

## ปฏิบัติการที่ 12 กระบวนการ Generative Design

วัตถุประสงค์ ในปฏิบัติการนี้ผู้ใช้จะได้เรียนรู้กระบวนการออกแบบเชิงกำเนิด (Generative Design) โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Fusion 360 โดยมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการ Generative Design
2. ขั้นตอนการการ ตั้งค่าและวิเคราะห์กระบวนการ Design
3. การตีความผลและการส่งออกการออกแบบเชิงรายละเอียด

### บทนำ

กระบวนการ Generative Design เป็นกระบวนการซึ่งอาศัยการสับหมู ของการออกแบบเชิง พารามิเตอร์ หรือ การจัดวาง วัตถุทางกายภาพ เช่น ตัวเลือกของวัสดุ ข้อจำกัดการผลิต ข้อจำกัดทางราคาซึ่งส่งผลต่อการออกแบบขั้นสุดท้าย ของชิ้นงาน โดยการใช้งาน computer เพื่อ สร้าง การจัดหมู่ (Permutation) เพื่อ ศึกษาถึงผลลัพธ์การออกแบบที่สอดคล้อง หรือไม่ สอดคล้องกับเงื่อนไข ข้างต้น

กระบวนการ Generative Design เป็นการประสานการออกแบบเชิง Algorithm เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการออกแบบ โดยมนุษย์ ซึ่ง มนุษย์มีบทบาทในการสร้าง ตรรกะของการออกแบบ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์ โดยสร้างรูปแบบของผลเฉลยการออกแบบจำนวนมาก ซึ่งอาจค้นพบในการออกแบบซึ่งเรียกว่า Happy Accident ซึ่งเป็น การยากที่จะค้นพบในกระบวนการออกแบบดั้งเดิม

### เครื่องมือที่ช่วยการพัฒนากระบวนการ Generative Design

ในด้านเครื่องมือซึ่งช่วยในการพัฒนากระบวนการ Generative Design นั้น สามารถใช้ การเขียนชุดคำสั่งในรูป ของ Script ร่วมกับการทำงานเชิงคำนวณ เช่น การใช้งาน Dynamo Studio หรือ LISP โดยทำงานร่วมกับ โปรแกรมหลัก

### กระบวนการ Generative Design

กระบวนการ Generative design มีขั้นตอน แสดงใน ภาพที่ 178 (Kean Walmsley, 2019)



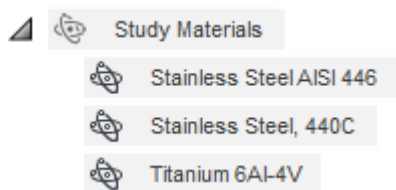
### ภาพที่ 242 กระบวนการ Generative Design

### ขั้นที่ 1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง ตรรกะในการออกแบบ ในกระบวนการ Generative Design ซึ่งข้อมูลที่ต้องการรวบรวมนั้น เป็นไปได้ทั้ง เงื่อนไขสภาพการใช้งาน วัสดุที่เป็นไปได้ เงื่อนไขในการผลิต ความต้องการพิเศษของผู้ใช้งาน

### ขั้นที่ 2 การกำหนดการออกแบบ

เป็นกระบวนการสร้างการจัดหมู่ซึ่งเกิดจาก ข้อมูลที่รวบรวมไว้ในขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลความต้องการต่างๆ จะถูกนำไปสร้างเป็นเซตของ Design Space ที่ตรงกับ Design Requirement



### ขั้นที่ 3 การประเมิน

เป็นการประเมินผลการออกแบบโดยใช้เงื่อนไขเป้าหมายที่กำหนดไว้ เช่น การใช้ มวล ปริมาตร หน่วยแรงระบุสถานะคราก สัดส่วนความปลอดภัย เป็นต้น

### ขั้นที่ 4 การวิวัฒน์

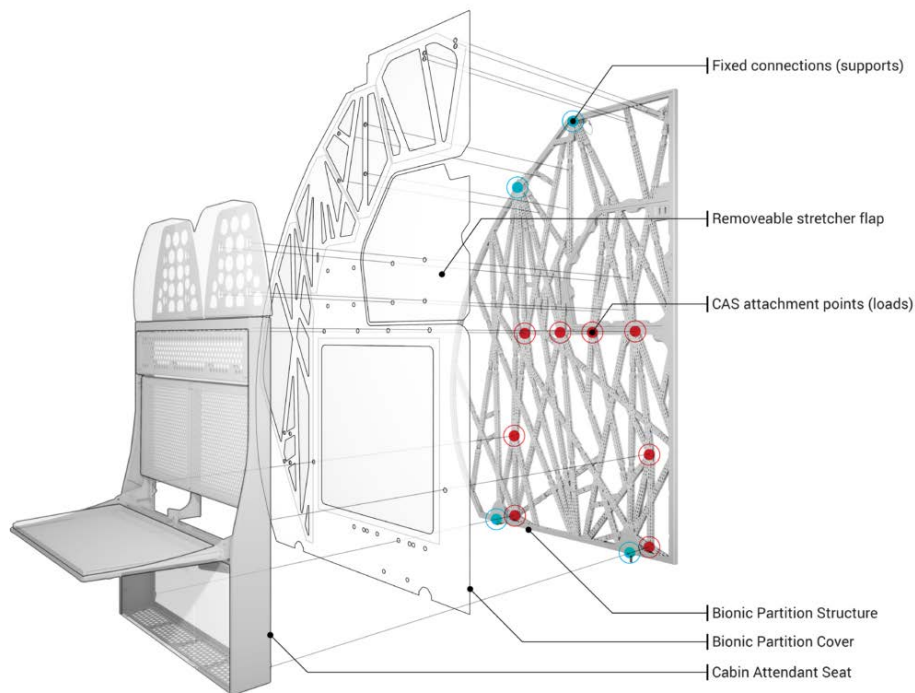
เป็นกระบวนการพัฒนาการออกแบบโดยใช้ระเบียบวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดโดยกระบวนการวิวัฒนาการ เช่น การใช้งาน Algorithm ESO (Martin Philip Bendsøe & Kikuchi, 1988) หรือ BESO (Liang, Xie, & Steven, 2000)(ดู ปฏิบัติการที่ 11 กระบวนการ Topology Optimization)

