

การออกแบบชิ้นงานสำหรับการพิมพ์ 3 มิติ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

Effective Design Process for 3D Printing

วิศเดช รัศมีทัต¹

Vivasadej Rasmidatta¹

Received : July 8, 2022

Revised : August 29, 2022

Accepted : August 30, 2022

¹อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

อีเมล : Rasmidatta_v@silpakorn.edu

¹ Lecturer in Department of Product Design, Faculty of Decorative Arts, Silpakorn University

E-mail : Rasmidatta_v@silpakorn.edu

บทคัดย่อ

บทความ“การออกแบบชิ้นงานสำหรับการพิมพ์ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด” เกิดขึ้นเนื่องจากแนวคิดและกระแสในปัจจุบันที่เทคโนโลยีการผลิตชิ้นงานต้นแบบพัฒนาขึ้นเป็นอย่างมาก และการเข้าถึงเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เป็นที่แพร่หลาย จากเดิมที่ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความคิดว่าเครื่องมือชนิดนี้สามารถผลิตชิ้นงานต้นแบบได้ง่าย รวดเร็ว และลดข้อจำกัดต่าง ๆ ของการผลิตลงเมื่อเทียบกับการผลิตชิ้นงานต้นแบบด้วยวิธีอื่น แต่ในทางกลับกันการใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่ไม่ใช่ระดับอุตสาหกรรมก็ส่งผลกับการทำชิ้นงานต้นแบบ โดยจากเดิมที่ใช้ทักษะการทำต้นแบบด้วยตนเอง ไปสู่การจ้างผลิตต้นแบบกับร้านค้าที่มีบริการรับพิมพ์ 3 มิติ รวมไปถึงก่อให้เกิดปริมาณขยะพลาสติกเพิ่มมากขึ้นเพราะพลาสติกเป็นวัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นจำนวนมาก ทำให้มีต้นทุนการทำงานที่สูงขึ้นเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับการทำต้นแบบด้วยตนเอง

ดังนั้นการศึกษาลักษณะการทำงาน และเงื่อนไขการผลิตของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ส่วนค้ำยัน ลักษณะของชิ้นงานที่สามารถผลิตได้ และการแก้ปัญหาให้ชิ้นงานสามารถผลิตได้ง่าย มีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงวิธีการออกแบบชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์ 3 มิติ โดยผลการทดลองภายในบทความนี้จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถประหยัดการใช้วัสดุ ลดระยะเวลาในการผลิตและเกิดความคุ้มค่ามากขึ้น โดยเนื้อหาในบทความนี้จะทำให้ผู้อ่านสามารถออกแบบชิ้นงานเพื่อนำไปผลิตผ่านเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การพิมพ์ 3 มิติ, การออกแบบ, การทำต้นแบบ

Abstract

With the advancement of technology for producing rapid prototypes, 3D printers have rapidly become the standard tool for product design, prompting the study “Effective Design for 3D Printing.” The 3D tool is regarded by most users as one of the most productive tools that can easily produce rapid prototypes and reduce production constraints in comparison to other prototyping methods. However, the use of 3D printers at the non-industrial level is still affecting the production of rapid prototypes, with the commercial sector shifting from traditional handcraft modeling to the use of 3D printing services. Additionally, 3D printing can lead to an increase in plastic waste due to the increased use of materials in production. This considerably increases

By studying how to build a model for 3D printing and gaining knowledge of the fundamental circumstances of 3D printing, users will be able to comprehend the working principle and certain crucial production conditions. The design of the model within the constraints of the 3D printing technique will be advantageous to both users and the business sector. In the experiment, modifying the model to be suited for 3D printing resulted in a significant reduction in manufacturing time, especially as the production scaled up. It will also reduce the use of needless materials. This article will help the reader to create a model for the efficient and economical production of parts in terms of materials and production time.

Keywords : Design, 3D printing, Rapid Prototype

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตชิ้นงานผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นงานต้นแบบนั้นได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเกิดการแข่งขันกันมากมาย เพื่อให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว ลดต้นทุนในการผลิต ไม่ว่าจะทางด้านเวลา ค่าใช้จ่าย รวมไปถึงการปรับรูปแบบของเครื่องมือจากระดับอุตสาหกรรม มาสู่ระดับครัวเรือน ที่สามารถให้ผู้ที่ใช้งานที่เป็นบุคคลทั่วไป หรือผู้ประกอบการขนาดเล็กสามารถเข้าถึงการผลิตได้

เครื่องพิมพ์ 3 มิติ หรือที่เรียกการติดปากว่า “3D Print” เริ่มเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2555 และมีธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ 3 มิติ เกิดขึ้นนับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา การใช้งานในภาคการศึกษา ก็เริ่มเข้าถึงและเริ่มใช้งานในการเรียนการสอน ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ทั้งทางสายวิศวกรรม หรือแม้กระทั่งสายที่เกี่ยวข้องกับศิลปะ

จากตัวอย่างการใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ของนักศึกษาของคณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในวิชา การออกแบบผลิตภัณฑ์ 3 พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ใช้การพิมพ์ 3 มิติ ในการทำชิ้นงานต้นแบบ แต่การใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้นทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูง เกินกว่าระดับชิ้นงานต้นแบบของการศึกษา แม้นักศึกษาจะนิยมผลิตชิ้นงานด้วยกระบวนการพิมพ์ 3 มิติ เนื่องจากความสะดวกแต่วิธีการดังกล่าวจะมีค่าใช้จ่ายมากกว่าการทำชิ้นงานด้วยตนเองด้วยการใช้เครื่องมือ และ เครื่องจักร ภายในโรงปฏิบัติงานของภาควิชา

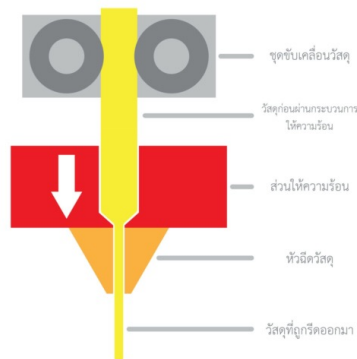
การผลิตด้วยการพิมพ์ 3 มิติ ที่คนส่วนใหญ่เข้าใจว่าสามารถใช้งานได้ง่าย เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานรูปร่างหลากหลาย และมีข้อจำกัดที่น้อยกว่าเทคโนโลยีการผลิตอื่น ๆ แต่ในความจริงแล้ว กระบวนการพิมพ์ 3 มิติ มีขั้นตอนที่ซับซ้อนในการออกแบบชิ้นงาน ดังนั้นผู้ใช้งานต้องมีความเข้าใจหลักการทำงาน เพื่อให้ผลิตได้ง่าย และรวดเร็ว แต่ไม่ได้เป็นที่กล่าวถึงแก่ผู้ใช้งานทั่วไป หรือนักออกแบบ จากข้อความข้างต้นจึงเป็นที่มาของบทความ “การออกแบบชิ้นงานสำหรับการพิมพ์ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด” นี้

