึ่งกลางของวัตถุสามมิติ ซึ่งจะแสดงด้วยเส้นร่างสีเหลือง



รูปที่ 4.5 การสร้างระนาบแบบ Parallel

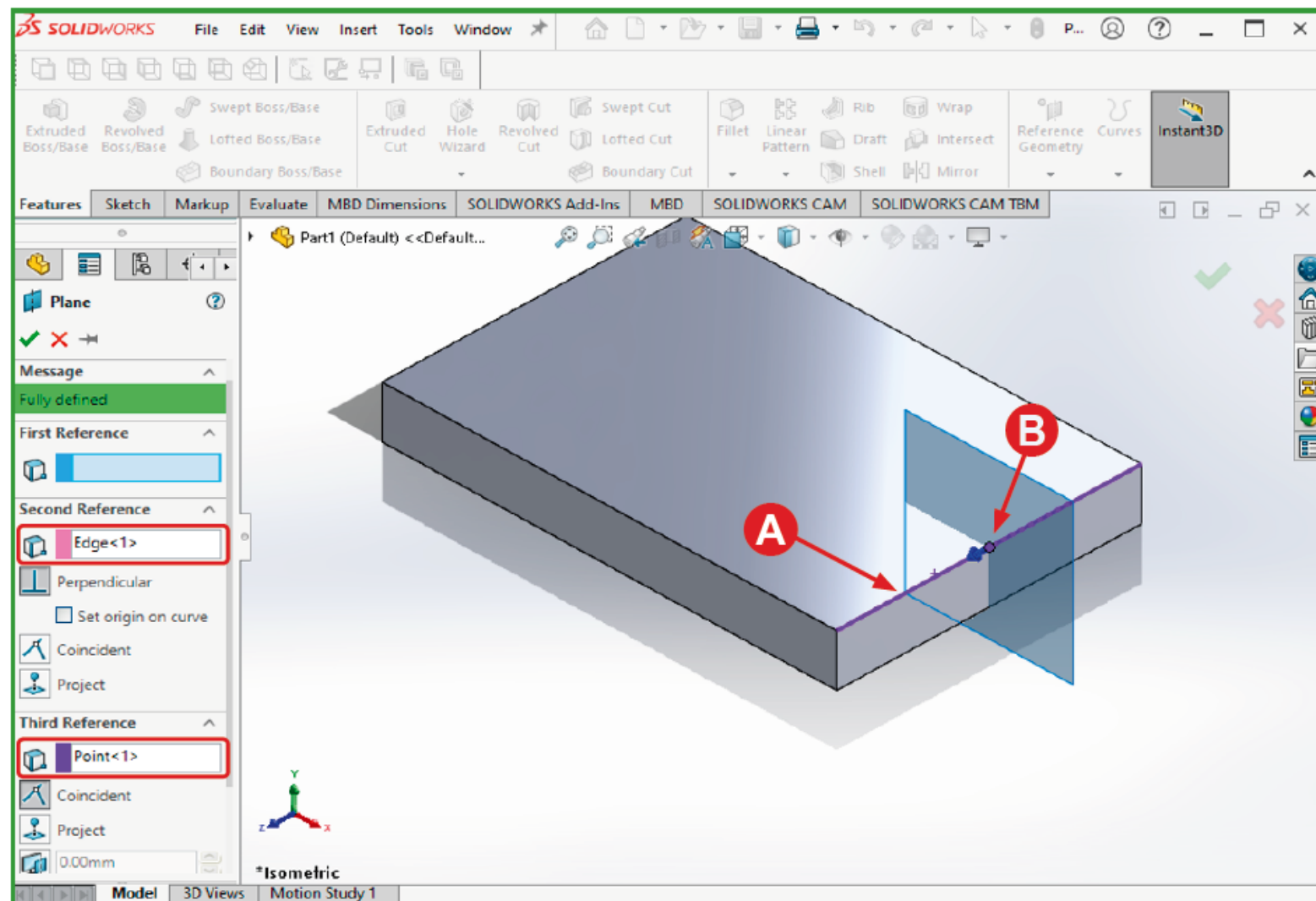
2.2 การสร้างระนาบตั้งฉาก (Perpendicular Plane)

การสร้างระนาบตั้งฉากเป็นการกำหนดระนาบใหม่ให้ตั้งฉากกับจุดอ้างอิง โดยผู้ใช้สามารถสร้างได้โดยเลือกระนาบที่ต้องการที่มุมใดมุมหนึ่ง แล้วระบุตำแหน่งจุดกึ่งกลางของบริเวณที่ต้องการสร้างระนาบตั้งฉาก เพื่อกำหนดทิศทางและตำแหน่งของระนาบใหม่ให้มีความแม่นยำ



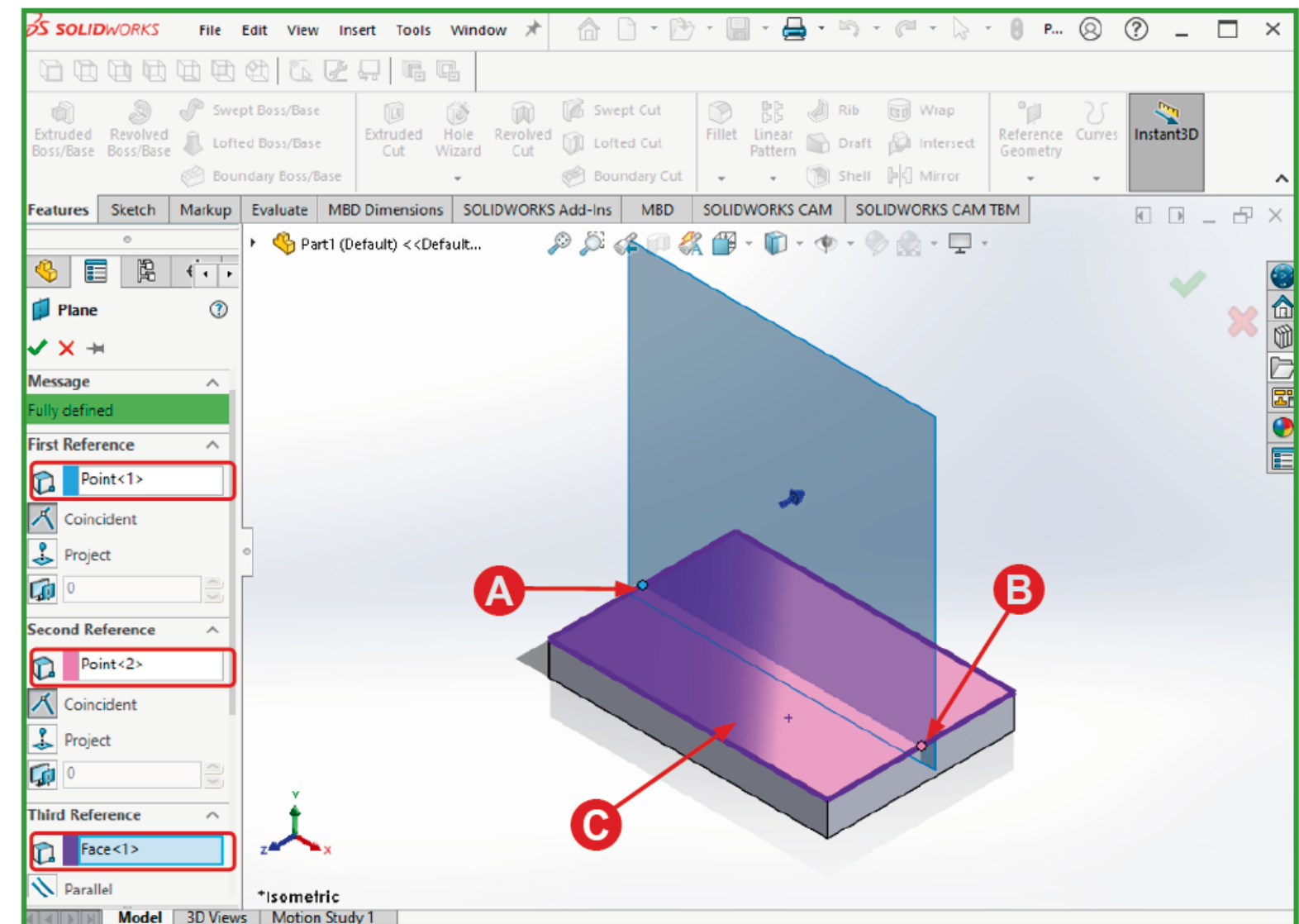
รูปที่ 4.6 การสร้างระนาบแบบระนาบตั้งฉาก Perpendicular วิธีที่ 1

- 1 คลิกบริเวณจุดกึ่งกลางด้านใดด้านหนึ่ง หรือคลิกตรงบริเวณมุมก็ได้ (ลูกศร A) จากนั้นคลิกที่เส้นตรงที่ลากผ่านจุดแรกที่คลิก (ลูกศร B) ดังรูป



รูปที่ 4.7 การสร้างระนาบแบบระนาบตั้งฉาก Perpendicular วิธีที่ 2

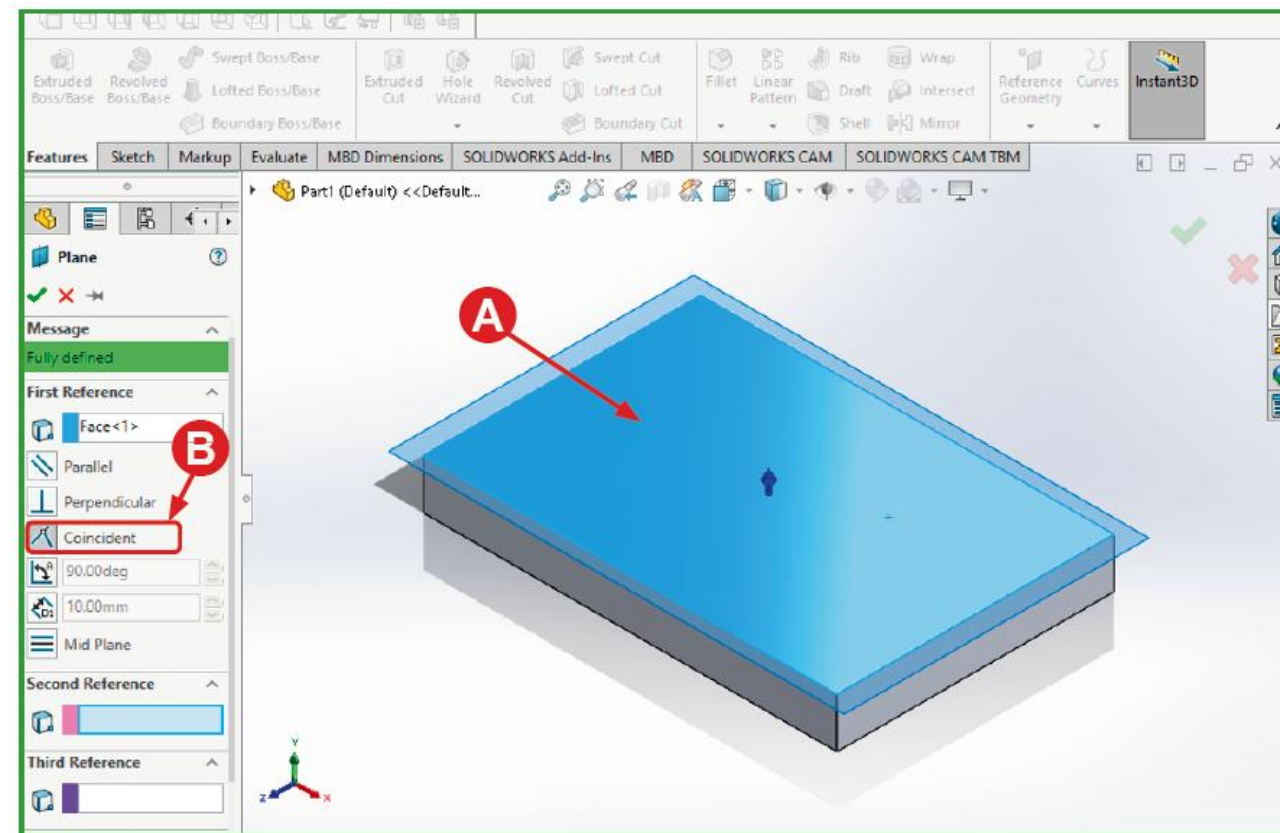
- 2 คลิกบริเวณจุดกึ่งกลางด้านใดด้านหนึ่ง หรือคลิกตรงบริเวณมุมก็ได้ (ลูกศร A) คลิกจุดที่อยู่ตรงข้าม หรือถ้าคลิกที่มุมก็คลิกมุมที่อยู่ตรงข้าม (ลูกศร B) ด้านที่อยู่ระหว่างจุดทั้งสอง (ลูกศร C) ดังรูป



รูปที่ 4.8 การสร้างระนาบแบบระนาบตั้งฉาก Perpendicular วิธีที่ 3

2.3 การสร้างระนาบแบบแนบติด (Coincident Plane)

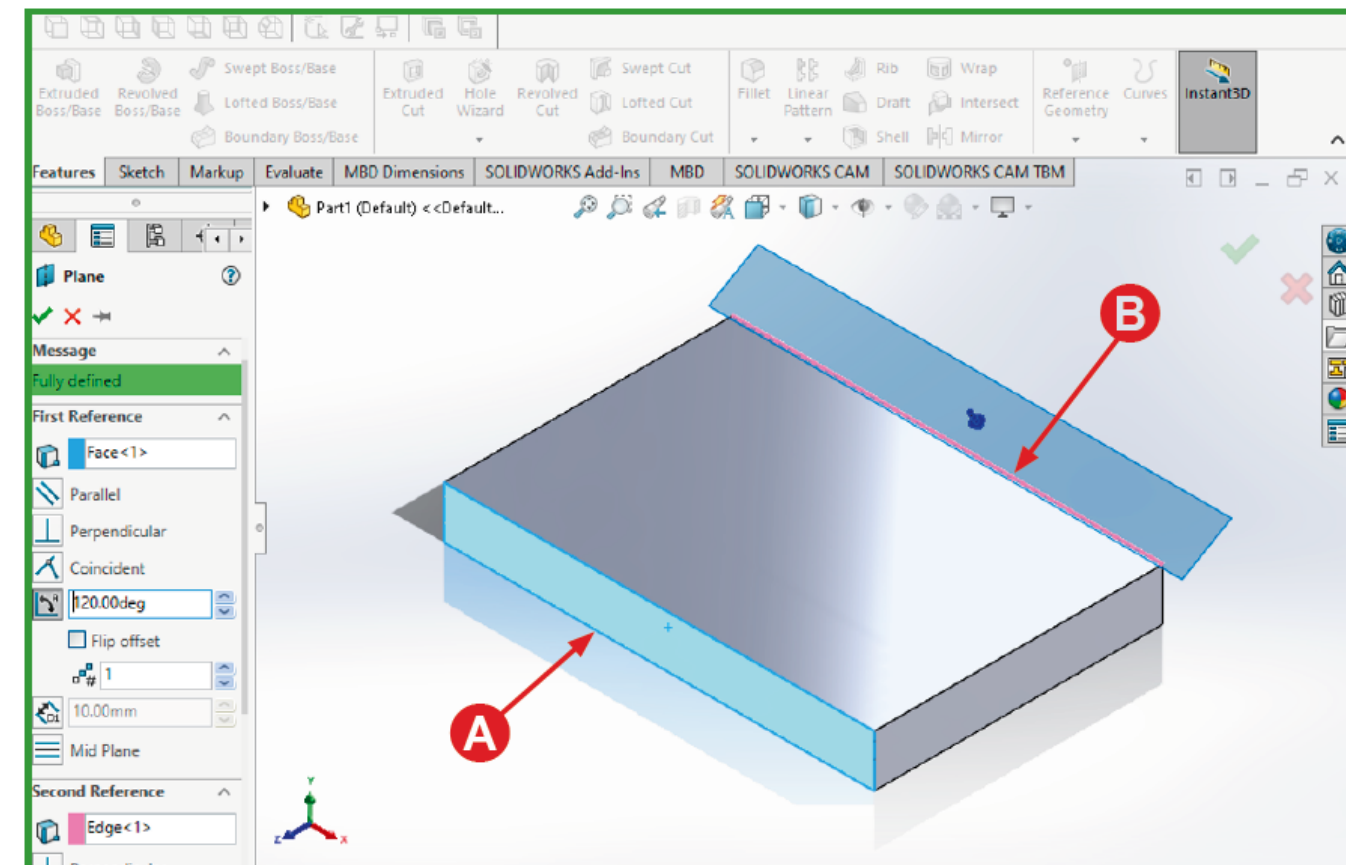
การสร้างระนาบแบบแนบติด เป็นการกำหนดระนาบใหม่ให้แนบชิดกับพื้นผิวที่เลือก โดยผู้ใช้สามารถทำได้โดยเลือกด้านที่ต้องการสร้างระนาบแล้วเลือกคำสั่ง **Coincident** เพื่อกำหนดให้ระนาบใหม่สัมผัสกับพื้นผิวที่เลือกอย่างสมบูรณ์ (ลูกศร A) แล้วคลิกเลือกคำสั่ง **Coincident** (ลูกศร B) ดังรูป



รูปที่ 4.9 การสร้างระนาบแบบแนบติด Coincident

2.4 การสร้างระนาบแบบกำหนดมุม (At Angle Plane)

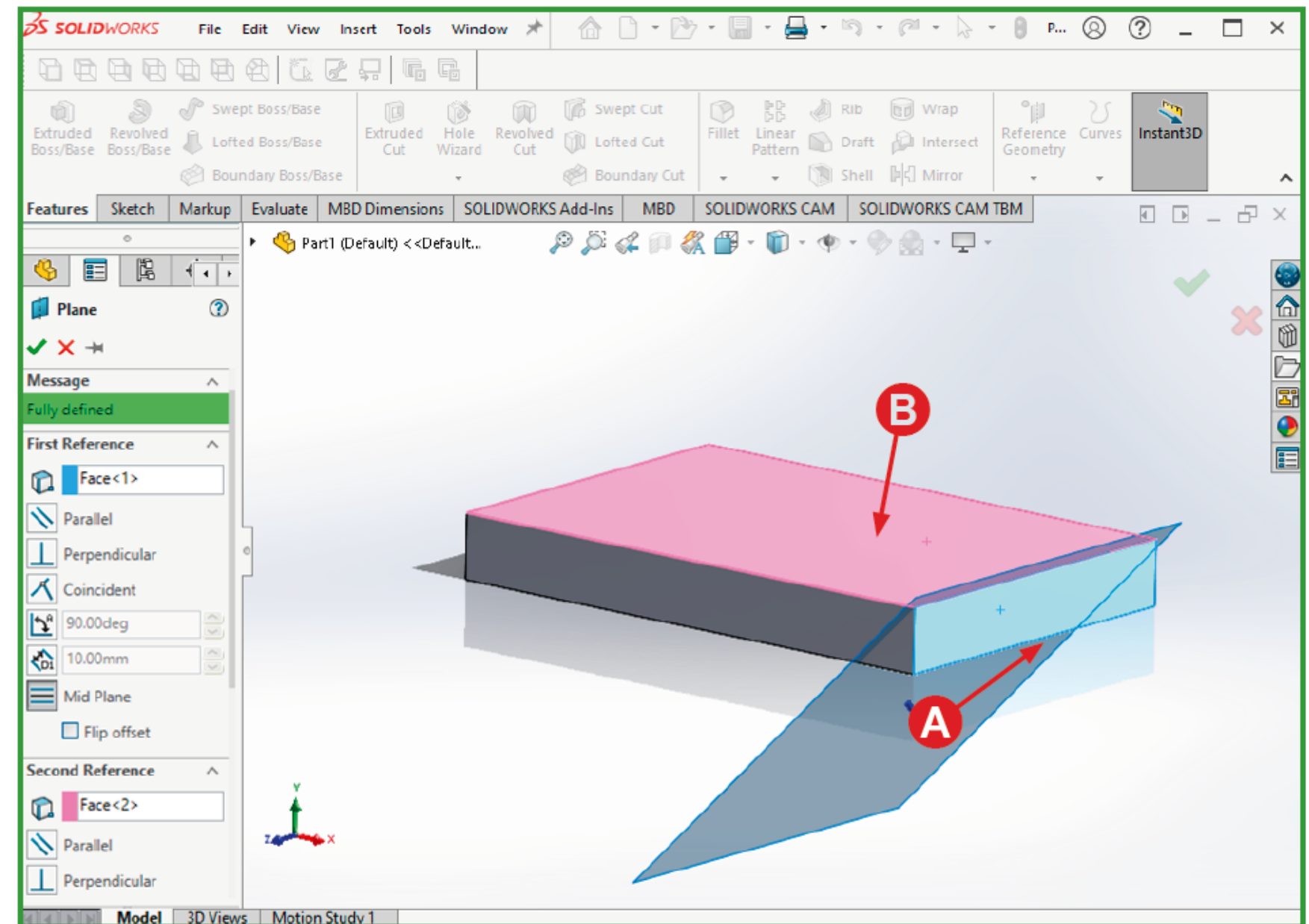
การสร้างระนาบแบบกำหนดมุม เป็นการสร้างระนาบโดยระบุงศาตามต้องการ โดยผู้ใช้จะต้องเลือกขอบด้านที่ต้องการให้ระนาบใหม่หันรัศมีมา (ลูกศร A) จากนั้นคลิกเส้นขอบด้านตรงข้าม เส้นร่างของระนาบใหม่จะปรากฏขึ้นมา (ลูกศร B) คลิกคำสั่ง **At angle** เพื่อปรับองศาของระนาบดังรูป



