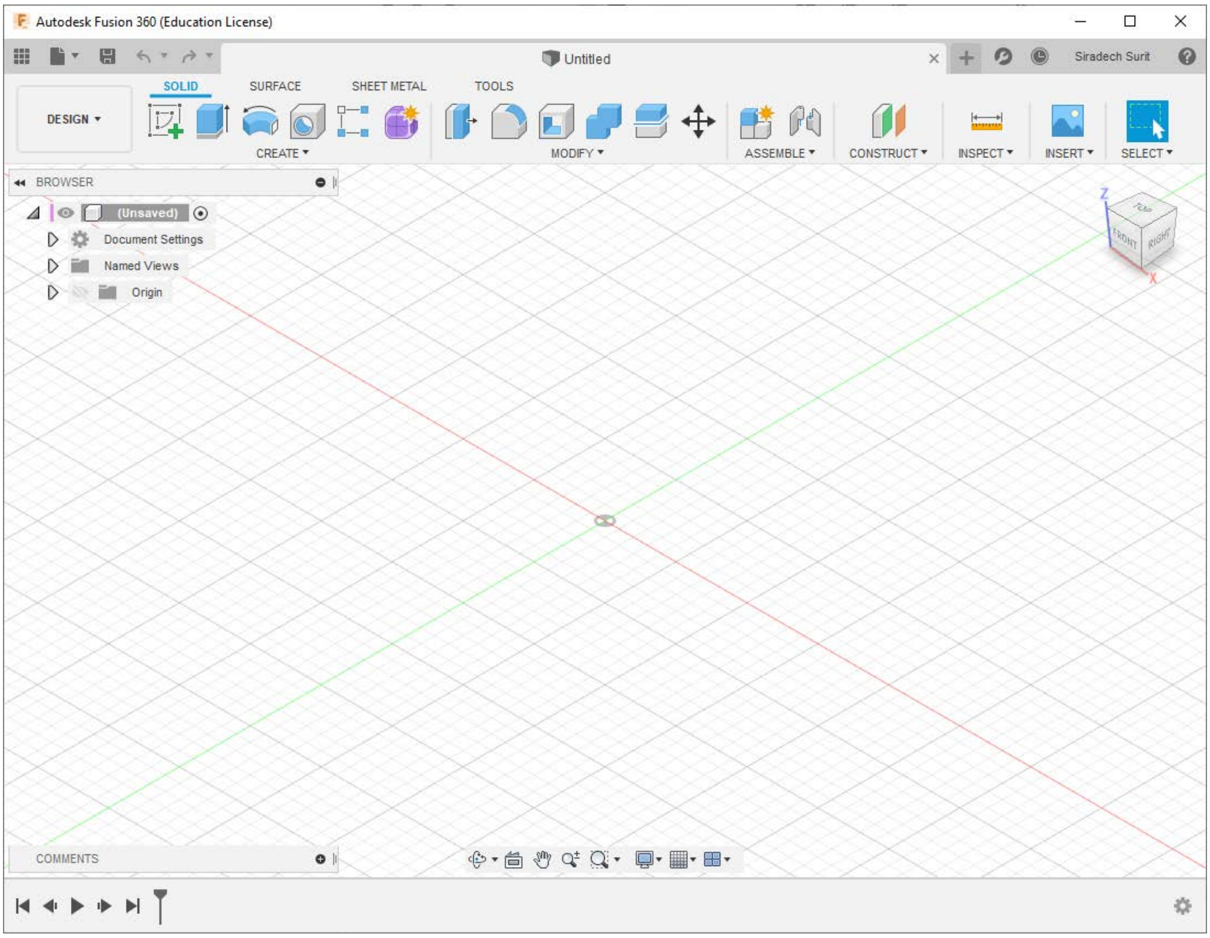
6.2 แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ในระบบพิกัด 3 มิติ

โปรแกรม Autodesk Fusion 360 พัฒนาโดย Autodesk มีความสามารถในการออกแบบครบวงจร ตั้งแต่การออกแบบเชิงแนวคิด การออกแบบเชิงรายละเอียด กระบวนการขึ้นรูปแบบรวดเร็วและสามารถประมวลผลเพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องมือ CNC (Computer Numerical control) ในบทนี้ผู้เขียนจะอธิบายถึงกระบวนการสร้างแบบจำลองโครงสร้าง กระบวนการสร้างแบบจำลอง Finite Element และ การวิเคราะห์หน่วยแรงและการเปลี่ยนรูปของโครงสร้าง



เครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง

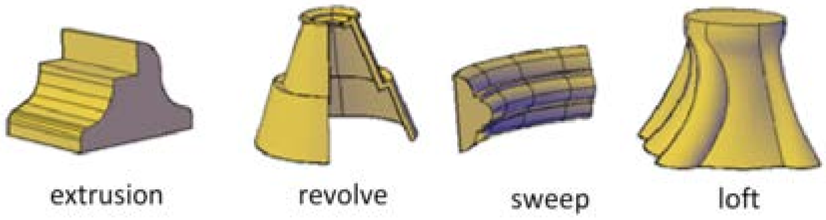
กระบวนการสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรม Autodesk Fusion ใช้กลไกการขึ้นรูปในลักษณะ Profile extrusion กล่าวคือ ผู้ใช้จะทำการเลือกระนาบอ้างอิงสำหรับการสร้าง Profile เพื่อการขึ้นรูปให้อยู่ในรูปของ Solid หรือ Void กระบวนการสร้างแบบจำลองมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการเลือกระนาบอ้างอิงสำหรับการทำงาน
2. ทำการสร้างเส้น Profile โดยใช้เทคนิคการวาดภาพ 2 มิติ
3. ใช้เครื่องมือ Extrude Revole Sweep หรือ Loft ในการขึ้นรูปเป็น Solid หรือ Void
    a. การ Extrude เป็นการเพิ่มความหนาของ Profile
    b. Revole เป็นการสร้าง Solid ที่เกิดขึ้นจากการกวาด Profile รอบแกนหมุนที่กำหนด

Copyright 2019-2020

c. Sweep เป็นกระบวนการสร้าง Solid โดยการกวาด Profile ไปตามแนวเส้นอ้างอิง

d. Loft เป็นการเชื่อม Profile 2 ระนาบเข้าด้วยกัน

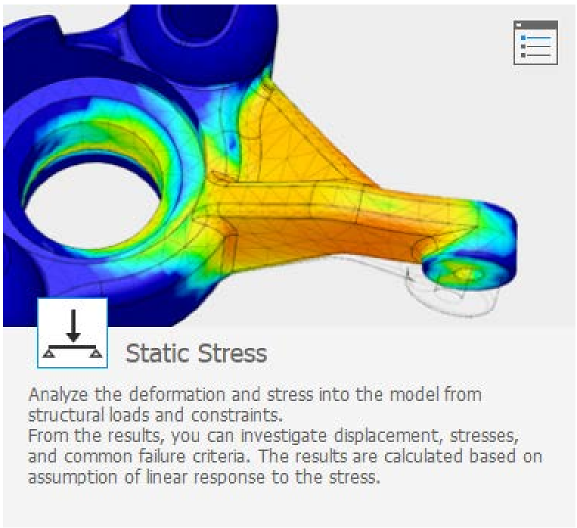


ภาพที่ 187 เครื่องมือที่ใช้ในการขึ้นรูปแบบจำลอง

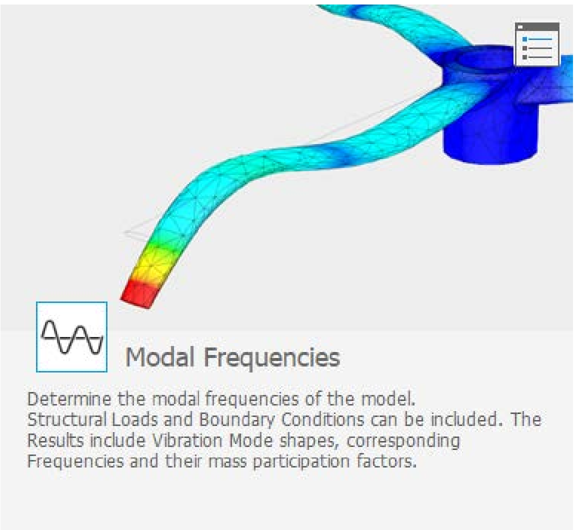
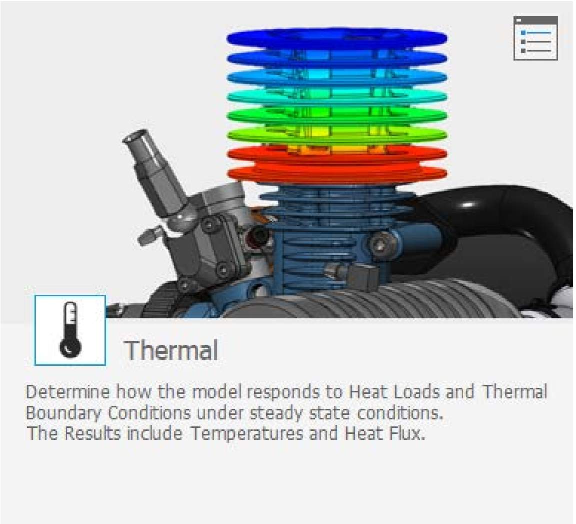
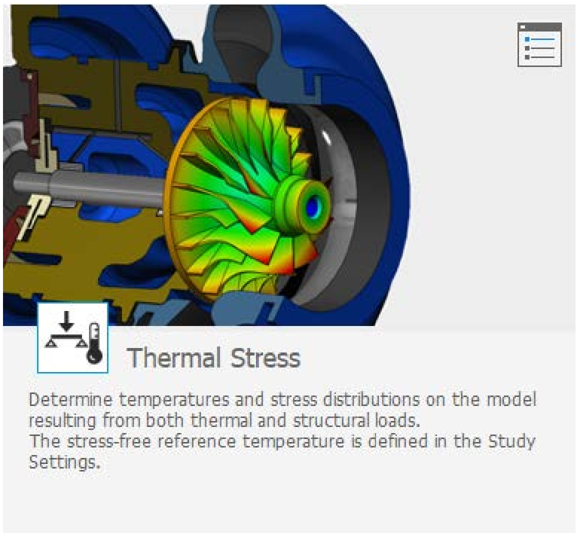
4. หลังจากผู้ใช้ทำการสร้าง ชิ้นวัตถุทรงตัน ระนาบใดๆที่ปรากฏบนวัตถุทรงตันนั้นสามารถใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการสร้าง Profile เพื่อใช้ในการขึ้นรูปวัตถุทรงตันอื่นๆ
5. นอกจากการขึ้นรูปวัตถุทรงตันแล้วผู้ใช้สามารถสร้างแบบจำลองโดยการนำวัตถุทรงตันมากกว่า 2 ชิ้นมาดำเนินการทาง Boolean เช่นการ Union, Subtract หรือ Intersec

