

การเปลี่ยนระดับความละเอียดของข้อมูล ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

กวีไกร ศรีทัญญ ¹

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

skaweekr@outlook.com

Received 2019-10-22; Revised 2019-11-15; Accepted 2019-11-81

บทคัดย่อ

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) เป็นกระบวนการสร้างข้อมูลอาคาร โดยมีรายละเอียดของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ตั้งแต่การออกแบบไปจนถึงการบริหารการใช้งานอาคาร อย่างไรก็ตาม โปรแกรมการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ใช้กันในปัจจุบัน มีการทำงานที่ไม่สอดคล้องกับแนวทางการสร้างรายละเอียดของข้อมูล ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารตามระดับขั้นการพัฒนา (Level of Development: LOD) ที่นำเสนอโดยสถาบันสถาปนิกอเมริกัน และถูกใช้เป็นแนวทางในการทำงานในหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทย

งานวิจัยนี้เสนอแนวทางในการสร้างข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยใช้โปรแกรมออโตเดสก์ เรฟิท (Autodesk Revit) อ้างอิงจากระดับขั้นการพัฒนา (LOD) ที่สามารถปรับเปลี่ยนระดับความละเอียดของข้อมูลให้เหมาะสมตามลักษณะการใช้งาน ประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างข้อมูลต้นแบบ (family) อ้างอิงตามระดับ LOD และขั้นตอนการพัฒนาชุดคำสั่งในโปรแกรมเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนระดับ LOD โดยสามารถเลือกแสดงผลตามหมวดหมู่ (category) ประเภทขององค์ประกอบอาคาร และแสดงผล LOD ตามประเภทของงาน โดยทั้งสองแนวทางสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ระดับขั้นการพัฒนา สถาบันสถาปนิกอเมริกัน ออโตเดสก์ เรฟิท ไดนาโม

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

The Change in the Level of Details of Information in Building Information Modeling (BIM)

Kaweekrai Srihiran²

Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University

skaweekr@outlook.com

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a process of creating a building's data, from the design stage to the building operation. However, even though the current program is not compatible with the Level of Development (LOD) of BIM introduced by the American Institute of Architects, it has still been adopted by several countries including Thailand. The current research introduces some methods to use BIM by using the Autodesk Revit Program based on the LOD which can be appropriately adjusted to the level of details based on usage. It consists of prototyping (family) based on the LOD as well as the steps of developing commands in the program, in order to adjust the LOD by revealing information in categories, building element types, and work types. Both of them can be perfectly adapted in any type of project.

Keywords: Building Information Modeling, Level of Development, American Institute of Architects, Autodesk Revit, Dynamo

² Assistant Professor

บทนำ

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) เป็นกระบวนการเริ่มต้นการสร้างข้อมูลของอาคารเป็นข้อมูลส่วนกลาง ที่มีการทำงานร่วมกันของหลายฝ่ายตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการ ทั้งส่วนที่เป็นงานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานวิศวกรรมระบบ โดยมีรายละเอียดของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นตอนการทำงาน ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงขั้นตอนการบริหารการใช้งานอาคาร ซึ่งสถาบันสถาปนิกอเมริกา (The American Institute of Architects) หรือ AIA ได้มีการกำหนดแนวทางการจัดทำรายละเอียดข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามลำดับขั้นของการพัฒนา (Level of Development : LOD) ขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างข้อมูลที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการทำงาน ทั้งในรูปแบบข้อมูล 2 มิติและ 3 มิติ รวมทั้งข้อมูลในรูปแบบอักขระและตัวเลข (non-graphic) โดยในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย ได้นำแนวทางดังกล่าวไปใช้อ้างอิงในการส่งงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

อย่างไรก็ตามโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารส่วนใหญ่ในปัจจุบัน ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อสร้างรายละเอียดของข้อมูลในแนวทางตามลำดับขั้นของการพัฒนา ทำให้การสร้างข้อมูลจะแปรเปลี่ยนไปตามผู้ใช้งานโปรแกรม หรือตามแนวทางขององค์กรที่ใช้ งาน ส่งผลให้เกิดข้อขัดแย้งเมื่อต้องมีการส่งงาน หรือส่งต่อข้อมูล นอกจากนี้เมื่อมีปริมาณข้อมูลภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคารมากขึ้นจากการทำงานร่วมกันของหลายฝ่าย อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในการวิจัยนี้ ได้ศึกษาการนำแนวทางการสร้างรายละเอียดข้อมูลตามลำดับขั้นของการพัฒนา มาปรับใช้กับโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งในงานวิจัยขั้นนี้เลือกโปรแกรมออโต้เดสก์ เรฟวิท (Autodesk Revit) ของบริษัท ออโต้เดสก์ จำกัด มาใช้ในการศึกษาประกอบด้วย เพื่อหาแนวทางการสร้างรายละเอียดข้อมูล

และข้อมูล และการปรับเปลี่ยนความละเอียดของการแสดงผลข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงาน โดยใช้เครื่องมือที่ติดตั้งมากับตัวโปรแกรมเป็นพื้นฐานในงานวิจัยนี้

วัตถุประสงค์

เสนอแนวทางในการสร้างรายละเอียดของข้อมูล และแนวทางในการปรับเปลี่ยนระดับความละเอียดของการแสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงาน โดยอ้างอิงจากแนวทางการสร้างรายละเอียดข้อมูลตามลำดับขั้นของการพัฒนา

วิธีการดำเนินการ

1. จัดสร้างข้อมูลองค์ประกอบอาคารในโปรแกรมออโต้เดสก์ เรฟวิท หรือเรียกว่า แฟมิลี (family) ต้นแบบให้มีระดับความละเอียดตามแนวทางการสร้างรายละเอียดข้อมูลตามลำดับขั้นของการพัฒนา
2. จัดทำแนวทางการปรับเปลี่ยนความละเอียดของการแสดงผลข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
3. ทดลองนำไปใช้งานกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตัวอย่าง
4. สรุปผลการวิจัย

