# บทที่ 3

# ระเบียบวิธีวิจัย

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติให้สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนบทบาทของการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบระหว่างสถาปนิกและเจ้าของอาคาร โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ
2. การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ
3. การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบ
4. การเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. รายละเอียดของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการพัฒนาระบบ

## 3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ การวิเคราะห์ความต้องการของระบบเป็นการศึกษาถึงข้อจำกัดของเครื่องมือนำเสนอเชิงทัศนาการที่สถาปนิกใช้ในการนำเสนอผลลัพธ์ของทางเลือกต่าง ๆ ของงานออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อให้เจ้าของอาคารเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดจากการใช้เครื่องมือนำเสนอเชิงทัศนาการที่ส่งผลต่อบทบาทการมีส่วนร่วมในงานออกแบบของทั้งสถาปนิกและเจ้าของอาคาร เพื่อให้ทราบถึงแนวทางของการ เพิ่มเติมความสามารถให้กับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ สำหรับการทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการมีส่วนร่วมในงานออกแบบระหว่างสถาปนิกและเจ้าของอาคาร และนำแนวทางการสร้างคุณสมบัติเพิ่มเติมที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบในขั้นตอนต่อไป โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนตามลักษณะของผู้ใช้งานระบบ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของสถาปนิก
2. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของเจ้าของอาคาร

3.1.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของสถาปนิก

บทบาทของสถาปนิกในการสร้างการมีส่วนร่วมในงานออกแบบให้เกิดขึ้นระหว่างตนกับเจ้าของอาคาร เพื่อให้เจ้าของอาคารสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบนั้น ทำให้สถาปนิกจำเป็นที่จะต้องมีการจัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ทั้งข้อมูลในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อนำเสนอผลของทางเลือกต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกทางเลือกในงานออกแบบ เพื่อใช้สำหรับประกอบการตัดสินใจของเจ้าของอาคาร ซึ่งการจัดเตรียมข้อมูลผลลัพธ์ของทางเลือกต่าง ๆ ในงานออกแบบนั้น ทำให้สถาปนิกต้องเสียเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นจากเดิม ยกตัวอย่างในแง่ของการนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพของทางเลือกในงานออกแบบ เช่น การจัดทำรูปแสดงทัศนียภาพของอาคารหลาย ๆ รูปเพื่อแสดงถึงผลของการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของอาคารที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกทางเลือกต่าง ๆ หรือในด้านของการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ผลของการเปลี่ยนแปลงราคาวัสดุที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้วัสดุทางเลือกต่าง ๆ ในงานออกแบบ เป็นต้น

จากตัวอย่างที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ในการสร้างการมีส่วนร่วมในงานออกแบบเพื่อให้เจ้าของอาคารสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในงานออกแบบและตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบร่วมกับสถาปนิกนั้น จะทำให้ปริมาณการทำงานในส่วนของการเตรียมการนำเสนอผลลัพธ์ของงานออกแบบในทางเลือกต่าง ๆ ของสถาปนิกเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากข้อจำกัดในด้านการแสดงผลของสื่อนำเสนอเชิงทัศนาการที่มีรูปแบบการแสดงผลแบบคงที่ กล่าวคือ สื่อดังกล่าวไม่สามารถทำการประมวลผลลัพธ์เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จากทางเลือกในงานออกแบบของสถาปนิกขณะนำเสนอได้ ส่งผลให้การทำงานนำเสนอของสถาปนิกจำเป็นต้องมีการสั่งประมวลผลเพื่อสร้างงานนำเสนอตามจำนวนของทางเลือกที่สถาปนิกได้ออกแบบไว้

เมื่อพิจารณาถึงการประมวลผลลัพธ์ของทางเลือกในงานออกแบบ พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการประมวลผล คือ ข้อมูลของทางเลือกในงานออกแบบจากสถาปนิก ดังนั้นในการพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติให้ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการมีส่วนร่วมในงานออกแบบนั้น ควรมีการพัฒนาระบบให้มีความสามารถในการรับข้อมูลงานออกแบบจากสถาปนิกเพื่อสร้างผลลัพธ์ของงานออกแบบในทางเลือกต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นขณะนำเสนอ โดยอาศัยความสามารถในการประมวลผล 3 มิติขณะแสดงผลของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติเป็นตัวดำเนินการสร้างผลลัพธ์จากข้อมูลของทางเลือกในงานออกแบบที่ได้จากสถาปนิก

สรุปแนวทางการเพิ่มเติมความสามารถของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของสถาปนิก คือ การพัฒนาคุณสมบัติการนำเข้า

ข้อมูลงานออกแบบให้กับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อช่วยลดการทำงานซ้ำของขั้นตอนการสั่งประมวลผลทัศนียภาพอาคารในทางเลือกต่าง ๆ ในขั้นตอนการทำงานนำเสนอผลลัพธ์ของทางเลือกในงานออกแบบ

3.1.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของเจ้าของอาคาร

การที่เจ้าของอาคารมิใช่บุคคลในสายงานออกแบบสถาปัตยกรรม ทำให้บทบาทของการมีส่วนร่วมในงานออกแบบของเจ้าของอาคารถูกกำหนดอยู่ที่การตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบ โดยการพิจารณาผลลัพธ์ของลักษณะอาคารที่เปลี่ยนแปลงไปจากทางเลือกต่าง ๆ ในงานออกแบบผ่านการรับชมสื่อนำเสนอเชิงทัศนาการที่สถาปนิกจัดเตรียมการนำเสนอไว้ แต่การพิจารณาผลลัพธ์ของงานออกแบบผ่านสื่อดังกล่าวนั้น ทำให้การตัดสินใจเลือกของเจ้าของอาคารเกิดขึ้นจากการพิจารณางานออกแบบเพียงปัจจัยด้านรูปลักษณ์อาคารเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดอีกประการของสื่อนำเสนอเชิงทัศนาการ ที่ไม่สามารถแสดงผลของข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อประกอบการพิจารณาทางเลือกในงานออกแบบของเจ้าของอาคารได้ กล่าวคือ ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบของเจ้าของอาคารนั้น ไม่ได้เกิดจากการพิจารณาปัจจัยของลักษณะทางกายภาพเพียงอย่างเดียว ปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ราคาของวัสดุทางเลือก หรือการเปลี่ยนแปลงของตัวเลขงบประมาณค่าก่อสร้าง เหล่านี้ สามารถส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบของเจ้าของอาคารด้วย

จากที่กล่าวมา ส่งผลให้การพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติเพื่อสนับสนุนการมีส่วนร่วมตัดสินใจในงานออกแบบของเจ้าของอาคาร ควรมีการพัฒนาความสามารถในด้านการแสดงผลลัพธ์ของข้อมูลเชิงปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเลือกทางเลือกต่าง ๆ ในงานออกแบบ ซึ่งสามารถทำได้โดยอาศัยการพัฒนาชุดคำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์ให้ทำหน้าที่ในการประมวลผลของข้อมูลเชิงปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเลือกของเจ้าของอาคารในขณะเดียวกับการรับชมผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงลักษณะกายภาพของอาคารในระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อให้เจ้าของอาคารสามารถพิจารณาผลของการเลือกทางเลือกต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับอาคารทั้งในแง่ของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเชิงปริมาณและการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะกายภาพของอาคาร เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบของเจ้าของอาคาร

อีกประเด็นหนึ่งที่เป็นข้อพิจารณาสำหรับการกำหนดแนวทางการพัฒนาความสามารถให้กับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย คือ การช่วยเหลือเจ้าของอาคารในการประเมินผลลัพธ์ของทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งความสามารถดังกล่าว เป็นการพัฒนารูปแบบของการนำเสนองานออกแบบในด้านการเปรียบเทียบผลของการเลือกทางเลือกในงานออกแบบต่าง ๆ โดยจากข้อจำกัดของความสามารถในการประมวลผลของสื่อนำเสนอเชิงทัศนาการ ทำให้การประเมินผลลัพธ์ของงานออกแบบ ในลักษณะของการพิจารณาเปรียบเทียบผลของการเลือกทางเลือกต่าง ๆ ของเจ้าของอาคาร กระทำได้ยาก กล่าวคือ การเปรียบเทียบทางเลือกด้วยภาพนิ่งในกรณีที่มีทางเลือกมากกว่าสองทางขึ้นไป จะส่งผลให้การประเมินผลลัพธ์ของทางเลือกกระทำได้ยาก เนื่องมาจาก ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของทางเลือกต่าง ๆ นั้น นอกจากเจ้าของอาคารจะต้องทำการพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงลักษณะกายภาพของอาคารแบบภาพต่อภาพแล้ว ยังต้องทำการพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงของตัวเลขราคาที่เกิดจากการเลือกของตนเปรียบเทียบกับตัวเลขการประมาณราคาของทางเลือกแบบอื่น ๆ ด้วย ซึ่งเมื่อผนวกกับการนำเสนอทางเลือกที่มีการสื่อสารมากกว่า 1 มุมมอง จะทำให้การพิจารณาเปรียบเทียบผลของทางเลือกเพื่อการประเมินผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกต่าง ๆ มีความซับซ้อนในการดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกของเจ้าของอาคาร