ความเข้าใจต่อเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

เครื่องพิมพ์ 3 มิติ เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างชิ้นงานต้นแบบที่มีหลักการคือ ผลิตชิ้นงานแบบเติมเนื้อวัสดุ (Additive) เป็นวิธีผลิตชิ้นงานที่ไม่จำเป็นต้องผลิตในจำนวนมากเนื่องจากไม่ต้องเสียค่าแม่พิมพ์ และมีความง่ายในการผลิตเมื่อเทียบกับกระบวนการผลิตอื่น ๆ อย่าง การฉีดพลาสติก หรือ การหล่อชิ้นงานต้นแบบ ส่งผลให้วิธีผลิตด้วยกระบวนการ “การพิมพ์ 3 มิติ” เป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน แต่ในทางกลับกันการผลิตด้วยกระบวนการ การพิมพ์ 3 มิติ ก็มีความซับซ้อนในรูปแบบของตัวเอง มีข้อจำกัดบางอย่างที่ผู้ใช้งานจะต้องศึกษาพื้นฐานตั้งแต่หลักการทำงานของเครื่อง และการออกแบบชิ้นงานให้เหมาะสำหรับการพิมพ์ 3 มิติ

ปัจจุบันเครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้นมีหลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับระดับของอุตสาหกรรมการผลิต โดยประเภทที่เป็นที่นิยม และมีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมากคือ เครื่องพิมพ์ 3 มิติประเภท FDM (Fused Deposit Modeling) มีหลักการขึ้นรูปด้วยวิธีการการรีดวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) ซึ่งสามารถหลอมเหลวได้ โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุ เครื่องพิมพ์ 3 มิติจะรีดวัสดุออกมาเป็นเส้นขนาดเล็กเพื่อสร้างเป็นชั้น ๆ และวัสดุจะแข็งตัว หลังจากที่ถูกรีดออกมาจากหัวฉีด โดยมีโครงสร้างพื้นฐานดังนี้ (ภาพ 1)

ภาพ 1
รูปแสดงโครงสร้างพื้นฐานของชุดหัวฉีดเครื่องพิมพ์ 3 มิติ



การขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติประเภท FDM เริ่มจากการสร้างรูปทรงขึ้นมาทีละชั้นมีลักษณะคล้ายกับการวาด โดยสร้างรูปทรงชั้นที่ 1 จากนั้นเปลี่ยนระดับเพื่อสร้างรูปทรงบนชั้นที่ 2 ให้ทับอยู่บนชั้นที่ 1 ทำอย่างนี้วนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้รูปร่างที่สมบูรณ์ โดยผู้ใช้งานจะต้องนำไฟล์ของรูปทรง 3 มิตินั้น ๆ เข้าสู่โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์รูปทรง เพื่อนำไปสู่กระบวนการผลิต เรียกกันว่า “โปรแกรมสำหรับการสไลด์” (Slicer Program) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. นำรูปทรง 3 มิติประเภท “STL” (Standard Triangle Language) เข้าสู่โปรแกรม
2. วิเคราะห์รูปทรงโดยการคำนวณและสร้างใหม่เป็นชั้น ๆ (Layer)
3. ตรวจสอบความเป็นไปได้ในการขึ้นรูป
4. คำนวณวิธีการขึ้นรูป โดยขึ้นอยู่กับค่าการตั้งค่าของผู้ใช้

ภาพ 2
รูปแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์รูปร่าง



5. ขึ้นรูปทีละ “ชั้น”

โดยที่โปรแกรมจะตรวจสอบและคำนวณว่ารูปทรงนั้นสามารถผลิตได้เลยหรือไม่ เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ไม่สามารถสร้างรูปทรงขึ้นมา กลางอากาศได้ ทำให้โปรแกรมจะคำนวณการสร้าง “ส่วนค้ำยัน” (Support) ขึ้นมาเพื่อให้สามารถผลิตได้ อย่างเช่น การผลิตรูปทรงแบบตัว T ซึ่งมีด้านที่ยื่นออกมา 2 ฝั่ง โดยรูปทรงที่ยื่นออกมาลอยอยู่กลางอากาศจะเรียกว่า “Overhang” เมื่อทำการพิมพ์จะทำให้รูปทรงนั้นไม่สมบูรณ์ เนื่องจากไม่มีเนื้อของวัสดุในชั้นก่อนหน้านี้ วัสดุที่ถูกรีดออกมาจึงลอยอยู่กลางอากาศ และหย่อนลงตามแรงโน้มถ่วง ซึ่งถ้าจะให้รูปทรงนั้นสมบูรณ์จะต้องใช้ส่วนค้ำยัน ที่คำนวณผ่านโปรแกรมสไลด์ที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปทรง

ภาพ 3

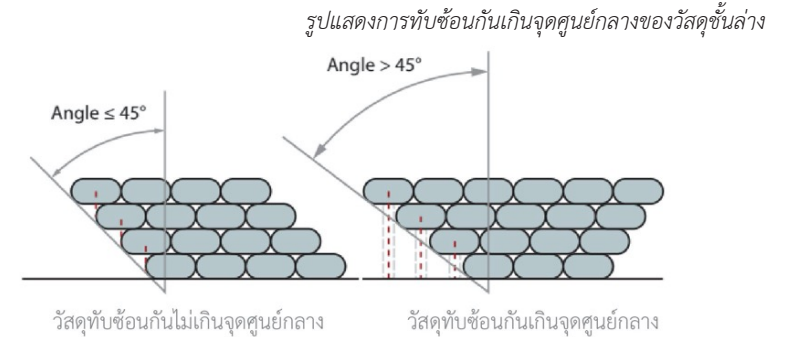
รูปแสดงการวิเคราะห์ส่วนค้ำยัน และ Overhang



หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก 3D Printing Supports The Ultimate Guide

