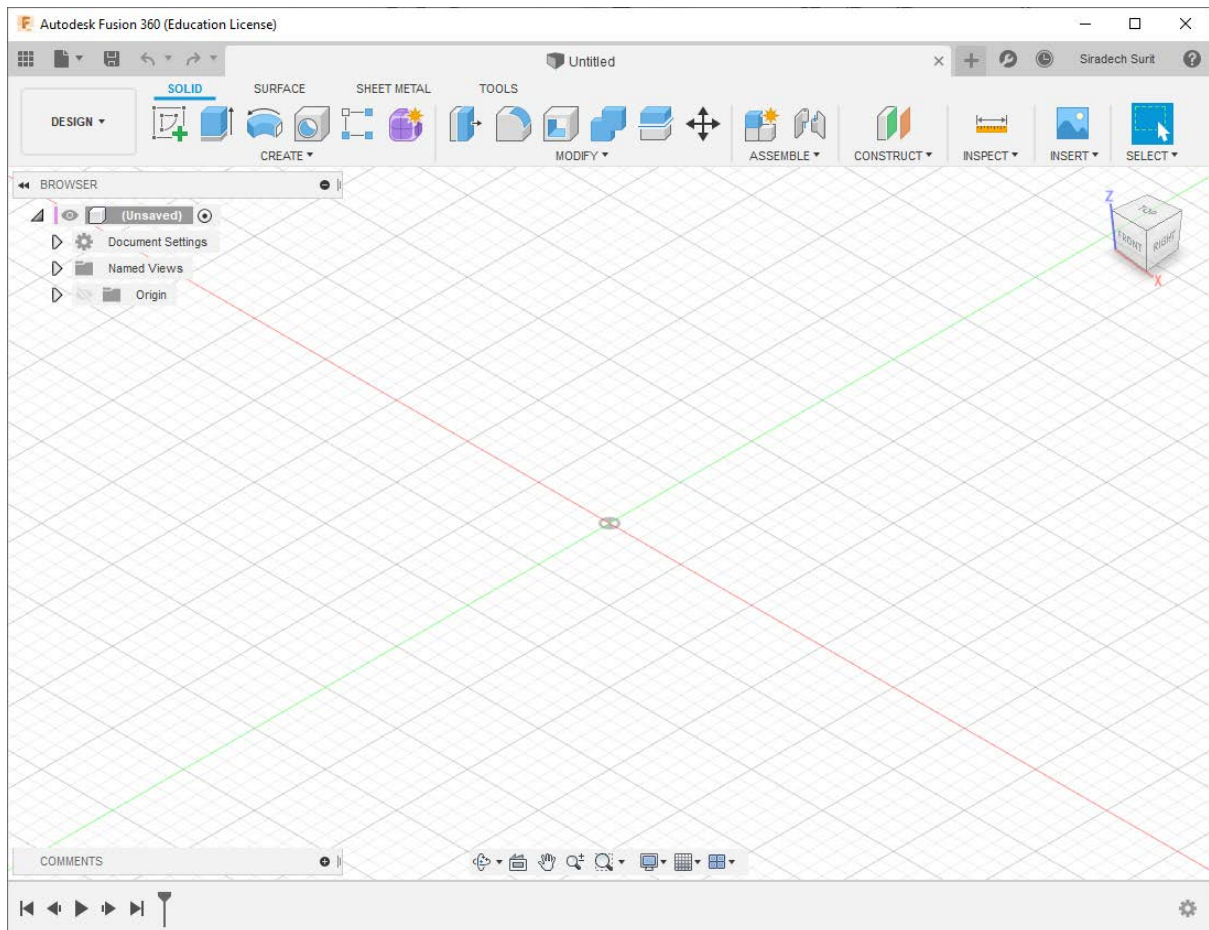


6.2 แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ในระบบพิกัด 3 มิติ

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

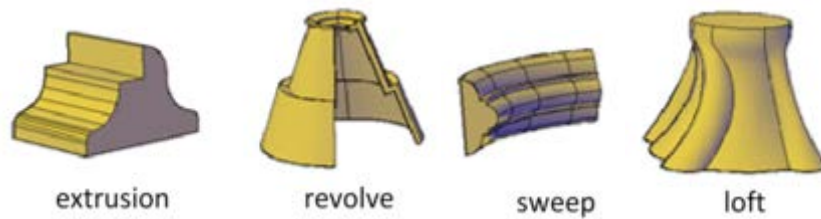


เครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง

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

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

- c. Sweep เป็นกระบวนการสร้าง Solid โดยการกวาด Profile ไปตามแนวเส้นอ้างอิง
- d. Loft เป็นการเชื่อม Profile 2 ระนาบเข้าด้วยกัน