สรุปแนวทางการเพิ่มเติมความสามารถของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติจากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของเจ้าของอาคาร ซึ่งประกอบด้วยแนวทางการเพิ่มเติมคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาคุณสมบัติการประมวลผลลัพธ์ในเชิงตัวเลขให้กับระบบ เพื่อช่วยให้การแสดงผลลัพธ์ของงานออกแบบเกิดขึ้นทั้งในด้านของการเปลี่ยนแปลงลักษณะกายภาพ และการประมวลผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงตัวเลขราคาจากการเลือกทางเลือก พร้อม ๆ กันขณะการนำเสนอ

2. การพัฒนาคุณสมบัติการช่วยประเมินผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกในงานออกแบบ เพื่อทำให้ระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติสามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเปรียบเทียบทางเลือก เพื่อช่วยเจ้าของอาคารตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบ

จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ ทำให้เห็นถึงข้อจำกัดของความสามารถในการสื่อสารงานออกแบบของสื่อนำเสนอเชิงทัศนาการในประเด็นของการสร้างการมีส่วนร่วมในงานออกแบบระหว่างสถาปนิกและเจ้าของอาคารให้เกิดขึ้นในขณะการนำเสนองานออกแบบ โดยสามารถสรุปข้อจำกัดและแนวทางของการเพิ่มเติมคุณสมบัติความสามารถให้กับระบบ

สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อแก้ปัญหาของข้อจำกัดในการนำเสนองานออกแบบ จากตารางที่ 3.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1
สรุปผลการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

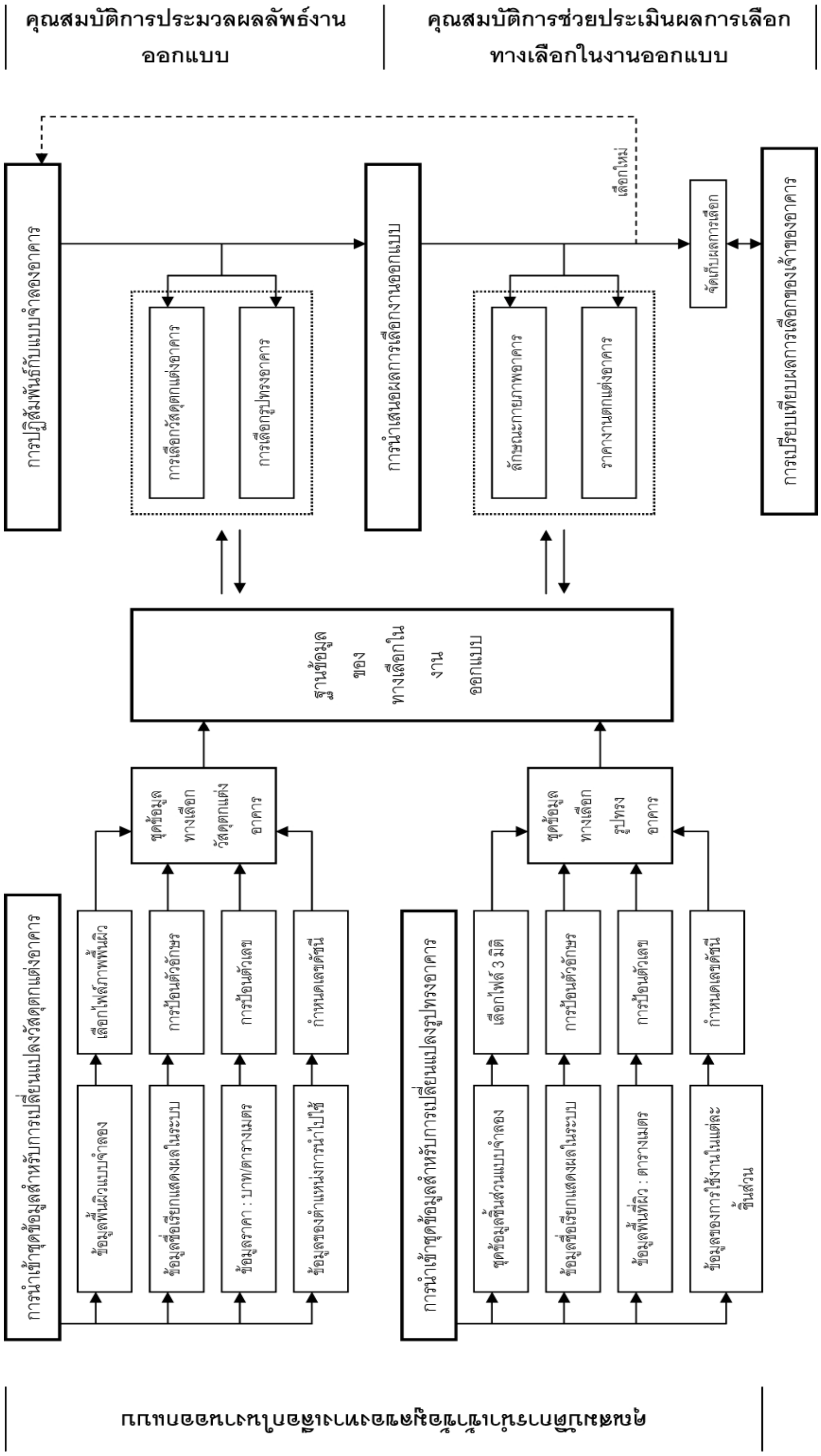
| ข้อจำกัดของสื่อ | ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัด | คุณสมบัติที่คาดว่าจะช่วยแก้ปัญหา |
|---|---|---|
| ผลการนำเสนองานออกแบบเป็นผลลัพธ์แบบคงที่ | การสั่งประมวลผลภาพซ้ำตามจำนวนของทางเลือกและมุมมองที่ต้องการนำเสนอ | การนำเข้าข้อมูลทางเลือกในงานออกแบบ |
| การนำเสนอข้อมูลด้านลักษณะกายภาพเพียงอย่างเดียว | ไม่สามารถพิจารณาผลลัพธ์ของงานออกแบบในด้านตัวเลขราคาที่เปลี่ยนแปลงจากการเลือกทางเลือกต่างในขณะการพิจารณาลักษณะกายภาพอาคาร | การประมวลผลลัพธ์เชิงตัวเลข |
| ความซับซ้อนของการพิจารณาผลลัพธ์ในกรณีของการพิจารณาทางเลือกหลายทาง | ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของการเลือกทางเลือกได้ยาก เนื่องจากต้องเปรียบเทียบแบบภาพต่อภาพ หรือผลลัพธ์ต่อผลลัพธ์ | การประเมินผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกในงานออกแบบ |

## 3.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ

แนวทางการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย มีที่มาจากคุณสมบัติเพิ่มเติมที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของการทำงานในส่วนต่าง ๆ ได้ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1

โครงสร้างการทำงานของระบบ



จากภาพที่ 3.1 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ แสดงถึงแนวคิดในการเชื่อมต่อความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคุณสมบัติทั้ง 3 ในรูปแบบของการทำงานเป็นระบบ โดยแอพพลิเคชั่นส่วนสถาปนิก ที่มีคุณสมบัติการนำเข้าข้อมูลทางเลือกในงานออกแบบ จะเป็นตัวดำเนินการเริ่มต้นวงจรการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อดำเนินการนำเข้าข้อมูลและส่งไปจัดเก็บในฐานข้อมูลของทางเลือกต่าง ๆ ในงานออกแบบ สำหรับการนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการแสดงการเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ของแบบจำลองอาคารในแอพพลิเคชั่นส่วนเจ้าของอาคาร ที่มีคุณสมบัติในการประมวลผลลัพธ์งานออกแบบ เป็นตัวดำเนินการเชื่อมต่อการเลือกของเจ้าของอาคารกับการนำเสนอผลการเปลี่ยนแปลงงานออกแบบ เพื่อให้เจ้าของอาคารทำการพิจารณาผลการเลือกทางเลือกของตน ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์อาคารและการเปลี่ยนแปลงราคาของงานออกแบบ โดยมีคุณสมบัติการช่วยประเมินผลการเลือกทางเลือกในงานออกแบบ ที่มีความสามารถในการบันทึกผลการเลือกทางเลือกของเจ้าของอาคาร เพื่อประโยชน์ในการนำผลการเลือกที่บันทึกไว้ มาใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านลักษณะกายภาพ การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของราคาที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเลือกทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งการทำงานในคุณสมบัตินี้จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการประเมินผลลัพธ์ของงานออกแบบในลักษณะของการเปรียบเทียบผลการเลือกทางเลือกในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับประกอบการพิจารณาทางเลือกเพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกในงานออกแบบ

## 3.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบ

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในงานวิจัย จะแบ่งการออกแบบออกเป็นสองส่วนตามลักษณะของการทำงานของคุณสมบัติต่าง ๆ ในโครงสร้างการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในแอพพลิเคชั่นส่วนสถาปนิก
2. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในแอพพลิเคชั่นส่วนเจ้าของอาคาร

### 3.3.1 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในแอพพลิเคชั่นส่วนสถาปนิก

รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในฝั่งสถาปนิก จะคำนึงถึงประโยชน์การใช้งานและความสะดวกของสถาปนิกในการจัดเตรียมข้อมูลของงานออกแบบ โดยออกแบบให้

เหมาะสมกับลักษณะของชนิดของข้อมูลงานออกแบบที่สถาปนิกจะทำการจัดเก็บในฐานข้อมูล โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการสร้างฐานข้อมูลงานออกแบบ 2 ชนิด คือ ข้อมูลประเภท 2 มิติของวัสดุตกแต่งพื้นผิวอาคาร และข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่มาจากการทำงานในซอฟต์แวร์ประเภทสร้างรูปทรง 3 มิติ สำหรับให้เจ้าของอาคารเลือกเปลี่ยนแปลงบางส่วนของแบบจำลองอาคารในระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในฝั่งของตน โดยสามารถอธิบายรูปแบบการทำงานของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในฝั่งสถาปนิกได้ดังนี้

ตารางที่ 3.2
การเลือกใช้รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลวัสดุตกแต่งพื้นผิวอาคารของระบบ

| ชนิดของข้อมูล | รูปแบบของส่วนติดต่อที่เลือกใช้ | ลักษณะการทำงาน |
|---|---|---|
| 1. รูปภาพอ้างอิงสำหรับแสดงพื้นผิวของวัสดุในแบบจำลอง 3 มิติ | ปุ่มเลือกไฟล์ (browse button) | นำเข้าข้อมูลไฟล์ภาพในฟอร์แมต *.jpg หรือ *.dds |
| 2. ชื่อของวัสดุที่ใช้แสดงเพื่อการเรียกใช้งานในระบบ | กล่องข้อความแบบ input text | การป้อนค่าตัวอักษรภาษาอังกฤษ |
| 3. ราคาของวัสดุในหน่วย บาท ต่อตารางเมตร | กล่องข้อความแบบ input value | การป้อนค่าตัวเลขคณิตศาสตร์จำกัดทศนิยม 2 จุด |
| 4. ประโยชน์ใช้สอยของวัสดุสำหรับเรียกใช้ในระบบ เช่น วัสดุตกแต่งผนังภายนอกอาคาร | กล่องแสดงรายการแบบ list box | กำหนดเลขดัชนีอ้างอิงให้กับวัสดุสำหรับการเรียกแสดงผล |

ตารางที่ 3.3

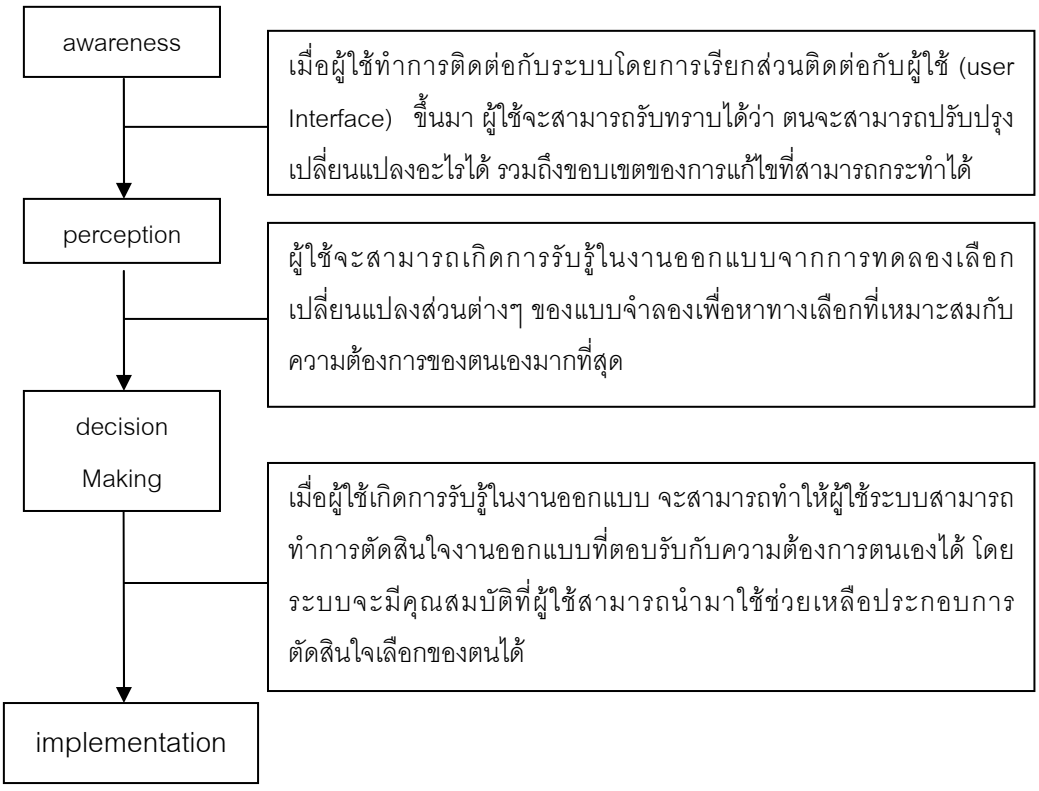
การเลือกใช้รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลประเภท 3 มิติ

| ชนิดของข้อมูล | รูปแบบของส่วนติดต่อที่เลือกใช้ | ลักษณะการทำงาน |
|---|---|---|
| 1. ข้อมูลของชิ้นส่วนในรูปของไฟล์แบบจำลอง 3 มิติ | ปุ่มเลือกไฟล์ (browse button) | นำเข้าข้อมูล 3 มิติในฟอร์แมต *.dae |
| 2. ชื่อของชิ้นส่วนที่ใช้แสดงเพื่อการเรียกใช้งานในระบบ | กล่องข้อความแบบ input text | การป้อนค่าตัวอักษรภาษาอังกฤษ |
| 3. ชนิดหรือลักษณะการใช้งานในพื้นผิวของชิ้นส่วนแบบจำลอง 3 มิติ | กล่องแสดงรายการแบบ list box | การกำหนดดัชนีอ้างอิงของพื้นผิวในชิ้นส่วนแบบจำลอง 3 มิติสำหรับใช้ในระบบ เพื่อการจำแนกลักษณะการใช้งานของพื้นผิวนั้น ๆ เช่น การกำหนดพื้นผิวของการปูวัสดุมุงหลังคาในชิ้นส่วนแบบจำลอง 3 มิติของรูปทรงหลังคาที่นำเข้ามาในระบบ |
| 4. พื้นที่ผิวของชิ้นส่วนแบบจำลอง ที่นำเข้ามาในระบบ | เลือกใช้ 2 รูปแบบ คือ<br>- กล่องข้อความแบบ value input<br>- ปุ่มนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ *.txt | - กล่องข้อความแบบ value input สำหรับป้อนข้อมูลตัวเลข ทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่ง ของพื้นที่ผิวในชิ้นส่วนแบบจำลอง 3 มิติดังกล่าว<br>- ปุ่มนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ *.txt สำหรับนำเข้าข้อมูลของพื้นที่ผิว ในกรณีที่มีการเตรียมข้อมูลของพื้นที่ผิว ในรูปแบบของค่าตัวเลขที่ถูกเก็บอยู่ในไฟล์ text ไว้ล่วงหน้าแล้ว |

3.3.1 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบในแอพพลิเคชั่นเจ้าของอาคาร

รูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานฝั่งเจ้าของอาคารในระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัยนี้มีการออกแบบให้ไม่แสดงปรากฏอยู่บนหน้าจอ แต่จะถูกดึงออกมาแสดงเมื่อผู้ใช้งานทำการติดต่อกับแบบจำลองของระบบเท่านั้น ซึ่งเมื่อผู้ใช้พบว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารไม่ตรงกับที่ตนต้องการและผู้ใช้มีความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงจึงค่อยทำการติดต่อกับระบบด้วยการใช้เมาส์คลิ้กที่ส่วนดังกล่าวดังกล่าว เพื่อเรียกส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในระบบขึ้นมา โดยกระบวนการในการติดต่อกับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติของผู้ใช้ระบบนั้น จะใช้หลักการเดียวกับระดับขั้นของการมีส่วนร่วมในงานออกแบบที่ได้ทำการศึกษาในบทที่ 2 โดยสามารถอธิบายกระบวนการของการติดต่อกับระบบของผู้ใช้งานได้ดังนี้

ภาพที่ 3.2
การนำระดับขั้นของการมีส่วนร่วมในงานออกแบบมาใช้ในกระบวนการติดต่อกับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย



## 3.4 การเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.4.1 แนวทางในการคัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัยนี้ เลือกใช้ซอฟต์แวร์ประเภทพัฒนาเกมเป็นเครื่องมือในการสร้างและพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยมีแนวทางในการพิจารณาเลือกเครื่องมือพัฒนาดังนี้

1. ความเข้ากันได้กับซอฟต์แวร์ประเภทออกแบบ 3 มิติ สามารถนำข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติมาใช้ทำงานในซอฟต์แวร์โดยข้อมูลแบบจำลองไม่เกิดความเสียหายหรือมีรูปทรงผิดเพี้ยนไป

2. มีเครื่องมือสำหรับสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแบบสำเร็จรูป

3. ความยืดหยุ่นของการปรับปรุงชุดคำสั่งในซอฟต์แวร์ การอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนชุดคำสั่งงานเพื่อออกแบบการทำงานตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้

4. รองรับการคอมไพล์ (compile) ในรูปแบบของภาษา html เพื่อการแสดงผล 3 มิติในเว็บบราวเซอร์เพื่อการสื่อสารแบบ 3 มิติผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

จากการพิจารณา ผู้วิจัยได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Quest3D เป็นเครื่องมือในการพัฒนา โดยในการพิจารณาเลือกเครื่องมือดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานซอฟต์แวร์ เพื่อทดสอบความสามารถต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์ ซึ่งเนื้อหาของการทดลองใช้งานซอฟต์แวร์ Quest3D จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

### 3.4.2 การทดสอบความสามารถของเครื่องมือที่เลือกใช้ในการพัฒนาระบบ

ในการทดสอบความสามารถของซอฟต์แวร์ Quest3D ผู้วิจัยจะทำการทดลองการทำงานของซอฟต์แวร์ตามแนวทางในการพิจารณาเลือกเครื่องมือพัฒนา โดยแบ่งการทดสอบการทำงานออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ทดสอบความเข้ากันได้ของซอฟต์แวร์ Quest3D กับซอฟต์แวร์ประเภทออกแบบ 3 มิติ ในการทดสอบนี้จะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติ โดยพิจารณาลักษณะกายภาพของแบบจำลองที่ปรากฏในซอฟต์แวร์ Quest3D กับซอฟต์แวร์ประเภทออกแบบ 3 มิติที่ผู้วิจัยใช้งานคือซอฟต์แวร์ Autodesk 3Ds Max เวอร์ชั่น 9

การทดสอบความเข้ากันได้ของซอฟต์แวร์ Quest3D กับซอฟต์แวร์ประเภทออกแบบ 3 มิติ จากการทดลองใช้งานของผู้วิจัย ให้ผลดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.3

การทดสอบความเข้ากันได้ของซอฟต์แวร์ Quest3D

กับซอฟต์แวร์ประเภทออกแบบ 3 มิติ

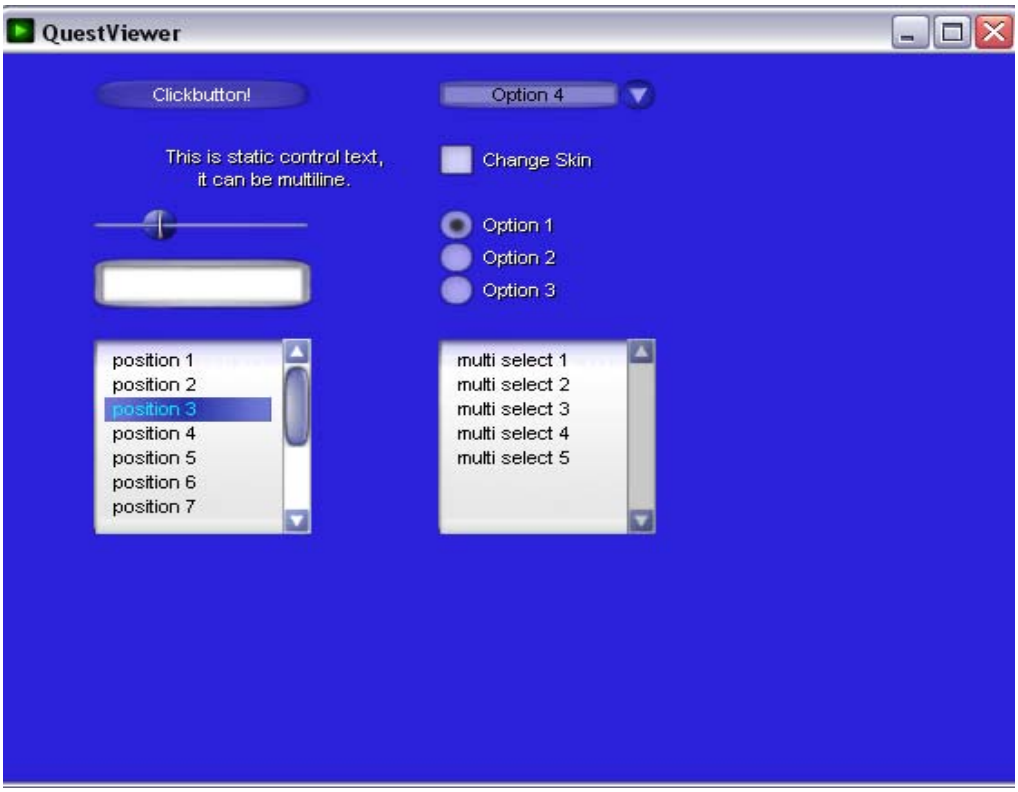
หมายเหตุ: ตัดภาพโดยผู้วิจัย, 4 เมษายน พ.ศ. 2552

จากการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติ พบว่า ลักษณะทางกายภาพของแบบจำลอง 3 มิติที่ปรากฏในในซอฟต์แวร์ Quest3D มีลักษณะทางกายภาพตรงกับกับแบบจำลอง 3 มิติต้นฉบับในซอฟต์แวร์ Autodesk 3Ds Max เวอร์ชั่น 9 แต่มีความแตกต่างกันในด้านของการแสดงผลการใส่วัสดุในแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งเกิดจากซอฟต์แวร์ Quest3D จะทำการรีเซ็ท (reset) ค่าของการแสดงผลวัสดุไปเป็นค่าเริ่มต้นของตัวซอฟต์แวร์ในการนำเข้าข้อมูล

2. ทดสอบเครื่องมือสำหรับสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแบบสำเร็จรูป ในการทดสอบนี้ผู้วิจัยจะทำการทดลองใช้งานเครื่องมือสำหรับสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของซอฟต์แวร์ Quest3D ซึ่งจากการทดลองใช้งาน พบว่าเครื่องมือสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแบบสำเร็จรูปในซอฟต์แวร์ Quest3D สามารถรองรับการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้หลายรูปแบบ โดยผลการทดสอบจะแสดงในภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.4