รูปที่ 4.10 การสร้างระนาบแบบกำหนดมุม (At Angle Plane)

2.5 การสร้างระนาบแบบกึ่งกลาง (Mid Plane)

การสร้างระนาบแบบกึ่งกลาง เป็นการกำหนดระนาบใหม่ให้อยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่างด้านสองด้าน โดยผู้ใช้ต้องเลือกด้านแรกที่ต้องการสร้างระนาบ (ลูกศร A) จากนั้นคลิกไปยังด้านที่อยู่ติดกัน (ลูกศร B) ระนาบใหม่จะปรากฏขึ้นมาที่จุดมุมกึ่งกลางระหว่างด้านทั้งสอง ดังรูป



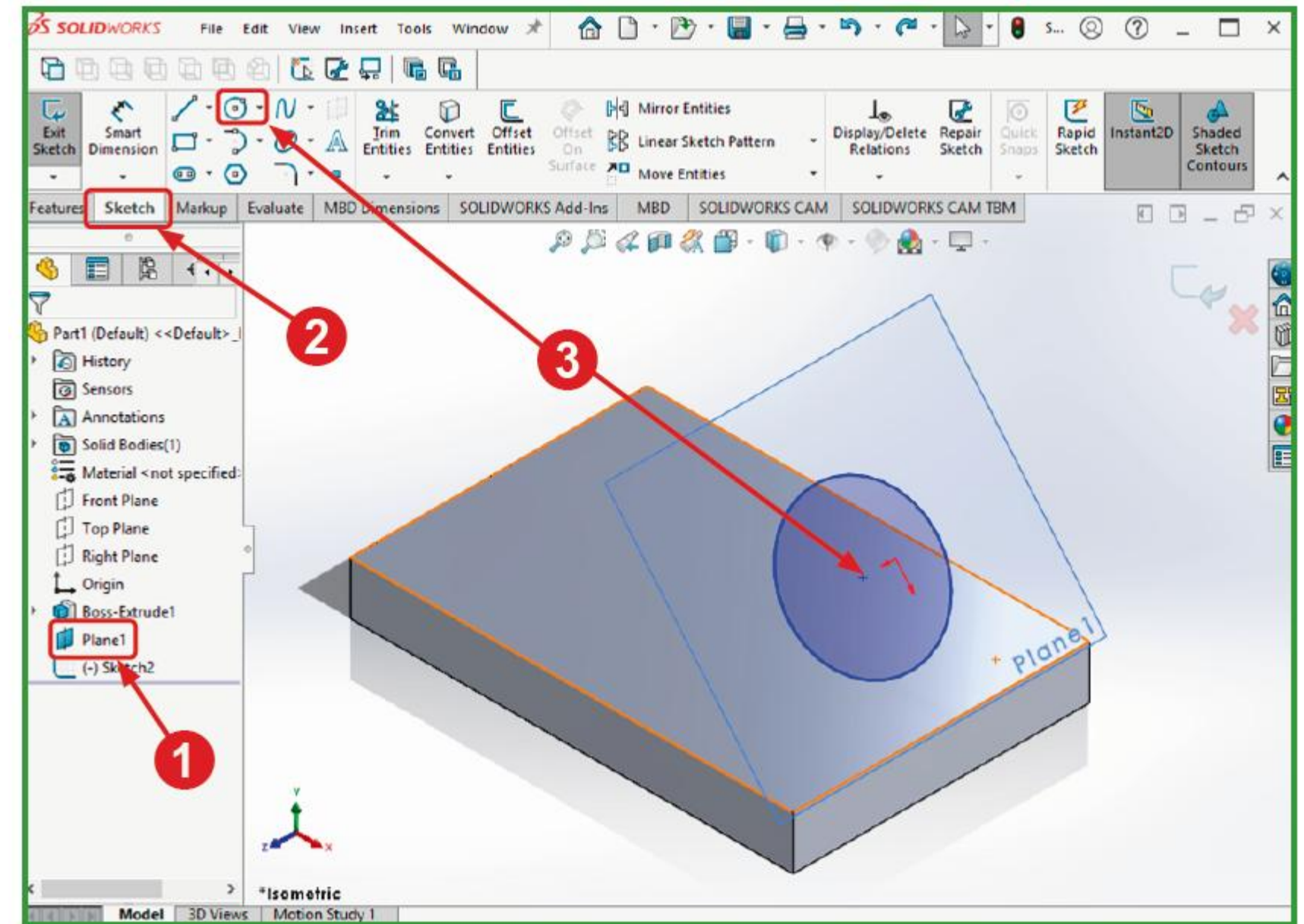
รูปที่ 4.11 การสร้างระนาบแบบกึ่งกลาง (Mid Plane)

3


วิธีการสร้างวัตถุในระนาบใหม่

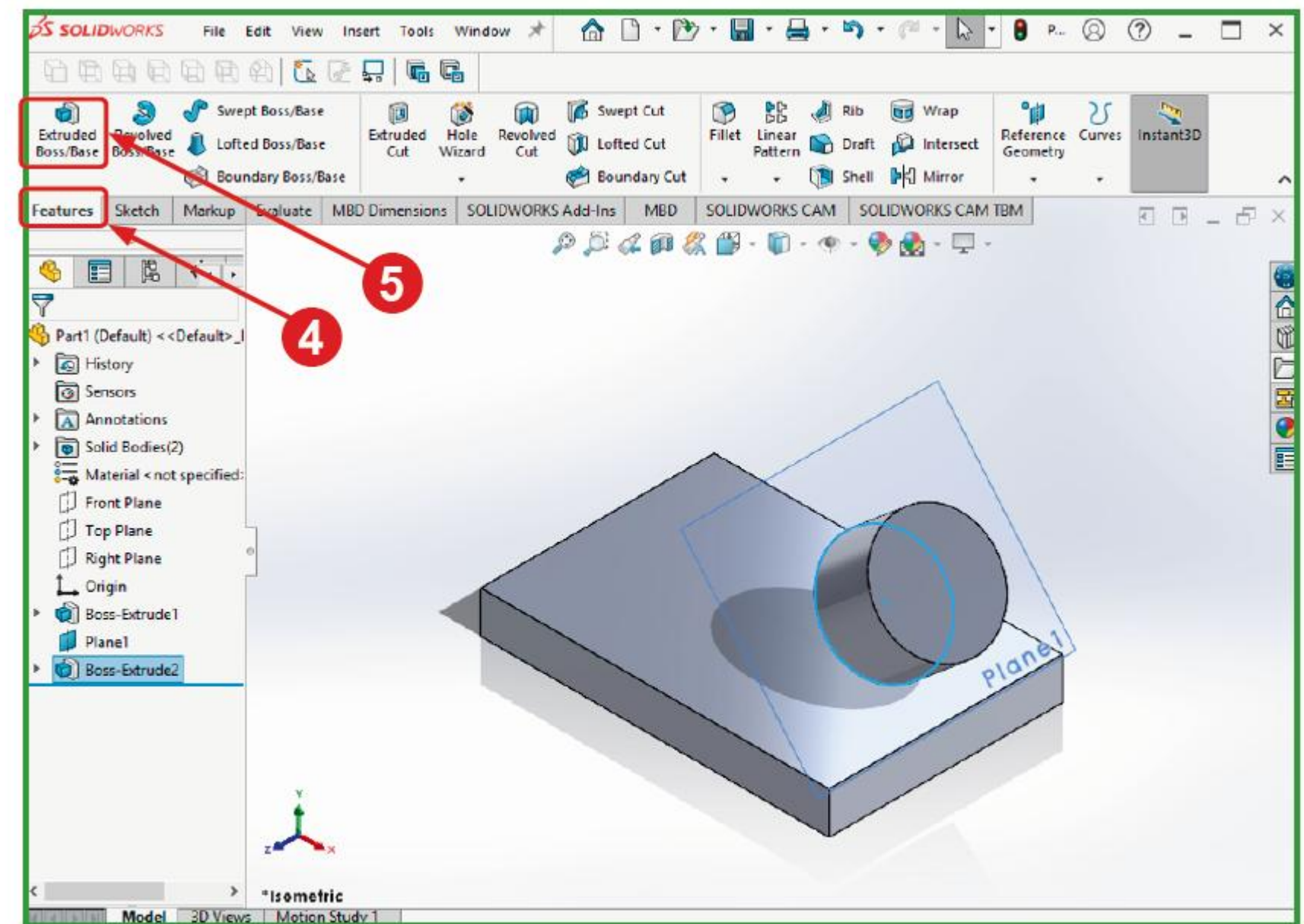
การสร้างระนาบในโปรแกรม SOLIDWORKS สามารถทำได้หลายวิธี เพื่อรองรับการวางวัตถุในตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ โดยมีทั้งการสร้างระนาบขนาน (Parallel) ตั้งฉาก (Perpendicular) แนบติด (Coincident) กำหนดมุม (At Angle) และระนาบกึ่งกลาง (Mid Plane) ซึ่งแต่ละวิธีมีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่แตกต่างกัน โดยการสร้างระนาบใหม่ขึ้นมาสำหรับวางวัตถุต่าง ๆ นอกจากวิธีในข้างต้น สามารถสร้างระนาบได้อีก 1 รูปแบบ ดังนี้

- 1 คลิกเลือกระนาบที่สร้างขึ้นใหม่ ดังรูป



รูปที่ 4.12 การสร้างเส้นร่างวงกลมบนระนาบใหม่

2. คลิกที่ **Sketch** เพื่อเขียนเส้นร่างบนระนาบใหม่
3. คลิกไอคอนคำสั่ง **Circle**  เพื่อวาดเส้นร่างแบบวงกลมบนระนาบใหม่
4. เมื่อเขียนวงกลมแล้ว คลิกกลับมาที่ **Features**
5. คลิกคำสั่ง **Extrude Boss/Base** เพื่อเปลี่ยนเส้นร่างวงกลมเป็นรูปทรง 3 มิติในระนาบใหม่ ดังรูป



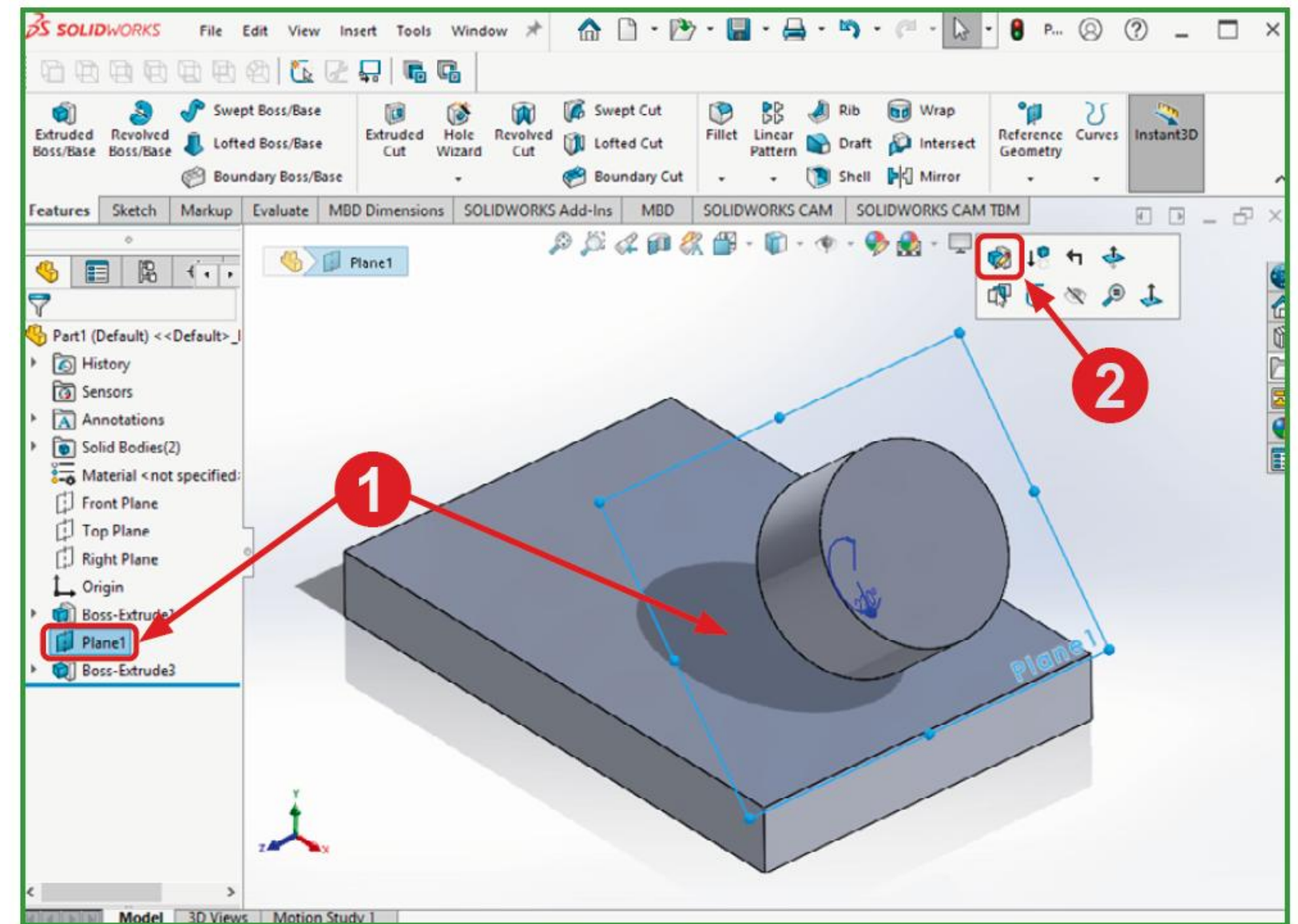
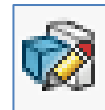
รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนเส้นร่างให้เป็นวัตถุ 3 มิติบนระนาบใหม่

4

การเปลี่ยนแปลงระนาบที่สร้างไว้

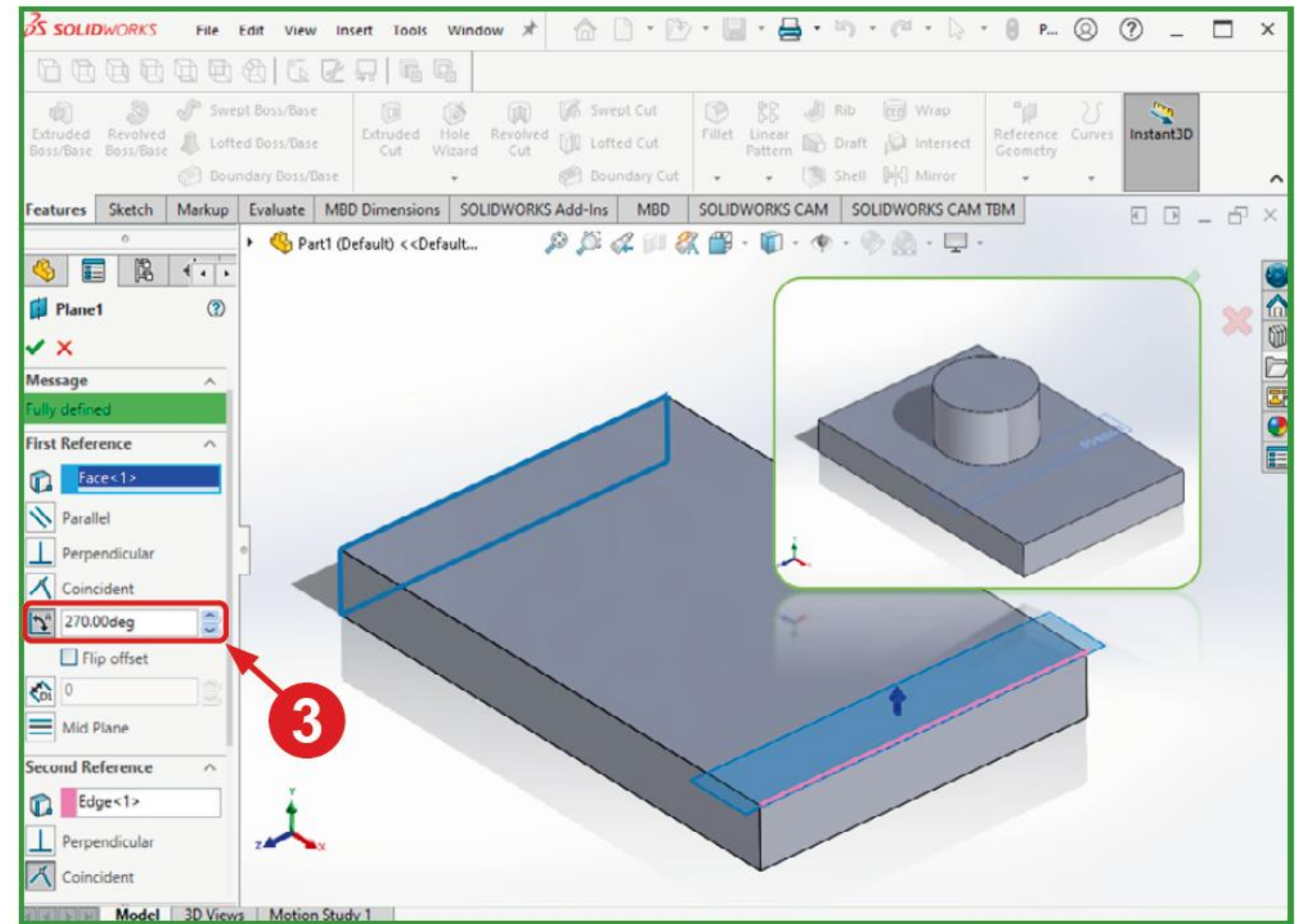
การเปลี่ยนแปลงระนาบ คือการปรับเปลี่ยนทิศทางของระนาบจะส่งผลให้วัตถุทั้งหมดที่ถูกสร้างบนระนาบนั้นเปลี่ยนทิศทางตามไปโดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยให้การปรับแต่งโมเดลสามมิติมีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพในการทำงาน มีขั้นตอนดังนี้

- 1 คลิกเลือกระนาบที่ต้องการเปลี่ยนคุณสมบัติใน **Property Manager** หรือคลิกเลือกจากชื่อระนาบในส่วนของการแสดงผล
- 2 เมื่อคลิกเลือกระนาบใหม่แล้ว จะมีทูลบาร์คำสั่งปรากฏขึ้นมา ให้คลิกเลือกคำสั่ง **Edit Feature** ดังรูป



รูปที่ 4.14 เลือกระนาบใหม่ที่ต้องการแก้ไขคุณสมบัติ

- 3 การปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของระนาบในโปรแกรม SOLIDWORKS สามารถทำได้ผ่านหน้าต่างแก้ไขคุณสมบัติ โดยการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ในหน้าต่างนี้ จะส่งผลให้วัตถุทั้งหมดที่สร้างบนระนาบนั้นเคลื่อนที่ตามทิศทางที่กำหนดใหม่โดยอัตโนมัติ ดังรูป



