การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการตรวจสอบการใช้งานประตูภายในอาคาร กรณีศึกษาประตูในโรงพยาบาล อาคารภูมิสิริมังคลานุสรณ์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

Application of Building Information Modeling (BIM) to Verify the Door Usage in Building Case Study: Hospital Doors in Bhumisiri Mangkhalanusorn Building Chulalongkorn Hospital

รับบทความ	14/05/2021
แก้ไขบทความ	06/07/2021
ยอมรับบทความ	06/07/2921

ยศพร ปรีสง่า
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Yodsaporn Preesanga
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University
yodsaporn.p@gmail.com

บทคัดย่อ

ประตูในโรงพยาบาลมีความหลากหลายและซับซ้อนไปตามพื้นที่การใช้งาน สามารถเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยรถเข็นหรือเปลนอนได้อย่างคล่องตัว การเข้าถึงพื้นที่ได้อย่างสะดวกรวดเร็วมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้น การออกแบบประตูจึงจำเป็นต้องตรวจสอบประสิทธิภาพและความเหมาะสมการใช้งาน

ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร ซึ่งประโยชน์ของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ส่วนของข้อมูลที่เป็นกราฟิกสามารถนำมาตรวจสอบการชนกันของวัตถุจำลอง (clash detection) เพื่อลดปัญหาขัดแย้งของแบบได้ แต่ในส่วนของข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกควรคำนึงถึงการตรวจสอบข้อขัดแย้งด้วยเช่นกัน จึงทำการศึกษาลักษณะและข้อกำหนดงานประตูที่เหมาะสมกับการใช้งานใน 5 แผนก คือ 1.แผนกฉุกเฉิน (ER) 2.แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) 3.แผนกผู้ป่วยใน (IPD) 4.แผนกผู้ป่วยหนัก (ICU) และ 5.แผนกศัลยกรรมผ่าตัด (SUG) โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit และ ArchiCAD ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถและข้อจำกัดในการตรวจสอบ

จากการศึกษาและการทดลองนำพื้นที่โดยรอบประตูที่เป็นข้อกำหนดลักษณะของประตูที่เหมาะสมกับการใช้งานในโรงพยาบาล 4 บริเวณ คือ 1.พื้นที่ด้านในประตู 2.พื้นที่ด้านนอกประตู 3.พื้นที่ด้านข้างประตู 4.พื้นที่ด้านบนประตู เมื่อตรวจสอบด้วยทั้งสองโปรแกรมพบว่า Autodesk Revit สามารถใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานประตูได้ครอบคลุมทุกข้อกำหนดทั้ง 4 บริเวณ แต่มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการสร้างพื้นที่ส่วนประกอบเข้าไปในองค์ประกอบของโมเดลประตู และโปรแกรม ArchiCAD ตรวจสอบโดยการใส่ค่าพื้นที่จากในคำสั่งของโปรแกรม แต่ด้วยข้อจำกัดของโปรแกรมจึงไม่สามารถตรวจสอบพื้นที่บริเวณด้านบนประตูได้

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการตรวจสอบการใช้งานประตูภายในโรงพยาบาลที่เหมาะสม นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในการออกแบบประตูในโรงพยาบาลที่มีประสิทธิภาพในอนาคต

***คำสำคัญ**: แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตรวจสอบการใช้งานประตู ประตูในโรงพยาบาล ออโต้เดสก์ เรฟวิต อาร์คิแคด*

Abstract

Hospital doors vary and are complex depending on the application area. Able to move patients with a wheelchair or stretcher for flexibility Quick and convenient access to the area is of paramount importance. Therefore, it is imperative to design a door to verify its performance and suitability.