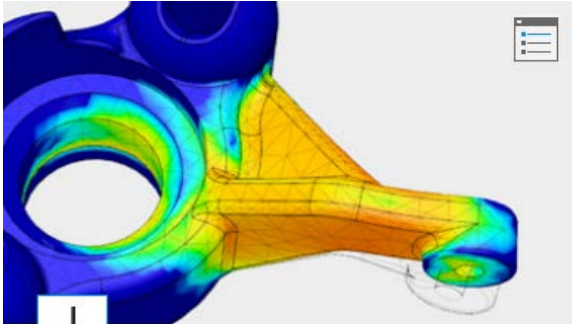


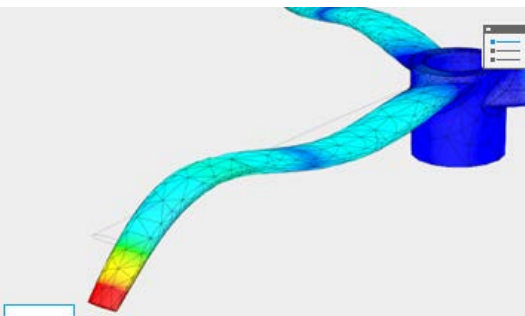
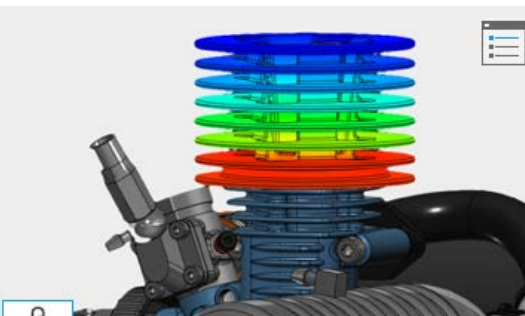
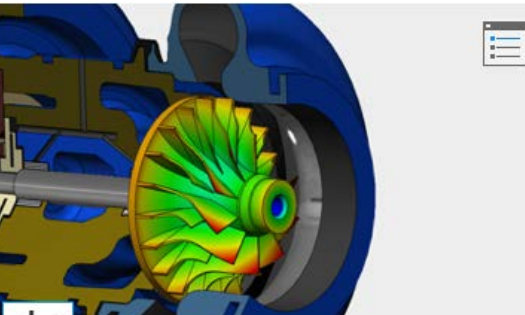
ภาพที่ 187 เครื่องมือที่ใช้ในการขึ้นรูปแบบจำลอง

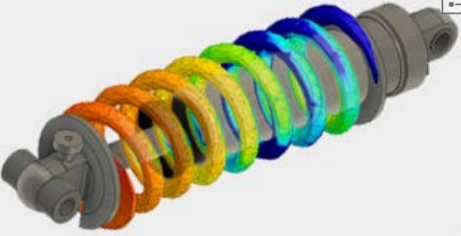
4. หลังจากผู้ใช้ทำการสร้าง ชิ้นวัตถุทรงตัน ระนาบใดๆที่ปรากฏบนวัตถุทรงตันนั้นสามารถใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการสร้าง Profile เพื่อใช้ในการขึ้นรูปวัตถุทรงตันอื่นๆ
5. นอกจากการขึ้นรูปวัตถุทรงตันแล้วผู้ใช้สามารถสร้างแบบจำลองโดยการนำวัตถุทรงตันมากกว่า 2 ชิ้นมาดำเนินการทาง Boolean เช่นการ Union, Subtract หรือ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

กระบวนการสร้างแบบจำลอง finite Element

หลังจากผู้ใช้ทำการสร้างวัตถุทรงตันเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในโปรแกรม Autodesk Fusion วัตถุดังกล่าวสามารถ นำเข้าสู่กระบวนการจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรมมีความสามารถดังต่อไปนี้