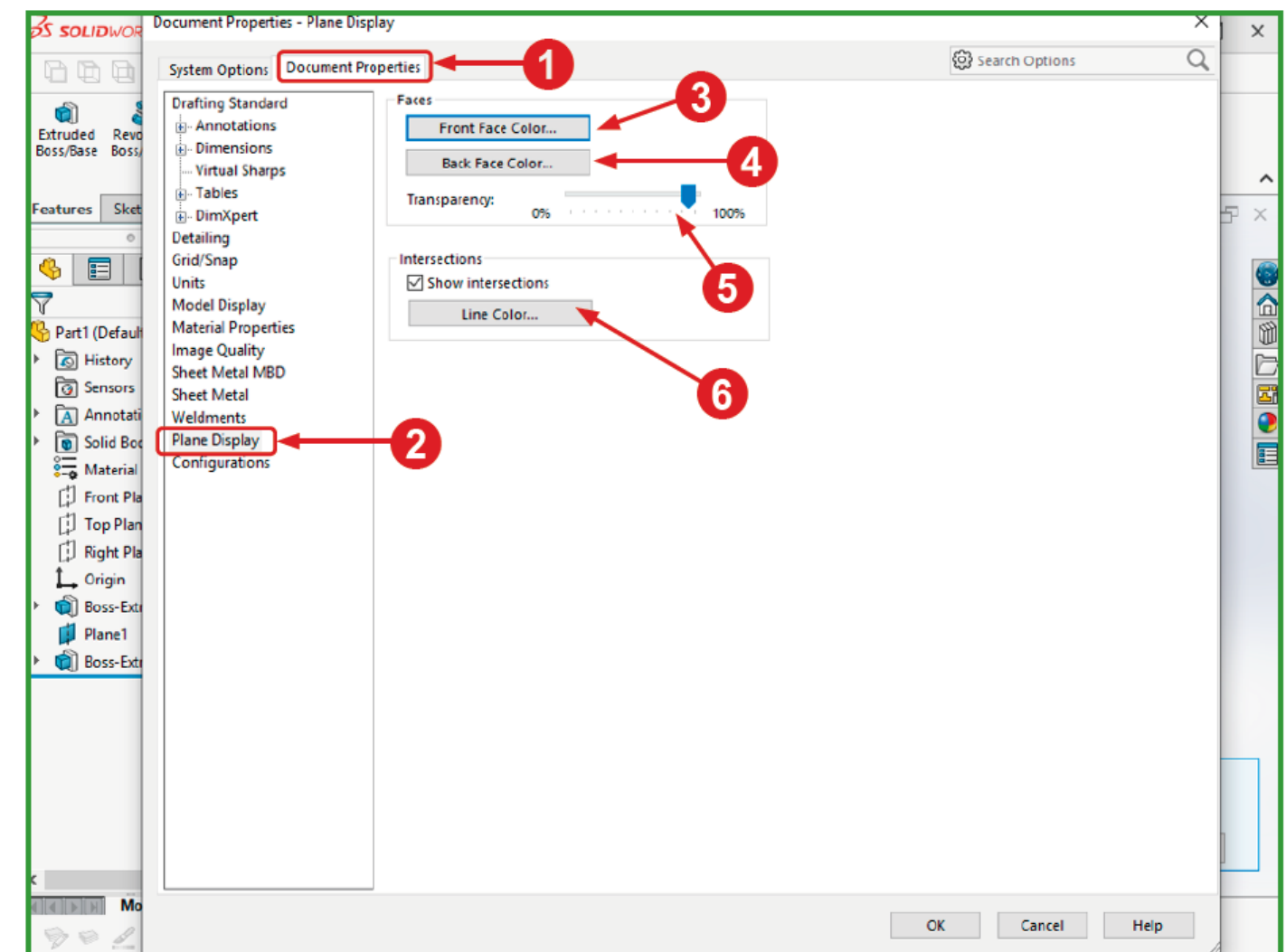
รูปที่ 4.15 การแก้ไขปรับเปลี่ยนระนาบใหม่อีกครั้ง

5

การเปลี่ยนการแสดงผลของระนาบใหม่

ระนาบที่สร้างขึ้นใหม่จะแสดงเป็นเส้นน้ำเงิน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นและการแสดงผลของระนาบใหม่ให้เป็นแบบที่ต้องการได้ด้วยวิธีการดังนี้

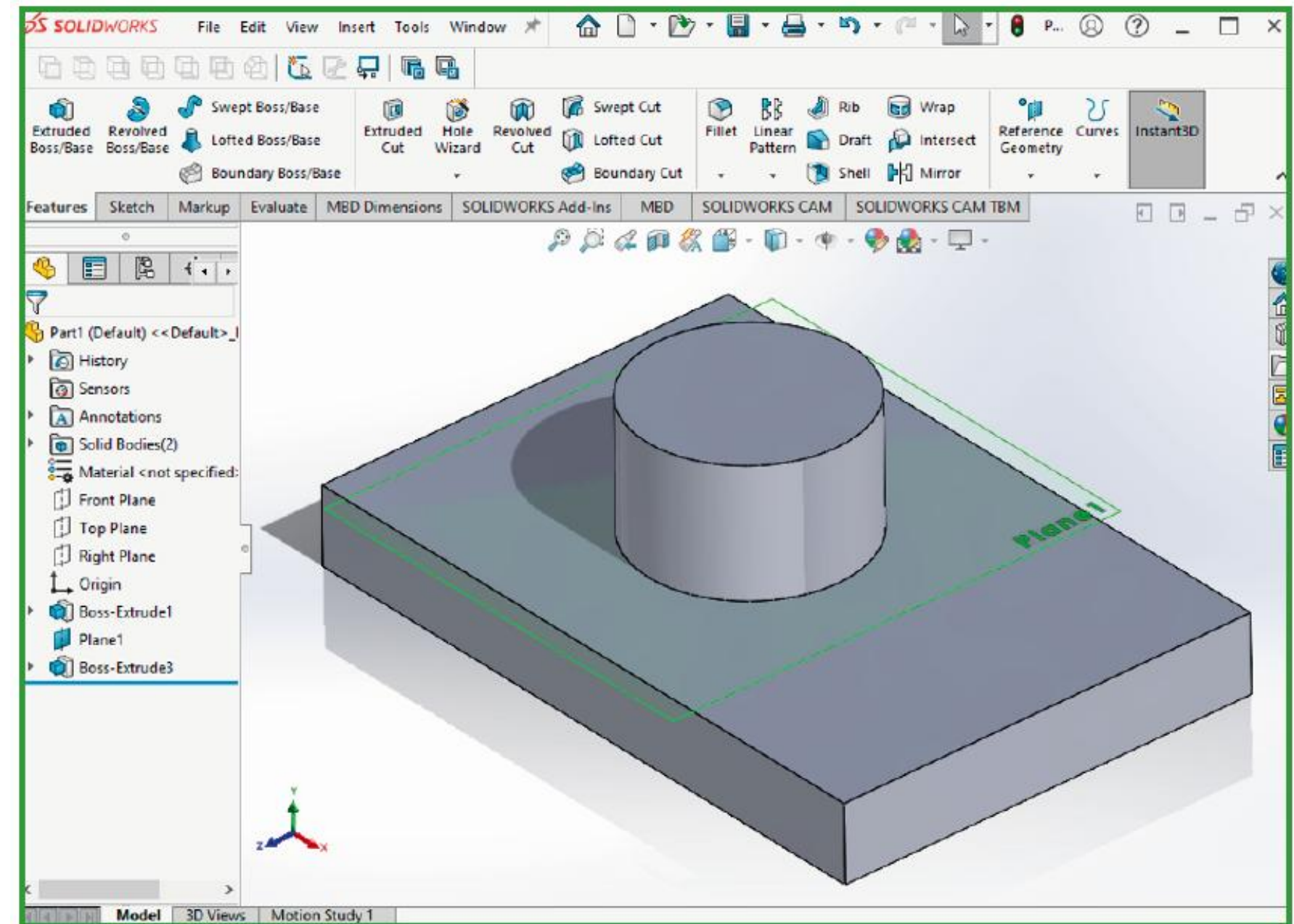
1. คลิกที่เมนู **Tools > Options...** ที่หน้าต่าง **Properties** จะปรากฏขึ้นมา ให้คลิกไปที่แถบ **Document Properties** ดังรูป
2. คลิกที่ตัวเลือก **Plane Display**
3. คลิกปุ่ม **Front Face color...** เพื่อเลือกสีสำหรับแสดงในระนาบด้านหน้า
4. คลิกปุ่ม **Back Face color...** เพื่อเลือกสีสำหรับแสดงในระนาบด้านหลัง
5. ที่สไลด์บาร์ **Transparency:** เลือกความโปร่งใสของระนาบ ค่ามาตรฐานคือ 100% ซึ่งจะทำให้ระนาบโปร่งใสไม่เห็นสีด้านหน้าและด้านหลัง



รูปที่ 4.16 การตั้งค่าการแสดงผลของระนาบที่สร้างขึ้นใหม่

6 ที่ **Intersections** เป็นส่วนกำหนดค่าแสดงเส้นประ เมื่อระนาบใหม่ตัดผ่านกันโดยมีส่วนตั้งค่าคือ.....

- **Show Intersections** กำหนดให้แสดงเส้นประ
- **Line Color....** กำหนดสีของเส้นประเมื่อตั้งค่าเสร็จแล้วคลิกปุ่ม OK ด้านล่างหน้าต่างนี้ ระนาบใหม่ที่สร้างขึ้นมาจะเปลี่ยนไป ตามตัวอย่างนี้ จะตั้งค่าด้านหน้าเป็นสีเขียว และกำหนดความโปร่งใสไปที่ 50% ดังรูป



รูปที่ 4.17 ผลจากการปรับสีการแสดงผลของระนาบใหม่

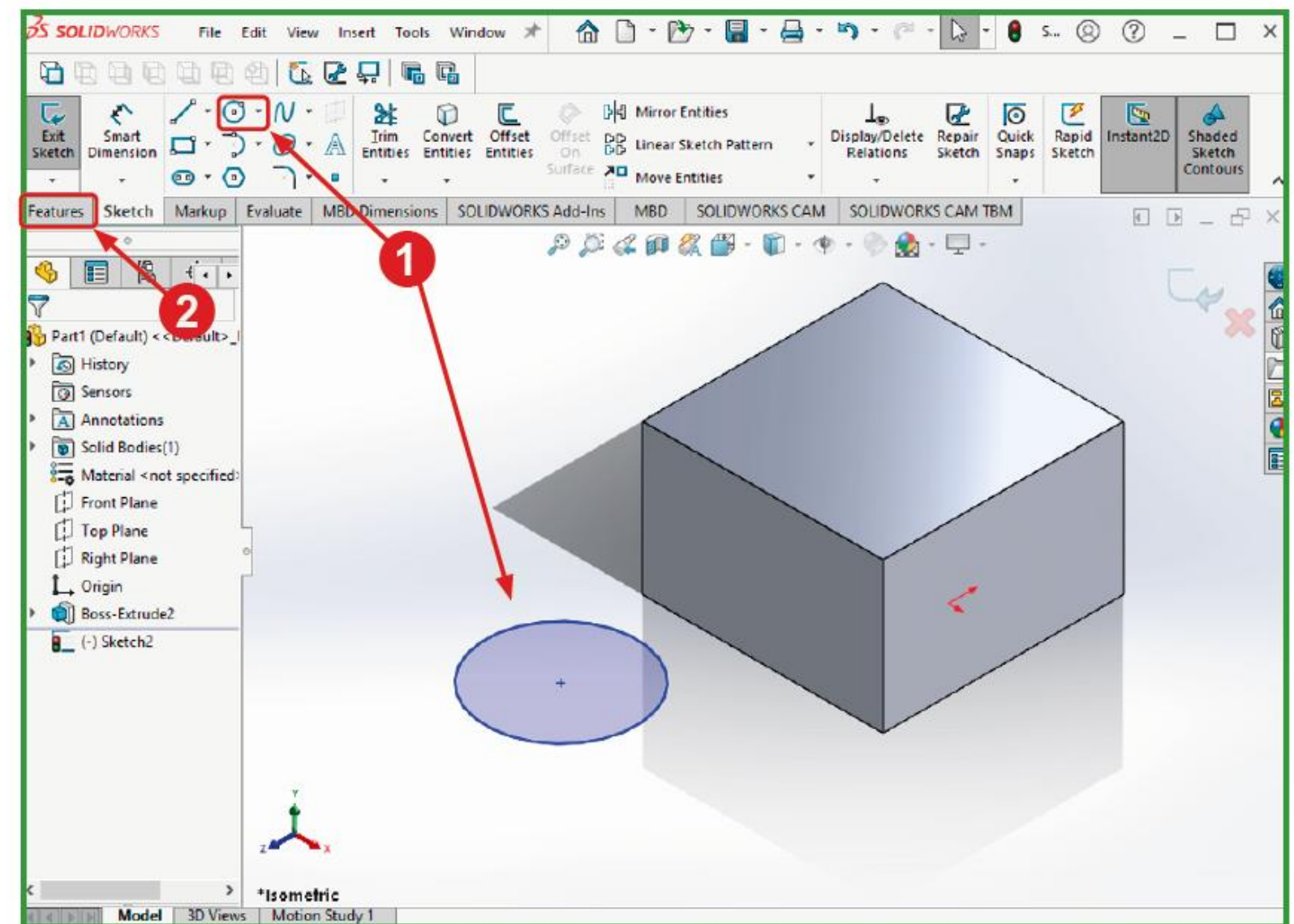
6

การเพิ่มความหนาให้กับชิ้นงานในโปรแกรม SOLIDWORKS

6.1 การสร้างความหนาแบบอ้างอิงจากมุม (Angular Reference Extrusion)

การสร้างความหนาแบบอ้างอิงจากมุม เป็นเทคนิคการกำหนดความหนาของชิ้นงานโดยสามารถระบุพารามิเตอร์ได้ทั้งความหนา ตำแหน่งเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด โดยใช้วัตถุสามมิติที่มีอยู่เป็นจุดอ้างอิงในการสร้าง ดังนี้

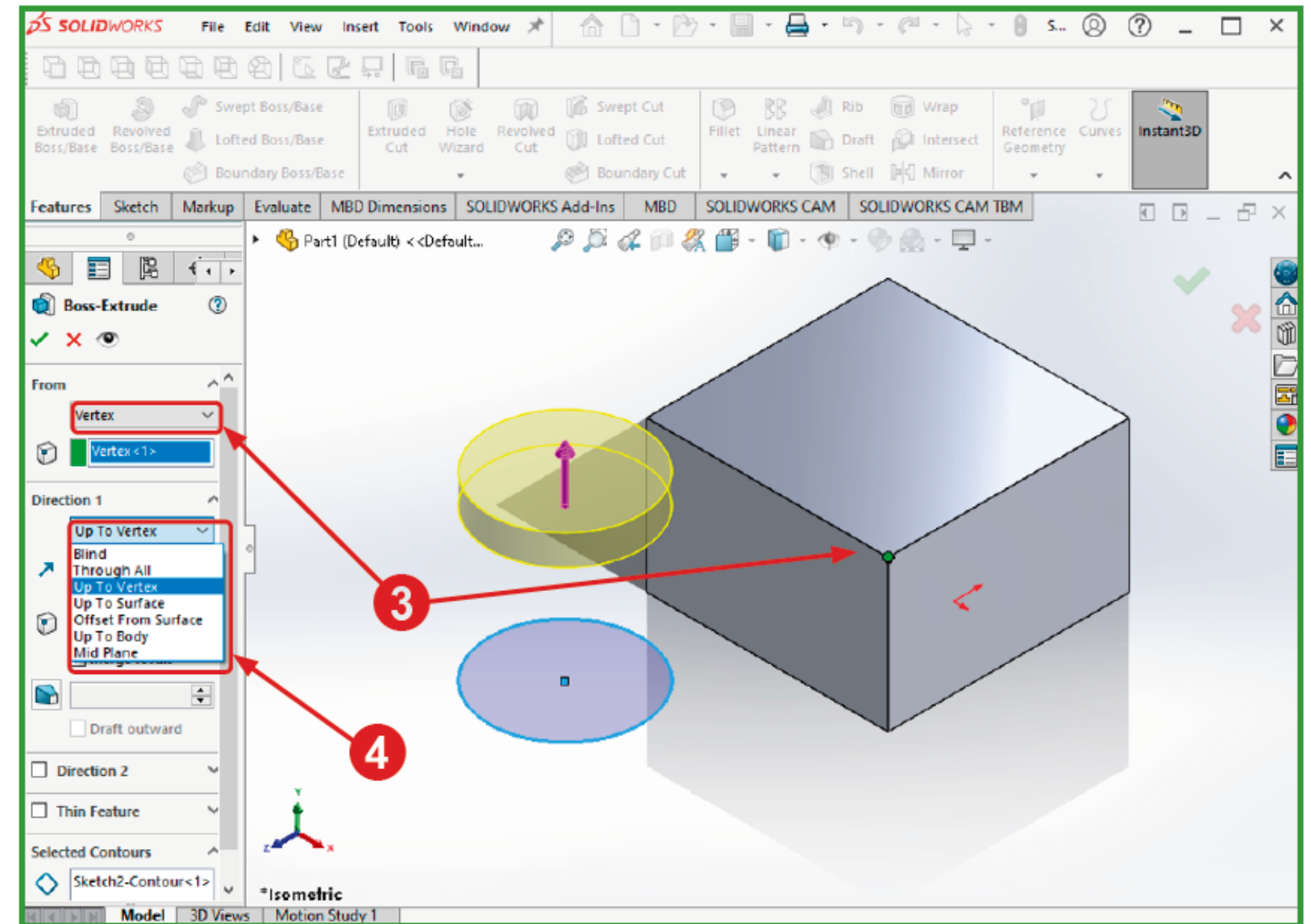
- 1 สร้างสี่เหลี่ยม 3 มิติขึ้นมาหนึ่งชิ้นเพื่อใช้เป็นมุมอ้างอิง จากนั้นที่ **Sketch** เลือกสร้างระนาบ
- 2 เดียวกับสี่เหลี่ยม ตามตัวอย่างคือ **Top Plane** โดยรูปร่างที่สร้างเป็นเส้นวงกลม 1 วง ดังรูปคลิกกลับมาที่หน้าต่าง **Features**



รูปที่ 4.18 การสร้างเส้นร่างวงกลม

3) คลิกคำสั่ง **Extruded Boss/Base** เพื่อสร้างความหนาให้เส้นวงกลมที่ **From** ตั้งค่า **Sketch Plane** เป็นแบบ **Vertex** เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นในการสร้างวัตถุ 3 มิติจากมุมที่คลิกเลือก จากนั้นคลิกไปที่มุมด้านบนของกล่องสี่เหลี่ยม 3 มิติ โดยภาพร่างของวงกลม 3 มิติ จะปรากฏอยู่บนกล่องสี่เหลี่ยมนั้นทันที ดังรูป

4) ที่ **Direction 1** ตั้งค่าจาก **Blind** เป็นแบบ **Up to Vertex** แล้วเลือกมุมที่ต้องการให้เป็นจุดสิ้นสุดความหนาของวัตถุ 3 มิติที่จะสร้างขึ้น การเลือกในกรณีนี้มักเป็นการเลือกเพื่อกำหนดความหนาของวัตถุให้มีความหนาในระดับเดียวกับวัตถุ 3 มิติอีกชิ้นที่เลือกเป็นมุมอ้างอิง ซึ่งหากแค่ต้องการเพียงแค่สร้างตำแหน่งเริ่มต้นให้อยู่ในความสูงเดียวกับวัตถุอีกชิ้นก็ไม่จำเป็นต้องคลิกเลือกที่ **Blind** เป็นแบบ **Up to Vertex** แต่ใช้วิธีตั้งค่าความหนาด้วยการพิมพ์ตัวเลขหรือลากลูกศรตามปกติได้เลย