กระบวนการสร้างแบบจำลอง finite Element

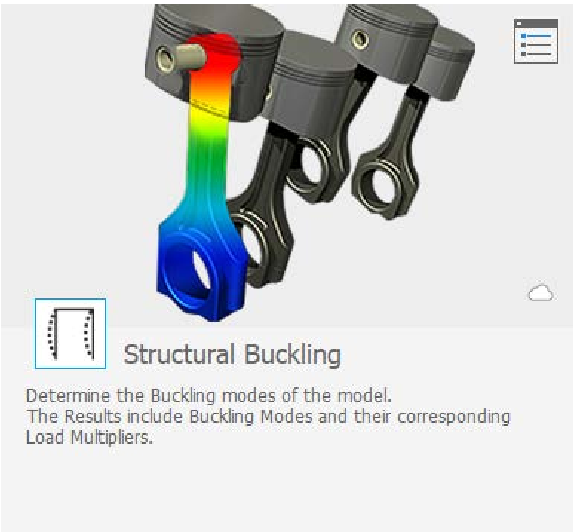
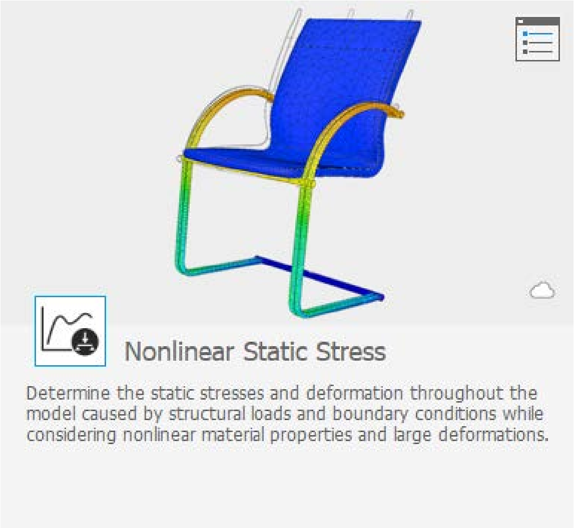
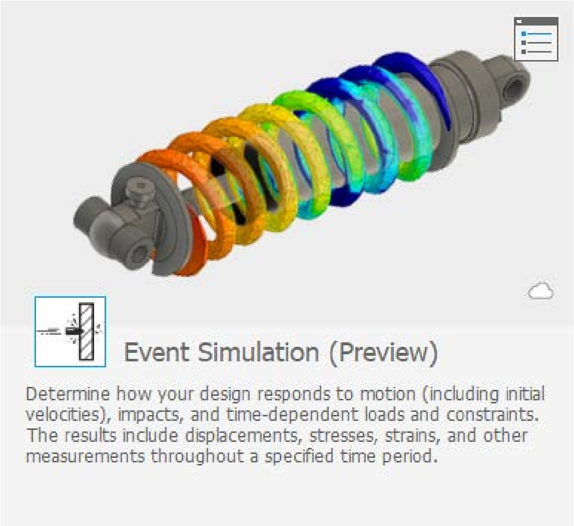
หลังจากผู้ใช้ทำการสร้างวัตถุทรงตันเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในโปรแกรม Autodesk Fusion วัตถุดังกล่าวสามารถ นำเข้าสู่กระบวนการจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรมมีความสามารถดังต่อไปนี้

	การวิเคราะห์โครงสร้างภายใต้แรงกระทำแบบสถิตย์ผู้ชายสามารถทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนรูปหน่วยแรงภายใต้เกณฑ์การวิบัติพื้นฐานโดยมีสมมติฐานการวิเคราะห์หน่วยแรงแบบเชิงเส้น

Copyright 2019-2020

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>การวิเคราะห์ความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างเป็นกระบวนการวิเคราะห์การตอบสนองต่อการสั่นสะเทือน เป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์โครงสร้างแบบพลศาสตร์</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>การวิเคราะห์อุณหพลศาสตร์ การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นจากเงื่อนไขขอบเขตภายใต้สภาวะคงที่</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>การวิเคราะห์หน่วยแรงจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป</td>
</tr>
</table>