### ขั้นที่ 5 การคัดเลือก

เป็นกระบวนการตัดสินใจขั้นสุดท้ายของผู้ออกแบบในการเลือก การออกแบบที่ต้องการจากผลการออกแบบที่มีการลู่เข้าของคำตอบ

## กรณีศึกษา การออกแบบโดย Generative Design

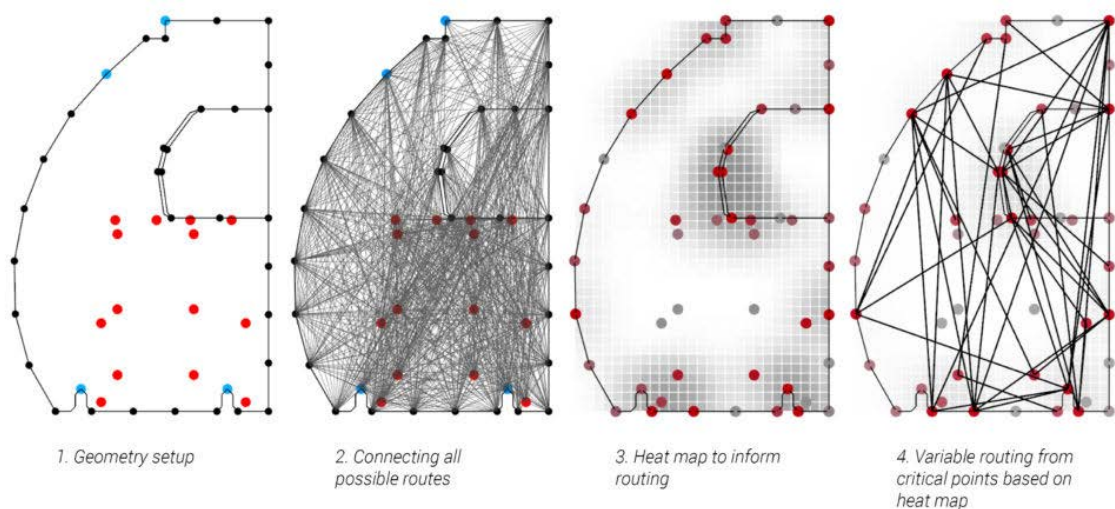
Bionic Partition ของ Airbus



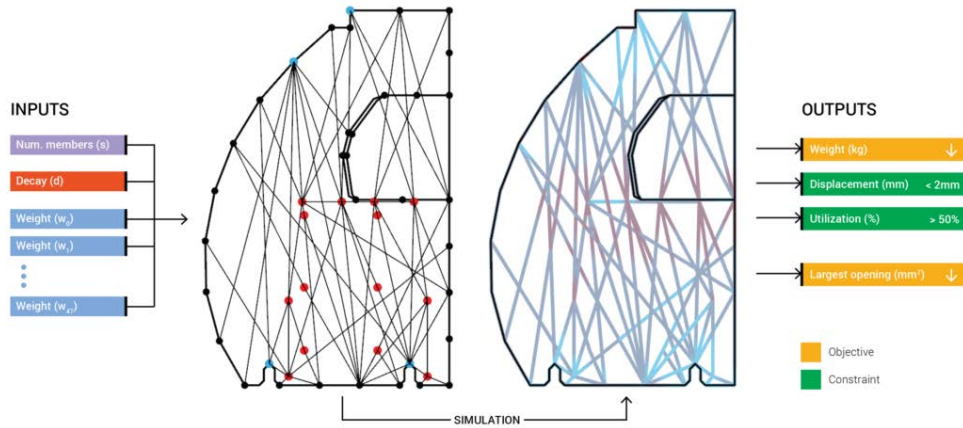
### ภาพที่ 243 โครงผนังรับน้ำหนักของเก้าอี้ลูกเรือ (CAS)

ที่มา <https://daninagy.com/portfolio/bionic-partition/>

กระบวนการออกแบบ แนวคิดในการออกแบบผนังกันห้องผู้โดยสาร และใช้งานเป็นส่วนติดตั้งเก้าอี้ลูกเรือ เริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลการออกแบบ โดยพิจารณาถึงจุดยึดของเก้าอี้ลูกเรือซึ่งได้รับน้ำหนักจากของลูกเรือ ร่วมกับเงื่อนไขด้านความปลอดภัยที่ต้องการช่องเปิดในกรณีที่มีการส่งผู้โดยสารที่ได้รับบาดเจ็บ