Building information modeling (BIM) is currently applied in the design and construction of buildings. With the benefit of using a building information model (BIM), a graphical segment of information can be used for collision detection (Clash Detection) to reduce model conflicts. However, non- graphical information is also important, and the investigation of conflicts should be considered. Therefore, the characteristics and requirements of door work that are suitable for use in 5 departments were studied: 1. Emergency Department (ER) 2. Outpatient Department (OPD) 3. Inpatient Department (IPD) 4. Intensive Patient Department (ICU) and 5. Surgical Department (SUG) using Autodesk Revit and ArchiCAD used to compare the ability and limitations to investigate.

From the study and experimentation of the area around the door that is the door specification are suitable for use in hospitals in 4 areas 1.The area inside the door 2.The area outside the door 3.The area beside the door 4.The area above the door. According to a comparison of programs. Autodesk Revit could be used to evaluate door performance throughout all four area. But that creating component part into the door model and program components was complex. ArchiCAD performs a check by entering the program command's area value. However due to the program's limitations, it is unable to inspect the area above the door.

The results of this study demonstrate a practical approach to applying building information models to investigate the appropriate use of hospital interior doors. Leading knowledge of future efficient hospital door design

***keywords**: Building Information Modeling, Verify the Door Usage, Hospital Doors, Autodesk Revit, ArchiCAD*

บทนำ

“ประตู” ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525) หมายถึง ช่องทางเข้าออกของบ้านเรือน เป็นต้น มีบานเปิดปิดได้ เช่น ประตูบ้าน ประตูเมือง ช่อง ทาง ประตูจึงเป็นช่องเปิดปิดของผนังเพื่อเป็นทางเข้าออกของคน รถ หรือ อื่น ๆ ประตูสามารถแบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะ (ต่อพงศ์ ยมนาค, 2544) กล่าวไว้ว่า ประตูภายนอกและภายในเป็นสิ่งที่แบ่งเนื้อที่ใช้สอยที่แตกต่างออกจากกันเพื่อความเป็นส่วนตัว เช่น ประตูห้องนอน ประตูห้องน้ำ ส่วนประตูภายนอกนั้นเป็นการแบ่งเนื้อที่ใช้สอยภายในอาคาร นอกจากนั้นประตูยังเป็นส่วนที่ทำหน้าที่กั้นน้ำ กันฝนหรือรับลม ระบายอากาศ บังแดด รับแสงธรรมชาติในบางโอกาสด้วย วัสดุที่ใช้ทำประตูจึงแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการใช้สอย มีทั้งไม้ ไม้อัด กระจก อลูมิเนียม เหล็ก หรือ พลาสติก เป็นต้น ชนิดของประตูแบ่งตามรูปแบบการเปิด เช่น ประตูบานเปิด ประตูบานผลักสองทาง ประตูบานเลื่อน ประตูบานเฟี้ยม ประตูบานหมุน ซึ่งประตูประกอบด้วย วงกบ บานประตู บานทึบและช่องแสง และอุปกรณ์การติดตั้งอื่น ๆ เช่น บานพับ ลูกบิด มือจับ กันชน กลอน เป็นต้น

ประตูในโรงพยาบาลมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละแผนกจะมีลักษณะและข้อกำหนดของประตูที่แตกต่างกันไปตามพื้นที่ใช้สอยและการใช้งาน การเข้าถึงพื้นที่ต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลนั้นต้องอย่างรวดเร็วไม่มีสิ่งกีดขวาง สามารถเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยรถเข็น (wheelchair) และเปลนอน (stretcher) อย่างสะดวกและคล่องตัว ดังนั้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงลักษณะสำคัญของประตูในโรงพยาบาลที่มีความเสี่ยงต่อชีวิตของผู้เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเป็นอย่างมาก การเลือกใช้ประตูที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ในโรงพยาบาลจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้น จะมีการตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้งานของประตูแต่ละแผนกในโรงพยาบาลได้อย่างไร

ในปัจจุบันมีการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (building model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองนั้น และสามารถนำแบบจำลองอาคารและข้อมูลต่าง ๆ ในแบบจำลองอาคารไปใช้ในการทำงานขั้นต่อ ๆ ไปได้ ซึ่งแบบจำลองจะประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิก และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก ซึ่งประโยชน์ของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในส่วนของข้อมูลที่เป็นกราฟิกนั้นสามารถนำมาตรวจสอบการชนกันของวัตถุจำลอง (clash detection) เพื่อลดปัญหาขัดแย้งของแบบในช่วงการออกแบบ และก่อนการก่อสร้างได้ เช่น การชนกันระหว่างงานระบบกับงานโครงสร้าง แต่ในส่วนของข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกก็มีความสำคัญและควรคำนึงถึงการตรวจสอบข้อขัดแย้งด้วยเช่นกัน

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) มาตรวจสอบการใช้งานที่เหมาะสมของประตูในโรงพยาบาล เนื่องจากประตูในโรงพยาบาลที่มีความหลากหลายและซับซ้อน ซึ่งมีความเสี่ยงต่อชีวิตของผู้เข้ารับการรักษาเมื่อเกิดสิ่งกีดขวางทางเข้าออก เนื่องด้วยข้อกำจัดทางด้านเวลาและการเข้าถึงข้อมูลจึงทำการศึกษาลักษณะและข้อกำหนดงานประตูที่เหมาะสมกับการใช้งานใน 5 แผนก ได้แก่ 1.แผนกฉุกเฉิน (ER) 2.แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) 3.แผนกผู้ป่วยใน (IPD) 4.แผนกผู้ป่วยหนัก (ICU) และ 5.ศัลยกรรมผ่าตัด (SUG) โดยเลือกใช้โปรแกรมที่สามารถตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาทดลองเปรียบเทียบความสามารถและข้อจำกัด เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศในการตรวจสอบการใช้งานที่เหมาะสมของประตูภายในอาคาร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะประตูที่เหมาะสมกับการใช้งานในโรงพยาบาล
2. เพื่อได้แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการตรวจสอบลักษณะประตูที่เหมาะสมกับการใช้งานในโรงพยาบาล

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาลักษณะและข้อกำหนดประตูของอาคารภูมิสิริมังคลานุสรณ์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 5 แผนก ได้แก่
    1.1. แผนกฉุกเฉิน (ER)
    1.2. แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)
    1.3. แผนกผู้ป่วยใน (IPD)
    1.4. แผนกผู้ป่วยหนัก (ICU)
    1.5. แผนกศัลยกรรมผ่าตัด (SUR)
2. ศึกษาโดยใช้โปรแกรมในการทดลอง
    2.1 Autodesk Revit
    2.2 ArchiCAD

วิธีดำเนินการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการตรวจสอบการใช้งานที่เหมาะสมของประตูภายในอาคาร โดยศึกษาลักษณะและข้อกำหนดของประตูในโรงพยาบาล และเปรียบเทียบความสามารถของแต่ละซอฟแวร์ในการตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยมีขั้นตอนรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาแนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาลักษณะและข้อกำหนดของประตูภายในอาคารประเภทโรงพยาบาล และโปรแกรมที่สามารถตรวจสอบการใช้งานของประตูในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
2. การจัดความสัมพันธ์ของแนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อหากรอบความคิดในการวิจัย
3. การกำหนดตัวอย่างในการศึกษา โดยกำหนดตัวอย่างจากประตูใน 5 แผนกของอาคารภูมิสิริมังคลานุสรณ์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อนำมาตรวจสอบลักษณะและข้อกำหนดของประตูที่เหมาะสมจากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยเปรียบเทียบการตรวจสอบจากโปรแกรมที่กำหนดในขอบเขตการศึกษา
4. ศึกษาความสามารถและข้อจำกัดของโปรแกรม Autodesk Revit และ ArchiCAD ในการตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้งานประตูในอาคารจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
5. ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง โดยใช้ 2 โปรแกรมที่กล่าวมาตรวจสอบการใช้งานประตูในโรงพยาบาล กรณีศึกษาทั้ง 5 แผนก
6. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลอง
7. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประตูภายในโรงพยาบาลพบว่ามีลักษณะและข้อกำหนดสำคัญ คือ 1.รูปแบบการเปิดของประตู 2.ขนาดช่องประตู 3.วัสดุและอุปกรณ์ติดตั้งประตู จึงนำมาจำแนกลักษณะประตูในกรณีศึกษา 5 แผนกดังนี้