 <p>Static Stress</p> <p>Analyze the deformation and stress into the model from structural loads and constraints. From the results, you can investigate displacement, stresses, and common failure criteria. The results are calculated based on assumption of linear response to the stress.</p>	<p>การวิเคราะห์โครงสร้างภายใต้แรงกระทำแบบสถิตย์ผู้ขายสามารถทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนรูปหน่วยแรงภายใต้เกณฑ์การวิบัติพื้นฐานโดยมีสมมติฐานการวิเคราะห์หน่วยแรงแบบเชิงเส้น</p>
---	---

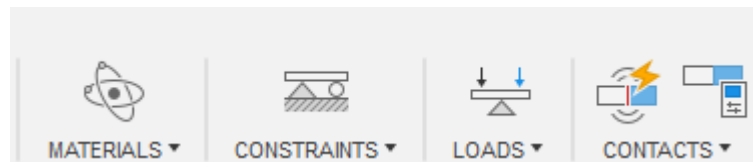
 <p>Modal Frequencies</p> <p>Determine the modal frequencies of the model. Structural Loads and Boundary Conditions can be included. The Results include Vibration Mode shapes, corresponding Frequencies and their mass participation factors.</p>	<p>การวิเคราะห์ความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างเป็นกระบวนการวิเคราะห์การตอบสนองต่อการสั่นสะเทือนเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์โครงสร้างแบบพลศาสตร์</p>
 <p>Thermal</p> <p>Determine how the model responds to Heat Loads and Thermal Boundary Conditions under steady state conditions. The Results include Temperatures and Heat Flux.</p>	<p>การวิเคราะห์อุณหภูมิพลศาสตร์ การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นจากเงื่อนไขขอบเขตภายใต้สภาวะคงที่</p>
 <p>Thermal Stress</p> <p>Determine temperatures and stress distributions on the model resulting from both thermal and structural loads. The stress-free reference temperature is defined in the Study Settings.</p>	<p>การวิเคราะห์หน่วยแรงจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป</p>

 <p>Structural Buckling</p> <p>Determine the Buckling modes of the model. The Results include Buckling Modes and their corresponding Load Multipliers.</p>	<p>การวิเคราะห์การโก่งเดาะของโครงสร้าง เป็นการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์แรงวิกฤตที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง</p>
 <p>Nonlinear Static Stress</p> <p>Determine the static stresses and deformation throughout the model caused by structural loads and boundary conditions while considering nonlinear material properties and large deformations.</p>	<p>การวิเคราะห์โครงสร้างภายใต้สภาวะไร้เชิงเส้นครอบคลุมถึงการวิเคราะห์สภาพไร้เชิงเส้นของวัสดุและการเกิดการเปลี่ยนรูปของโครงสร้าง</p>
 <p>Event Simulation (Preview)</p> <p>Determine how your design responds to motion (including initial velocities), impacts, and time-dependent loads and constraints. The results include displacements, stresses, strains, and other measurements throughout a specified time period.</p>	<p>การจำลองเหตุการณ์เช่นการชนกันของวัตถุ หรือภายใต้แรงกระทำซึ่งเป็นฟังก์ชันของเวลาผลลัพธ์ครอบคลุมถึงหน่วยแรงความเค้น ความเครียดซึ่งเป็นฟังก์ชันของเวลาเช่นกัน</p>