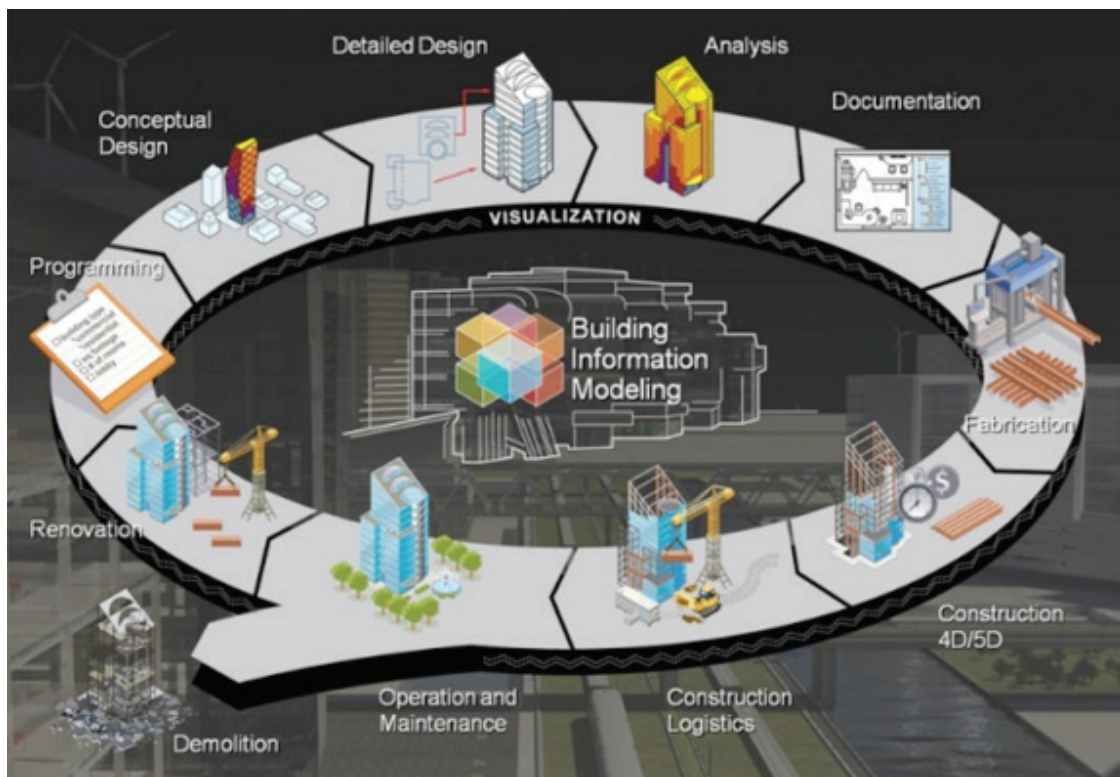
แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM)

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร หรือ BIM (Building Information Modeling) เป็นกระบวนการรวบรวมและบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การออกแบบไปจนถึงการก่อสร้างและใช้งานอาคาร โดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ (software) ที่ถูกพัฒนาขึ้นในลักษณะของการสร้างแบบจำลองอาคาร

(building model) พร้อมข้อมูลสารสนเทศ (information) ที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานจริง (Waygant 2011, 9) การจัดเก็บข้อมูลของ BIM เป็นการจัดเก็บข้อมูลแบบกราฟิก (graphic) ทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ รวมทั้งข้อมูลในลักษณะอื่นที่ไม่ใช่กราฟิก (non-graphic) ซึ่งเป็นข้อมูลในรูปของอักขระ (text) และตัวเลข (number) อยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน เพื่อใช้ระบุคุณลักษณะ (property) ของข้อมูลเชิงกราฟิก เช่น ข้อมูลวัสดุ ข้อมูลยี่ห้อเครื่องปรับอากาศ ข้อมูลด้านพลังงาน เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้จัดเป็นสารสนเทศ (information) ของอาคาร ซึ่งจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามขั้นตอนการทำงานที่เกิดขึ้น

ระดับขั้นของการพัฒนา (Level of Development: LOD)

การจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลจำนวนมาก และต้องทำงานร่วมกันหลายส่วน ไม่ว่าจะเป็นงานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานวิศวกรรมระบบ ดังนั้น การจัดทำข้อมูลจึงต้องมีรูปแบบรายละเอียดของข้อมูลที่สอดคล้องและตรงกันกับขั้นตอนการทำงาน และการนำไปใช้งาน ซึ่งปัจจุบันในหลายประเทศได้นำเสนอแนวทางและมาตรฐานการทำงานกับข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศ

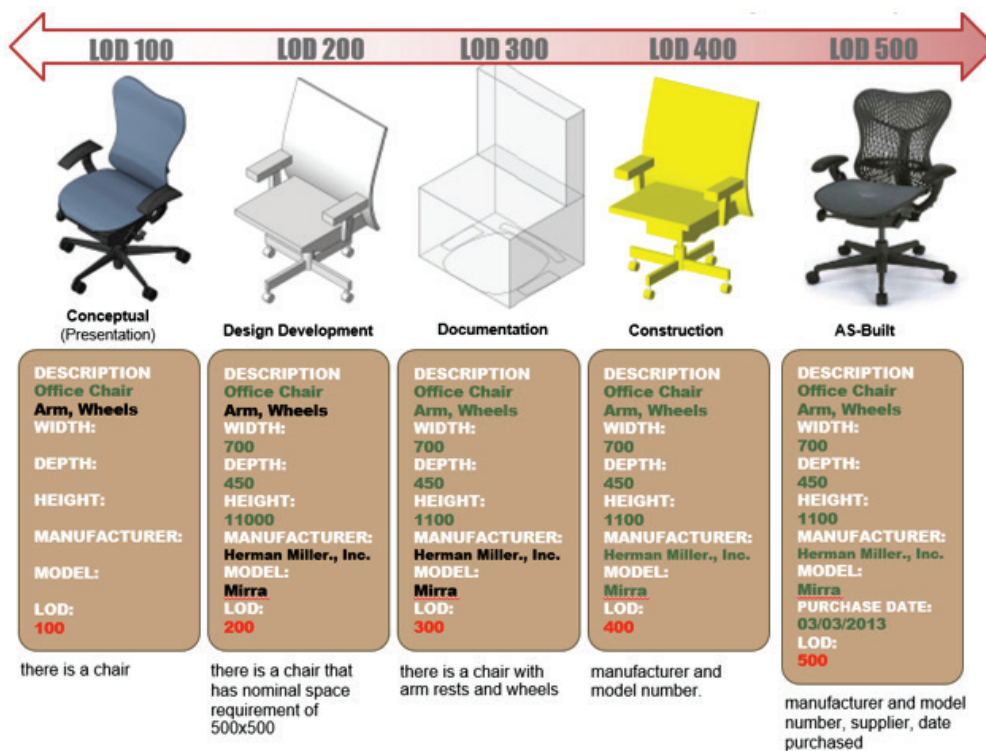


ภาพที่ 1 แสดงการใช้ประโยชน์ข้อมูลจาก BIM ในขั้นตอนการทำงาน

ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/BIM-life-time-cycle-http-nurebizde-wp-content-uploads-2015-11-BIM-Illustration-jpg_fig18_303373982. Accessed August 10, 2019.