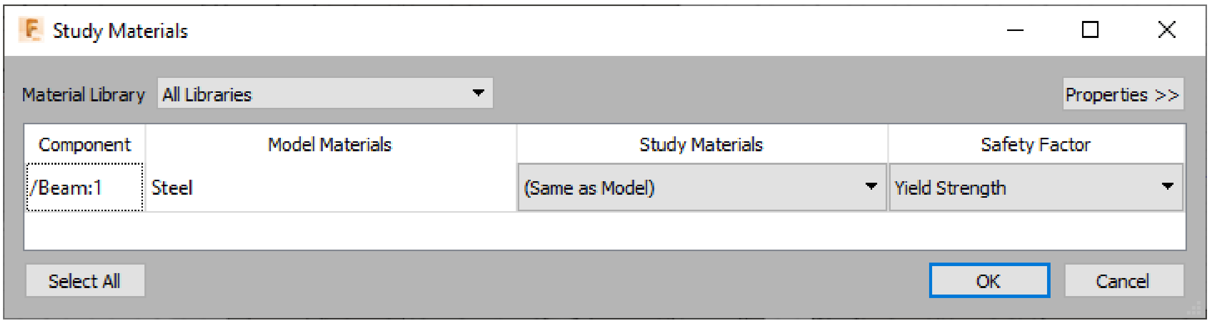
Copyright 2019-2020

	การวิเคราะห์การโก่งเดาะของโครงสร้าง เป็นการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์แรงวิกฤตที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง
	การวิเคราะห์โครงสร้างภายใต้สภาวะไร้เชิงเส้น ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์สภาพไร้เชิงเส้นของวัสดุและการเกิดการเปลี่ยนรูปของโครงสร้าง
	การจำลองเหตุการณ์เช่นการชนกันของวัตถุ หรือภายใต้แรงกระทำซึ่งเป็นฟังก์ชันของเวลาผลลัพธ์ครอบคลุมถึงหน่วยแรงความเค้น ความเครียดซึ่งเป็นฟังก์ชันของเวลาเช่นกัน

การวิเคราะห์รูปร่างเหมาะสุดของโครงสร้างเป็นกระบวนการวิเคราะห์รูปร่างโดยอ้างอิงจากหน่วยแรงที่กระทำเพื่อให้ได้รูปร่างของชิ้นงานซึ่งมีน้ำหนักต่ำสุดภายใต้เงื่อนไขขอบเขตที่กำหนด

การวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้โปรแกรม autodesk Fusion มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

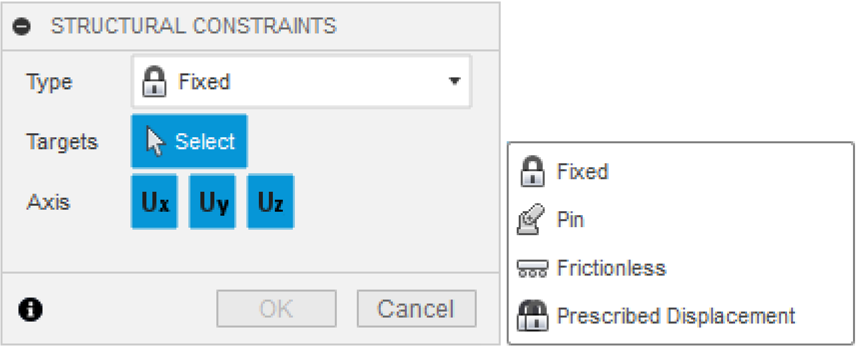
1. กำหนดสมบัติของวัสดุที่ใช้ในแบบจำลอง
   โดยค่าตั้งต้นวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองถูกกำหนดเป็นวัสดุชนิดเดียวกับวัสดุซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ โดยผู้สร้างแบบจำลองสามารถกำหนดว่าสัดส่วนความปลอดภัยอ้างอิงกับเกณฑ์การวิบัติได



ภาพที่ 188 การกำหนดกลสมบัติของวัสดุใน Fusion 360

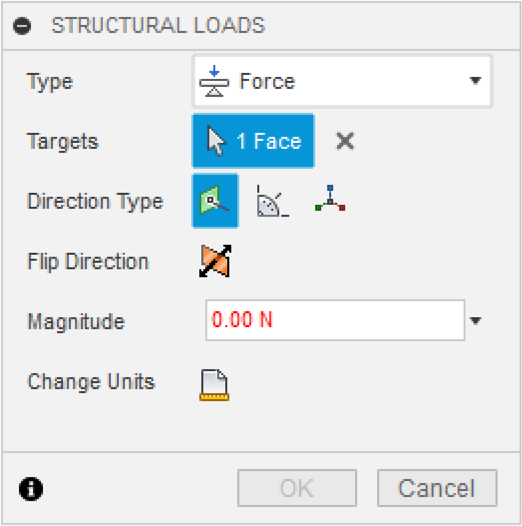
2. การกำหนดสภาพการยึดรั้งของโครงสร้าง โปรแกรมสามารถกำหนดสภาพบังคับได้ 3 องศาความอิสระซึ่งสามารถกำหนดสภาพบังคับลงบนมุมของแบบจำลอง เส้นขอบของแบบจำลอง และระนายบางส่วนของแบบจำลองได้