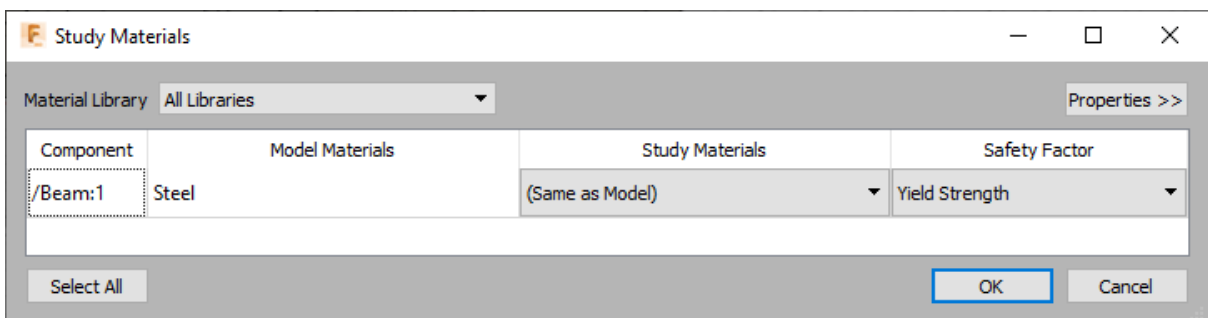


การวิเคราะห์รูปร่างเหมาะสมที่สุดของโครงสร้างเป็นกระบวนการวิเคราะห์รูปร่างโดยอ้างอิงจากหน่วยแรงที่กระทำเพื่อให้ได้รูปร่างของชิ้นงานซึ่งมีน้ำหนักต่ำสุดภายใต้เงื่อนไขขอบเขตที่กำหนด

การวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้โปรแกรม autodesk Fusion มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

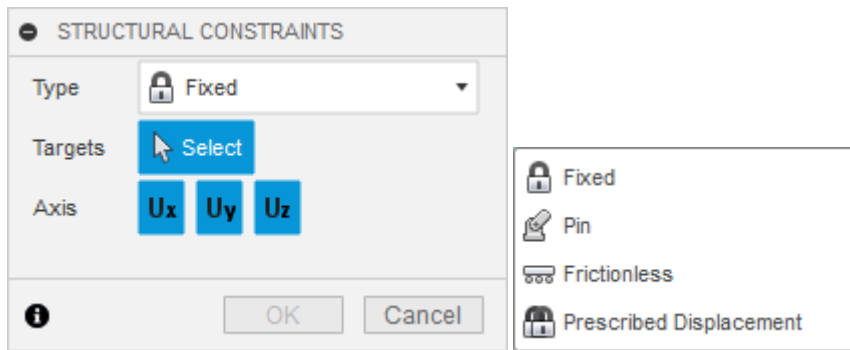


- กำหนดสมบัติของวัสดุที่ใช้ในแบบจำลอง โดยค่าตั้งต้นวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองถูกกำหนดเป็นวัสดุชนิดเดียวกับวัสดุซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ โดยผู้สร้างแบบจำลองสามารถกำหนดว่าสัดส่วนความปลอดภัยอ้างอิงกับเกณฑ์การวิบัติได้



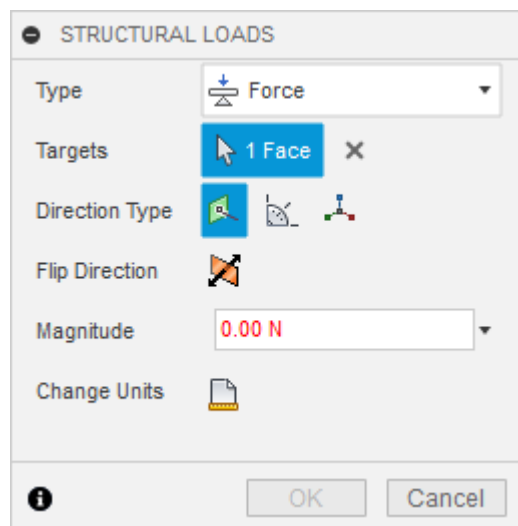
ภาพที่ 188 การกำหนดกลสมบัติของวัสดุใน Fusion 360

- การกำหนดสภาพการยึดรั้งของโครงสร้าง โปรแกรมสามารถกำหนดสภาพบังคับได้ 3 องศาความอิสระซึ่งสามารถกำหนดสภาพบังคับลงบนมุมของแบบจำลอง เส้นขอบของแบบจำลอง และระนาบบางส่วนของแบบจำลองได้



ภาพที่ 189 การกำหนดเงื่อนไขขอบเขต

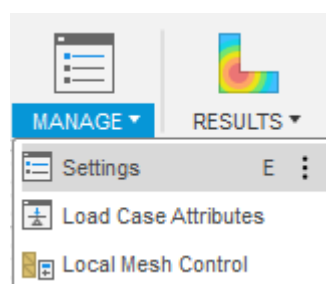
3. การกำหนดแรงกระทำ เช่นเดียวกับการกำหนดสภาพการยึดรั้งของโครงสร้าง ผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดแรงกระทำได้ทั้งในจุดมุมของแบบจำลองเส้นขอบแบบจำลองและระนาบบางส่วนของแบบจำลอง โดยผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดมุมและทิศทางของแรงกระทำได้ตามความเหมาะสม