อาคาร เช่น มาตรฐาน AEC (UK) BIM Protocol Version 2 ออกโดย Architecture, Engineering and Construction Industry หรือ AEC ของสหราชอาณาจักร Singapore BIM Guide ออกโดย Building and Construction Authority หรือ BCA ประเทศสิงคโปร์ LOD Specification ออกโดยสถาบันสถาปนิกอเมริกา

(The American Institute of Architecture) หรือ AIA และ Thailand BIM Guideline ออกโดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้จะใช้การอ้างอิงจากมาตรฐาน LOD Specification ของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน และอ้างอิงรูปแบบขั้นตอนการทำงานในประเทศไทยจาก Thailand BIM Guideline



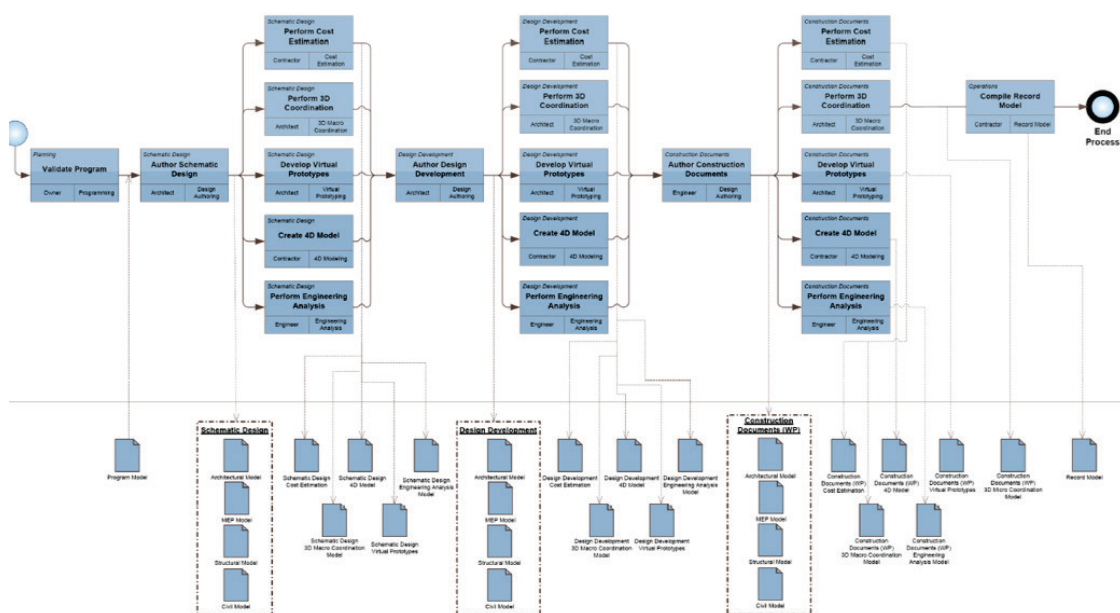
ภาพที่ 2 แสดงระดับรายละเอียดข้อมูลตามระดับขั้นการพัฒนา

ที่มา: https://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html?m=1&fbclid=IwAR19DPsljC-IYEWJxDLL9juNjLgVNsPD17hCiOdHFHWR0e8zPjiG0NmC_Lo Accessed August 10, 2019.

รูปแบบขั้นตอนการทำงานในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารตาม Thailand BIM Guideline สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นแนวความคิดในการออกแบบและการทำแบบร่าง (conceptual and schematic design) ขั้นการพัฒนาแบบ (design development) และขั้นการจัดทำแบบก่อสร้าง (construction document) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีการกำหนดหัวข้อของข้อมูลที่เป็นต่อการใช้งานในแต่ละขั้นตอน(สมาคม

สถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ 2558, 12) เช่น ในขั้นการทำแบบร่างต้องการข้อมูลด้านการสำรวจพื้นที่ด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้อง พื้นที่ใช้สอย เป็นต้น เมื่อเข้าสู่ขั้นการพัฒนาแบบ จำเป็นที่จะต้องมีการข้อมูลเพิ่มเติม เช่น ข้อมูลงบประมาณในการก่อสร้าง และแบบขยายรายละเอียด เป็นต้น นอกจากนี้ในขั้นตอนของการพัฒนาแบบจะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างงานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานวิศวกรรมระบบ จึงทำให้มีข้อมูลในส่วนนี้เพิ่มเติมขึ้นมามีด้วย และเมื่อมาถึงขั้นตอนของการทำแบบก่อสร้างจะต้องมีข้อมูลในส่วนต่างๆ ครบถ้วน เพื่อนำสู่การก่อสร้างอาคารต่อไป



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างขั้นตอนการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
ที่มา: BIM Project Execution Planning Guide version 2.1

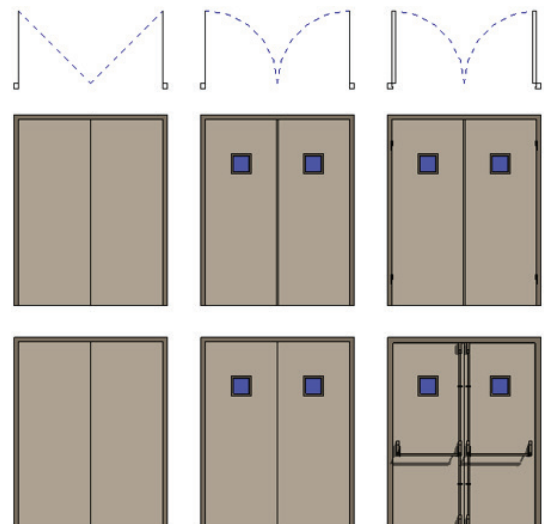
การสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ เรฟวิท

การสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารโดยใช้โปรแกรมอัตโนมัติ เรฟวิท ตามขั้นตอนการทำงานที่กล่าวมาข้างต้น จะเกิดการสะสมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเข้าถึงข้อมูล รวมทั้งชุดคำสั่งการแสดงผลในโปรแกรมไม่สามารถเลือกดูข้อมูลก่อนหน้าได้ และไม่สามารถเลือกเปิดข้อมูลที่มีความละเอียดเฉพาะตามที่ต้องการได้ กล่าวคือจะต้องเปิดดูข้อมูลทั้งหมดเท่าที่มี ณ ขณะนั้นขึ้นมา