Copyright 2019-2020



ภาพที่ 189 การกำหนดเงื่อนไขขอบเขต

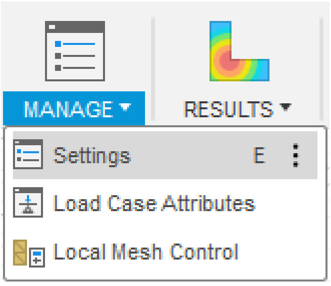
3. การกำหนดแรงกระทำ เช่นเดียวกับการกำหนดสภาพการยึดรั้งของโครงสร้าง ผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดแรงกระทำได้ทั้งในจุดมุมของแบบจำลองเส้นขอบแบบจำลองและระนาบบางส่วนของแบบจำลอง โดยผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดมุมและทิศทางของแรงกระทำได้ตามความเหมาะสม



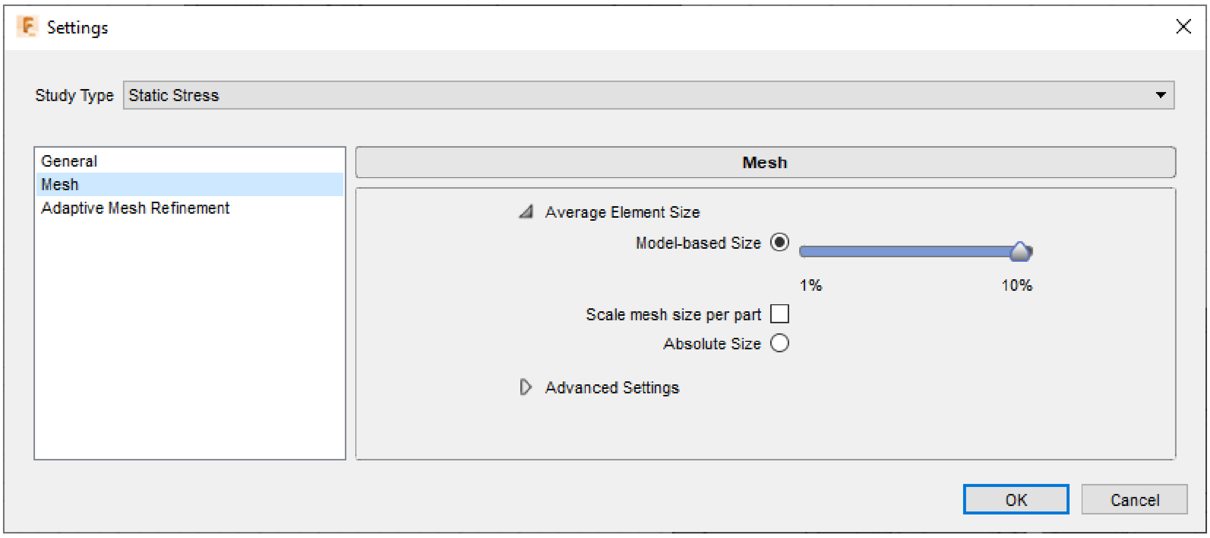
ภาพที่ 190 การกำหนดแรงกระทำ

การกำหนดขนาดโครงตาข่ายของแบบจำลอง

ผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดขนาดโครงตาข่ายในระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยไปยังเมนู Setting



และใช้ตัวเลือก Mesh การกำหนดขนาดโครงตาข่ายที่ละเอียดมักให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตามผู้วิเคราะห์ควรทำการตรวจสอบการลู่เข้าขอคำตอบโดยการกำหนดขนาดของโครงตาข่ายแตกต่างกันการกำหนดขนาดของโครงตาข่ายในโปรแกรม ส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์