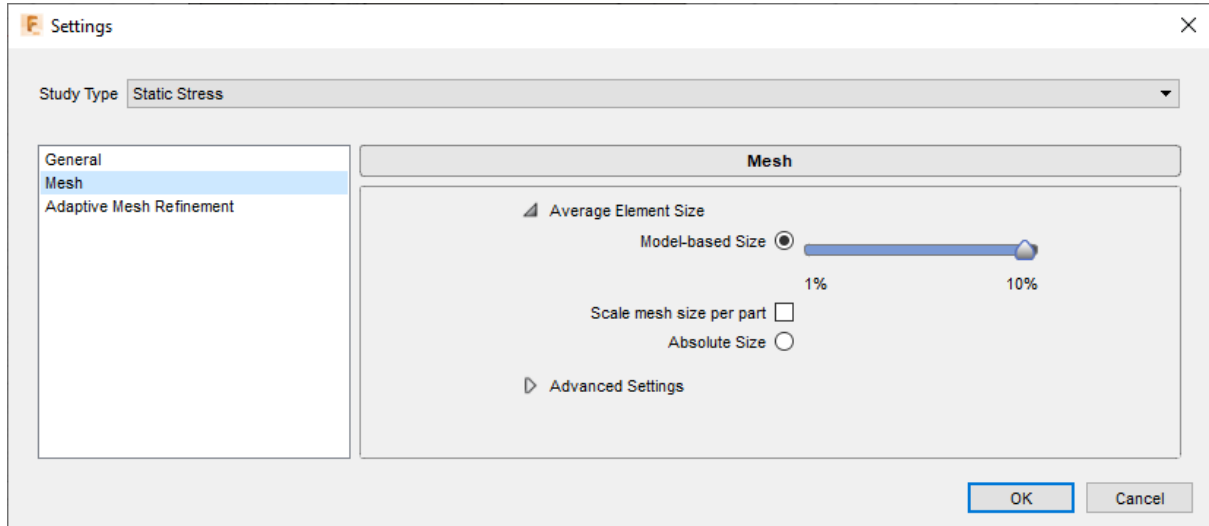
ภาพที่ 190 การกำหนดแรงกระทำ

การกำหนดขนาดโครงตาข่ายของแบบจำลอง

ผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดขนาดโครงตาข่ายในระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยไปยังเมนู Setting



และใช้ตัวเลือก Mesh การกำหนดขนาดโครงตาข่ายที่ละเอียดมักให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตามผู้วิเคราะห์ควรทำการตรวจสอบการลู่เข้าขอคำตอบโดยการกำหนดขนาดของโครงตาข่ายแตกต่างกันการกำหนดขนาดของโครงตาข่ายในโปรแกรม ส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์