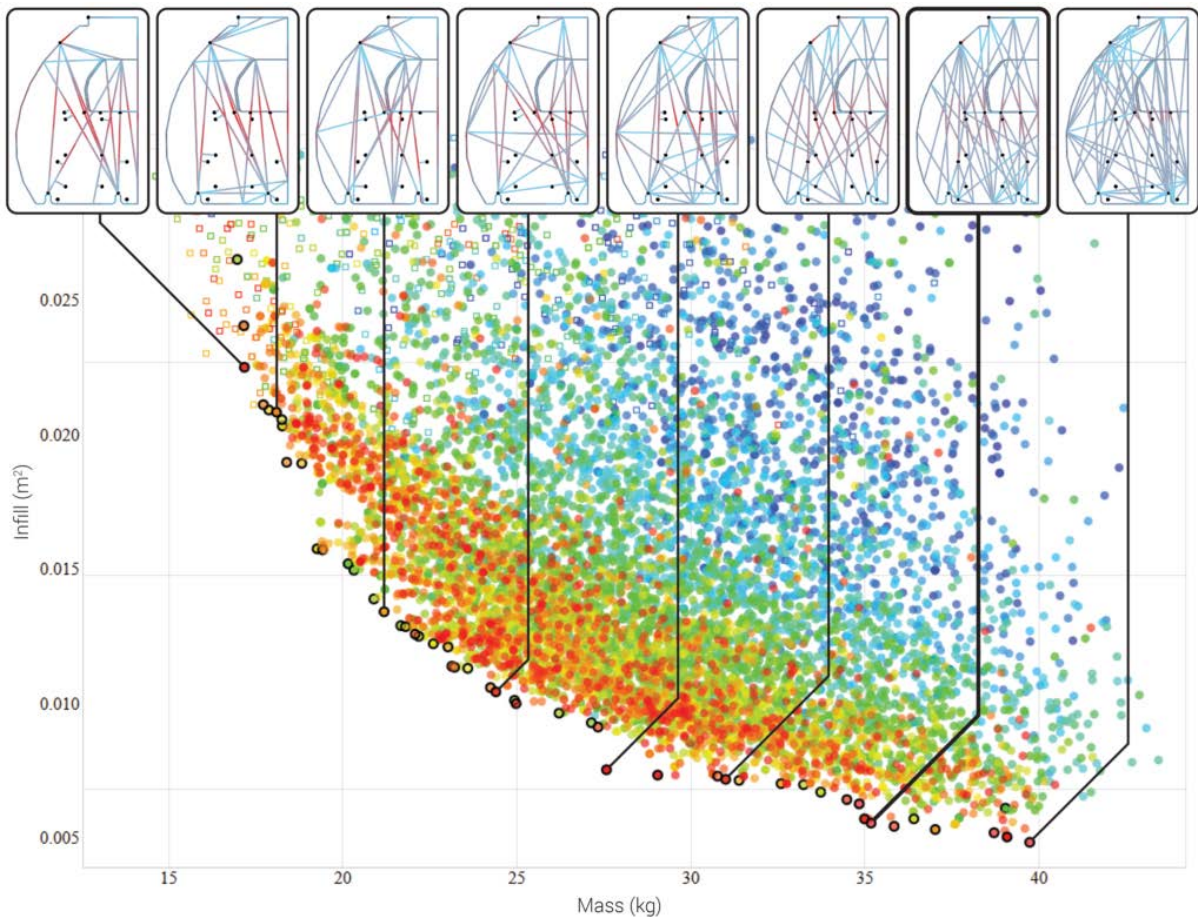


### ภาพที่ 244 การสร้าง Design Space และการประเมิน

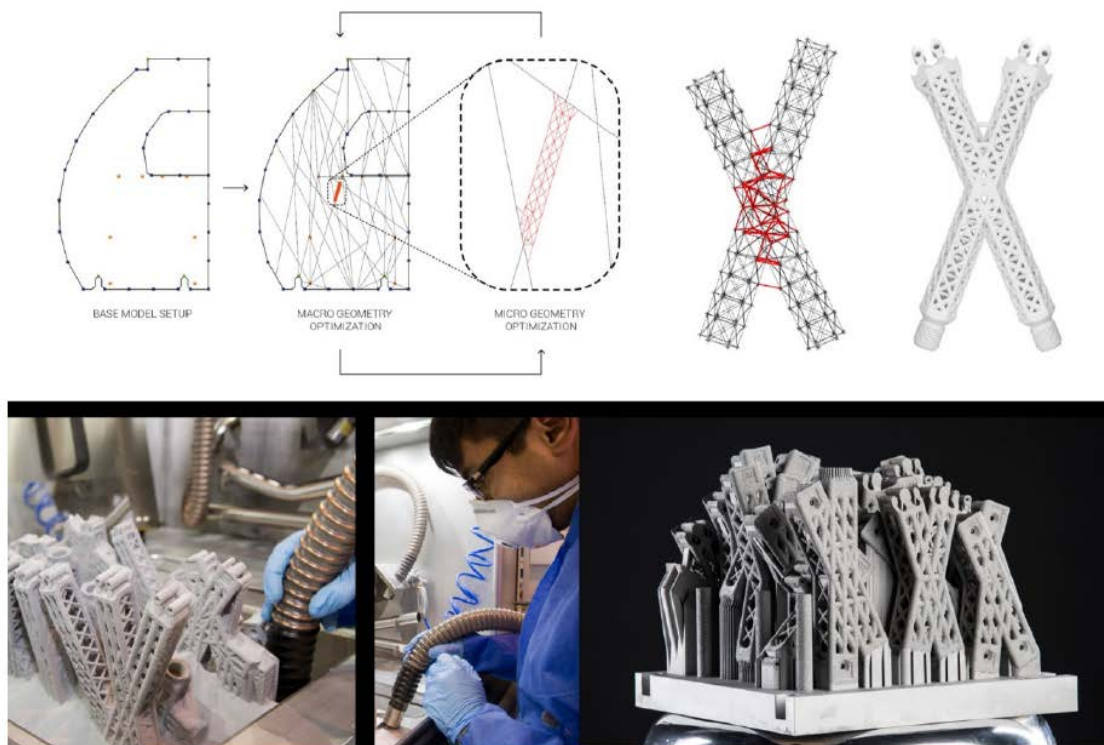


ภาพที่ 245 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์จะถูกนำมา ประเมินในเกณฑ์การออกแบบต่างๆซึ่งถูกกำหนดโดยผู้ใช้ในลำดับขั้นตอนเริ่มต้นกระบวนการก่อนจะนำมาสรุปเป็นคำตอบที่เป็นไปได้



