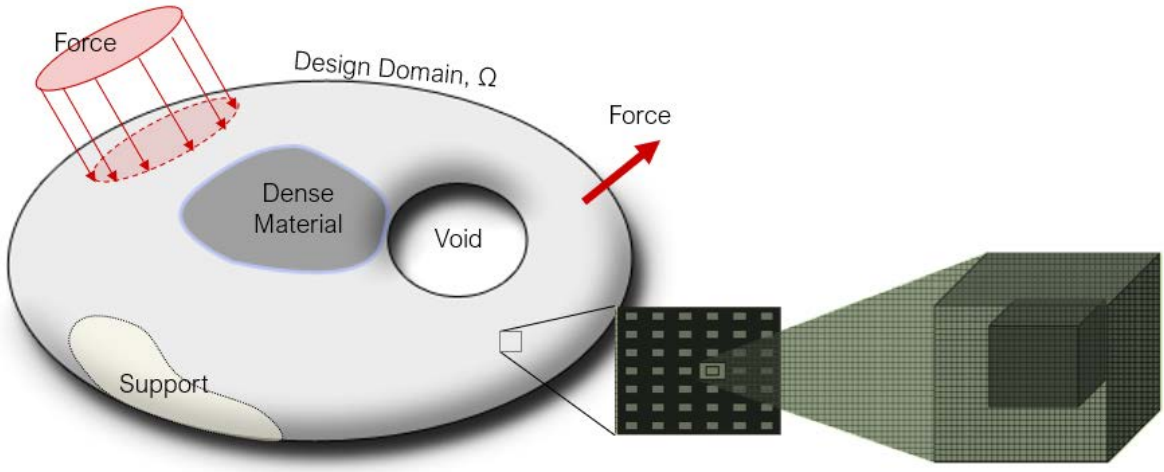
ปฏิบัติการที่ 11 กระบวนการ Topology Optimization

วัตถุประสงค์

1. ศึกษากระบวนการ Topology Optimization ของโครงสร้าง
2. ดำเนินกระบวนการ Topoloy Optimization ของ โครงสร้าง โดยใช้ Autodesk Fusion

บทนำ

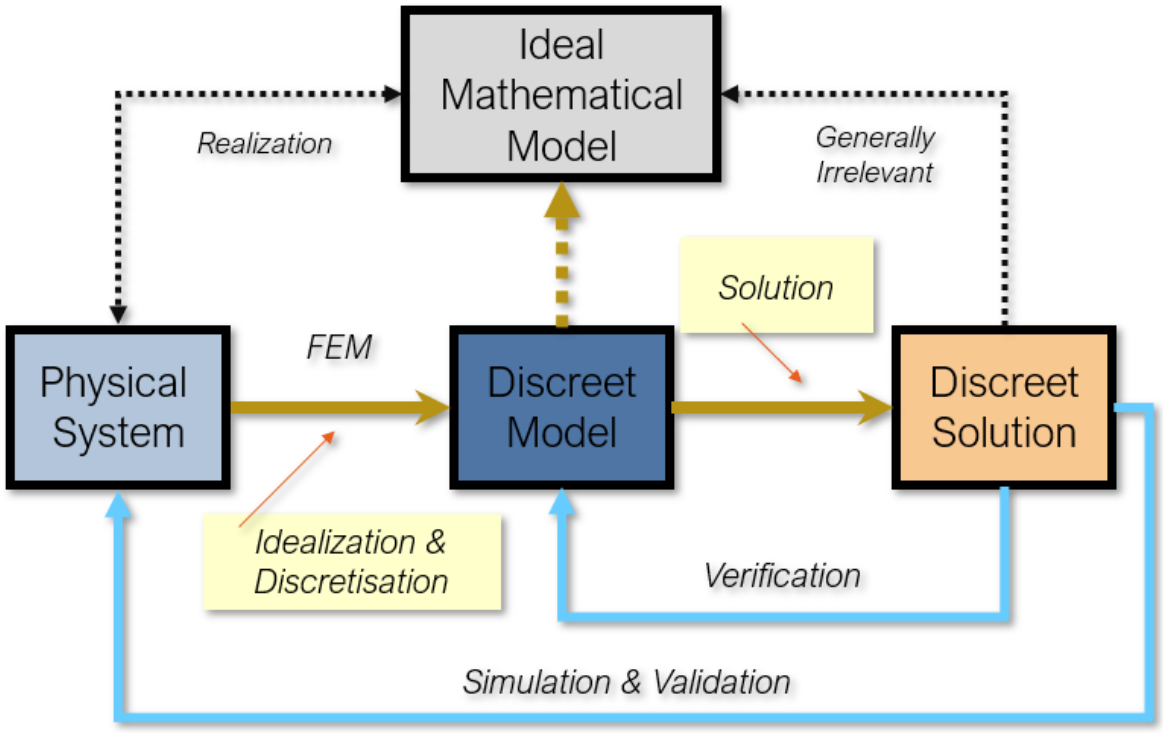
กระบวนการ Topology Optimization เป็นกระบวนการวิเคราะห์ค่าเหมาะที่สุดของโครงสร้างโดยพิจารณาถึงการกระจายความหนาแน่นของเนื้อวัสดุในส่วนที่มีความต้องการอย่างเหมาะสม (Sigmund, 1994)