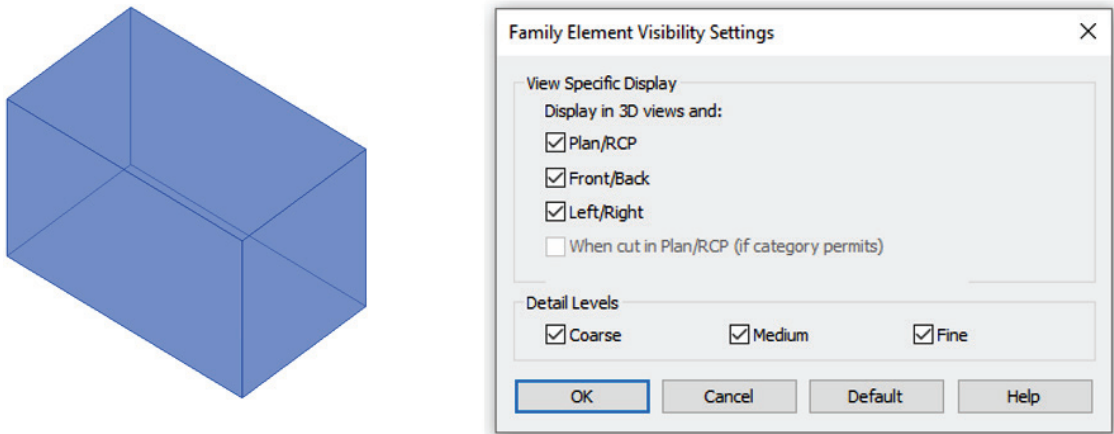
ถึงแม้ว่าโปรแกรมอัตโนมัติ เรฟวิท จะมีชุดคำสั่งที่สามารถปรับระดับความละเอียดของแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้ เรียกว่า ระดับของรายละเอียดในมุมมอง (detail level) (วิวัฒน์ อุดมปิณฑิพย์ 2554, 88) มีลักษณะการทำงานแยกเป็นมุมมอง (view) ตามแต่ละประเภท ได้แก่ ผังพื้น (plan) รูปด้าน (elevation) รูปตัด (section) แบบขยาย (call out) เป็นต้น โดยมุมมองแต่ละส่วนสามารถควบคุมระดับความละเอียดในมุมมอง (detail level) ได้ทั้งหมด 3 ระดับ ได้แก่ การแสดงผลอย่างหยาบ (coarse) ปานกลาง (medium) และละเอียด (fine) แต่การปรับเปลี่ยนในลักษณะดังกล่าวไม่เป็นไปตามแนวทางเดียวกันกับระดับความละเอียดของระดับขั้นตอนการพัฒนาตาม

การที่จะสามารถปรับระดับความละเอียดดังกล่าวข้างต้นได้นั้น จำเป็นจะต้องเข้าไปปรับเปลี่ยนแนวทางการสร้างข้อมูลองค์ประกอบอาคารในโปรแกรมอัตโนมัติ เรฟวิท

หรือเรียกว่า แฟมิลี (family) ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารในทุกๆ ส่วน เช่น ประตู หน้าต่าง ข้อต่อน้ำ เป็นต้น โดยค่าเริ่มต้นของโปรแกรมจะสามารถกำหนดระดับรายละเอียด (detail level) ของข้อมูล ทั้ง 3 ระดับ ให้สัมพันธ์กับมุมมอง (view) ประกอบด้วย รูป 3 มิติ ผังพื้น และรูปด้านเท่านั้น และเมื่อทำการบันทึกรายละเอียดของข้อมูลลงในค่าพารามิเตอร์ (parameter) แล้ว ข้อมูลเหล่านั้นจะแสดงรายละเอียดของข้อมูลเดิมไปตลอดการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร



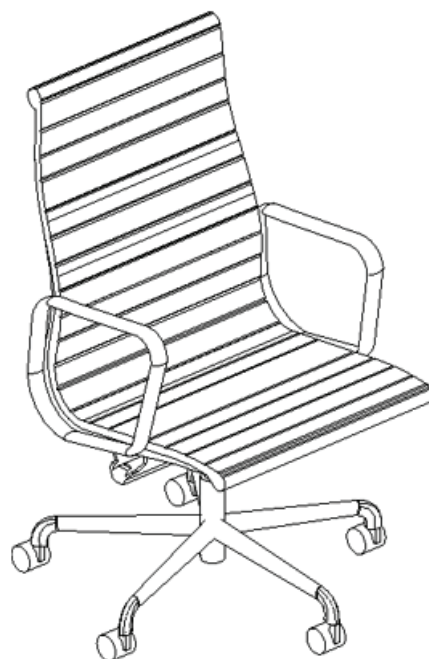
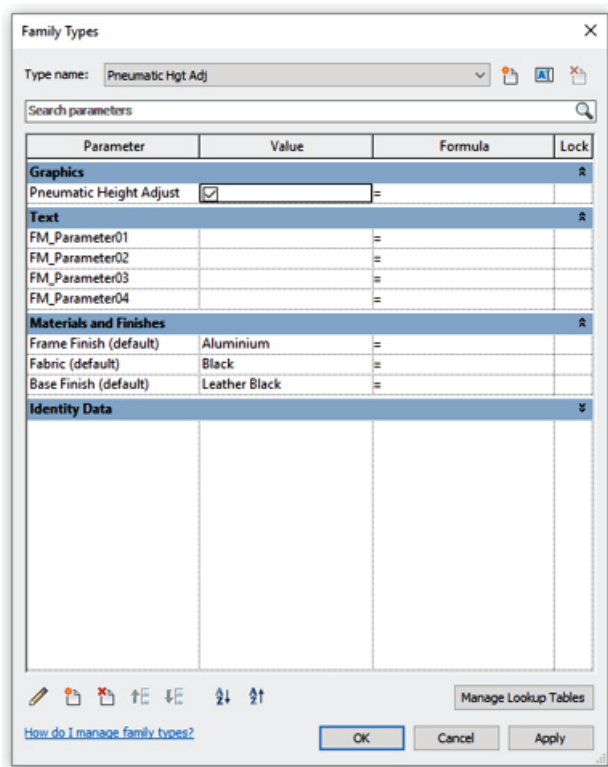
ภาพที่ 4 แสดงระดับความละเอียดข้อมูล coarse, medium, fine จากซ้ายไปขวา ตามลำดับ
ที่มา: วิวัฒน์ อุดมปิณฑิพย์ 2554, 88



ภาพที่ 5 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าระดับรายละเอียดในแฟมิลี
ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพวงพงศ์พันธุ์ ใช้โปรแกรม ออโต้เดสก์ เรฟวิท



ภาพที่ 6 การปรับระดับรายละเอียดในมุมมอง
ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพวงพงศ์พันธุ์ ใช้โปรแกรม ออโต้เดสก์ เรฟวิท