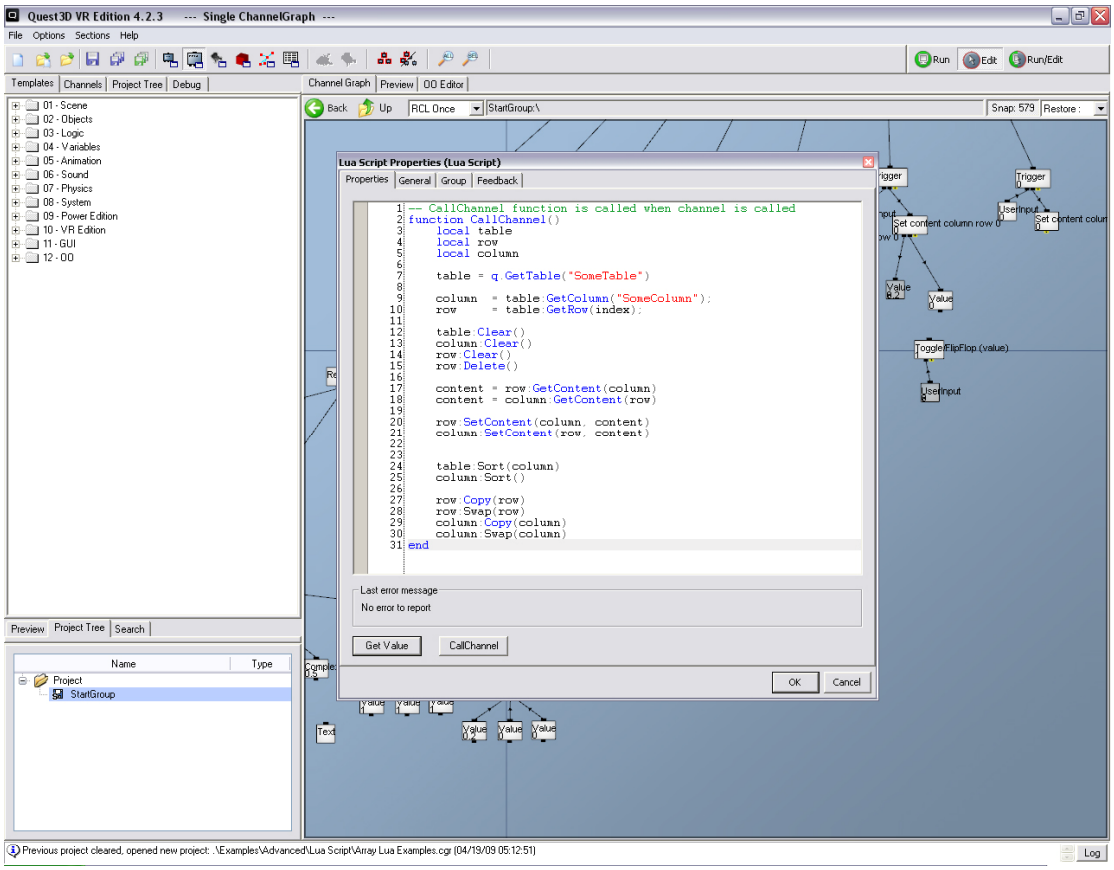
การทดลองสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ




หมายเหตุ: ตัดภาพโดยผู้วิจัย, 4 เมษายน พ.ศ. 2552

3. ทดสอบการรองรับการเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมจากผู้ใช้งานในซอฟต์แวร์ Quest3D จากการศึกษาการทำงานเบื้องต้นของซอฟต์แวร์ พบว่า ผู้ใช้งานสามารถเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมได้ในซอฟต์แวร์ โดยภาษาคอมพิวเตอร์ที่ซอฟต์แวร์ Quest3D อนุญาตให้ผู้ใช้งานเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติม คือ LUA Script โดยลักษณะของการเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมในซอฟต์แวร์จากการทดลองใช้งานของผู้วิจัย จะแสดงในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.5
การเขียนชุดคำสั่งเพิ่มเติมในซอฟต์แวร์ Quest3D



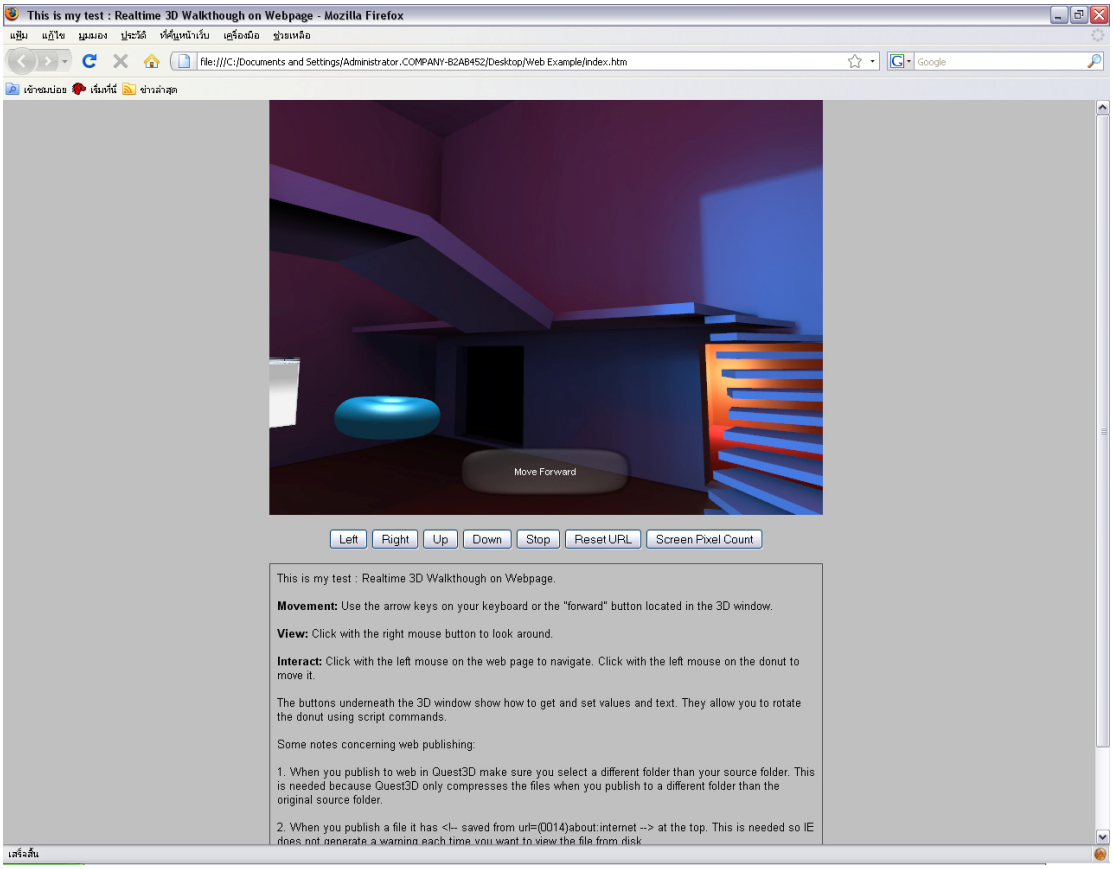

หมายเหตุ: ตัดภาพโดยผู้วิจัย, 4 เมษายน พ.ศ. 2552

4. ทดสอบการคอมไพล์ (compile) ในรูปแบบของภาษา html สำหรับการแสดงผลแบบ 3 มิติในรูปแบบของเว็บเพจ จากการทดลองใช้งานซอฟต์แวร์ Quest3D พบว่าสามารถผู้ใช้งานซอฟต์แวร์สามารถคอมไพล์แอพพลิเคชั่น 3 มิติให้อยู่ในรูปแบบการแสดงผลของภาษา html ได้

โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานในส่วนของการคอมไพล์แอพพลิเคชั่น 3 มิติให้อยู่รูปของการแสดงผลแบบเว็บเพจ ซึ่งผลการทดลองใช้งานจะแสดงในภาพที่ 3.9

ภาพที่ 3.6

การแสดงผลของแอพพลิเคชั่น 3 มิติในรูปแบบเว็บเพจ




หมายเหตุ: ตัดภาพโดยผู้วิจัย, 4 เมษายน พ.ศ. 2552

จากการทดสอบความสามารถในการคอมไพล์แอพพลิเคชั่นของซอฟต์แวร์ Quest3D ผู้วิจัยพบว่า ซอฟต์แวร์สามารถคอมไฟล์แอพพลิเคชั่นออกมาในรูปแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากภาษา html ได้ โดยการคอมไพล์ในรูปแบบอื่น ๆ ของซอฟต์แวร์มีดังนี้

(1) แบบ Executable เป็นคอมไพล์แอพพลิเคชั่นแบบเรียกใช้งานสำเร็จรูป

(2) แบบ Installer เป็นการคอมไพล์แอพพลิเคชั่นแบบติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์

(3) แบบ Quest3D viewer เป็นการคอมไพล์เพื่อตรวจสอบการทำงานของแอพพลิเคชั่นโดยอาศัยโปรแกรม viewer ของ Quest3D ในการแสดงผลการทำงานของแอพพลิเคชั่น