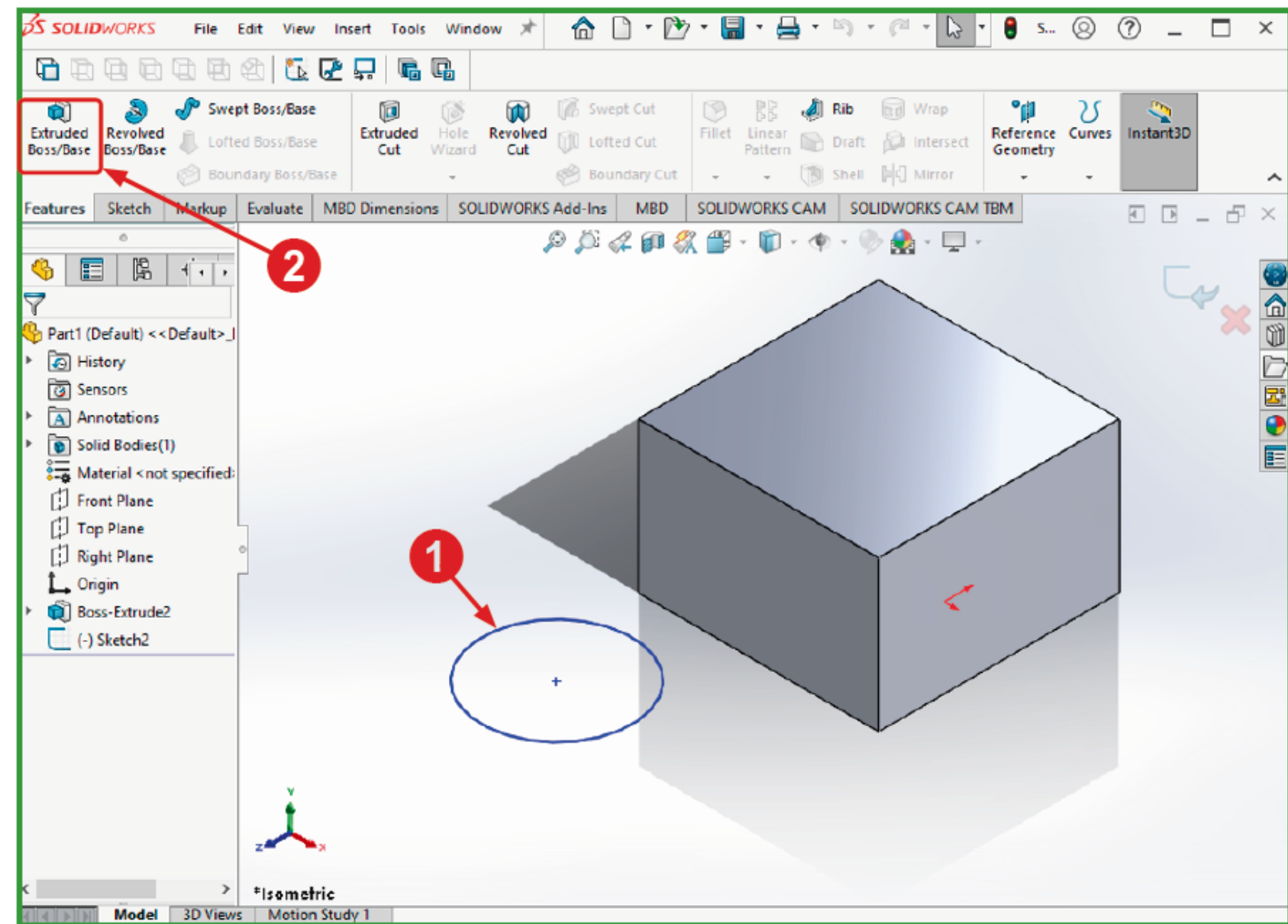


รูปที่ 4.19 กำหนดเป็นจุดเริ่มต้นของร่างวงกลมด้วยการคลิกที่มุมสี่เหลี่ยม

6.2 การสร้างความหนาโดยอ้างอิงจากพื้นผิว (Surface Reference Extrusion)

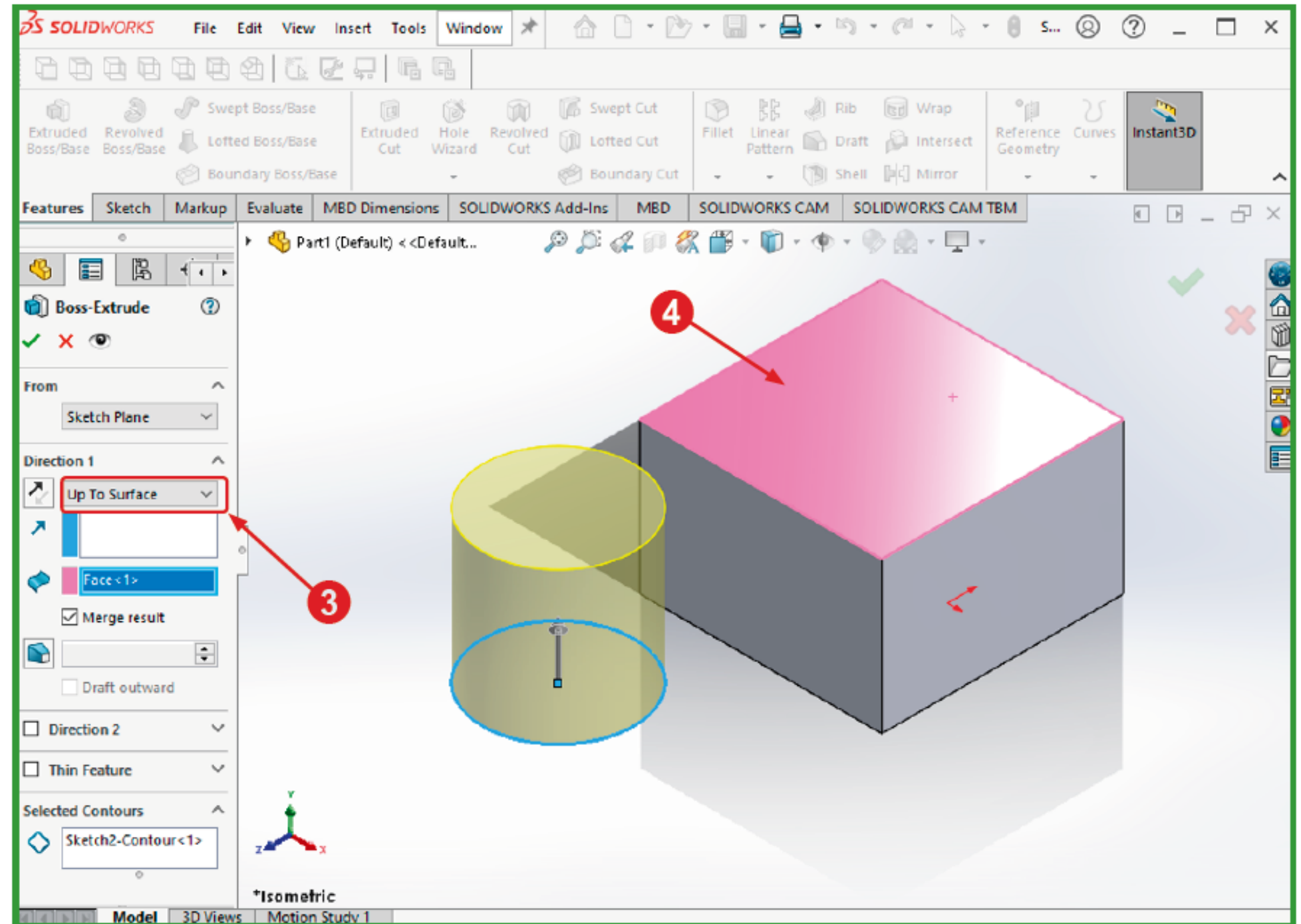
การสร้างความหนาโดยอ้างอิงจากพื้นผิว เป็นเทคนิคการกำหนดความหนาของชิ้นงานโดยใช้พื้นผิวของวัตถุสามมิติที่มีอยู่เป็นตัวกำหนดขอบเขตและรูปร่างของการขึ้นรูป ดังนี้

- 1 สร้างสี่เหลี่ยม 3 มิติขึ้นมา 1 อัน และสร้างเส้นร่างวงกลมขึ้นมาอีก 1 วง ดังรูป
- 2 คลิกที่แถบ **Features** แล้วคลิกเลือกคำสั่ง **Extruded Boss/Base**



รูปที่ 4.20 การกำหนดความหนาอ้างอิงกับพื้นผิวของวัตถุ 3 มิติอีกครั้ง

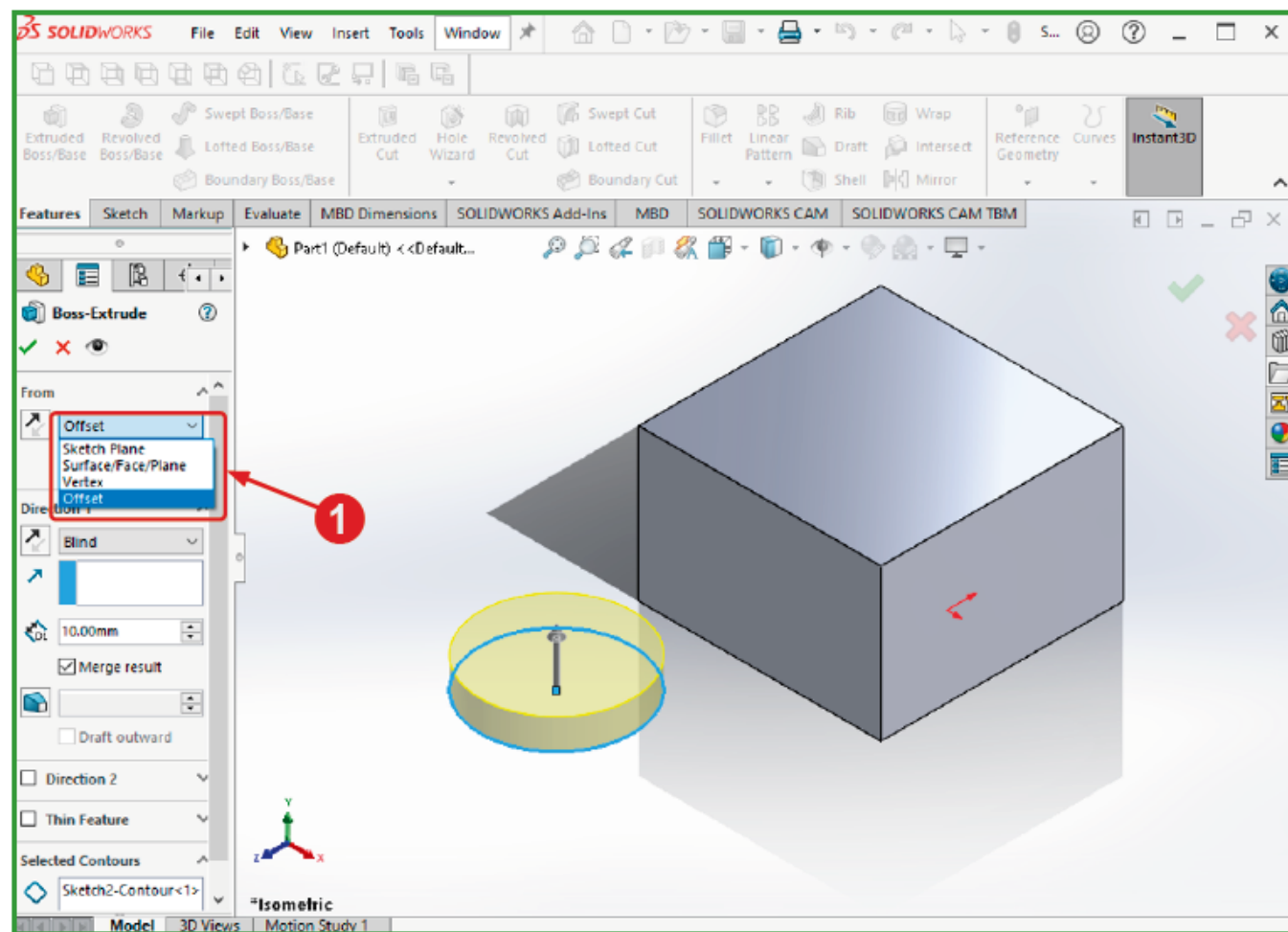
- 3 ที่หน้าต่าง **Boss-Extrude** คลิกที่ดริอปดาวน์
ลิสต์จาก **Blind** เป็นแบบ **Up to Surface**
- 4 คลิกเลือกพื้นผิวของวัตถุ 3 มิติ ที่ต้องการ
จะนำมาใช้กำหนดความหนาของวงกลม
3 มิติให้เท่ากับความสูงของพื้นผิวนั้น ดังรูป



รูปที่ 4.21 คลิกที่พื้นผิวของวัตถุ 3 มิติขึ้นที่จะใช้อ้างอิงความสูง/หนา

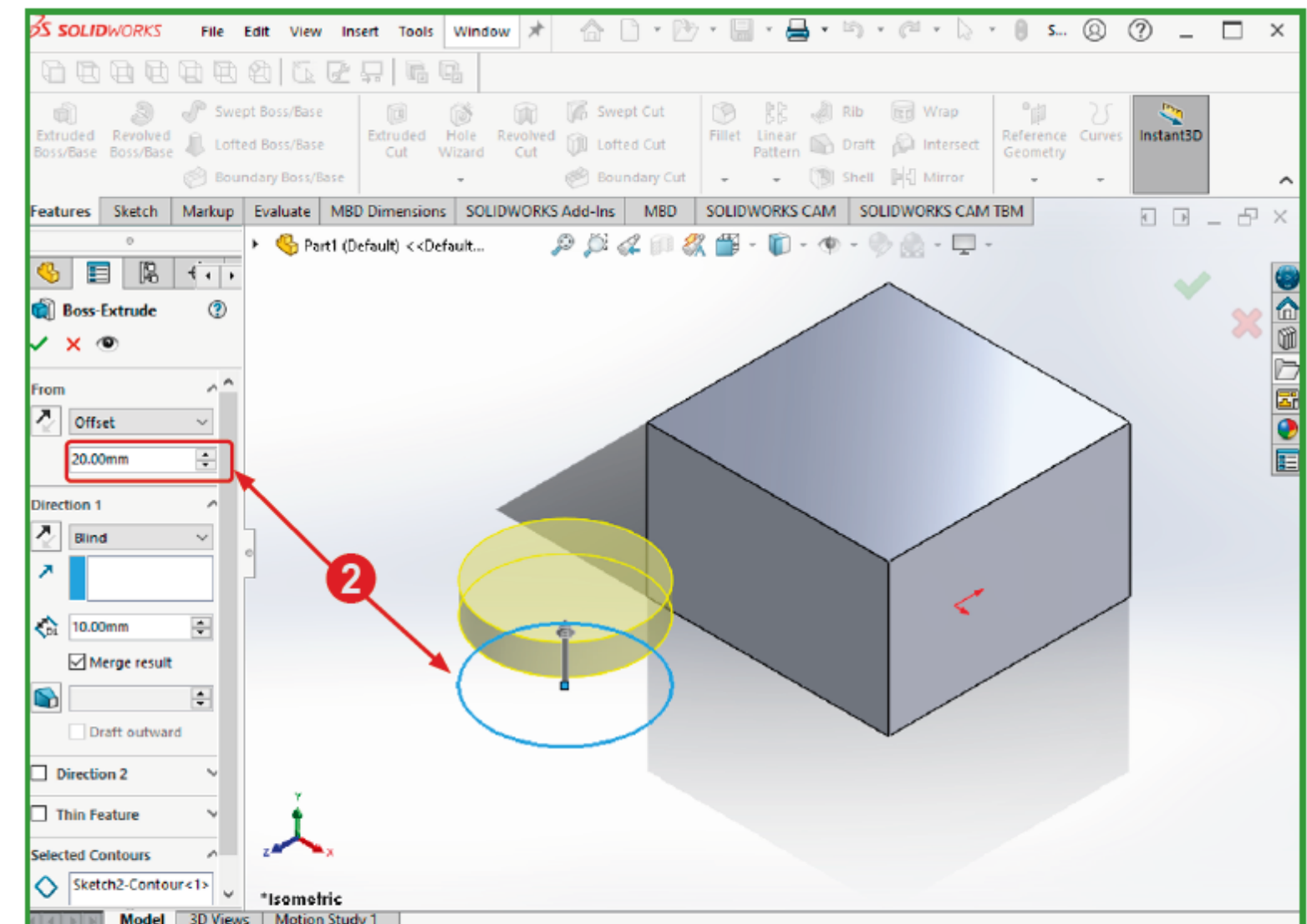
6.3 การกำหนดความหนาจากระยะห่างระนาบหรือพื้นผิว (Distance Plane/Surface Extrusion)

- 1 สร้างสี่เหลี่ยม 3 มิติขึ้นมา 1 อัน และสร้างเส้นร่างวงกลมขึ้นมาอีก 1 วง แล้วคลิกที่แถบ **Features** เพื่อเรียกใช้คำสั่ง **Extruded Boss/Base** โดยให้ตั้งค่าที่หน้าต่าง **Boss-Extrude** ในไดรอปดาวน์ลิสต์ของส่วน **From** ให้เปลี่ยนจากแบบ **Sketch Plane** เป็น **Offset** ดังรูป



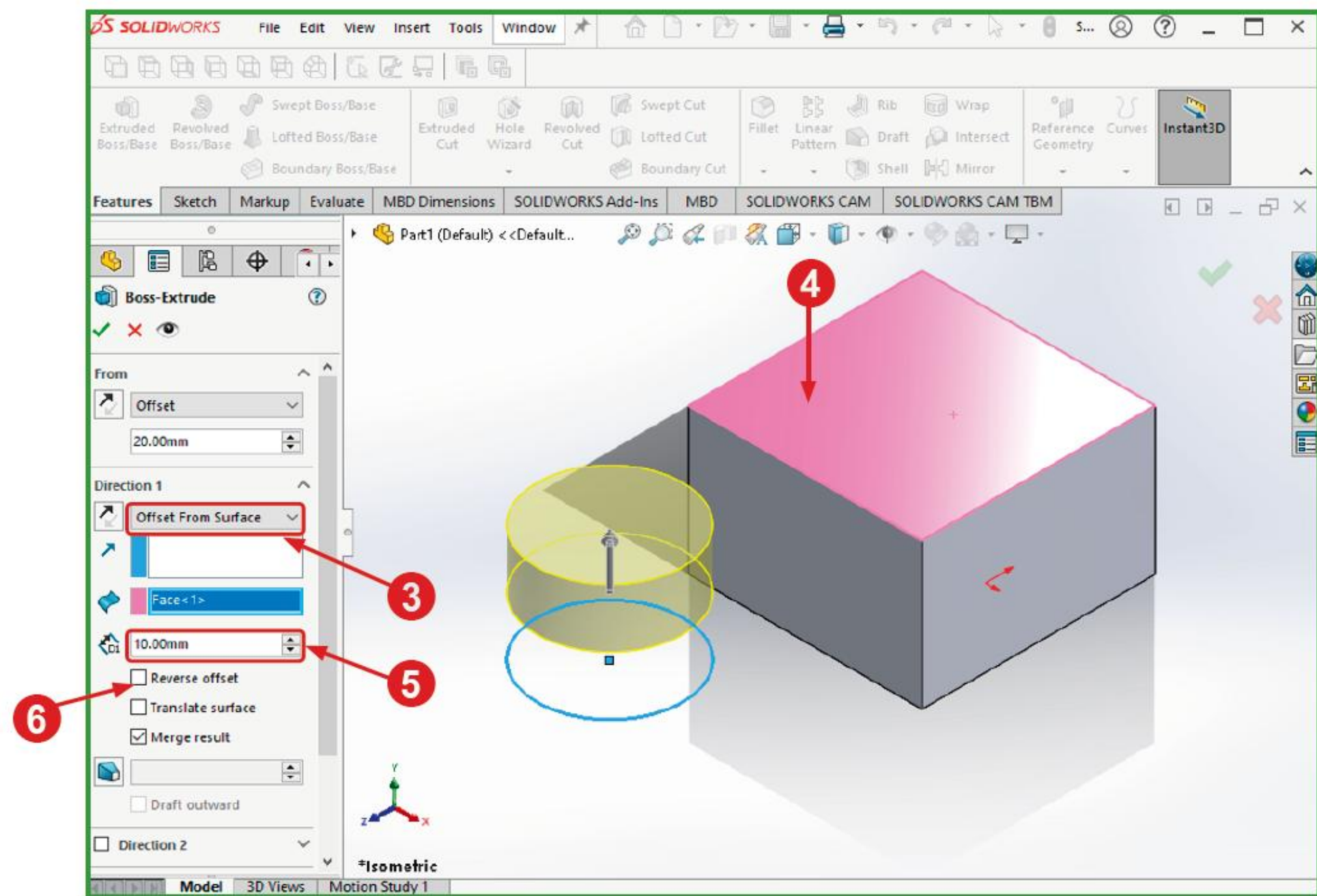
รูปที่ 4.22 การตั้งค่าในไดรอปดาวน์ลิสต์จากแบบ Sketch Plane เป็น Offset