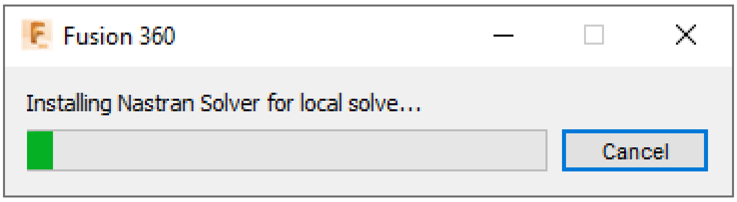


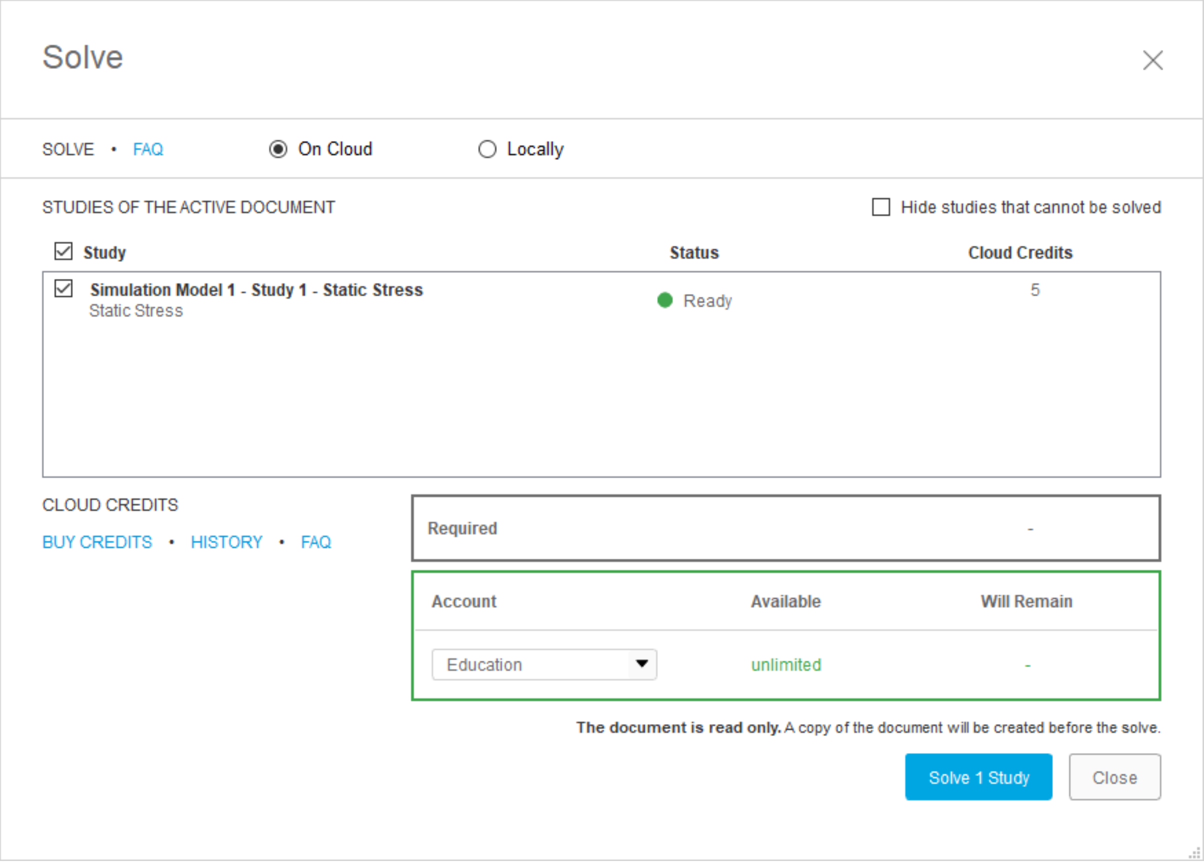
ภาพที่ 191 การกำหนดขนาดของโครงตาข่าย

การวิเคราะห์โครงสร้าง

เมื่อผู้ใช้ทำการสร้างข้อมูลของแบบจำลองเป็นที่เรียบร้อยแล้วสำหรับโปรแกรม Autodesk Fusion วิเคราะห์สามารถเลือกได้ว่าจะใช้บริการ cloud ในการวิเคราะห์แบบจำลอง หรือเป็นการวิเคราะห์แบบจำลองภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เอง ในกรณีที่ผู้วิเคราะห์ทำการวิเคราะห์ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ของตัวเองโปรแกรมจะทำการติดตั้งส่วนการวิเคราะห์ของ Nastran มายังเครื่องที่ทำการวิเคราะห์ กระบวนการวิเคราะห์จะใช้หน่วยความจำและหน่วยประมวลผลของเครื่องผู้ใช้