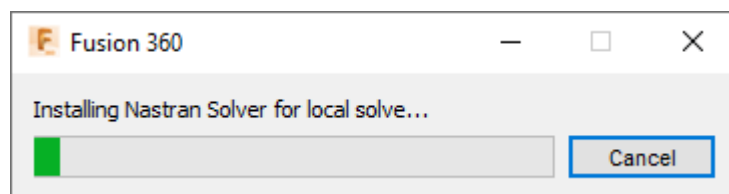


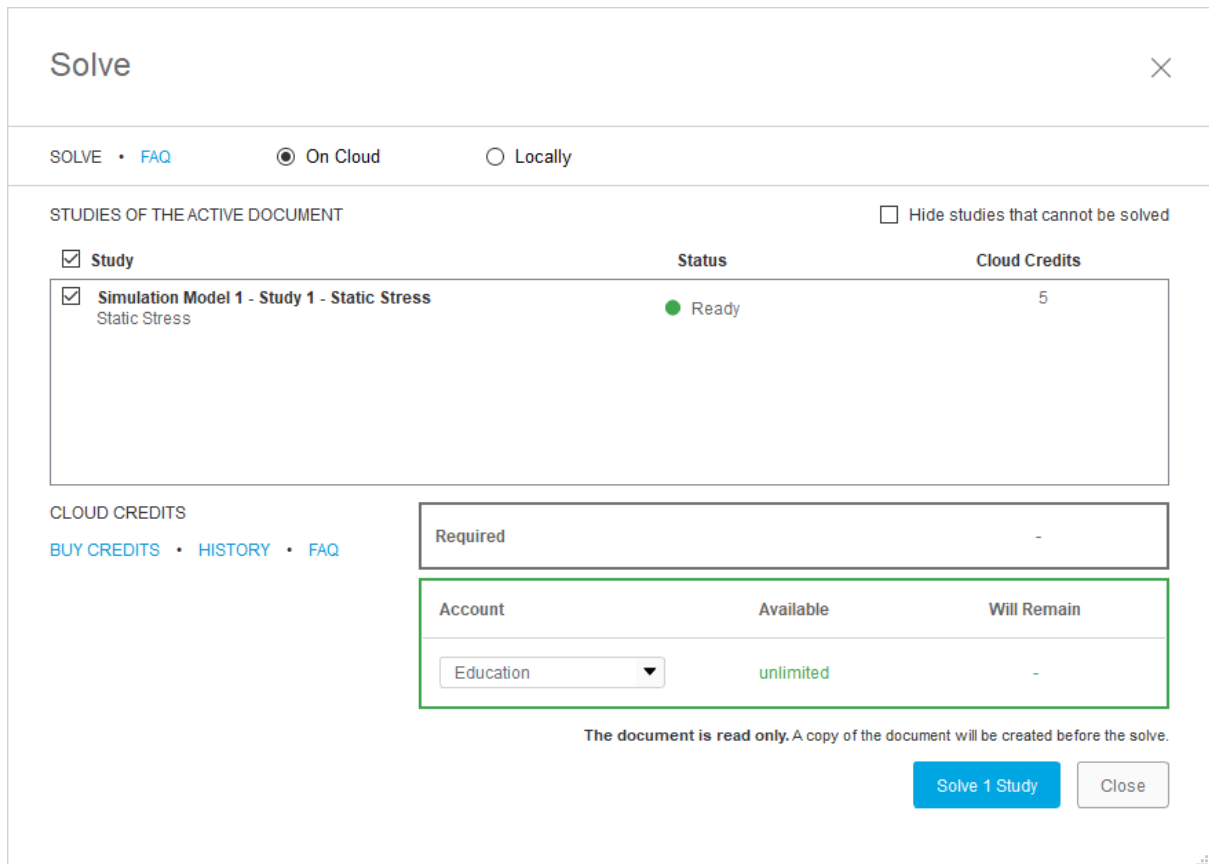
ภาพที่ 191 การกำหนดขนาดของโครงตาข่าย

การวิเคราะห์โครงสร้าง

เมื่อผู้ใช้ทำการสร้างข้อมูลของแบบจำลองเป็นที่เรียบร้อยแล้วสำหรับโปรแกรม Autodesk Fusion วิเคราะห์สามารถเลือกได้ว่าจะใช้บริการ cloud ในการวิเคราะห์แบบจำลอง หรือเป็นการวิเคราะห์แบบจำลองภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เอง ในกรณีที่ผู้ใช้วิเคราะห์ทำการวิเคราะห์ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ของตัวเองโปรแกรมจะทำการติดตั้งส่วนการวิเคราะห์ของ Nastran มายังเครื่องที่ทำการวิเคราะห์ กระบวนการวิเคราะห์จะใช้หน่วยความจำและหน่วยประมวลผลผลของเครื่องผู้ใช้