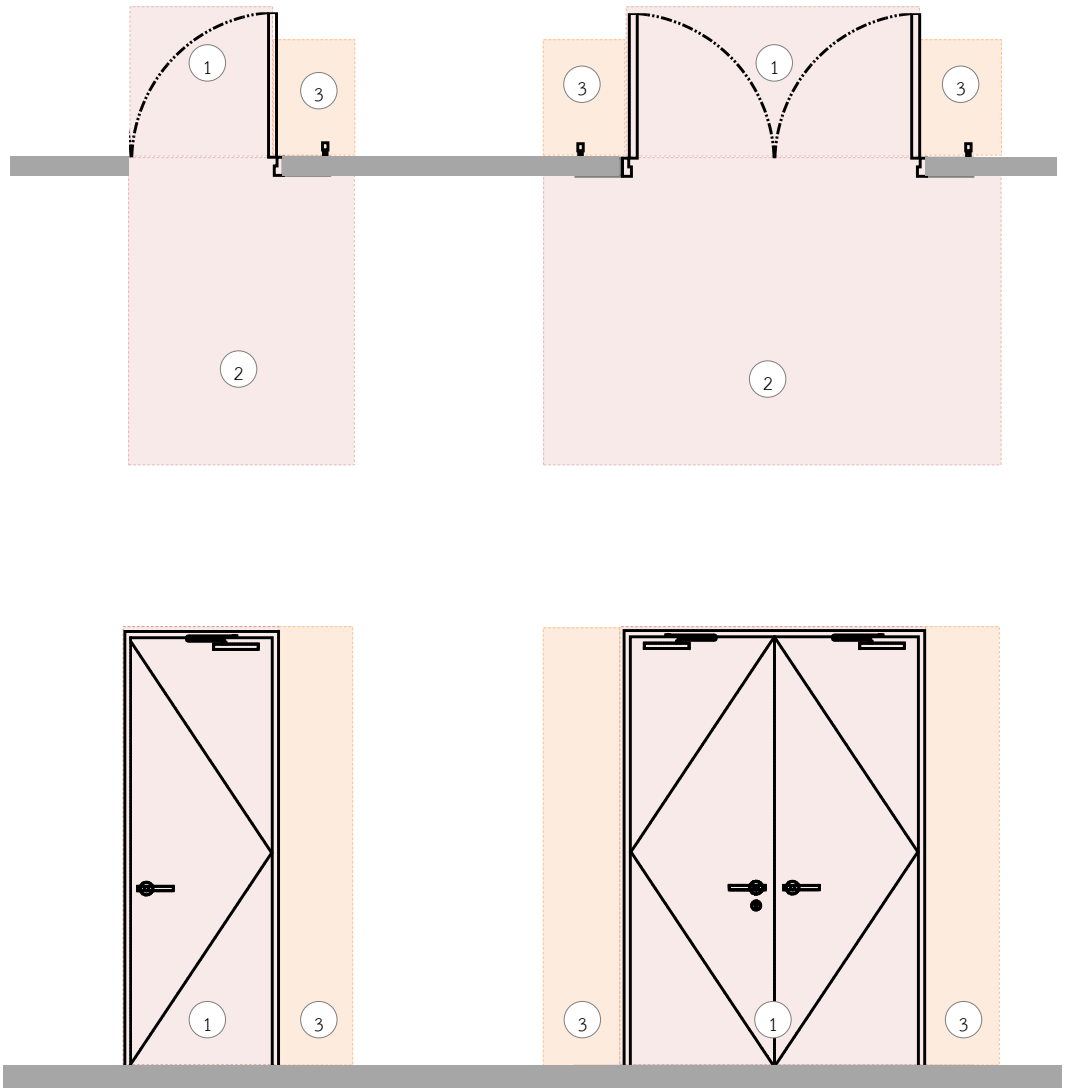
ตาราง 1 แสดงลักษณะประตูจากโรงพยาบาลกรณีศึกษาใน 5 แผนก

