บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อการพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้ระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในการออกแบบสถาปัตยกรรม ให้มีความสามารถในการเป็นเครื่องมือสื่อสารงานออกแบบร่วมกันทางสถาปัตยกรรมระหว่างสถาปนิกและเจ้าของอาคาร โดยสนับสนุนการเข้ามามีส่วนร่วมของบุคคลอื่นในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสามารถแบ่งการวิเคราะห์ผลข้อมูลเป็นหัวข้อดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของระบบ
2. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ
3. ผลการทดสอบการทำงานของระบบ
4. การวิเคราะห์ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ
5. ผลวิเคราะห์การทำงานของซอฟต์แวร์กับผู้ใช้งาน
6. ผลวิเคราะห์ข้อจำกัดของผลการพัฒนาระบบในงานวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของระบบ

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานออกแบบร่วมกัน และงานตัวอย่างในกรณีศึกษา สามารถนำมาวิเคราะห์กับการทำงานของโปรแกรม โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

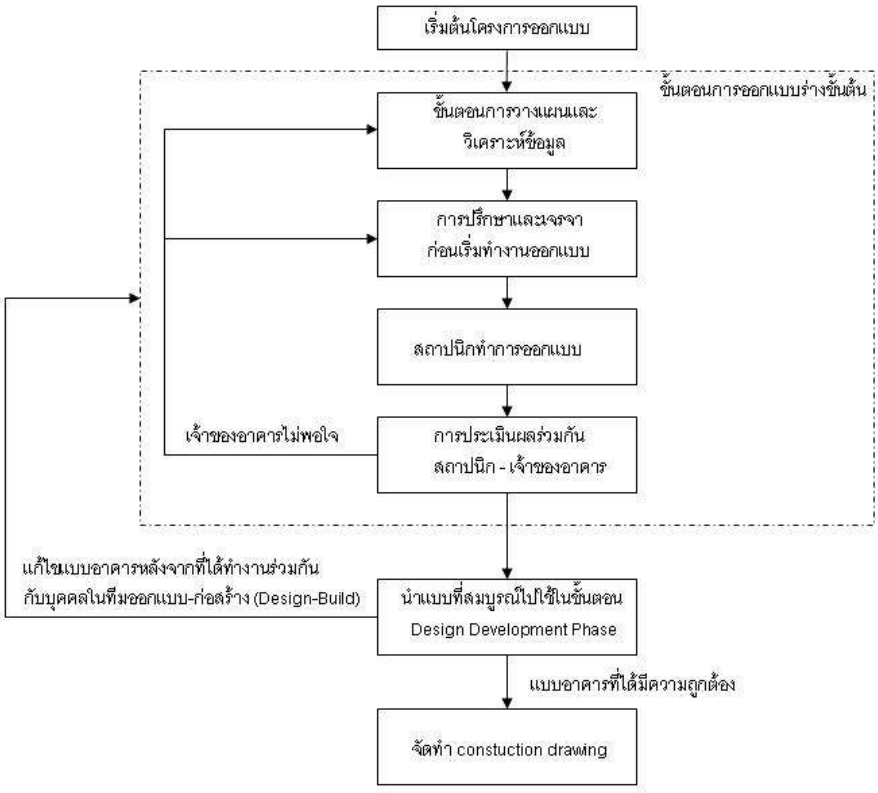
4.1.1 การวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของการออกแบบร่วมกันในปัจจุบัน

การทำงานออกแบบสถาปัตยกรรม มีสถาปนิกเป็นผู้ออกแบบ โดยใช้ข้อมูลหรือความต้องการของเจ้าของอาคารเป็นส่วนประกอบสำคัญในการออกแบบ เจ้าของอาคารจะถูกสอบถามความต้องการต่าง ๆ ก่อนการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยเห็นได้จากการถูกปรับแก้งานออกแบบของสถาปนิกที่มีการพัฒนาแบบอยู่หลายครั้ง โดยมีลักษณะตรงกับข้อมูลจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่ว่าการออกแบบร่วมกันนั้นจะทำงานร่วมกันแค่ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ วางแผน และการปรึกษาในขั้นต้น แล้วจะแยกกันออกไปทำงานออกแบบในส่วนของตน จากนั้นจึงมาร่วมกันทำ

การประเมินผล และมักจะมีลักษณะวนเวียนเช่นนี้อยู่เสมอจนกระทั่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นที่พอใจของทุกฝ่าย

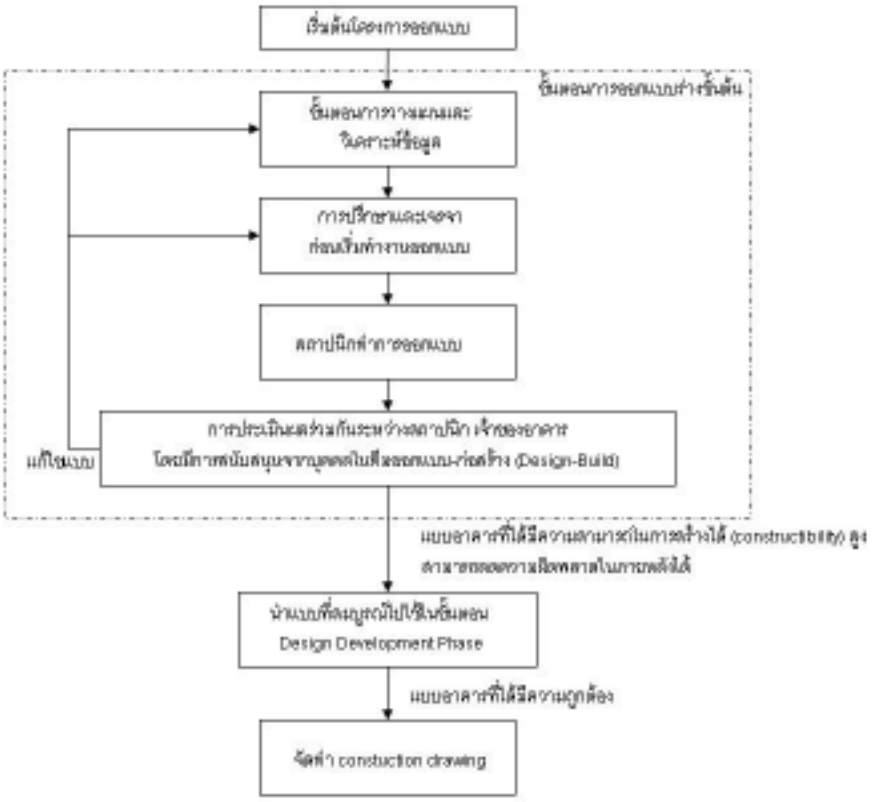
ในบางกรณีที่บริษัทของสถาปนิกได้ให้บริการแก่เจ้าของอาคารในรูปแบบออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) ที่เจ้าของอาคารได้ทำการว่าจ้างกับทีมก่อสร้างเพียงสัญญาเดียว ซึ่งประกอบไปด้วย สถาปนิก ผู้รับเหมาก่อสร้าง (contractor) นักออกแบบภายใน (interior designer) และที่ปรึกษาอื่น ๆ แต่การมีส่วนร่วมของบุคคลเหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ได้เน้นหนักในขั้นตอนของการออกแบบร่างขั้นต้น (Schematic Design Phase) โดยการทำงานในปัจจุบันได้พบกับปัญหาหลังจากที่งานออกแบบร่างขั้นต้นได้เสร็จสมบูรณ์แล้วก็คือ การนำแบบไปพัฒนาในช่วงของการออกแบบขั้นพัฒนา (Design Development Phase) ซึ่งการแก้ไขงานออกแบบในขั้นตอนนี้สถาปนิกอาจทำงานร่วมกับนักออกแบบภายในหรือผู้รับเหมาก่อสร้าง ผลที่ได้อาจทำให้อาคารมีลักษณะไม่ตรงกับรูปแบบอาคารที่เจ้าของอาคารต้องการหรือไม่มีความสวยงาม และเป็นไปได้ว่าสถาปนิกต้องทำการย้อนกลับมาแก้ไขแบบร่างขั้นต้นและนำเสนอต่อเจ้าของอาคารอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สะดวก เพราะแบบร่างขั้นต้นนั้นได้รับการอนุมัติจากเจ้าของอาคารไปแล้ว ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1
แผนผังแสดงการทำงานเมื่อมีการแก้ไขแบบอาคารในภายหลัง



จากปัญหาการทำงานในปัจจุบัน การร่วมกันออกแบบอาคารในขั้นตอนออกแบบร่างขั้นต้น (Schematic Design Phase) โดยอาศัยข้อมูลจากเจ้าของอาคารเพียงอย่างเดียว แม้ว่าผลการออกแบบจะถูกต้องตามความต้องการของเจ้าของอาคาร แต่ก็มีความเป็นไปได้ว่าจะต้องมีการปรับแก้งานออกแบบในภายหลัง จึงเป็นการดีหากได้รับความร่วมมือหรือขอคำแนะนำกับผู้มีส่วนร่วมคนอื่นในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) เช่น ผู้รับเหมาก่อสร้าง (contractor) นักออกแบบภายใน (interior designer) และที่ปรึกษา (consult) ตั้งแต่ช่วงออกแบบร่างขั้นต้น ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยทำให้สถาปนิกสามารถออกแบบงานสถาปัตยกรรมได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ การพัฒนาแบบในงานสถาปัตยกรรมร่วมกันกับบุคคลเหล่านี้จะทำให้งานสถาปัตยกรรมที่ออกแบบทำให้แบบอาคารที่ได้มีความสามารถในการสร้างได้ (constructibillity) สูง ช่วยลดข้อโต้แย้งที่อาจเกิดขึ้นได้เสมอระหว่างสถาปนิกและผู้รับเหมาก่อสร้าง และลดปัญหาที่อาจทำให้เกิดการแก้ไขงานออกแบบในภายหลัง

ภาพที่ 4.2
แผนผังแสดงการทำงานเมื่อมีการทำงานร่วมกันกับ
ผู้รับเหมาก่อสร้างและนักออกแบบภายใน



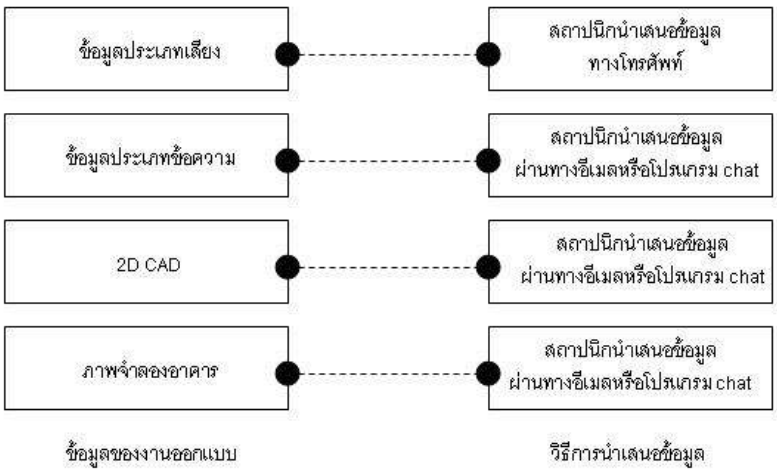
จากการเปรียบเทียบแผนผังในภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า เมื่อสถาปนิกได้รับข้อมูลเพิ่มเติมที่จะช่วยในการออกแบบขั้นต้นจากผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) สาขาอาชีพตกแต่งภายในและผู้รับเหมาก่อสร้าง จะทำให้ลดการแก้ไขแบบในภายหลัง ซึ่งการมีส่วนร่วมของผู้ออกแบบที่เพิ่มขึ้นมานั้น ไม่จำเป็นต้องเข้ามามีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการพัฒนาแบบของสถาปนิก โดยผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบสามารถช่วยเหลือสถาปนิกได้ในเรื่องของการให้ข้อมูลที่ถูกต้อง หรือเสนอแนะความคิดเห็นเพิ่มเติมได้

ในขั้นตอนของการพัฒนาแบบจำเป็นต้องมีระบบสื่อสารที่เอื้ออำนวยแก่การมีส่วนร่วมของนักออกแบบภายใน ผู้รับเหมาก่อสร้าง สถาปนิกคนอื่น ๆ และเจ้าของอาคาร ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ทำให้เข้าใจแบบอาคารได้ง่าย และใช้ติดต่อสื่อสารได้ง่าย

4.1.2 การวิเคราะห์การใช้งานซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน

การใช้งานทั่วไปในแวดวงสถาปัตยกรรมนั้น สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติไม่ได้รับความนิยมในการนำเสนองานออกแบบ เนื่องจาก เป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่เปิดกว้างในกลุ่มบุคคลทั่วไป และไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จึงทำให้การสื่อสารงานในรูปแบบเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน (asynchronous) ที่ใช้สำหรับการสื่อสารงานออกแบบสถปัตยกรรมในปัจจุบัน ยังเป็นการใช้เครื่องมือสื่อสารทั่วไป เช่น โทรศัพท์ หรือ อีเมล ที่ใช้ในการส่งข้อความแบบแปลนอาคาร และภาพจำลอง 3 มิติ (ภาพที่ 4.3)

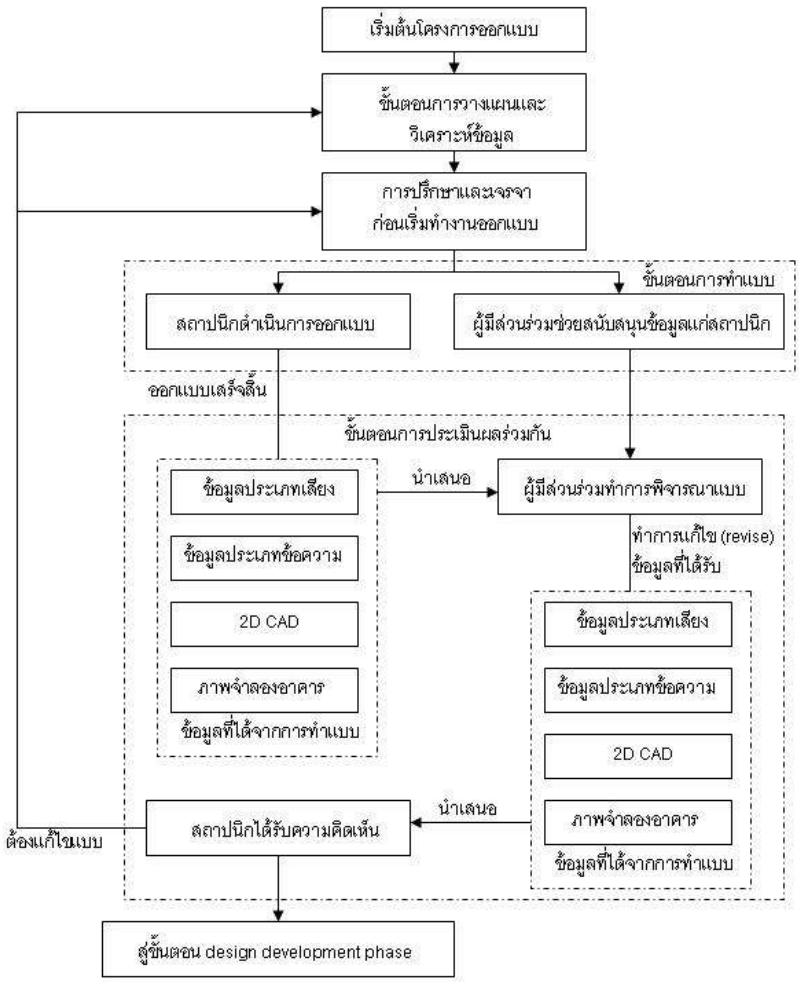
ภาพที่ 4.3
ข้อมูลงานออกแบบของสถาปนิกในปัจจุบัน