- 2 ตั้งค่าระยะห่างที่ **Enter Offset Value** โดยเส้นร่างความหนาของวงกลมลอยขึ้นจากฐานตามระยะห่างที่ได้ตั้งเอาไว้ ดังรูป



รูปที่ 4.23 การกำหนดระยะห่างจากฐานที่สร้าง

- 3 ที่ **Direction 1** คลิกที่รีโอบดาว์นลิสต์จาก Blind เป็นแบบ **Offset From Surface**
- 4 คลิกเลือกพื้นผิวของวัตถุ 3 มิติที่ต้องการใช้เป็นตัวกำหนดความหนาของจุดสิ้นสุด
- 5 กำหนดระยะห่างระหว่างจุดสิ้นสุดความหนาของวงกลมที่จะสร้างกับพื้นผิวที่เลือกไว้
- 6 ปกติหากจุดเริ่มต้นความหนาอยู่ในด้านตรงข้ามกับพื้นผิวการกำหนดระยะห่าง ในขั้นตอนที่ 6 จะเป็นการลดความหนาของจุดสิ้นสุด ซึ่งหากต้องการทำในทางตรงข้าม คือเพิ่มความหนา ต้องติ๊ก ที่ตัวเลือก **Reverse offset** ดังรูป

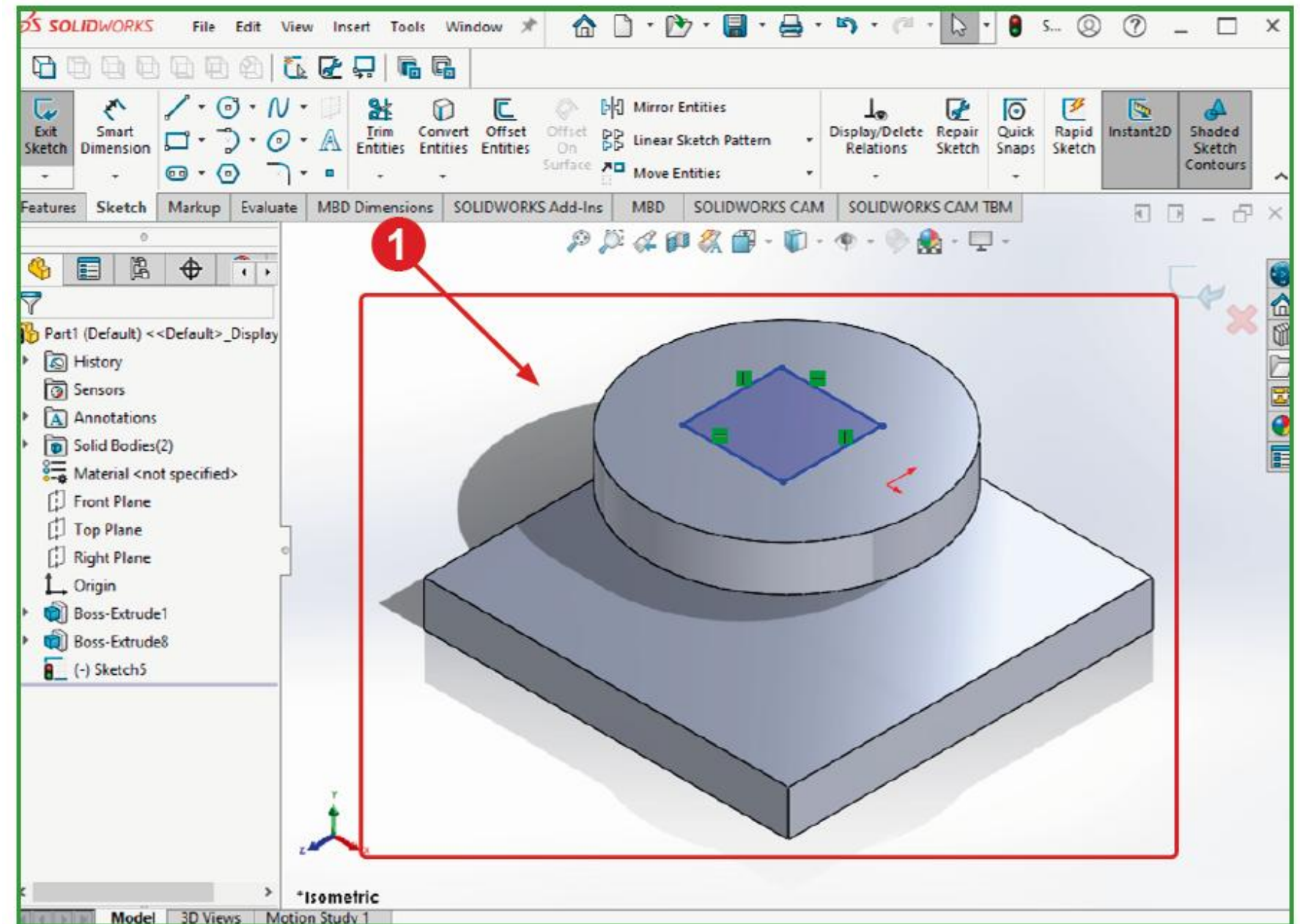


รูปที่ 4.24 การกำหนดระยะห่างจากพื้นผิวของวัตถุ 3 มิติอีกครั้ง

6.4 การกำหนดความหนาไปยังวัตถุอื่น (End at Object Extrusion)

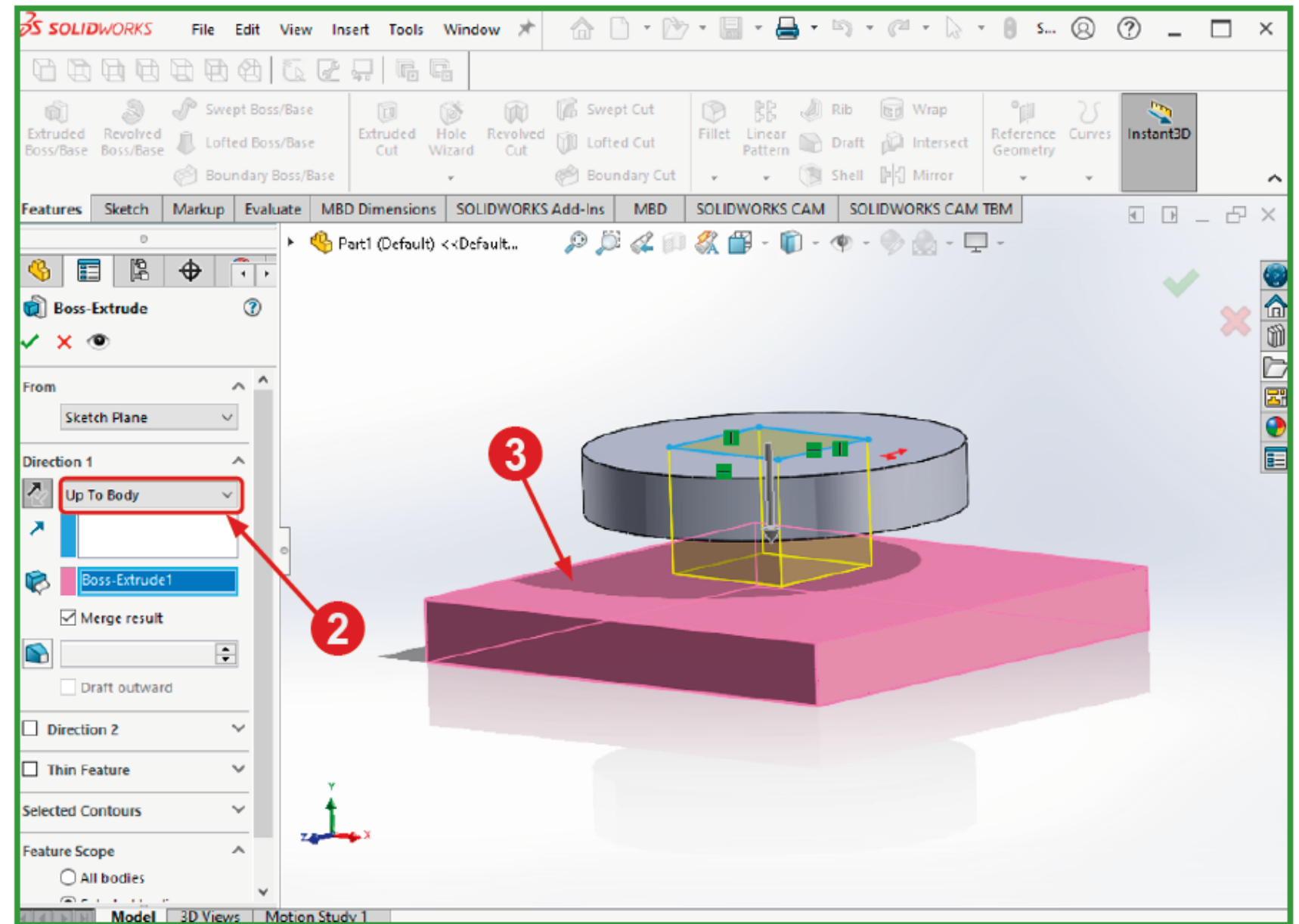
การกำหนดความหนาไปยังวัตถุอื่น เป็นเทคนิคการสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้วัตถุที่มีอยู่เป็นจุดกำหนดความหนาสุดท้าย ดังนี้

- 1 ให้สร้างวัตถุขึ้นมา 3 ชั้นคือ สี่เหลี่ยม 3 มิติ โดยตำแหน่งอยู่ล่างสุด, วงกลม 3 มิติอยู่กลาง และวาดเส้นสี่เหลี่ยมอยู่บนพื้นผิววงกลม ดังรูป



รูปที่ 4.25 วัตถุ 3 มิติที่ถูกสร้างซ้อนกัน

- 2 ใช้คำสั่ง **Extruded Boss/Base** โดยตั้งค่าที่หน้าต่าง **Boss-Extrude** ในร็อบดาว์นลิสต์จาก **Blind** เป็น **Up To Body**
- 3 คลิกเลือกวัตถุ 3 มิติที่ต้องการกำหนดความหนาของเส้นสี่เหลี่ยม ตามตัวอย่างให้คลิกเลือกสี่เหลี่ยม 3 มิติที่อยู่ด้านล่างสุด จะมีเส้นร่าง 3 มิติของสี่เหลี่ยมที่อยู่ด้านบนลากยาวไปจนถึงพื้นผิวของสี่เหลี่ยม 3 มิติด้านล่าง ดังรูป

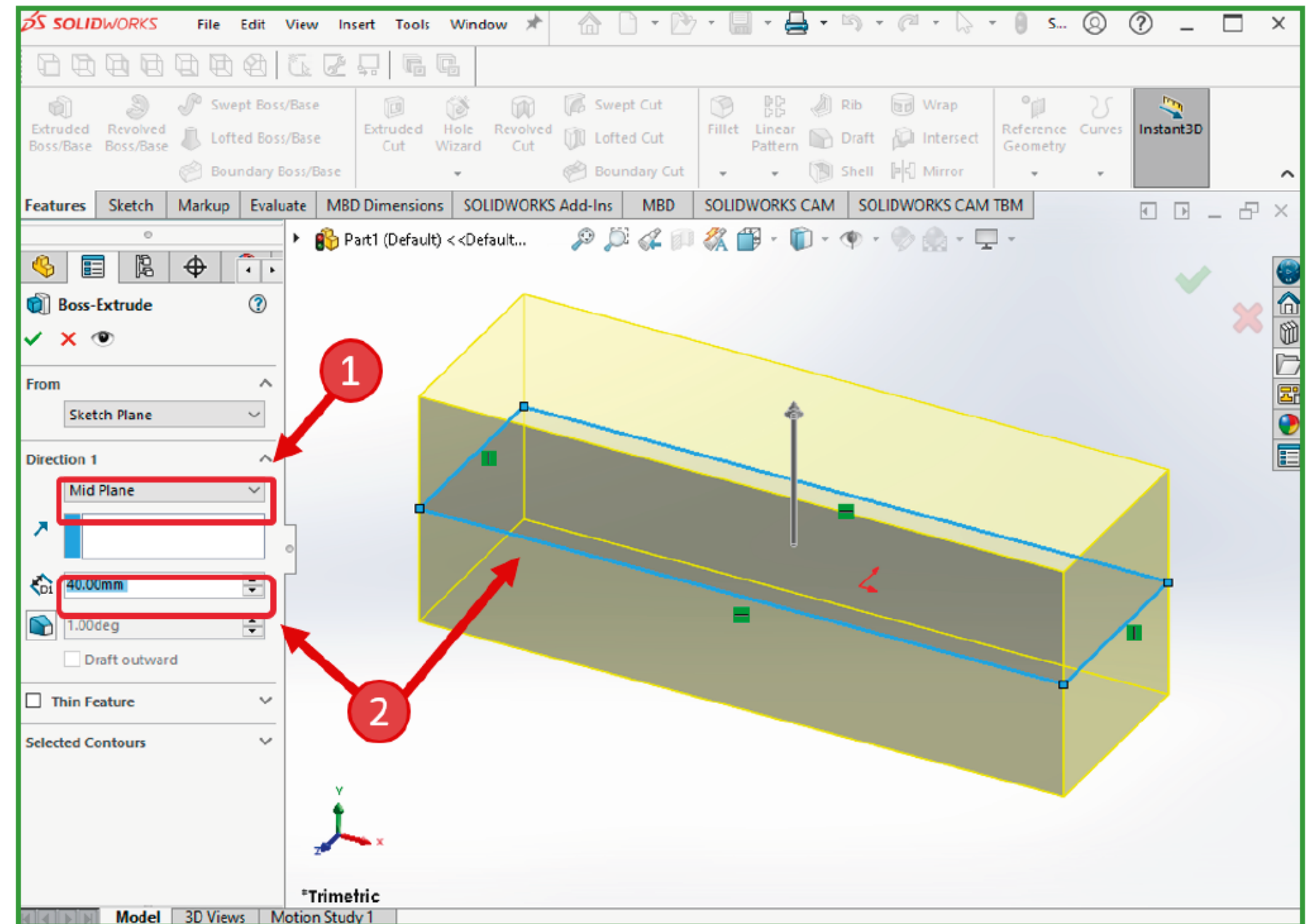


รูปที่ 4.26 เลือกวัตถุ 3 มิติที่ต้องการกำหนดความหนาของเส้นสี่เหลี่ยม

6.5 การสร้างความหนาจากจุดกึ่งกลาง (Mid-Plane Extrusion)


การสร้างความหนาจากจุดกึ่งกลาง เป็นเทคนิคการสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้เส้นร่างเป็นจุดกึ่งกลาง แล้วขยายความหนาออกไปทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ในระยะที่เท่ากัน เช่น ตั้งค่าความหนาไว้ที่ 40 ความหนาของด้านหน้าและด้านหลังก็จะเพิ่มขึ้นมาด้านละ 20 ดังนี้

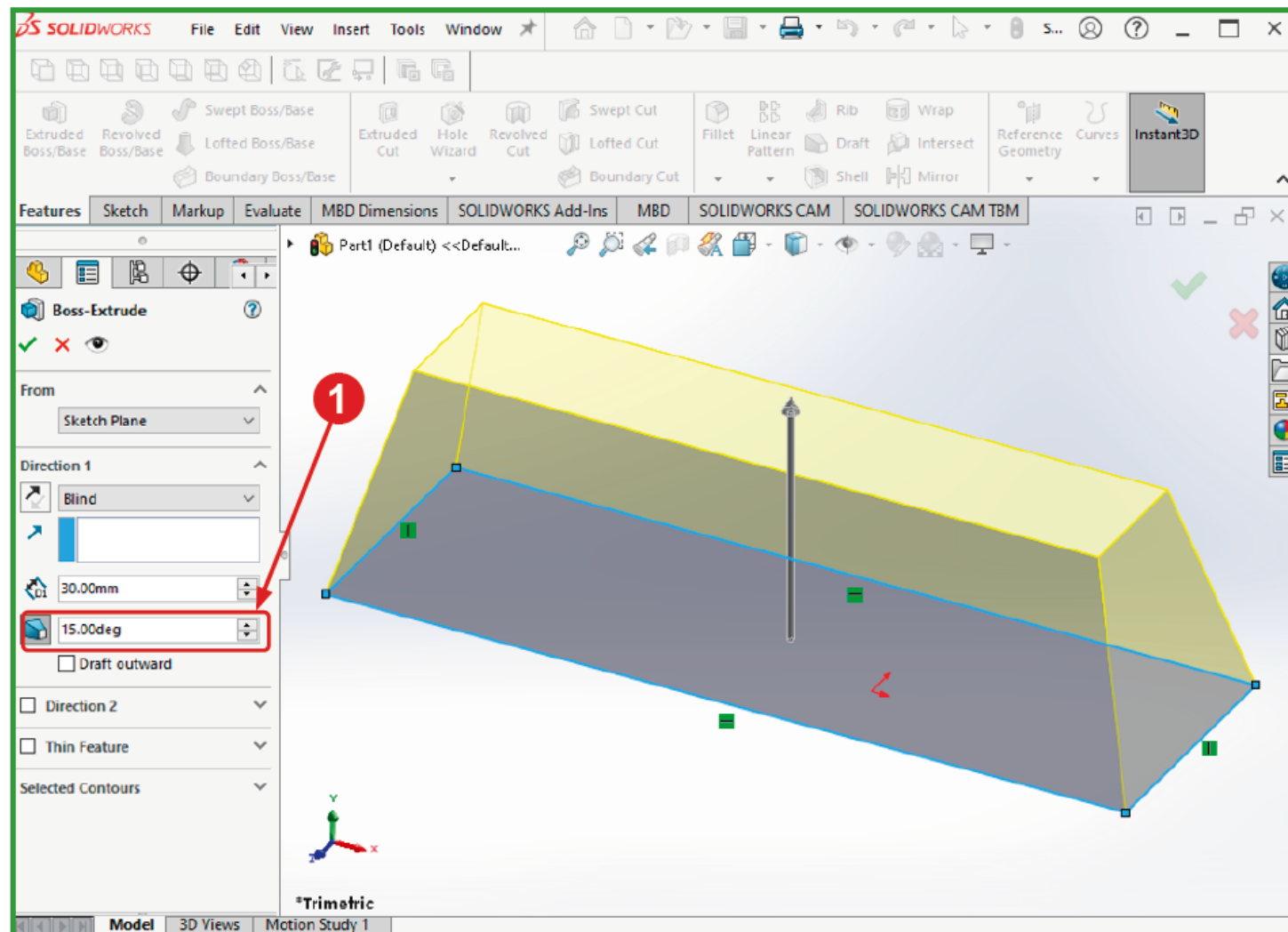
- 1 สร้างเส้นร่างสี่เหลี่ยมขึ้นมา และใช้คำสั่ง **Extruded Boss/Base** โดยตั้งค่าที่หน้าต่าง **Boss-Extrude** ในร็อบดาว์นลิสต์จาก **Blind** เป็นแบบ **Mid Plane**
- 2 ที่ **Depth** ตั้งค่าความหนาที่จะสร้างจากจุดกึ่งกลาง ดังรูป