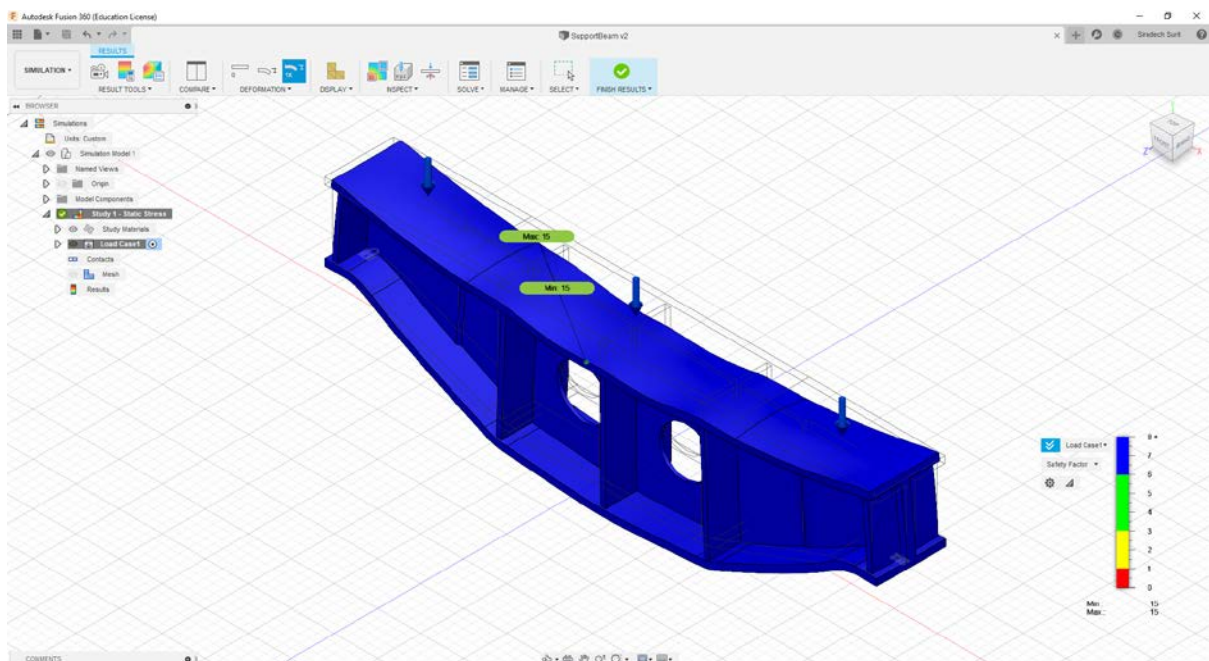
หมายเหตุการใช้บริการ Cloud มีการคิดค่าบริการ อย่างไรก็ตาม Autodesk ยกเว้นค่าบริการสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ซึ่งผู้ใช้ต้องเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงจะใช้บริการได้ ด้วยความเร็วในการได้ผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับความเร็วของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการ





ภาพที่ 192 การส่งข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้าง

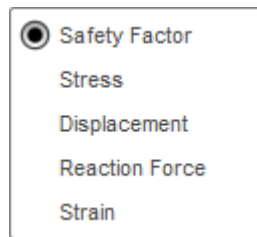
เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้นโปรแกรมจะแสดงค่าสัดส่วนความปลอดภัยของแบบจำลอง ตามการตั้งค่าของผู้วิเคราะห์



ภาพที่ 193 การเปลี่ยนรูปของโครงสร้าง

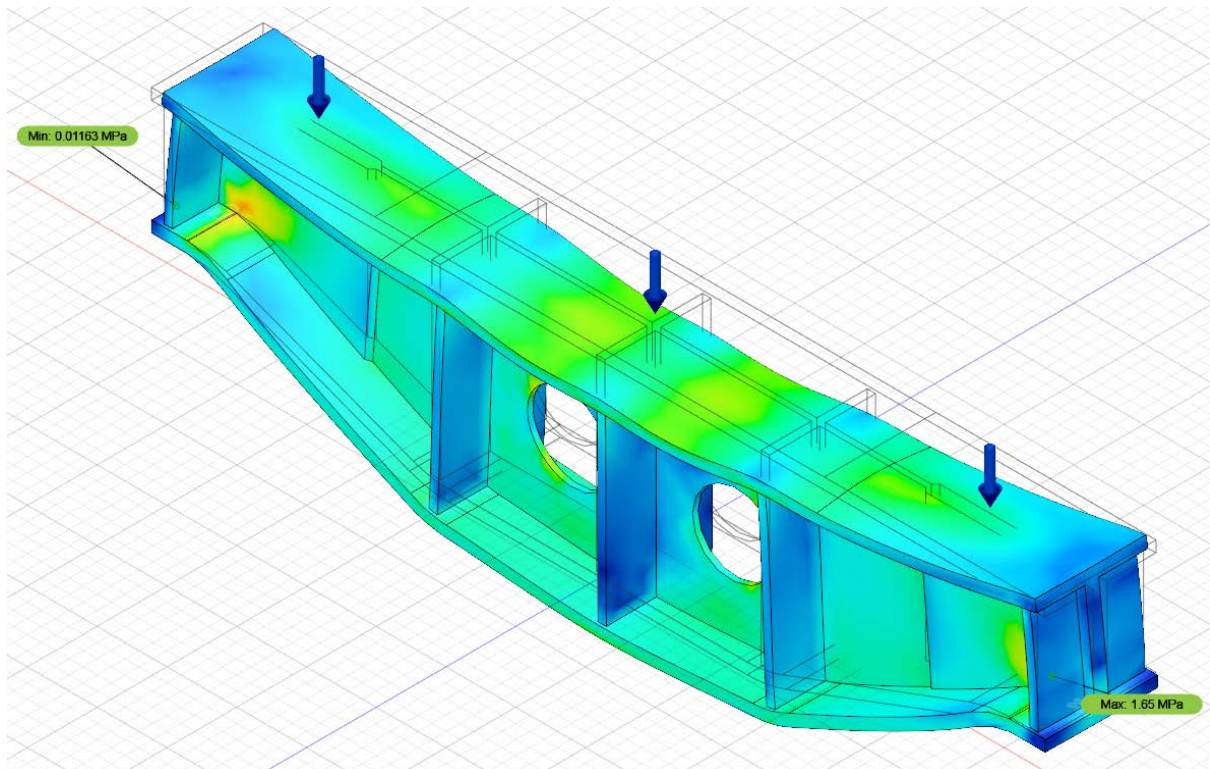
การแสดงผลการวิเคราะห์ มีตัวเลือกดังต่อไปนี้คือ