ภาพที่ 230 แนวคิด Solid Isotropic Material Penalization

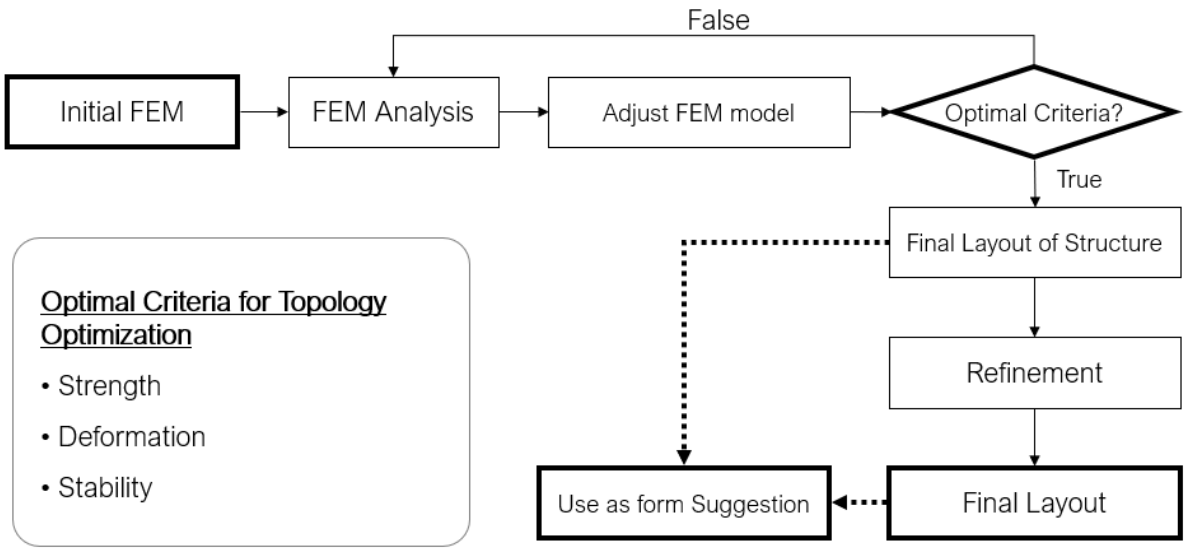
กระบวนการวิเคราะห์ เป็นกระบวนการซึ่งมีความสัมพันธ์กับระเบียบวิธี Finite Element กล่าวคือขอบเขตของปัญหาจะถูกสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วย ระเบียบวิธี Finite Element จากนั้นจึงใช้กระบวนการจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์หาหน่วยแรงที่เกิดขึ้น