ภาพที่ 246 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ infill ในการพิมพ์สามมิติ กับ มวลของผนัง

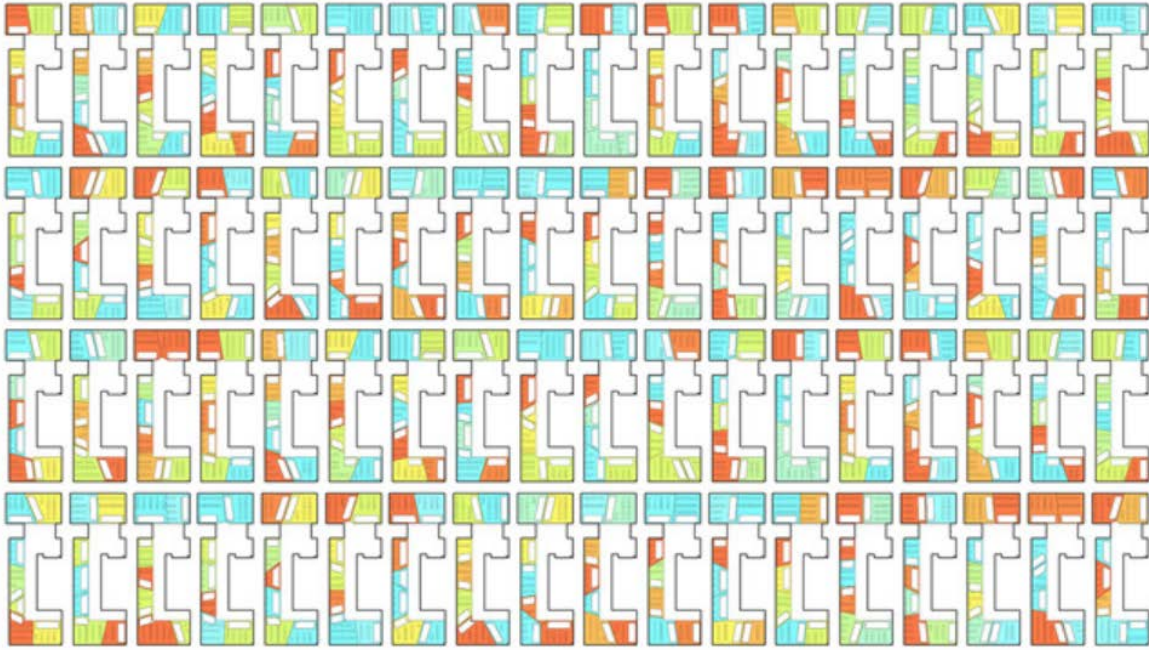


ภาพที่ 247 กระบวนการผลิตผนัง โดยการพิมพ์สามมิติวัสดุโลหะ

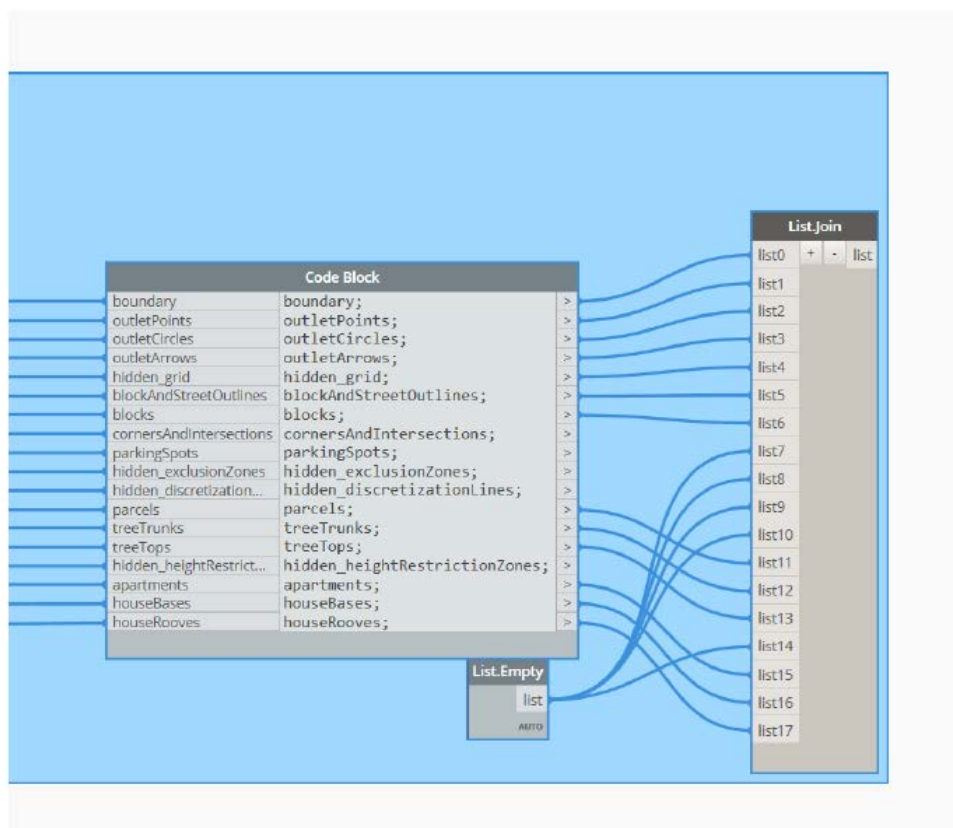
นอกจากกระบวนการ generative Design สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง กระบวนการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการจัดผังพื้นที่ซึ่งมีความสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้จำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน



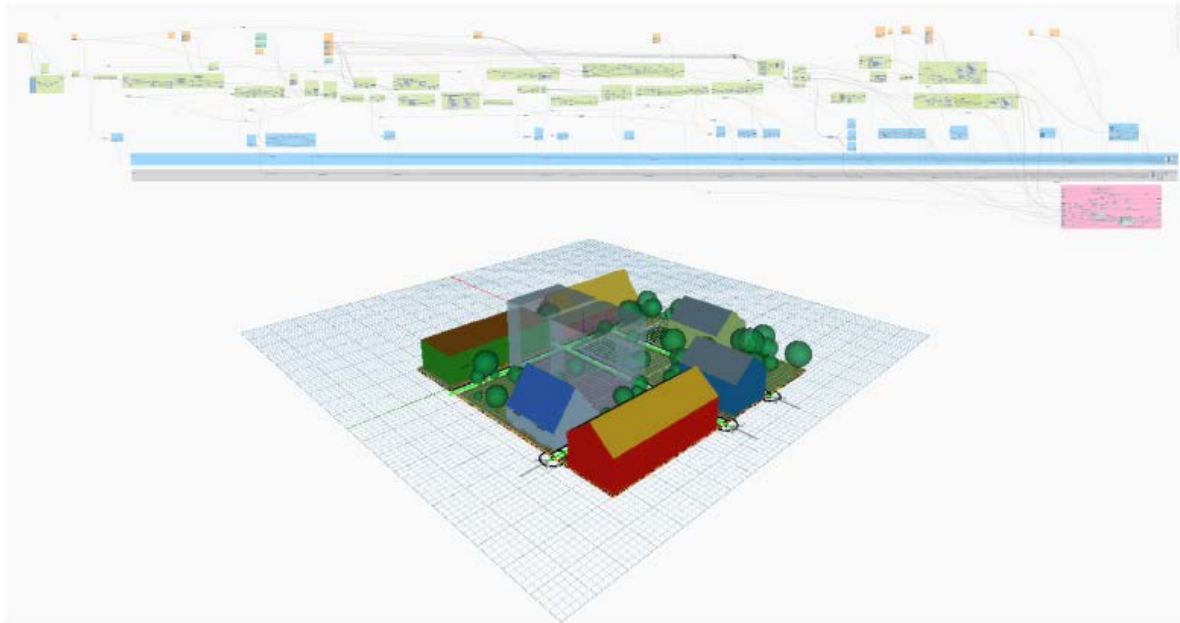
ภาพที่ 248 การออกแบบผังอาคาร โดยมีปัจจัยเงื่อนไขหลายปัจจัย



ภาพที่ 249 การประเมินผังอาคารจากเงื่อนไขการออกแบบที่สร้างโดย Algorithm และ Dynamo

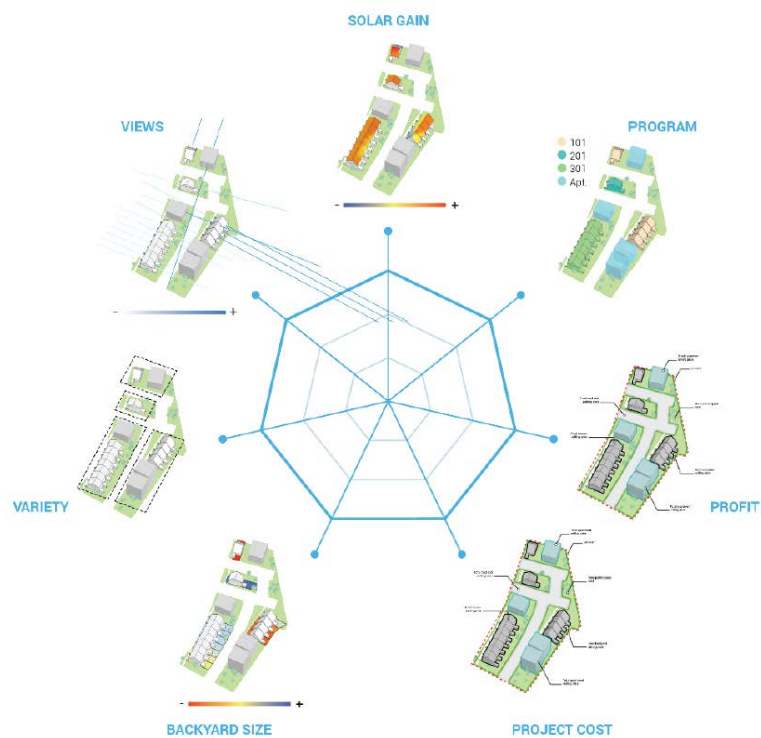


ภาพที่ 250 การสร้างแบบจำลองพารามิเตอร์โดยโปรแกรม Dynamo



### ภาพที่ 251 การใช้ Generative Design ในการวางผังพื้นที่

นอกจากการใช้งาน Generative Design ในการวางผังอาคารแล้ว ในงานวางผังพื้นที่ ระเบียบวิธีสามารถสร้างการจัดหมู่โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในการออกแบบจำนวนมาก และ ทำการประเมินเพื่อให้ได้การออกแบบที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขการประเมินหลากหลายด้าน



### ภาพที่ 252 การใช้งาน Generative Design ในการวางผัง

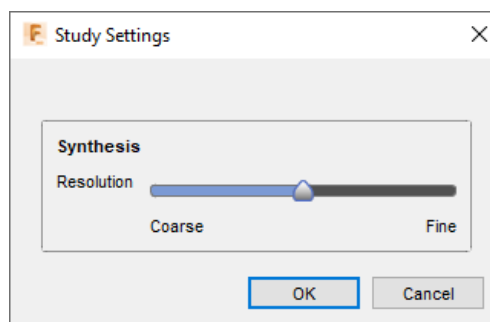
กระบวนการ generative Design ได้รับการพิสูจน์ โดยกระบวนการทำการรวมองค์ประกอบ 8 ชิ้นส่วนเข้าเหลือ องค์ประกอบเพียงชิ้นเดียว ซึ่งรูปแบบดังกล่าวไม่สามารถใช้มนุษย์ในการออกแบบได้



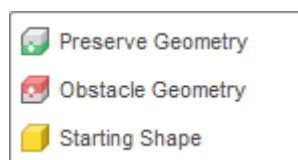
ภาพที่ 253 การใช้งาน Generative Design ในการออกแบบชิ้นส่วนยานยนต์

### ปฏิบัติการ

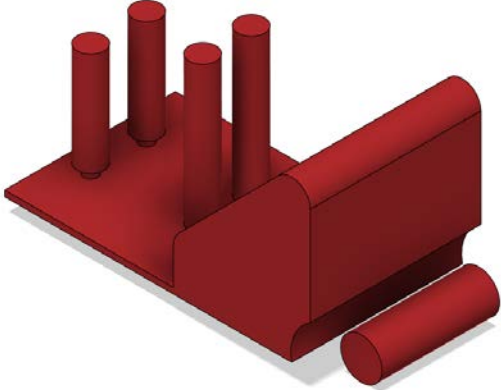
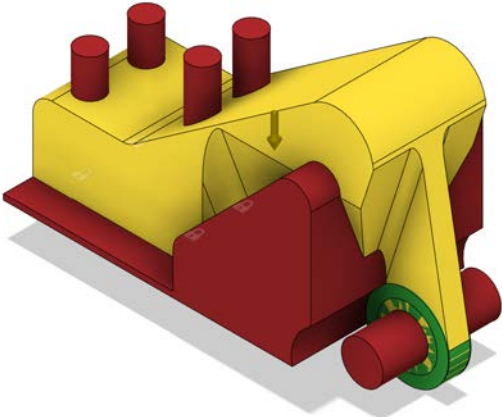
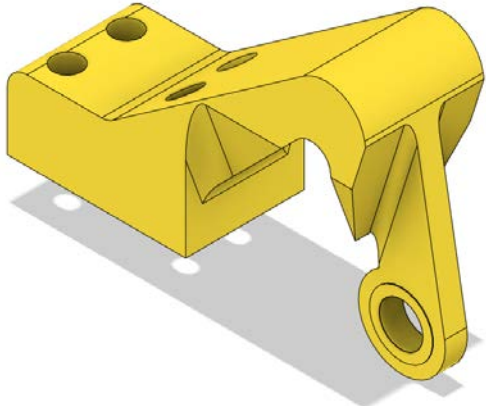
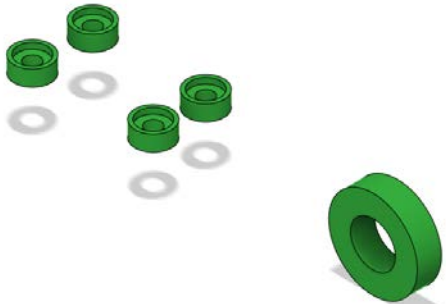
กระบวนการเริ่มต้นจากการกำหนดระดับความละเอียดของการวิเคราะห์



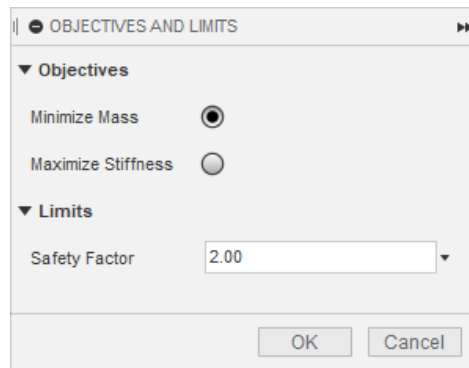
จากนั้นจึงทำการกำหนดข้อมูลเงื่อนไขความเป็นไปได้ของทางเลือกในการออกแบบเช่นวัสดุ นอกจากนี้ผู้วิเคราะห์สามารถ กำหนดขอบเขตของพื้นที่ได้ใน 3 รูปแบบด้วยกันคือ พื้นที่สงวน พื้นที่สิ่งกีดขวาง และรูปร่างเริ่มต้น



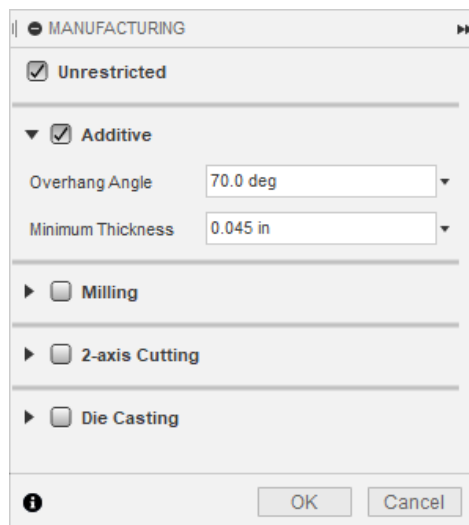


	 <p>Obstacle Geometry</p>
 <p>Initial Generative Design problem</p>	 <p>Starting Shape</p>
	 <p>Preserved Geometry</p>