ข้อมูลงานออกแบบที่มีลักษณะแยกย่อยเป็นหลายชนิดนี้ ทำให้การรับรู้ข้อมูลต้องพิจารณาหลาย ๆ ข้อมูลควบคู่กันไป ถึงจะทำให้เกิดความเข้าใจลักษณะของอาคารได้ ยกตัวอย่าง เช่น การพิจารณาแผนผังอาคารควบคู่ไปกับการชมภาพจำลอง 3 มิติ โดยอ่านลายระเอียดจากข้อความในอีเมลควบคู่กันไป ซึ่งไม่สะดวกในการทำงานการออกแบบร่วมกัน เพราะมีความล่าช้าและเกิดความยุ่งยากมากขึ้นในกรณีที่มีผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบมากกว่า 2 คนขึ้นไป ดังนั้น ระบบสื่อสารรูปแบบเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน (asynchronous) ในลักษณะนี้ จึงไม่เหมาะสมแก่การเอื้ออำนวยให้ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบคนอื่นในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง เช่น สถาปนิกท่านอื่น นักออกแบบภายใน ผู้รับเหมาก่อสร้าง กระทั่งผู้ใช้งานอาคารท่านอื่น ๆ เข้ามามีส่วนร่วมในการออกแบบ โดยการสื่อสารในลักษณะดังกล่าวเมื่อประยุกต์กับแนวคิดเรื่องการทำงานออกแบบร่วมกันของ Kvan (2000) จะสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.4

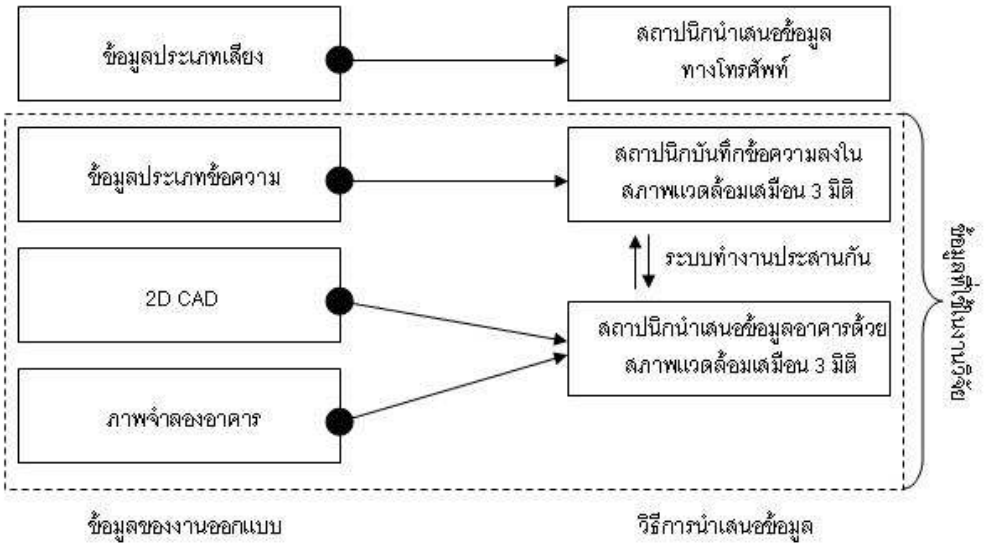
ภาพที่ 4.4

การนำเสนอข้อมูลงานออกแบบของสถาปนิกในปัจจุบัน



การวิจัยนี้ต้องการนำสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือพัฒนา นอกจากจะทำให้ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบสามารถเข้าใจแบบของอาคารได้โดยง่ายแล้ว ยังสามารถทำหน้าที่ในการรับและส่งข้อความที่ต้องการสื่อสารได้อีกเช่นกัน โดยมีแนวทางในการพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ที่ก่อให้เกิดการรับรู้ทางทัศนาการ และสามารถทำให้เกิดความเข้าใจในงานออกแบบเทียบเท่าหรือมากกว่าการนำเสนองานออกแบบในปัจจุบัน (ภาพที่ 4.5)

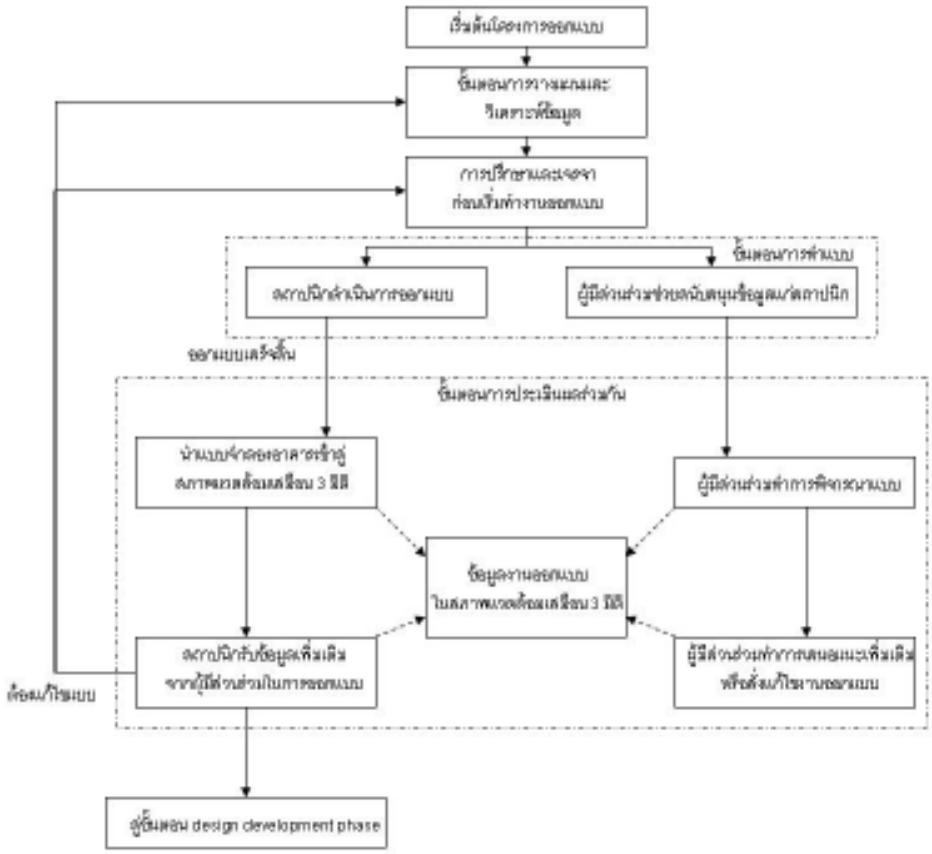
ภาพที่ 4.5
ข้อมูลงานออกแบบของสถาปนิกในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ



การนำเสนอแบบอาคารด้วยการสื่อสารผ่านทางสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ นั้นทำให้มีสื่อกลางในการสื่อสารรูปแบบเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน (asynchronous) ที่สามารถรับฝากข้อมูลของการออกแบบ และข้อความรายละเอียดของงานออกแบบ หรือข้อความเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่องานออกแบบได้ ซึ่งจะทำให้ลดการชนิดของสื่อสารให้เหลือเพียงข้อมูลชนิดเดียว คือ การบันทึกข้อความลงในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ส่งผลให้การสื่อสารมีความกะทัดรัดมากขึ้น และลดขั้นตอนในการสื่อสาร ซึ่งส่งผลให้ประหยัดเวลาในการทำงานออกแบบร่วมกันมากขึ้น โดยการสื่อสารในลักษณะดังกล่าวเมื่อประยุกต์กับแนวคิดเรื่องการทำงานออกแบบร่วมกันของ Kvan (2000) จะสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6

การนำเสนอข้อมูลงานออกแบบของสถาปนิกด้วยระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ



โดยการสื่อสารด้วยสภาพแวดล้อมเสมือน 3มิติ สามารถเอื้ออำนวยในการที่มีผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบมากกว่า 2 ฝ่ายขึ้นไป เช่น สถาปนิกท่านอื่น นักออกแบบภายใน ผู้รับเหมาก่อสร้าง และที่ปรึกษาที่อยู่ในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง เข้ามามีส่วนร่วมเพิ่มเติมในการออกแบบโดยไม่ทำให้ขั้นตอนการดำเนินงานของสถาปนิกยุ่งยากมากขึ้น

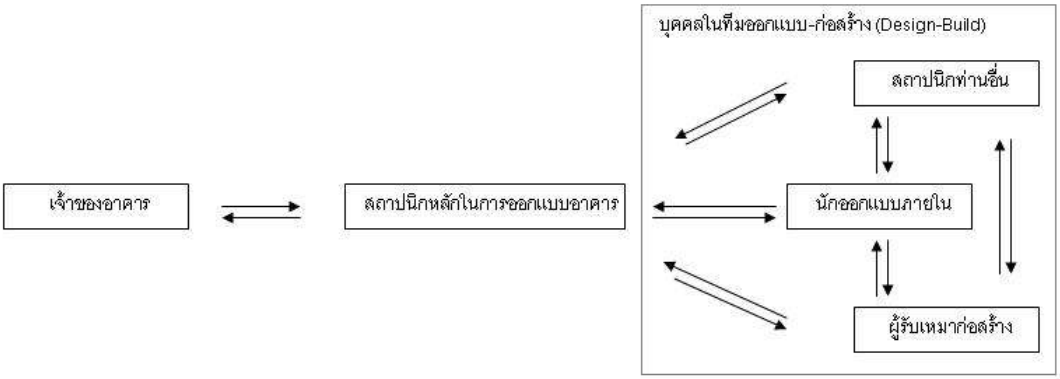
จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะการทำงานของซอฟต์แวร์ในงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับการใช้งานในการสื่อสารงานออกแบบร่วมกันในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ไม่มีงานวิจัยใดนำเสนอความสามารถในการควบคุมการสื่อสารของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบที่มีหลายฝ่าย โดยเห็นได้ว่าทุกงานวิจัยได้กำหนดให้ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบเป็นบุคคลประเภทเดียวกันทั้งหมด ซึ่งจะมีปัญหาเกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณผู้ใช้งานที่มากขึ้น และส่งผลให้ข้อมูลข่าวสารนั้นมีปริมาณมากขึ้นและเกิดความยุ่งเหยิงของทิศทางของข้อมูล จึงจำเป็นต้องเพิ่มเติมในส่วนของการกำหนดบทบาทของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ความสามารถในการกำหนดผู้รับสารของข้อความ ซึ่งความสามารถ

เหล่านี้จะทำให้การสื่อสารงานออกแบบร่วมกันภายในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิตินั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

4.1.3 การวิเคราะห์รูปแบบการสื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

การเข้ามามีส่วนร่วมของนักออกแบบภายในและผู้รับเหมาก่อสร้างที่อยู่ในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง นั้นเป็นการเพิ่มศักยภาพในการออกแบบอาคารของสถาปนิก เนื่องจากทำให้อาคารนั้นมีความเหมาะสมในการนำไปก่อสร้าง หรือนำไปพัฒนาแบบการตกแต่งภายใน กล่าวคือ แบบอาคารที่ได้นั้นมีความสามารถในการสร้างได้ (constructibility) สูง ซึ่งจะทำให้ลดการแก้ไขแบบในภายหลัง แต่การที่ผู้มีส่วนร่วมมีมากกว่า 2 คน ขึ้นไป นั้นจะทำให้เกิดการสับสนในการใช้งานหากไม่มีการระบุบทบาทและหน้าที่ของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ดังนั้นในการวิจัยนี้จะกำหนดรูปแบบการสื่อสารของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบเป็น 2 กลุ่ม คือ เจ้าของอาคาร และทีมงานออกแบบ ซึ่งทีมงานออกแบบนั้นจะประกอบด้วยผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบที่เพิ่มขึ้น คือนักออกแบบภายในและผู้รับเหมาก่อสร้าง และสถาปนิกท่านอื่นในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง เนื่องจากได้เข้ามามีส่วนร่วมในจุดประสงค์ที่ต้องการให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่สถาปนิกในงานออกแบบเท่านั้น และไม่ได้มีอำนาจตัดสินใจในงานออกแบบแต่ประการใด โดยอธิบายรูปแบบของการสื่อสารระหว่างสถาปนิกและผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบทั้ง 2 กลุ่มได้ดังภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7
ทิศทางการสื่อสารระหว่างสถาปนิกและผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ



จะเห็นได้ว่าการสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบนั้นจะถูกแบ่งออกจากกันโดนสิ้นเชิง ซึ่งมีสถาปนิกผู้ออกแบบเป็นผู้ประสานงานโดยรับข้อมูลจากผู้มีส่วนร่วมทุกกลุ่ม โดยที่สถาปนิกสามารถที่จะควบคุมสถานะของข้อมูลข่าวสารนั้น ๆ จากผู้มีส่วนร่วมกลุ่มหนึ่งให้ผู้มีส่วนร่วมอีกกลุ่มหนึ่งรับรู้ได้ตามแต่ความเหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น เจ้าของอาคารต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับโทนสีภายในอาคาร เป็นต้น ซึ่งในกรณีนี้ สถาปนิกสามารถที่จะนำข้อความของเจ้าของอาคาร ส่งต่อไปยังนักออกแบบภายในได้

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

ผลการพัฒนาระบบสื่อสารภายในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ที่ได้จากการวิจัย จะถูกแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนตามการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ ซึ่งประกอบด้วยซอฟต์แวร์ส่วนสถาปนิก และซอฟต์แวร์ส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ โดยสามารถอธิบายผลการพัฒนาซอฟต์แวร์ทั้ง 2 ส่วนได้ดังนี้

4.2.1 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบในซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิก

การออกแบบและพัฒนาระบบในส่วนซอฟต์แวร์ของสถาปนิกผู้ทำการออกแบบ มีจุดประสงค์หลักอยู่ที่การพัฒนาความสามารถของแบบจำลองอาคารในระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ให้มีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลงานออกแบบ เพื่อทำให้การนำเสนอผลลัพธ์ของงานออกแบบผ่านระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ นั้นเป็นไปได้โดยง่าย และการพัฒนาความสามารถในการจัดการกลุ่มผู้ใช้งานอื่น ๆ ที่มีส่วนร่วมในการออกแบบอาคาร ให้เหมาะสมต่อการสื่อสารงานออกแบบร่วมกันได้ และมีความสะดวกในการดูแลระบบด้วยสถาปนิกผู้ทำการออกแบบโดยจะแบ่งเป็นลำดับขั้นตอนการใช้งานดังนี้ คือ ขั้นตอนการสร้างโปรเจ็กท์ ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลของงานออกแบบ และขั้นตอนการสื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยจะอธิบายตามลำดับขั้นตอนการใช้งานดังนี้