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



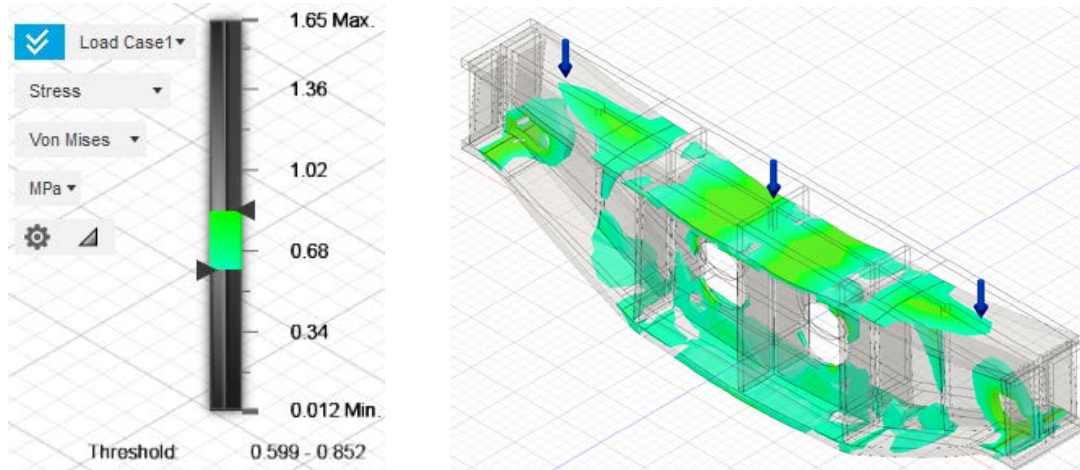
ภาพที่ 194 ตัวเลือกการแสดงผลการวิเคราะห์

ตามค่าตั้งต้นของโปรแกรมโปรแกรมจัดแสดงตำแหน่งซึ่งเกิดค่าผลการวิเคราะห์สูงสุดและต่ำสุด ตามภาพที่ 179 ซึ่งจุดที่แสดงโปรแกรมเรียกว่า Point Probe



ภาพที่ 195 Point Probe ได้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์

ผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดช่วงขอบเขตของแถบสีซึ่งแสดงค่า ผลการวิเคราะห์ การกำหนดขอบเขตดังกล่าวมีผลต่อการแสดงผลลัพธ์โดยแบบจำลองจะถูกกำจัดส่วนที่อยู่นอกขอบเขตยกเว้นออกจากการแสดงผลทำให้ผลลัพธ์การวิเคราะห์มีความชัดเจนมากขึ้น



ภาพที่ 196 การสร้าง Iso surface ใน Fusion 360

แบบฝึกหัด

จากรูปแบบโครงสร้างที่กำหนดให้ ทำการสร้างแบบจำลอง และวิเคราะห์ ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