 Copyright 2019-2020



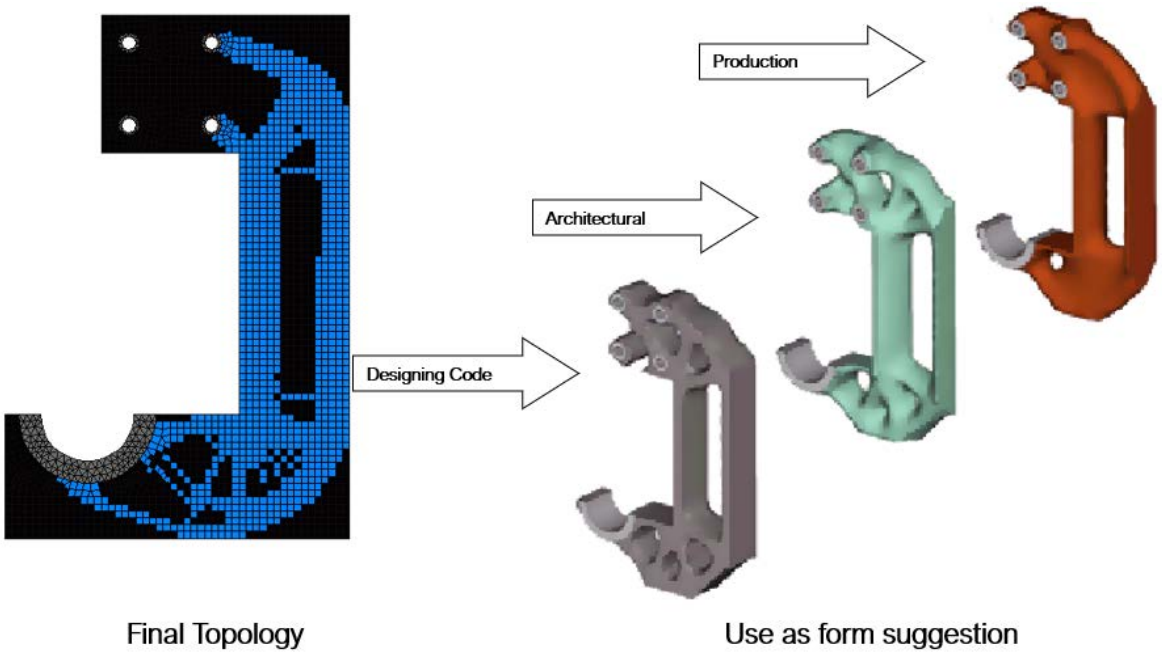
ภาพที่ 231 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างโดยใช้ FEM

ด้วยกระบวนการปรับเปลี่ยนพื้นผิวขอบเขตของแบบจำลองทีละนิดวิเคราะห์สามารถวิวัฒนาการโครงสร้างให้เกิดคำตอบที่ลูเข้าสู่สภาวะเหมาะที่สุดโดยคำตอบที่ได้สามารถนำไปผ่านกระบวนการเพื่อใช้เป็นรูปแบบแนะนำในการออกแบบเชิงรายละเอียดของโครงสร้าง