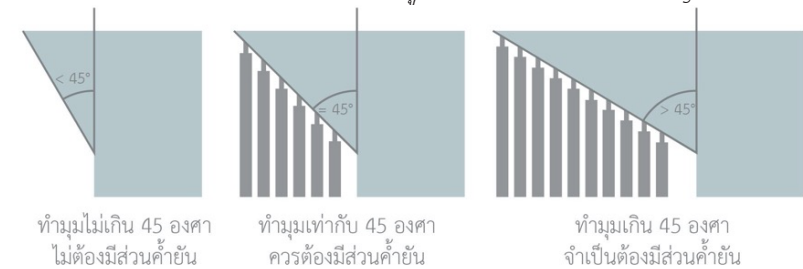
บริเวณ Overhang คือบริเวณที่มีส่วนยื่นเกินออกมาจากรูปทรงของชั้นก่อนหน้านี้ ซึ่งถ้าชิ้นงานที่ออกแบบมีส่วนที่ยื่นออกไป ทำมุมที่มีองศามากกว่า 45 องศา กับแนวดิ่งจะต้องมีส่วนค้ำยันเนื่องจากเนื้อของวัสดุที่ถูกสร้างทับบนชั้นก่อนหน้านี้ มีส่วนยื่นออกมาเกินครึ่งของจุดศูนย์กลางของวัสดุชั้นล่าง จะทำให้เกิดโอกาสหย่อนลงตามแรงโน้มถ่วงได้ (Chakravorty, 2021)

ภาพ 4



ภาพ 5

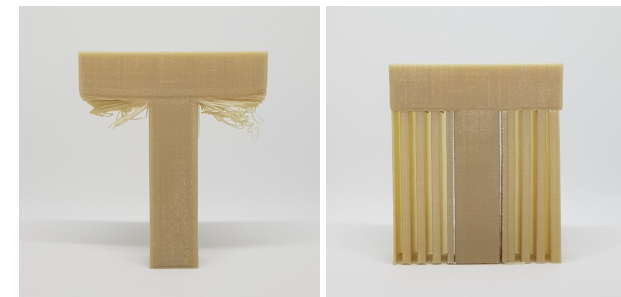
รูปแสดงองศาของส่วน Overhang ที่ควรมีส่วนค้ำยัน



หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก 3D Printing Supports, โดย The Ultimate Guide, 2021, <https://all3dp.com/1/3d-printing-support-structures>.

ภาพ 6

เมื่อทำการพิมพ์ 3 มิติ แบบไม่ใช้ ส่วนค้ำยัน (ซ้าย) และ ใช้ส่วนค้ำยัน (ขวา)

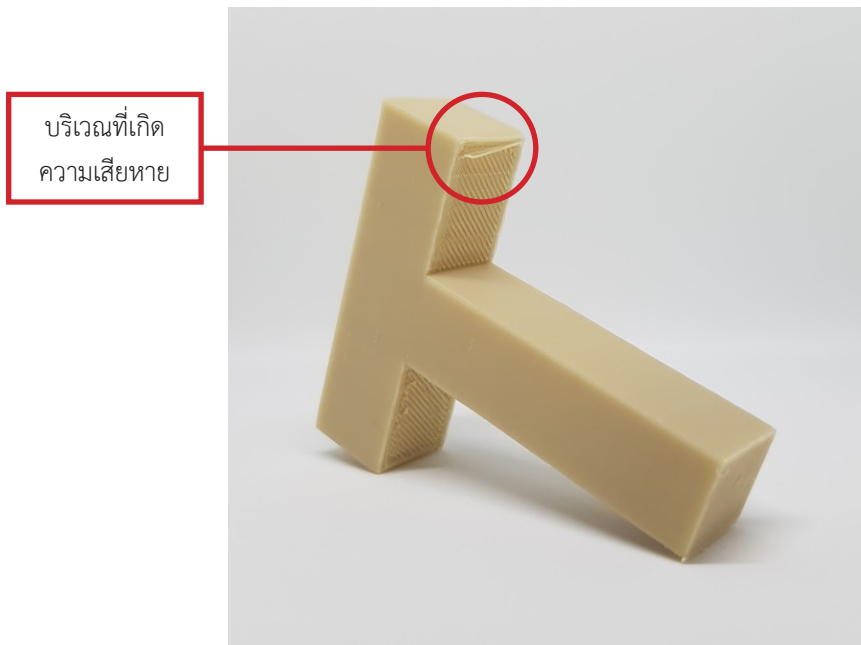


หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก 3D Printing Supports, โดย The Ultimate Guide, 2021, <https://all3dp.com/1/3d-printing-support-structures>

จากภาพด้านบนจะเห็นได้ว่า การพิมพ์ 3 มิติ แบบไม่ใช้ส่วนค้ำยัน สามารถทำได้แต่ทำให้รูปทรงไม่สมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ ส่วนค้ำยัน การใช้ส่วนค้ำยันมีข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงคือความเสียหาย ที่มีโอกาสเกิดกับชิ้นงานเนื่องจากบริเวณที่เป็นส่วนค้ำยันจะต้องถูก แกะออกเมื่อนำชิ้นงานต้นแบบไปใช้ บริเวณเชื่อมต่อของส่วนค้ำยัน และชิ้นงานจึงอาจเกิดความเสียหายได้เล็กน้อย

ภาพ 7

รูปแสดงรอยที่เกิดขึ้นบริเวณจุดใช้ตัวค้ำยัน



ยกตัวอย่างกรณีการพิมพ์รูปทรงคล้ายตัว Y มีความเป็นไปได้ที่จะ พิมพ์ 3 มิติโดยไม่ต้องมีส่วนค้ำยัน เนื่องจากลักษณะที่เป็น Overhang ไม่เกิน 45 องศา แต่ถ้า Overhang ไม่ได้ยื่นออกด้านนอกเหมือนตัว T แต่มีลักษณะคล้ายตัว H หรือ ตัว A ที่มี Overhang อยู่ตรงกลางและ มีลักษณะตัวยึดสองฝั่งจะเรียก Overhang แบบนี้ว่า “Bridge” หรือ สะพาน บริเวณที่เป็น Bridge ในกรณีที่ระยะของทั้งสองฝั่งไม่ห่างกัน จนเกินไป หรือไม่เกิน 5 มิลลิเมตร สามารถพิมพ์ได้โดยไม่ต้องมีส่วน ค้ำยัน เนื่องจากวัสดุที่ถูกรีดออกมาจากหัวฉีดนั้นยังมีความหนืดอยู่ ตามแนวคิดของ (Chakravorty, 2021) แต่จะไม่สมบูรณ์เท่ากับการ มีส่วนค้ำยันในการพิมพ์