## 3.5 รายละเอียดของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการพัฒนาระบบ

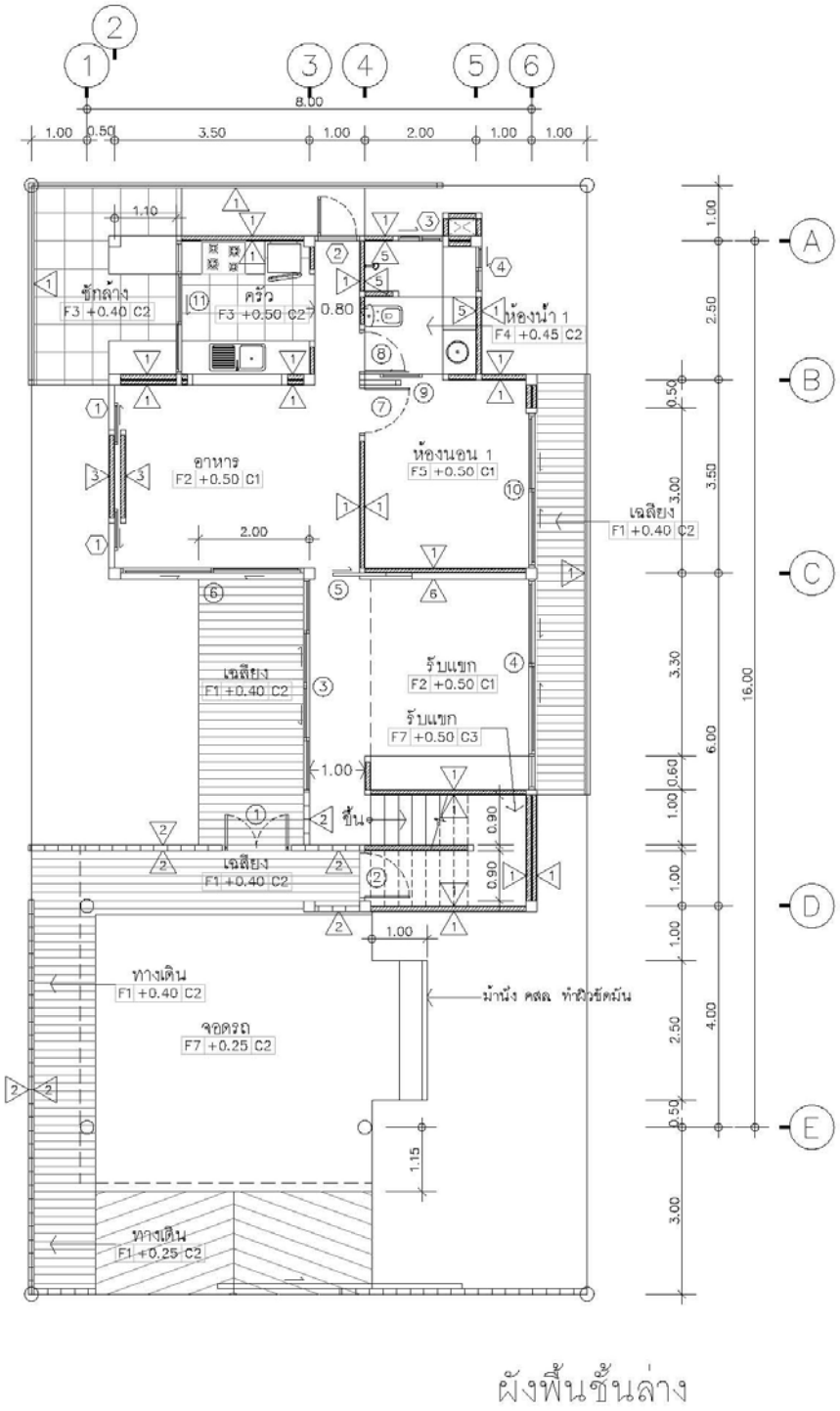
ในงานวิจัยนี้ อาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการทดสอบผลการพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เป็นอาคารประเภทบ้านพักอาศัย 2 ชั้น เจ้าของอาคาร คือ คุณนุศรา ปิยะพลรุ่งโรจน์ โดยมีสถาปนิกผู้ออกแบบคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน ซึ่งท่านได้ให้การสนับสนุนทางด้านข้อมูลของงานออกแบบที่จำเป็นต่อการทำแบบจำลองอาคารสำหรับใช้ในการทดสอบความสามารถของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยรายละเอียดของอาคารและข้อมูลของงานออกแบบที่ผู้วิจัยได้รับจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน มีดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3.7
ลักษณะกายภาพของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

ที่มา: ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน, 2552.

ภาพที่ 3.8

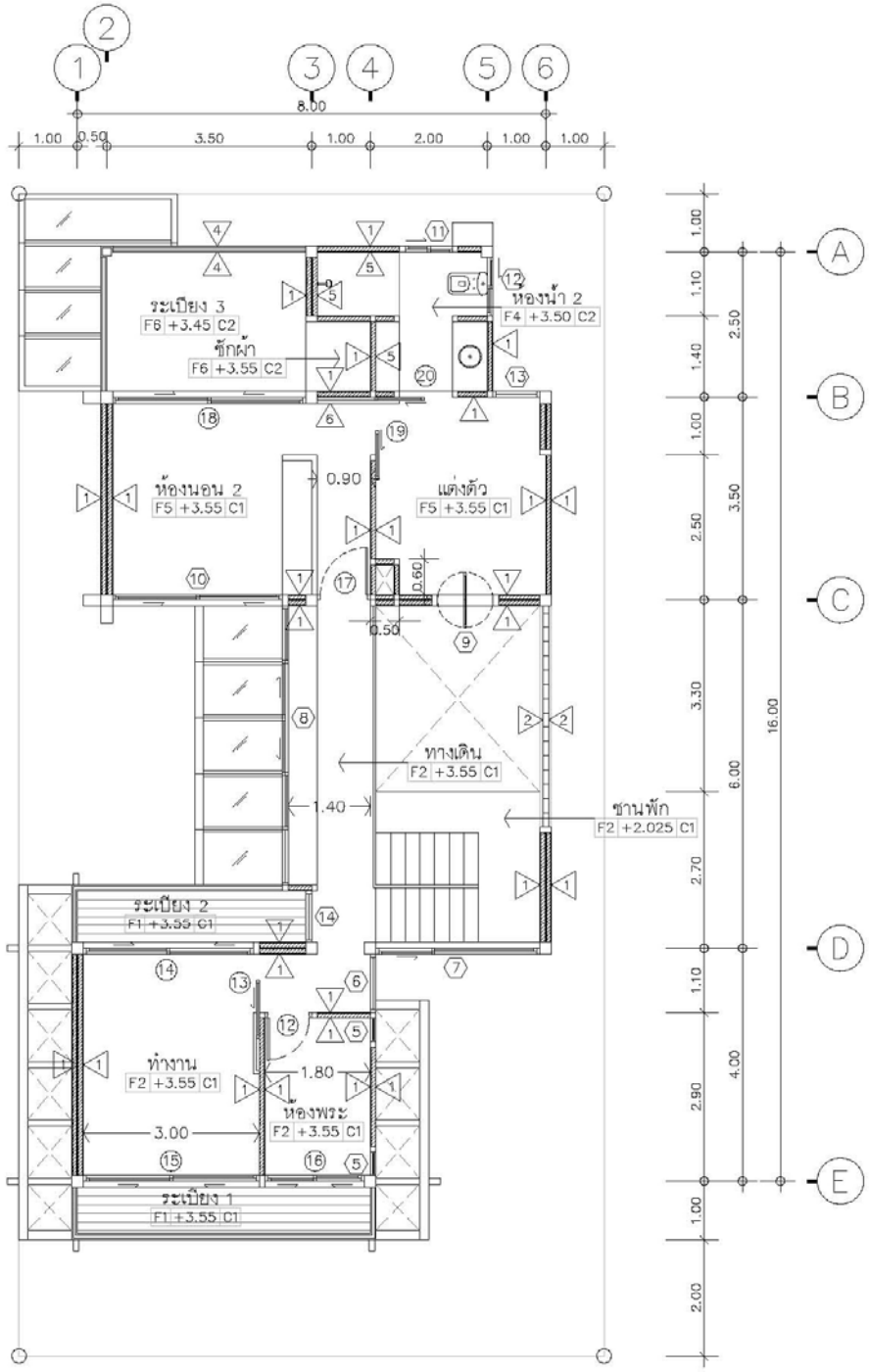
ผังพื้นชั้นล่างของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา




ที่มา: ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน, 2552.