รูปที่ 4.27 การกำหนดความหนาโดยให้เพิ่มจากจุดกึ่งกลางทั้งสองด้าน

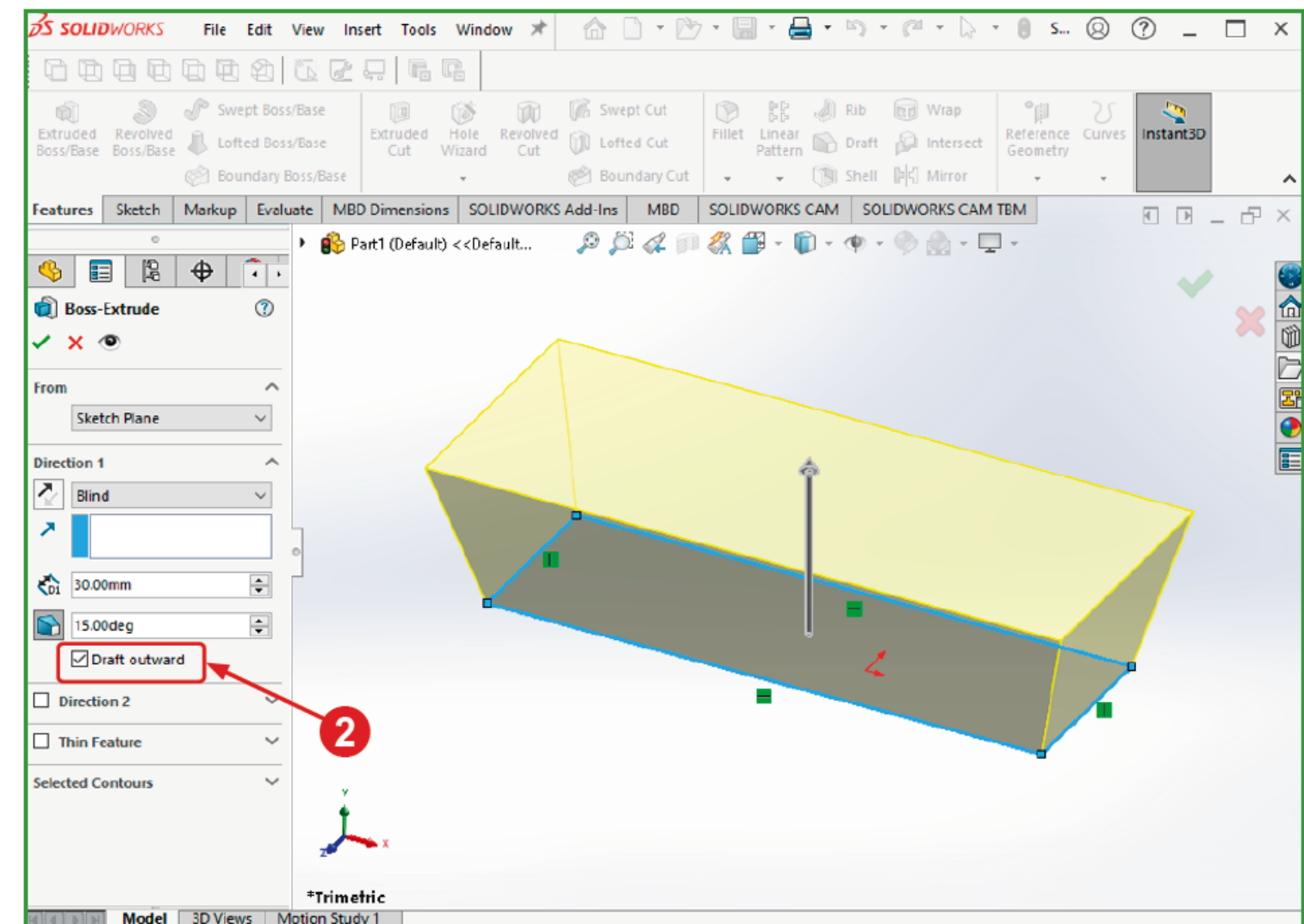
6.6 การสร้างความหนาแบบปรับปลาย (Draft Extrusion)

- 1 สร้างเส้นร่างสี่เหลี่ยมขึ้นมาและใช้คำสั่ง **Extruded Boss/Base** โดยตั้งค่าที่หน้าต่าง **Boss-Extrude** คลิกที่ไอคอน **Draft On/Off**  ที่อยู่ในส่วนของ **Direction 1** จากนั้นปรับองศาการเอียงของเส้นความหนา ดังรูป



รูปที่ 4.28 การปรับปลายแบบเอียงองศาเข้าหาจุดกึ่งกลาง

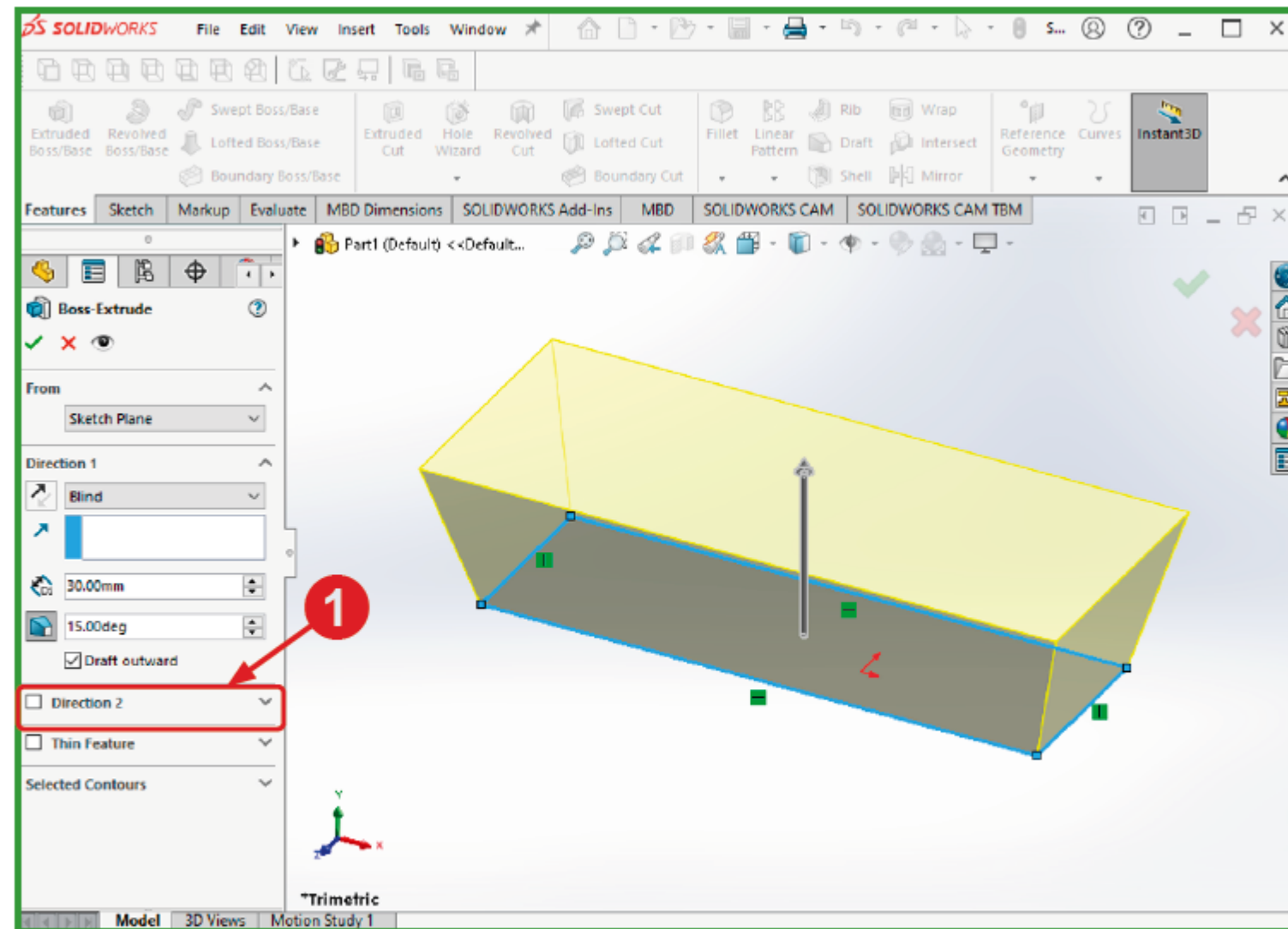
- 2 หากต้องการให้เส้นความหนาเอียงออกด้านนอก ก็คลิกที่ ที่ตัวเลือก **Draft Outward** ดังรูป



รูปที่ 4.29 การปรับปลายแบบเอียงองศาออกจากจุดกึ่งกลาง

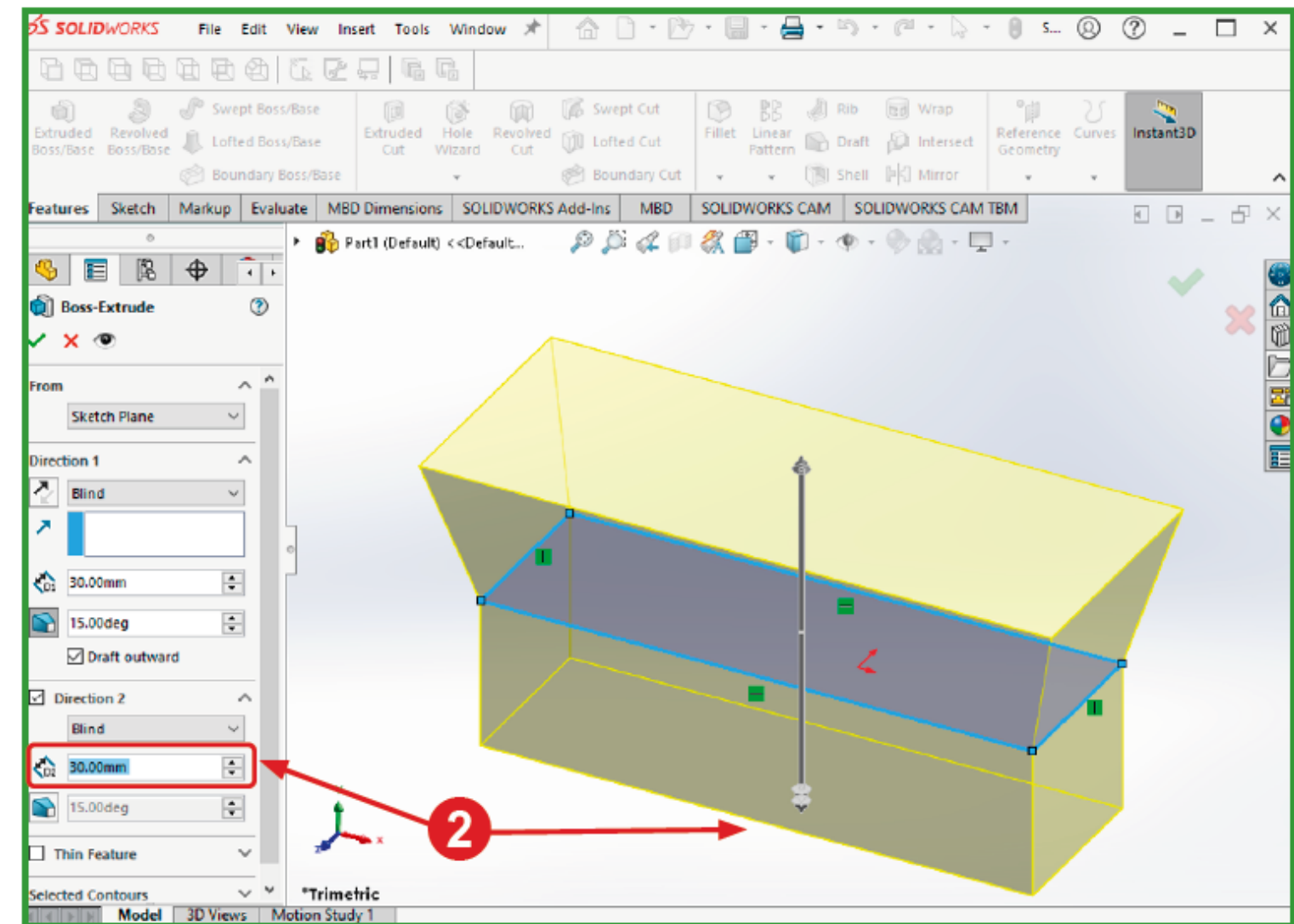
6.7 การสร้างความหนาแบบแยกสองทิศทาง (Dual Direction Extrusion)

- 1 สร้างเส้นร่างสี่เหลี่ยมขึ้นมาและใช้คำสั่ง **Extruded Boss/Base** สร้างความหนาตามปกติ จากนั้นคลิกที่ **Direction 2** ดังรูป



รูปที่ 4.30 คลิกที่ตัวเลือก Direction 2

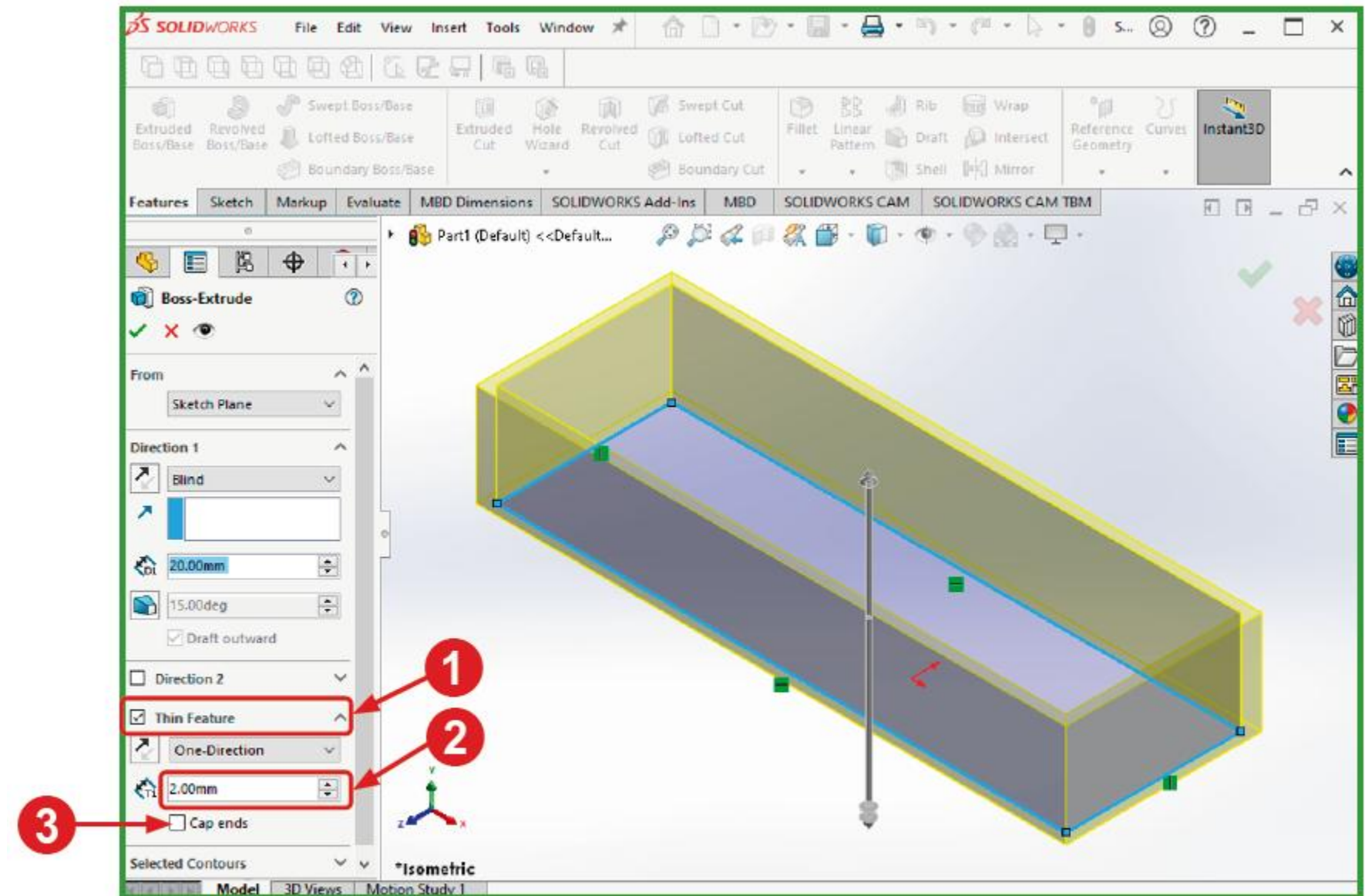
- 2 เส้นความหนาจะปรากฏขึ้นมาในทิศทางตรงข้าม ดังรูป สามารถตั้งค่าความหนาได้ตามปกติ แต่การสร้างความหนานั้นจะปรากฏขึ้นในทิศทางตรงข้ามแทน



รูปที่ 4.31 การกำหนดค่าสำหรับความหนาอีกด้าน

6.8 การสร้างความหนาเฉพาะเส้นร่าง (Thin Feature Extrusion)

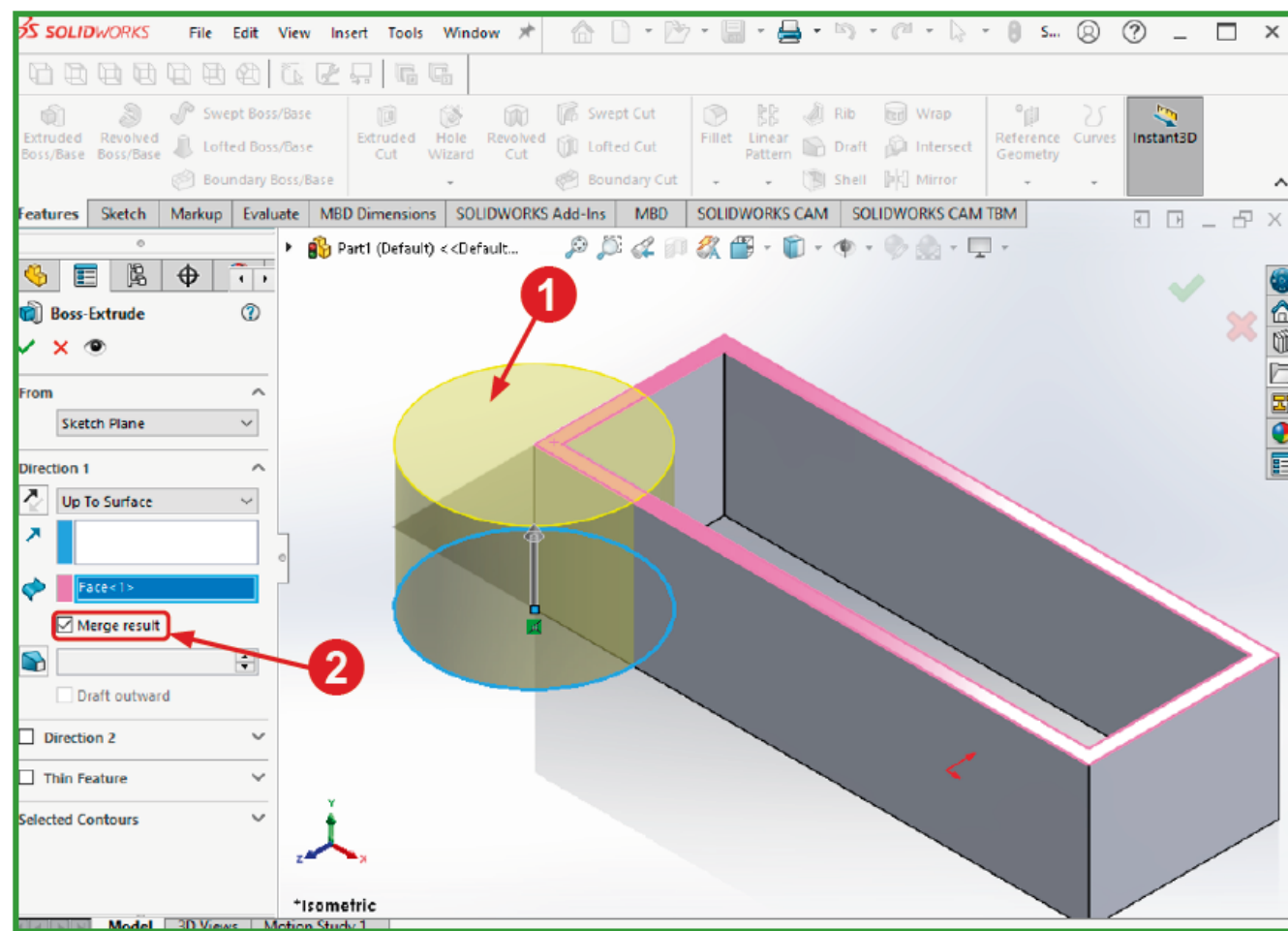
- 1 สร้างเส้นร่างสี่เหลี่ยมขึ้นมา และใช้คำสั่ง **Extruded Boss/Base** คลิก ✓ ที่ตัวเลือก **Thin Feature**
- 2 กำหนดความหนาที่จะสร้างขึ้นในเส้นร่าง ดังรูป
- 3 ที่ตัวเลือก **Cap ends** จะเป็นตัวเลือกสำหรับสร้างแผ่นความหนาปิดพื้นที่ภายในเส้นร่างไม่ให้ทะลุออกมาด้านนอก (คล้ายการสร้างฝาครอบปิดส่วนที่กลวงเอาไว้)