ภาพ 8

รูปแสดงการวิเคราะห์ส่วนค้ำยัน และ Bridge

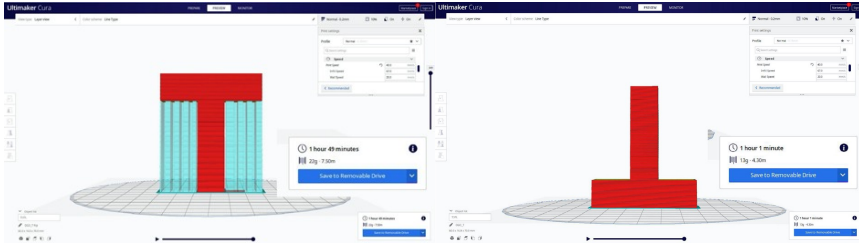


หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก 3D Printing Supports, โดย Chakravorty, D, 2021, The Ultimate Guide, <https://all3dp.com/1/3d-printing-support-structures>

จากข้อมูลด้านบนจะเห็นได้ว่าการผลิตชิ้นงานจากการพิมพ์ 3 มิติ มีข้อจำกัดและเงื่อนไขการผลิตอยู่บ้าง แต่สามารถแก้ไขหรือหลีกเลี่ยง ได้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบรูปทรง 3 มิติ รวมไปถึงการกำหนดการ วางชิ้นงานในการผลิต ยกตัวอย่าง รูปทรงตัว T ถ้าผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ และวางชิ้นงานเหมือนกับตัว T ทั่วไป จะมี Overhang และ ต้องใช้ตัวค้ำยันจำนวนมาก แต่ถ้าวางตัว T กลับหัว หรือแม้กระทั่ง วางตัว T แนวราบไปกับพื้นจะทำให้ผลิตได้โดย ไม่ต้องใช้ส่วนค้ำยัน จะทำให้สามารถผลิตได้เร็วกว่า และลดโอกาสเกิดความเสียหายกับ ชิ้นงานจากการใช้ส่วนค้ำยัน

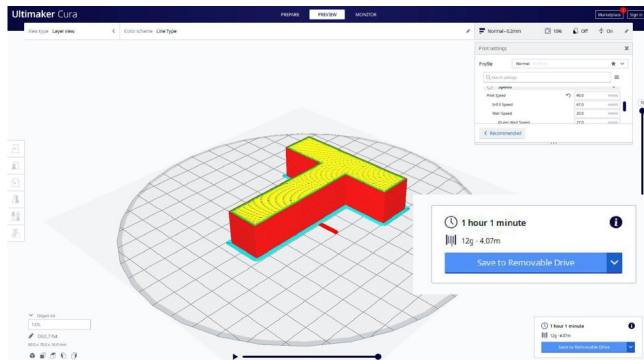
ภาพ 9

รูปแสดงการการวางชิ้นงานตัวลักษณะตัว T ปกติ มีส่วนค้ำยัน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 49 นาที (ซ้าย)
T กลับหัว ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 1 นาที (ขวา)



ภาพ 10

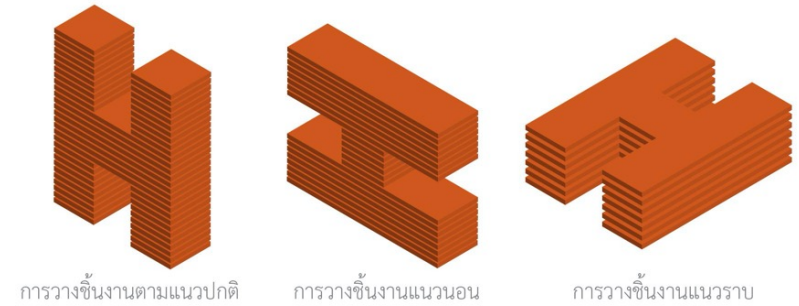
รูปแสดงการการวางชิ้นงานตัวลักษณะตัว T ราบกับพื้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 1 นาที



จากตัวอย่างทั้ง 3 รูป สังเกตได้ว่าการจัดวางแนวชิ้นงานนั้นมีผลต่อเวลาและต้นทุนของวัสดุในการผลิต โดยการวางกลับหัวและแนวราบ ทำให้ไม่ต้องมีส่วนค้ำเหมือนกัน แต่ใช้วัสดุไม่เท่ากัน ซึ่งการจัดวางชิ้นงานในการผลิต นั้นนอกจากมีผลเรื่องของเวลา วัสดุที่ใช้ และการลดจำนวนส่วนค้ำยัน ยังรวมไปถึงความแข็งแรงของชิ้นงานอีกด้วย ข้อมูลที่กล่าวไปข้างต้นว่าการขึ้นรูปของเครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้นเป็นการสร้างรูปทรงต่อเนื่องขึ้นไปเป็นชั้น ๆ ส่งผลให้ระหว่างชั้นของชิ้นงานมีความเปราะบาง เพราะฉะนั้นผู้ใช้งานจะต้องรู้ว่าจะนำชิ้นงานไปใช้รับแรง และน้ำหนักหรือไม่ เช่น การผลิตชิ้นงานรูปตัว H ในลักษณะวางชิ้นงานตามแนวปกติ วางชิ้นงานแนวนอน และการวางราบไปกับพื้น

ภาพ 11

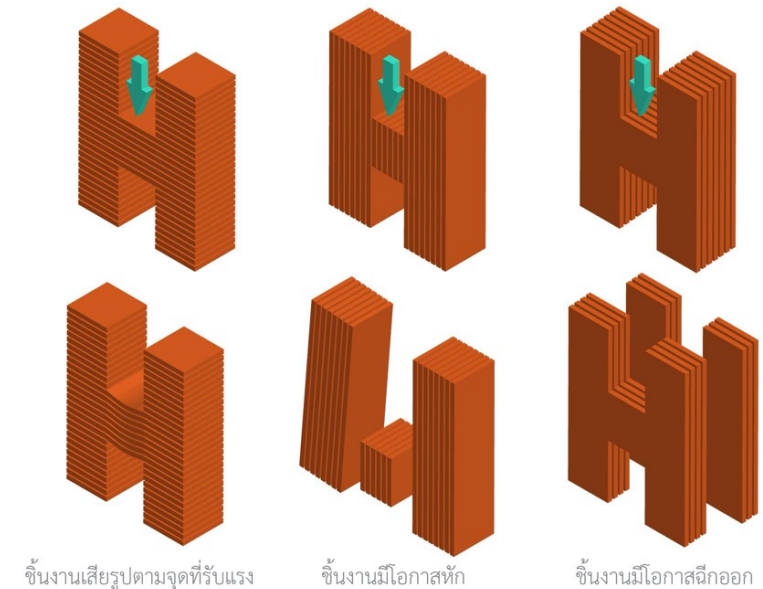
ภาพตัวอย่างการวางชิ้นงานในแนวต่าง ๆ



จากภาพตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงแนวของระหว่างชั้นซึ่งส่งผลถึงโครงสร้างของชิ้นงานต้นแบบที่ทำขึ้นมา และเมื่อนำมาใช้งานในแนวเดียวกัน จะมีโอกาสเกิดเหตุการณ์ดังภาพด้านล่าง