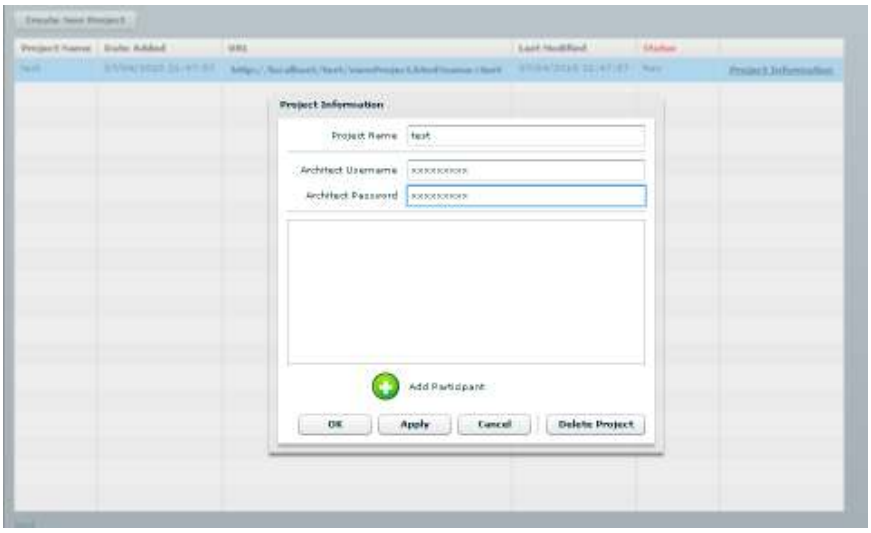
ในขั้นตอนแรกจะเป็นขั้นตอนที่สถาปนิกจะทำหน้าที่ดูแลระบบและสร้างฐานข้อมูลของการสื่อสารงานออกแบบ เนื่องจากงานวิจัยนี้กำหนดกรอบให้สถาปนิกหลักผู้ทำการออกแบบอาคารสามารถทำหน้าที่ดูแลระบบการสื่อสารด้วยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติได้ตั้งแต่เริ่มต้นโปรเจ็กท์ จะเห็นได้ว่าสถาปนิกผู้ทำการออกแบบสามารถกำหนดชื่อและรายละเอียดของโปรเจ็กท์ออกแบบ ในขั้นตอนแรกของการใช้งานซอฟต์แวร์ รวมถึงการตั้งค่าผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ เช่น การตั้งชื่อ

และรหัสผ่าน รวมถึงการกำหนดหน้าที่ของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ เช่น เจ้าของอาคาร นักตกแต่งภายใน ผู้รับเหมาก่อสร้างในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) ซึ่งผลการออกแบบและพัฒนาระบบในซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิกในขั้นตอนการสร้างโปรเจ็กท์ จะสามารถอธิบายรูปแบบของหน้าจอการทำงานและจัดวางส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้ดังภาพที่ 4.8 และอธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้ดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.8

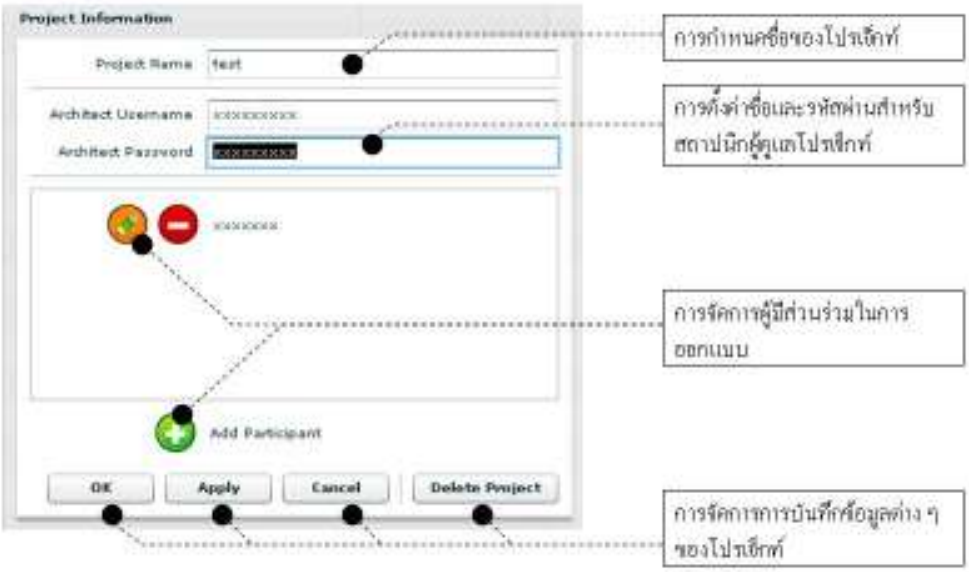
รูปแบบหน้าจอการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิก

ในการสร้างโปรเจ็กท์งานออกแบบ



ภาพที่ 4.9

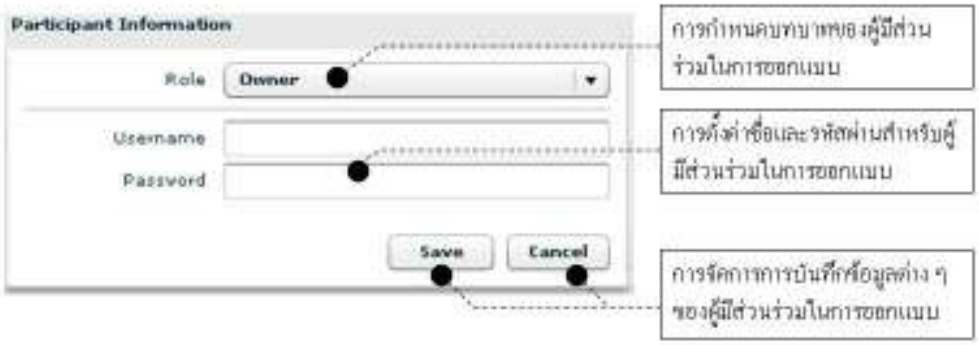
อธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของสถาปนิก ในการสร้างโปรเจ็กท์



ในระหว่างขั้นตอนการทำงานของสถาปนิกสำหรับการสร้างโปรเจ็กท์ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสื่อสารด้วยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ จำเป็นต้องมีความสามารถในการจัดการผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบด้วย ซึ่งจะเพิ่มส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของการจัดการผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ โดยจะเห็นได้ดังภาพที่ 4.10

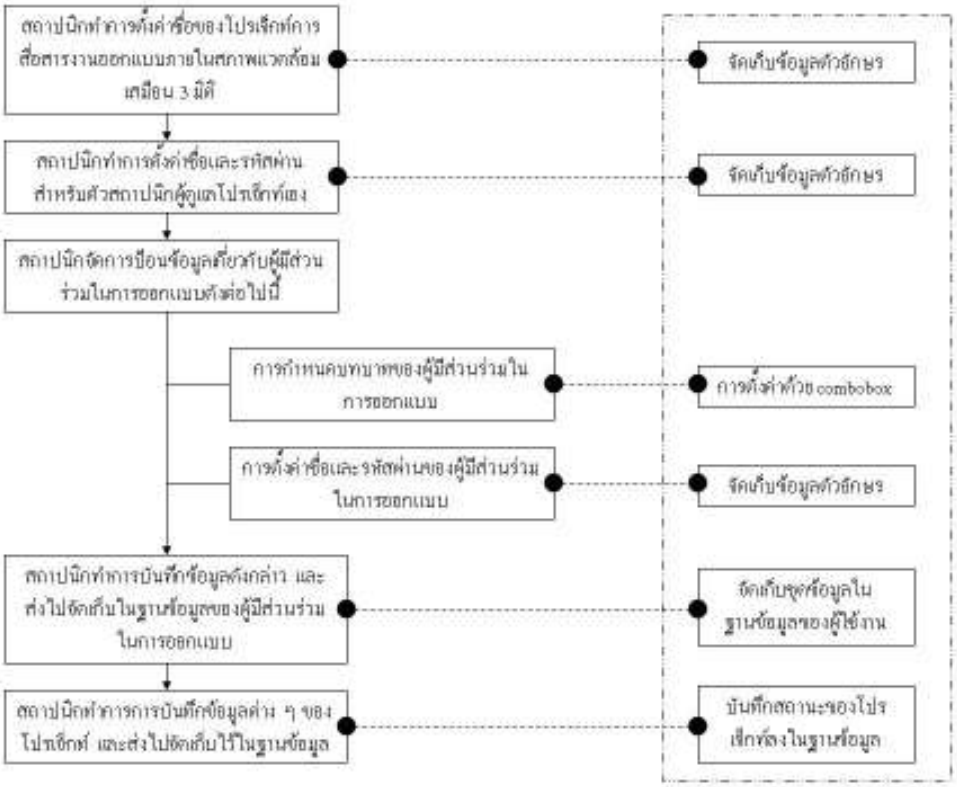
ภาพที่ 4.10

อธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของสถาปนิกในการจัดการผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ



ภาพที่ 4.11

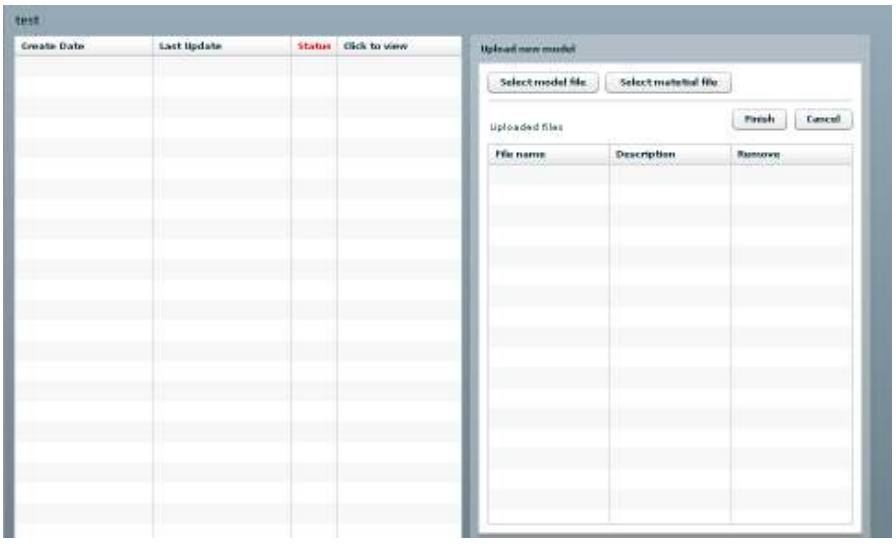
วิธีดำเนินงานในการสร้างโปรเจ็กท์การสื่อสารงานออกแบบ



จากภาพ 4.11 ได้แสดงให้เห็นถึงวิธีการดำเนินงานของสถาปนิกในการสร้างโปรเจ็กท์สื่อสารงานออกแบบ ซึ่งเป็นเพียงขั้นตอนแรกในการตระเตรียมพื้นที่การทำงานสื่อสาร เพื่อให้พร้อมต่อการใช้งาน และรองรับผู้มีส่วนร่วมได้อย่างเหมาะสม เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้แล้ว จะได้พื้นที่ทำงานสำหรับทำการสื่อสารงานออกแบบ ที่พร้อมสำหรับนำเข้าข้อมูลงานออกแบบ 3 มิติ ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำงานของสถาปนิกในลำดับต่อไป

การดำเนินงานในลำดับต่อไป จำเป็นที่จะต้องกรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเนื่องจากบทบาทของแต่ละผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบนั้นไม่เหมือนกัน โดยส่วนต่อไปของซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิกหลังจากการสร้างโปรเจ็กท์คือการนำเข้าข้อมูลของงานออกแบบ โดยจะเป็นแบบจำลองอาคาร 3 มิติ และไฟล์พื้นผิวอาคาร 3 มิติ ที่พัฒนาจากซอฟต์แวร์ออกแบบ 3D Studio Max ซึ่งผลการออกแบบและพัฒนาระบบในซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิกในขั้นตอนนี้ สามารถอธิบายรูปแบบของหน้าจอการทำงานและจัดวางส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้ดังภาพที่ 4.12

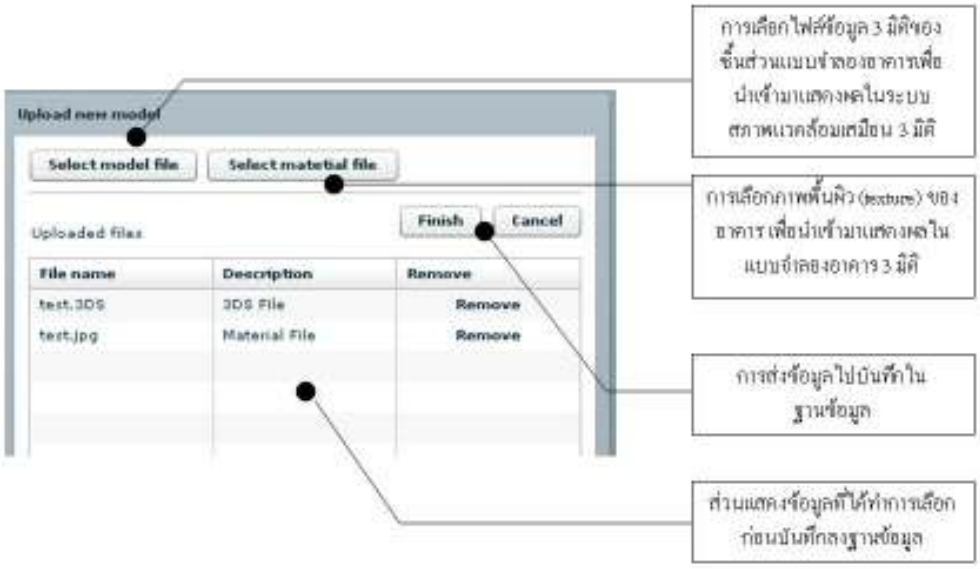
ภาพที่ 4.12
รูปแบบหน้าจอการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิก
ในการนำเข้าข้อมูลงานออกแบบ 3 มิติ



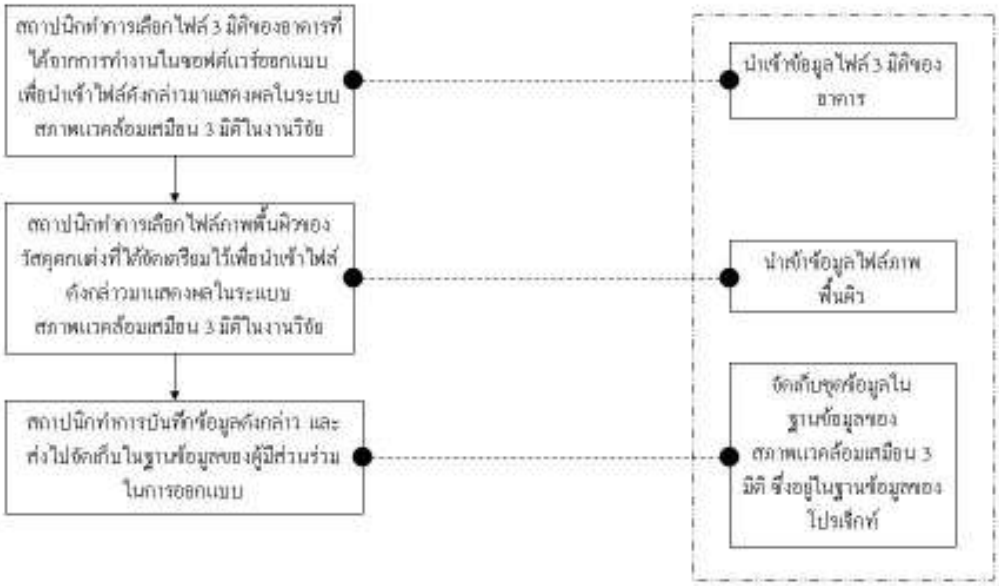
หน้าจอการทำงานของขั้นตอนนี้จะแบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนเครื่องมือป้อนข้อมูลแบบจำลองอาคาร 3 มิติ และพื้นผิวอาคาร อีกส่วนก็คือหน้าจอแสดงสถานะของสภาพแวดล้อม

เสมือน 3 มิติ ซึ่งรายละเอียดของส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และวิธีดำเนินงานในการป้อนข้อมูลแบบจำลองอาคาร 3 มิติ และพื้นผิวอาคาร สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.13 และภาพที่ 4.14

ภาพที่ 4.13
อธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของสถาปนิก ในการป้อนข้อมูล
แบบจำลองอาคาร 3 มิติ และพื้นผิวอาคาร