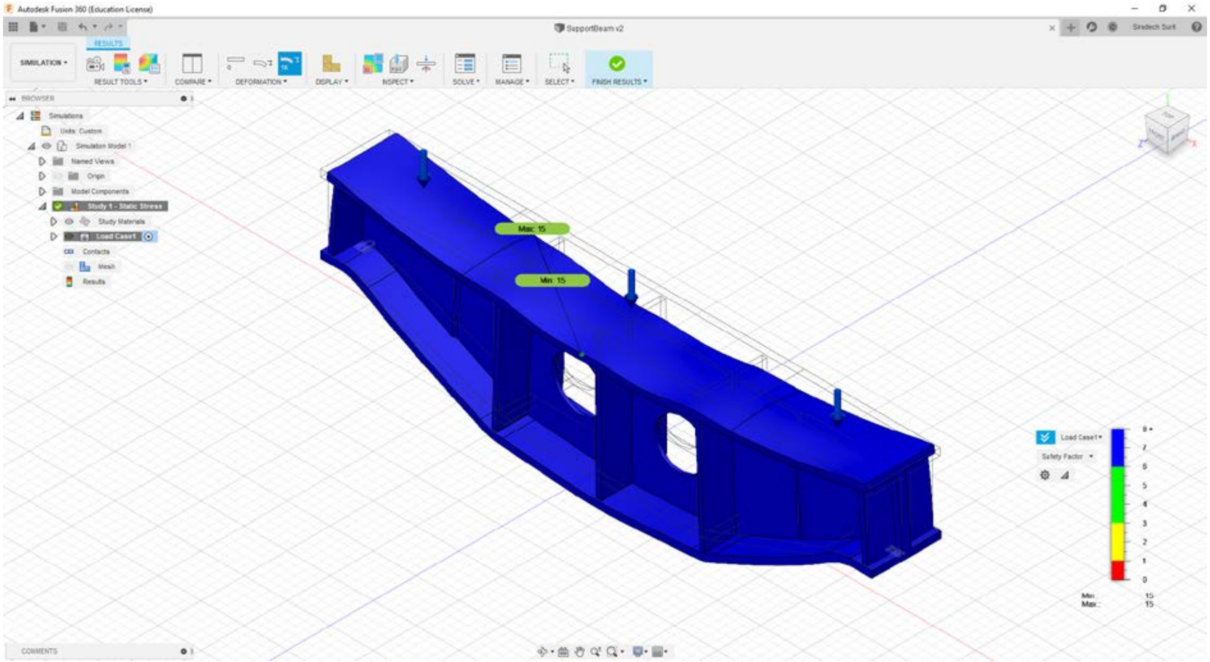
หมายเหตุการใช้บริการ Cloud มีการคิดค่าบริการ อย่างไรก็ตาม Autodesk ยกเว้นค่าบริการสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ซึ่งผู้ใช้ต้องเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงจะใช้บริการได้ ด้วยความเร็วในการได้ผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับความเร็วของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการ





ภาพที่ 192 การส่งข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้าง

เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้นโปรแกรมจะแสดงค่าสัดส่วนความปลอดภัยของแบบจำลอง ตามการตั้งค่าของผู้วิเคราะห์

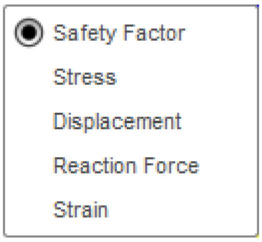


ภาพที่ 193 การเปลี่ยนรูปของโครงสร้าง

Copyright 2019-2020

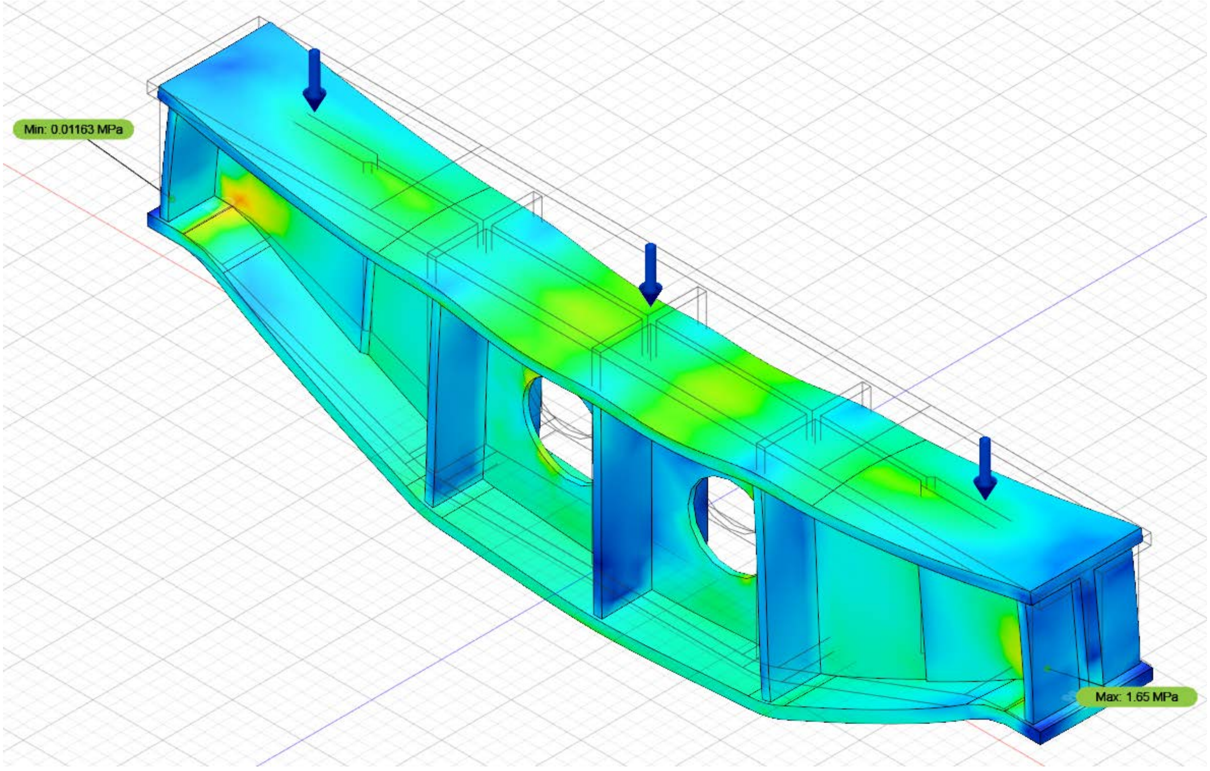
การแสดงผลการวิเคราะห์ มีตัวเลือกดังต่อไปนี้คือ