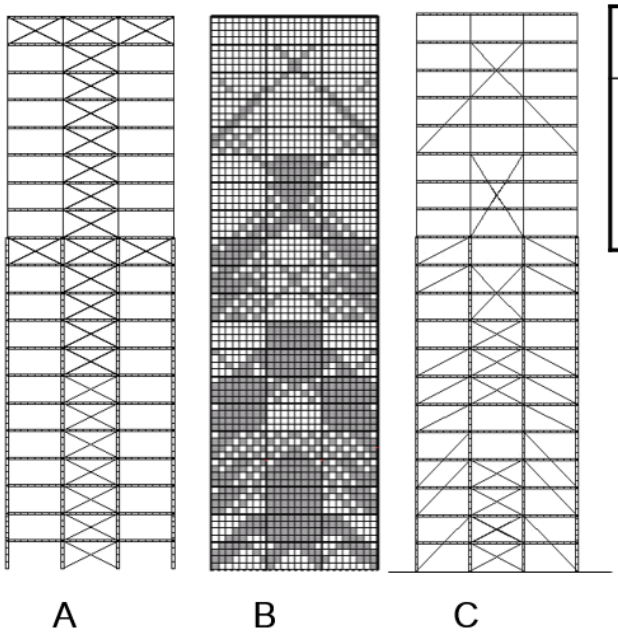
ภาพที่ 232 การใช้งาน Finite Element ในการวิเคราะห์ค่าเหมาะที่สุดของโครงสร้าง

Copyright 2019-2020



ภาพที่ 233 กระบวนการรูปแบบแนะนำ (Form-Suggestion)

รูปแบบของโครงสร้างที่ได้จากกระบวนการTopology Optimization มักมีลักษณะเฉพาะคือมีรูปแบบซึ่งคล้ายกับโครงสร้างทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากมีขั้นตอนที่มีความคล้ายคลึงกันกับกระบวนการวิวัฒนาการ



แบบของโครงสร้าง	Volume (cm^3)	Weight (Kg)
A : Conventional	815717	6183
B : Topology Optimization	204000	1546
C : Pure Fitting	183206	1389
C : Adjust Lateral Disp.	366412	2777
C : Form Steel Table	396082	3002

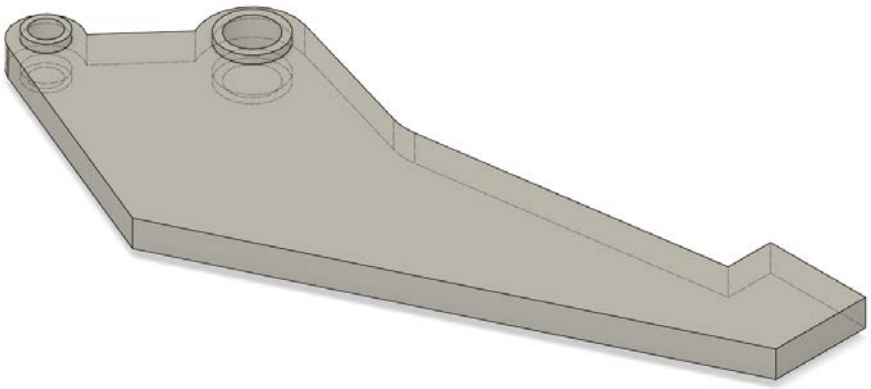
ภาพที่ 234 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าเหมาะที่สุดของโครงสร้าง