ภาพที่ 4.14
วิธีดำเนินงานในการป้อนข้อมูลแบบจำลองอาคาร 3 มิติและพื้นผิวอาคาร



ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิกในลำดับต่อไป อยู่ในขั้นตอนการสื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ซึ่งผลการออกแบบและพัฒนาระบบในซอฟต์แวร์ส่วนสถาปนิกในขั้นตอนนี้ สามารถอธิบายรูปแบบของหน้าจอการทำงานและจัดวางส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้ดังภาพที่ 4.15

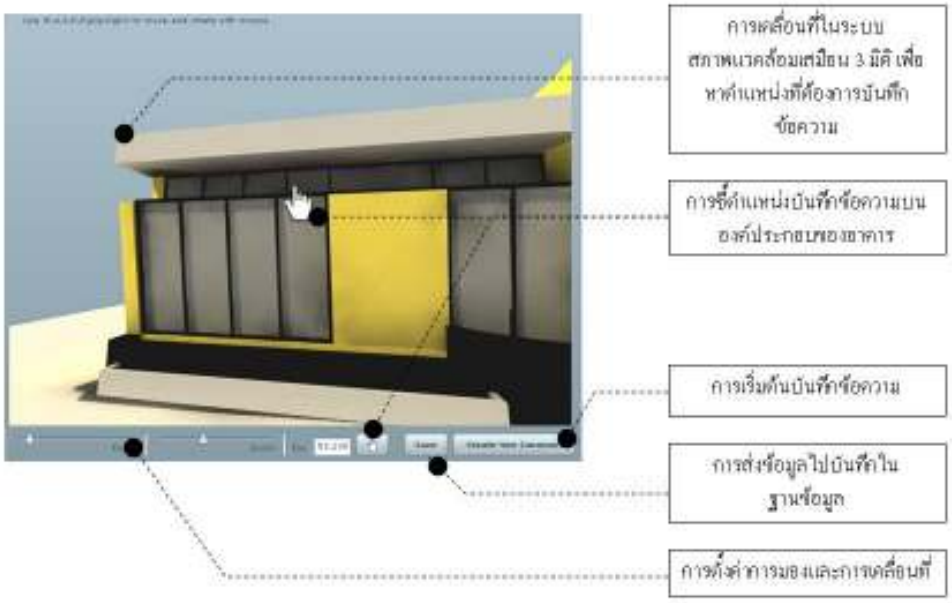
ภาพที่ 4.15
รูปแบบหน้าจอการทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิกในการสื่อสารงานออกแบบ
ในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ

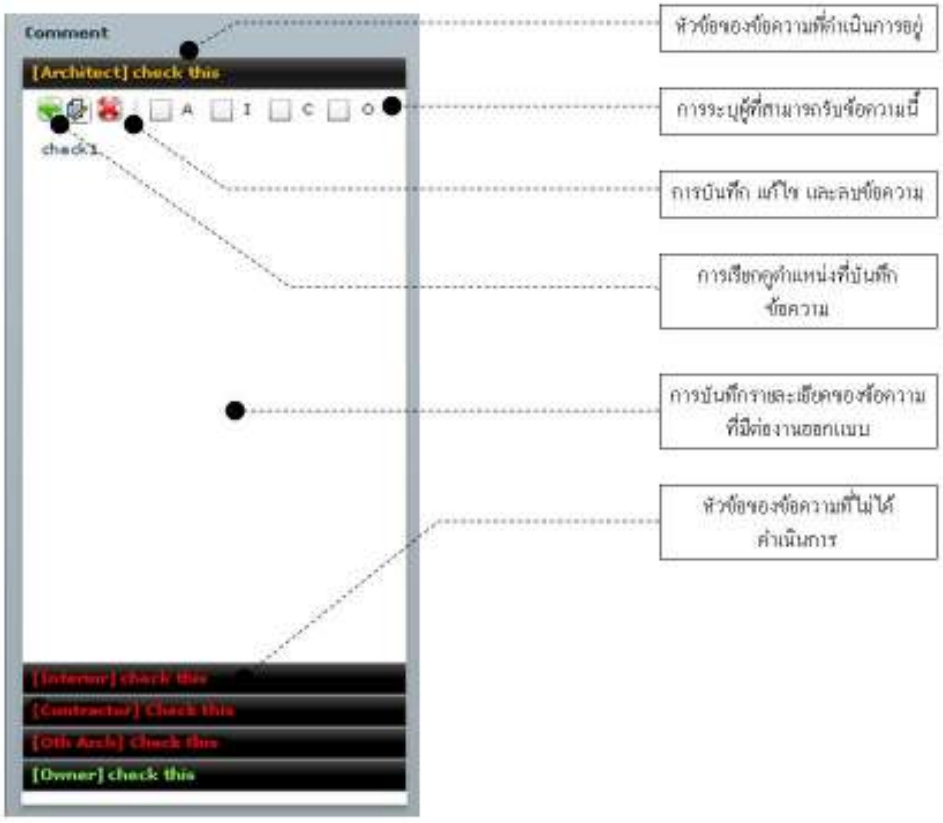
หน้าจอการทำงานของขั้นตอนนี้จะแบ่งเป็นสองส่วนที่ทำงานสัมพันธ์กัน คือส่วนสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ และส่วนการบันทึกข้อความ ซึ่งรายละเอียดของส่วนติดต่อผู้ใช้งานอธิบายได้ดังภาพที่ 4.16 และวิธีดำเนินงานในการสื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.17

ภาพที่ 4.16

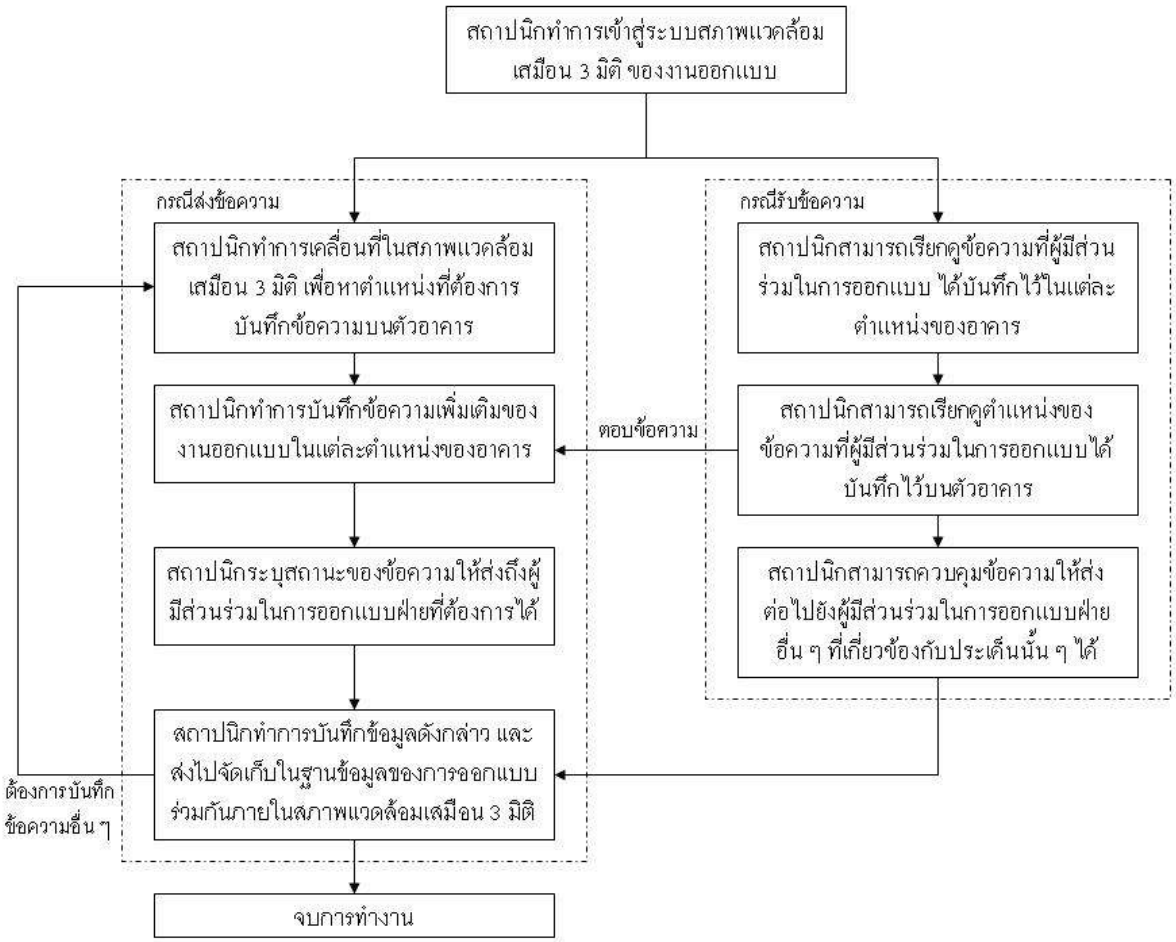
อธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานส่วนของสถาปนิก ในการสื่อสารงานออกแบบ

ในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ





ภาพที่ 4.17
วิธีดำเนินงานในการสื่อสารงานออกแบบส่วนของสถาปนิก
ในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ

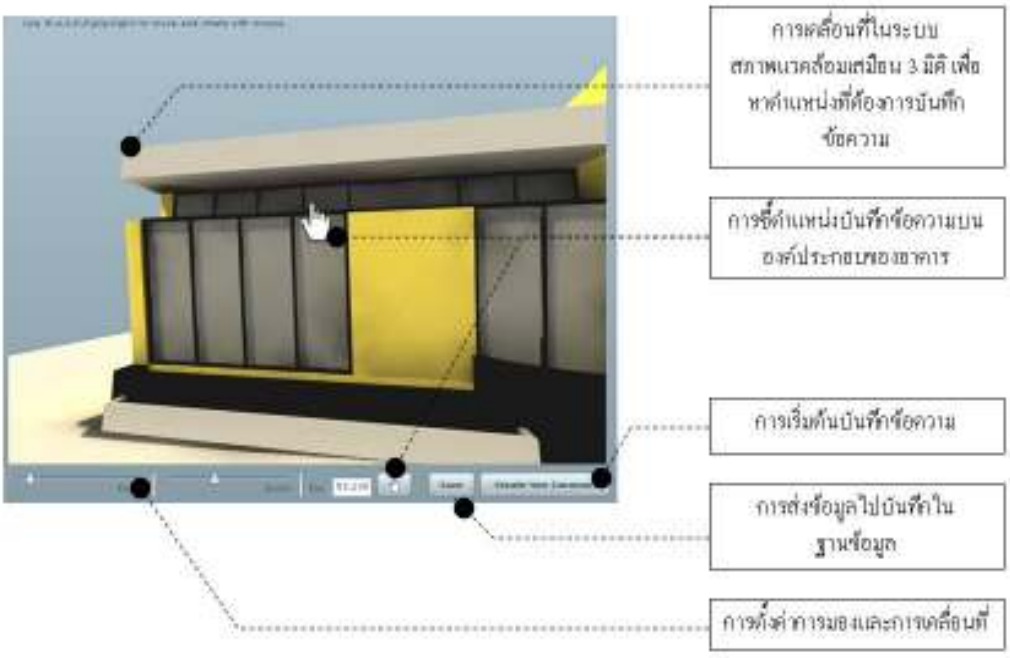


4.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบในซอฟต์แวร์ส่วนของของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ

การใช้งานของซอฟต์แวร์ในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ จะใช้งานซอฟต์แวร์ได้เฉพาะขั้นตอนการสื่อสารในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติเท่านั้น โดยผลการออกแบบและพัฒนาระบบในซอฟต์แวร์ส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ จะมีรูปแบบหน้าจอการทำงานในการสื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เหมือนกับรูปแบบหน้าจอการทำงานในซอฟต์แวร์ส่วนของสถาปนิก (ภาพที่ 4.15) เนื่องจากมีลักษณะการทำงานในรูปแบบเดียวกันคือ การสื่อสารด้วยข้อความผ่านทางสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ

การทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ สามารถทำให้ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้เกิดการรับรู้เชิงทัศนาการต่องานออกแบบได้ และทำหน้าที่ช่วยเหลือในการบันทึกข้อความที่ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบต้องการแสดงความคิดเห็น หรือแสดงการโต้แย้งต่องานออกแบบของสถาปนิก และสามารถที่จะส่งข้อความที่ได้บันทึกกลับไปยังสถาปนิกหลัก หรือส่งข้อความไปผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบในฝ่ายอื่น ๆ ตามความเหมาะสมได้ โดยสามารถอธิบายรายละเอียดของส่วนติดต่อผู้ใช้งานและวิธีดำเนินงานในซอฟต์แวร์ส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ได้ดังภาพที่ 4.18

ภาพที่ 4.18
อธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของผู้มีส่วนร่วม ในการ
สื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ

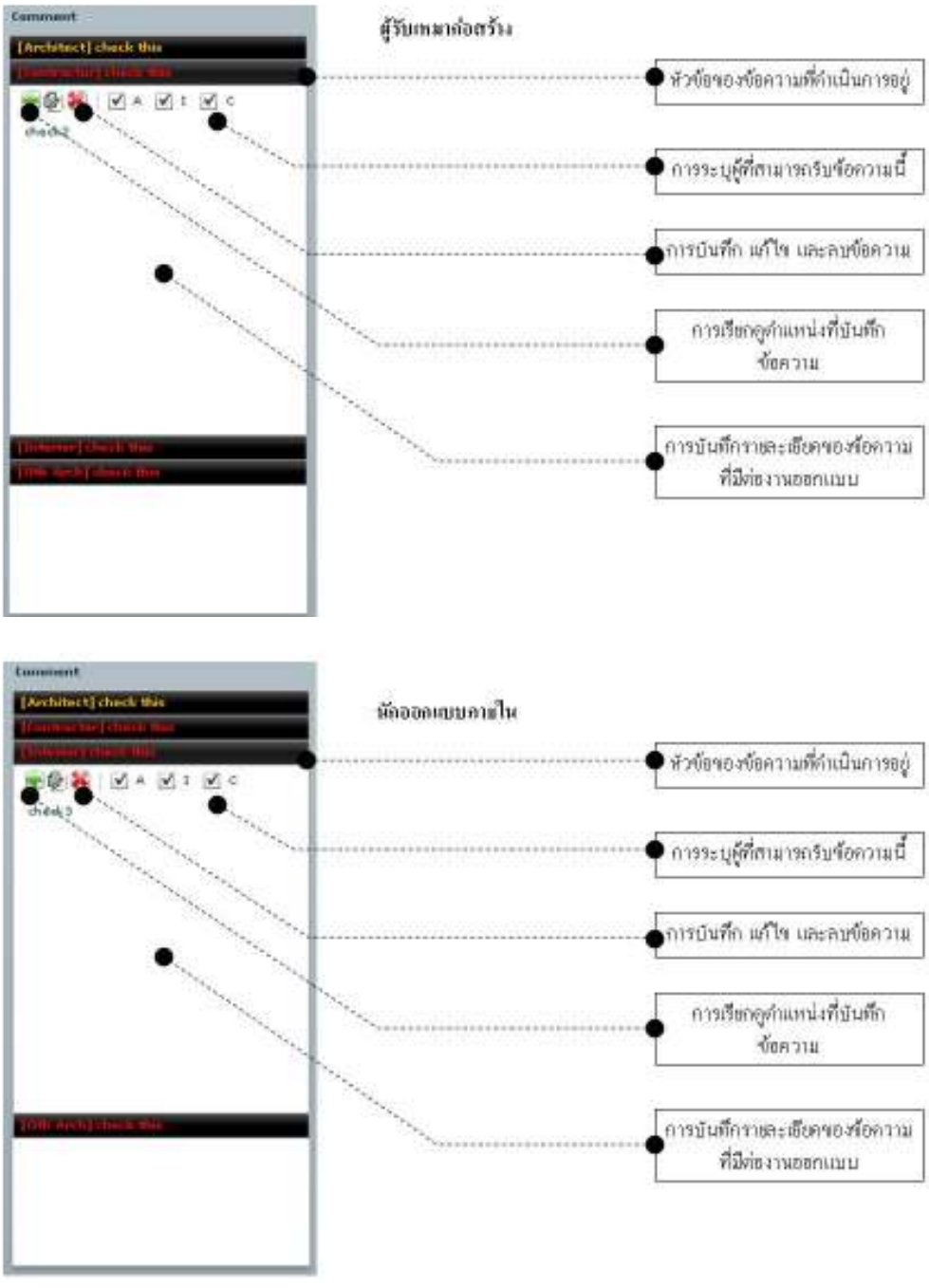


เนื่องจากผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบนั้นมีหน้าที่แตกต่างกันไป จึงทำให้การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานต่างกัน ซึ่งการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการบันทึกข้อความที่ต้องการเสนอแนะข้อคิดเห็นนั้น จะมีการระบุผู้ที่สามารถได้รับข้อความดังกล่าว เพื่อที่จะส่งไปแสดงความคิดเห็นแก่ผู้มีส่วนร่วมท่านอื่นนอกจากสถาปนิกผู้ออกแบบ ยกตัวอย่างเช่น ผู้ที่อยู่ในทีมออกแบบ เช่น นักออกแบบภายใน ผู้รับเหมาก่อสร้าง หรือสถาปนิกท่านอื่น นั้นสามารถระบุผู้รับเพิ่มเติมได้คือ