วิเคราะห์สามารถกำหนดขอบเขตและฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ได้ ตลอดไปจนถึงกำหนดข้อจำกัดในการผลิต และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน

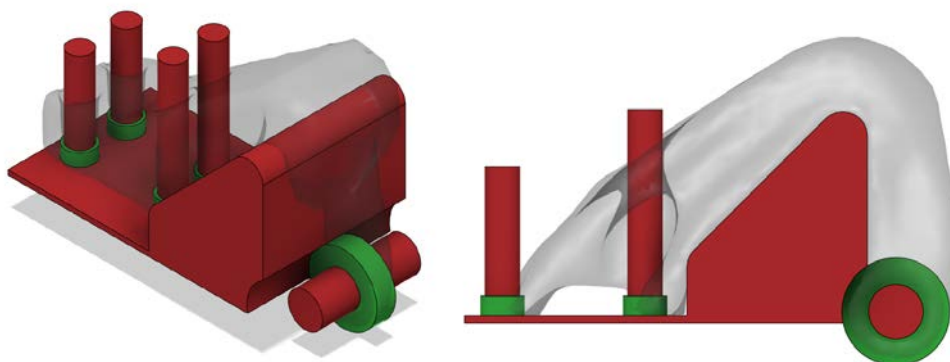


ภาพที่ 254 การกำหนดเงื่อนไขวัตถุประสงค์



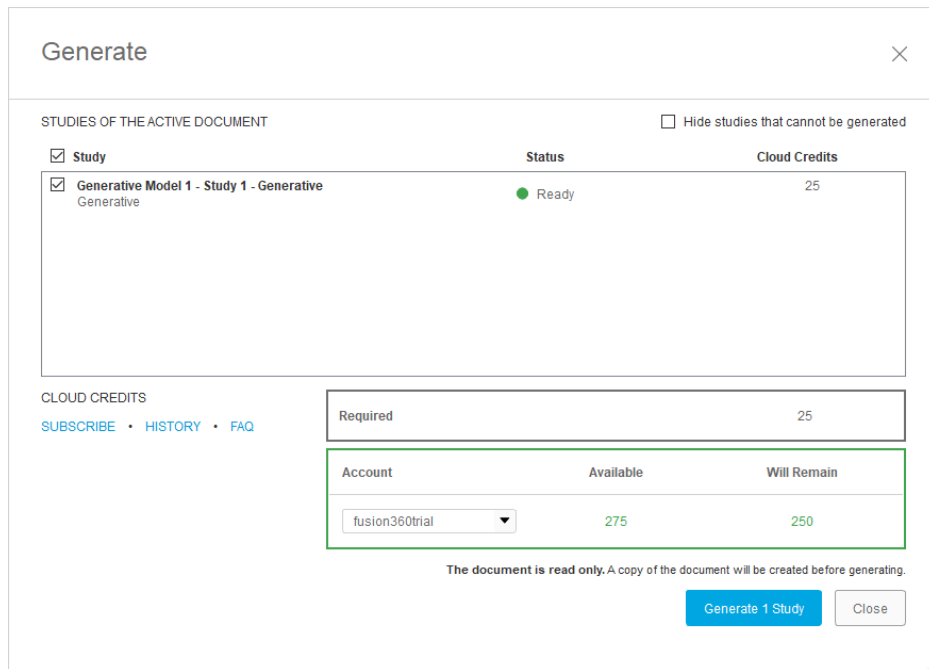
ภาพที่ 255 การกำหนด เงื่อนไขการผลิต เพื่อใช้ในการสร้าง Permutaion

นอกจากนี้โปรแกรมยังมีความสามารถในการ preview รูปแบบของผลเฉลย ก่อนเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ที่จริง