ภาพที่ 3.9

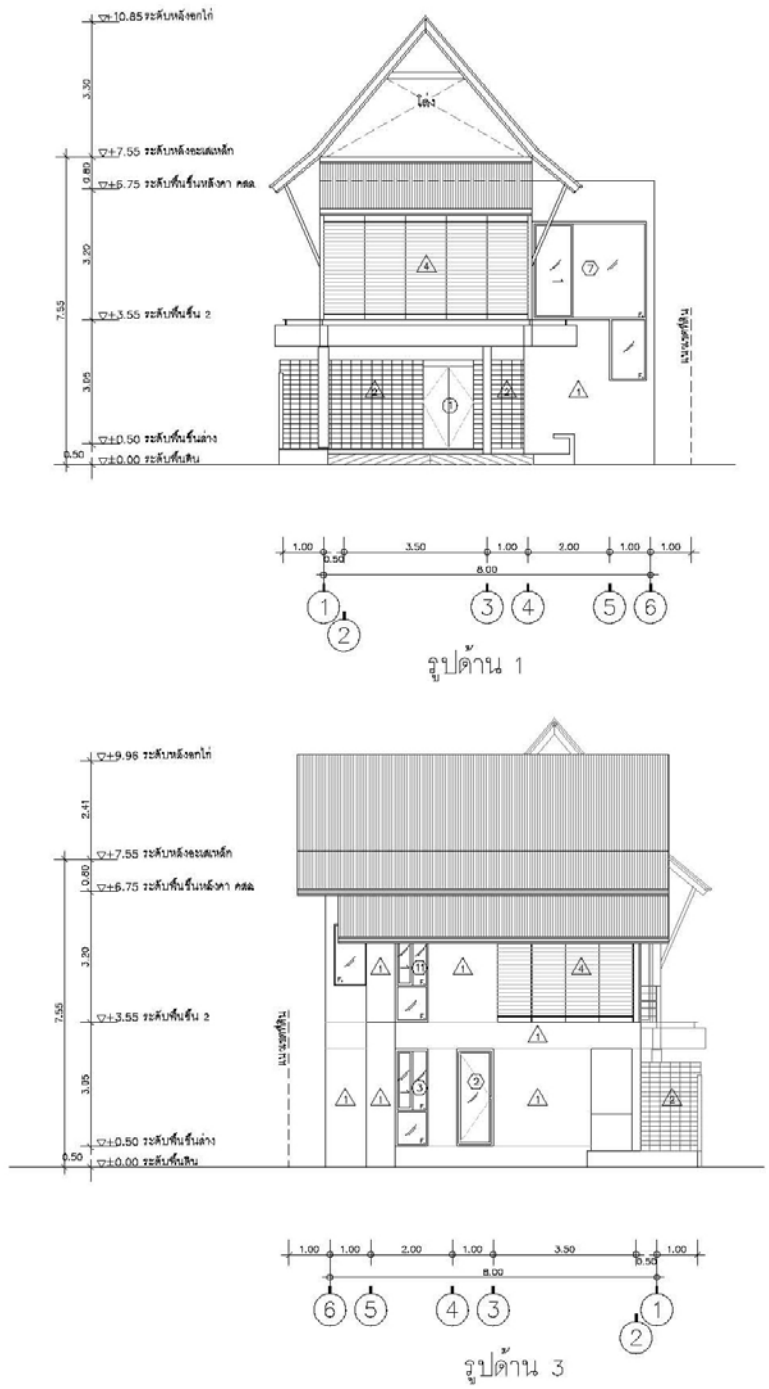
ผังพื้นชั้น 2 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา




ที่มา: ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน, 2552.

ภาพที่ 3.10

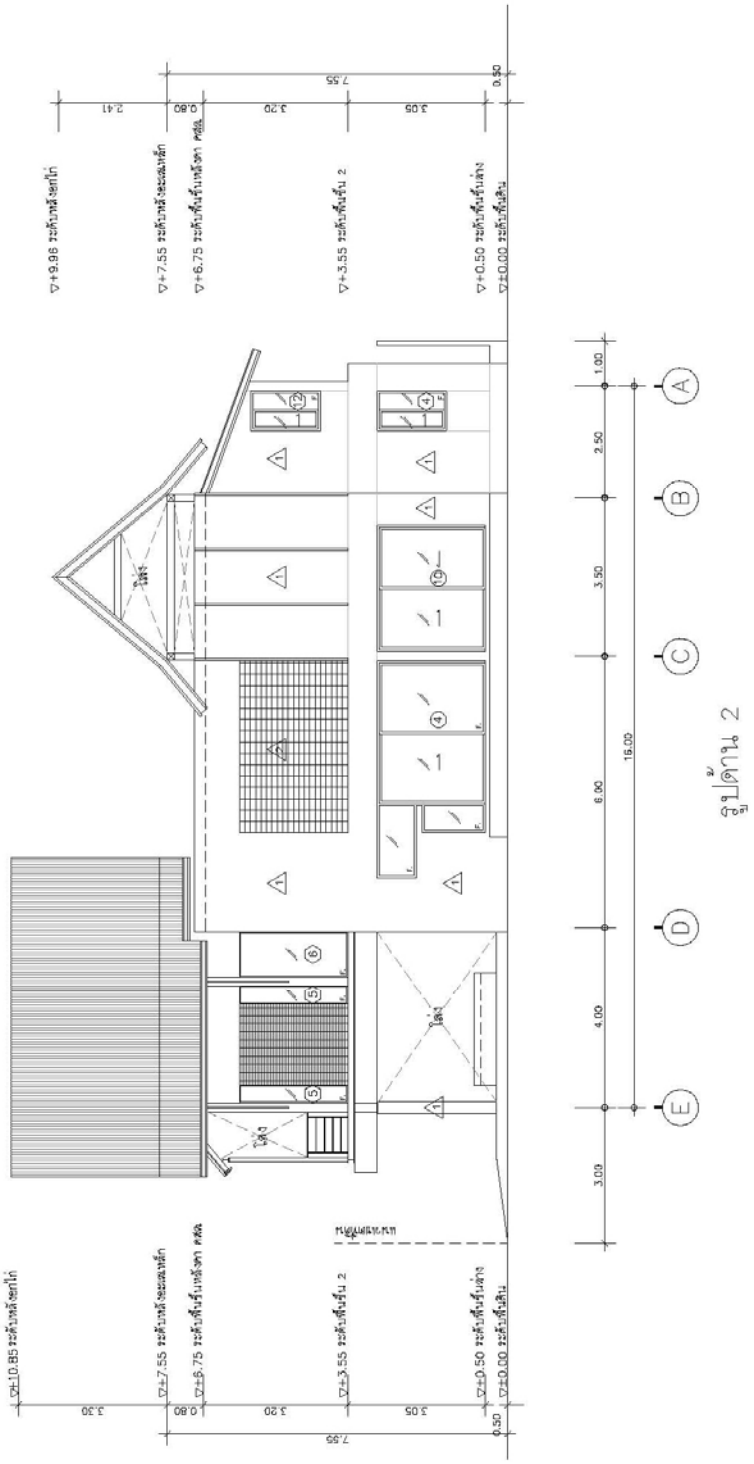
รูปด้าน 1 และรูปด้าน 3 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา




ที่มา: ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน, 2552.