ผู้ที่อยู่ในทีมออกแบบด้วยกัน แต่ผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคารจะไม่สามารถระบุผู้รับข้อความได้เลย ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดของส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ได้ดังภาพที่ 4.19 และภาพที่ 4.20 และวิธีดำเนินงานในการสื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ได้ดังภาพที่ 4.21

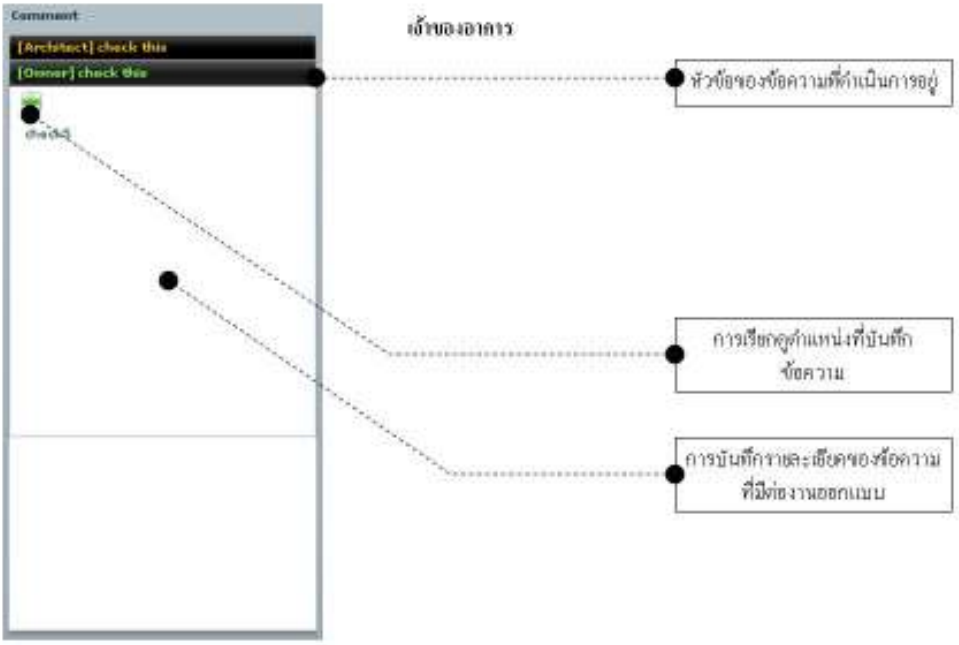
ภาพที่ 4.19

อธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของนักออกแบบภายในและผู้รับเหมาก่อสร้าง ในการสื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ



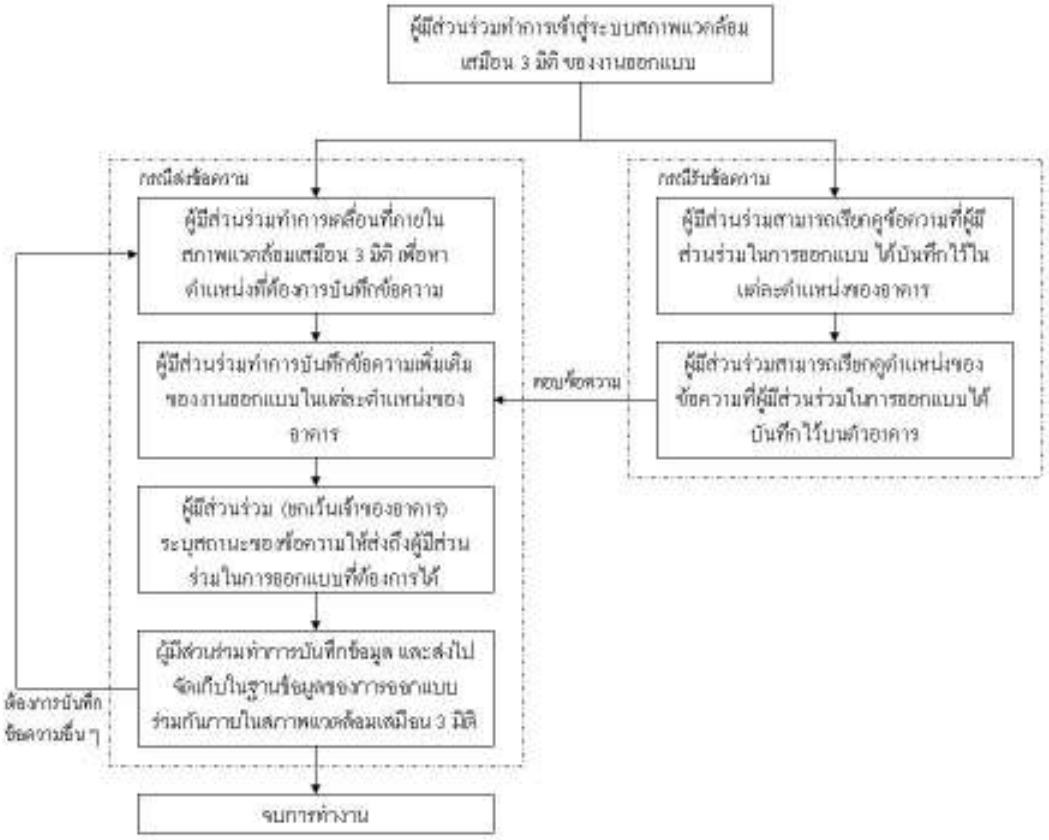
จะเห็นได้ว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการบันทึกข้อความของนักออกแบบภายในและผู้รับเหมาก่อสร้างนั้น จะมีความสามารถในส่วนของการระบุผู้รับข้อความได้ แต่ยังอยู่ในกรอบของการสื่อสารที่เหมาะสม คือสามารถส่งข้อความให้แก่บุคคลในส่วนของทีมออกแบบเท่านั้น โดยไม่สามารถส่งข้อความไปถึงกลุ่มผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคารได้หากไม่รับความเห็นชอบจากสถาปนิกผู้ออกแบบ

ภาพที่ 4.20
อธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในส่วนของเจ้าของอาคารในการสื่อสารงานออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ



จะเห็นได้ว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการบันทึกข้อความของเจ้าของอาคารนั้น ไม่มีความสามารถระบุผู้รับข้อความได้ ซึ่งข้อความที่เจ้าของอาคารบันทึกจะส่งไปยังสถาปนิกผู้ทำการออกแบบเท่านั้น หากเจ้าของอาคารมีความประสงค์จะติดต่อกับผู้รับเหมาก่อสร้างหรือนักออกแบบภายใน จะไม่สามารถส่งข้อความไปถึงกลุ่มผู้ใช้งานส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างหรือนักออกแบบภายในได้โดยไม่ผ่านความเห็นชอบจากสถาปนิกผู้ออกแบบ

ภาพที่ 4.21
วิธีดำเนินงานในการสื่อสารงานออกแบบส่วนของผู้มีส่วนร่วม
ในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ



4.3 ผลการทดสอบผลการทำงานของระบบ

จากผลการออกแบบและพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย ผู้วิจัยได้นำระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติมาทดสอบการทำงาน เพื่อให้เห็นรูปแบบของการทำงานแบบเชื่อมต่อกันระหว่างซอฟต์แวร์ทั้ง 2 ส่วนในระบบ ดังต่อไปนี้

4.3.1 การทดสอบผลการทำงานของการนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของอาคาร

ในการทดสอบการทำงานเพื่อนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของอาคาร ผู้วิจัยจะทดลองนำเข้าข้อมูลของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เพื่อนำมาใช้เป็นพื้นที่ในการสื่อสารในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยการเพิ่มชุดข้อมูลของแบบจำลองและพื้นผิวจำลองของอาคาร ซึ่งข้อมูลที่ผู้วิจัยใช้

ในการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ของแบบจำลองอาคารในกรณีศึกษา ได้มาจากการทำแบบจำลองอาคารในซอฟต์แวร์ประเภทสร้างรูปทรง 3 มิติ และส่งออกเป็นไฟล์สกุล .3DS (รูปแบบไฟล์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในซอฟต์แวร์ 3D Studio Max) เพื่อนำเข้ามาใช้ในระบบ (ภาพที่ 4.22 และ ภาพที่ 4.23)

ภาพที่ 4.22

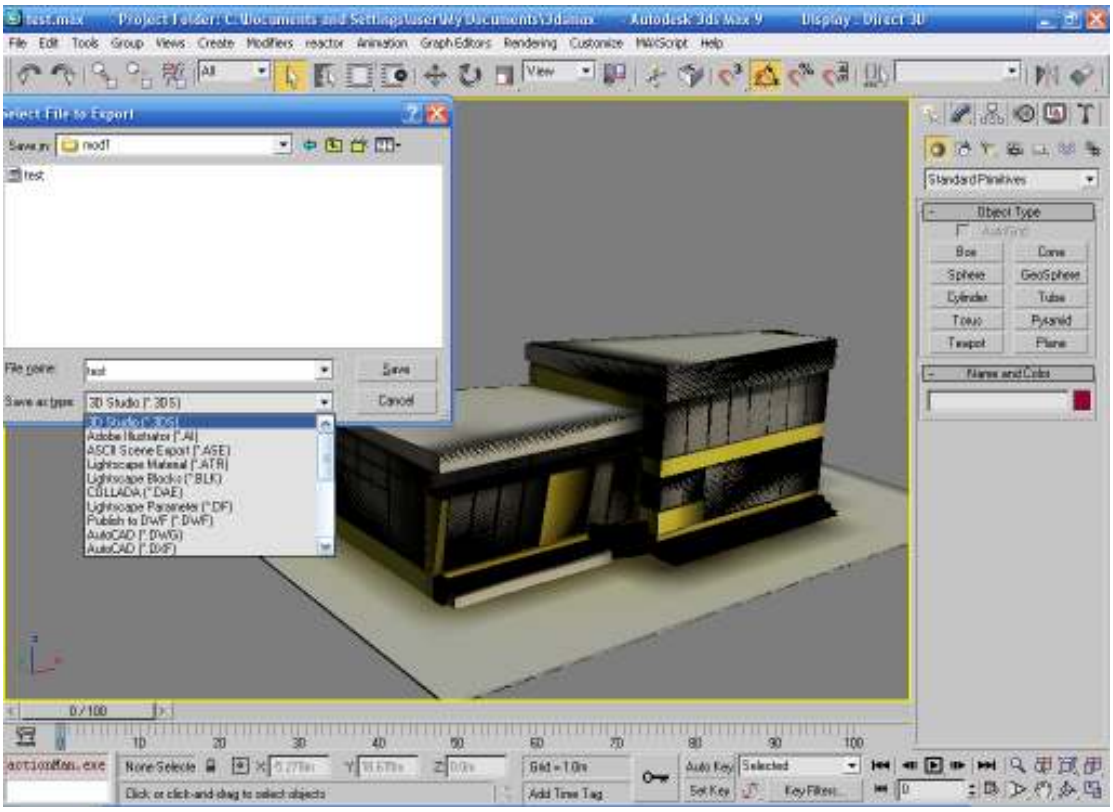
ตัวอย่างไฟล์ที่ใช้ในการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ

Name	Size	Type	Date Modified
test	162 KB	3D Studio Model	3/31/2010 9:52 PM
test	486 KB	ACDSee Photo Manager 2009 JPEG Image	4/6/2010 10:29 PM

ภาพที่ 4.23

การทำแบบจำลองของอาคารในซอฟต์แวร์สร้างรูปทรง 3 มิติ

และส่งออกไฟล์ในรูปแบบ .3ds



โดยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติที่ถูกสร้างขึ้นด้วยชุดข้อมูลแบบจำลอง จะถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลของโปรเจ็กท์ โดยจะแสดงหัวข้อและสถานะให้เห็นในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 4.24

ภาพที่ 4.24
รูปแบบการจัดเก็บสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในฐานข้อมูลของโปรเจ็กท์

จากภาพที่ 4.24 จะเห็นได้ว่าในโปรเจ็กท์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดชื่อเป็น “test” นั้นได้แสดงถึงหัวข้อของสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดย จะแสดงถึงเวลาที่ที่สร้าง และเวลาที่มีการอัพเดตข้อมูลครั้งสุดท้าย เนื่องจากการทำงานออกแบบของสถาปนิกนั้นจะมีการแก้ไขแบบอยู่บ่อยครั้ง จึงได้มีการจัดการเรียงลำดับการพัฒนาแบบในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ซึ่งเห็นได้ว่า ในหัวข้อ “mod3” นั้นคือการพัฒนาแก้ไขแบบอาคารในครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นครั้งล่าสุด จึงมีการแจ้งเตือนสถานะการอัพเดต

ภาพที่ 4.25
การแสดงผลบนหน้าจอการทำงานของสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ
เมื่อมีการนำเข้าข้อมูลแบบจำลองอาคาร

จากภาพที่ 4.25 หน้าจอการทำงานจะแสดงผลการนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้งานได้พิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ของการออกแบบอาคารของสถาปนิก ซึ่งแบบจำลองอาคารในสภาพแวดล้อม 3 มิตินั้น ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขใด ๆ ได้อย่างสิ้นเชิง เนื่องจากมีจุดมุ่งหมายให้ผู้รับชมได้เกิดการรับรู้เชิงทัศนาการต่ออาคารเท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างระบบการสื่อสารด้วยข้อความเข้ามาประสานกับระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ

4.3.2 การทดสอบผลการทำงานของระบบสื่อสารข้อความในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ

การทดสอบผลการทำงานของระบบสื่อสารข้อความในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติของแบบจำลองอาคาร ผู้วิจัยจะทำการทดสอบจากการวิเคราะห์รูปแบบการสื่อสารระหว่างสถาปนิกและผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ โดยจะแยกเป็นการทดสอบการส่งข้อความ และการทดสอบการควบคุมการสื่อสารของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบของสถาปนิก

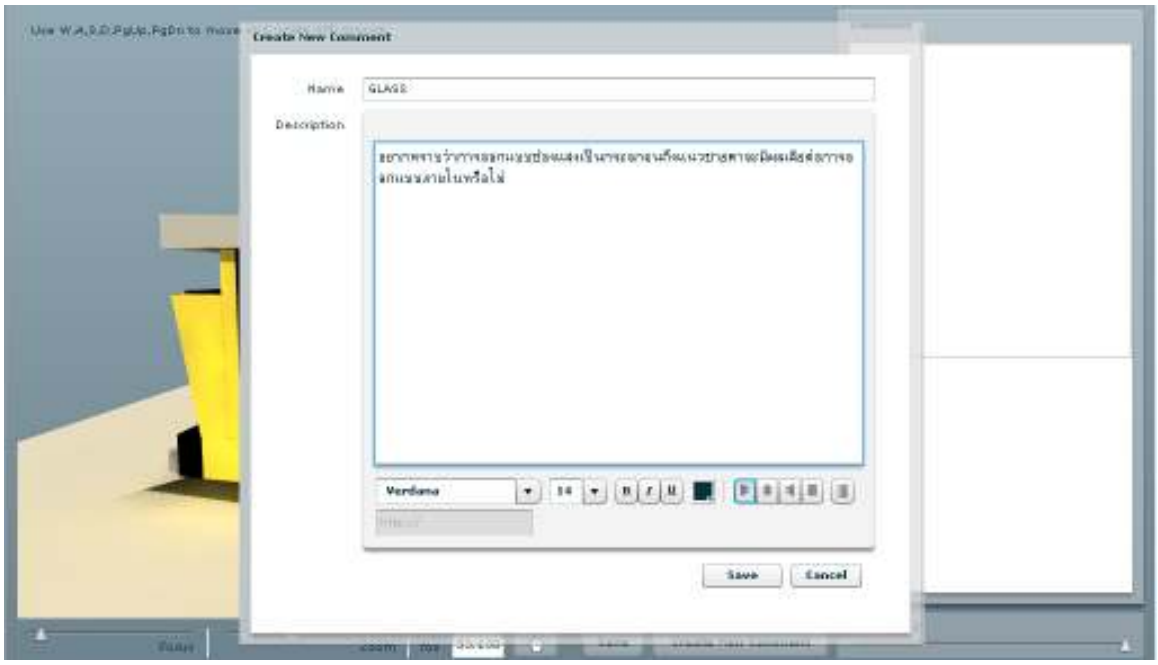
1. การทดสอบการส่งข้อความ ผู้วิจัยจะทำการทดสอบด้วยการส่งข้อความจากสถาปนิกไปยังนักออกแบบภายใน ซึ่งเริ่มต้นโดยผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกทำการเคลื่อนที่ในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ จนพบจุดที่ต้องการแสดงความคิดเห็น จึงได้ทำการเรียกส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการบันทึกข้อความขึ้นมาดังภาพที่ 4.26 และ ภาพที่ 4.27

ภาพที่ 4.26

ผู้ใช้งานระบบในส่วนของสถาปนิก เคลื่อนที่ไปยังจุดที่ต้องการบันทึกข้อความ

ภาพที่ 4.27

ผู้ใช้งานระบบในส่วนของสถาปนิก ทำการเรียกส่วนติดต่อผู้ใช้งานในการบันทึกข้อความ



ภาพที่ 4.28

ผู้ใช้งานระบบในส่วนของสถาปนิก ทำการบันทึกข้อความเสร็จสิ้น

จากภาพที่ 4.28 จะเห็นได้ว่า ผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกได้ทำการกำหนดผู้รับข้อความโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ไว้ที่ตัวอักษร I (interior designer) และทำการตั้งหัวข้อว่า “GLASS” ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการซักถามเรื่องช่องแสง โดยมีข้อความที่ใช้ในการทดสอบว่า “อยากทราบว่าการออกแบบช่องแสงเป็นกระจกจนถึงแนวชายคา จะมีผลเสียต่อการออกแบบภายในหรือไม่” จากนั้นจึงทำการบันทึกข้อความลงในฐานข้อมูล

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทอสอบการทำงานของระบบในส่วนของนักออกแบบภายใน โดยเข้าสู่สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติของแบบจำลองอาคาร ปรากฏว่าผู้ใช้งานระบบในส่วนของนักออกแบบภายในนั้นได้รับข้อความที่ผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกทำการส่งมาให้ โดยไม่มีการตกหล่นของข้อมูล และสามารถที่จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกทำการบันทึกข้อความได้เช่นกัน ดังภาพที่ 4.29

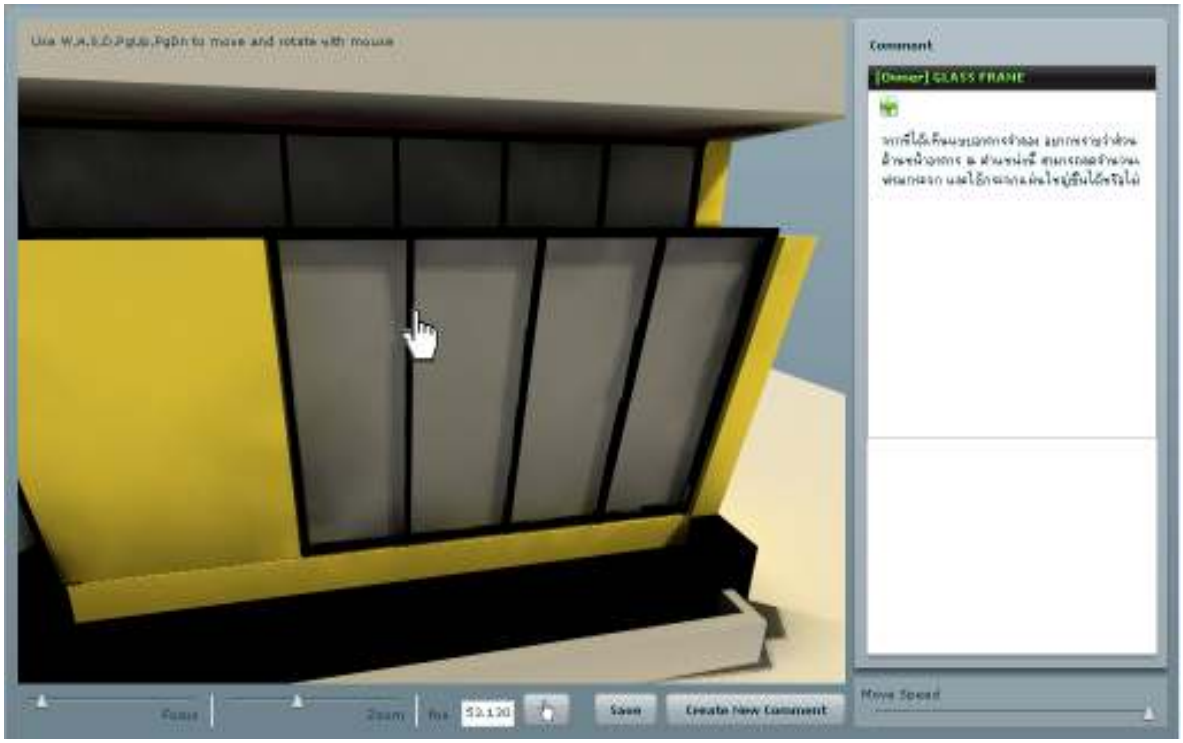
ภาพที่ 4.29

ผู้ใช้งานของในระบบส่วนของนักออกแบบภายใน ทำการรับข้อมูล

2. การทดสอบการควบคุมการสื่อสารของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบของสถาปนิก ผู้วิจัยจะทำการทดสอบด้วยการที่ผู้ใช้งานส่วนสถาปนิก สามารถรับข้อความจากเจ้าของอาคาร และสามารถส่งข้อความต่อไปยังผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบอื่น ๆ เช่น ผู้รับเหมาก่อสร้างได้

เริ่มต้นด้วยการทดสอบระบบในการส่งข้อความของผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคาร ซึ่งผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคารจะไม่มีความสามารถในการระบุผู้รับสารเพิ่มเติม คือสามารถส่งข้อความให้แก่สถาปนิกผู้ออกแบบได้เท่านั้น โดยอธิบายได้จากภาพที่ 4.30

ภาพที่ 4.30
ผู้ใช้งานระบบในส่วนของเจ้าของอาคาร ทำการบันทึกข้อความเสร็จสิ้น

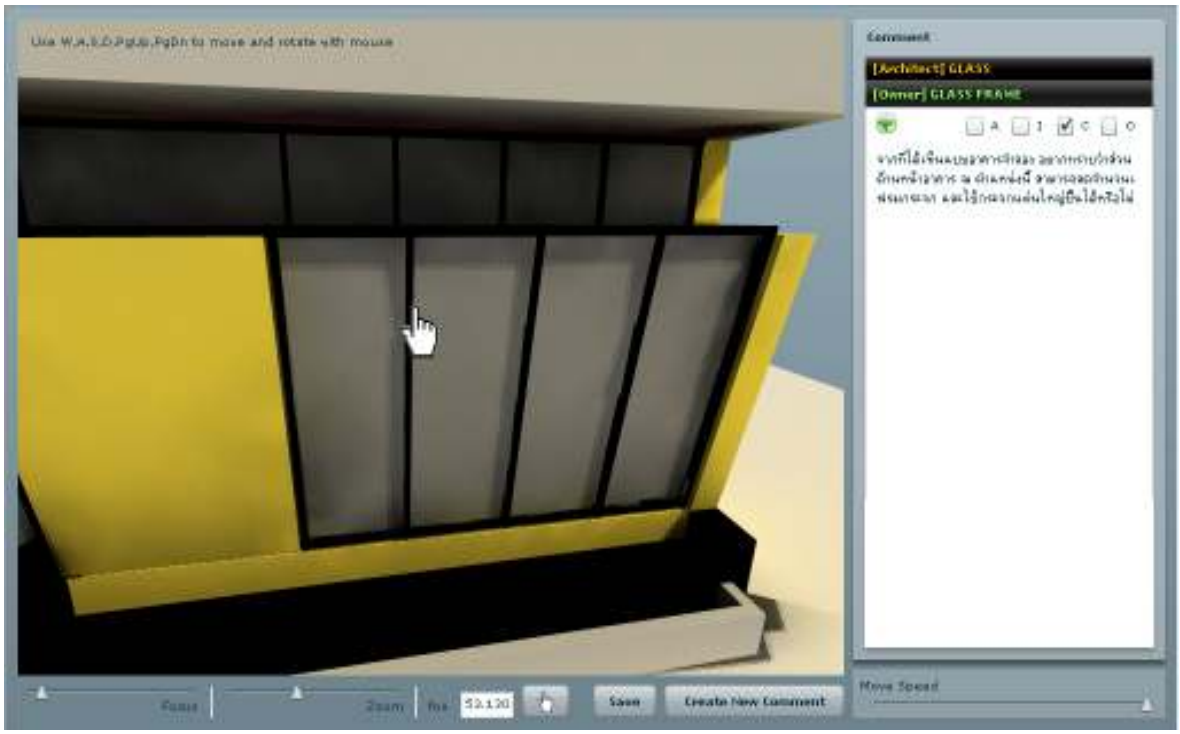


จากภาพที่ 4.30 อธิบายได้ว่า ผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคารนั้นได้ทำการเคลื่อนที่เพื่อตรวจพิจารณาแบบจำลองอาคาร 3 มิติ และชี้ตำแหน่งไปยังจุดที่ต้องการบันทึกข้อความ จากนั้นจึงทำการบันทึกโดยมีหัวข้อว่า “GLASS FRAME” โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการซักถามเรื่องโครงสร้างของเฟรมกระจก โดยข้อความที่ใช้ในการทดสอบว่า “จากที่ได้เห็นแบบอาคารจำลอง อยากทราบว่าส่วนด้านหน้าอาคาร ณ ตำแหน่งนี้ สามารถลดจำนวนเฟรมกระจก และใช้กระจกแผ่นใหญ่ขึ้นได้หรือไม่”

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทอสอบการทำงานของระบบในส่วนของสถาปนิกผู้ออกแบบ โดยเข้าสู่สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติของแบบจำลองอาคาร ปรากฏว่าผู้ใช้งานระบบในส่วนของสถาปนิกนั้นได้รับข้อความที่ผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคารทำการส่งมาให้ โดยไม่มีการตกหล่นของ

ข้อมูล และสามารถที่จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกทำการบันทึกข้อความได้เช่นกัน ดังภาพที่ 4.31

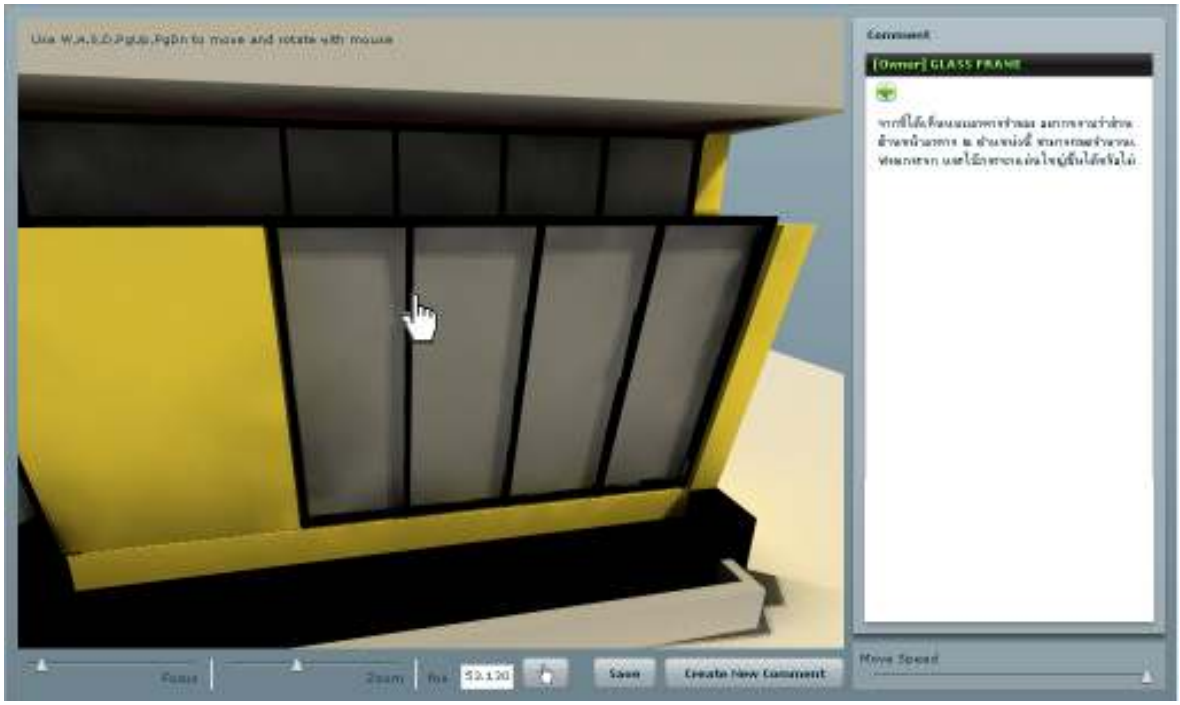
ภาพที่ 4.31
ผู้ใช้งานของในระบบส่วนของสถาปนิก ทำการรับข้อมูล
และส่งต่อข้อมูลไปยังผู้ใช้งานส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง



จากภาพ 4.31 จะเห็นได้ว่า ผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกได้ทำการกำหนดผู้รับข้อความโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ไว้ที่ตัวอักษร C (contractor) ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานส่วนสถาปนิกสามารถส่งข้อความดังกล่าวที่ได้มาจากผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคาร ไปยังผู้ใช้งานส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างเพื่อแจ้งปัญหา ซึ่งข้อความที่ผู้ใช้งานส่วนผู้รับเหมาได้รับนั้น ไม่มีการตกหล่นของข้อมูล โดยข้อความยังเป็นข้อความชุดเดียวกับที่ผู้ใช้งานส่วนเจ้าของอาคารทำการบันทึก ดังภาพที่ 4.32