	รูปแบบการเปิด				ขนาดประตู (เมตร)			วัสดุ				อุปกรณ์				
	เปิดเดี่ยว	เปิดคู่	เลื่อนเดี่ยว	เลื่อนคู่	ทางเข้าหลัก	เปลนอน	รถเข็น	ไม้	อลูมิเนียม	เหล็กกันไฟ	เหล็กบุตะกั่ว	มือจับ	โช๊คปิดประตู	กันชนติดผนัง	อุปกรณ์รางเลื่อน	อุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ
1. แผนกฉุกเฉิน (ER)																
ส่วนที่ 1 พื้นที่บริการ	✓	✓	✓	✓	1.8	1.2	0.9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนที่ 2 พื้นที่ปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	✓	1.8	1.2	0.9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนที่ 3 พื้นที่สนับสนุน	✓	✓	✓	-	1.2	-	0.9	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	-
2. แผนกผู้ป่วยนอก (OPD)																
ส่วนที่ 1 พื้นที่บริการ	✓	✓	-	-	1.8	1.2	0.9	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓
ส่วนที่ 2 พื้นที่ปฏิบัติงาน	✓	✓	-	-	1.8	1.2	0.9	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓
ส่วนที่ 3 พื้นที่สนับสนุน	✓	✓	-	-	1.2	-	0.9	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
3. แผนกผู้ป่วยใน (IPD)																
ส่วนที่ 1 พื้นที่บริการ	✓	✓	-	-	1.8	1.2	0.9	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	✓
ส่วนที่ 2 พื้นที่ปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	-	1.8	1.2	0.9	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนที่ 3 พื้นที่สนับสนุน	✓	✓	-	-	1.2	-	0.9	✓	-	✓		✓	✓	✓	-	-
4. แผนกผู้ป่วยหนัก (ICU)																
ส่วนที่ 1 พื้นที่บริการ	✓	✓	✓	✓	1.8	1.2	0.9	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนที่ 2 พื้นที่ปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	✓	1.8	1.2	0.9	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนที่ 3 พื้นที่สนับสนุน	✓	✓	-	-	1.2	-	0.9	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
5. แผนกศัลยกรรมผ่าตัด (SUR)																
ส่วนที่ 1 พื้นที่บริการ	✓	✓	✓	✓	1.8	1.2	0.9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนที่ 2 พื้นที่ปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	✓	1.8	1.2	0.9	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนที่ 3 พื้นที่สนับสนุน	✓	✓	-	-	1.2	-	0.9	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-