รูปที่ 4.32 การตั้งค่าสำหรับกำหนดความหนาของเส้นร่าง

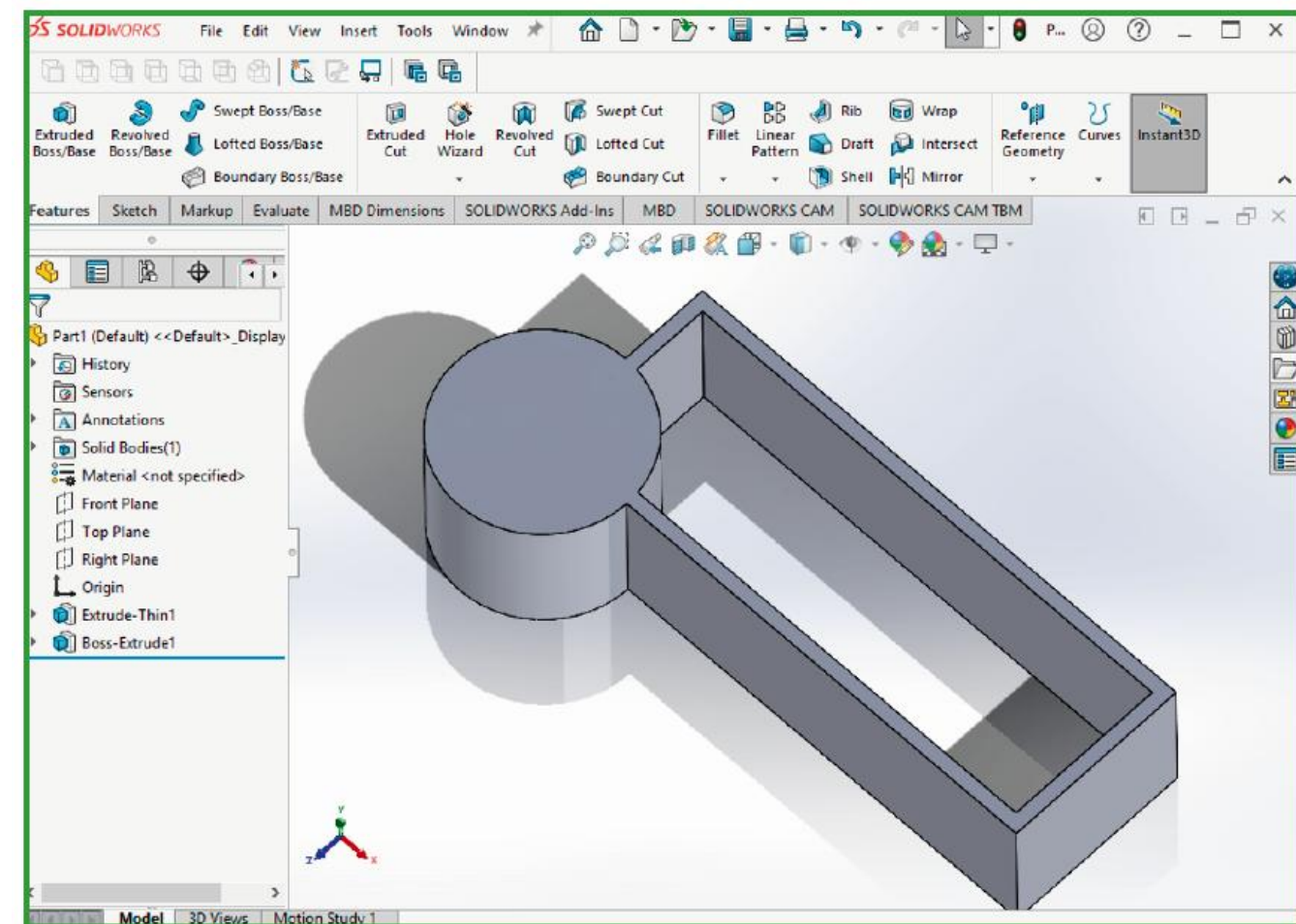
6.9 การสร้างความหนาและผนึกรวมกับวัตถุ (Merge Extrusion)

- 1 สร้างวัตถุ 3 มิติขึ้นมาหนึ่งชิ้น จากนั้นกลับไป Sketch แล้วสร้างเส้นร่างซ้อนทับกับวัตถุ 3 มิติเดิม ดังรูป



รูปที่ 4.33 คลิกติ๊ก ✓ ที่ตัวเลือก Merge Result

- 2 จากรูปที่ เมื่อแปลงเส้นร่างดังกล่าวเป็นวัตถุ 3 มิติแล้ว คลิกติ๊ก ✓ ที่ตัวเลือก Merge Result วัตถุ 3 มิติที่สร้างขึ้นใหม่จะผนึกรวมกับวัตถุ 3 มิติเดิมที่ซ้อนกันอยู่ ดังรูป



รูปที่ 4.34 ผลลัพธ์ของการรวมวัตถุ 3 มิติ 2 ชิ้น

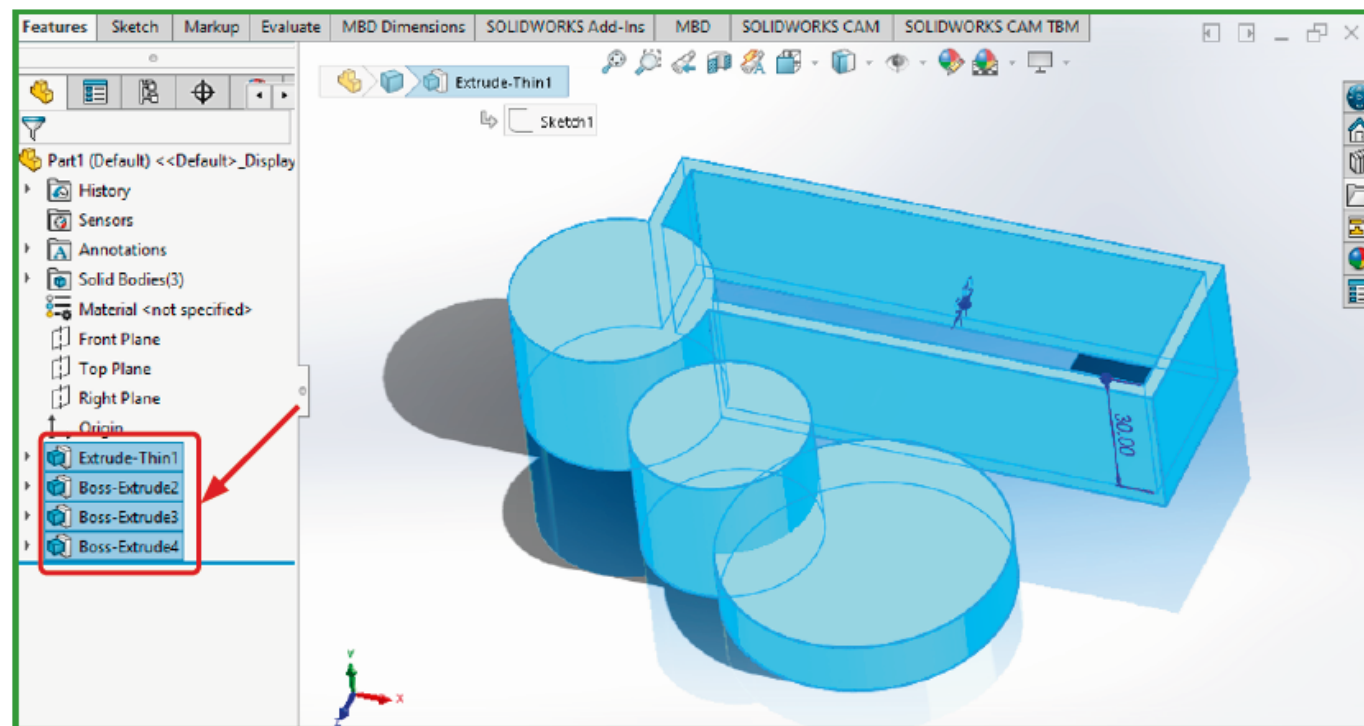
7

เทคนิคเสริมในการใช้งาน (Advanced Techniques)

เทคนิคเสริมในการใช้งาน เป็นฟังก์ชันเพิ่มเติมที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างและจัดการวัตถุสามมิติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและลดความซับซ้อนของกระบวนการออกแบบ ดังนี้

7.1 การเลือกวัตถุ 3 มิติ

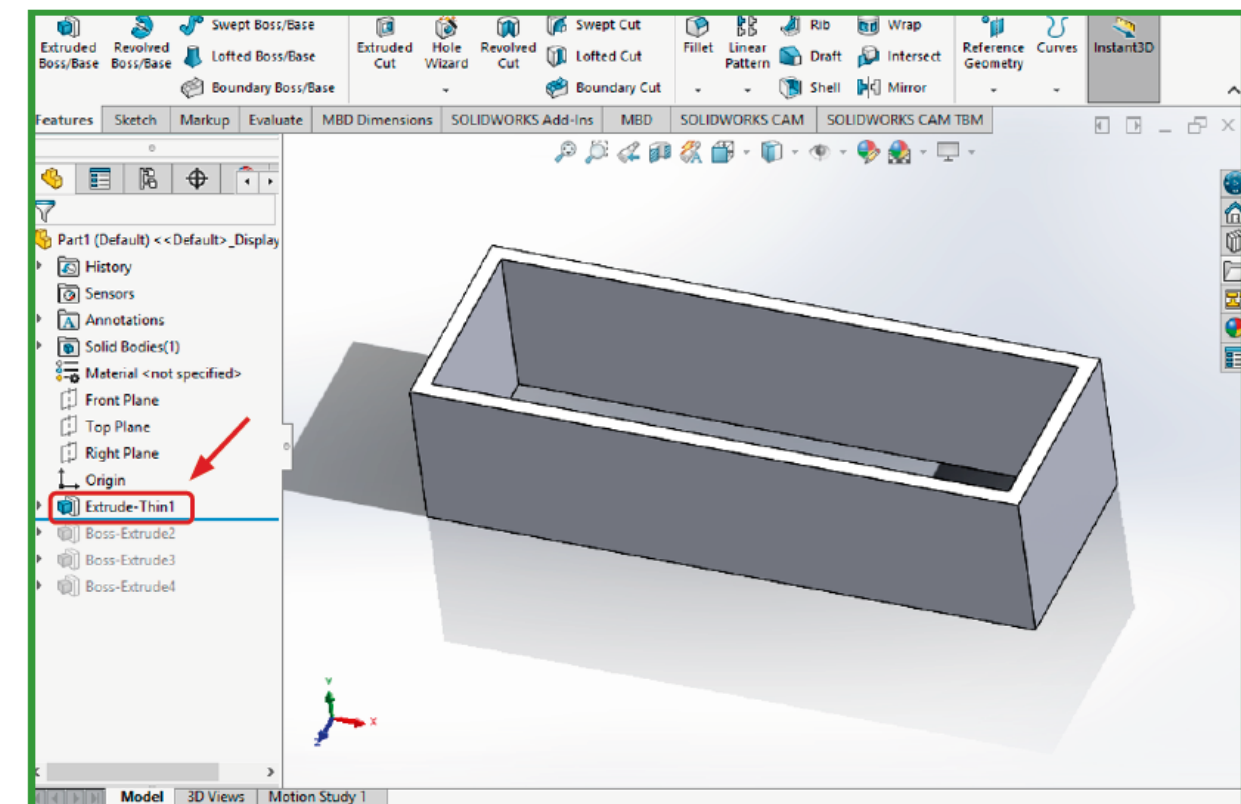
สามารถเลือกวัตถุได้ โดยคลิกจากชื่อที่อยู่ในหน้าต่าง **Feature Manager** โดยการสามารถลากเมาส์คลุมชื่อวัตถุ 3 มิติ หรือกดปุ่ม **Ctrl** ค้างไว้ แล้วคลิกเลือกเฉพาะบางชื่อได้ ดังรูป



รูปที่ 4.35 การลากเมาส์คลุมชื่อ หรือกดปุ่ม Ctrl ขณะคลิกเลือกที่ชื่อ

7.2 การซ่อนวัตถุ 3 มิติแบบเรียงลำดับก่อนหลัง

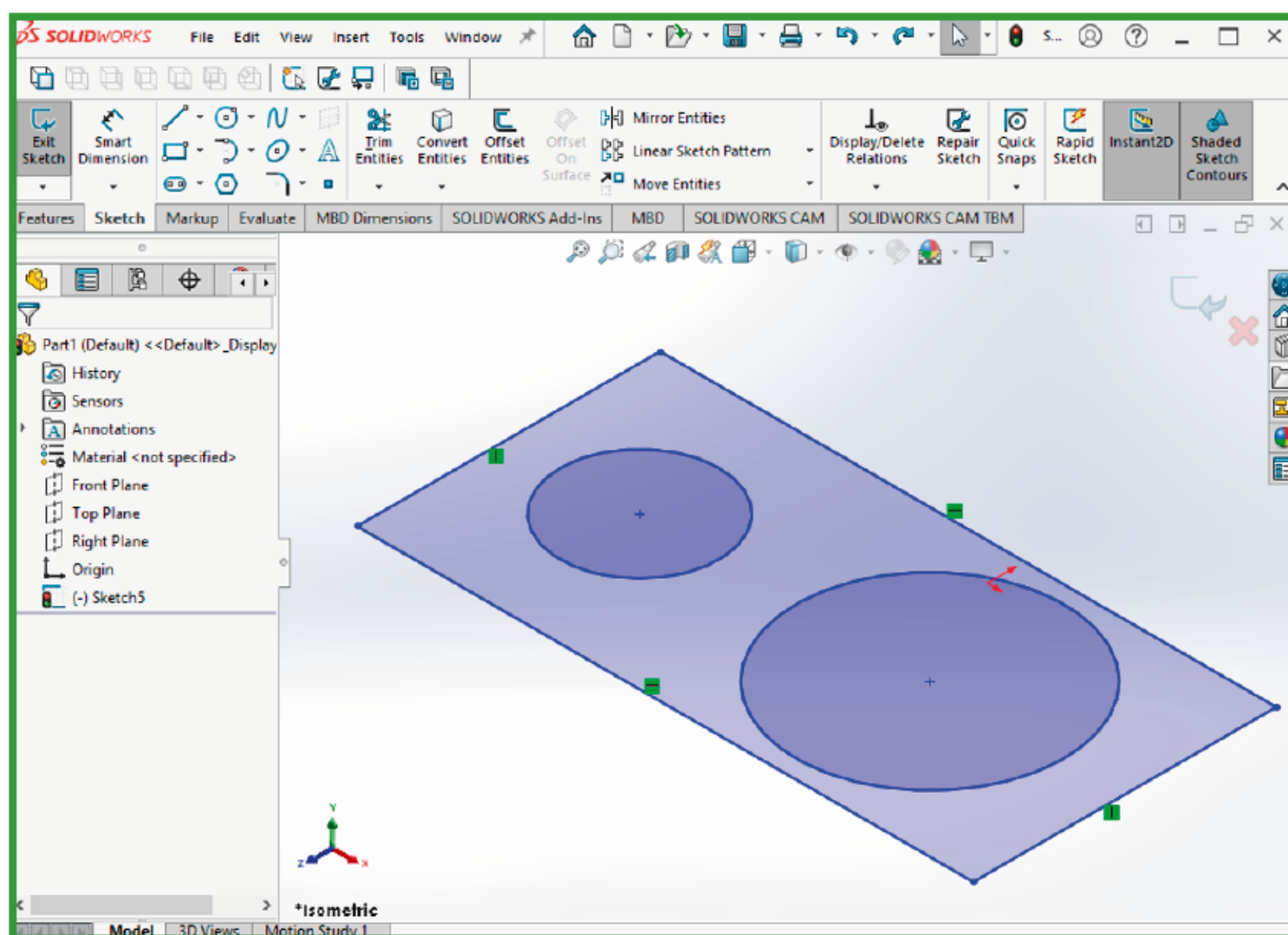
วิธีซ่อนวัตถุ 3 มิติในหน้าจอแสดงผลแบบง่าย ๆ สามารถทำได้ด้วยการลากเส้นแบ่งในหน้าต่าง **Feature Manager** มาไว้บนชื่อวัตถุที่ต้องการซ่อน ดังรูป



รูปที่ 4.36 การซ่อนวัตถุ 3 มิติตามลำดับก่อนหลังด้วยการลากเส้นแบ่ง

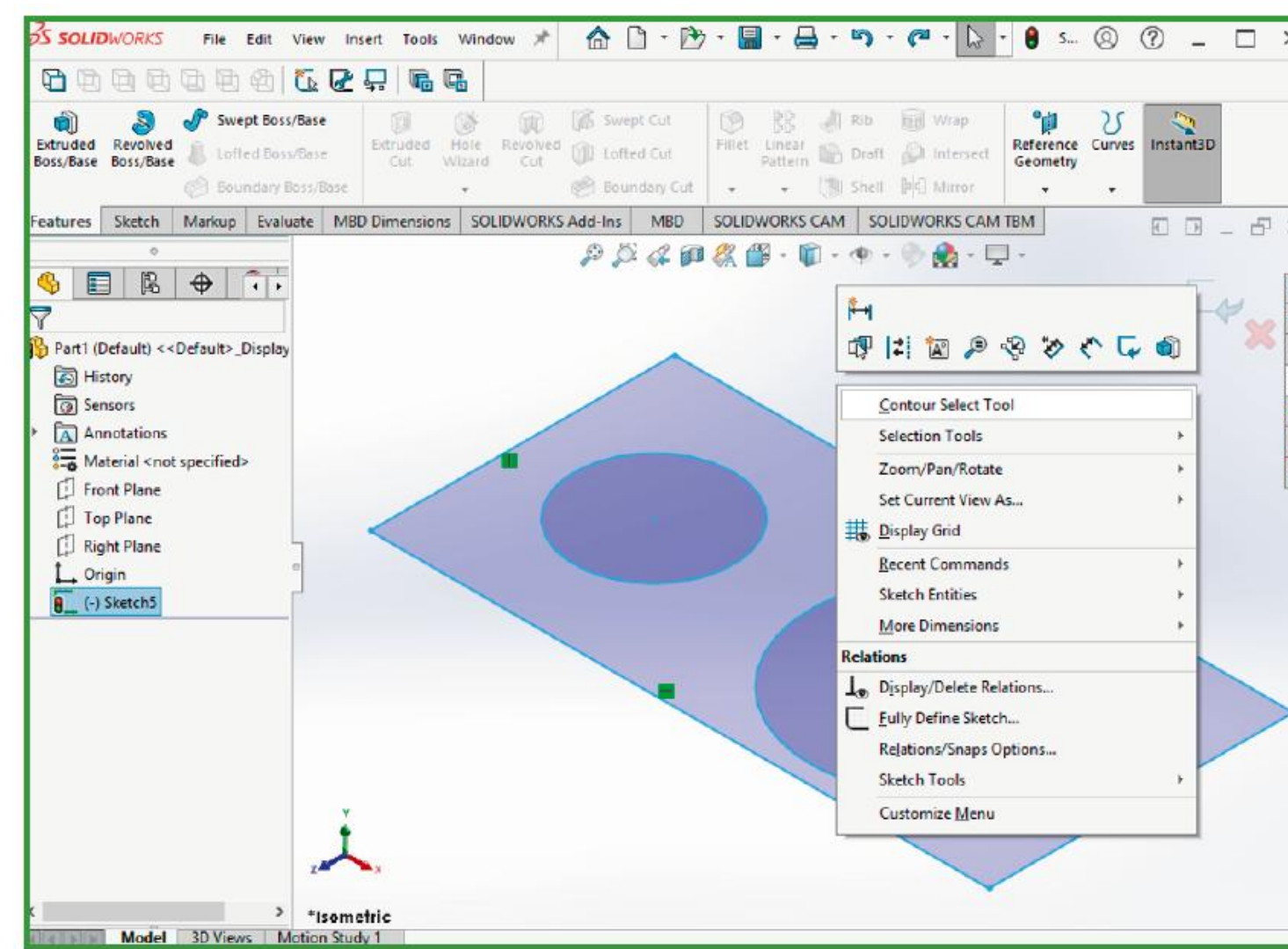
7.3 การสร้างความหนาให้กับเส้นร่างหลาย ๆ เส้นพร้อมกัน

- 1 ที่ **Sketch** ให้สร้างเส้นร่างสี่เหลี่ยม และสร้างวงกลมเล็กกับใหญ่อยู่ภายใน ดังรูป