ภาพที่ 4.32

ผู้ใช้งานของในระบบส่วนของผู้รับเหมาก่อสร้าง ทำการรับข้อมูล



สรุปการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย มีการแบ่งระบบตามรูปแบบการใช้งานออกเป็น 2 ส่วนคือ การนำเข้าและรับชมข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของอาคาร และการทำงานของระบบสื่อสารข้อความในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยในการวิจัยนี้ การทำงานสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิตินั้นไม่ได้มีความสามารถในการสื่อสารโต้ตอบระหว่างบุคคล เพราะมีหน้าที่ในการแสดงผลการแบบจำลองของอาคารเท่านั้น ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มความสามารถของระบบสื่อสารข้อความขึ้นมาเพื่อเพิ่มศักยภาพของสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ โดยการทำงานของทั้ง 2 ส่วน ได้เชื่อมต่อกันผ่านฐานข้อมูลของงานออกแบบอาคาร ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประสานงานระหว่างการบันทึกข้อความ และการบันทึกตำแหน่งของข้อความบนแบบจำลอง ส่งผลให้รูปแบบการทำงานของการสื่อสารด้วยการบันทึกข้อความมีความสามารถในการบ่งชี้ถึงตำแหน่งที่ต้องการบันทึกข้อความบนแบบจำลองของอาคารได้

จากการทดสอบการทำงานของระบบพบว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยการทำงานของระบบจะเริ่มต้นขึ้น เมื่อสถาปนิกนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของอาคาร ซอฟต์แวร์ส่วนสถาปนิกจะทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลแบบจำลอง ไปจัดเก็บในฐานข้อมูลแบบจำลอง เมื่อผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบทำการรับชมแบบจำลองอาคาร และต้องการมีปฏิสัมพันธ์โดยการบันทึกข้อความ

แสดงความคิดเห็น ซอฟต์แวร์ส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบจะทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของข้อความในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ และทำการบันทึกพิกัดและข้อความที่ต้องการแสดงความคิดเห็น เพื่อทำให้เกิดการประสานงานระหว่างผู้ใช้งานในการสื่อสารงานออกแบบร่วมกันได้

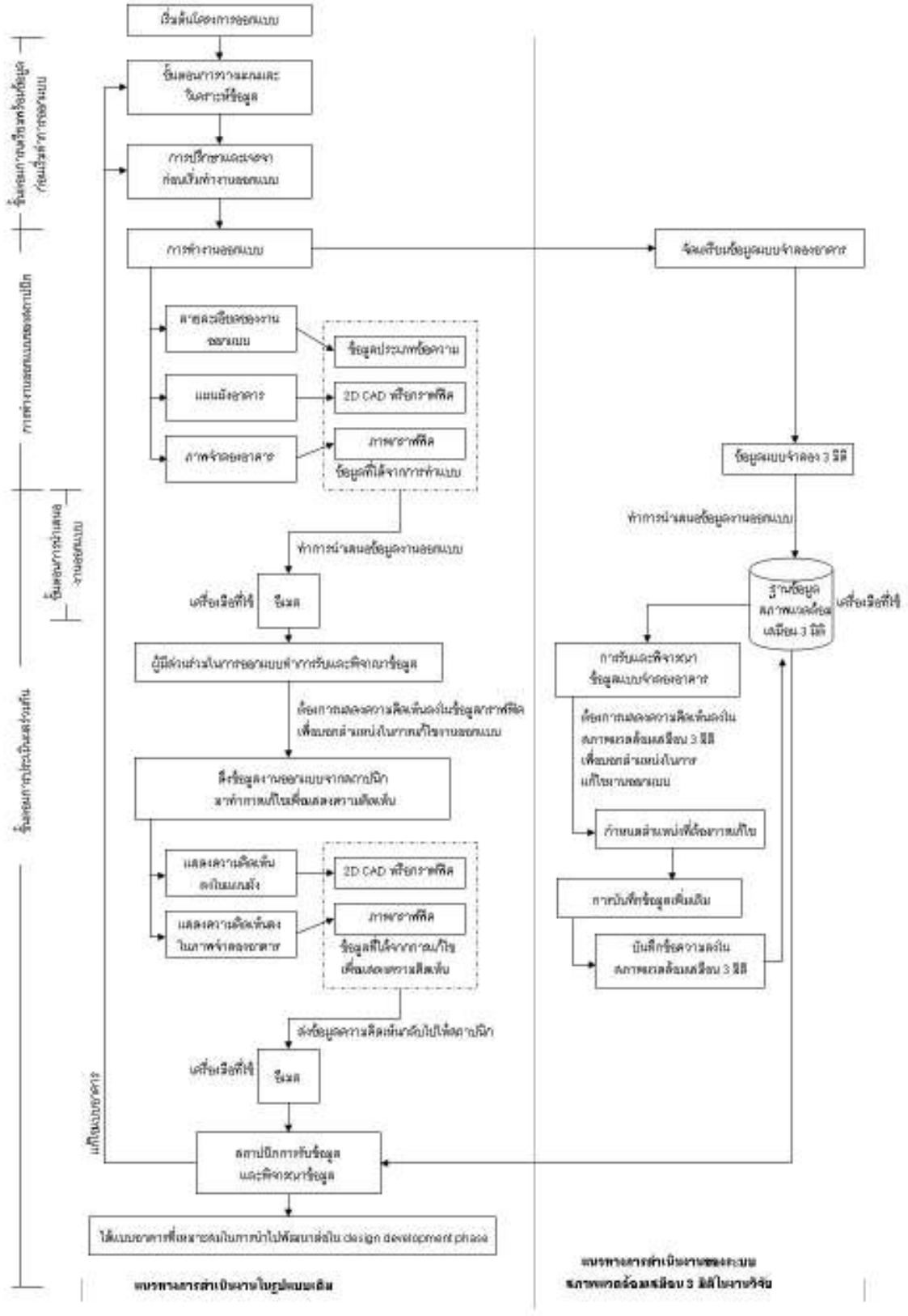
4.4 การวิเคราะห์ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือสื่อสารงานออกแบบ โดยการประยุกต์ใช้สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในการออกแบบและพัฒนาระบบนำเสนองานออกแบบให้มีความสามารถในการเป็นเครื่องมือสื่อสารงานออกแบบร่วมกันระหว่างสถาปนิกและเจ้าของอาคาร โดยสนับสนุนการมีส่วนร่วมของบุคคลในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) โดยการออกแบบและพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย สามารถสรุปผลการพัฒนาความสามารถของเครื่องมือนำเสนองานออกแบบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวทางของการนำผลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในกระบวนการทำงานของสถาปนิก เพื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสื่อสารในขั้นตอนของการนำเสนองานออกแบบ และประเมินผลร่วมกัน ระหว่างขั้นตอนการออกแบบร่างขั้นต้น (Schematic Design Phase) โดยสามารถเปรียบเทียบรูปแบบการดำเนินการสื่อสารงานออกแบบในรูปแบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน กับรูปแบบการดำเนินการสื่อสารงานออกแบบเมื่อนำการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ ที่พัฒนาในงานวิจัยมาประยุกต์ใช้งานได้ดังนี้

รูปแบบการดำเนินงานที่เปลี่ยนไปจากการประยุกต์ใช้สภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย จะช่วยลดการสื่อสารที่ซ้ำซ้อนและยุ่งยากในการส่งข้อมูลงานออกแบบต่าง ๆ ของสถาปนิกและผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ โดยจากภาพที่ 4.33 จะเห็นได้ว่ารูปแบบการทำงานของระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติจะทำหน้าที่แทนการทำงานในรูปแบบเดิม ทั้งในการนำเสนอแบบจำลองอาคาร และการสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ โดยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติสามารถทำให้ผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบสามารถเข้าใจแบบอาคารในขั้นตอนการออกแบบร่างขั้นต้นได้ และสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัยสามารถทำงานประสานกับระบบบันทึกข้อความที่ผู้มีส่วนร่วมต้องการแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในงานออกแบบอาคารได้โดยตรงในทุกองค์ประกอบของอาคาร โดยข้อมูลในการสื่อสารทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้การสื่อสารงานออกแบบด้วยสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ สามารถกระทำได้ง่ายขึ้นกว่าการสื่อสารในรูปแบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน และสามารถรองรับการเข้ามามีส่วนร่วมของบุคคลจำนวนมากกว่า 2 คนขึ้นไปได้ เช่น ผู้รับเหมาก่อสร้าง และนักออกแบบภายใน

ภาพที่ 4.33

เปรียบเทียบรูปแบบการดำเนินงานในระหว่างการสื่อสารงานออกแบบในการประเมินผลร่วมกันจากการประยุกต์ใช้ระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในการวิจัย



4.5 ผลการวิเคราะห์การทำงานของซอฟต์แวร์กับผู้ใช้งาน

การวิเคราะห์การทำงานของซอฟต์แวร์สนับสนุนการสื่อสารงานออกแบบร่วมกันในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติกับผู้ใช้งานในส่วนของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ตามการออกแบบและพัฒนาระบบที่สนับสนุนการออกแบบร่วมกันระหว่างสถาปนิกและเจ้าของอาคาร โดยสนับสนุนการเข้ามามีส่วนร่วมของบุคคลในทีมออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Build: D/B) คือ กลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน และกลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มได้ทำการทดลองใช้งานโปรแกรมตามขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการทำงาน โดยจากการศึกษาการพัฒนาซอฟต์แวร์สนับสนุนการสื่อสารงานออกร่วมกันทางด้านสถาปัตยกรรมในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ วิเคราะห์ความสามารถของซอฟต์แวร์ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์

โดยข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีเกณฑ์ในการแปลผลจากค่าเฉลี่ย ดังนี้

1 - 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

1.5 - 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยน้อย

2.5 – 3.49 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

3.5 – 4.49 หมายถึง เห็นด้วยมาก

4.5 – ขึ้นไป หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

จากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีตอบแบบสอบถามทุกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 ตัวอย่าง ได้กลับคืนมาทั้งสิ้น 40 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 100 โดยวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร 10 คน กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง 10 คน กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน 10 คน และกลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก 10 คน ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคารจำนวน 10 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 40 คน และได้กำหนดขอบเขตของกลุ่มเป้าหมายว่าต้องเป็นผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถแบ่งข้อมูลที่ได้รวบรวมจากแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน คือ

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ และข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์

(1) ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.1 มีประเด็นที่น่าสนใจคือ พฤติกรรมการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ และไม่มีการใช้ซอฟต์แวร์ในการทำงานที่เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบ เช่น ซอฟต์แวร์ AutoCAD สำหรับการเขียนแบบและ และซอฟต์แวร์ 3D Studio Max สำหรับออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ แต่มีการใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการปรับแต่งกราฟฟิกคือซอฟต์แวร์ Adobe Photoshop และบางท่านมีการใช้ซอฟต์แวร์ในการทำงานทั่วไป เช่น ซอฟต์แวร์ Microsoft Office โดยมีการใช้ซอฟต์แวร์ในการสื่อสาร เช่น ซอฟต์แวร์ Windows Live Messenger ถึง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 จากกลุ่มตัวอย่าง จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคารส่วนใหญ่มีการใช้คอมพิวเตอร์ในการรับข้อมูลงานออกแบบและติดต่อสื่อสาร จึงมีความเหมาะสมในการทดลองใช้ซอฟต์แวร์สนับสนุนระบบสื่อสารงานออกร่วมกันทางด้านสถาปัตยกรรมในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อทดสอบความสามารถของซอฟต์แวร์ และประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ต่อไป

ตารางที่ 4.1
การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความถี่ในการใช้งานคอมพิวเตอร์	ไม่ได้ใช้งาน	0	0.00
	1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์	1	10.00
	3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์	6	60.00
	ทุกวัน	3	30.00
ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในระหว่างการทำงาน	Microsoft Office	3	30.00
	AutoCAD	0	00.00
	3D studio Max	0	00.00
	Adobe Photoshop	3	30.00
	Adobe Illustrator	1	10.00
	Windows Live Messenger	8	80.00

(2) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคารได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในด้านการสื่อสารในเกณฑ์มาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.76 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.89 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการกำหนดตำแหน่งของการบันทึกข้อความอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.50 ค่าเบี่ยนเบนมาตรฐาน 0.70 และกลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคารได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในการแสดงผล 3 มิติของซอฟต์แวร์ในเกณฑ์มาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคารในเกณฑ์มาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.20 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63

ตารางที่ 4.2
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร

ข้อคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์		บุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร			
		Sum	Mean	SD	แปลผล
1. ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการกำหนดตำแหน่งที่บันทึกข้อความ	45.00	4.50	0.70	มากที่สุด
	ความสามารถในการส่งข้อความไปยังผู้มีส่วนร่วมต่าง ๆ	27.00	2.70	1.25	ปานกลาง
	ความสามารถในการรับข้อมูลความคิดเห็น	41.00	4.10	0.73	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		37.66	3.76	0.89	มาก
2. ความสามารถในการแสดงผล 3 มิติ	ความสมจริงของแบบจำลองอาคาร 3 มิติ	35.00	3.50	0.70	มาก
	การนำเสนอรายละเอียดของอาคาร	29.00	2.90	0.56	ปานกลาง
	การเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคาร	42.00	4.20	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		35.33	3.53	0.63	มาก

(3) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าซอฟต์แวร์สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคารเข้าใจถึงลักษณะอาคารโดยรวมอยู่ที่ระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 3.90 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นต่อการบันทึกข้อความสั่งแก้ไขแบบได้โดยตรงอยู่ระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.40 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69 มีความเห็นต่อการช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ง่ายขึ้นอยู่ระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 3.70 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 มีความเห็นต่อความง่ายในการใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 2.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 และกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 3.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70

ตารางที่ 4.3
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนเจ้าของอาคาร

ข้อคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งาน	ผู้ใช้งานทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร			
	Sum	Mean	SD	แปรผล
สามารถทำให้เข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้	39.00	3.90	0.56	มาก
สามารถทำให้เข้าในการตกแต่งภายในอาคารได้	24.00	2.40	0.96	น้อย
สามารถทำให้เข้าใจถึงลักษณะโครงสร้างอาคารได้	26.00	2.60	0.69	ปานกลาง
ช่วยบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง	44.00	4.40	0.69	มาก
ช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมได้ง่ายขึ้น	34.00	3.40	0.51	ปานกลาง
ประหยัดเวลาในการสื่อสาร	33.00	3.30	0.82	ปานกลาง
ใช้งานง่าย เรียนรู้ได้เร็ว	26.00	2.60	0.84	ปานกลาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างส่วนบุคคลทั่วไปที่เป็นเจ้าของอาคาร จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างนี้มีความพึงพอใจต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ทั้งในด้านการสื่อสารและการแสดงผล 3 มิติ และมีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้ สามารถทำให้เข้าใจลักษณะโครงสร้างอาคารได้ สามารถทำให้ผู้ใช้งานบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง ช่วยให้สื่อสารกับสถาปนิกได้ง่ายขึ้น และประหยัดเวลาในการสื่อสาร โดยมีความง่ายในการใช้งานและเรียนรู้ได้เร็ว

2. กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างจำนวน 10 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และมีการกำหนดขอบเขตของกลุ่มเป้าหมายว่าต้องเป็นผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถแบ่งข้อมูลที่ได้รวบรวมจากแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ และข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์