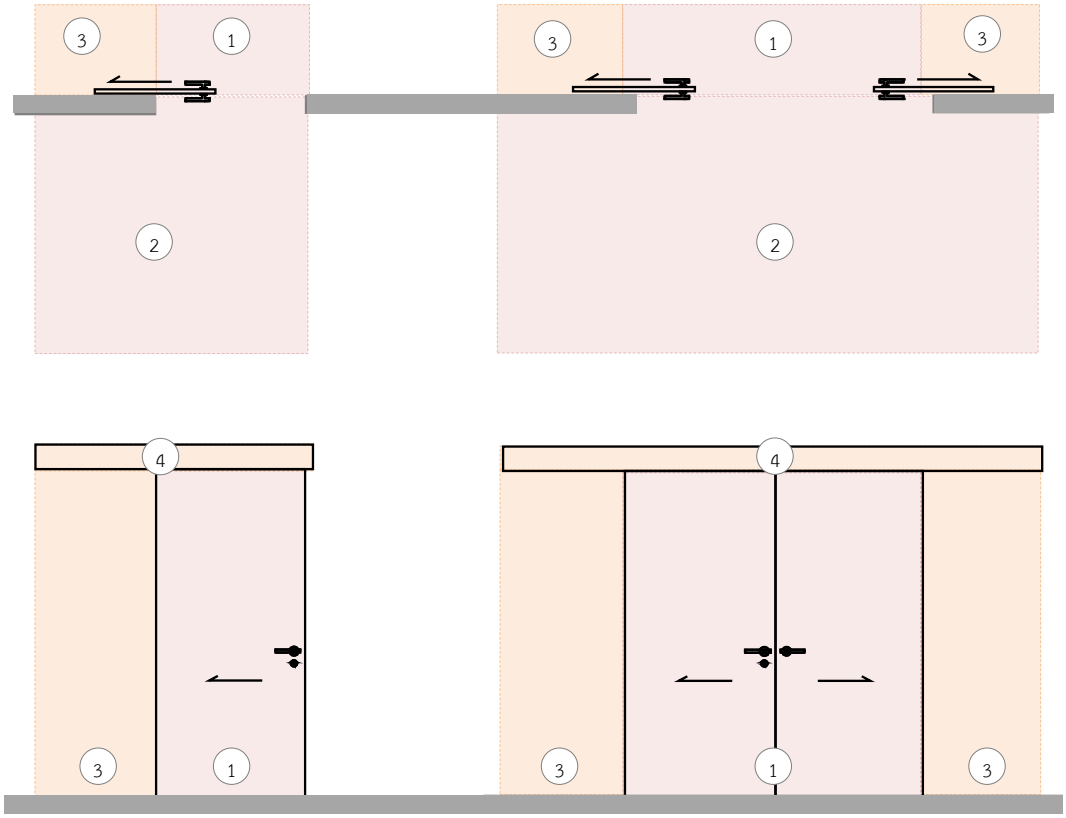
ประตูในโรงพยาบาล ในแต่ละแผนกมีข้อกำหนดของลักษณะประตูที่แตกต่างกันไปตามพื้นที่ใช้สอย ดังนั้น การเข้าถึงพื้นที่ต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลนั้นต้องอย่างรวดเร็วไม่มีสิ่งกีดขวาง สามารถเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยรถเข็นและเปลนอนได้อย่างสะดวกและคล่องตัว

จากตารางพบว่าข้อกำหนดและลักษณะประตูตามแนวคิดและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กับพื้นที่โดยรอบประตู และส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานประตู โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 บริเวณ ดังนี้

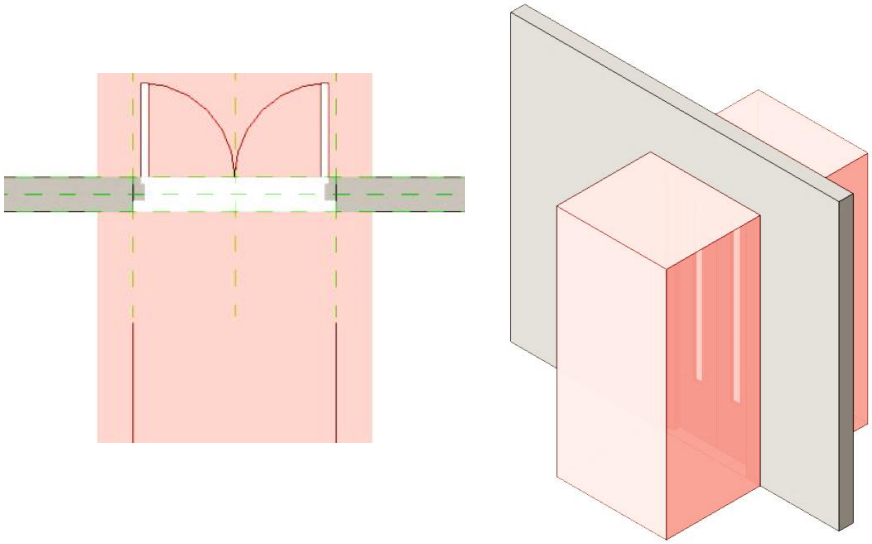
1. พื้นที่ด้านในประตู ขนาดช่องเปิดประตูที่เหมาะสมตามพื้นที่การใช้งานของรถเข็นและเปลนอน
2. พื้นที่ด้านนอกประตู พื้นที่สัญจรที่เหมาะสมตามพื้นที่การใช้งานของรถเข็นและเปลนอน
3. พื้นที่ด้านข้างประตู บริเวณติดตั้งอุปกรณ์และควบคุมไม่กีดขวางเมื่อเปิดใช้งานประตู
4. พื้นที่ด้านบนประตู เพียงพอสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์และควบคุมประตู