Copyright 2019-2020

ปฏิบัติการ

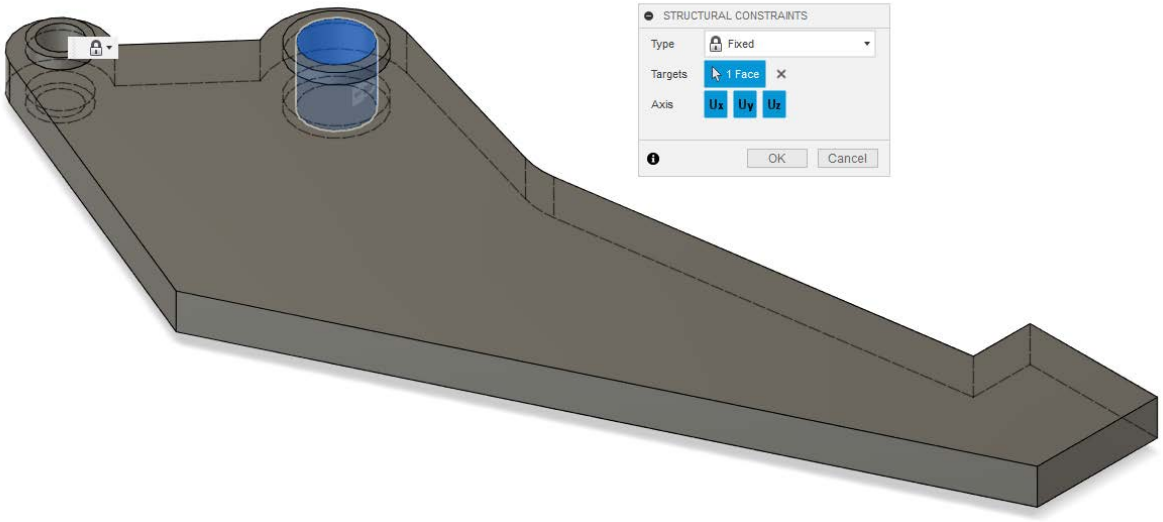
ดำเนินการวิเคราะห์ Topology Optimization โดยใช้โปรแกรม autodesk fusion มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการกำหนดขอบเขตของปัญหา
   เป็นกระบวนการกำหนดขอบเขตภายนอกโดยพิจารณาจากขอบเขตทางเรขาคณิตที่เป็นไปได้ของโครงสร้าง ซึ่งในกระบวนการนี้รูปทรงทางเรขาคณิตแบบคร่าวๆถูกกำหนดขึ้นโดยผู้วิเคราะห์



ภาพที่ 235 การกำหนด Design domain

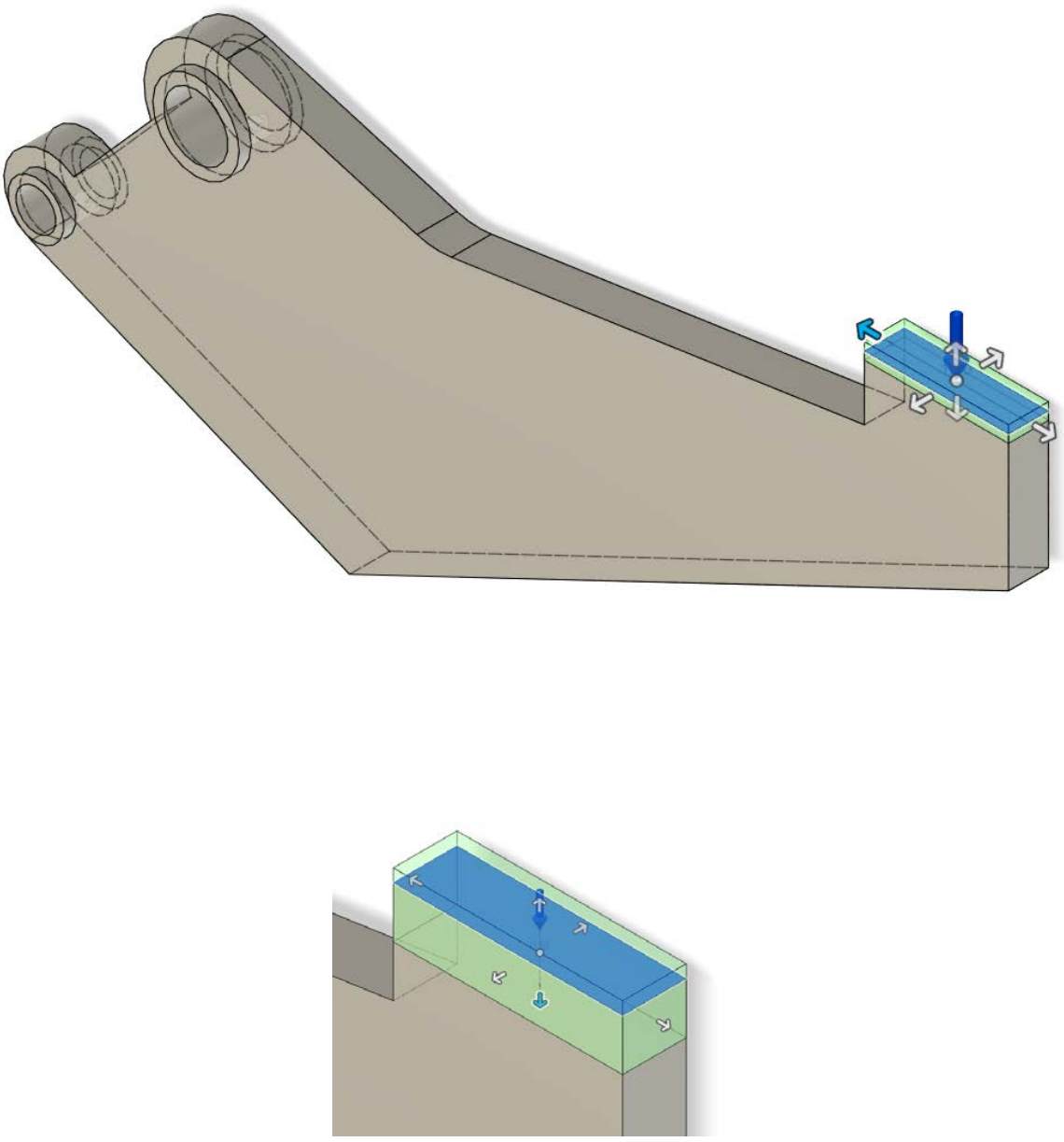
2. ทำการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตได้แก่ สภาพบังคับของจุดรองรับ และแรงกระทำ
   โดยแรงกระทำให้พิจารณาจากแรงที่เกิดขึ้นในสภาวะการใช้งาน