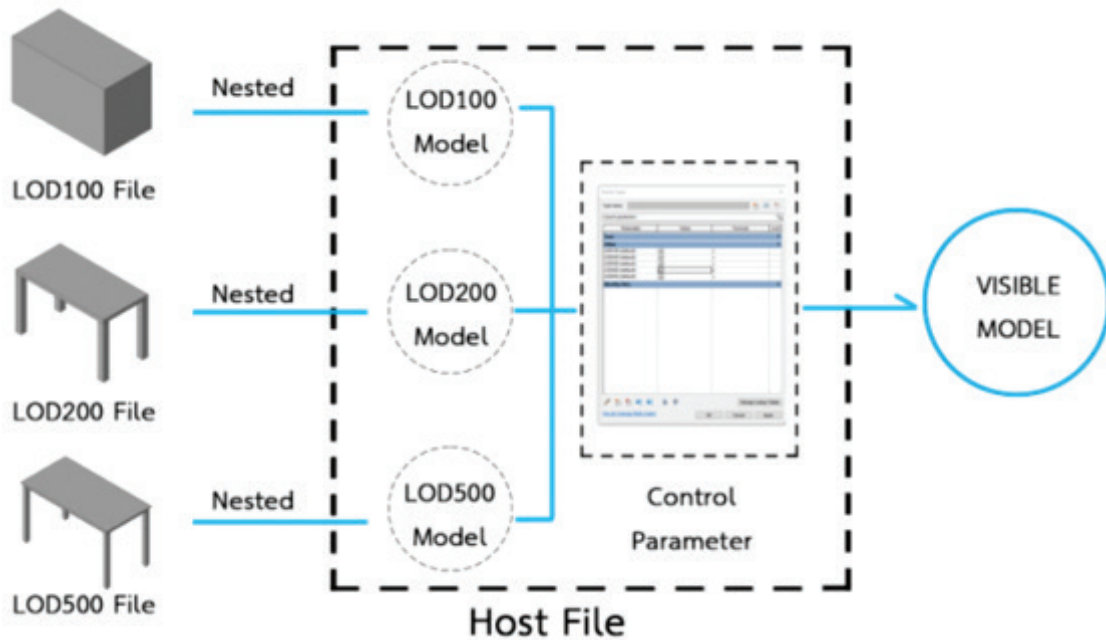
ภาพที่ 7 ตัวอย่างพารามิเตอร์ในแฟมิลี

ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภาพ นาคพวงพงศ์พันธุ์ ใช้โปรแกรม ออโต้เดสก์ เรฟริท
แนวทางการสร้างรายละเอียดข้อมูลองค์ประกอบอาคาร หรือ แฟมิลี (family)

แนวทางการสร้างรายละเอียดข้อมูล องค์ประกอบอาคาร หรือ แฟมิลี (family)

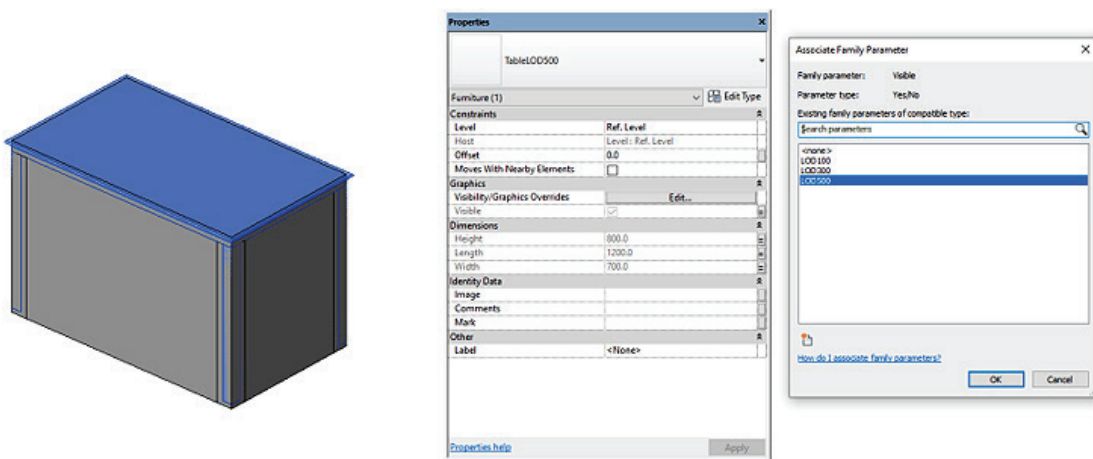
ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่สามารถปรับระดับความละเอียดของการแสดงผลตามระดับขั้นการพัฒนาได้นั้น จำเป็นจะต้องมีการสร้างข้อมูลองค์ประกอบอาคาร หรือ แฟมิลี ต้นแบบที่มีความละเอียดตามระดับขั้นการพัฒนาด้วยเช่นกัน ซึ่งจะมีวิธีการสร้างที่แตกต่างไปจากการสร้างแบบปกติ โดยเริ่มจากการตั้งค่าผ่านตัวแปรการควบคุม (control parameter) ตามมาตรฐานระดับขั้นการพัฒนาซึ่งประกอบด้วย LOD 100-500

โครงสร้างของแฟมิลีต้นแบบสำหรับการทำงานเพื่อเปลี่ยนระดับความละเอียดของข้อมูล มีลักษณะที่ใช้โฮสต์ไฟล์ (Host file) เป็นแกนหลักของข้อมูล และทำการสร้างแฟมิลีต้นแบบในระดับขั้นการพัฒนาต่างๆ แยกต่างหากจากโฮสต์ไฟล์ แล้วจึงบรรจุหรือเรียกว่าการเนสต์ (nested) เข้าในโฮสต์ไฟล์ ซึ่งต้องจัดวางซ้อนทับกันในตำแหน่งเดียวกัน จากนั้นกำหนดค่าพารามิเตอร์ตัวแปรการแสดงผล (visible) ให้กับแฟมิลี ตามระดับขั้นการพัฒนา เพื่อใช้ควบคุมการแสดงผลของแฟมิลี ที่จะปรากฏในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยแฟมิลีนี้สามารถนำไปใช้งานกับแบบจำลองสารสนเทศสำหรับอาคารอื่นๆ ต่อไปได้



ภาพที่ 8 แสดงแผนภาพโครงสร้างของแฟมิลี

ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพวงพศพันธ์์ ใช้โปรแกรม ออโต้เดสก์ เรฟวิท



ภาพที่ 9 แสดงวิธีการเชื่อมโยงชุดคำสั่งกับ Family ในระดับ LOD500

ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพวงพศพันธ์์ ใช้โปรแกรม ออโต้เดสก์ เรฟวิท

แนวทางการปรับเปลี่ยนระดับความละเอียดข้อมูลตามลำดับขั้นการพัฒนา

การปรับเปลี่ยนระดับความละเอียดของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อให้สอดคล้องกับลำดับขั้นการพัฒนาตามขั้นตอนการทำงาน จะประกอบด้วยแนวทางการพัฒนาชุดคำสั่ง ที่สามารถรองรับการแสดงผลรายละเอียดข้อมูล ประกอบด้วยชุดคำสั่งการแสดงผลรายละเอียดข้อมูลตามหมวดงาน 3 หมวด ได้แก่ งานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรมของการพัฒนากับหมวดงานดังตารางที่ 1

โดยทั้งการพัฒนาชุดคำสั่งทั้งสองแนวทางนี้ จะใช้ผ่านเครื่องมือการพัฒนาชุดคำสั่ง ในโปรแกรมโอโต้เดสก์เรฟวิท เรียกว่า ไดนาโม (dynamo) ประกอบกับการกำหนดค่าตัวแปรแบบ โกลบอล พารามิเตอร์ (global parameter) เพื่อนำไปใช้ควบคุมการแสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