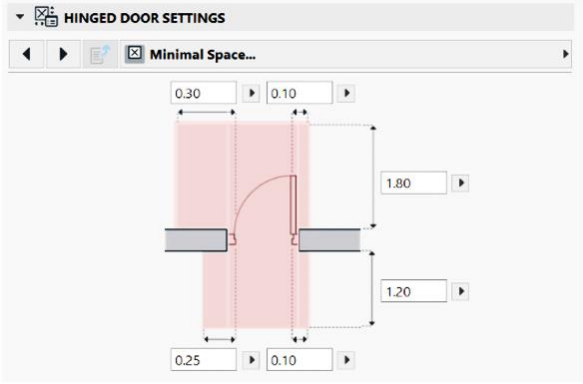
ภาพ 1 แสดงบริเวณที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานประตูบานเปิดเดี่ยวและคู่
ที่มา: จากการศึกษาของผู้วิจัย



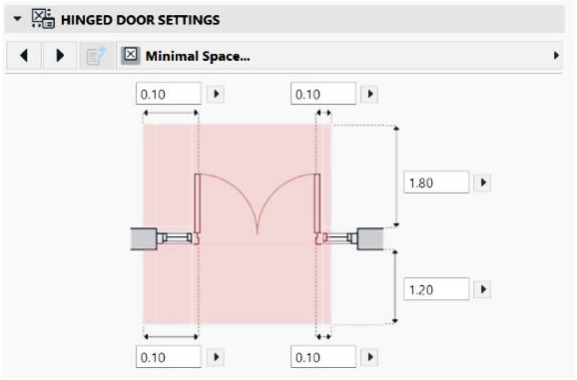
ภาพ 2 แสดงบริเวณที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานประตูบานเลื่อนเดี่ยวและคู่
ที่มา: จากการศึกษาของผู้วิจัย



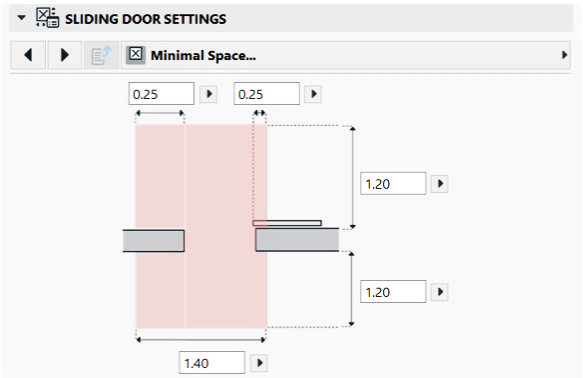
ภาพ 3 แสดงการตรวจสอบพื้นที่ตามข้อกำหนดในโปรแกรม Autodesk Revit
ที่มา: จากโปรแกรม Autodesk Revit 2020