ภาพที่ 236 การกำหนด Structural Constrain

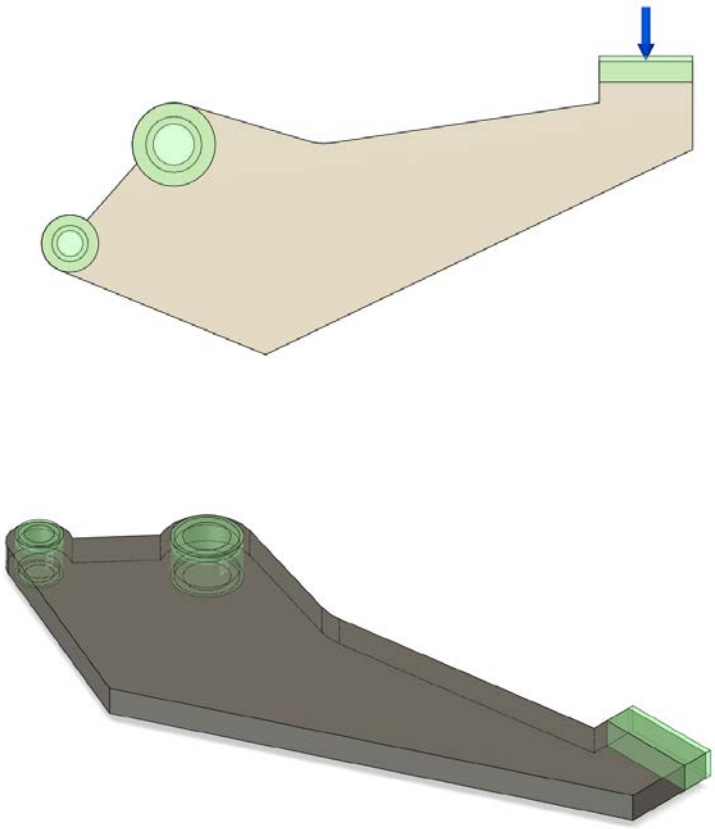
Copyright 2019-2020

3. แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 บริเวณได้แก่ พื้นที่ออกแบบและพื้นที่รายการออกแบบ
   โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้โครงสร้างยังคงสภาพสอดคล้องกับสภาวะการใช้งาน
   โดยพื้นที่ไร้การออกแบบเป็นพื้นที่ซึ่งจะไม่ถูกเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการวิเคราะห์



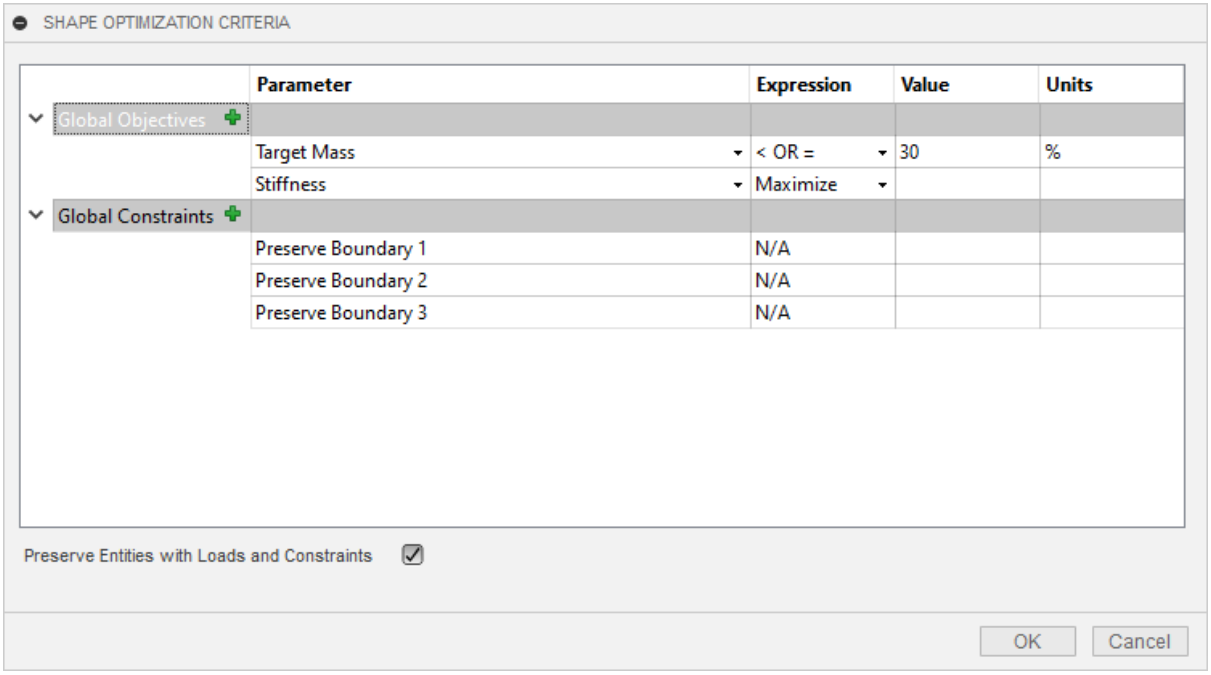
ภาพที่ 237 การกำหนด Non-Design Domain

Copyright 2019-2020



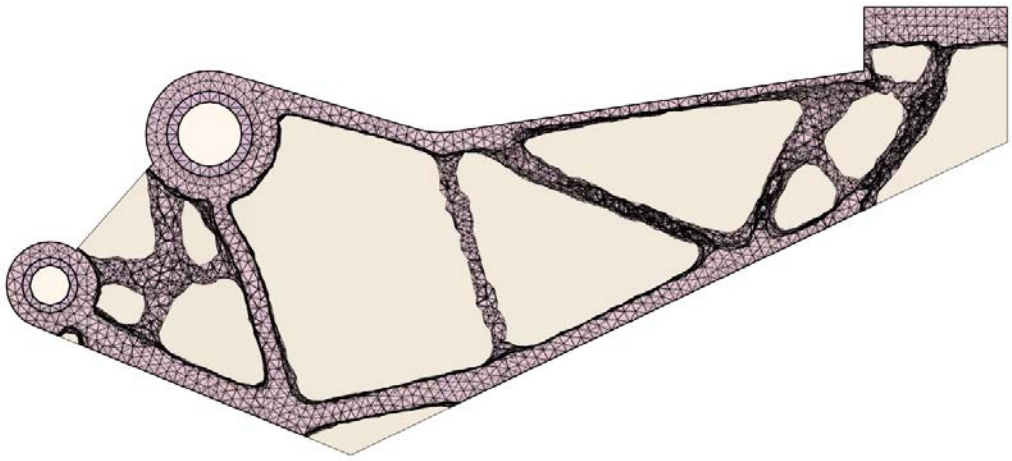
ภาพที่ 238 การกำหนด Non-design Domain ทั้งหมด

4. กำหนดเงื่อนไขสิ้นสุดการวิเคราะห์ค่าเหมาะที่สุด



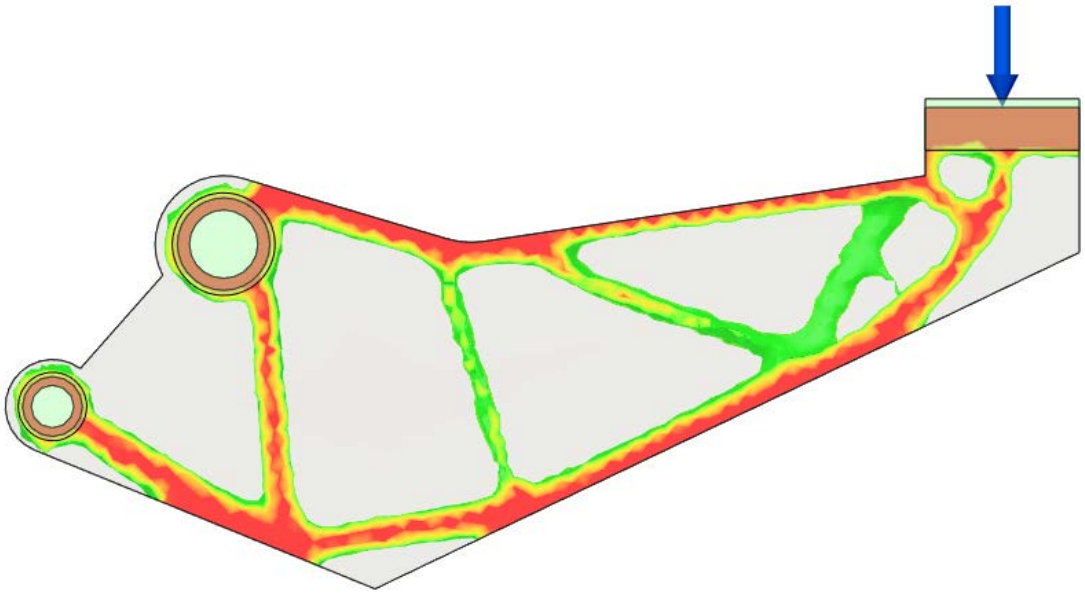
ภาพที่ 239 เงื่อนไขการสิ้นสุดกระบวนการ และ Objective function

Copyright 2019-2020



ภาพที่ 240 Optimal Topology ที่ได้

5. ดำเนินการวิเคราะห์ค่าเหมาะที่สุด โดยผู้วิเคราะห์สามารถนำรูปร่างที่ได้จากกระบวนการใช้ในลักษณะรูปแบบแนะนำในการออกแบบเชิงรายละเอียดได้ในลำดับต่อไป



ภาพที่ 241 ผล Critical Stress Path จากกระบวนการ Topology Optmization

Copyright 2019-2020