แนวทางแรก เป็นการใช้ชุดคำสั่งไดนาโม ประกอบด้วยชุดคำสั่งย่อย 3 ส่วนในการทำงานประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ชุดคำสั่งสำหรับควบคุม (controller) เป็นชุดคำสั่งที่เลือกระดับขั้นการพัฒนาในการใช้งานในรูปแบบแถบเลื่อน (scroll) ตั้งแต่ LOD 100-500 ส่วนที่ 2 ชุดคำสั่งสำหรับเลือกข้อมูล (selection) ตามหมวดหมู่ (category) จากแฟมิลีต้นแบบที่มีอยู่ และการเลือกกระดบังอ้างอิง (level) ในการจัดวาง ส่วนชุดคำสั่งสุดท้ายเป็นชุดคำสั่งสำหรับแสดงผล (result of LOD Switch) เป็นชุดคำสั่งสำหรับ

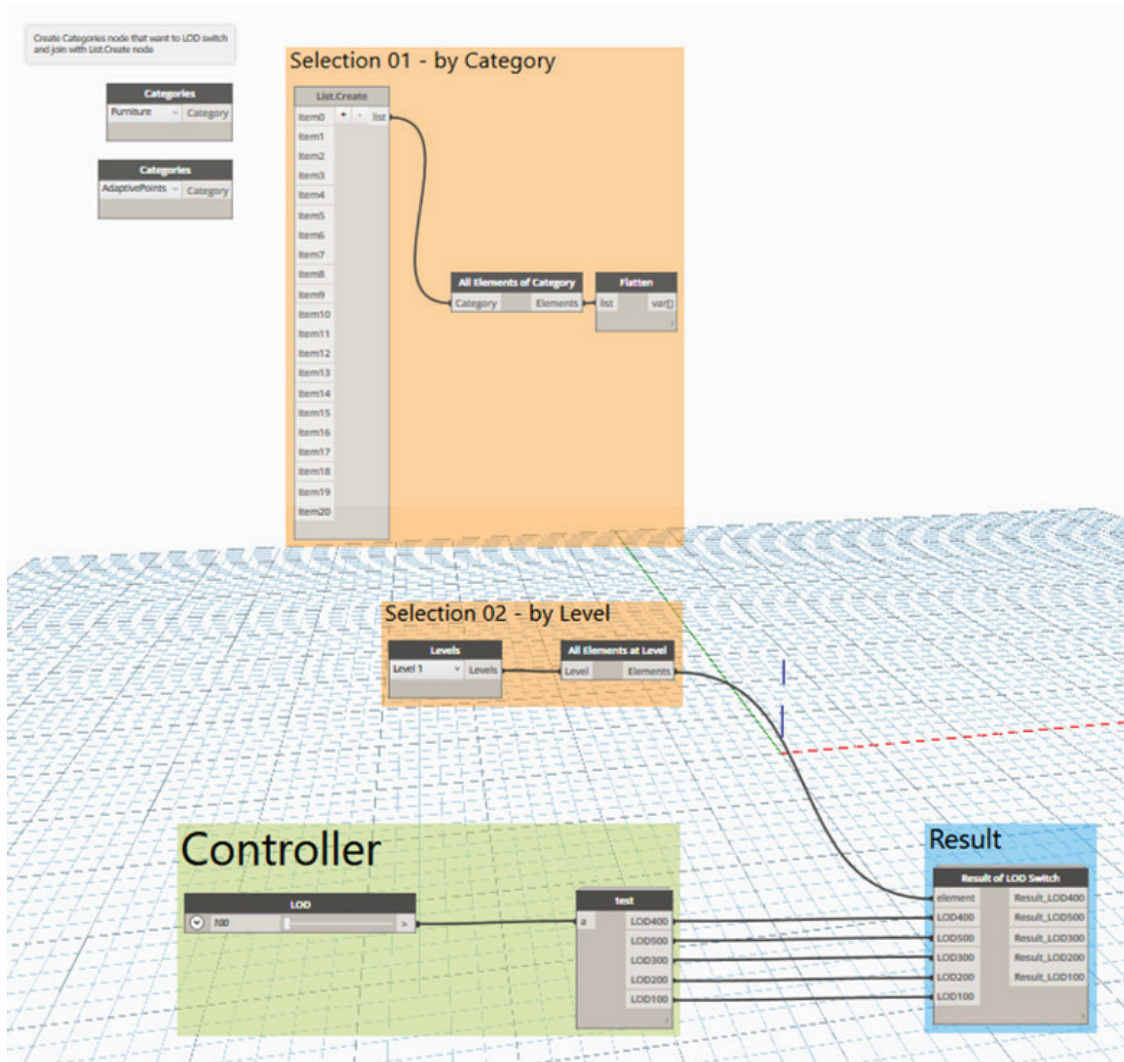
เปิดและปิดค่าพารามิเตอร์ตัวแปรการแสดงผลของแฟมิลี ต่างๆ ตามที่เลือกใช้งาน ให้แสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารอย่างถูกต้อง (ภาพที่ 10)

แนวทางที่ 2 เป็นการใช้ชุดคำสั่งที่ทำงานร่วมกับการกำหนดค่าตัวแปรแบบโกลบอล พารามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าตัวแปรที่สามารถส่งค่าไปยังพารามิเตอร์อื่นๆ ในแฟมิลีเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนที่ส่งผลกระทบต่อทุกพารามิเตอร์ ที่มีการเชื่อมโยงกับโกลบอล พารามิเตอร์ ได้ในครั้งเดียว โดยใช้วิธีการสร้างชุดคำสั่งเช่นเดียวกับแนวทางที่ 1 จากนั้นตั้งค่าตัวแปรพารามิเตอร์ขึ้นมาใหม่ แยกตามหมวดงานและระดับขั้นการพัฒนาที่ตรงกันดังตารางที่ 2 เมื่อมีการทำเรียกใช้งานโดยเลือกหมวดงานและระดับขั้นการพัฒนา ก็จะปรับเปลี่ยนการแสดงผลแฟมิลีทั้งหมดในแบบจำลองสารสนเทศ กลับไปมาได้ ตามหมวดงานที่เลือกใช้ และตามระดับความละเอียด

อย่างไรก็ตาม ข้อควรระวังในการใช้แนวทางที่ 2 คือ เมื่อมีการสร้างแฟมิลีขึ้นใหม่ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จะต้องมีการสร้างข้อมูลในตัวแปรพารามิเตอร์ ให้เชื่อมโยงกับโกลบอล พารามิเตอร์ทุกครั้ง มิเช่นนั้น กระบวนการเปลี่ยนระดับความละเอียดของข้อมูลจะไม่สามารถทำงานร่วมกับแฟมิลีอื่นๆ ได้ เนื่องจากลักษณะของชุดคำสั่งจะใช้เป็นพารามิเตอร์ประเภทอินสแตนซ์ (instance) ซึ่งมีผลเฉพาะแต่ละแฟมิลี แต่ในการใช้งาน สามารถกดเลือกคำสั่ง Select All Instance เพื่อเลือกแฟมิลีประเภทเดียวกันทุกชิ้นที่อยู่ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับโกลบอล พารามิเตอร์ได้ในครั้งเดียว