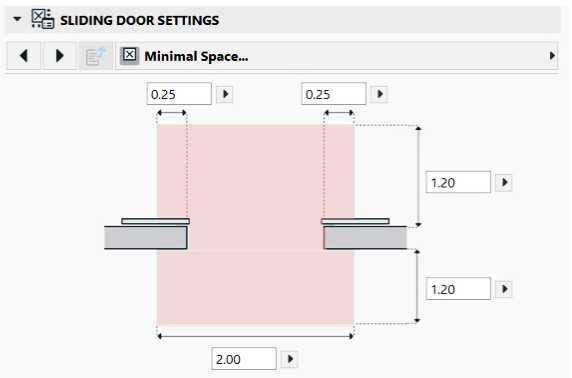
ภาพ 4.1 ประตูบานเปิดเดี่ยว



ภาพ 4.2 ประตูบานเปิดคู่



ภาพ 4.3 ประตูบานเลื่อนเดี่ยว



ภาพ 4.4 ประตูบานเลื่อนคู่

ภาพ 4 แสดงการตรวจสอบพื้นที่ตามข้อกำหนดในโปรแกรม ArchiCAD

ที่มา: จากโปรแกรม ArchiCAD 24

ตาราง 2 เปรียบเทียบการตรวจสอบทั้ง 2 โปรแกรม

โปรแกรม	วิธีการตรวจสอบ	พื้นที่ด้านใน	พื้นที่ด้านนอก	พื้นที่ด้านข้าง	พื้นที่ด้านบน
Autodesk Revit	สร้างพื้นที่ส่วนประกอบที่ต้องการตรวจสอบตามข้อกำหนด นำไปใส่ในองค์ประกอบของโมเดลประตู	✓	✓	✓	✓
ArchiCAD	ใส่ค่าพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบตามข้อกำหนดในคำสั่งของโปรแกรม	✓	✓	✓	✗

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและการทดลองนำพื้นที่โดยรอบประตูที่เป็นข้อกำหนดลักษณะของประตูที่เหมาะสมกับการใช้งานในโรงพยาบาล 4 บริเวณ คือ 1.พื้นที่ด้านในประตู 2.พื้นที่ด้านนอกประตู 3.พื้นที่ด้านข้างประตู 4.พื้นที่ด้านบนประตู เมื่อตรวจสอบด้วยทั้งสองโปรแกรมพบว่า Autodesk Revit สามารถใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานประตูได้ครอบคลุมทุกข้อกำหนด แต่มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการสร้างพื้นที่ส่วนประกอบที่ต้องการตรวจสอบเข้าไปใน

องค์ประกอบของโมเดลประตู และโปรแกรม ArchiCAD สามารถใส่ค่าตามข้อกำหนดที่ต้องการตรวจสอบในคำสั่งของโปรแกรมได้ แต่ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมจึงไม่สามารถใส่ค่าตามข้อกำหนดพื้นที่บริเวณด้านบนประตูได้

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการตรวจสอบการใช้งานประตูภายในโรงพยาบาลที่เหมาะสม นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในการออกแบบประตูในโรงพยาบาลที่มีประสิทธิภาพในอนาคต

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข. กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองแบบแผน. (2555). *คู่มือการประเมินอาคารและสภาพแวดล้อมภายหลังการออกแบบและใช้งาน.* นนทบุรี: กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข.

กระทรวงสาธารณสุข. กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองแบบแผน. (2558). *คู่มือการออกแบบอาคารสถานบริการสุขภาพและสภาพแวดล้อม*. นนทบุรี: กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข.

บริษัท แอพพลิแคด จำกัด. (2562). *คู่มือการใช้งานโปรแกรม ArchiCAD*. กรุงเทพฯ: บริษัท แอพพลิแคด จำกัด.

บัณฑิต จุลาสัย และ สุริยน ศิริธรรมปิติ. (2547). *วัสดุและการก่อสร้าง ประตูและหน้าต่าง*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์. (2564). *Reference for Autodesk Revit* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์กรุงเทพ จำกัด.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2560). *แนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ฉบับที่ 1.* กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2557). *ข้อแนะนำการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับทุกคน* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พลัสเพรส.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2558). *แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พลัสเพรส.