(1) ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.4 มีประเด็นที่น่าสนใจคือ พฤติกรรมการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่างจะมีความถี่แตกต่างกันไป และมีการใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD ในการทำงานสำหรับการดูข้อมูลแบบก่อสร้างในบางกรณี แต่ไม่มีการใช้งานซอฟต์แวร์ 3D studio max สำหรับออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และมีการใช้ซอฟต์แวร์ในการสื่อสาร เช่น ซอฟต์แวร์ Windows Live Messenger ถึง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 จากกลุ่มตัวอย่าง จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการรับข้อมูลงานออกแบบและติดต่อสื่อสาร จึงมีความเหมาะสมในการทดลองใช้ซอฟต์แวร์สนับสนุนระบบสื่อสารงานออกร่วมกันทางด้านสถาปัตยกรรมในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อทดสอบความสามารถของซอฟต์แวร์ และประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ต่อไป

ตารางที่ 4.4
การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความถี่ในการใช้งานคอมพิวเตอร์	ไม่ได้ใช้งาน	0	0.00
	1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์	4	40.00
	3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์	4	40.00
	ทุกวัน	2	20.00
ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในระหว่างการทำงาน	Microsoft Office	4	40.00
	AutoCAD	5	50.00
	3D studio Max	0	00.00
	Adobe Photoshop	2	20.00
	Adobe Illustrator	0	00.00
	Windows Live Messenger	8	80.00

(2) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในด้านการสื่อสารในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.36 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.73 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการกำหนดตำแหน่งของการบันทึกข้อความอยู่ในเกณฑ์มาก ที่ค่าเฉลี่ย 3.60 ค่าเบี่ยนเบนมาตรฐาน 0.69 และกลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในการแสดงผล 3 มิติของซอฟต์แวร์ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.23 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคารในเกณฑ์มาก ที่ค่าเฉลี่ย 3.80 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63

ตารางที่ 4.5
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง

ข้อคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์		ผู้รับเหมาก่อสร้าง			
		Sum	Mean	SD	แปลผล
1. ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการกำหนดตำแหน่งที่บันทึกข้อความ	36.00	3.60	0.69	มาก
	ความสามารถในการส่งข้อความไปยังผู้มีส่วนร่วมต่าง ๆ	31.00	3.10	0.87	ปานกลาง
	ความสามารถในการรับข้อมูลความคิดเห็น	32.00	3.20	0.63	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม		33.00	3.30	0.73	ปานกลาง
2. ความสามารถในการแสดงผล 3 มิติ	ความสมจริงของแบบจำลองอาคาร 3 มิติ	34.00	3.40	0.51	ปานกลาง
	การนำเสนอรายละเอียดของอาคาร	24.00	2.40	0.84	น้อย
	การเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคาร	38.00	3.80	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		32.00	3.20	0.66	ปานปลาง

(3) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่า ซอฟต์แวร์สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างเข้าใจถึงลักษณะอาคารโดยรวมอยู่ที่ระดับปานกลางที่ค่าเฉลี่ย 3.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82 กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นต่อการบันทึกข้อความสั่งแก้ไขแบบได้โดยตรงอยู่ระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ย 3.70 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 มีความเห็นต่อการช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ง่ายขึ้นอยู่ระดับปานกลางที่ค่าเฉลี่ย 3.10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 มีความเห็นต่อความง่ายในการใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 2.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69 และกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 3.10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.73

ตารางที่ 4.6
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง

ข้อคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งาน	ผู้รับเหมาก่อสร้าง			
	Sum	Mean	SD	แปรผล
สามารถทำให้เข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้	33.00	3.30	0.82	ปานกลาง
สามารถทำให้เข้าในการตกแต่งภายในอาคารได้	20.00	2.00	0.94	น้อย
สามารถทำให้เข้าใจถึงลักษณะโครงสร้างอาคารได้	31.00	3.10	0.56	ปานกลาง
ช่วยบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง	37.00	3.70	0.67	มาก
ช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมได้ง่ายขึ้น	31.00	3.10	0.56	ปานกลาง
ประหยัดเวลาในการสื่อสาร	33.00	3.30	0.82	ปานกลาง
ใช้งานง่าย เรียนรู้ได้เร็ว	26.00	2.60	0.69	ปานกลาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างส่วนผู้รับเหมาก่อสร้าง จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างนี้มีความพึงพอใจต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ทั้งในด้านการสื่อสารและการแสดงผล 3 มิติ และมีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้ สามารถทำให้เข้าใจลักษณะโครงสร้างอาคารได้ สามารถทำให้ผู้ใช้งานบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง ช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ง่ายขึ้น และประหยัดเวลาในการสื่อสาร โดยมีความง่ายในการใช้งานและเรียนรู้ได้เร็ว

3. กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายในจำนวน 10 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และมีการกำหนดขอบเขตของกลุ่มเป้าหมายว่าต้องเป็นผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถแบ่งข้อมูลที่ได้รวบรวมจากแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ และข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์

(1) ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.7 มีประเด็นที่น่าสนใจคือ พฤติกรรมการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ มีการใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD ในการทำงาน และซอฟต์แวร์ 3D Studio Max สำหรับออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และมีการใช้ซอฟต์แวร์ในการสื่อสาร เช่น ซอฟต์แวร์ Windows Live Messenger ถึง 9 คน คิดเป็นร้อยละ 90 จากกลุ่มตัวอย่าง จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายในส่วนใหญ่มีการใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงานออกแบบและติดต่อสื่อสาร จึงมีความเหมาะสมในการทดลองใช้ซอฟต์แวร์สนับสนุนระบบสื่อสารงานออกร่วมกันทางด้านสถาปัตยกรรมในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อทดสอบความสามารถของซอฟต์แวร์ และประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ต่อไป

ตารางที่ 4.7
การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความถี่ในการใช้งานคอมพิวเตอร์	ไม่ได้ใช้งาน	0	0.00
	1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์	1	10.00
	3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์	6	60.00
	ทุกวัน	3	30.00
ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในระหว่างการทำงาน	Microsoft Office	5	50.00
	AutoCAD	10	100.00
	3D studio Max	7	70.00
	Adobe Photoshop	7	70.00
	Adobe Illustrator	4	40.00
	Windows Live Messenger	9	90.00

(2) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายในได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในด้านการสื่อสารในเกณฑ์มาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.77 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.77 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการกำหนดตำแหน่งของการบันทึกข้อความอยู่ในเกณฑ์มาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.20 ค่าเบี่ยนเบนมาตรฐาน 0.78 และกลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายในได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในการแสดงผล 3 มิติของซอฟต์แวร์ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.16 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคารในเกณฑ์มาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56

ตารางที่ 4.8
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน

ข้อคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์		นักออกแบบภายใน			
		Sum	Mean	SD	แปลผล
1. ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการกำหนดตำแหน่งที่บันทึกข้อความ	42.00	4.20	0.78	มาก
	ความสามารถในการส่งข้อความไปยังผู้มีส่วนร่วมต่าง ๆ	35.00	3.50	0.84	มาก
	ความสามารถในการรับข้อมูลความคิดเห็น	34.00	3.40	0.69	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม		37.00	3.70	0.77	มาก
2. ความสามารถในการแสดงผล 3 มิติ	ความสมจริงของแบบจำลองอาคาร 3 มิติ	29.00	2.90	0.73	ปานกลาง
	การนำเสนอรายละเอียดของอาคาร	25.00	2.50	0.84	ปานกลาง
	การเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคาร	41.00	4.10	0.56	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		31.66	3.16	0.71	ปานปลาง

(3) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า ซอฟต์แวร์สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายในเข้าใจถึงลักษณะอาคารโดยรวมอยู่ที่ระดับปานกลางที่ค่าเฉลี่ย 3.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นต่อการบันทึกข้อความสั่งแก้ไขแบบได้โดยตรงอยู่ระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 มีความเห็นต่อการช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ง่ายขึ้นอยู่ระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 3.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 มีความเห็นต่อความง่ายในการใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 2.90 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.73 และกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 3.10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56

ตารางที่ 4.9
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน

ข้อคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งาน	นักออกแบบภายใน			
	Sum	Mean	SD	แปรผล
สามารถทำให้เข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้	33.00	3.30	0.67	ปานกลาง
สามารถทำให้เข้าในการตกแต่งภายในอาคารได้	24.00	2.40	0.69	น้อย
สามารถทำให้เข้าใจถึงลักษณะโครงสร้างอาคารได้	26.00	2.60	0.51	ปานกลาง
ช่วยบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง	40.00	4.00	0.66	มาก
ช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมได้ง่ายขึ้น	35.00	3.30	0.48	ปานกลาง
ประหยัดเวลาในการสื่อสาร	34.00	3.40	0.51	ปานกลาง
ใช้งานง่าย เรียนรู้ได้เร็ว	29.00	2.90	0.73	ปานกลาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างนี้มีความพึงพอใจต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ทั้งในด้านการสื่อสารและการแสดงผล 3 มิติ และมีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้ สามารถทำให้เข้าใจลักษณะโครงสร้างอาคารได้ สามารถทำให้ผู้ใช้งานบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง ช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ง่ายขึ้น และประหยัดเวลาในการสื่อสาร โดยมีความง่ายในการใช้งานและเรียนรู้ได้เร็ว

4. กลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิกจำนวน 10 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และมีการกำหนดขอบเขตของกลุ่มเป้าหมายว่าต้องเป็นผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถแบ่งข้อมูลที่ได้รวบรวมจากแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ และข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์

(1) ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.10 มีประเด็นที่น่าสนใจคือ พฤติกรรมการใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ มีการใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD ในการทำงาน และซอฟต์แวร์ 3D Studio Max สำหรับออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และมีการใช้ซอฟต์แวร์ในการสื่อสาร เช่น ซอฟต์แวร์ Windows Live Messenger ถึง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 จากกลุ่มตัวอย่าง จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิกส่วนใหญ่มีการใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงานออกแบบและติดต่อสื่อสาร จึงมีความเหมาะสมในการทดลองใช้ซอฟต์แวร์สนับสนุนระบบสื่อสารงานออกร่วมกันทางด้านสถาปัตยกรรมในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ เพื่อทดสอบความสามารถของซอฟต์แวร์ และประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ต่อไป

ตารางที่ 4.10
การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความถี่ในการใช้งานคอมพิวเตอร์	ไม่ได้ใช้งาน	0	0.00
	1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์	3	30.00
	3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์	6	60.00
	ทุกวัน	1	10.00
ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในระหว่างการทำงาน	Microsoft Office	5	50.00
	AutoCAD	9	90.00
	3D studio Max	6	60.00
	Adobe Photoshop	4	40.00
	Adobe Illustrator	3	30.00
	Windows Live Messenger	8	80.00

(2) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิกได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในด้านการสื่อสารในเกณฑ์มาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.03 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการกำหนดตำแหน่งของการบันทึกข้อความอยู่ในเกณฑ์มาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.30 ค่าเบี่ยนเบนมาตรฐาน 0.67 และกลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิกได้ให้คะแนนความสามารถของซอฟต์แวร์ในการแสดงผล 3 มิติของซอฟต์แวร์ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.20 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 โดยมีประเด็นที่น่าสนใจในหัวข้อความสามารถในการเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคารในเกณฑ์มาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81

ตารางที่ 4.11
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก

ข้อคิดเห็นที่มีต่อความสามารถของซอฟต์แวร์		สถาปนิก			
		Sum	Mean	SD	แปลผล
1. ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการกำหนดตำแหน่งที่บันทึกข้อความ	43.00	4.30	0.67	มาก
	ความสามารถในการส่งข้อความไปยังผู้มีส่วนร่วมต่าง ๆ	38.00	3.80	0.78	มาก
	ความสามารถในการรับข้อมูลความคิดเห็น	40.00	4.00	0.81	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		40.33	4.03	0.75	มาก
2. ความสามารถในการแสดงผล 3 มิติ	ความสมจริงของแบบจำลองอาคาร 3 มิติ	33.00	3.30	0.67	ปานกลาง
	การนำเสนอรายละเอียดของอาคาร	23.00	2.30	0.67	น้อย
	การเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคาร	40.00	4.00	0.81	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		32.00	3.20	0.71	ปานกลาง

(3) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายใน จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่า ซอฟต์แวร์สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างส่วนนักออกแบบภายในเข้าใจถึงลักษณะอาคารโดยรวมอยู่ที่ระดับปานมากที่ค่าเฉลี่ย 3.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70 กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นต่อการบันทึกข้อความสั่งแก้ไขแบบได้โดยตรงอยู่ระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.20 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63 มีความเห็นต่อการช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ง่ายขึ้นอยู่ระดับปานกลางที่ค่าเฉลี่ย 3.10 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 มีความเห็นต่อความง่ายในการใช้งานซอฟต์แวร์อยู่ปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 3.40 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69 และกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 3.20 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63

ตารางที่ 4.12
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์
กลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก

ข้อคิดเห็นที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งาน	สถาปนิก			
	Sum	Mean	SD	แปรผล
สามารถทำให้เข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้	35.00	3.50	0.70	มาก
สามารถทำให้เข้าในการตกแต่งภายในอาคารได้	23.00	2.30	0.67	น้อย
สามารถทำให้เข้าใจถึงลักษณะโครงสร้างอาคารได้	27.00	2.70	0.67	ปานกลาง
ช่วยบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง	42.00	4.20	0.63	มาก
ช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมได้ง่ายขึ้น	31.00	3.10	0.56	ปานกลาง
ประหยัดเวลาในการสื่อสาร	34.00	3.40	0.69	ปานกลาง
ใช้งานง่าย เรียนรู้ได้เร็ว	34.00	3.40	0.69	ปานกลาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างส่วนสถาปนิก จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างนี้มีความพึงพอใจต่อความสามารถของซอฟต์แวร์ทั้งในด้านการสื่อสารและการแสดงผล 3 มิติ และมีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจแบบอาคารโดยรวมได้ สามารถทำให้เข้าใจลักษณะโครงสร้างอาคารได้ สามารถทำให้ผู้ใช้งานบันทึกข้อความการแก้ไขแบบได้โดยตรง ช่วยให้สื่อสารกับผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบได้ง่ายขึ้น และประหยัดเวลาในการสื่อสาร โดยมีความง่ายในการใช้งานและเรียนรู้ได้เร็ว

4.6 การวิเคราะห์ข้อจำกัดของการพัฒนาระบบในงานวิจัย

ผลการพัฒนาระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติในงานวิจัย สามารถอธิบายสรุปข้อจำกัดต่าง ๆ ของงานวิจัยได้ดังนี้

1. การแก้ไขแบบจำลอง 3 มิติของอาคาร จะไม่สามารถกระทำได้โดยตรงในระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติ จำเป็นต้องแก้ไขจากซอฟต์แวร์ประเภทออกแบบ 3 มิติ เช่น 3D Studio Max แล้วจึงนำเข้าสู่ระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติของซอฟต์แวร์

2. เนื่องจากระบบสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติไม่มีระบบมาตรวัดหน่วยของแบบจำลอง ทำให้ผู้รับชมไม่สามารถรับรู้ขนาดที่แน่ชัดขององค์ประกอบอาคาร ในบางกรณีอาจต้องใช้งานร่วมกับข้อมูลในรูปแบบอื่น ๆ

3. การแสดงผลของภาพพื้นผิวบนแบบจำลอง 3 มิติยังคงมีความคลาดเคลื่อนของการแสดงผลในส่วนของทิศทางของการจัดวางภาพพื้นผิวอาคาร ในบางครั้งอาจเกิดความผิดเพี้ยนได้

4. การแสดงผลของแบบจำลองอาคารที่มีองค์ประกอบหลายชิ้น จะทำให้ความลื่นไหลของการเคลื่อนที่ในสภาพแวดล้อมเสมือน 3 มิติลดลง ซึ่งไม่สามารถใช้งานกับแบบจำลองที่มีความละเอียดสูงได้ เห็นได้จากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์ไม่สามารถแสดงแบบจำลองที่มีความละเอียดสูง เช่น การตกแต่งภายในอาคาร เป็นต้น