1. การแสดงสัดส่วนความปลอดภัยของแบบจำลอง
2. การวิเคราะห์หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง โดยหน่วยโปรแกรมสามารถแสดงได้ประกอบด้วย Von Mises Stress และ Normal Stress
3. การวิเคราะห์การเปลี่ยนรูปที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง
4. แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ
5. ความเครียดที่เกิดขึ้นในวัสดุ



ภาพที่ 194 ตัวเลือกการแสดงผลการวิเคราะห์

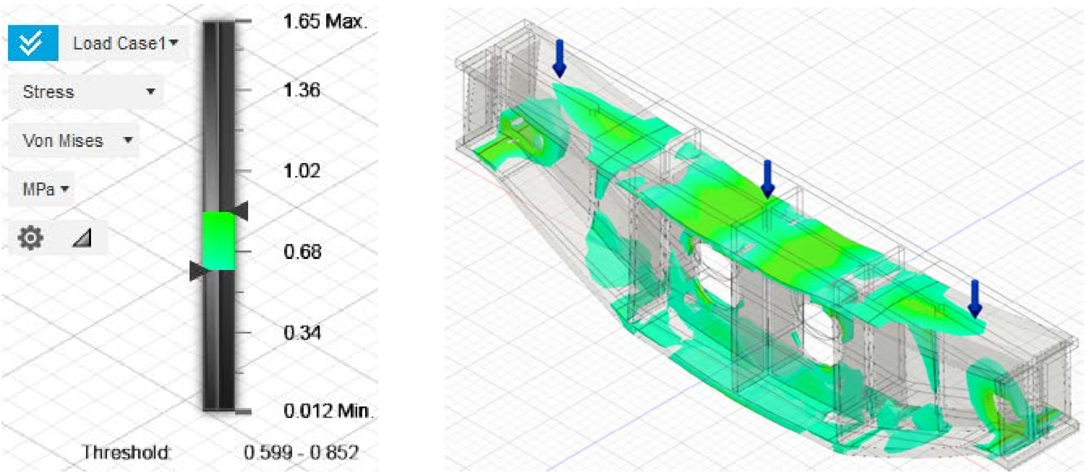
ตามค่าตั้งต้นของโปรแกรมโปรแกรมจัดแสดงตำแหน่งซึ่งเกิดค่าผลการวิเคราะห์สูงสุดและต่ำสุด ตามภาพที่ 179 ซึ่งจุดที่แสดงโปรแกรมเรียกว่า Point Probe



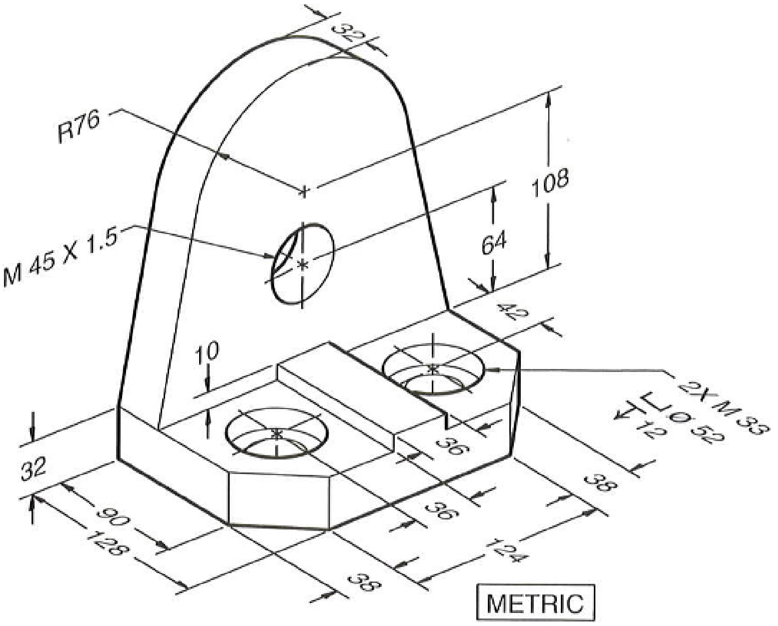
ภาพที่ 195 Point Probe ได้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์

 Copyright 2019-2020

ผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดช่วงขอบเขตของแถบสีซึ่งแสดงค่า ผลการวิเคราะห์ การกำหนดขอบเขตดังกล่าวมีผลต่อการแสดงผลลัพธ์โดยแบบจำลองจะถูกกำจัดส่วนที่อยู่นอกขอบเขตยกเว้นออกจากการแสดงผลทำให้ผลลัพธ์การวิเคราะห์มีความชัดเจนมากขึ้น



ภาพที่ 196 การสร้าง Iso surface ใน Fusion 360

แบบฝึกหัด

จากรูปแบบโครงสร้างที่กำหนดให้ ทำการสร้างแบบจำลอง และวิเคราะห์ ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์