ภาพ 12

ภาพแสดงตัวอย่างการรับแรงในแนวเดียวกัน



ชิ้นงานเสียรูปตามจุดที่รับแรง

ชิ้นงานมีโอกาสหัก

ชิ้นงานมีโอกาสฉีกออก

ถ้านำรูปทรงตัว H ที่ผลิตด้วยวิธีการพิมพ์ 3 มิติ แต่ใช้วิธีการวางชิ้นงานต่างกัน สังเกตได้ว่าชิ้นงานที่วางแนวนอน และเมื่อมาใช้ในแนวตั้งจะไม่สามารถรับแรงได้ ในขณะที่ชิ้นงานที่วางในแนวราบมีโอกาสฉีกออก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะ และรูปร่างของแรงที่มากระทำ ดังนั้นก่อนจะผลิตชิ้นงานด้วยกระบวนการพิมพ์ 3 มิติ จะต้องรู้และเข้าใจเกี่ยวกับชิ้นงานว่าจะนำไปใช้งานอย่างไร จึงสามารถกำหนดรูปแบบของการวางชิ้นงาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาชิ้นงานพัง หรือเสียหายหลังจากนำไปใช้งาน

นอกจากจัดการวิธีวางชิ้นงานแล้ว สิ่งที่ใช้ใช้งานควรทราบเกี่ยวกับการพิมพ์ 3 มิติในด้านของความแข็งแรงและการผลิตคือ ก่อนทำการพิมพ์ 3 มิติผู้ใช้งานสามารถระบุการตั้งค่าต่าง ๆ ของการพิมพ์ที่ละเอียดขึ้นพื้นฐานในโปรแกรมสไลด์ได้ดังต่อไปนี้

ความสูงของแต่ละชั้น (Layer height)

เป็นส่วนตั้งค่าที่สำคัญเพราะเป็นการกำหนดความละเอียดของชิ้นงาน โดยส่วนมากจะใช้ที่ความสูง 0.2 มิลลิเมตรต่อชั้น (สำหรับหัวฉีดขนาด 0.4 มิลลิเมตร) ซึ่งระดับความสูงของแต่ละชั้นจะส่งผลกับ เวลาของการผลิตและปริมาณวัสดุที่ใช้โดยตรง เช่น ทรงกระบอกสูง 20 มิลลิเมตร

- ตั้งค่าความสูงของแต่ละชั้นไว้ที่ 0.25 มิลลิเมตร จะทำการพิมพ์ 80 ชั้น

- ตั้งค่าความสูงของแต่ละชั้นไว้ที่ 0.2 มิลลิเมตร จะทำการพิมพ์ 100 ชั้น

- ตั้งค่าความสูงของแต่ละชั้นไว้ที่ 0.1 มิลลิเมตร จะทำการพิมพ์ 200 ชั้น

ดังนั้นการตั้งค่าความสูงของแต่ละชั้นจะเป็นหัวใจหลักของการพิมพ์ 3 มิติ โดยการตั้งค่าความสูงมีเงื่อนไขว่า ความสูงของแต่ละชั้นจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดหัวฉีด ยกตัวอย่าง หัวฉีดขนาด 0.4 มิลลิเมตร จะต้องมีความสูงไม่เกิน 0.32 มิลลิเมตร

ภาพ 13

ภาพตัวอย่าง layer height



หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก FFF/FDM 3D PRINT 101, โดย B3D, 2019, <https://www.b3d-online.com/blog-news/fff-fdm-3d-print-101-layer-height-infill-support>

ความหนาแน่นของชิ้นงาน (Infill Density)

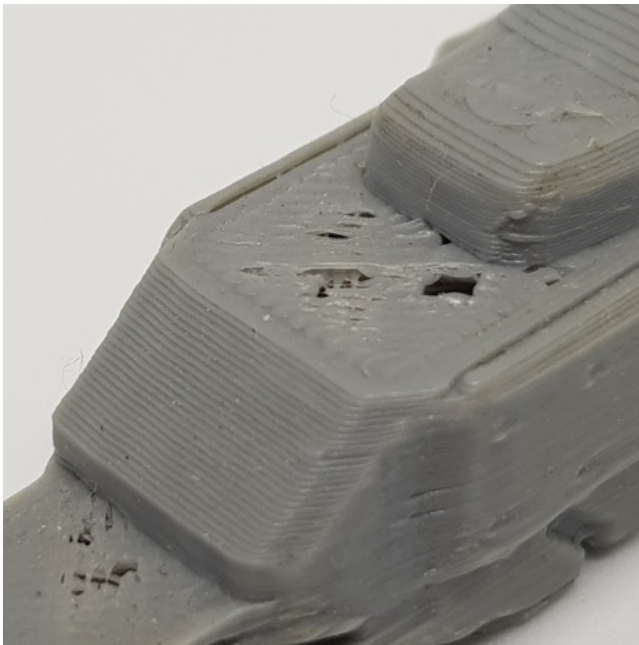
การพิมพ์ 3 มิติ ส่วนใหญ่จะไม่พิมพ์ชิ้นงานที่มีลักษณะตันเนื่องจากสิ้นเปลืองวัสดุ โปรแกรมสไลด์จึงออกแบบการสร้างโครงสร้างภายในชิ้นงานให้มีลักษณะเป็นโครงสร้างเหมือนเป็นความหนาแน่นของชิ้นงาน โดยลดการใช้วัสดุลงแต่ยังคงความแข็งแรงและคงลักษณะของรูปทรงไว้ ทำให้การตั้งค่าความหนาแน่น มีความเกี่ยวข้องกับ ความแข็งแรงของชิ้นงานโดยตรง โดยยิ่งความหนาแน่นสูง ชิ้นงานก็จะแข็งแรง แต่จะทำให้ใช้เวลาพิมพ์นานขึ้น และใช้วัสดุมากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยปกติจะตั้งค่าอยู่ประมาณ 10-20% สำหรับงานต้นแบบทั่วไปขึ้นอยู่กับรูปทรงและการนำชิ้นงานไปใช้