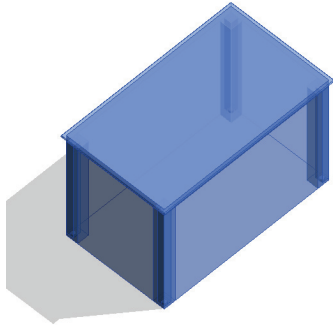
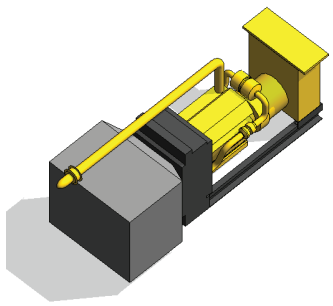
ตารางที่ 1 ตารางแสดงการตั้งชื่อชุดคำสั่งควบคุม

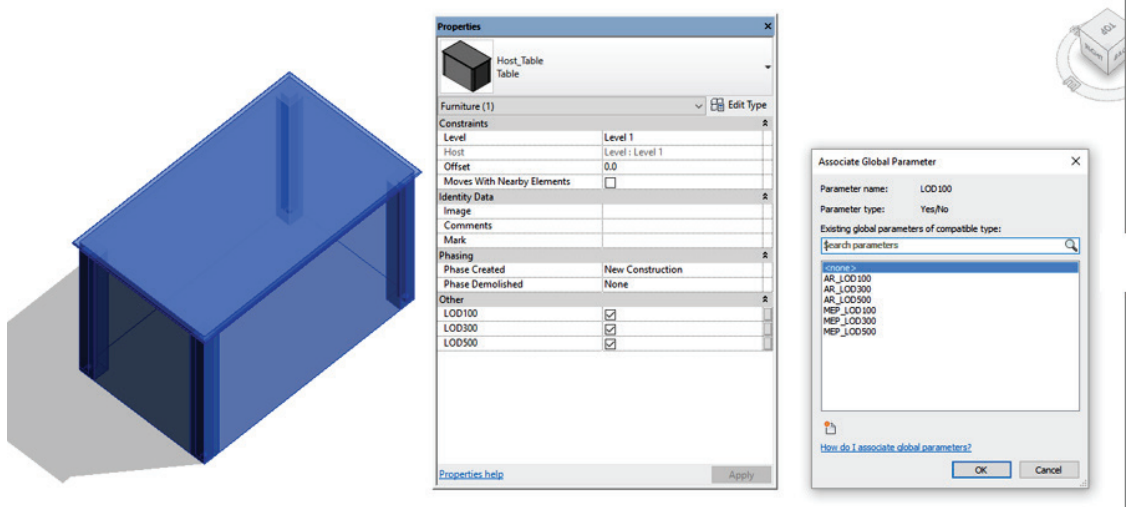
หมวดงาน	คำสั่งกลุ่ม 1	คำสั่งกลุ่ม 2
1. สถาปัตยกรรม	AR	LOD100, LOD200, LOD300, LOD400, LOD500
2. งานวิศวกรรมโครงสร้าง	ST	LOD100, LOD200, LOD300, LOD400, LOD500
3. งานวิศวกรรมระบบ	MEP	LOD100, LOD200, LOD300, LOD400, LOD500



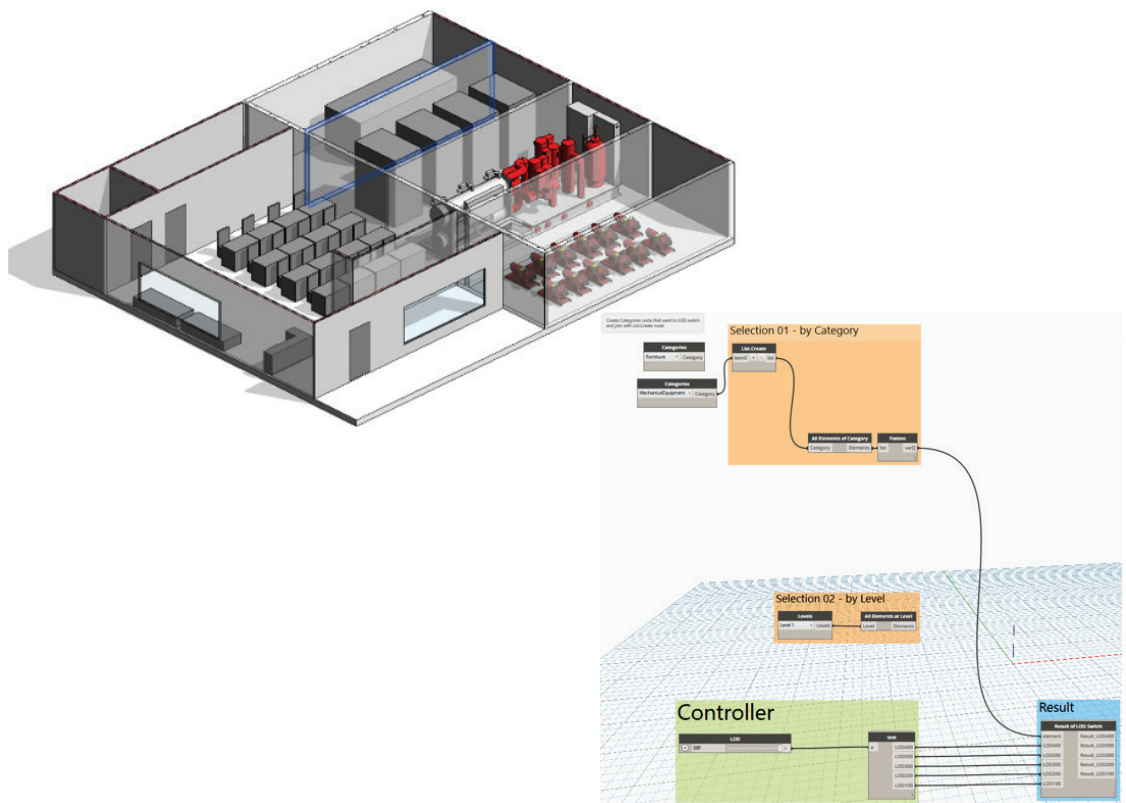
ภาพที่ 10 แสดงภาพรวมของชุดคำสั่งของโปรแกรมไดนาโม
ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพวงศ์พันธุ์ ใช้โปรแกรม ออกโต้เดสก์ เรฟวิท

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อข้อมูลของ Family กับ Global Parameters ของ Project