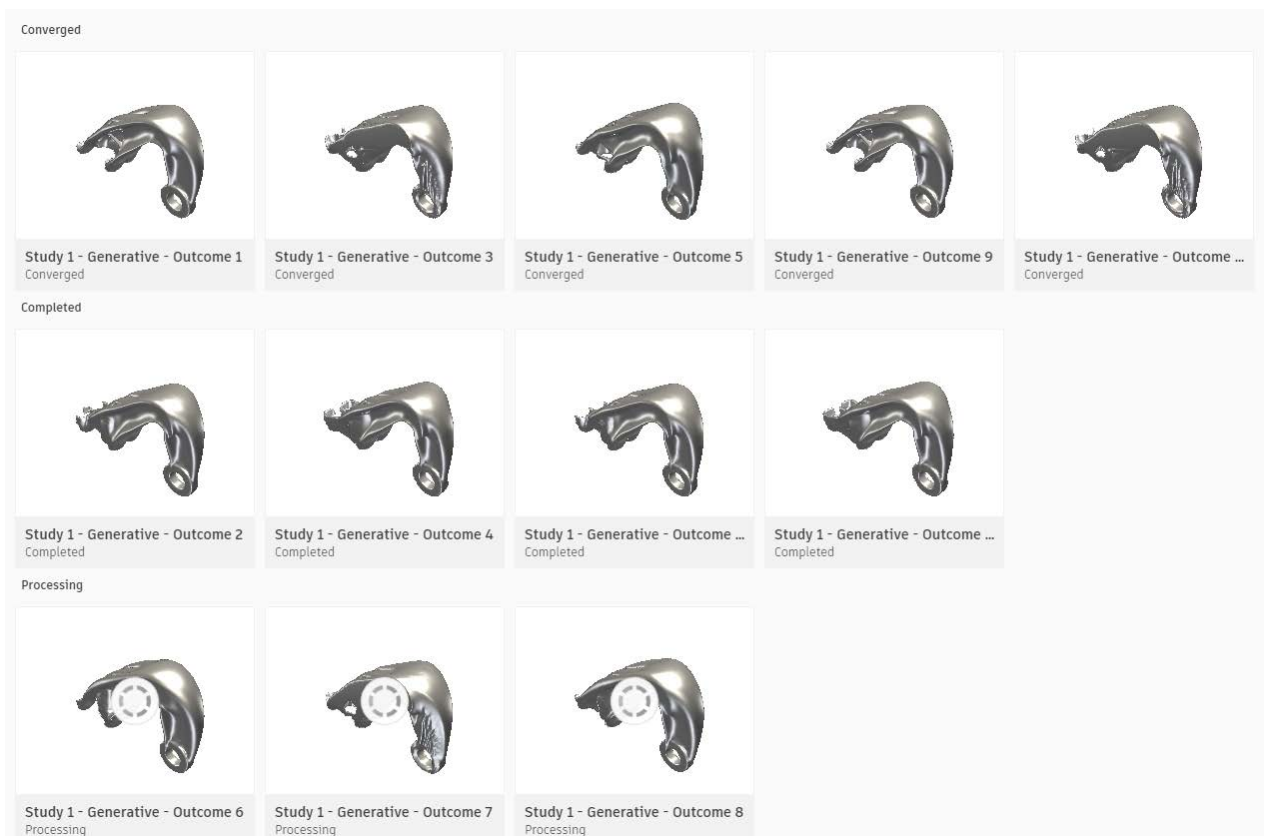
ภาพที่ 256 การ Preview แบบก่อนการวิเคราะห์แบบละเอียด

จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์โดยการจัดหมู่ (Permutaion) ต่างๆโปรแกรมจะดำเนินการโดยอัตโนมัติ

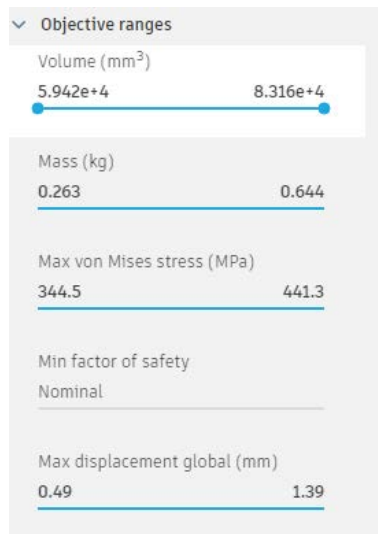


ภาพที่ 257 การนำข้อมูลเข้าสู่การประมวลผลใน Cloud Computation

ในระหว่างการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่สุดสามารถติดตามกระบวนการในแต่ละทางเลือกการออกแบบและสามารถลองผลการออกแบบซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่กำหนดอีกด้วย

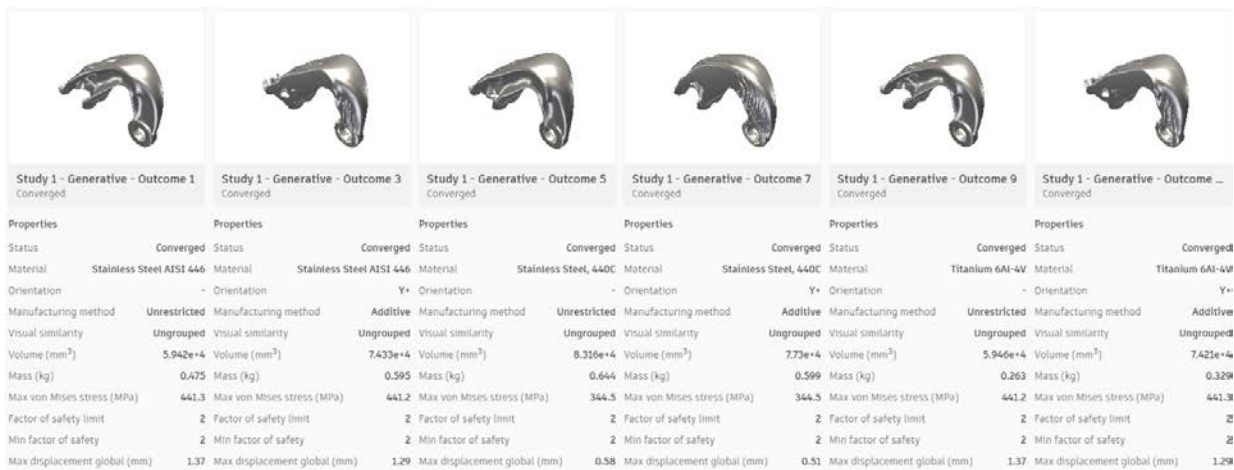


ภาพที่ 258 ทางเลือกในการออกแบบที่เป็นไปได้



ภาพที่ 259 เส้นใยการกรองการออกแบบ

เพื่อการออกแบบแล้วเสร็จโปรแกรมจะทำการแสดงผลการออกแบบในแต่ละเงื่อนไขเพื่อให้ผู้ใช้สามารถคัดเลือกเงื่อนไขที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด



ภาพที่ 260 ผลการออกแบบที่ดีที่สุดในแต่ละเงื่อนไขต่าง ๆ

โดยผู้ใช้สามารถเข้าไปดูรายละเอียดของการออกแบบและนำไปใช้ในการผลิตได้ทันที



ภาพที่ 261 ตัวอย่างผลการออกแบบ