ความหนาของชั้นบนสุดและชั้นล่างสุด (Top/Bottom Thickness)

เป็นการกำหนดความหนาของพื้นผิวชิ้นงานด้านบน เพื่อความสมบูรณ์และความเรียบร้อยของชิ้นงาน เนื่องจากเป็นชั้นต่อจากความหนาแน่นของชิ้นงาน ถ้ามีความหนามากเกินไปก็จะสิ้นเปลืองวัสดุ แต่ถ้าบางเกินไปจะทำให้ชิ้นงานไม่สมบูรณ์

ภาพ 14

ภาพตัวอย่าง ชิ้นงานที่มีความหนาชั้นบนสุดน้อยเกินไป



กำแพงของชิ้นงาน หรือ ความหนาของผิวด้านนอก (Wall Thickness)

เป็นการกำหนดความหนาของผิวเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของชิ้นงานในการรับแรงด้านข้าง

ความเร็วในการพิมพ์ (Print Speed)

ความเร็วในการพิมพ์จะส่งผลต่อคุณภาพชิ้นงาน ยิ่งใช้ความเร็วในการพิมพ์สูงเกินไป จะทำให้ชิ้นงานมีรายละเอียดที่ลดลง และมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในการผลิตเนื่องจากวัสดุจะเกาะตัวกับชั้นก่อนหน้า ในทางกลับกันความเร็วของการพิมพ์ที่ช้าเกินไปก็อาจส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากวัสดุมีโอกาสที่จะแข็งตัวก่อนที่จะผลิตชั้นต่อไป ทำให้วัสดุไม่เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์

ภาพ 15

ภาพตัวอย่าง ชิ้นงานที่ใช้ความเร็วในการพิมพ์เร็วเกินไป



อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิในการพิมพ์ 3 มิติ จะต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุที่ใช้ อุณหภูมิที่สูงเกินไปส่งผลให้วัสดุละลายจนเสียรูปทรง และอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปส่งผลให้วัสดุไม่เชื่อมติดกัน

จากข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมดในการตั้งค่าต่าง ๆ ของการพิมพ์ 3 มิติ จะไม่ตายตัวเสมอไป โดยขึ้นอยู่กับประเภทและรุ่นของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ อีกทั้งรูปทรงของชิ้นงานต่าง ๆ มีส่วนให้เกิดการตั้งค่าที่ต่างกัน ดังนั้นผู้ใช้งานจะต้องทำความเข้าใจ การตั้งค่าพื้นฐานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เพื่อให้เกิดการพิมพ์ 3 มิติอย่างถูกต้อง การตั้งค่าต่าง ๆ นั้น ทำให้เห็นเงื่อนไขและข้อจำกัดในการพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งสามารถนำไปสู่แนวทางการออกแบบชิ้นงาน เพื่อลดปริมาณของวัสดุที่ใช้ในการผลิต และระยะเวลาในการพิมพ์ได้ ดังต่อไปนี้

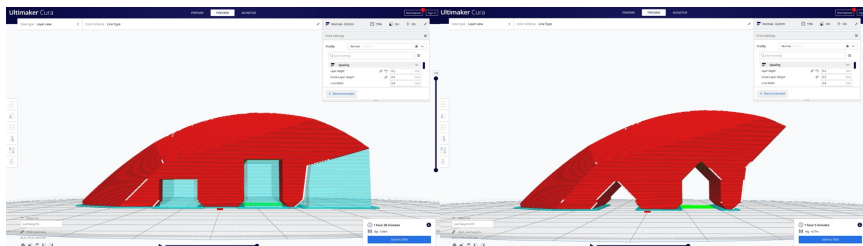
การปรับรูปทรงของชิ้นงานในขั้นตอนการออกแบบ

ผู้ใช้งานควรพิจารณารูปทรงของชิ้นงานเพื่อตรวจสอบ และหาบริเวณที่สามารถปรับรูปทรงได้ โดยพิจารณาจากความสำคัญของรูปทรงนั้น ๆ ว่าต้องการให้มีลักษณะแบบเดิม หรือสามารถปรับเปลี่ยนได้ ถ้าสามารถปรับเปลี่ยนได้ และส่งผลให้การผลิตใช้เวลาลดลง หรือวัสดุที่น้อยลง ก็สมควรที่จะปรับเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่การผลิตอย่างคุ้มค่า

- บริเวณชิ้นงานที่ออกแบบมีลักษณะ Overhang สามารถหลีกเลี่ยงหรือลดขนาดลง โดยการใส่ฉาก ที่มีขนาดมุมไม่เกิน 45 องศา เข้าไปบริเวณ Overhang เพื่อลดขนาดลง และ มีโอกาสที่ทำให้สามารถผลิตชิ้นงานโดยไม่ต้องใช้ส่วนค้ำยัน

ภาพ 16

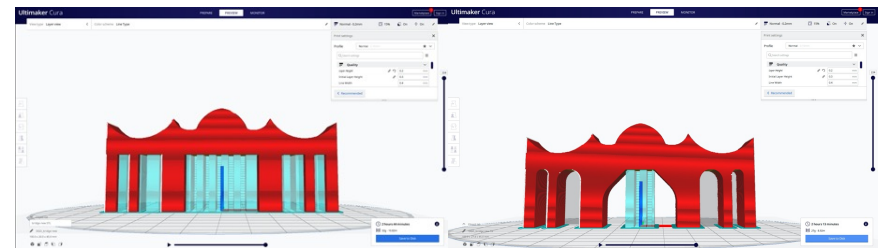
ภาพตัวอย่าง การปรับลักษณะรูปทรงโดยการใส่ฉากขนาด 45 องศา เพื่อลดการสร้างส่วนค้ำยัน



- บริเวณที่เกิด Bridge ถ้าสามารถปรับลดระยะให้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร หรือ การใส่ฉากลักษณะที่ทำมุมไม่เกิน 45 องศา จะช่วยลดระยะของ Bridge ลงในระดับหนึ่ง และ มีโอกาสทำให้สามารถทำการพิมพ์ 3 มิติ ได้โดยไม่ต้องมีส่วนค้ำยัน