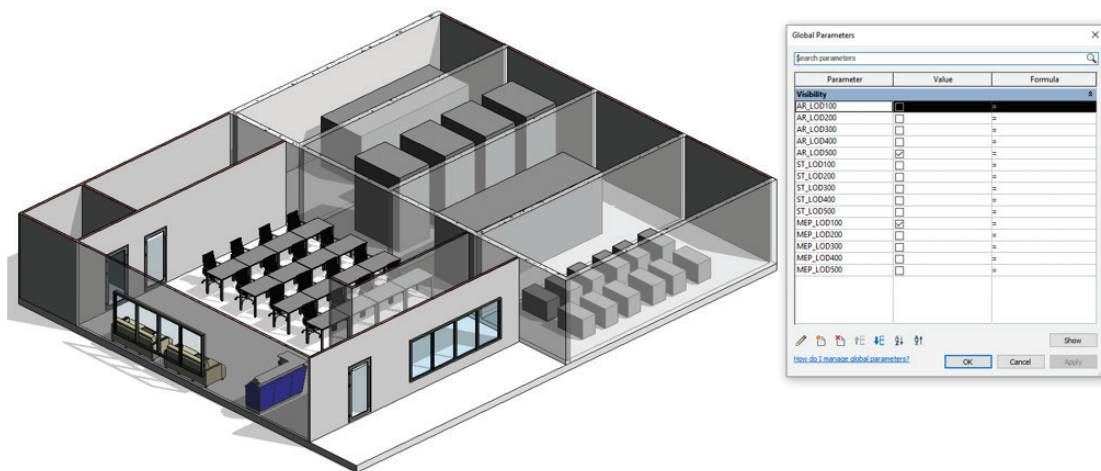
ตัวอย่าง Family	หมวดงาน	การเชื่อมต่อข้อมูล	
 โต๊ะทำงาน	สถาปัตยกรรม	Family Parameter ภายในข้อมูล	Global Parameters ที่ต้องกำหนด
		LOD100	AR_LOD100
		LOD200	AR_LOD200
		LOD300	AR_LOD300
		LOD400	AR_LOD400
		LOD500	AR_LOD100
 เครื่องปั่นไฟ (generator)	งานระบบ	Family Parameter ภายในข้อมูล	Global Parameters ที่ต้องกำหนด
		LOD100	MEP_LOD100
		LOD200	MEP_LOD200
		LOD300	MEP_LOD300
		LOD400	MEP_LOD400
		LOD500	MEP_LOD100



ภาพที่ 11 แสดงภาพรวมของชุดคำสั่งของโปรแกรมไดนาโม
ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพวงศ์พันธ์ ใช้โปรแกรม ออโต้เดสก์ เรฟวิท



ภาพที่ 12 แสดงการปรับเปลี่ยนความละเอียดตามแนวทางที่ 1
ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพวงศ์พันธ์ ใช้โปรแกรม ออโต้เดสก์ เรฟวิท



ภาพที่ 13 แสดงการปรับเปลี่ยนความละเอียดตามแนวทางที่ 2

ที่มา: ภาพประกอบโดย ปองภพ นาคพงษ์พันธุ์ ใช้โปรแกรม ออกได้เดสก์ เรฟวิท

สรุปผลการทดลองการเปลี่ยนระดับความละเอียดของข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

จากการศึกษาและทดสอบการนำไปใช้งาน พบว่าทั้งสองแนวทาง สามารถปรับเปลี่ยนระดับรายละเอียดข้อมูลตามลำดับขั้นของการพัฒนา หรือ LOD บนโปรแกรม ออกได้เดสก์ เรฟวิท ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารและปัจจุบันยังไม่ปรากฏชุดคำสั่งการทำงานเกี่ยวกับ LOD โดยตรง ให้แสดงผลได้อย่างยืดหยุ่นและหลากหลายรูปแบบ ทั้งการแสดงผลแยกตามระดับขั้นการพัฒนาตามแนวทางของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน และตามหมวดงานประเภทต่างๆ ได้อย่างไรก็ตามเนื่องจากวิธีการดังกล่าวเป็นการพัฒนาชุดคำสั่งเพิ่มเติมขึ้นในโปรแกรม จึงอาจมีข้อจำกัดทำให้ผู้ใช้งานต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจในชุดคำสั่งเพิ่มเติมนี้ก่อนนำไปใช้งานจริง นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องสร้างแฟมิลีที่มีรายละเอียดตาม LOD ในระดับต่างๆ ขึ้นก่อนเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำงาน โดยทั้งสองแนวทางมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่

แนวทางที่ 1 เป็นแนวทางที่มีความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากสามารถควบคุมความละเอียด แยกตามประเภทของแฟมิลีแต่ละแฟมิลีได้โดยตรง แต่หากต้องการปรับเปลี่ยนระดับความละเอียดแยกตามหมวดงาน เช่น ในงานสถาปัตยกรรมทั้งหมด จะต้องเสียเวลาในการตั้งเงื่อนไขในการเลือกแฟมิลีที่ต้องการ เพื่อปรับเปลี่ยนระดับของความละเอียด ทำให้ขาดความสะดวกในการนำไปใช้งานจริง

แนวทางที่ 2 เป็นแนวทางที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างหมวดงานและระดับรายละเอียดข้อมูล โดยควบคุมจากโกลบอล พารามิเตอร์ เชื่อมโยงไปยังพารามิเตอร์ตัวแปร การแสดงผลของแต่ละแฟมิลี ทำให้การปรับเปลี่ยน มีความชัดเจนและสะดวกต่อการนำไปใช้งานจริงมากขึ้น เช่น การแสดงระดับความละเอียดของข้อมูล LOD 100 ในงานสถาปัตยกรรม และ LOD 300 ในงานวิศวกรรมระบบ เป็นต้น แต่มีข้อเสียในกรณีโปรแกรมมีการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติและวิธีการเชื่อมโยงของโกลบอลพารามิเตอร์ในอนาคต อาจทำให้ชุดคำสั่งเดิมไม่สามารถนำมาใช้งานได้

บรรณานุกรม

วิวัฒน์ อุดมปิณฑทรัพย์. *Autodesk Revit Architecture 2012*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์กรุงเทพ, 2554.

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. *แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline)*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท พลัสเพรส จำกัด, 2558.

สภาสถาปนิก. *Building Information Modeling Guide แนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560*. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2560.

Eastman, C. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designer, Engineers, and Contractor*. New Jersey: Wiley & Sons, 2011.

The Computer Integrated Construction Research Group. *Building Information Modeling Project Execution Planning Guide*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, 2010.

Weygant, R. *BIM Content Development, Standards, Strategies, and Best Practices*. New Jersey: Wiley & Sons, 2011.

เว็บไซต์

“AEC (UK) BIM Protocol Version 2.” Accessed September 10, 2019. <https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>.

BIMForum. “Level of Development Specification 2019.” Accessed Mar 16, 2019. <https://bimforum.org/loa/>.

Building Smart. “IFC Standard.” Accessed Mar 16, 2019. <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>.

National Institute of Building Science. “Construction Operation Building Information Exchange (BOBie).” Accessed Aug 20, 2019. https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_V3_4.2_COBie.pdf.

“Singapore BIM Guide.” Accessed September 10, 2019. https://www.corenet.gov.sg/media/586132/Singapore-BIM-Guide_V2.pdf.

“Thailand BIM Guideline.” Accessed September 10, 2019. <http://www.vrdigital.co.th/2017th/wp-content/uploads/2017/03/Thailand-BIM-Guideline.pdf>.