ภาพที่ 3.11

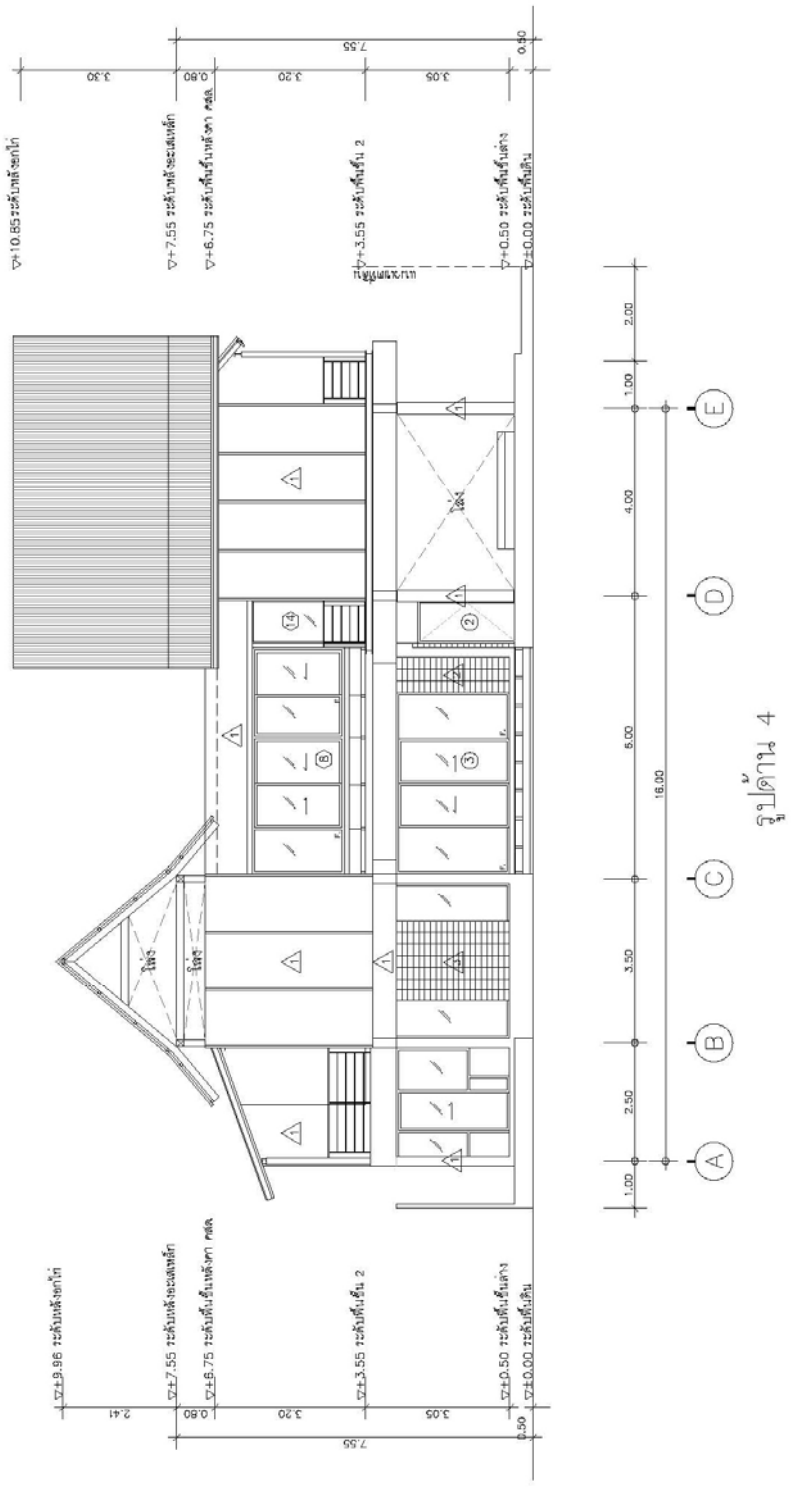
รูปด้าน 2 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา




ที่มา: ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน, 2552.

ภาพที่ 3.12

รูปด้าน 4 ของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา




ที่มา: ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน, 2552.

จากการพิจารณารายละเอียดของอาคาร มีลักษณะสำคัญที่เหมาะสมต่อการทดสอบการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ดังต่อไปนี้

1. การเลือกใช้วัสดุตกแต่งอาคาร มีความหลากหลายของวัสดุ ทั้งในส่วนของการตกแต่งภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งเหมาะสมกับใช้เป็นกรณีศึกษาในการทดสอบผลการทำงานของการเลือกเปลี่ยนแปลงวัสดุตกแต่งพื้นผิวอาคารในระบบ โดยผู้วิจัยได้ทำการกำหนดตัวแปรสำหรับการทดสอบผลการพัฒนาระบบ ในด้านการเลือกวัสดุตกแต่งพื้นผิวอาคาร ดังที่แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4
ตัวแปรของข้อมูลวัสดุตกแต่งพื้นผิวอาคารที่ใช้ในงานวิจัย

| ชื่อตัวแปรในระบบ | ตำแหน่งของการใช้สอยในอาคาร |
|---|---|
| Wall Finishing no.1 | ผนังทั่วไปภายนอกอาคาร |
| Wall Finishing no.2 | การกรุผนังอิฐโปร่งภายนอกและภายในอาคาร |
| Wall Finishing no.3 | ผนังตกแต่งภายนอกอาคาร |
| Wall Finishing no.4 | ผนังทั่วไปภายในอาคาร |
| Wall Finishing no.5 | ผนังห้องน้ำภายในอาคาร |
| Wall Finishing no.6 | ผนังตกแต่งภายในอาคาร |
| Floor Finishing no.1 | พื้นทางเดินและเฉลียงภายนอกอาคาร |
| Floor Finishing no.2 | พื้นทั่วไปภายในอาคาร |
| Floor Finishing no.3 | พื้นส่วนบริการ(service) ของอาคาร |
| Floor Finishing no.4 | พื้นห้องน้ำภายในอาคาร |
| Floor Finishing no.5 | พื้นห้องนอนภายในอาคาร |
| Floor Finishing no.6 | พื้นระเบียงห้องนอน 2 |
| Floor Finishing no.7 | พื้นลานจอดรถ |
| Roof LV.1 | วัสดุมุงหลังคาระดับล่างของอาคาร |
| Roof LV.2 | วัสดุมุงหลังคาระดับบนของอาคาร |

2. ลักษณะของรูปทรงหลังคา การออกแบบส่วนหลังคาระดับบน (รูปทรงหน้าจั่วแบบไทยประยุกต์) ของอาคาร มีการแยกระบบโครงสร้างของส่วนหลังคาระดับบนออกจากโครงสร้างของตัวอาคารชัดเจน สังเกตได้จากลักษณะส่วนของโครงสร้างเหล็กของหลังคาระดับบนถูกออกแบบให้วางอยู่บนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของตัวอาคาร ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นกรณีศึกษาในการทดสอบผลการทำงานของการเลือกเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วน 3 มิติในระบบ เนื่องจากผู้วิจัยสามารถทดลองออกแบบทรงหลังคาในทางเลือกต่าง ๆ เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวัตถุ 3 มิติของระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัย ได้อย่างอิสระโดยไม่ส่งผลกระทบต่อส่วนโครงสร้างหลักของตัวอาคาร

จากการพิจารณาการออกแบบทรงหลังคาระดับบนของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรีศักดิ์ ผู้วิจัยได้ทำการจำแนกลักษณะของชิ้นส่วนองค์ประกอบของหลังคาตามรูปแบบของการสร้างแบบจำลอง 3 มิติในคอมพิวเตอร์ เพื่อกำหนดตัวแปรของข้อมูลชิ้นส่วน 3 มิติ สำหรับการสร้างแบบจำลองของทางเลือกทรงหลังคา เพื่อทดสอบผลการพัฒนาระบบ ในด้านการเลือกทางเลือกของรูปทรงหลังคา ซึ่งในงานวิจัยใช้เป็นกรณีศึกษาในการทดสอบการจัดเก็บ และการรับส่งข้อมูลประเภทไฟล์แบบจำลอง 3 มิติของการพัฒนาระบบ โดยตัวแปรที่ประกอบกันเป็นแบบจำลองทรงหลังคาจะประกอบด้วยตัวแปรของชิ้นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.5

ตัวแปรชิ้นส่วน 3 มิติของแบบจำลองหลังคาระดับบนที่ใช้ในงานวิจัย

| ชื่อตัวแปรในระบบ | ชิ้นส่วน 3 มิติขององค์ประกอบหลังคา |
|---|---|
| Roof Surface Front | ชิ้นส่วนของพื้นผิวหลังคาระดับบน ในส่วนด้านหน้าอาคาร |
| Roof Surface Back | ชิ้นส่วนของพื้นผิวหลังคาระดับบน ในส่วนด้านหลังอาคาร |
| Roof Structure | ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กของหลังคาระดับบน |
| Eaves | ชิ้นส่วนเชิงชายหลังคา |
| Decoration Object | ชิ้นส่วนตกแต่งหลังคาหรือชิ้นส่วนเพิ่มเติมอื่น ๆ |

3. มีลักษณะการเชื่อมต่อของที่ว่างระหว่างพื้นที่ภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งเหมาะสมกับการทดสอบความสามารถของการสื่อสารงานออกแบบในระดับของการสร้างประสบการณ์จำลอง โดยเฉพาะการจำลองลักษณะความเสมือนจริงของการเดินในอาคาร ซึ่งเมื่อ

พิจารณาจากการวางตัวของอาคารและการออกแบบผังอาคารของสถาปนิก พบว่ามีลักษณะการเชื่อมต่อของที่ว่างระหว่างพื้นที่ภายในและภายนอกอาคาร ที่สื่อสารด้วยภาพได้ยาก เช่น การเชื่อมต่อของมิติอาคารระหว่างพื้นที่รับแขก เฉลียงและพื้นที่สวนตรงกลางบ้าน เป็นต้น