ภาพ 17

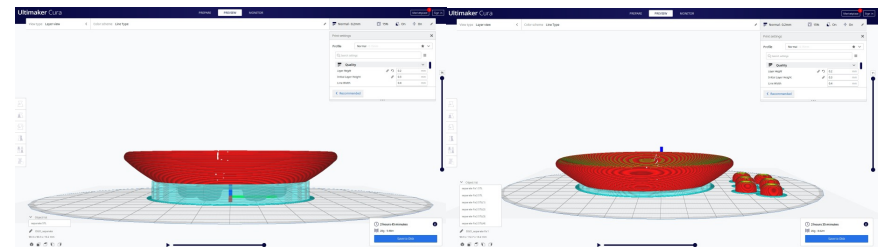
ภาพตัวอย่าง การปรับลักษณะโดยปรับรูปทรงบริเวณ Bridge



บริเวณที่เสี่ยงการใช้ส่วนค้ำยันจำนวนมากไม่ได้ ให้แบ่งชิ้นงานออกเป็นหลายส่วน แล้วนำมาประกอบทีหลัง เพื่อลดการใช้ส่วนค้ำยัน ลดระยะเวลาการผลิต รวมถึงการลดความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดการผลิตผิดพลาดเนื่องจากการพิมพ์เป็นระยะเวลานาน

ภาพ 18

ภาพตัวอย่าง การแบ่งชิ้นงานออกเป็นหลายชิ้น เพื่อลดจำนวนส่วนค้ำยัน



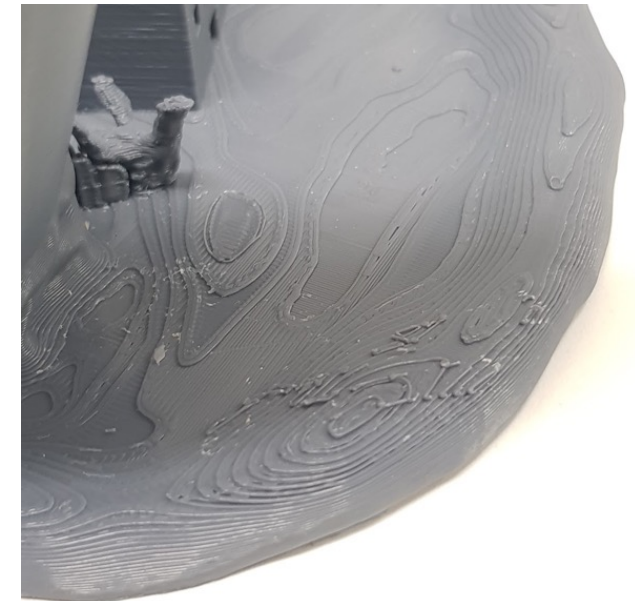
จากตัวอย่างที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่าการปรับลักษณะของชิ้นงานในบางจุด สามารถทำให้ผู้ใช้งานผลิตชิ้นงานโดยใช้วัสดุน้อยลง และเวลาที่ใช้ในการผลิตลดลง ซึ่งตัวอย่างที่กล่าวมาเป็นเพียงชิ้นงานขนาดเล็ก อาจจะทำให้เห็นความต่างของเวลาประมาณ 10-30 นาที แต่ชิ้นงานขนาดใหญ่ที่ปกติใช้ระยะเวลาในการพิมพ์มากกว่า 6-8 ชั่วโมง อาจลดลงมากกว่า 1 ชั่วโมงได้เช่นกัน การแบ่งชิ้นงานนั้นไม่จำเป็นต้องพิมพ์รวมกันใน 1 ครั้ง สามารถแยกออกมาเป็นการพิมพ์อีกครั้งหนึ่ง เช่น พิมพ์ตัวชิ้นงานหลัก 1 ครั้ง พิมพ์ขาของชิ้นงาน 4 ครั้ง เพื่อลดระยะเวลาการผลิต เนื่องจากการลดเวลาในการผลิตลง ส่งผลให้มีโอกาสในการพิมพ์ผิดพลาดลดน้อยลง หรือเมื่อการพิมพ์มีข้อผิดพลาด ยังสามารถพิมพ์ขึ้นมาใหม่แค่ชิ้นที่ต้องการได้อีกด้วย

การจัดวางชิ้นงานในขั้นตอนการเตรียมพิมพ์งาน

- ควรจัดวางชิ้นงานโดยนำด้านที่เรียบติดพื้น (เพื่อให้ชิ้นงานยึดกับฐานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติได้ดี) โดยพิจารณาวางชิ้นงานด้านที่จำเป็นต้องใช้ส่วนค้ำยันน้อยที่สุด
- ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงส่วนค้ำยัน ให้วางชิ้นงานโดยมีส่วนค้ำยันอยู่ด้านล่าง หรือด้านที่ไม่ได้เป็นส่วนสำคัญเพื่อหลีกเลี่ยงและลดความเสียหายที่จะเกิดกับชิ้นงาน
- พิจารณาการวางชิ้นงานกับความจำเป็นในการนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงต่าง เช่น การรับน้ำหนัก
- หลีกเลี่ยงการวางชิ้นงานที่มีลักษณะโค้งมนขึ้นด้านบน เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ จะทำให้รูปทรงไม่สมบูรณ์ถ้าตั้งค่าความละเอียดไม่สูง

ภาพ 19

ภาพตัวอย่างชิ้นงานที่มีลักษณะโค้งมนที่ถูกพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ



ดังนั้นผู้ที่ใช้งานเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ควรที่จะศึกษาและเตรียมพร้อม ตั้งแต่กระบวนการออกแบบ ชิ้นงานและการเตรียมการพิมพ์ชิ้นงาน เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามที่ต้องการ หลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น ใช้วัสดุและเวลาในการผลิตได้อย่างคุ้มค่าที่สุด รวมไปถึงการพิจารณา การเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการขึ้นรูปนอกจากการใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ อีกด้วย เนื่องจากรูปทรงบางประเภทไม่ได้เหมาะกับการพิมพ์ 3 มิติ เสมอไป ผู้ใช้งานบางกลุ่มอาจจะรู้สึกว่าการส่งพิมพ์ 3 มิติ เป็นเรื่องง่าย และสะดวกสบาย แต่ในทางกลับกัน ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นอาจจะไม่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับวิธีการผลิตแบบอื่น ดังนั้น การเข้าใจกระบวนการทำงานของเครื่องมือ และการพิจารณารูปทรงของชิ้นงาน ถือว่ามีความสำคัญมากในการผลิตชิ้นงานต้นแบบ