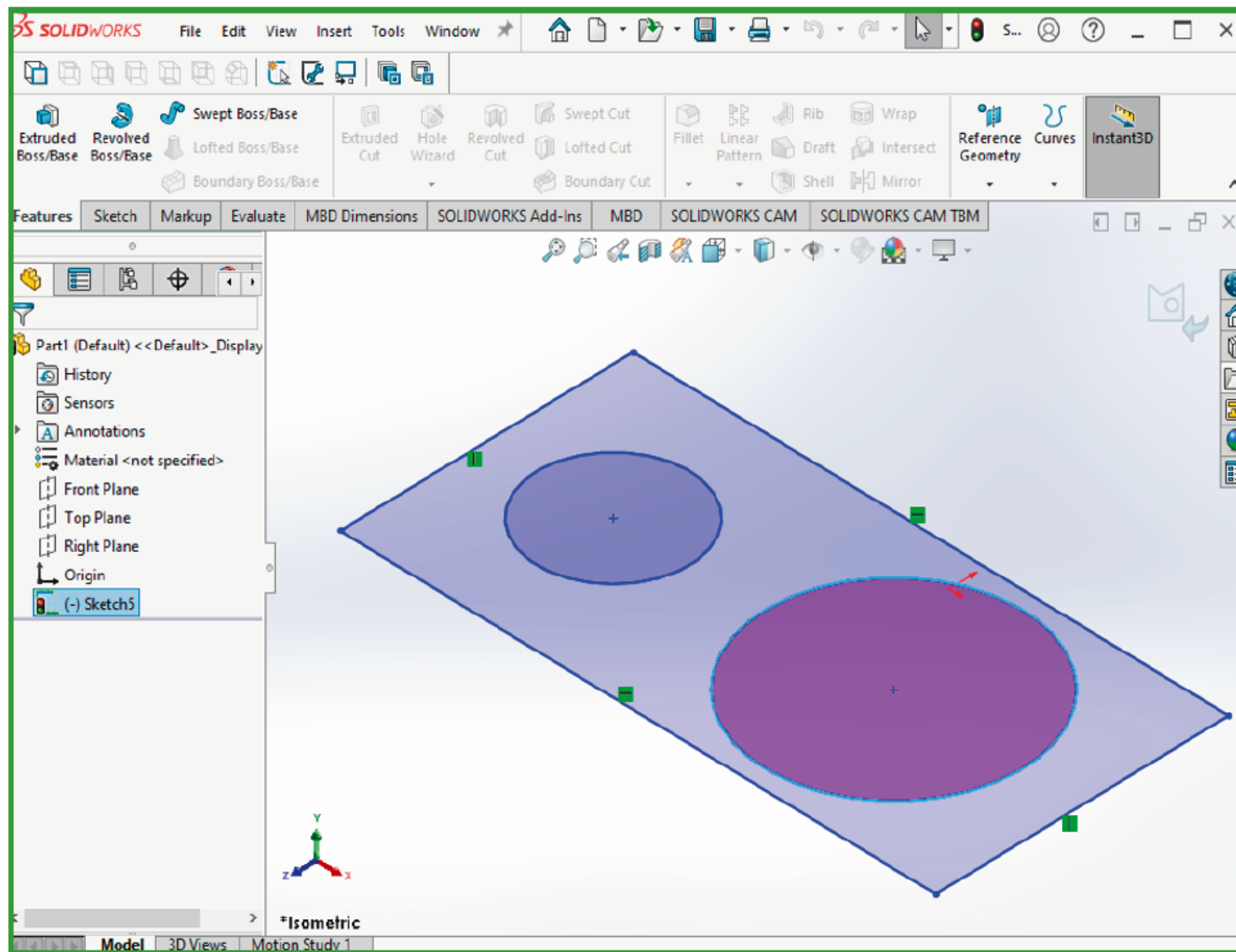
รูปที่ 4.37 การสร้างเส้นร่าง สำหรับเพิ่มความหนาแบบแยกระดับ

- 2 คลิกที่แถบ **Features** แล้วคลิกขวาที่หน้าจอแสดงผล จากนั้นเลือกคำสั่ง **Contour Select Tool** ดังรูป



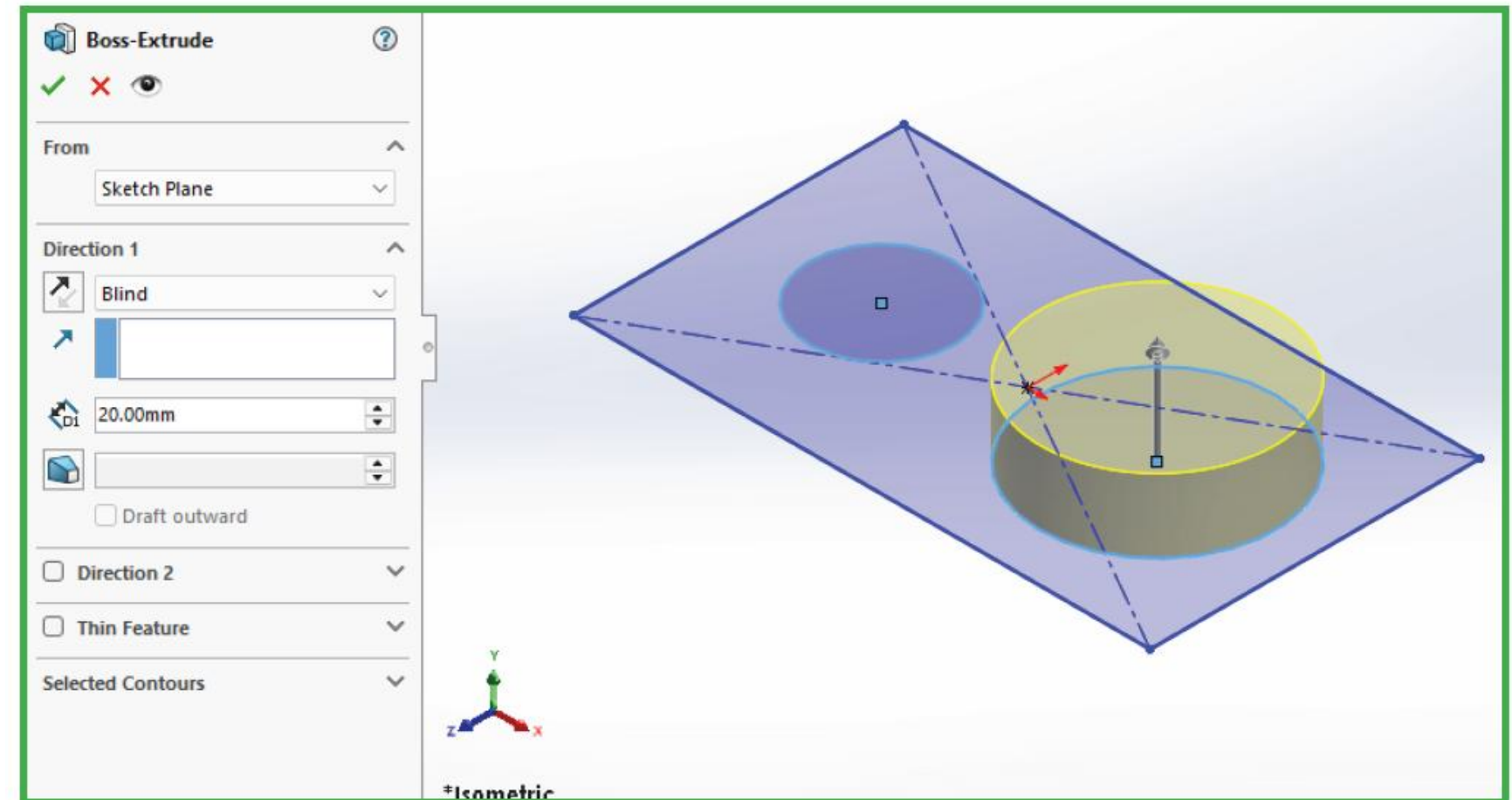
รูปที่ 4.38 คำสั่ง Contour Select Tool

3 คลิกที่วงกลมเล็ก หลังจากทีคลิกพื้นที่ในวงกลมวงใหญ่ จะกลายเป็นสีม่วง ดังรูป



รูปที่ 4.39 คลิกที่วงกลมใหญ่ด้วย Contour Select Tool

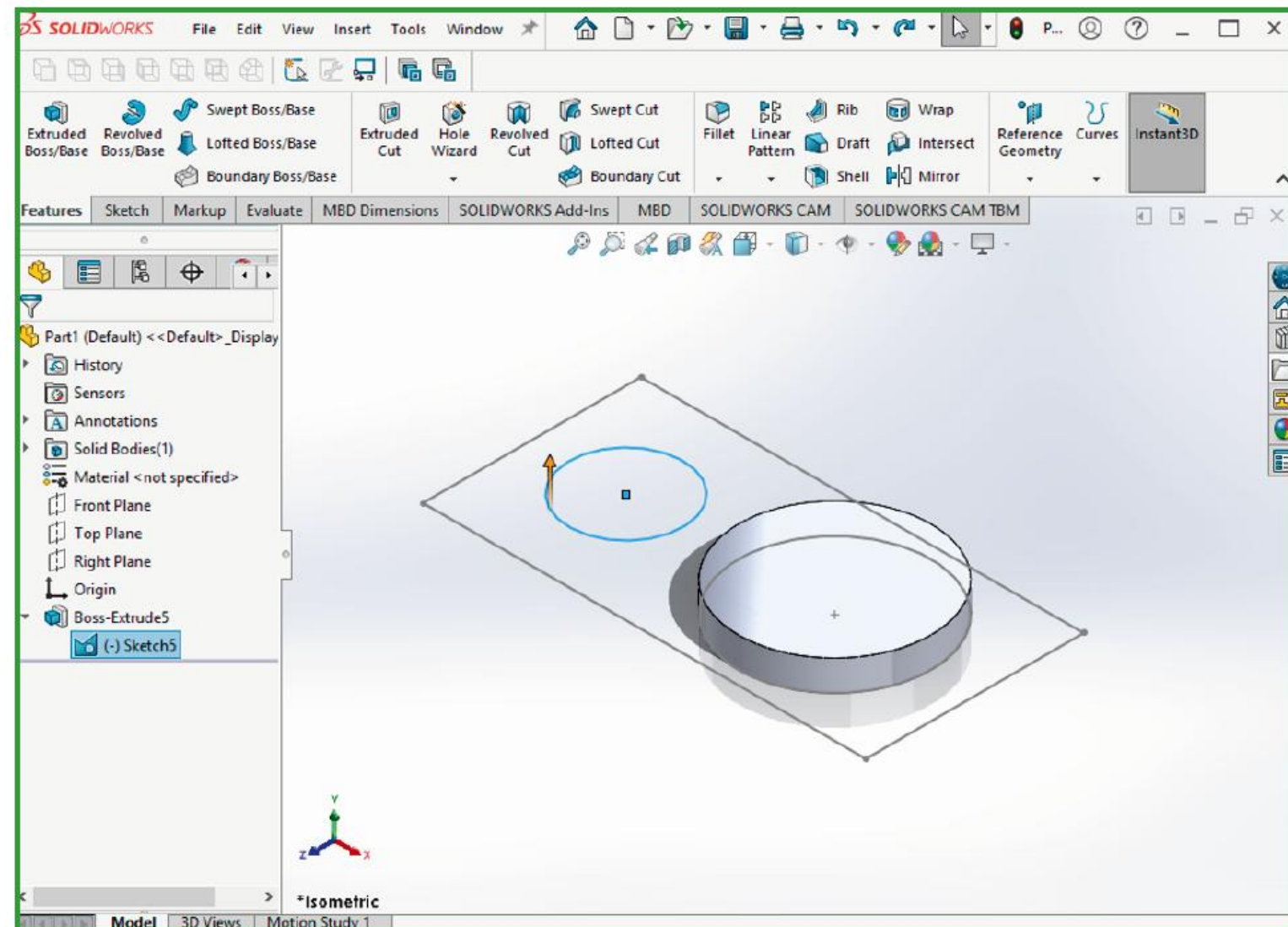
4 คลิกคำสั่ง **Extruded Boss/Base** เพื่อปรับความหนาของวงกลมใหญ่ตามต้องการ



รูปที่ 4.40 ใช้คำสั่ง Extruded Boss/Base ปรับความหนาของวงกลมใหญ่

5 คลิกวงกลมเล็ก

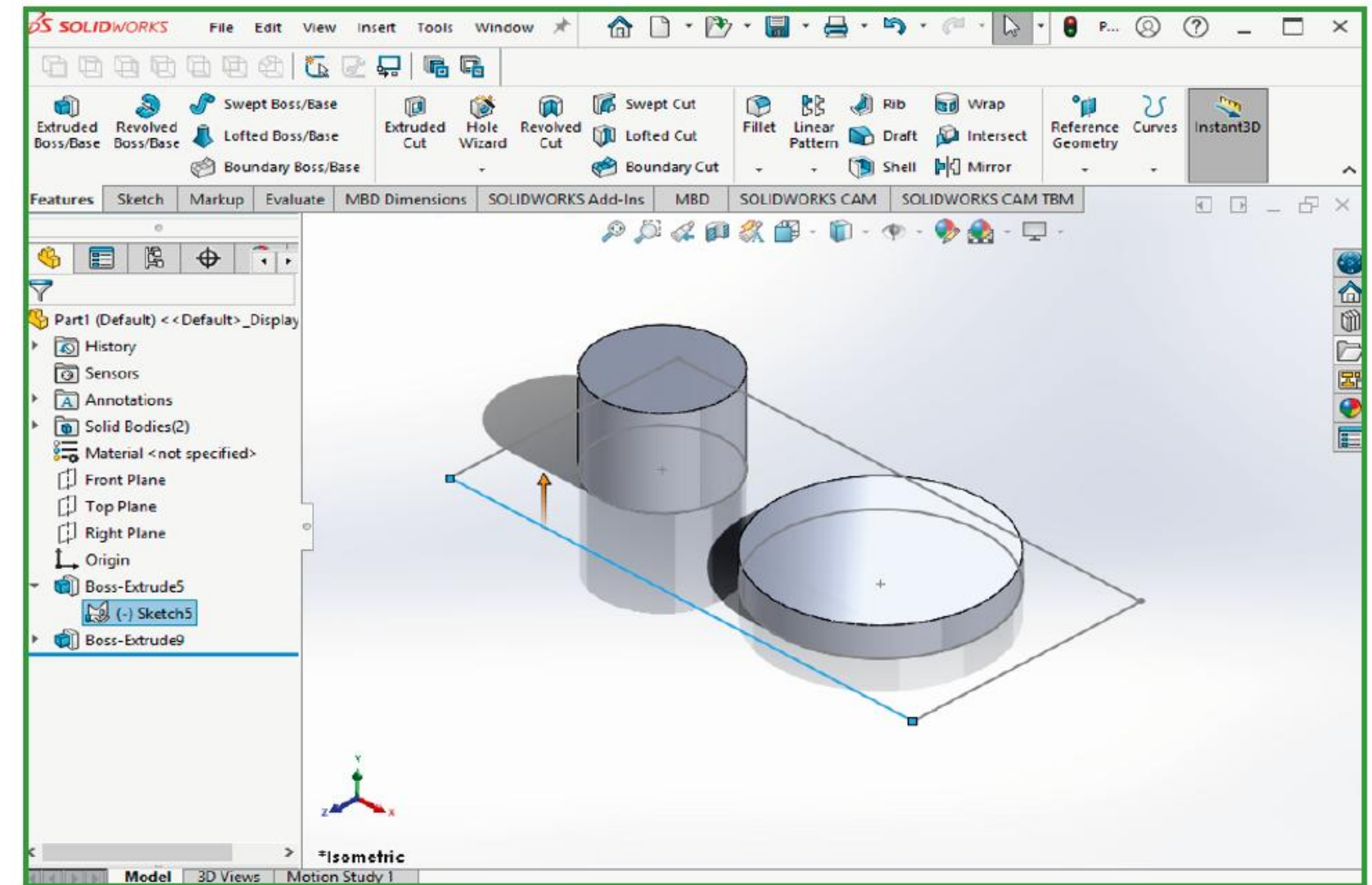
6 คลิกคำสั่ง **Extruded Boss/Base** เพื่อปรับความหนาของวงกลมเล็กตามต้องการ ดังรูป



รูปที่ 4.41 คลิกที่วงกลมเล็กเพื่อกำหนดความหนา

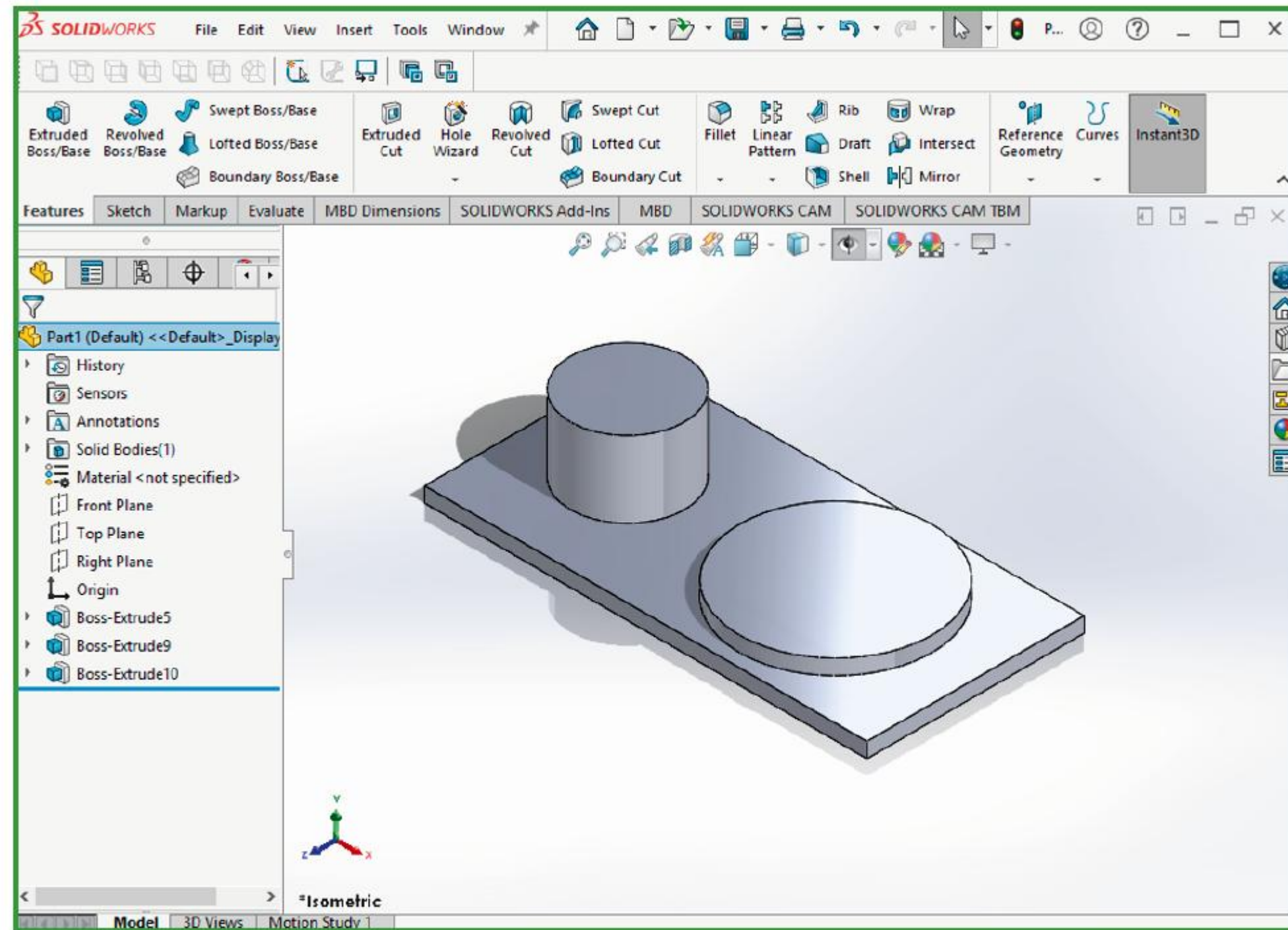
7 คลิกเส้นร่างสี่เหลี่ยม

8 คลิกคำสั่ง **Extruded Boss/Base** เพื่อปรับความหนาของสี่เหลี่ยมตามต้องการ ดังรูป



รูปที่ 4.42 คลิกที่เส้นร่างสี่เหลี่ยม เพื่อปรับความหนา

9 รูปทรง 3 มิติที่มีระดับความหนาแตกต่างกันเมื่อทำเสร็จแล้วจะได้ ดังรูป



รูปที่ 4.43 ผลลัพธ์วัตถุ 3 มิติที่ถูกปรับระดับความหนาแล้ว