บทสรุป

เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ถือว่าเป็นเครื่องมือการผลิตในยุคปัจจุบันที่มีความนิยมสูง และใช้งานได้ง่ายเมื่อเทียบกับการผลิตโดยวิธีอื่น ๆ จากเครื่องมือประเภทเดียวกัน แต่ก่อนที่ผู้ใช้งานจะใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และเกิดความคุ้มค่า ทั้งด้านเวลาในการผลิต ปริมาณวัสดุที่ใช้ และรวมไปถึงค่าบริการพิมพ์ 3 มิติ (ในกรณีที่ผู้ใช้งานใช้บริการร้านที่รับพิมพ์ 3 มิติ) การมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ถือว่าเป็นหัวใจหลักของการใช้งาน

ผู้ออกแบบชิ้นงานหรือผู้ที่ไม่ได้ทำการพิมพ์ 3 มิติ ด้วยตนเอง ควรใส่ใจในการออกแบบชิ้นงานให้เหมาะสมกับการผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เพื่อลดเวลาในการผลิตลง โดยการที่ใช้ระยะเวลาในการพิมพ์ที่น้อยลง จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายการพิมพ์ 3 มิติ ลดลงไปด้วย เนื่องจากร้านที่รับบริการส่วนใหญ่จะคิดราคาจากจำนวนเวลาในการพิมพ์

สำหรับผู้ใช้งานเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ด้วยตนเอง ควรมีความรู้ในการจัดวางแนวของชิ้นงานที่ถูกต้องในการนำไปใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาชิ้นงานแตกหัก หรือเสียหายจากการนำไปใช้งานและการพิจารณาว่าผลิตชิ้นงานขึ้นมาเพื่อนำไปใช้งานอย่างไร เพื่อระบุการตั้งค่าที่ช่วยให้ผลิตชิ้นงานได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น การนำไปรับแรงหรือทดสอบกลไกต่างๆ จะต้องคำนึงถึงแนวการจัดวางชิ้นงาน และการตั้งค่าของความหนาแน่นชิ้นงาน (Infill) ความหนาของผิวด้านนอก (Wall Thickness) ส่วนชิ้นงานที่ผลิตเพื่อตรวจสอบขนาดและสัดส่วนอาจจะไม่ต้องการความละเอียดที่มาก โดยการตั้งค่าความเร็วในการพิมพ์ (Print Speed) ให้สูงขึ้นได้ รวมไปถึงสามารถปรับระดับความสูงของแต่ละชั้น (Layer height) ให้มีความสูงมากขึ้น และการตั้งค่าการพิมพ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของชิ้นงาน จะช่วยลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนการพิมพ์

นอกจากผู้ใช้งานจะใช้เครื่องมือพิมพ์ 3 มิติ ได้แล้วนั้น การพิจารณา รูปทรงบางลักษณะที่อาจจะไม่เหมาะกับการผลิตโดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เช่น การผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ อาจจะเหมาะกับการผลิตโดยการตัดด้วยเลเซอร์ เป็นต้น

การเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับลักษณะของชิ้นงานเป็นอีก ทางเลือกที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างคุ้มค่า โดย ชิ้นงานที่เหมาะสมกับการพิมพ์ 3 มิติ ได้แก่

- ชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อน ต้องการรายละเอียดลักษณะของ รูปทรง เช่น งานประติมากรรม ชิ้นงานตัวการ์ตูน เป็นต้น
- ชิ้นงานที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น ชิ้นส่วนเครื่องจักร ชิ้นส่วนของ ยานพาหนะ ชิ้นส่วนของเครื่องมือพิเศษต่าง ๆ เป็นต้น
- ชิ้นงานทดแทนหรือไม่สามารถจัดหาได้ เช่น ชิ้นส่วนของเกาที่ ขำรุด ชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆ เป็นต้น
- ชิ้นงานทดสอบก่อนผลิตจริง เช่น ชิ้นงานตัวอย่างกลไก ชิ้นงาน ตัวอย่างเครื่องยนต์ ชิ้นงานตัวอย่างการทำงานต่าง ๆ ชิ้นงานต้นแบบ เป็นต้น

ดังนั้นผู้ใช้งานจะต้องพิจารณาวัตถุประสงค์ของการนำชิ้นงาน ไป ใช้เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ได้อย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- B3D Online. (2019, May 30). *FFF/FDM 3D PRINT 101- LAYER HEIGHT, INFILL & SUPPORT*. <https://www.b3d-online.com/blog-news/fff-fdm-3d-print-101-layer-height-infill-support>
- Chakravorty, D. (2021, November 5). *3D Printing Supports – The Ultimate Guide*. <https://all3dp.com/1/3d-printing-support-structures>.

หลักเกณฑ์การจัดทำต้นฉบับบทความ เพื่อพิจารณาเผยแพร่ในวารสารวิชาการ DEC Journal คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วารสารวิชาการ DEC Journal คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นวารสารเผยแพร่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์และตีพิมพ์เพื่อเผยแพร่ความก้าวหน้าผลงานวิชาการ บทความวิจัยและบทความวิชาการทางด้านศิลปะ การออกแบบและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น ออกแบบผลิตภัณฑ์ ออกแบบนิเทศศิลป์ ออกแบบภายใน เครื่องเคลือบดินเผา ออกแบบเครื่องแต่งกาย ประยุกต์ศิลปศึกษา ออกแบบเครื่องประดับ ศิลปะการออกแบบดิจิทัล ศิลปะการออกแบบทัศนศิลป์และหัตถกรรม ศิลปะการออกแบบเชิงวัฒนธรรม ศิลปศึกษา ทัศนศิลป์ ศิลปะการออกแบบบูรณาการข้ามศาสตร์ ให้แก่อาจารย์ นักศึกษา และนักวิชาการทั้งภายในและภายนอกสถาบัน โดยมีหลักเกณฑ์ในการนำผลงานของผู้สนใจส่งผลงานมาตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ DEC Journal ต้องได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรงกับสาขาวิชา 3 คนต่อ 1 บทความ เพื่อให้วารสารมีคุณภาพระดับมาตรฐานสากลที่ส่งเสริมงานวิชาการ มีประโยชน์และสามารถอ้างอิงได้ ผลงานที่ส่งมาต้องมีความน่าสนใจ มีประเด็นสำคัญของผู้เขียนที่ชัดเจนด้วยองค์ความรู้ที่ทันสมัย และต้องเป็นผลงานที่ไม่เคยเสนอหรือกำลังเสนอเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการใดมาก่อน โดยวารสารวิชาการ DEC Journal รับต้นฉบับทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน

ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม

ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม