

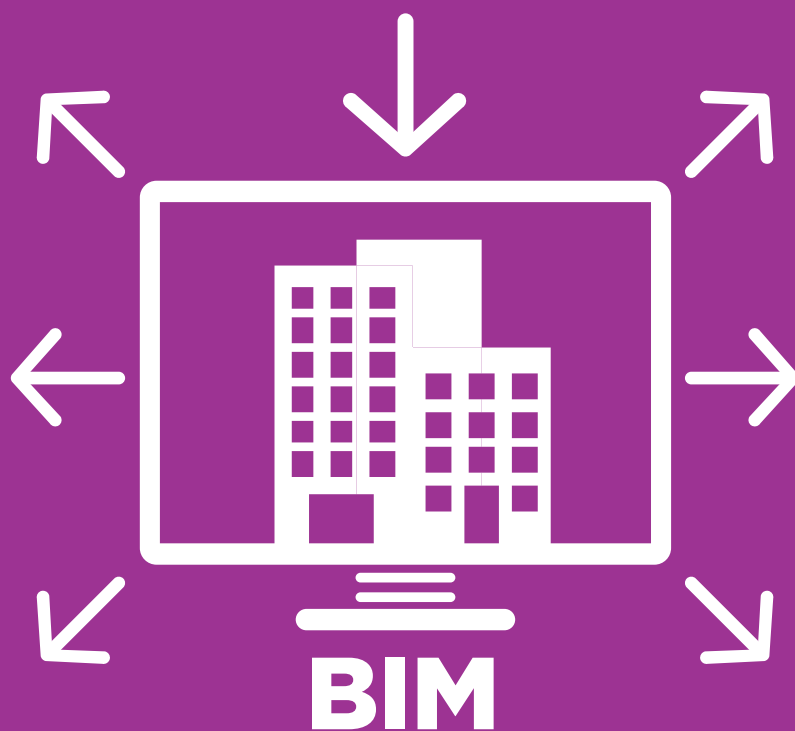


สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์
โดย สถาบันสถาปนิกสยาม

THE ASSOCIATION OF SIAMESE ARCHITECTS UNDER ROYAL PATRONAGE
BY INSTITUTE OF SIAMESE ARCHITECTS

คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ

แนวทางการใช้งาน
แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย
(Thailand BIM Guideline)
ฉบับปี พ.ศ.2558



สงวนลิขสิทธิ์

ISBN 978-616-7384-13-9

ISA 2-022-58

หนังสือชุด : คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ

แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย

(Thailand BIM Guideline) ฉบับปี พ.ศ. 2558

ISA 2-022-58

เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ : 978-616-7384-13-9

พิมพ์ครั้งที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2558

จำนวน 1,200 เล่ม

จัดพิมพ์โดย : สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์
248/1 ซอยศูนย์วิจัย 4 (ซอย 17) ถนนพระราม 9
แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ
โทรศัพท์: 02 3196555 โทรสาร: 02 3196419
E-mail : office@asa.or.th , Website : <http://www.asa.or.th>

พิมพ์ที่ : บริษัท พลัสเพรส จำกัด
101/99-101 ซอยร่วมรักษา ถนนประชาสงเคราะห์
แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 02 6920621-3 โทรสาร : 02 6920506
E-mail : print@pluspress.co.th

ออกแบบปก : ฤกษ์ ธารณี

สงวนลิขสิทธิ์

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์
ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือฉบับนี้
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

สารจากนายกสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีผลกับการทำงานในวงกว้างทุกวงการ งานออกแบบสถาปัตยกรรมก็เช่นกัน หลายๆ ท่านคงจำกันได้ถึงการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่จากการเขียนแบบด้วยมือมีไม้ที่กับเส้นทาบรองศาพร้อมกับไม้สเกล มาเป็นการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์เมื่อซัก 25 ปีได้ และค่อยๆ พัฒนามาเรื่อยๆ จนปัจจุบันแทบจะไม่มี การเขียนแบบด้วยดินสอหรือปากการ็อตตรงกันแล้ว โปรแกรมซอฟต์แวร์และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่เข้ามา แทนที่เส้นทาบรองศาและไม้ที่

จนเมื่อประมาณ 10 กว่าปีที่ผ่านมามีการทำงานออกแบบและเขียนแบบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ก็ได้ พัฒนาจาก 2 มิติมาเป็น 3 มิติและที่สำคัญคือการผนวกเอาข้อมูลเข้าไปกับแบบทำให้สามารถแยกแยะได้ว่าเส้น ต่างๆ ที่เขียนอยู่บนแบบนั้นมีคุณสมบัติที่ต่างกันและเป็นองค์ประกอบของอาคารที่ต่างกัน สามารถวัดปริมาณ ขององค์ประกอบอาคารแต่ละประเภทได้ ซึ่งทำให้สามารถคำนวณราคาได้แม่นยำขึ้น อีกทั้งยังสามารถใช้แบบ 3 มิตินั้นไปคำนวณคุณสมบัติด้านพลังงานหรือคำนวณการรับแรงทางด้านโครงสร้างรวมทั้งยังสามารถใช้การ ประสานแบบสถาปัตย์ โครงสร้าง และแนวท่อต่างๆ ของงานระบบประกอบอาคารเพื่อตรวจสอบหาความ ขัดแย้งของแบบก่อนที่จะนำไปสร้างจริง นับเป็นการพัฒนาแบบก้าวกระโดดของเทคโนโลยีการออกแบบและ การเขียนแบบเพื่อช่วยให้สถาปนิกและวิศวกรเข้าใจคุณสมบัติของอาคารที่ตนออกแบบได้อย่างชัดเจนขึ้น นี่คื อเทคโนโลยีที่เรียกกันย่อๆ ว่า BIM (Building Information Modeling) นี่คื สิ่งที่จะมาเปลี่ยนวิธีการทำงานใน วงการสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมรวมทั้งผู้ประกอบการธุรกิจก่อสร้างอย่างหลีกเลี่ยงไม่พ้นไม่ต่างจากเมื่อครั้ง การเปลี่ยนจากการเขียนด้วยมือมาเป็นการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่ที่สำคัญอย่างยิ่งก็คื ต้องไม่ลืม ว่า BIM เป็นเพียงเครื่องมืออีกหนึ่งที่ช่วยในการทำงานของสถาปนิกเป็นไปได้อย่างแม่นยำขึ้น แต่ประสบการณ์ และความคิดสร้างสรรค์ของสถาปนิกต่างหากที่จะเป็นสิ่งที่กำหนดคุณภาพและความสำเร็จในการสร้างงาน สถาปัตยกรรม

ผมขอถือโอกาสนี้ขอบคุณทีมคณะทำงานร่างคู่มือนี้รวมถึงเจ้าหน้าที่และผู้ให้การสนับสนุนที่ช่วยกัน ทำงานอย่างแข็งขันเพื่อจัดพิมพ์หนังสือคู่มือ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline) ฉบับปี พ.ศ. 2558 นี้จนสำเร็จ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารนี้จะช่วยให้เกิดการ เรียนรู้และช่วยพัฒนาระดับมาตรฐานการทำงานสถาปัตยกรรมในประเทศไทยเราให้ทัดเทียมกับสากลโดย เฉพาะอย่างยิ่งในช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อของการก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน



นายพิชัย วงศ์ไวยสุวรรณ

นายกสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์

ปี 2557-2559

สารจากผู้อำนวยการสถาบันสถาปนิกสยาม

เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หรือ BIM (Building Information Modeling) ถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้ประกอบการวิชาชีพสถาปัตยกรรมและผู้ที่เกี่ยวข้องในวงการก่อสร้าง จะได้นำมาช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยคาดว่าในอนาคตอันใกล้ BIM จะได้รับความสนใจนำมาใช้งานมากขึ้น และจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ วิธีการ ในการปฏิบัติวิชาชีพ ทำให้ผู้ที่นำ BIM มาใช้งาน ต้องมีการปรับตัว ทั้งด้านองค์ความรู้และพัฒนาทักษะเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม หากแต่ละบุคคล องค์กรหรือหน่วยงาน ต่างก็มีการปรับตัว จนพื้นฐานของรูปแบบและวิธีการทำงานมีความแตกต่างกัน ก็อาจทำให้การนำ BIM มาใช้ทำงานร่วมกันระหว่างบุคคล องค์กรหรือหน่วยงาน ไม่สามารถประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น หากมีข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางเบื้องต้นให้ผู้ประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้นำไปพัฒนารูปแบบและวิธีการทำงานด้วย BIM ให้มีพื้นฐานการทำงานใกล้เคียงกัน มีมาตรฐานเดียวกัน ก็จะทำให้ลดปัญหา หรือข้อขัดอุปสรรคต่างๆ ในการทำงานร่วมกันลงไปได้

สถาบันสถาปนิกสยาม เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้จัดทำคู่มือ “แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline)” เพื่อให้สมาชิกสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ และผู้ที่เกี่ยวข้องในการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม ได้มีคู่มือสำหรับศึกษาและพัฒนาปรับรูปแบบวิธีการทำงาน BIM ที่อยู่บนพื้นฐานเดียวกันอย่างมีมาตรฐานที่ดี อันจะช่วยให้การทำงานร่วมกันระหว่างบุคคล องค์กรและหน่วยงาน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ต่อยอดการให้บริการวิชาชีพด้านที่เกี่ยวข้อง เช่น การประมาณราคา การบริหารทรัพยากรกายภาพอาคาร (Facility Management) หรือ ในด้านอื่นๆ ต่อไป

ผมขอขอบคุณคณะทำงานที่ได้นำองค์ความรู้ของทุกท่าน และเสียสละเวลา มาร่วมกันจัดทำคู่มือเล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ นอกจากนั้นยังได้มีแผนพัฒนาและปรับปรุงคู่มือให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงการเพิ่มเติมให้มีข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพอื่นๆ เช่น วิศวกรรม และบริหารทรัพยากรกายภาพอาคาร ฯลฯ และต้องขอขอบคุณผู้ที่ให้การสนับสนุนในการจัดพิมพ์เผยแพร่ในครั้งนี้ ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อสมาชิกสมาคมฯ ผู้ประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่สนใจนำ BIM มาใช้ จะได้นำไปศึกษาและพัฒนาการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป



นายคมกฤช ชูเกียรติมัน
ผู้อำนวยการสถาบันสถาปนิกสยาม

1	บทนำ	1
1.1	BIM กับงานออกแบบสถาปัตยกรรม	1
1.2	ความแตกต่างระหว่าง BIM และ CAD	1
1.3	หลักการและกระบวนการ BIM	2
1.4	BIM กับ มาตรฐานข้อมูลกลาง (Industry Foundation Classes; IFC).....	3
1.5	การกำหนดมาตรฐาน BIM	3
1.6	ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำงานด้วย BIM.....	5
2	การวางแผน และเตรียมความพร้อมในการทำงาน BIM.....	9
2.1	การวางแผนการทำงานโครงการออกแบบด้วย BIM (BIM project planning)	9
2.2	กระบวนการในการออกแบบสถาปัตยกรรมด้วยระบบ BIM (Workflow, Phasing, Timeline).....	11
2.3	ระดับขั้นในการพัฒนา หรือ LOD (Level of Development).....	14
2.4	ข้อกำหนดพื้นฐานและการตรวจสอบการออกแบบด้วย BIM	32
2.5	การเตรียมความพร้อมสำหรับองค์กรออกแบบที่ใช้งาน BIM.....	36
2.6	บุคลากรในกระบวนการทำงานระบบ BIM.....	48
2.7	การทำงานร่วมกันด้วย BIM (BIM Collaboration Process).....	50
3	สิ่งที่ควรรอบใน BIM.....	53
3.1	การประยุกต์ใช้ BIM ในช่วงการก่อสร้าง	53
4	ภาคผนวก.....	55
4.1	กระบวนการสอบและรับรองความสามารถ.....	55
4.2	ประเด็นข้อพิจารณาและแนวทางในการกำหนดเงื่อนไข เพื่อว่าจ้างทำ BIM สำหรับสถาปนิก	66
4.3	แนวทางวิธีการจัดทำแบบจำลอง BIM.....	68
4.4	สรุปการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ	69

1.1 BIM กับงานออกแบบสถาปัตยกรรม

BIM คืออะไร

BIM (Building Information Modeling) หรือ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในระบบการออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองอาคารนั้นๆ จำลองการก่อสร้างอาคารจริง แนวคิดของ BIM ได้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Charles M. Eastman ตีพิมพ์ในวารสารเอไอเอ (AIA Journal) เมื่อปี ค.ศ. 1975 ในครั้งนั้นใช้ชื่อว่า “Building Description System” จนเมื่อปี ค.ศ. 1986 จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า “Building Information Modeling” ที่นำเสนอโดย Robert Aish ปัจจุบัน BIM ถูกนำมาใช้กับงานออกแบบสถาปัตยกรรมมากขึ้น เนื่องจากความสามารถในการผนวกการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรม ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ เข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคารและข้อมูลต่าง ๆ ในแบบจำลองอาคาร ไปใช้ในการทำงานขั้นต่อ ๆ ไป รวมถึงงานในสาขาวิชาชีพด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น งานด้านวิศวกรรม งานก่อสร้างและบริหารงานโครงการก่อสร้าง งานบำรุงรักษาและบริหารจัดการอาคาร และงานวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร เป็นต้น

1.2 ความแตกต่างระหว่าง BIM และ CAD

CAD คืออะไร

CAD (Computer Aided Design) คือ เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่นำมาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ โดยแบ่งออกเป็น CAD ในระบบ 2 มิติและ CAD ในระบบ 3 มิติ

CAD ในระบบ 2 มิติ เป็นการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มาแทนที่วิธีการเขียนแบบดั้งเดิมที่ใช้กระดาษและอุปกรณ์การเขียนแบบ การใช้ซอฟต์แวร์ CAD ในระบบ 2 มิติ ยังคงใช้วิธีการทำงานเลียนแบบการเขียนแบบเดิม เช่น ผังพื้น รูปด้าน รูปตัด และแบบขยาย เป็นต้น โดยใช้เครื่องมือ “กราฟิก” แบบเรขาคณิตสำหรับการสร้างรูป อันประกอบไปด้วย เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม และตัวหนังสือ เป็นต้น ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ CAD ในระบบ 2 มิติ จะเหมือนกับการเขียนแบบด้วยมือ เพียงแต่เปลี่ยนเครื่องมือในการเขียนเท่านั้น

ส่วน CAD ในระบบ 3 มิติ เป็นการสร้างรูปทรงที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ โดยมีองค์ประกอบทางกราฟิกที่ซับซ้อนมากขึ้นจากกราฟิก 2 มิติ ได้แก่ การประกอบกันของระนาบผิว (Surface) เป็นปริมาตร และ วัตถุแบบทึบตัน (Solid) โดยสามารถแสดงผลในมุมมองต่าง ๆ รวมทั้งการใส่วัสดุและสร้างภาพที่มีความเหมือนจริง (Render) เพื่อใช้ในการนำเสนอได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม CAD จะเป็นการสร้างรูปกราฟิกแบบเรขาคณิต ประกอบขึ้นเป็นตัวแทนออกแบบสถาปัตยกรรม โดยจะสังเกตได้ว่า คำสั่งที่ใช้งานของซอฟต์แวร์ CAD จะเป็นคำสั่งในการสร้างรูปกราฟิกเท่านั้น ตัวอย่างเช่น การเขียนรูปเสาในผังพื้น เกิดจากการเขียนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือ เสาในรูป 3 มิติ เกิดจากการสร้างจากกล่องสี่เหลี่ยม เป็นต้น

ในขณะที่ BIM จะใช้วิธีการสร้างวัตถุองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเลียนแบบของจริง เช่น พื้น ผนัง หลังคา เสา คาน ทั้งในรูป 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบกันเป็นตัวแทนอาคารจำลอง โดยสามารถใส่ข้อมูลสารสนเทศ

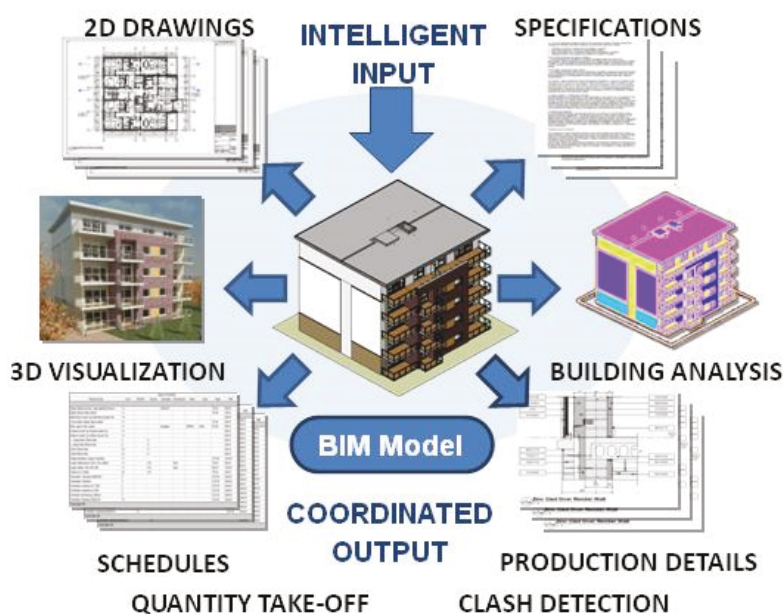
ของวัตถุองค์ประกอบอาคารนั้น ๆ เพิ่มเติมเข้าไปได้ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า CAD เน้นไปที่การสร้างรูปและเขียนรูปโดยใช้กราฟิก ส่วน BIM เน้นไปที่การสร้างแบบจำลองอาคาร

1.3 หลักการและกระบวนการ BIM

การทำงานของ BIM เป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) ขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแบบจำลองอาคารนี้ประกอบขึ้นจากองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร (Building Component) เช่น เสา ผนัง พื้น หลังคา ประตู หน้าต่าง ซึ่งองค์ประกอบต่างๆ จะประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิก (Graphics) ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ เช่น ขนาด ระยะ สี วัสดุ เป็นต้น และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) เช่น ข้อมูลผู้ผลิต รุ่น ราคา เป็นต้น ซึ่ง BIM จะทำการเก็บแบบจำลองอาคารพร้อมข้อมูลสารสนเทศทั้งหมด รวมไว้ที่ฐานข้อมูลกลางของระบบ

BIM สามารถแสดงผลแบบจำลองอาคารให้อยู่ในรูปแบบมุมมอง (View) ลักษณะต่างๆ ที่เหมาะสมตามการใช้งานได้ เช่น มุมมองรูป 2 มิติ ได้แก่ ผังพื้น รูปด้าน รูปตัด หรือมุมมองรูป 3 มิติ ได้แก่ รูปทัศนียภาพ รูป Isometric เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลในรูปแบบของตารางรายการข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาณวัสดุ หรือพื้นที่ใช้สอย จากแบบจำลองอาคารได้อีกด้วย และเนื่องจาก BIM จัดเก็บข้อมูลแบบจำลองอาคารทั้งหมดรวมอยู่ในฐานข้อมูลกลาง ดังนั้นเมื่อผู้ใช้งานทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขส่วนใดในแบบจำลองอาคาร การแก้ไขก็จะส่งผลไปยังฐานข้อมูลกลาง ทำให้การแสดงผลแบบจำลองอาคารในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้อง มีความเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

นอกจากนี้ BIM ยังมีการสร้างความสัมพันธ์ด้านตัวแปร (Parameter) ระหว่างองค์ประกอบในแบบจำลองอาคาร ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดและระยะต่างๆ ของงานออกแบบได้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1.1 อธิบายแนวคิดของ BIM

ที่มา: <http://surveyorsblog.wordpress.com/2013/02/19/building-information-modelling/>

1.4 BIM กับ มาตรฐานข้อมูลกลาง (Industry Foundation Classes; IFC)

เนื่องจากปัจจุบันมีโปรแกรม BIM อยู่หลายผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น

- Autodesk Revit โดยบริษัท Autodesk
- ArchiCAD โดยบริษัท Graphisoft
- Vectorworks และ Allplan Architecture โดยบริษัท Nemetschek
- AECOsim Building Designer โดยบริษัท Bentley System, Inc.
- Tekla Structure โดยบริษัท Tekla
- Solibri Model Checker และ Solibri Model Viewer โดยบริษัท Solibri

โดยที่ซอฟต์แวร์แต่ละตัวต่างก็มีลักษณะของการจัดเก็บไฟล์ข้อมูลที่แตกต่างกัน ไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้อย่างสมบูรณ์ จึงเกิดแนวคิดที่จะกำหนดมาตรฐานข้อมูลกลางเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์ BIM โดยหน่วยงานชื่อ buildingSMART (เดิมคือ IAI หรือ International Alliance for Interoperability) ได้พัฒนามาตรฐานข้อมูลกลางขึ้น มีชื่อเรียกว่า “IFC” (Industry Foundation Classes) ขึ้น อย่างไรก็ตาม มาตรฐานข้อมูลกลางดังกล่าวยังอยู่ในระหว่างการพัฒนา ปัจจุบันจึงมีเพียงซอฟต์แวร์ BIM บางตัวเท่านั้นที่สามารถนำเข้าและส่งออกไฟล์ IFC นี้ได้ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ www.buildingsmart.org)

1.5 การกำหนดมาตรฐาน BIM

การทำงานออกแบบสถาปัตยกรรมในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การทำแบบร่างอาคาร ไปจนถึงการทำแบบรายละเอียดอาคาร ต้องการข้อมูลและรายละเอียดที่แตกต่างกัน ดังนั้น การนำ BIM ไปใช้งาน จึงต้องกำหนดมาตรฐานในการสร้างแบบจำลองอาคารให้สอดคล้องกับขั้นตอนในการทำงานด้วย มาตรฐานดังกล่าวประกอบด้วย

1.5.1 มาตรฐานรายละเอียดขององค์ประกอบอาคารและแบบจำลองอาคาร

มาตรฐานนี้เรียกโดยย่อว่า แอลโอดี (LOD) หรือ Level of Development ซึ่งก็คือการกำหนดระดับรายละเอียดขององค์ประกอบอาคารและแบบจำลองอาคาร รวมทั้งข้อมูลสารสนเทศประกอบให้สอดคล้องกับการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ในงานออกแบบสถาปัตยกรรมนั่นเอง มาตรฐานนี้อาจจะกำหนดเป็นค่าตัวเลข เช่น LOD 100, LOD 200 ฯลฯ หรือ อาจจะกำหนดเป็นขั้นตอนในการทำงาน เช่น ขั้นตอนแนวความคิดในการออกแบบ (Conceptual design), ขั้นตอนพัฒนาแบบ (Design development) ฯลฯ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำ BIM ไปใช้ในการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรม และเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

LEVEL of DEVELOPMENT

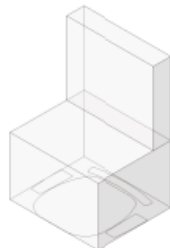
LOD 100

LOD 200

LOD 300

LOD 400

LOD 500



Concept (Presentation)

Design Development

Documentation

Construction

Facilities Management

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 700
DEPTH: 450
HEIGHT: 1100
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
LOD: 100

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 700
DEPTH: 450
HEIGHT: 1100
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
LOD: 200

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 700
DEPTH: 450
HEIGHT: 1100
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
LOD: 300

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 685
DEPTH: 430
HEIGHT: 1085
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
LOD: 400

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 685
DEPTH: 430
HEIGHT: 1085
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
PURCHASE DATE: 01/02/2013

(Only data in red is useable)

practicalBIM.net © 2013

ภาพที่ 1.2 แสดงตัวอย่าง LOD ของเก้าอี้ โดยข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) เพิ่มขึ้นตามระดับขั้นของโครงการ ในขณะที่ข้อมูลส่วนที่เป็นกราฟิก (Graphics) หรือรูปร่างหน้าตาของเก้าอี้ ความละเอียดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน เช่น หากต้องการนำเสนอภาพทัศนียภาพในชั้นแบบร่างก็อาจต้องใช้กราฟิกที่มีความละเอียดมากกว่าในชั้นแบบก่อสร้าง
ที่มา: <http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>

1.5.2 มาตรฐานการทำงานร่วมกันและการแบ่งปันข้อมูล

โดยเฉพาะในกรณีที่มีความซับซ้อนและมีผู้ร่วมทำงานหลายคน จำเป็นที่จะต้องกำหนดมาตรฐานในการทำงานร่วมกัน รวมถึงการแบ่งปันข้อมูลระหว่างกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน โดยมาตรฐานนี้จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดผู้ใช้งาน ว่าสามารถทำงานในองค์ประกอบอาคารในแบบจำลองอาคารที่ส่วนใดได้บ้าง

1.5.3 มาตรฐานการกำหนดหมวดหมู่และประเภทของข้อมูลองค์ประกอบอาคาร

โดยเฉพาะในกรณีที่มีการสร้างองค์ประกอบอาคารขึ้นมาใหม่เอง ประกอบไปด้วย มาตรฐานการตั้งชื่อ รายละเอียดข้อมูลสารสนเทศประกอบ และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐาน BIM แล้วในหลายประเทศ เช่น ประเทศสิงคโปร์ ได้จัดทำ มาตรฐาน BIM สำหรับข้อมูลอาคารที่จะนำเสนอให้หน่วยงานของรัฐบาล (<http://www.bca.gov.sg/bim/bimlinks.html>) และ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย AIA (The American Institute of Architects) ได้ออกมาตรฐานการทำ BIM ที่มีชื่อเรียกว่า AIA E202 BIM Protocol ขึ้น เป็นต้น



ภาพที่ 1.3 มาตรฐาน BIM (ซ้าย) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (กลาง) สหราชอาณาจักรอังกฤษ และ (ขวา) สิงคโปร์

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำงานด้วย BIM

การที่ BIM ประกอบไปด้วย ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) และข้อมูลกราฟิก (Graphics) ในองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร จึงสามารถนำข้อมูลสารสนเทศดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในส่วนงานอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย ยกตัวอย่างเช่น

1.6.1 ด้านการบริหารการก่อสร้าง (Construction Management; CM)

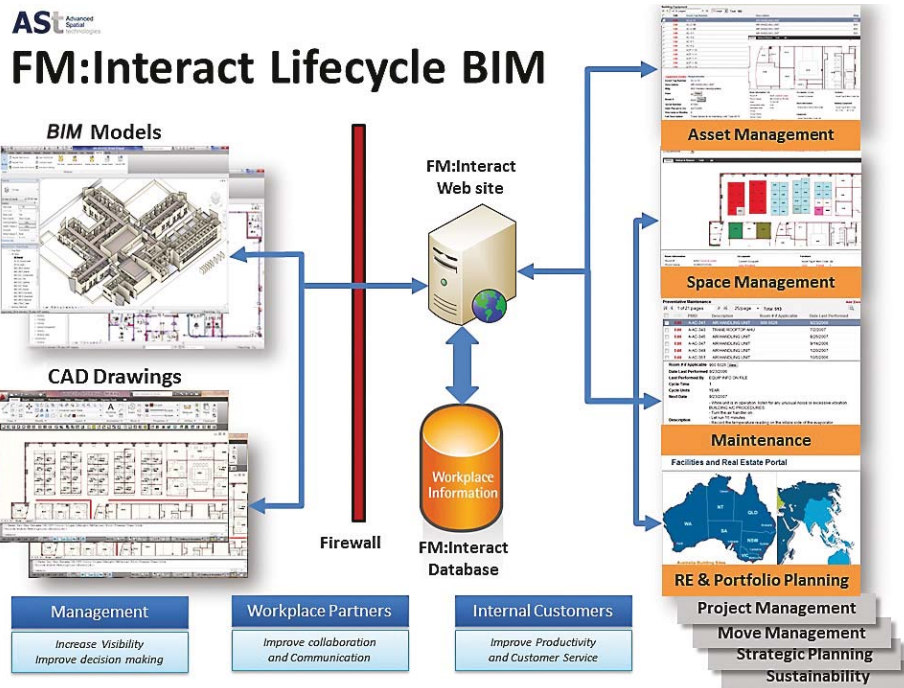
โดยการใส่ข้อมูลด้าน “เวลา” ประกอบเข้าไปกับองค์ประกอบอาคาร เช่น กำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุที่ได้จาก BIM ผู้บริหารงานก่อสร้างและผู้รับเหมาก่อสร้างก็สามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้าง โดยสามารถแสดงเป็นภาพ 3 มิติของอาคารและองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคารเสมือนจริงได้อย่างชัดเจน และเป็นไปตามช่วงเวลาของแผนงานเปรียบเทียบกับ การก่อสร้างจริง อีกทั้งยังสามารถคำนวณปริมาณวัสดุที่ต้องใช้งานในช่วงเวลานั้นๆ ได้อีกด้วย



ภาพที่ 1.4 การนำ BIM ไปใช้ในการบริหารงานก่อสร้าง
ที่มา: http://www.mrasbuilt.com/MAB_BIM_Navis.html

1.6.2 ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพอาคาร (Facility Management; FM)

เมื่อ BIM เป็นการสร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงข้อมูลของอาคารได้แทบครบถ้วนก่อนอาคารสร้างเสร็จ ผู้ใช้งานจึงสามารถ “ทดลอง” บริหารจัดการอาคารโดยไม่ต้องรอให้อาคารสร้างเสร็จ เช่น การจัดการพื้นที่ทำงานของฝ่ายต่างๆ ที่สามารถแสดงขนาดพื้นที่ที่ต้องจัดสรรให้แต่ละผู้ใช้อาคารได้ทันที สามารถคาดการณ์ค่าใช้จ่ายในการใช้งานอาคารภายหลังจากอาคารสร้างแล้วเสร็จและใช้งานไปแล้วหลาย ๆ ปี สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการบำรุงรักษาอาคาร โดยอาศัยข้อมูลที่เพิ่มเติมเข้าไป ทำให้เจ้าของโครงการหรือผู้บริหารอาคาร มองเห็นแนวทางในการดูแลและซ่อมบำรุง ตลอดจนค่าใช้จ่าย สามารถที่จะวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพอาคารได้ล่วงหน้าก่อนที่อาคารจะถูกสร้างแล้วเสร็จ

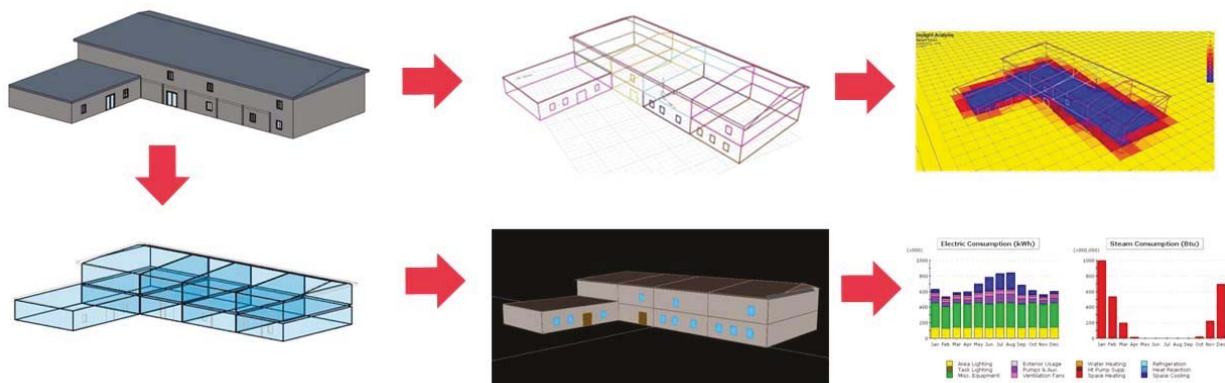


ภาพที่ 1.5 การนำ BIM ไปใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพของอาคาร (FM)

ที่มา: <http://advancedspatialtechnologies.blogspot.com/2014/02/fmbim-integration.html>

1.6.3 ด้านการประเมินสมรรถนะอาคาร (Building Simulation)

เนื่องจาก BIM ประกอบไปด้วยข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร จึงสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาทำการจำลองเพื่อประเมินสมรรถนะของอาคารในด้านต่าง ๆ ได้ เช่น การวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร การประเมินความเป็นอาคารเขียว การประเมินด้านความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว หรือแรงลม ตลอดจนการจำลองพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการอพยพคนออกจากอาคาร เป็นต้น

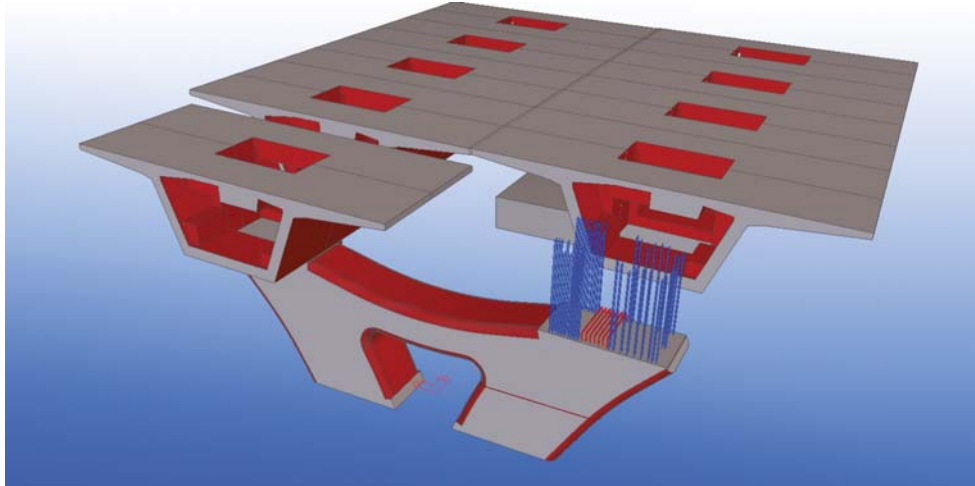


ภาพที่ 1.6 การนำ BIM ไปใช้ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคาร

ที่มา: <https://iznzn.wordpress.com/category/bim-work-sample/page/2/>

1.6.4 ด้านการผลิตชิ้นส่วนองค์ประกอบอาคาร (Fabrication)

ด้วยความสามารถในการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของอาคารเป็น 3 มิติ ในแบบจำลองของ BIM จึงสามารถส่งออกข้อมูลแบบ 3 มิตินี้ ไปยังระบบอื่นๆ เช่นระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต หรือ CAM (Computer Aided Manufacturing) เพื่อนำไปผลิตวัสดุก่อสร้างสำเร็จรูป หรือส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เพื่อสร้างเป็นชิ้นส่วนหรือหุ่นจำลองอาคารต้นแบบ (Prototype) ได้อย่างง่ายดาย โดยมีความถูกต้องแม่นยำตามความต้องการ



ภาพที่ 1.7 การนำ BIM ไปใช้ในการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จ

ที่มา: <http://www.tekla.com/global-bim-awards-2011/concrete-Urban-superway.html>

2

การวางแผน และเตรียมความพร้อม ในการทำงาน BIM BIM Professional Practice

2.1 การวางแผนการทำงานโครงการออกแบบด้วย BIM (BIM project planning)

2.1.1 การจัดตั้งคณะทำงาน BIM

ในขั้นแรกของการทำงานด้วย BIM ให้เริ่มโดยการจัดตั้งคณะทำงาน อันประกอบไปด้วย

- BIM Manager ทำหน้าที่กำหนดวัตถุประสงค์ กระบวนการ มาตรฐาน และข้อตกลงในการทำงาน
- BIM Coordinator ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลใน BIM และประสานงานระหว่างสาขาอาชีพ
- Designer / Modeler ทำหน้าที่ออกแบบและสร้างแบบจำลอง BIM
- Component Creator ทำหน้าที่สร้างแบบจำลองส่วนองค์ประกอบอาคาร
- Drafter / Annotator / Sheet Creator ทำหน้าที่ทำแบบ Drawing โดยการใส่สัญลักษณ์ และระยะต่างๆ ลงในแบบ
- Scheduler / Data Extraction for QS ทำหน้าที่ทำรายการประกอบแบบต่างๆ และปริมาณวัสดุ

2.1.2 การวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (Project BIM Execution Plan)

โดยจัดให้มีการประชุมเพื่อทำข้อตกลงร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย โดยข้อตกลงจะต้องมีอย่างน้อยในประเด็น ดังต่อไปนี้

- กำหนดเป้าหมายของโครงการ BIM และการนำ BIM ไปใช้ประโยชน์ (Goals and Uses)
- กำหนดมาตรฐานของแบบจำลอง BIM ในโครงการ (Standards)
- กำหนดซอฟต์แวร์ BIM ที่จะใช้ และกำหนดว่าจะทำงานร่วมกันอย่างไร (Software Platform)
- กำหนดหัวหน้าโครงการ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่างๆ ตามหน้าที่ และความรับผิดชอบ (Stakeholders)
- กำหนดความถี่ในการประชุมและผู้เข้าร่วมประชุม (Meetings)
- กำหนดรูปแบบที่จะใช้ในการส่งต่อหรือแลกเปลี่ยนข้อมูล (Project Deliverable)
- กำหนดจำนวนอาคาร ขนาด ตำแหน่ง ฯลฯ แบ่งงานและตารางงาน (Project Characteristics)
- กำหนดระบบพิกัดสำหรับแบบจำลอง BIM (BIM Shared Coordinates)
- กำหนดโครงสร้างการจัดการแบบจำลอง โดยที่ผู้เกี่ยวข้องในหลายสาขาอาชีพ และผู้ใช้หลายคนสามารถเข้าถึง และทำงานร่วมกันระหว่างช่วงต่างๆ ของโครงการ ด้วยข้อมูล BIM เดียวกัน (Data Segregation)
- กำหนดวิธีการตรวจสอบกระบวนการสร้างแบบจำลอง (Checking/Validation)
- กำหนดวิธีการสื่อสาร และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน (Data Exchange)
- กำหนดระยะเวลาในการตรวจสอบและทบทวนแบบจำลอง BIM โดยที่ทุกฝ่ายต้องเข้ามาประชุมร่วมกัน (Project Review Dates)

โดย BIM Manager จะเป็นผู้กำหนดและประเมินรายการดังกล่าว

2.1.3 การกำหนดขั้นตอนการทำแบบจำลอง BIM (BIM Modeling Process Setup)

ก่อนการสร้างแบบจำลอง BIM จำเป็นที่จะต้องวางแผนการสร้างแบบจำลอง โดยการแบ่งกลุ่มขององค์ประกอบอาคาร (Project Work Set) เช่น กลุ่มผนังภายนอกอาคาร กลุ่มผนังภายในอาคาร กลุ่มพื้นที่ใช้สอยรวมภายในอาคาร (Common Area) กลุ่มทางสัญจรภายนอก เป็นต้น

นอกจากนี้ต้องมีการวางแผนการจัดการไฟล์ข้อมูลโครงการ (Project File Management) เนื่องจากแบบจำลอง BIM ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ของอาคารเป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อรวมกันเข้าจะทำให้แบบจำลองมีขนาดใหญ่ และอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับการเปิดใช้งาน ดังนั้นจึงควรแบ่งไฟล์ให้เป็นส่วนย่อยๆ ตามการออกแบบอาคาร เช่น แต่ละไฟล์อาจประกอบไปด้วยอาคารแต่ละหลัง โดยที่มีไฟล์หลักอีกไฟล์ ใช้เป็นที่รวมของไฟล์ย่อยทั้งหมด

2.1.4 การจัดทำมาตรฐานของส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการเสริมแบบจำลอง BIM (Set up Project Standard)

ควรมีการจัดทำมาตรฐานของส่วนประกอบอื่นๆ ที่ใช้เสริมในแบบจำลอง BIM เช่น

- มาตรฐานกราฟิก (Graphic Standard) เป็นการกำหนดมาตรฐานของสัญลักษณ์ และขนาดของเส้นต่างๆ ในรูปแบบของการนำเสนอแบบจากแบบจำลอง BIM
- การกำหนดหน่วย (Unit) ที่จะใช้ในการทำแบบจำลอง BIM
- การกำหนดมาตราส่วน และการแสดงผลรายละเอียด (Drawing Scale and Detail Display) เป็นการตั้งค่ามาตราส่วนของแบบ และการจัดทำ Library ของแบบแสดงรายละเอียดมาตรฐานต่างๆ
- มาตรฐานแบบจำลององค์ประกอบอาคาร (Building Component Standard and Catalog) จัดทำแบบจำลององค์ประกอบของอาคารที่เป็นมาตรฐาน และจัดทำเป็น Catalog เพื่อที่จะสามารถค้นหาและนำมาใช้ได้ ในเวลาที่ทำแบบจำลอง BIM

2.1.5 การกำหนดตารางเวลาในการทำงาน (Set up Time Schedule)

ขั้นตอนต่างๆ ในการทำ BIM Model จะต้องถูกจัดทำได้้อย่างรัดกุม โดยเฉพาะในกรณีที่มีผู้ทำงานหลายคนช่วยกันสร้างแบบจำลอง BIM ด้วยกัน

2.1.6 การจัดการและประสานงานกันของคณะทำงาน (BIM Team Management)

การทำงานร่วมกันจำเป็นต้องประสานงานกันระหว่างสาขาวิชาชีพในช่วงเวลาออกแบบและสร้างแบบจำลอง รวมถึงต้องมีการตรวจสอบข้อมูล และหาข้อขัดแย้งของแบบจำลอง (Clash Detection) พร้อมทั้งทำการแก้ไขข้อขัดแย้งต่างๆ

2.1.7 การผลิตผลงานจากแบบจำลอง BIM (BIM Model Production)

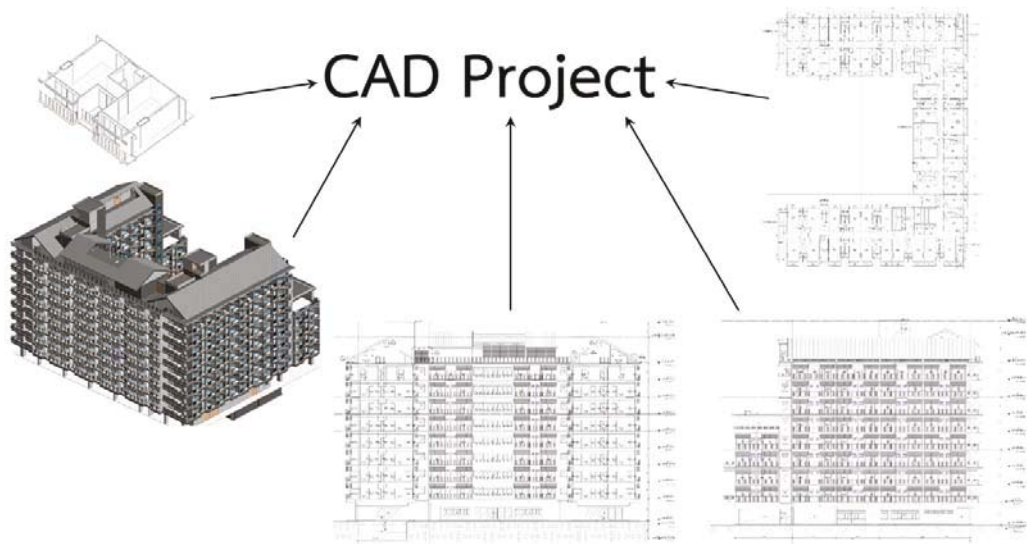
แบบ 2 มิติต่างๆ จะเกิดจากการสร้างมุมมองของแบบจำลอง BIM 3 มิติ ทั้งนี้การสร้างแบบจำลอง BIM ต้องพิจารณาว่า จะทำแบบจำลอง 3 มิติ แค่ไหนที่จะเพียงพอต่อการสื่อสารกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง การใช้แบบจำลอง 3 มิติ อาจช่วยให้การสื่อสารทำความเข้าใจในแบบเป็นไปได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ตามทุกชิ้นส่วนของงานก่อสร้างไม่จำเป็นต้องสร้างเป็นแบบจำลอง 3 มิติ

การถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง เป็นผลพลอยได้ที่สำคัญจากการใช้แบบจำลอง BIM การวางแผนที่ดีในการสร้าง แบบจำลองจะช่วยให้การถอดปริมาณวัสดุก่อสร้างทำได้ง่ายขึ้น และแม่นยำขึ้น

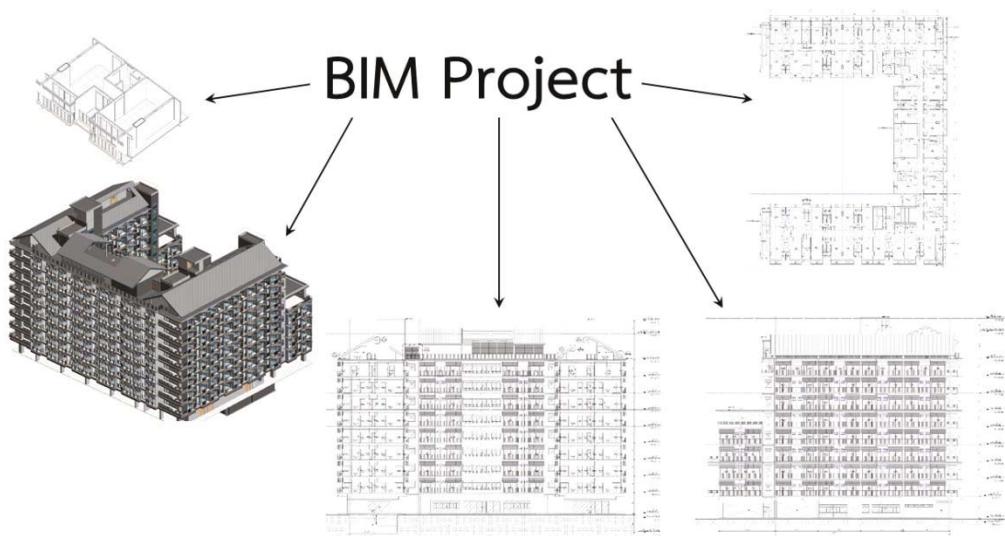
2.2 กระบวนการในการออกแบบสถาปัตยกรรมด้วยระบบ BIM (Workflow, Phasing, Timeline)

2.2.1 กระบวนการออกแบบ (Workflow)

กระบวนการออกแบบด้วยวิธีดั้งเดิม ผู้ออกแบบจะมีการแบ่งงานกันทำในแต่ละส่วนงาน เช่น ส่วนงานผังพื้น งานรูปด้าน งานรูปตัด และงานแบบจำลอง 3 มิติ ทำให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดจากข้อมูลและแบบที่ไม่ตรงกัน เนื่องจากการทำงานที่แยกส่วนกัน แต่การทำงานด้วย BIM นั้น คณะทำงานจะทำงานร่วมกันผ่านแบบจำลองที่เป็นข้อมูลกลาง ดังนั้น เมื่อมีการปรับเปลี่ยนแก้ไขส่วนใดๆ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกแก้ไขตาม ทำให้ลดปัญหาหรือไม่มีปัญหาเรื่องการขัดแย้งของข้อมูลและแบบ



ภาพที่ 2.1 CAD Based Workflow



ภาพที่ 2.2 BIM Workflow

2.2.2 ขั้นตอนการออกแบบและการเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง BIM (Phasing)

BIM ประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิก (Graphics) ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) ในวัตถุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของอาคาร โดยในแต่ละระดับชั้นของโครงการ ข้อมูลกราฟิก (Graphics) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) จะมีความจำเป็นในการทำงานต่างกันไป

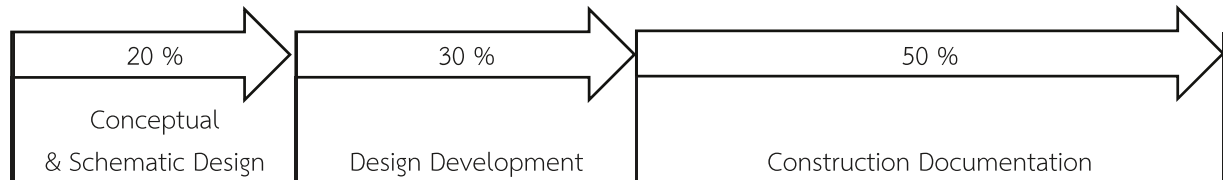
ตารางที่ 2-1 ขั้นตอนการออกแบบงานสถาปัตยกรรมและการเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง BIM

ระดับชั้นโครงการ	สิ่งที่ต้องส่งเพื่อให้ขั้นตอนต่อไปทำงานได้	สิ่งที่ต้องใช้ในการทำแบบจำลอง BIM
ขั้นแนวความคิดในการออกแบบ และการทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design)	- แบบจำลองของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบ (Site Model) - ข้อจำกัดต่างๆ ในการออกแบบ (Design Restriction) - Building Mass Model - Shadow Analysis - พื้นที่ใช้สอยของส่วนต่าง (Area Tabulation) - ประมาณราคาอย่างคร่าวๆ - กำหนดวัสดุโดยคร่าว	- ขอบเขตที่ดิน และระดับความสูงต่ำของพื้นที่ (Site Boundary / Topography) - ข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่ (Environmental Survey) - ภาพถ่ายทางอากาศ - ข้อมูลด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้อง - Building Mass Model - ตำแหน่งที่ตั้ง (Site Location) เพื่อกำหนดตำแหน่งและเส้นทางของดวงอาทิตย์ และเวลาที่จะนำมาใช้ในการศึกษา 3D Model
ขั้นการพัฒนาแบบ (Design Development)	- ผังบริเวณ (Site Layout) - ผังพื้น (Floor Plans) - รูปด้าน (Elevation) - รูปตัด (Section) - แบบขยายรายละเอียด (Details) - กำหนดวัสดุ	- แบบจำลองที่ตั้ง (Site Model) - แบบจำลอง BIM งานสถาปัตยกรรม (Architectural 3D BIM Model) - มุมมอง 2 มิติ / 3 มิติ - แผ่นแบบ (Sheets) - งบประมาณในการก่อสร้าง - ระยะเวลาที่ใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง - ราคา/ตารางเมตร - Rendering
ขั้นการจัดทำแบบก่อสร้าง (Construction Documents)	- แบบจำลอง BIM - แบบ 2 มิติ (2D Drawing Sheets) - รายการประตู (Door Schedule) - รายการหน้าต่าง (Window Schedule) - รายการวัสดุตกแต่งผิวต่างๆ (Room Finishing Schedule)	- สัญลักษณ์ประกอบแบบ (Annotations) - รายละเอียด 2 มิติ (2D CAD Details) - ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก ประกอบการทำรายการต่างๆ (Non-graphic Data for Scheduling) - รายการประกอบแบบ (Specification)

2.2.3 ช่วงระยะเวลาที่ใช้สำหรับการออกแบบในขั้นตอนต่างๆของโครงการ (Timeline)

หากพิจารณาเปรียบเทียบช่วงระยะเวลาในการทำงานระหว่าง CAD 2 มิติ กับ BIM แล้วจะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันโดยเฉพาะในช่วงของ การพัฒนาแบบ และการจัดทำแบบก่อสร้าง สามารถเขียนเป็นภาพ สัดส่วนร้อยละของระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

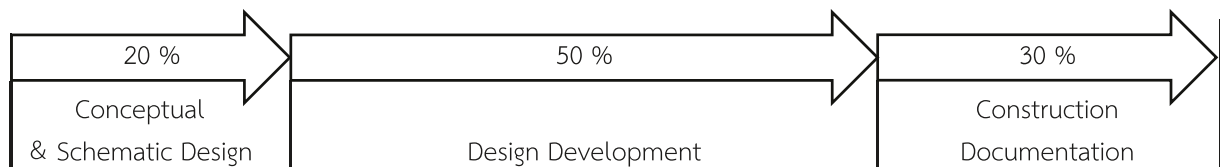
CAD Project



ภาพที่ 2.3 แสดงสัดส่วนร้อยละของระยะเวลาในแต่ละช่วงของขั้นตอนการทำงานด้วย CAD

โครงการที่ทำงานโดย CAD 2 มิติ จะมีช่วงเวลาในการทำแบบก่อสร้างมากกว่าช่วงอื่นๆ ส่วนเวลาที่ใช้ในการพัฒนาแบบจะมีน้อย ดังนั้นการประสานงานระหว่างสถาปนิกและวิศวกรในสาขาต่าง ๆ ในช่วงพัฒนาแบบ จึงมีน้อย และในหลาย ๆ ครั้ง ข้อมูลของแต่ละฝ่ายยังไม่สมบูรณ์ การประสานงานหรือการตรวจสอบแก้ไข จึงต้องไปทำในช่วงการจัดทำแบบก่อสร้าง ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาการทำงานช่วงการจัดทำแบบก่อสร้างนานขึ้น และอาจส่งผลให้งานเสร็จไม่ทันตามกำหนด

BIM Project



ภาพที่ 2.4 แสดงสัดส่วนร้อยละของระยะเวลาในแต่ละช่วงของขั้นตอนการทำงานด้วย BIM

สำหรับโครงการที่ใช้ BIM จะมีช่วงเวลาในขั้นตอนการพัฒนาแบบมากกว่าช่วงอื่น ซึ่งทำให้การประสานงานกับวิศวกรในสาขาต่าง ๆ มีเวลามากขึ้น ทำให้ทุกฝ่ายสามารถจะตกลงและแก้ไขข้อขัดแย้งในการออกแบบให้เสร็จก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้าง วิธีนี้อาจไม่ได้ช่วยลดระยะเวลาในการทำงานโดยรวม แต่เป็นการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากกว่า

สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในช่วงการจัดทำแบบก่อสร้างของโครงการที่ใช้ BIM ใช้เวลาไม่มากเนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่ได้มีการกำหนดบรรจุลงไปแล้วในช่วงการพัฒนาแบบ และหากมีการประสานงานตกลงกันได้เร็วขึ้นในช่วงการพัฒนาแบบ ก็จะทำให้งานทั้งหมดเสร็จเร็วขึ้นด้วย

2.3 ระดับขั้นในการพัฒนา หรือ LOD (Level of Development)

ในการทำงานด้วย BIM โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง (Model) และการบันทึกข้อมูล (Information) ลงบนแบบจำลองนั้น ในมาตรฐานของหลายประเทศ มักจะมีการกำหนดสิ่งที่เรียกว่า ระดับขั้นในการพัฒนา หรือ LOD (Level of Development) ไว้ โดย LOD เป็นตัวกำหนดข้อมูลในการสร้างแบบจำลองว่า จำเป็นจะต้องสร้างแบบจำลองที่มีความละเอียดในระดับใด โดยจะอ้างอิงกับกระบวนการหรือขั้นตอนของการทำงานของวิชาชีพ และกำหนด LOD ออกมาเป็นระดับขั้นต่างๆ

จากการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศจะพบว่า การกำหนด LOD นั้นจะมีทั้งกำหนดในลักษณะของ LOD ในแบบ Level of Detail ที่จะหมายถึงระดับความละเอียดของสิ่งที่ใส่เข้าไปบนแบบจำลอง และ LOD ในแบบ Level of Development คือระดับความละเอียดของสิ่งที่เกิดจากการสร้างแบบจำลอง (Output) ซึ่งก็มักจะเป็นข้อมูลที่สอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการทำงานภายในวิชาชีพของการออกแบบในระดับขั้นต่างๆ ตั้งแต่กระบวนการแนวคิดการออกแบบและการทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design) ไปจนถึงขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) เป็นต้น การกำหนดระดับขั้น LOD ในต่างประเทศมักจะมีการกำหนดเป็นค่าตัวเลขระดับต่างๆ เช่น LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350 เป็นต้น และจะมีการกำหนดนิยามของลักษณะตัวแบบจำลอง (Model) และข้อมูลที่ประกอบแบบจำลอง (Information)

ดังนั้นในการกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development: LOD) จึงสามารถสรุปและแยกส่วนประกอบของรูปแบบข้อมูลที่นำมาใช้บนระบบ BIM ออกได้เป็น 2 ส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ

- ข้อมูลกราฟิก (Graphics) ซึ่งหมายถึงตัวแบบจำลองที่เป็นส่วนของแบบจำลอง 3 มิติ และ 2 มิติ
- ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) ซึ่งหมายถึงข้อมูลต่างๆ ที่บันทึกประกอบลงไปบนตัวแบบจำลอง

ขั้นตอนการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรมในประเทศไทย โดยทั่วไปจะมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนแนวคิดในการออกแบบและการทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design)
2. ขั้นตอนการพัฒนาแบบ (Design Development)
3. ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้าง (Construction Documents)

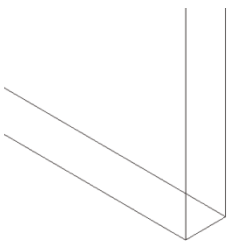
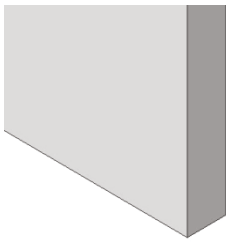
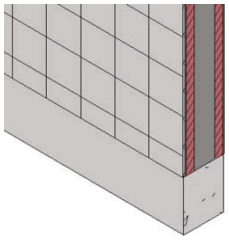
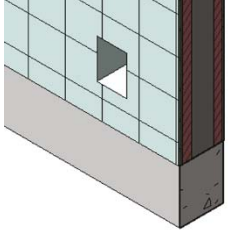
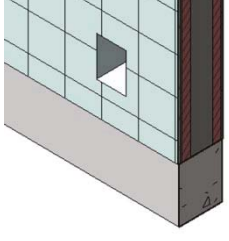
โดยในช่วงการก่อสร้างจะมีอีก 2 ขั้นตอน ได้แก่

4. ขั้นตอนการจัดทำแบบเพื่อทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้าง (Shop Drawing)
5. ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ตามที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว (As-built Drawing)

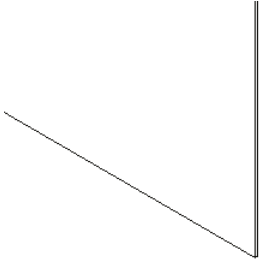
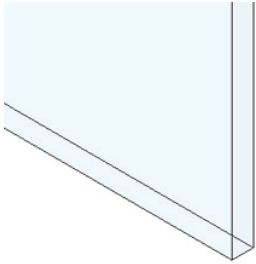
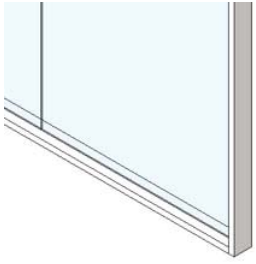
ดังนั้นในการกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) ในการทำงาน BIM สำหรับประเทศไทย จึงควรกำหนดระดับขั้นความละเอียดของข้อมูลให้สอดคล้องกับขั้นตอนในการทำงาน เพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องหรือทำงานร่วมกันเกิดความเข้าใจที่ตรงกันในรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องใช้ และต้องส่งต่อในแต่ละขั้นตอน

(หมายเหตุ : ระดับขั้นของ LOD ที่กำหนดเป็นขั้นตอนของการทำงาน ซึ่งจะใช้สำหรับประเทศไทยนี้ ยังไม่ควรนำไปเปรียบเทียบกับระดับขั้นของ LOD ที่กำหนดเป็นค่าตัวเลข เนื่องจากแต่ละประเทศที่ใช้ก็มีการกำหนดค่าตัวเลขที่แตกต่างกัน และมีรายละเอียดของข้อมูลที่แตกต่างกันแม้จะมีค่าตัวเลขเดียวกัน)

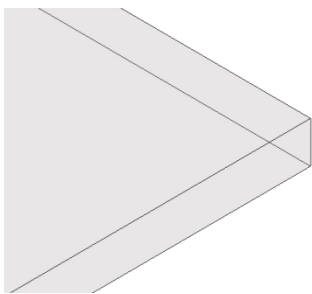
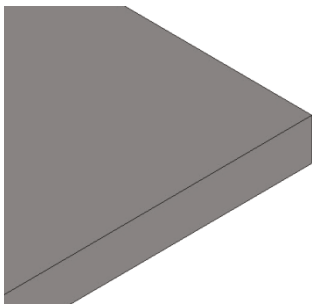
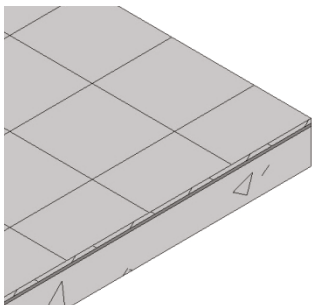
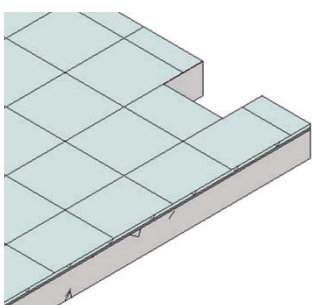
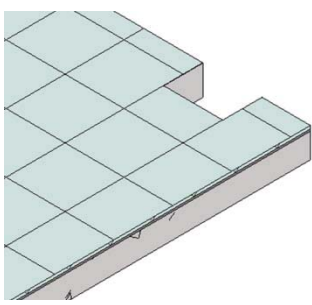
ตารางที่ 2-2 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานผนัง

1. Wall		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ความหนา / ตำแหน่ง - ระบุชนิด / ความยาว/ความกว้าง
Construction Documents		- ความหนา / แยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุชนิด / ความยาว / ความกว้าง / ความสูง - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี
Shop Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุชนิด / ความยาว/ความกว้าง / ความสูง - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง - ตำแหน่งเจาะ
As-built Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุชนิด / ความยาว/ความกว้าง / ความสูง - พื้นที่ / ปริมาตร (ตามแบบก่อสร้าง) - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

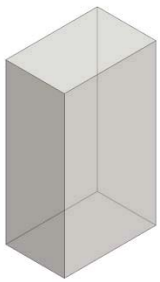
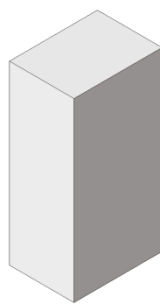
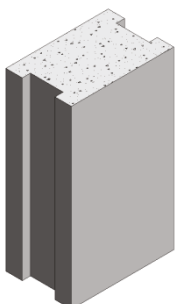
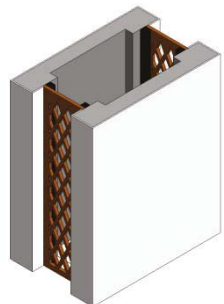
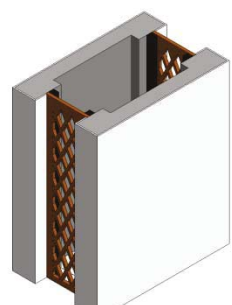
ตารางที่ 2-3 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานระบบผนัง Curtain Wall

2. Curtain Wall		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ความหนารวมของวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร
Construction Documents		- ความหนาแยกของชั้นวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - แสดงขนาด Frame / ความหนากระจก - ชนิด / วัสดุ / รุ่น / สี
Shop Drawing		- ความหนาแยกตามพื้นผิวชั้นวัสดุ - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุ Frame / กระจก - วัสดุ / รุ่น / สี / การติดตั้ง
As-built Drawing		- ความหนาแยกตามพื้นผิวชั้นวัสดุ - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุ Frame / กระจก - วัสดุ / รุ่น / สี / การติดตั้ง - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

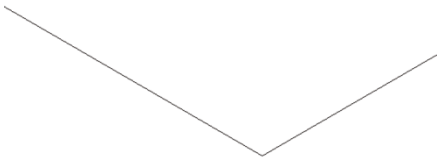
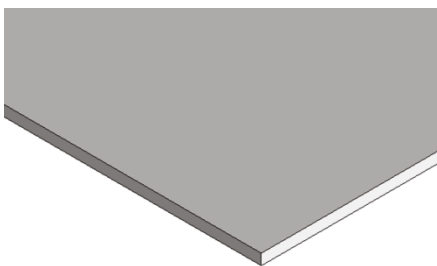
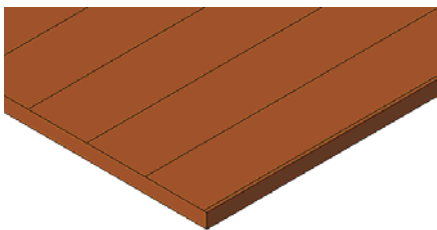
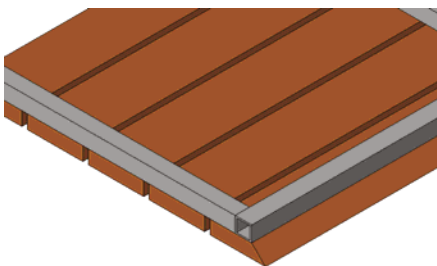
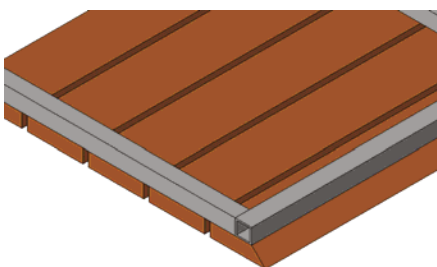
ตารางที่ 2-4 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานพื้น

3. Floor		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ความหนา / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร
Construction Documents		- ความหนาแยกของชั้นวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร
Shop Drawing		- ความหนาแยกของชั้นวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รูน สี / การติดตั้ง - ช่องเจาะสำหรับงานระบบ
As-built Drawing		- ความหนาแยกของชั้นวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รูน สี / การติดตั้ง - ช่องเจาะสำหรับงานระบบ - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

ตารางที่ 2-5 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานเสาอาคาร

4. Column		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป
Design Development		- ตำแหน่ง / ความหนารวมวัสดุ - ขนาด / พื้นที่ / ปริมาตร
Construction Documents		- ตำแหน่ง / ความหนาแยกพื้นผิวชั้นวัสดุ - ขนาด / รูปทรง / พื้นที่ / ปริมาตร
Shop Drawing		- ตำแหน่ง / ความหนาแยกพื้นผิวชั้นวัสดุ - ขนาด / รูปทรง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รูน สี / การติดตั้ง - โครงสร้างเสริม / ตกแต่ง
As-built Drawing		- ตำแหน่ง / ความหนาแยกพื้นผิวชั้นวัสดุ - ขนาด / รูปทรง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รูน สี / การติดตั้ง - โครงสร้างเสริม / ตกแต่ง - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

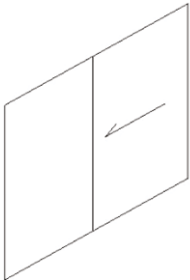
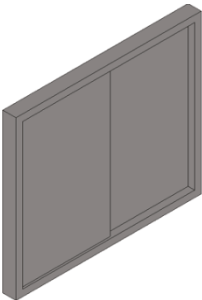
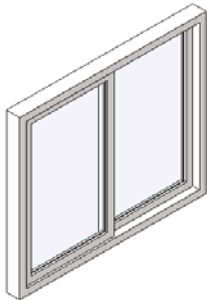
ตารางที่ 2-6 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานฝ้าเพดาน

5. Ceiling		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ความหนา / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร
Construction Documents		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร
Shop Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รุ่น สี / การติดตั้ง - ช่องเจาะสำหรับงานระบบ
As-built Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รุ่น สี / การติดตั้ง - ช่องเจาะสำหรับงานระบบ - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

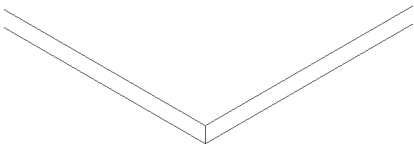
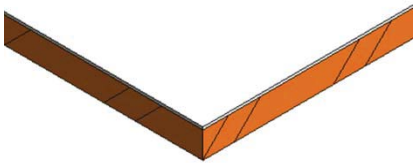
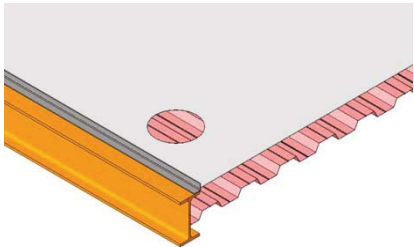
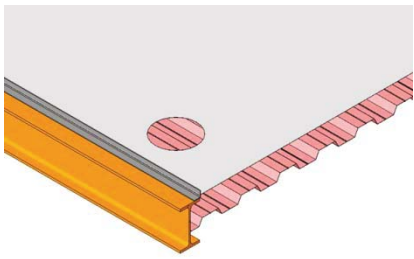
ตารางที่ 2-7 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานประตู

6. Door		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่ง และขนาดโดยสังเขป
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม - มือจับ / ลูกบิด / บานพับ
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม บานพับ - มือจับ / ลูกบิด - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

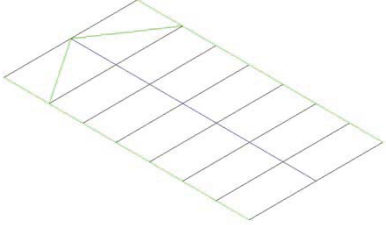
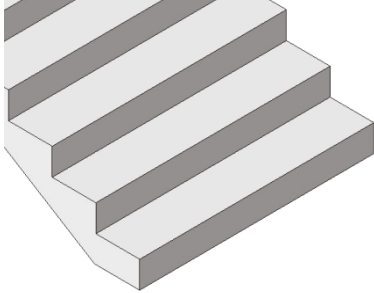
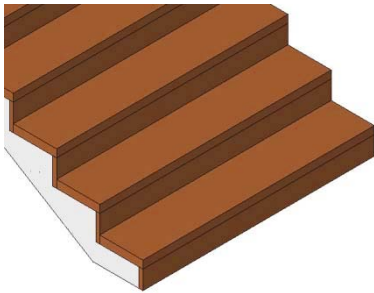
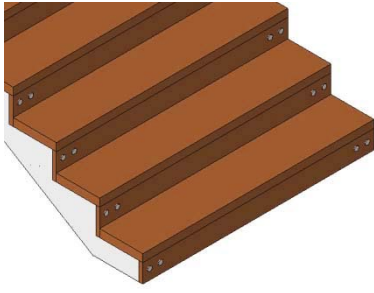
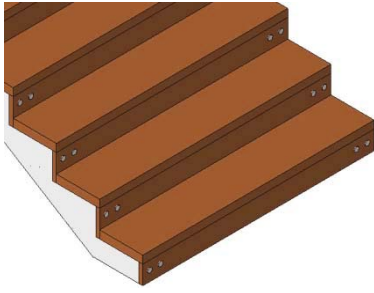
ตารางที่ 2-8 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานหน้าต่าง

7. Window		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่ง และขนาดโดยสังเขป
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม - มือจับ / ลูกบิด / บานพับ
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม บานพับ - มือจับ / ลูกบิด - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

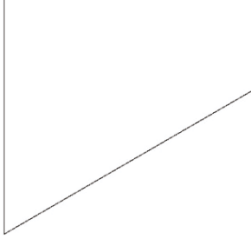
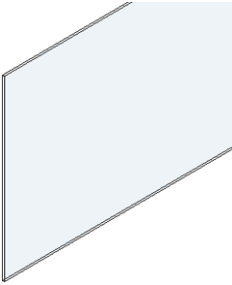
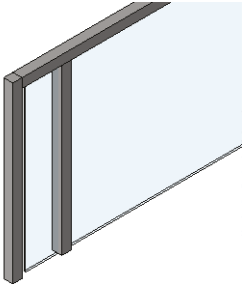
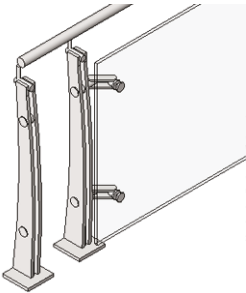
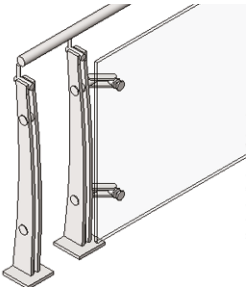
ตารางที่ 2-9 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานหลังคา

8. Roof		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ความหนา / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร
Construction Documents		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร
Shop Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รุ่น สี / การติดตั้ง - ช่องเจาะสำหรับงานระบบ
As-built Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ความยาว / ความกว้าง / พื้นที่ / ปริมาตร - วัสดุที่ใช้ / รุ่น สี / การติดตั้ง - ช่องเจาะสำหรับงานระบบ - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

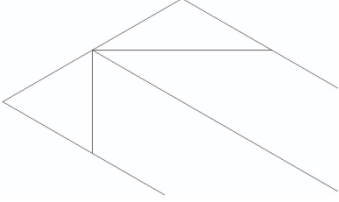
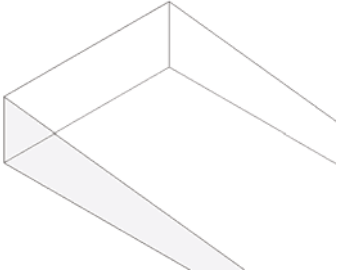
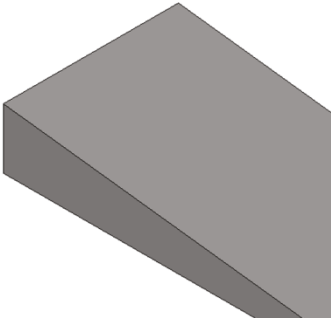
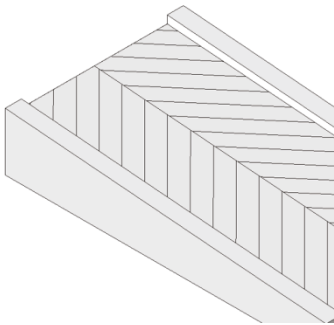
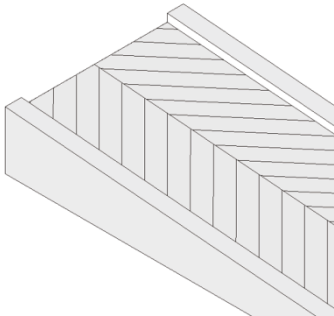
ตารางที่ 2-10 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานบันได

9. Stair		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- อยู่ระหว่างกำหนดแนวความคิด
Design Development		- ความหนารวมของวัสดุ - ความยาว / ความสูง ชานพัก - พื้นที่รวม - ปริมาตรรวม
Construction Documents		- ความหนาแยกของชั้นวัสดุ - ความยาว / ความสูงของ ลูกตั้ง ลูกนอน - ชนิดของบันได - รายละเอียดโครงสร้างบันได
Shop Drawing		- ความหนาแยกตามพื้นผิวชั้นวัสดุ - วัสดุที่ใช้ / สี / การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม - ความยาว / ความสูง ลูกตั้ง ลูกนอน
As-built Drawing		- ความหนาแยกตามพื้นผิวชั้นวัสดุ - วัสดุที่ใช้ / สี / การติดตั้ง/อุปกรณ์เสริม - ความยาว / ความสูง ลูกตั้ง ลูกนอน - พื้นที่ / ปริมาตร แยกตามชั้นวัสดุ - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

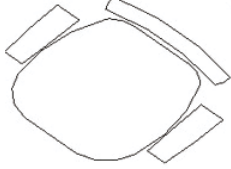
ตารางที่ 2-11 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานราวกันตก

10. Railing		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง / ความยาว
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง / ระยะห่าง - ราวจับ / แผ่นวัสดุกันตก
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง / ระยะห่าง - ราวจับ / แผ่นวัสดุกันตก - การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง / ระยะห่าง - ราวจับ / แผ่นวัสดุกันตก - การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

ตารางที่ 2-12 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานทางลาด

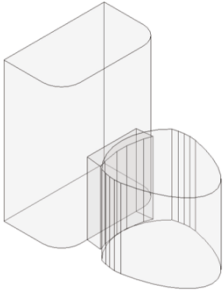
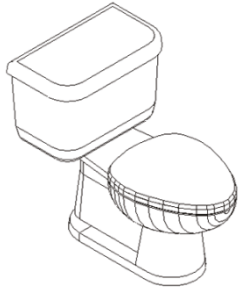
11. Ramp		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ความหนารวมของวัสดุ - ความยาว / ความสูงของทางลาด - พื้นที่รวม - ปริมาตรรวม
Construction Documents		- ความหนาแยกของชั้นวัสดุ - ความยาว / ความสูงของทางลาด - ชนิดของทางลาด - รายละเอียดโครงสร้างทางลาด
Shop Drawing		- ความหนาแยกตามพื้นผิวชั้นวัสดุ - วัสดุที่ใช้ / สี / การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม - ความยาว / ความสูงของทางลาด
As-built Drawing		- ความหนาแยกตามพื้นผิวชั้นวัสดุ - วัสดุที่ใช้ / สี / การติดตั้ง / อุปกรณ์เสริม - ความยาว / ความสูง ของทางลาด - พื้นที่ / ปริมาตร แยกตามชั้นวัสดุ - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

ตารางที่ 2-13 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานเฟอร์นิเจอร์

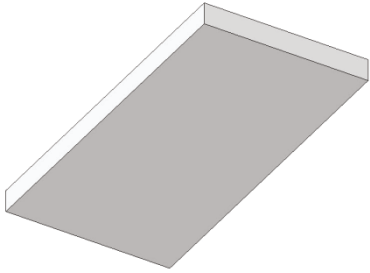
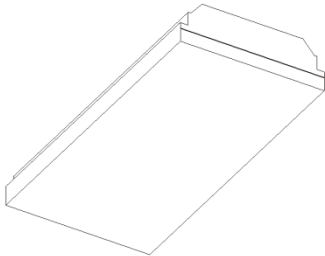
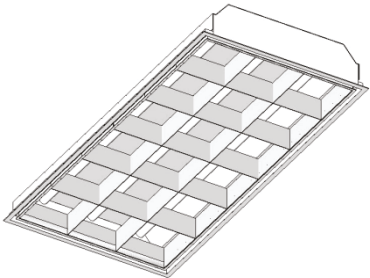
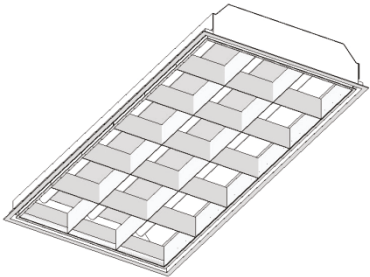
12. Furniture		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - อุปกรณ์เสริม
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - อุปกรณ์เสริม - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

ที่มาของภาพ: <http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>

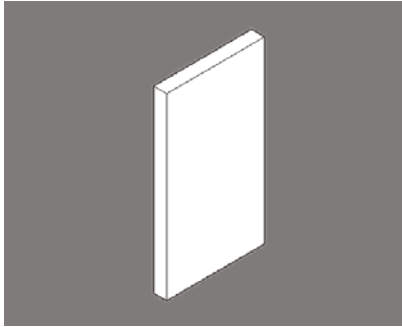
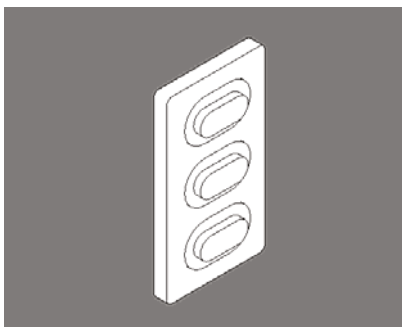
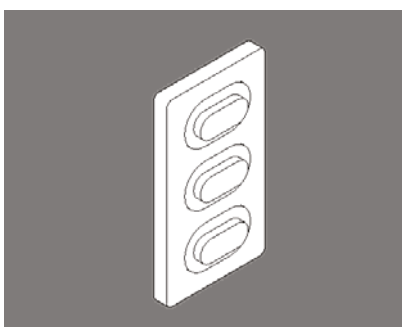
ตารางที่ 2-14 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานสุขภัณฑ์

13. Plumbing Fixture		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - อุปกรณ์เสริม
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - อุปกรณ์เสริม - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

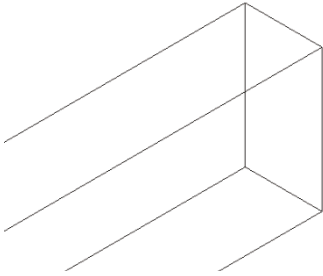
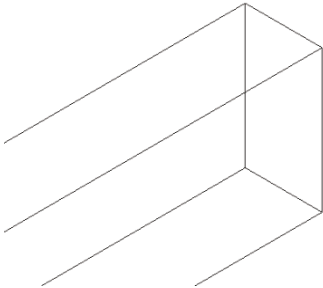
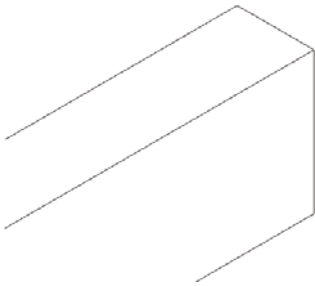
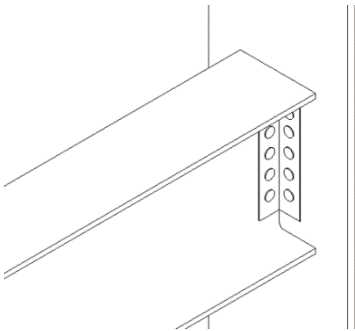
ตารางที่ 2-15 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง

14. Lighting Fixture		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ยังไม่ระบุตำแหน่ง
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - ชนิด / ข้อมูลพื้นฐานของงานระบบไฟฟ้า
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - ชนิด / ข้อมูลพื้นฐานของงานระบบไฟฟ้า - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

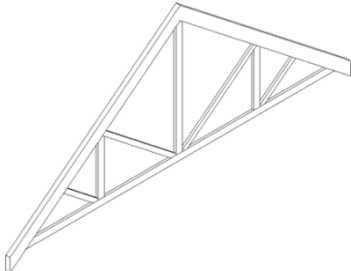
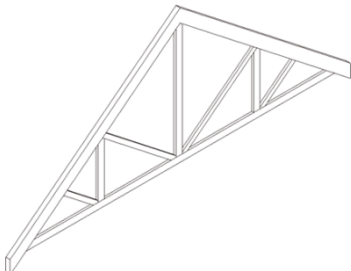
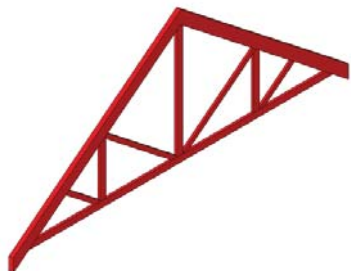
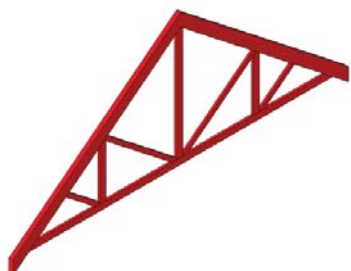
ตารางที่ 2-16 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

15. Lighting Device		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ยังไม่ระบุตำแหน่ง
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - ชนิด / ข้อมูลพื้นฐานของงานระบบไฟฟ้า
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - รุ่น / สี / การติดตั้ง - ชนิด / ข้อมูลพื้นฐานของงานระบบไฟฟ้า - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

ตารางที่ 2-17 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานกำหนดแนวกรอบของโครงสร้าง

16. Architectural Framing		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - ชนิด / การติดตั้ง - ข้อมูลของการคำนวณของโครงสร้าง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - ชนิด / สี / การติดตั้ง - ข้อมูลของการคำนวณของโครงสร้าง - โครงสร้างเสริม เช่น แผ่นยึด และน็อต
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - ชนิด / สี / การติดตั้ง - ข้อมูลของการคำนวณของโครงสร้าง - โครงสร้างเสริม เช่น แผ่นยึด และน็อต - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ตารางการดูแลรักษา

ตารางที่ 2-18 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามขั้นตอนการทำงาน ในส่วนงานกำหนดแนวรูปโครงสร้างคาน (Truss)

17. Architectural Truss		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด
Construction Documents		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - ชนิด / การติดตั้ง - ข้อมูลของการคำนวณของโครงสร้าง
Shop Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - ชนิด / สี / การติดตั้ง - ข้อมูลของการคำนวณของโครงสร้าง - โครงสร้างเสริม เช่น แผ่นยึด และน็อต
As-built Drawing		- ประเภท / ตำแหน่ง / ขนาด - ชนิด / สี / การติดตั้ง - ข้อมูลของการคำนวณของโครงสร้าง - โครงสร้างเสริม เช่น แผ่นยึด และน็อต - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ตารางการดูแลรักษา

2.4 ข้อกำหนดพื้นฐานและการตรวจสอบการออกแบบด้วย BIM

(CHECK LIST การออกแบบด้วย BIM)

เพื่อให้การทำงานออกแบบสถาปัตยกรรมด้วย BIM บรรลุวัตถุประสงค์ของการออกแบบ สามารถนำผลลัพธ์ของการออกแบบที่จัดทำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถบริหารจัดการแบบจำลองที่จัดทำขึ้นได้โดยสะดวก รวมถึงปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มเติมข้อมูลได้โดยง่าย จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนการจัดทำ และการตรวจสอบการจัดทำแบบจำลองดังกล่าวดังนี้

2.4.1 ข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมด้วย BIM

ในการทำการออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้วย BIM นั้น ประโยชน์ส่วนที่สำคัญคือการเชื่อมโยงการออกแบบให้เป็นหนึ่งเดียวกัน ทั้ง การออกแบบสถาปัตยกรรม การออกแบบวิศวกรรมโครงสร้าง และการออกแบบวิศวกรรมระบบอาคาร ด้วยการจัดทำเสมือนการก่อสร้างในแบบจำลองเดียวกัน หรือเป็นการเชื่อมโยงมาอยู่ในแบบจำลองเดียวกัน (Linked File) ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของแบบที่เกิดจากการออกแบบในแต่ละส่วนได้เมื่อนำแบบจำลองมาประสานกัน (Combine) ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งร่วมกันทำในแบบจำลองเดียวกัน หรือแยกการทำงานเป็นอิสระ ขนานกันไปและนำมาเชื่อมโยงกันภายหลังเพื่อตรวจสอบ

ดังนั้นการออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้วย BIM ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อโครงการในการออกแบบตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อให้การทำงานมีความถูกต้องและสอดคล้องตรงกันในทุกส่วนของการทำงาน โดยกำหนดตามหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

2.4.1.1 ข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับโครงการ

ประกอบไปด้วยสถานที่ตั้งโครงการ ทิศเหนือจริง ตำแหน่งอ้างอิงของอาคาร ค่าระดับที่กำหนดในการออกแบบ และ Grid Line เนื่องจากการจัดทำ BIM เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดในการนำไปวิเคราะห์ สถานที่ตั้งโครงการ ทั้งสภาพแวดล้อม ดินฟ้าอากาศ และการวิเคราะห์ทางด้านพลังงาน จำเป็นต้องมีการกำหนดข้อมูลพื้นฐานของสถานที่ตั้งโครงการจริง และตำแหน่งที่ถูกต้องในทิศเหนือ รวมถึงการกำหนดจุดอ้างอิงในการวางตัวอาคาร การกำหนด Grid Line การกำหนดค่าระดับในแต่ละชั้นของอาคาร เพื่อให้ในแต่ละส่วนงานสามารถที่จะเริ่มดำเนินการทำงานโดยมีการอ้างอิง มีการวัดระยะ ที่ถูกต้องตรงกัน การกำหนดดังกล่าวนี้ จำเป็นที่จะต้องกำหนดตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการออกแบบ เพื่อให้งานออกแบบที่เกิดขึ้นมีหลักเกณฑ์ในการอ้างอิง และลดความผิดพลาดจากการไม่สอดคล้องตรงกันของข้อมูลเบื้องต้น

2.4.1.2 ข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับการผลิตผลงาน

ในการออกแบบด้วย BIM ได้มีการอธิบายในหัวข้อก่อนหน้านี้ว่า ข้อมูลในแบบจำลอง BIM ประกอบไปด้วย ข้อมูลกราฟิก (Graphics) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) ในการออกแบบ จำเป็นจะต้องมีการระบุวิธีการอธิบายการเรียงองค์ประกอบต่างๆ ที่จัดทำขึ้นให้มีความเข้าใจตรงกันเพื่อการผลิตผลงานและการนำข้อมูลที่ได้จากการจัดทำผลงานมาใช้ เช่น การกำหนดผนังที่มีความแตกต่างกันในงานออกแบบ จะมีวิธีการกำหนดอย่างไร การกำหนดชนิดของพื้น ว่าพื้นส่วนใดเป็นผิวสำเร็จ พื้นส่วนใดเป็นพื้นโครงสร้าง

การจำแนกเนื้อหาของงานออกเป็นส่วนๆ ในการผลิตผลงาน เนื่องจากการทำงานออกแบบด้วย BIM เหมือนงานก่อสร้างจริงในคอมพิวเตอร์ การจัดการการแบ่งส่วนเพื่อให้เกิดความสะดวกในการผลิตผลงาน การแสดงผล จนถึงการผลิตแบบที่เป็นผลงาน มีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดชุดของงานต่างๆ เช่น การแยกส่วนของการจัดทำเป็นขอบเขตภายนอกของผนังกระจกโดยรอบ (Façade) ส่วนของพื้นที่ใช้สอยภายใน ส่วนของทางสัญจรแนวตั้ง (Core) และ ส่วนของครุภัณฑ์ (Interior) เป็นต้น

นอกจากนั้นในเนื้อหาของการจัดทำที่มีเงื่อนไขของช่วงเวลา (Phase) เข้ามาเกี่ยวข้อง อาจจำเป็นต้องมีการกำหนดตั้งแต่เริ่มต้น เช่นการออกแบบที่จำเป็นต้องมีทั้งส่วนที่เป็นงานก่อสร้างเดิมที่คงไว้ สร้างใหม่ และรื้อถอนในการออกแบบ หรือการกำหนดแผนงานที่สร้างขึ้นช่วงแรก ช่วงถัดไป

ข้อกำหนดพื้นฐานของการผลิตผลงานมีความสำคัญมากในการออกแบบด้วย BIM หากไม่มีการกำหนด และไม่มีหลักในการผลิตอาจทำให้การบริหารจัดการแบบจำลองที่จัดทำขึ้นมีความซับซ้อน ยากต่อการแก้ไข และปรับปรุง และมีผลอย่างยิ่งกับขนาดของโครงการที่ทำการออกแบบ โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่

2.4.1.3 ข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับการจัดทำแบบ

BIM เป็นการจัดทำเป็นแบบจำลอง 3 มิติพร้อมข้อมูล เหมือนเป็นการก่อสร้างอาคารจริงในคอมพิวเตอร์ เมื่อต้องการทำเป็นแบบ เช่น แบบนำเสนอ แบบก่อสร้าง จำเป็นต้องมีการสร้างมุมมองต่างๆ จากแบบจำลอง BIM เพื่อจัดทำเป็นแบบ การจัดทำดังกล่าวจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบต่างๆ ภายใต้การออกแบบที่ทำให้สามารถสื่อสารแบบได้ถูกต้องตามวิธีการนำเสนอ โดยประกอบไปด้วย การกำหนดหน่วยในการเขียน เช่น มิลลิเมตรหรือเมตร การกำหนดมาตราส่วนของแบบ การกำหนดสัญลักษณ์ในการอธิบาย รูปแบบของหัวกระดาษ (Title Block) การกำหนดขนาดของตัวอักษรที่แสดงบนแบบ การกำหนดขนาดความหนาเส้น และ Layer เป็นต้น ทั้งนี้ BIM สามารถที่จะส่งออกผลลัพธ์ออกมาเป็นแบบ CAD เพื่อนำไปทำงานต่อหรือใช้ในการประสานงานได้ ซึ่งโดยทั่วไปสามารถที่จะดัดแปลงจากมาตรฐานของสำนักงาน ที่ใช้กับการทำแบบ CAD ได้ แต่ควรจะต้องมีการกำหนดตั้งแต่ต้น หรือจัดทำเป็น Template เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและสามารถที่จะจัดวางได้โดยสะดวก และลดการทำงานซ้ำซ้อน

2.4.2 การตรวจสอบการออกแบบด้วยระบบ BIM

แบบจำลองที่จัดทำขึ้นด้วย BIM จำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบว่ามีความสมบูรณ์ มีข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามที่ได้ทำการออกแบบหรือไม่โดยการตรวจสอบจาก ตารางการตรวจสอบ (Check list) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในแต่ละช่วงเวลาของการออกแบบ ช่วงจัดทำแนวความคิดโครงการ จัดทำแบบร่าง จัดทำแบบขออนุญาต และจัดทำแบบก่อสร้าง หลักการของการตรวจสอบข้อมูลดังกล่าว คือ ตรวจสอบว่าแบบจำลอง BIM มีข้อมูลที่จำเป็นเพียงพอในแต่ละช่วง และสามารถใช้งานแบบจำลองที่จัดทำขึ้นได้อย่างเต็มประสิทธิภาพตามจุดประสงค์ที่วางไว้

ตารางที่ 2-19 ตัวอย่างตารางการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลของการออกแบบ (Check List)

หัวข้อ	รายการ	ผู้รับผิดชอบ							ตรวจสอบ	
		สถาปนิก	วิศวกรโครงสร้าง	วิศวกรระบบ	สถาปนิกภายใน/มณฑนาการ	ฝ่ายผลิตแบบ (Production)	การตลาด (Marketing)	ผู้บริหาร	รับแบบวันที่	ส่งแบบวันที่
1.	รูปแบบภาพรวมโครงการ									
1.01	CODE ชื่อโครงการ									
1.02	รายชื่อใน Title Block									
1.03	สารบัญแบบและเนื้อหาที่ต้องมี									
1.04	ยืนยันรูปแบบสถาปัตยกรรม									
1.05	ยืนยันวัสดุตกแต่งภายนอกอาคาร									
1.06	ยืนยันผังพื้นที่ทุกชั้น									
1.07	ยืนยันผังหลังคา									
1.08	ยืนยันจำนวนที่จอดรถ									
1.09	ยืนยันรูปด้านทุกด้าน									
1.10	ยืนยัน Grid Line									
1.11	ยืนยันค่าระดับพื้น ระดับฝ้าเพดาน									
1.12	ยืนยันขนาดพื้นที่ใช้สอยรวม									
1.13	ยืนยันการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ ทั้ง Build-in และ Loose Furniture									
1.14	ยืนยันการจัดวางตำแหน่งสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ									
1.15	ยืนยันตำแหน่งช่องท่อ									
1.16	ยืนยันตำแหน่ง Drainage ในแต่ละส่วนของโครงการ									
1.17	ยืนยันรูปแบบและขนาดต่างๆ ของช่องเปิดประตูหน้าต่าง									
1.18	ยืนยันรูปแบบและขนาดบัวตกแต่งภายนอกอาคาร									
1.19	ยืนยันรูปแบบราวระเบียง ลูกกรงภายนอกอาคาร									
2.	แบบสถาปัตยกรรม									
2.01	ยืนยันตำแหน่งแต่ละห้อง									
2.02	ยืนยันตำแหน่งเชื่อมต่อประตูภายในแต่ละห้อง									
2.03	ยืนยันตำแหน่งและการหันหัวเตียงภายในห้องนอน									
2.04	ยืนยันขนาด รัน และรูปแบบสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำ									
2.05	ยืนยันตำแหน่ง จำนวนชั้น และวัสดุของบันได									
2.06	ยืนยันรูปแบบราวระเบียงราวลูกกรงภายในอาคาร									
2.07	ยืนยันวัสดุผนังหลังคา ระยະยັນ ความสูง องศาของหลังคา									
2.08	ยืนยันการใช้อุปกรณ์ประกอบอาคาร ขนาด รูปแบบ เช่น (ลิฟต์)									
2.09	ยืนยันแบบขยายบัวตกแต่ง									
2.10	ยืนยันแบบขยายผนัง (Wall Section)									
2.11	ยืนยันแบบขยายส่วนตกแต่งทางสถาปัตยกรรม									
2.12	ยืนยันแบบการกำจัดปลวก									

หัวข้อ	รายการ	ผู้รับผิดชอบ							ตรวจสอบ	
		สถาปนิก	วิศวกรโครงสร้าง	วิศวกรงานระบบ	สถาปนิกภายใน/มณฑนาการ	ฝ่ายผลิตแบบ (Production)	การตลาด (Marketing)	ผู้บริหาร	รับแบบวันที่	ส่งแบบวันที่
3.	แบบวิศวกรรมโครงสร้าง									
3.01	ยืนยันขนาดเสา และรูปแบบของเสา หมายเลขเสา									
3.02	ยืนยันตำแหน่งของคาน ความลึกของคาน หมายเลขคาน									
3.03	ยืนยันตำแหน่งฐานราก รูปแบบของฐานราก หมายเลขฐานราก									
3.04	ยืนยันแบบโครงสร้างหลังคา									
3.05	ยืนยันแบบคาน คสล.									
3.06	ยืนยันแบบการวางแผ่นพื้นสำเร็จ แนว จำนวนและขนาด									
3.07	ยืนยันแบบขยาย เสา คาน พื้น ฐานราก บันได และโครงหลังคา									
3.08	ยืนยันรายการคำนวณทางวิศวกรรมโครงสร้าง									
4.	แบบวิศวกรรมระบบสุขาภิบาล									
4.01	ยืนยันขนาด และแนวท่อน้ำดี น้ำเสีย ท่อโสโครก ท่ออากาศ									
4.02	ยืนยันทิศทางการลาดเอียง									
4.03	ยืนยันตำแหน่งถังน้ำดี ถังบำบัด ถังดักไขมัน									
4.04	ยืนยันขนาดและแนวท่อระบายน้ำภายนอกอาคาร									
4.05	ยืนยันตำแหน่งและรูปแบบของ Manhole									
5.	แบบวิศวกรรมระบบไฟฟ้ากำลัง ไฟฟ้าแสงสว่างและสื่อสาร									
5.01	ยืนยันตำแหน่งสวิตช์ไฟ									
5.02	ยืนยันตำแหน่งเต้ารับ									
5.03	ยืนยันตำแหน่งดวงโคม									
5.04	ยืนยันตำแหน่งสัญญาณโทรศัพท์									
5.05	ยืนยันตำแหน่งสัญญาณโทรศัพท์									
5.06	ยืนยันตำแหน่งสวิตช์ไฟสำรองฉุกเฉิน									
5.07	ยืนยันตำแหน่งตู้ MDB									
5.08	ยืนยันการคำนวณโหลดไฟฟ้า									
6.	แบบวิศวกรรมงานระบบปรับอากาศ									
6.01	ยืนยันตำแหน่งติดตั้ง Diffuser									
6.02	ยืนยันตำแหน่งติดตั้ง Return									
6.03	ยืนยันตำแหน่งติดตั้ง Condensing Unit									
6.04	ยืนยันตำแหน่งท่อ Drainage ของระบบปรับอากาศ									
6.05	ยืนยันขนาด BTU									
6.06	ยืนยันการคำนวณระบบปรับอากาศ									

2.5 การเตรียมความพร้อมสำหรับองค์กรออกแบบที่ใช้งาน BIM

BIM เป็นแนวความคิดที่เป็นรากฐานสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน โดยแนวความคิดดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยจะมีลักษณะของการบันทึกฐานข้อมูล (Information) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องลงไปในวัตถุ 3 มิติ และสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไป เพื่อให้สามารถนำข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการ ออกแบบ (Design) การนำเสนอแบบ (Visualization) ตลอดจนวิเคราะห์ผลงานออกแบบได้ (Analysis) ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลในด้านของพฤติกรรมขององค์ประกอบอาคาร คุณลักษณะขององค์ประกอบอาคาร ข้อมูลทางด้านการประมาณราคาก่อสร้าง (Cost Estimate) กระบวนการหรือขั้นตอนต่างๆ ของการก่อสร้าง (Phasing) ตลอดจนการนำเสนองานในรูปแบบของแบบรูป และแบบจำลอง 3 มิติ



ภาพที่ 2.5 แสดงองค์ประกอบต่างๆ สำหรับการเตรียมความพร้อมองค์กรออกแบบที่ใช้งานระบบ BIM

การพัฒนาและเตรียมความพร้อมขององค์กรให้ก้าวทันเทคโนโลยี และประสานการจัดการและการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์นั้น มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในภาวะเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน โดยองค์กรทางด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมในปัจจุบันได้มีการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) เข้าไปใช้เป็นเครื่องมือและกลไกหลักของการดำเนินการและการทำงานองค์กร ดังนั้นการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงองค์กรให้ก้าวทันต่อเทคโนโลยีจึงเป็นเรื่องที่ผู้บริหารขององค์กรนั้นๆ ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะนั่นหมายถึงต้นทุน ผลผลิต ประสิทธิภาพ และผลกำไรของการดำเนินการขององค์กรด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการเตรียมความพร้อมสำหรับสำนักงานที่จะนำ BIM ไปใช้งานก็จะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลักต่างๆ ที่ไม่แตกต่างไปจากองค์กรโดยทั่วไปที่มีการนำเทคโนโลยีไปใช้เท่าใดนัก เพียงแต่สาระและรายละเอียดจะแตกต่างกันออกไปตามรูปแบบของเทคโนโลยีนั้นๆ โดยปัจจัยหลักๆ ที่องค์กรจะต้องคำนึงถึงนั้นมีอยู่ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. เครื่องมือ (Tools)
2. บุคลากร (Human Resource/ People)
3. วิธีการดำเนินงานและคู่มือปฏิบัติงาน (Procedure)
4. ข้อมูล (Data/ Information)
5. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

2.5.1 เครื่องมือ (Tools)

ในการทำงานด้วย BIM เครื่องมือนับเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญประการแรกที่จะต้องวางแผนและเตรียมการ เนื่องจาก BIM เป็นระบบที่มีลักษณะของการสร้างขึ้นสามมิติเป็นหลัก และยังมีข้อมูลจำนวนมากประกอบกับวัตถุ 3 มิติ ที่ถูกบันทึกเข้าไปอีกด้วย การพิจารณาประกอบด้วยปัจจัย 2 ตัวหลักที่จะต้องคำนึงถึง ดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Hardware)
- ซอฟต์แวร์ BIM (BIM Software)

2.5.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Hardware)

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการทำงานด้าน BIM นั้นมักจะมีการแบ่งความสามารถออกเป็นระดับๆ ไป ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการหรือชิ้นงานที่ต้องการจะทำ ถ้าต้องทำการโครงการหรือชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากๆ เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ควรจะมีความสามารถสูงขึ้นไปด้วย โดยซอฟต์แวร์ BIM แต่ละค่ายนั้นได้มีการกำหนดความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 2-20 คุณลักษณะและความสามารถของเครื่องที่เหมาะสมกับการทำงาน BIM

	 AUTODESK REVIT Autodesk Revit เวอร์ชัน 2015	 GRAPHISOFT. ARCHICAD ArchiCAD เวอร์ชัน 18	 AECOsim Building Designer AECOsim Building Designer เวอร์ชัน 8i
ความต้องการขั้นต่ำ			
1. CPU	Single หรือ Multi-Core Intel® Pentium®, Xeon®, หรือ i-Series processor หรือ AMD® equivalent with SSE2 technology. Highest affordable CPU speed rating recommended.	64-bit processor ไม่น้อยกว่า 2 Cores	Intel® or AMD® processor 2.0 GHz or greater. (Intel® Xeon® E3 & E5, Intel® Core™ i5)
2. RAM	4 GB	4 GB	1 GB available RAM minimum, 2 GB (32-bit OS) or 4 GB (64-bit OS)
3. Hard disk	ไม่น้อยกว่า 5 GB	ไม่น้อยกว่า 5 GB	ไม่น้อยกว่า 3.5 GB
4. Graphics card	Basic Graphics: Display adapter capable of 24-bit color Advanced Graphics:	OpenGL 2.0 compatible graphics card	Graphics card supported by DirectX 9.0c Ram 256 MB - 1GB



**AUTODESK
REVIT**

Autodesk Revit
เวอร์ชัน 2015

**GRAPHISOFT
ARCHICAD**

ArchiCAD
เวอร์ชัน 18

**AECOsim
Building Designer**

AECOsim Building Designer
เวอร์ชัน 8i

DirectX® 11 capable graphics
card with Shader Model 3

5. Display	1280 x 1024 หรือมากกว่า	1024 x 768 หรือมากกว่า	1024 x 768 หรือมากกว่า
6. Operating System (OS)	Microsoft Windows 7 SP1 64-bit หรือ Microsoft Windows 8 หรือ 8.1 64-bit หรือการติดตั้ง Parallels Desktop 9 บน Mac OS X 10.9 Mavericks	Microsoft Windows 7 64-bit หรือ Microsoft Windows 8 หรือ 8.1 64-bit หรือ Mac OS X 10.9 Mavericks หรือ Mac OS 10.8 Mountain Lion	Windows 8.1 (64-bit), Windows 8.1, Windows 8, Windows 8 (64-bit), Windows 7*, Windows 7 (64-bit)*, Windows Vista, Windows Vista (64-bit), Windows XP Professional (SP2 or later), Windows XP Professional (64-bit)

ที่แนะนำ

1. CPU	Multi-Core Intel® Xeon® หรือ i-Series processor หรือ AMD® equivalent with SSE2 technology	64-bit processor ไม่น้อยกว่า 4 Cores	Intel® Xeon® E3 & E5 & E7 Intel® Core™ i7 Intel® Core™ i5
2. RAM	8 GB	8 GB	4 GBหรือมากกว่า
3. Hard disk	ไม่น้อยกว่า 5 GB	ไม่น้อยกว่า 5 GB	ไม่น้อยกว่า 3.5 GB
4. Graphics card	DirectX® 11 capable graphics card with Shader Model 3	Dedicated OpenGL 2.0 compatible graphics card ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1024 MB	Graphics card supported by DirectX 9.0c Ram 512 MB -2GB
5. Display	1680 x 1050 หรือมากกว่า	1440 x 900 หรือมากกว่า	1440 x 900 หรือมากกว่า
6. Operating System (OS)	Microsoft Windows 7 SP1 64-bit หรือ Microsoft Windows 8 หรือ 8.1 64-bit หรือการติดตั้ง Parallels Desktop 9 บน Mac OS X 10.9 Mavericks	Microsoft Windows 7 64-bit หรือ Microsoft Windows 8 หรือ 8.1 64-bit หรือ Mac OS X 10.9 Mavericks หรือ Mac OS 10.8 Mountain Lion	Windows 8.1 (64-bit), Windows 8.1, Windows 8, Windows 8 (64-bit), Windows 7*, Windows 7 (64-bit)*, Windows Vista, Windows Vista (64-bit), Windows XP Professional (SP2 or later), Windows XP Professional (64-bit)

ประสิทธิภาพสูง

1. CPU	Multi-Core Intel® Xeon® หรือ i-Series processor หรือ AMD® equivalent with SSE2 technology	64-bit processor ไม่น้อยกว่า 4 Cores	Intel® Xeon® E7 Intel® Core™ i7
2. RAM	16 GB	16 GB	8 GB หรือมากกว่า
3. Hard disk	ไม่น้อยกว่า 5 GB	ไม่น้อยกว่า 5 GB	ไม่น้อยกว่า 3.5 GB
4. Graphics card	DirectX® 11 capable graphics card with Shader Model 3	Dedicated OpenGL 2.0 compatible graphics card ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1024 MB	Graphics card supported by DirectX 9.0c Ram 512 MB -8GB
5. Display	1900 x 1200	1900 x 1200	1900 x 1200



**AUTODESK
REVIT**

**GRAPHISOFT
ARCHICAD**

**AECOsim
Building Designer**

	Autodesk Revit เวอร์ชัน 2015	ArchiCAD เวอร์ชัน 18	AECOsim Building Designer เวอร์ชัน 8i
6. Operating System (OS)	Microsoft Windows 7 SP1 64-bit หรือ Microsoft Windows 8 หรือ 8.1 64-bit หรือการติดตั้ง Parallels Desktop 9 บน Mac OS X 10.9 Mavericks	Microsoft Windows 7 64-bit หรือ Microsoft Windows 8 หรือ 8.1 64-bit หรือ Mac OS X 10.9 Mavericks หรือ Mac OS 10.8 Mountain Lion	Windows 8.1 (64-bit), Windows 8.1, Windows 8, Windows 8 (64-bit), Windows 7*, Windows 7 (64-bit)*, Windows Vista, Windows Vista (64-bit), Windows XP Professional (SP2 or later), Windows XP Professional (64-bit)

จะเห็นได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการทำงาน BIM จะใช้ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระดับสูงไม่น้อยทีเดียว ยิ่งถ้าโครงการหรือชิ้นงานนั้นมีขนาดใหญ่และความซับซ้อนมากก็ยิ่งจะต้องเพิ่มความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งตัว CPU, RAM และ Graphic Card ในการทำงานและประมวลผลมากขึ้นไปอีก เพื่อให้ซอฟต์แวร์นั้นสามารถทำการนำเสนอและประมวลผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไปด้วย ดังนั้น การพิจารณาการจัดซื้อจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาใช้ในการทำงาน จึงมีความจำเป็นที่ต้องพิจารณาถึงขนาดของชิ้นงานหรือโครงการควบคู่กันกับความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมไปพร้อมๆ กัน ทั้งนี้ก็เพื่อให้การลงทุนนั้นมีความสอดคล้องกับโครงการหรือชิ้นงานนั้นๆ และได้ประสิทธิภาพของความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดในการนำมาใช้งาน

นอกเหนือจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ซอฟต์แวร์ BIM ยังมีศักยภาพในการรองรับรูปแบบของการทำงานเป็นกลุ่มพร้อมกันหลายๆ คน ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network) โดยจะมีลักษณะของการทำงานบนระบบเครือข่ายภายในองค์กร (Local Area Network: LAN) และผ่านระบบเครือข่ายระหว่างระหว่างองค์กร (Wide Area Network: WAN) ทั้งนี้การทำงานในลักษณะดังกล่าวโดยเฉพาะการทำงานผ่านระบบ WAN ก็จำเป็นที่จะต้องจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) และอุปกรณ์ระบบเครือข่ายต่างๆ เพื่อรองรับการทำงานผ่านระบบดังกล่าว โดยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้สำหรับเป็นเครื่องแม่ข่ายของซอฟต์แวร์ BIM นั้นได้มีการกำหนดคุณสมบัติไว้ ดังนี้

ตารางที่ 2-21 ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้สำหรับเป็นเครื่องแม่ข่ายของซอฟต์แวร์ BIM

	Autodesk Revit Server เวอร์ชัน 2015	ArchiCAD BIM Server	Bentley ProjectWise
1. CPU	- 4+ Cores 2.6 GHz+ - 6+ Cores 2.6 GHz+ หรือ - 6+ Cores 3.0 GHz+	64-bit processor ไม่น้อยกว่า 4 Cores	2 GHz x64 processor หรือสูงกว่า (แนะนำสถาปัตยกรรมของ CPU แบบ Dual-Core หรือ Multiple-processor)
2. RAM	4 GB, 8 GB, 16GB หรือ 32 GB (หากมีจำนวน Users มากก็ควรจะใช้ RAM มาก)	8 GB, 16GB, หรือ 32GB (หากมีจำนวน Users มากก็ควรจะใช้ RAM มาก)	ไม่น้อยกว่า 2 GB,แนะนำที่ 8 GB
3. Hard disk	7200+ RPM, 10000+ RPM หรือ 15000+ RPM หรือ High-Speed RAID Array	ไม่น้อยกว่า 5 GB	พื้นที่ไม่น้อยกว่า 1GB สำหรับ การติดตั้ง, และพื้นที่เพิ่มเติม สำหรับการจัดเก็บไฟล์งาน
4. Virtualization	VMware® and Hyper-V® Support	ไม่ได้รับบุ	ไม่ได้รับบุ

	Autodesk Revit Server เวอร์ชัน 2015	ArchiCAD BIM Server	Bentley ProjectWise
5. Operating System (OS)	- Microsoft Windows Server 2008 R2 SP1 64-bit - Microsoft Windows Server 2012 64-bit - Microsoft Windows Server 2012 R2 64-bit	- Microsoft Windows 8.1 64-bit - Microsoft Windows 8 64-bit - Microsoft Windows 7 64-bit - Microsoft Windows Server 2008 R2 SP1 64-bit - Microsoft Windows Server 2012 64-bit - Microsoft Windows Server 2012 R2 64-bit - Mac OS X 10.9 Mavericks - Mac OS X 10.8 Mountain Lion	- Windows Server 2008 SP2, Standard and Enterprise Editions (64-bit) - Windows Server 2008R2 SP1, Standard and Enterprise Editions (64-bit) - Windows Server 2012, Standard and Enterprise Editions (64-bit)

2.5.1.2 ซอฟต์แวร์ BIM (BIM Software)

ซอฟต์แวร์ BIM นั้น มีหลายประเด็นที่จำเป็นจะต้องพิจารณานอกเหนือจากการเลือกใช้ซอฟต์แวร์ และรุ่น (Version) ของซอฟต์แวร์ที่สัมพันธ์กับคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยประเด็นการพิจารณาเลือกใช้ซอฟต์แวร์ BIM นั้น มีประเด็นที่เกี่ยวข้องสำหรับการพิจารณาดังนี้

พิจารณาถึงประสิทธิภาพความสามารถของซอฟต์แวร์ ที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานภายในองค์กร

ทั้งนี้เนื่องจากซอฟต์แวร์ในระบบ BIM นั้นมีผู้พัฒนาอยู่หลายค่าย ต่างก็มีประสิทธิภาพและความสามารถที่ต่างกันไป และมีราคาในการจัดจำหน่ายและบริการหลังการขายที่ต่างกันไปด้วย ดังนั้นในการพิจารณาจัดซื้อ จัดหา จึงควรทำการพิจารณาถึงความสามารถที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานภายในองค์กร เพื่อให้เกิดการลงทุนที่คุ้มค่าและได้ใช้ศักยภาพของซอฟต์แวร์นั้นๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด อันจะส่งผลต่อการพัฒนางานภายในองค์กรด้วย BIM

พิจารณาเลือกใช้ลิขสิทธิ์ของซอฟต์แวร์ (License) ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การจัดจำหน่ายซอฟต์แวร์ BIM นี้จะมีลักษณะของลิขสิทธิ์อยู่ 2 ประเภทด้วยกัน คือ ลิขสิทธิ์แบบลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว (Standalone License) และลิขสิทธิ์แบบลงบนระบบเครือข่าย (Network License)

ลิขสิทธิ์แบบลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว (Standalone License)

ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์รูปแบบนี้ จะสามารถติดตั้งได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว ซึ่งก็จะเหมาะกับองค์กรที่มีการใช้งานซอฟต์แวร์นั้นแบบเฉพาะเจาะจงลงไป เช่น มีผู้ทำงานด้วย BIM เพียงไม่กี่คน และแต่ละคนมีหน้าที่รับผิดชอบหลักในการทำ BIM ตลอดการทำงานและใช้เครื่องมือนี้เป็นหลักในการทำงาน ก็เหมาะที่จะซื้อลิขสิทธิ์แบบนี้ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เป็นต้น

ลิขสิทธิ์แบบลงบนระบบเครือข่าย (Network License)

ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์รูปแบบนี้ จะเหมาะกับการใช้ที่ต้องการใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกัน โดยการนำลิขสิทธิ์ลักษณะนี้ไปติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (License Server) เอาไว้ และเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Workstation) ทุกๆ เครื่องที่ต่อเชื่อมกับระบบแม่ข่ายนี้ ก็สามารถที่จะติดตั้งซอฟต์แวร์ได้ทั้งหมด โดยระบบดังกล่าวเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายก็สามารถเปิดใช้งานซอฟต์แวร์ได้พร้อมๆ กันเท่ากับจำนวนลิขสิทธิ์ที่องค์กรนั้นๆ ได้จัดซื้อไว้ เช่น ในกรณีที่องค์กรซื้อลิขสิทธิ์แบบลงบนเครือข่ายไว้ 4 ชุด แต่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์ไว้ทั้งหมด 10 เครื่อง เวลาเปิดใช้งานพร้อมๆ กันก็จะสามารถเปิดพร้อมกันได้ไม่เกิน 4 เครื่อง เป็นต้น ซึ่งลิขสิทธิ์ในลักษณะนี้จะเหมาะกับองค์กรที่อาจจะมิใช่มีผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ประจำอยู่จำนวนหนึ่ง และมีผู้ใช้งานเพียงเล็กน้อยในแต่ละวันไปพร้อมๆ กัน ทั้งนี้ก็เพื่อให้ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ไม่ได้ถูกติดตั้งเฉพาะเจาะจงลงไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง แต่นำลิขสิทธิ์ทั้งหมดมาไว้ที่ส่วนกลาง ใครจะใช้ซอฟต์แวร์ก็จะดึงลิขสิทธิ์ออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (License Server) ไป และเมื่อทำการปิดซอฟต์แวร์ ตัวลิขสิทธิ์ที่ถูกดึงออกไป ก็จะถูกส่งกลับคืนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในทันที หรืออาจมีระบบการยืมลิขสิทธิ์ (Borrow License) ออกไปจากเครื่องแม่ข่ายช่วงระยะเวลาหนึ่งก็สามารถทำได้ด้วย เช่น การยืมลิขสิทธิ์ (Borrow License) ไปลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook) เพื่อนำเครื่องนั้นไปนำเสนองานหรือไปทำงานยังสถานที่อื่นที่อยู่ภายนอกระบบเครื่องแม่ข่าย (License Server) และเมื่อครบกำหนดเวลาที่กำหนดไว้ลิขสิทธิ์ก็จะถูกส่งคืนกลับไปยังเครื่องแม่ข่ายโดยอัตโนมัติ และเครื่องคอมพิวเตอร์พกพานั้นก็จะไม่สามารถใช้โปรแกรมได้อีกต่อไปจนกว่าจะเกิดการยืมลิขสิทธิ์จากเครื่องแม่ข่ายอีกครั้ง เป็นต้น

ดังนั้นในการพิจารณาเลือกใช้ลิขสิทธิ์ของซอฟต์แวร์จึงควรเลือกลักษณะของลิขสิทธิ์ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานซอฟต์แวร์ที่องค์กรนั้นๆ เป็นอยู่ หรือคิดว่าต้องการให้เป็น เพื่อให้เกิดการใช้งานที่มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งนี้ระบบลิขสิทธิ์ในแบบติดตั้งลงบนเครือข่าย (Network License) นั้นจะมีราคาที่สูงกว่าระบบแบบติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว (Standalone License)

หมายเหตุ: สำหรับ AECOsim Building Designer และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ของ Bentley License จะไม่แยกเป็นแบบ Standalone License กับ Network License เมื่อผู้ซื้อผลิตภัณฑ์จะต้องทำการสั่งซื้อบริการซึ่งเรียกว่า SELECT Subscription ด้วย ซึ่งหากผู้ใช้งานต้องการใช้งานแบบ Network ผู้ใช้งานสามารถทำได้ทันทีโดยไม่มีค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพิ่มเติม (การใช้งานแบบ Network License ผู้ใช้งานจำเป็นต้องอยู่บน SELECT Subscription)

การบันทึก (Save as) ให้ถ้อยหลังรุ่น (Version) ของซอฟต์แวร์ BIM

ประเด็นนี้ถือเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญมากที่เป็นข้อจำกัดของการทำงานด้วย BIM เนื่องจากซอฟต์แวร์ BIM ส่วนใหญ่จะไม่สามารถบันทึกให้ถ้อยหลังไปยังรุ่นก่อนหน้าได้ เช่น หากใช้ Autodesk Revit 2015 จะไม่สามารถทำการบันทึกไฟล์ให้เป็นรุ่น 2014 หรือรุ่นก่อนหน้าได้ เป็นต้น ในทางกลับกันหากผู้ใช้มีไฟล์ Autodesk Revit ในรุ่นก่อนหน้า เช่น มีไฟล์ในรุ่น 2013 ก็จะสามารถนำมาเปิดด้วย Autodesk Revit รุ่น 2015 ได้ อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์ BIM บางตัวสามารถบันทึกไฟล์ถ้อยหลังได้ เช่น หากใช้ ArchiCAD ก็จะสามารถทำการบันทึกไฟล์ถ้อยหลังไปยังรุ่นก่อนหน้าได้หนึ่งรุ่น เช่น ArchiCAD18 สามารถทำการบันทึกไฟล์ให้ไปเปิดด้วย ArchiCAD 17 ได้แต่จะไม่สามารถบันทึกถ้อยหลังไปยังรุ่นก่อนหน้าได้มากกว่าหนึ่งรุ่น เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากในการพัฒนาซอฟต์แวร์ BIM นั้น วัตถุ 3 มิติ ต่างๆ ได้มีการกำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูลประกอบกับวัตถุ 3 มิติไว้ภายในไฟล์นั้นๆ ด้วย ดังนั้น เมื่อมีการพัฒนาในรุ่นที่ใหม่ขึ้น ก็เท่ากับว่าโครงสร้างของข้อมูลที่อยู่ภายในไฟล์นั้นๆ ถูกเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทำให้การบันทึกไฟล์ถ้อยหลังรุ่นนั้นทำได้ไม่มาก หรือไม่สมารถกระทำได้เลย

ดังนั้นในการนำ BIM ไปใช้งานภายในองค์กร จำเป็นต้องมีการวางแผนของการทำงานในแต่ละโครงการว่า จะใช้ซอฟต์แวร์ในรุ่นใด ยิ่งโดยเฉพาะเป็นการทำงานประสานงานกันระหว่างองค์กรกับองค์กรด้วยกัน การตกลงรุ่นของซอฟต์แวร์ที่จะใช้จึงเป็นสิ่งที่จะต้องดำเนินการเป็นอันดับแรกหากโครงการนั้นมีการนำ BIM เข้ามาใช้งาน

ไฟล์ของโครงการ / ชิ้นงาน มีขนาดไฟล์ที่ใหญ่พอสมควร โดยเฉพาะโครงการที่มีขนาดใหญ่

โดยไฟล์ชิ้นงาน BIM จะถูกเก็บอยู่ในรูปของไฟล์แบบไฟล์เดี่ยว (Single File) เป็นส่วนใหญ่ ในรูปแบบของโครงการ (Project Base) หรือในกรณีที่อาคารหลายๆ อาคารในผังที่ดิน ก็อาจจะทำการเก็บไฟล์ได้ในลักษณะของหลายๆ ไฟล์ที่อ้างอิงกัน (Reference Files) ดังนั้นไฟล์ของโครงการหรือชิ้นงานจึงมีขนาดที่ใหญ่พอสมควร ทั้งนี้เนื่องจากไฟล์ของ BIM มีลักษณะของโครงสร้างไฟล์ที่บรรจุตัวแบบจำลอง 3 มิติ และข้อมูลมากมายที่ประกอบกับตัวแบบจำลอง ดังนั้นนอกจากพื้นที่สำหรับติดตั้งโปรแกรมแล้ว การเตรียมพื้นที่ในการเก็บข้อมูลเพื่อรองรับการทำงานจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก โดยเฉพาะในองค์กรขนาดใหญ่มีระบบศูนย์กลางข้อมูล (Server) ก็จะต้องมีการวางแผนและเตรียมพื้นที่เพื่อรองรับการทำงานไปพร้อมๆ กันด้วย

2.5.2 บุคลากร (Human Resource/ People)

ปัจจัยทางด้านบุคลากรนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะมีผลต่อการนำ BIM ไปใช้งานภายในองค์กร ทั้งนี้เนื่องจากแนวคิดของ BIM นั้นได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานไปอย่างมาก จากเดิมที่เราทำงานภายในระบบการเขียนแบบและนำเสนองานในลักษณะแยกส่วน หรือมีการทำงานในแบบจาก 2 มิติ ไปหา 3 มิติ และมีการแยกการวิเคราะห์ออกไปอีกขั้นตอนหนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแบบ (Drawings) การวิเคราะห์ (Analysis) ตลอดจนสิ่งที่นำเสนอ (Presentation) หรือแม้กระทั่งข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปของแบบของภาพ (Non-Graphic Data) ทำให้เรามักจะพบความขัดแย้งที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ตั้งแต่กระบวนการพัฒนาแนวคิดของแบบ (Conceptual Design) ขั้นตอนการพัฒนาแบบ (Design Development) ตลอดจนเป็นแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) ยิ่งถ้าหากมีการนำส่วนที่เป็นงานโครงสร้าง (Structural) และงานระบบ (Mechanical Electrical Plumbing) เข้ามารวมแล้วก็จะพบปัญหาที่เกิดขึ้นมากมายเข้าไปอีก ดังนั้นระบบ BIM จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อขัดแย้งดังกล่าว ด้วยการนำทุกๆ เรื่องมาบูรณาการ (Integration) เข้าด้วยกัน และพัฒนากระบวนการทำงานไปพร้อมๆ กัน

การพัฒนาบุคลากรในองค์กรให้สามารถทำงานด้วย BIM ได้ จึงเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง หากจะนำระบบนี้เข้าไปใช้พัฒนางานภายในองค์กร ซึ่งโดยส่วนมากแล้วก็มักจะเริ่มต้นด้วยการเรียนรู้การใช้งานซอฟต์แวร์ BIM ด้วยการจัดให้มีการฝึกอบรม เพื่อเรียนรู้กระบวนการทำงาน (Workflow) ของซอฟต์แวร์และเข้าใจถึงวิธีการทำงานของซอฟต์แวร์ ตลอดจนการใช้คำสั่งต่างๆ เพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับองค์กรของตนเองได้ ดังนั้นปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการพัฒนาบุคลากรในองค์กร จึงเป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.5.2.1 ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมบุคลากร (Training Costs)

โดยเป็นค่าใช้จ่ายที่องค์กรจะต้องจัดเตรียมไว้ เพื่อให้พนักงานภายในองค์กรได้เข้ารับการเรียนรู้การใช้งานซอฟต์แวร์และแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้วย BIM ซึ่งอาจจะมีการวางแผนในการดำเนินการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจาก BIM นั้นค่อนข้างมีความสลับซับซ้อนอยู่พอสมควร

และเป็นการบูรณาการองค์ความรู้และกระบวนการทำงานหลายๆ ด้านเข้าด้วยกัน ดังนั้นในการฝึกอบรมบุคลากรในแต่ละกลุ่มจึงอาจมีการเรียนรู้และการทำความเข้าใจการใช้งานซอฟต์แวร์บนระบบ BIM ที่แตกต่างกันไป เช่น ฝ่ายออกแบบ (Design Team) ก็จะเรียนรู้ขั้นตอนต่างๆ ของการใช้งานซอฟต์แวร์ BIM เพื่อมาตอบสนองวิธีการทำงานในส่วนความรับผิดชอบของตนเอง ฝ่ายผลิต (Production Team) ก็จะเรียนรู้วิธีการและขั้นตอนต่างๆ ของการใช้งานซอฟต์แวร์ เพื่อนำไปสู่การผลิตแบบขออนุญาตก่อสร้าง และแบบก่อสร้าง เป็นต้น

2.5.2.2 เวลาที่เสียไปกับการเรียนรู้และฝึกอบรม (Training Times)

เป็นอีกหนึ่งเรื่องที่ต้องเตรียมเวลาเอาไว้สำหรับการเรียนรู้และฝึกอบรม โดยเฉพาะกับองค์กรที่มีขนาดใหญ่ การบริหารจัดการเวลาให้บุคลากรได้เรียนรู้และฝึกอบรมจำเป็นต้องวางแผนให้ชัดเจน เช่นในหลายๆ สำนักงานก็จะใช้วิธีการส่งบุคลากรที่คัดเลือกมาแล้ว ทั้งในระดับบริหารและระดับปฏิบัติการไปทำงานอบรมในกลุ่มแรก แล้วค่อยนำสิ่งที่ได้จากการอบรมนั้นมาถ่ายทอดทำการอบรมภายในองค์กรอีกต่อหนึ่ง เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและให้คนภายในองค์กรได้ฝึกหัดและเรียนรู้กันเอง ในทางกลับกันบางบริษัทก็จะทำการส่งบุคลากรไปทำการอบรมทั้งหมด โดยการวางแผนทยอยส่งผลบุคลากรไปเรียนรู้และฝึกอบรมด้วยการบริหารเวลาเพื่อให้ส่งผลกระทบต่อการทำงานในปัจจุบันที่กำลังดำเนินการอยู่น้อยที่สุด

2.5.2.3 เวลาที่สูญเสียไปกับการฝึกฝนและเพิ่มทักษะของบุคลากร (Learning Curve)

เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญไม่น้อย เพราะภายหลังจากที่ได้มีการเรียนรู้และฝึกอบรมแล้ว การให้เวลากับการฝึกฝนและเพิ่มทักษะจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมือของซอฟต์แวร์ BIM นั้นประกอบด้วยเครื่องมือและคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานอยู่มากพอสมควร โดยในกระบวนการเพิ่มทักษะและการฝึกฝนการใช้งานนั้น อาจจะมีการนำโครงการตัวอย่างที่มีขนาดพอสมควรมาใช้ในการทดสอบและทดลองในการสร้างขึ้นงานดู เพื่อให้ได้รับทราบถึงปัญหาอุปสรรคและขั้นตอนในการทำงาน จนสามารถปรับปรุงการทำงานให้มีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ซึ่งการใช้งานในช่วงต้นอาจใช้เวลามากกว่าหรือเท่ากับกระบวนการเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

ปัจจุบันการนำ BIM เข้ามาใช้พัฒนาระบบงานขององค์กรเป็นที่ได้รับความนิยมจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วยเช่นกัน ดังนั้นบุคลากรที่มีความสามารถและประสบการณ์ทางด้าน BIM จึงเป็นที่ต้องการเป็นอย่างยิ่ง ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ แม้ว่าในประเทศไทยจะมีสถาบันการศึกษาทางด้านสถาปัตยกรรมที่ได้มีการบรรจุเนื้อหาทางด้าน BIM นี้เข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนในหลักสูตรแล้วก็ตาม แต่ผลผลิตที่ออกมาก็ยังไม่ทันต่อความต้องการของตลาดอยู่ดี ดังนั้นสำนักงานสถาปนิกและสำนักงานออกแบบจึงมีความจำเป็นที่จะต้องวางแผนเพื่อการพัฒนาบุคลากรของตนเองควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้ได้บุคลากรที่มีประสิทธิภาพและความสามารถทางด้าน BIM ที่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานภายในองค์กรของตน ดังนั้นสำนักงานออกแบบต่างๆ จึงควรมีการกำหนดแนวทางในการพัฒนาบุคลากรทางด้าน BIM เพื่อให้การนำ BIM เข้ามาประยุกต์ใช้กับองค์กรสามารถดำเนินการได้อย่างมีระบบและสอดคล้องสัมพันธ์กับกระบวนการทำงานขององค์กร ทั้งนี้ก็ขึ้นกับว่าองค์กรนั้นๆ จะนำ BIM เข้ามาประยุกต์ใช้กับองค์กรในลักษณะใด โดยในต่างประเทศก็มักจะมีตำแหน่งงานใหม่ๆ เกิดขึ้นกับองค์กรที่ได้นำระบบ BIM ไปใช้งาน เช่น

- ตำแหน่งผู้จัดการ BIM (BIM Manager) ตำแหน่งนี้ทำหน้าที่ในการวางวัตถุประสงค์ กระบวนการมาตรฐาน และข้อตกลงในการทำงาน ทั้งโครงการขนาดเล็กและโครงการขนาดใหญ่

- ตำแหน่งผู้ประสานงาน BIM (BIM Coordinator) ตำแหน่งนี้จะทำหน้าที่ปฏิบัติตามแผนการทำงาน ตรวจสอบข้อมูล BIM ประสานงานระหว่างสาขาอาชีพ (Discipline) รวมถึงการสร้างชิ้นงานบางอย่าง ซึ่งผู้ที่ทำงานในตำแหน่งงานนี้จะสามารถดูแลโครงการได้หลายๆ โครงการพร้อมๆ กัน
- ตำแหน่งฝ่ายผลิต BIM (BIM Production) ตำแหน่งนี้จะทำหน้าที่เป็นฝ่ายผลิตตัวชิ้นงาน BIM ทั้งในด้านการสร้างแบบจำลอง และสร้างแบบ Drawing

2.5.3 วิธีการทำงานและคู่มือการปฏิบัติงานด้วย BIM (Procedure)

ในส่วนขั้นตอนของวิธีการทำงานและขั้นตอนของการปฏิบัติงานด้วย BIM นั้น ถือเป็นปัจจัยหลักด้านหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะมีผลต่อความสำเร็จในการนำ BIM ไปใช้งาน เนื่องจาก BIM มีเป้าหมายเพื่อลดกระบวนการสูญเสียในกระบวนการออกแบบและกระบวนการก่อสร้างอยู่แล้ว ดังนั้นองค์กรที่จะนำ BIM เข้าไปใช้งานภายในองค์กร จึงมีประเด็นและปัจจัยสำคัญที่จะต้องพิจารณาในด้านดังกล่าว ดังนี้

1. การจัดผังองค์กร
2. บทบาทหน้าที่ของบุคลากร
3. กระบวนการในการทำงานบนระบบ BIM
4. กระบวนการทำงานร่วมกัน
5. การควบคุมคุณภาพ

โดยในกระบวนการทำงานด้วย BIM นั้น แบบจำลอง BIM จะประกอบด้วยกลุ่มของข้อมูลอยู่ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ ข้อมูลกราฟิก (Graphics) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) ซึ่งหากอธิบายง่ายๆ ก็คือข้อมูลที่เกิดจากตัวรูปทรงเรขาคณิตของตัวแบบจำลอง และข้อมูลที่ประกอบติดกับตัวแบบจำลองในลักษณะของข้อมูลเชิงบรรยายหรือเชิงคุณลักษณะนั่นเอง (Attribute Data) ซึ่งสามารถสรุปออกแบบได้ดังนี้

1. ข้อมูลกราฟิก (Graphics) เช่น ขนาด พื้นที่ ปริมาตร ความสูง และตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุ เป็นต้น
2. ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) เช่น ชื่อของวัตถุ ข้อมูลคุณลักษณะของวัสดุ ยี่ห้อ รุ่น ราคา เป็นต้น

การบริหารข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนและการกำหนดเป้าหมายตลอดจนการกำหนดหน้าที่และการควบคุมลักษณะของผลงานที่จะออกมาในแต่ละขั้นตอนของการทำงาน เช่น รายละเอียดของวัสดุผนัง ในช่วงต้นของการออกแบบร่าง จะยังไม่กำหนดรายละเอียดลงไป แต่จะระบุความหนาของผนังเอาไว้ ต่อมาในช่วงของการพัฒนาแบบรายละเอียด จึงค่อยมาเพิ่มเติมชั้นของวัสดุลงไปในความหนาของผนังนั้นว่าจะประกอบด้วยชั้นวัสดุอะไรบ้าง จนเมื่อถึงกระบวนการทำแบบก่อสร้าง ก็จะระบุข้อมูลของชั้นวัสดุให้ชัดเจนว่าวัสดุนั้นคืออะไร เพื่อใช้สำหรับสื่อสารกับผู้ก่อสร้างต่อไป เป็นต้น ซึ่งก็คือเรื่องของ การกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development: LOD) แบบจำลอง BIM ให้สัมพันธ์กันกับกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนนั่นเอง

ในการกำหนดวิธีการและขั้นตอนของการทำงานด้วย BIM นั้น จะต้องมี การวางแผนของกำลังคน แผนงาน และระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) แบบจำลอง BIM ให้สอดคล้องกันเพื่อให้ผลงานที่ได้ออกมาตรงตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

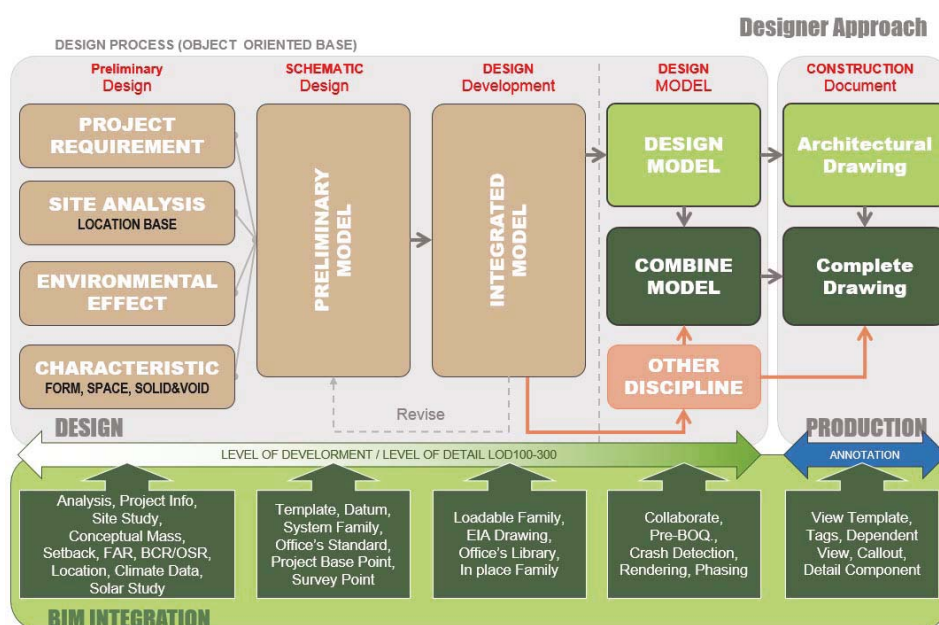
เมื่อได้มีการวางแผนงานและกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) แบบจำลอง BIM ให้สอดคล้องกับบทบาทหน้าที่ของบุคลากรแล้ว จะทำให้การทำงานด้วย BIM มีประสิทธิภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานที่

วางไว้ โดยในส่วนของสถาปนิกเองก็จะทำการสร้างแบบจำลอง BIM ในส่วนของงานสถาปัตยกรรมตามหน้าที่ และวิชาชีพที่ตนเองได้รับมอบหมายไว้

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง BIM จะเป็นการสร้างแบบจำลองในลักษณะของการสร้างโดยการ แบ่งแยกออกเป็นแต่ละสาขาอาชีพ (Discipline) ซึ่งแบบจำลองก็จะมีปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโดยผู้ใช้งาน ภายในขณะทำงานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อถูกนำไปประสานแบบกับแบบของวิศวกรโครงสร้างและวิศวกรงาน ระบบก็ควรจะมียึดตกลงร่วมกันในด้านของจุดพิกัดเริ่มต้นให้ตรงกัน เพื่อให้แบบจำลอง BIM ในแต่ละสาขา อาชีพ (Discipline) สามารถนำมาประสานในตำแหน่งเดียวกันได้ลงตัวจากจุดอ้างอิงเดียวกัน

เมื่อได้มีการนำแบบจำลอง BIM ในแต่ละสาขาอาชีพ (Discipline) มาประสานรวมกันแล้ว ซอฟต์แวร์ ด้าน BIM ก็จะช่วยผู้ใช้ในการทำการตรวจสอบข้อขัดแย้งต่างๆ (Clash Detection) เช่น กรณีที่ท่อน้ำ (Pipe) วิ่งชนกับคาน (Beam) และผนัง (Wall) เป็นต้น โดยข้อขัดแย้งจากการประสานแบบนี้จะเกิดขึ้นในหลายๆ ลักษณะและในหลายๆ กรณีซึ่งก็จะต้องอาศัยการหารือและการประชุมร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปในข้อขัดแย้งนั้นๆ และนำไปแก้ไขในส่วนของแบบจำลอง BIM ที่แต่ละฝ่ายรับผิดชอบกันไป

จากนั้นเมื่อได้แบบจำลอง BIM ที่มีระดับความละเอียดเพียงพอที่จะจัดทำแบบก่อสร้าง (Construction Documents) ขั้นตอนนี้ก็จะเป็นการนำแบบจำลอง BIM มาทำการสร้างมุมมองให้อยู่ในรูปแบบของ 2 มิติ เช่น ผังพื้น รูปด้าน รูปตัด ตลอดจนแบบขยายส่วนต่างๆ ของแบบจำลอง BIM เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารกับผู้ที่นำ แบบก่อสร้างนี้ไปทำการก่อสร้างต่อไป โดยแบบก่อสร้างที่เกิดจาก BIM นั้นก็จะมีความสัมพันธ์กันกับ แบบจำลอง BIM ซึ่งจะมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่ากระบวนการทำแบบ 2 มิติในลักษณะเดิมที่ใช้วิธีการเขียน แบบแยกแผ่น นอกจากนี้ในการจัดทำแบบก่อสร้างด้วย BIM ก็อาจจะมีการนำแบบจำลอง BIM ในมุมมองที่เป็น 3 มิติ บรรจุลงไปในแบบ 2 มิติด้วย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารและการทำความเข้าใจแบบ ต่อผู้ ที่นำแบบไปใช้งานต่อไป



ภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างของการขั้นตอนการทำงานให้สัมพันธ์กับระดับขั้นในการพัฒนา (LOD)
ที่มา: บริษัท วีอาร์ ดีจิิตอล จำกัด

2.5.4 ข้อมูล (Data / Information)

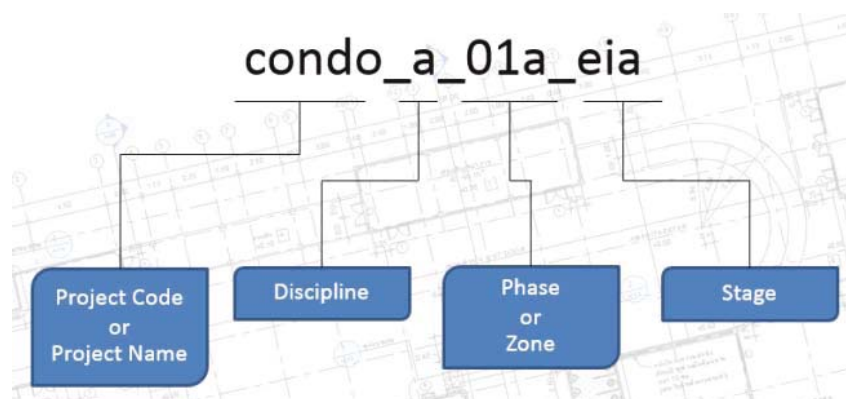
ข้อมูล (Data / Information) นั้นเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการทำงานด้วย BIM เป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนของคุณสมบัติที่ต้องใช้สำหรับประกอบการสร้างแบบจำลอง BIM และข้อมูลที่ใช้สำหรับประกอบเพิ่มเติมลงไปเพื่อให้แบบจำลองนั้นๆ มีข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ ดังนั้นองค์กรที่จะทำงานด้วย BIM จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการในการจัดการวางระบบข้อมูลต่างๆ ในการทำงาน ทั้งนี้การจัดการข้อมูลต่างๆ ก็เพื่อให้การทำงานภายในองค์กรหรือระหว่างองค์กรนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันและมีมาตรฐานการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการทำความเข้าใจรูปแบบและวิธีการจัดระบบข้อมูลของอีกหน่วยงาน และก็จะช่วยให้ผู้ใช้งานภายในองค์กรไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการปรับแต่งเครื่องมือให้เข้ากับการทำงานของตนเอง และสามารถใช้งานเป็นกรอบเดียวกันทั้งองค์กร และหลายๆ องค์กรร่วมกันได้ โดยมีประเด็นที่จะต้องพิจารณา ดังนี้

2.5.4.1 การกำหนดการตั้งชื่อไฟล์ของโครงการ (Project)

โดยในหลักการทั่วไปที่ใช้สำหรับการตั้งชื่อไฟล์ของงานในระบบคอมพิวเตอร์ก็จะมีกำหนดให้มีการตั้งชื่อไฟล์เป็นภาษาอังกฤษและตัวเลข ควรใช้ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กทั้งหมด เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดจากกรณีของ Case Sensitivity ที่การใช้ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กและตัวพิมพ์ใหญ่อาจจะเป็นไฟล์คนละไฟล์ถึงแม้จะมีชื่อไฟล์เหมือนกัน เช่น Condo3d.JPG, condo3D.jpg เป็นต้น และไม่ควรใช้ Space Bar หรือการเว้นวรรคกับการตั้งชื่อไฟล์

ส่วนการตั้งชื่อไฟล์สำหรับโครงการ ก็อาจมีการตั้งโดยการกำหนดชื่อเรียงลำดับกันโดยคั่นด้วยเครื่องหมาย “_” ดังนี้

- รหัสโครงการหรือชื่อโครงการ (Project Code หรือ Project Name)
- ประเภทของงาน (Discipline) เช่น หมวดงานสถาปัตยกรรมใช้สัญลักษณ์ “A” หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้างใช้สัญลักษณ์ “S” หมวดงานระบบใช้สัญลักษณ์ “MEP” เป็นต้น
- ช่วงระยะเวลาของไฟล์งานหรือโซนของไฟล์งาน (Phase หรือ Zone)
- ช่วงสถานะของไฟล์งาน เช่น ช่วงแบบรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมใช้คำว่า “EIA” เป็นต้น



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการตั้งชื่อไฟล์ของโครงการ

2.5.4.2 การสร้าง Templates ที่เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละโครงการ

ใช้เป็นมาตรฐานการทำงานขององค์กร เพื่อลดระยะเวลาในการปรับแต่งเครื่องมือ

2.5.4.3 การกำหนดหน่วยการวัดในการทำงาน BIM

สำหรับประเทศไทยจะมีการทำงานด้วยระบบหน่วย 2 ลักษณะด้วยกันคือ ระบบเมตรและระบบ มิลลิเมตร โดยการทำงานด้วย BIM นั้นมักจะเป็นการทำงานระบบหน่วยวัดแบบผสม (Multi-Unit) ซึ่งจะสามารถตั้งค่าภายในซอฟต์แวร์ได้ในแบบหลายๆ หน่วยพร้อมกันและทำงานไปได้ด้วย เช่น การเขียนงานจะใช้ระบบหน่วยหลักเป็นมิลลิเมตร แต่การเขียนงานระบบท่ออาจมีการตั้งระบบหน่วยของขนาดของท่อเป็นนิ้วเพื่อใช้ในการเขียน เป็นต้น

2.5.4.4 การกำหนดชื่อของฐานข้อมูลภายใน BIM

เช่น ชื่อประเภทของผนัง (Wall Type) ชื่อของประตูและหน้าต่าง เป็นต้น

2.5.4.5 การกำหนดรูปแบบของสัญลักษณ์และระบบงานเขียนแบบต่างๆ

ทั้งระบบการบอกระยะ (Dimensions) ประเภทและรูปแบบของเส้น (Line Styles) น้ำหนักของเส้น (Line Weights) และรูปแบบของสัญลักษณ์ต่างๆ ในการสื่อความหมาย เช่น สัญลักษณ์ประตู สัญลักษณ์ หน้าต่าง สัญลักษณ์พื้น สัญลักษณ์ฝ้าเพดาน สัญลักษณ์ผนัง เป็นต้น

2.5.4.6 การกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development: LOD)

ในการสร้างชิ้นงานภายในโครงการให้สัมพันธ์กับช่วงเวลาในแต่ละระดับขั้นของโครงการออกแบบ (Design Phase) ทั้งข้อมูลกราฟิก (Graphics) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) (ดูรายละเอียดได้ในหัวข้อที่ 2.3)

2.5.5 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นสาระสำคัญไม่น้อยสำหรับองค์กรที่ทำงานในยุคที่มีการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) ในการทำงานเป็นหลัก ยิ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรที่ทำงานด้านสถาปัตยกรรมในปัจจุบันที่นับได้ว่าเป็นสายอาชีพที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในระดับสูงมากสาขาวิชาหนึ่ง ซึ่งจะเห็นได้จากในทุกๆ สำนักงานสถาปนิกที่มีอัตราส่วนของผู้ใช้คอมพิวเตอร์กับจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์เป็น 1:1 แล้วในปัจจุบัน แต่สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญในการเตรียมความพร้อมสำหรับระบบการทำงานด้วย BIM คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network) ทั้งนี้เนื่องจากซอฟต์แวร์ BIM มักจะมีลักษณะของการทำงานบนพื้นฐานของไฟล์คอมพิวเตอร์ไฟล์เดียว (Single File) เพื่อเป็นการรักษาความสำคัญระหว่างตัววัตถุ (Model) และตัวข้อมูล (Information) ระหว่างกันไว้ จึงเป็นปัญหาว่า หากโครงการหนึ่งๆ มีความจำเป็นที่ต้องทำงานร่วมกันหลายๆ คนพร้อมๆ กันจะต้องดำเนินการอย่างไร

คำตอบก็คือซอฟต์แวร์ BIM นั้นมีระบบรองรับการทำงานเป็นกลุ่ม (Teamwork) อยู่แล้ว โดยจะเป็นการทำงานร่วมกันผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถทำงานร่วมกันในเวลาเดียวกันได้ ดังนั้นสาระสำคัญของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่องค์กรนั้นๆ จะต้องเตรียมพร้อมและต้องพิจารณาเพื่อ

รองรับการทำงานด้วย BIM ก็คือเรื่องของความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย (Bandwidth) รวมไปถึงอุปกรณ์ระบบเครือข่ายที่มีศักยภาพรองรับการทำงานเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องพร้อมกันด้วย

2.6 บุคลากรในกระบวนการทำงานระบบ BIM

2.6.1 BIM Professionals (วิชาชีพ BIM)

วิชาชีพที่เกี่ยวข้องในกระบวนการทำงาน BIM คือ ผู้จัดการ (BIM Manager) และผู้ประสานงาน BIM (BIM Coordinators) โดยแต่ละตำแหน่งมีหน้าที่ดังนี้

ตารางที่ 2-22 ตำแหน่งและหน้าที่ในกระบวนการทำงาน BIM

ตำแหน่ง	หน้าที่
ผู้จัดการ BIM (BIM Manager)	บริหารจัดการเกี่ยวกับ — แผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) — กำหนดเป้าหมายและผู้ใช้งาน BIM — กำหนดความรับผิดชอบในการทำงานของแต่ละฝ่าย — ผลผลิตของ BIM — ตารางการส่งมอบงาน (Delivery Schedules) — ควบคุมคุณภาพ BIM — ดูแลการประสานงานของแต่ละฝ่าย (BIM Coordination)
ผู้ประสานงาน BIM สำหรับผู้ควบคุมงานก่อสร้าง (BIM Coordinator for Consultant)	มีบทบาทช่วงการออกแบบและงานก่อสร้าง — จัดทำแบบจำลองและเอกสารแบบโครงการ — กำหนดสาขาอาชีพในการทำงาน BIM แต่ละฝ่าย — ประสานงานระหว่างฝ่ายออกแบบ ฝ่ายที่ปรึกษาในการออกแบบ และฝ่ายประมาณราคา — ประสานงานระหว่างผู้รับเหมาหลักกับผู้รับเหมารายย่อย — ควบคุมคุณภาพในการสร้างแบบจำลอง
ผู้ประสานงาน BIM สำหรับผู้รับเหมาก่อสร้าง (BIM Coordinator for Contractor)	มีบทบาทช่วงงานก่อสร้าง — ประสานงานระหว่างฝ่ายออกแบบ และผู้รับเหมารายย่อย — ศึกษาเอกสารในการประมาณราคา — ตรวจสอบแบบจำลอง และแบบ Drawing จากฝ่ายออกแบบ — ใช้ BIM ในการประสานงานเพื่อวางแผนการก่อสร้าง และการประมาณราคา — สร้างแบบจำลองสำหรับการก่อสร้างอาคาร และ As-built Drawing — ควบคุมคุณภาพของแบบจำลอง

2.6.2 คุณสมบัติของแต่ละตำแหน่ง

2.6.2.1 ผู้จัดการ BIM (BIM Manager)

- มีประสบการณ์ในการออกแบบและก่อสร้างอย่างน้อย 5 ปี
- มีความรู้ในการทำงานของ BIM ในเชิงลึก
- สามารถเขียนและสื่อสารกับผู้อื่นได้ดี
- ทำงานแบบมืออาชีพ
- สามารถใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อบรรลุเป้าหมายตามแผนงานในการทำงานที่วางไว้
- สามารถบริหารจัดการ ตรวจสอบ และจัดลำดับความสำคัญของงานที่ได้รับมอบหมายได้
- สามารถทำงานเป็นทีมได้ดี
- สามารถสอน และแก้ปัญหาได้ดี

2.6.2.2 ผู้ประสานงาน BIM สำหรับผู้ควบคุมงานก่อสร้าง (BIM Coordinator for Consultant)

- มีประสบการณ์ในการออกแบบและก่อสร้างอย่างน้อย 1-2 ปี
- มีประสบการณ์ขั้นต่ำ 1 ปี ในการใช้ซอฟต์แวร์ BIM
- มีความสามารถในการรวบรวม ตรวจสอบ และวางแผนการทำให้แบบจำลองได้
- มีความเข้าใจในตัวซอฟต์แวร์การสร้างแบบจำลองต่างๆ และสามารถทำงานร่วมกับ BIM Manager ทีมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสร้างแบบจำลอง BIM

2.6.2.3 ผู้ประสานงาน BIM สำหรับผู้รับเหมาก่อสร้าง (BIM Coordinator for Contractor)

- มีประสบการณ์ในการออกแบบและก่อสร้างอย่างน้อย 2-5 ปี
- มีประสบการณ์ขั้นต่ำ 1 ปี ในการใช้ซอฟต์แวร์ BIM
- มีความสามารถในการรวบรวม ตรวจสอบ และวางแผนการทำให้แบบจำลองได้
- มีความเข้าใจในตัว ซอฟต์แวร์ การสร้างแบบจำลองต่างๆ และทำงานร่วมกับทีมผู้ออกแบบ ชัฟฟลายเออร์ และงานระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสร้างแบบจำลอง BIM

2.7 การทำงานร่วมกันด้วย BIM (BIM Collaboration Process)

เนื่องจากกระบวนการทำงานด้วย BIM นั้น เป็นลักษณะของการทำงานที่มีผู้เกี่ยวข้องหลายส่วนและหลายขั้นตอนด้วยกัน ดังนั้นในการทำงานร่วมกันด้วย BIM จะต้องมีการกำหนดหน้าที่ และรูปแบบของการทำงาน และการประสานงานร่วมกันระหว่างทุกฝ่าย เพื่อให้กระบวนการทำงานนั้นสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าโครงการนั้นจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ตาม โดยในการทำงานนั้นมักมีการกำหนดรูปแบบของการทำงานร่วมกันโดยแบ่งตามหัวข้อ ดังนี้

2.7.1 พิกัดของโครงการ (Project Coordinate)

สิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการทำงานร่วมกันหลายฝ่ายคือ จะต้องมีการกำหนดจุดอ้างอิง (Project Base Point) เพื่อใช้ในการประสานงานร่วมกันระหว่างฝ่ายต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสถาปนิกและวิศวกรส่วนต่างๆ เพื่อให้แบบจำลอง BIM ที่จัดทำขึ้นมีระบบพิกัด (Coordinate) ที่ตรงกันและสามารถนำมาใช้อ้างอิงตำแหน่งเดียวกันได้ ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มจัดทำแบบจำลอง BIM ร่วมกัน การตกลงตำแหน่งของ Project Coordinate ร่วมกันจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เช่นในหลายๆ โครงการ อาจะกำหนดตำแหน่งของกริดเสาตอม่อต้นหนึ่งไว้สำหรับการอ้างอิง เป็นต้น

2.7.2 เป้าหมาย วัตถุประสงค์ ลักษณะของงาน (Goal / Objective / Job Description)

การทำงานร่วมกันด้วย BIM ผู้ร่วมงานในแต่ละส่วนจะต้องมีการกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ ตลอดจนหน้าที่ของผู้ร่วมงานให้เรียบร้อยว่า ใครรับผิดชอบในส่วนใด ใครดำเนินการทำในส่วนใด โดยมีความสัมพันธ์กับระดับของการพัฒนา (LOD) ที่ได้ตกลงกันไว้ เพื่อให้การทำงานด้วย BIM พร้อมๆ กัน มีประสิทธิภาพสูงสุด และได้การแสดงผลของแบบจำลองในส่วนของกราฟิก (Graphics) และส่วนของข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-graphics) จากแบบจำลอง มีความสัมพันธ์กันและถูกต้อง เช่น ในการทำงานส่วนใหญ่มักจะแบ่งหน้าที่การทำงานและไฟล์ของงาน BIM ออกตามสาขาวิชาชีพ (Discipline) เป็นงานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรม โครงสร้าง และงานระบบต่างๆ ซึ่งก็จะสัมพันธ์กันกับลักษณะงานที่ทำกันในปัจจุบันอยู่แล้ว ส่วนภายในทีมงานแต่ละทีมก็จะมีการกำหนดย่อยลงไปว่าใครทำอะไร และรับผิดชอบในส่วนใด เช่น ฝ่ายออกแบบและสร้างแบบจำลอง (Design & Modeling) และฝ่ายผลิตแบบขออนุญาตก่อสร้างและแบบก่อสร้าง (Production) เป็นต้น

2.7.3 มาตรฐานการตั้งชื่อของโครงการ (Project Standard Data Naming)

การตั้งชื่อต่างๆ เป็นประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยในการทำงานร่วมกันด้วย BIM ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการตั้งชื่อไฟล์ ตลอดจนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นชื่อประเภท (Type) ของแบบจำลองวัตถุต่างๆ ในโครงการนั้น ตลอดจนการตั้งชื่อตัวแปร (Parameter) ต่างๆ ที่มีในแบบจำลอง การตั้งชื่อต่างๆ ควรมีการกำหนดและสร้างข้อตกลงในการทำงานร่วมกันในทุกๆ ครั้งตั้งแต่เริ่มต้นโครงการเพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองนั้นมีรูปแบบเดียวกันและสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

2.7.4 จัดตั้งระบบการทำงานร่วมกัน (Setup Workset System)

ในการทำงานร่วมกัน สิ่งที่สำคัญไม่ได้คือการกำหนดวิธีในการเชื่อมโยงการทำงานกันไม่ว่าจะเป็นการเขียนแบบในปัจจุบัน หรือการทำงานด้วย BIM ก็ตาม โดยในการกำหนดวิธีการเชื่อมโยงการทำงานด้วย BIM นั้น

จะมีอยู่ 2 ลักษณะด้วยกันคือ การทำงานเชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยงาน และการทำงานเชื่อมโยงกันภายในหน่วยงาน

การทำงานเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงาน

การทำงานด้วย BIM นั้น ลักษณะของไฟล์งานมักจะสร้างขึ้นโดยมีการแยกแบบจำลองออกตามสาขาวิชาชีพ (Discipline) เป็นงานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานระบบอยู่แล้ว ซึ่งจะเป็นคนละหน่วยงาน หรือจะอยู่ภายในหน่วยงานเดียวกันก็ตาม การทำงานเชื่อมโยงดังกล่าวนี้ จึงหมายถึงการแยกระบบการทำงานตามลักษณะของวิชาชีพนั่นเอง โดยการทำงานนั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดรูปแบบและวิธีการทำงานเชื่อมโยงกัน ซึ่งก็สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การทำงานในรูปแบบของ Real-time Update และแบบ Non-real-time Update ซึ่งจะมีลักษณะของวิธีการในการทำงานที่แตกต่างกัน

— การทำงานแบบ Real-time Update

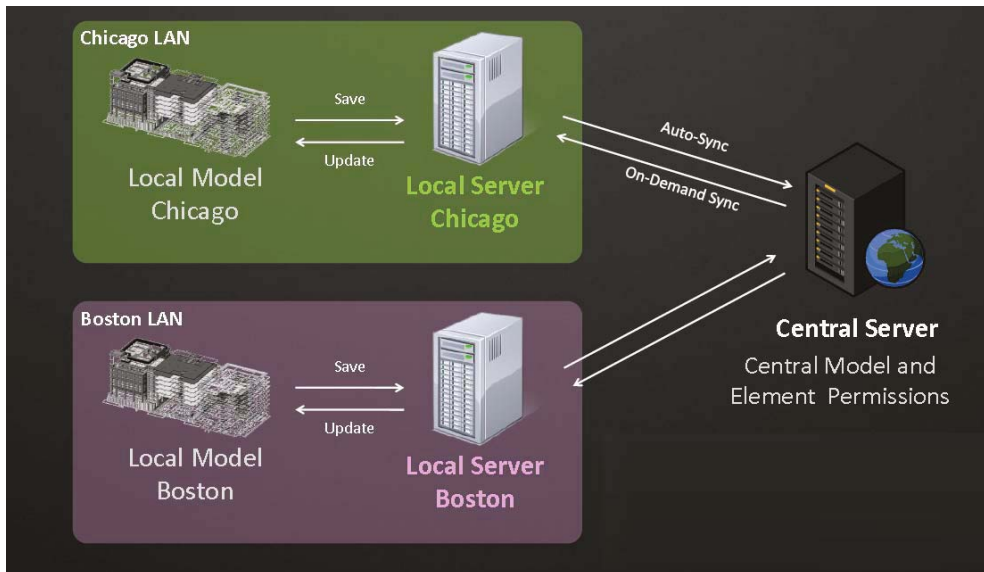
การทำงานแบบ Real-time Update นั้นผู้ใช้แต่ละหน่วยงานจำเป็นต้องมีการตั้งคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ขึ้นมา เพื่อให้คอมพิวเตอร์แม่ข่ายนั้นมีการเชื่อมโยงกันผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และทำงานเชื่อมโยงควบคุมกันไประหว่างหน่วยงาน และคนภายในหน่วยงานแต่ละหน่วยจะทำงานด้วยการสร้างชิ้นงานเชื่อมโยงกับแม่ข่ายของหน่วยงานตนเองเท่านั้น โดยระบบนี้มีศักยภาพที่สามารถทำงานได้ข้ามประเทศเลยทีเดียว

— การทำงานแบบ Non-real-time Update

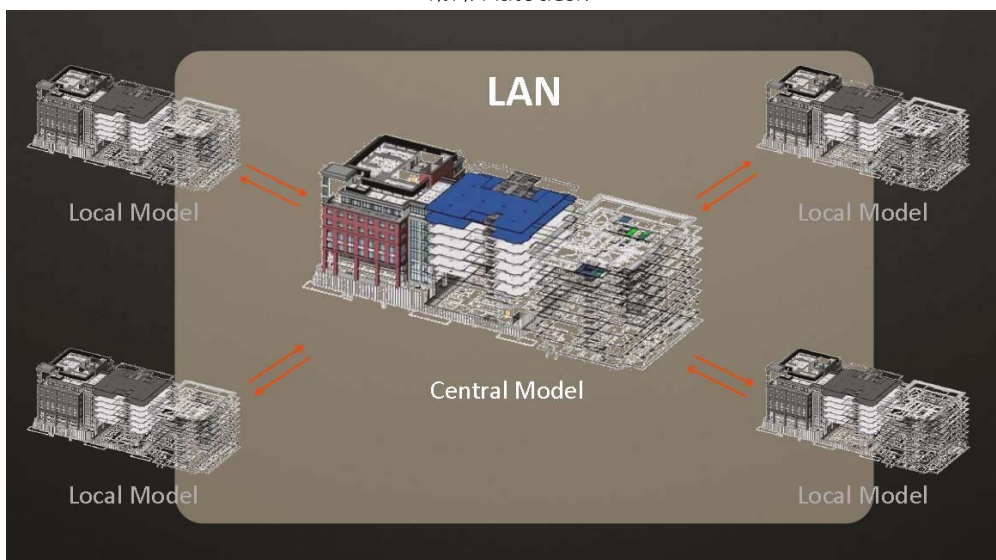
ลักษณะการทำงานเชื่อมโยงแบบนี้ ก็มักจะเป็นวิธีปฏิบัติที่ทำกัน คือ การส่งไฟล์ผ่านระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) หรือส่งผ่านโปรแกรมฝากไฟล์บนระบบคลาวด์ (Cloud Storage) ในกรณีที่ไฟล์นั้นมีขนาดใหญ่จนไม่สามารถส่งผ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ได้ โดยวิธีนี้หลังจากได้ไฟล์มาแล้วก็นำมาทำการอัปเดตในด้านการเชื่อมโยงไฟล์กันเป็นครั้งๆ ไป

การทำงานเชื่อมโยงภายในหน่วยงาน

การทำงานด้วย BIM นั้น ลักษณะของการสร้างแบบจำลองอาคารมักจะมีลักษณะของการทำงานในไฟล์เดียว (Single File) ดังนั้นในการทำงานร่วมกันหลายๆ คนพร้อมกัน แม้ว่าซอฟต์แวร์ BIM จะมีระบบเพื่อรองรับการทำงานพร้อมกันหลายคน แต่จะต้องมีการเตรียมไฟล์กลางขึ้นมาและมีการกำหนดค่าต่างๆ ตลอดจนการกำหนดหน้าที่ให้กับผู้ใช้ไฟล์กลางแต่ละคน เพื่อให้การทำงานที่เกิดขึ้นบนไฟล์กลางนั้นไม่มีความซ้ำซ้อนและไม่เกิดเหตุการณ์ของการเขียนทับกันไปกันมา ซึ่งการทำงานในลักษณะของการเชื่อมโยงกันภายในหน่วยงาน และมีการทำงานบนแบบจำลองเดียวกันนี้จะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) และทำงานเชื่อมโยงกันผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กร (LAN: Local Area Network)



ภาพที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการทำงานเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานผ่านคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
ที่มา: Autodesk



ภาพที่ 2.9 แสดงตัวอย่างการทำงานเชื่อมโยงภายในหน่วยงานบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN)
ที่มา: Autodesk

2.7.5 มาตรฐานการเขียนแบบของโครงการ (Project Documentation Standard Format)

เป็นเรื่องที่จะต้องมีการเตรียมและวางแผนก่อนการเริ่มต้นทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะรูปแบบของผลผลิตที่ออกแบบ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของส่วนที่เป็นกราฟิกในแบบ สัญลักษณ์ต่างๆ ตลอดจนรูปแบบของการแสดงผลของข้อมูลที่ไม่ได้อยู่ในรูปของกราฟิก เช่นพวกตารางต่างๆ เป็นต้น ซึ่งหากมีการกำหนดรูปแบบต่างๆ แล้ว จะทำให้การประสานงานและทำงานร่วมกันนั้นมีรูปแบบของผลผลิตไปในทิศทางเดียวกันและอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

3

สิ่งที่ควรทราบใน BIM Integrated BIM

3.1 การประยุกต์ใช้ BIM ในช่วงการก่อสร้าง

ช่วงการก่อสร้างอาคารถือเป็นช่วงเวลาที่มีมีการนำ BIM มาใช้งานจะได้ประโยชน์มากที่สุด เพราะแนวคิดหลักของ BIM นั้นคือการก่อสร้างอาคารจริงแต่เป็นการก่อสร้างในสภาพแวดล้อมเสมือนของคอมพิวเตอร์ โดยจะต้องสร้างองค์ประกอบจำลองของอาคารทุกชิ้น ทุกระบบ ตั้งแต่ชิ้นส่วนของงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบประกอบอาคาร ขึ้นมาทั้งหมดก่อน และองค์ประกอบเหล่านี้จะต้องเหมือนชิ้นส่วนในงานก่อสร้างจริงทุกประการ จากนั้นจึงจะนำองค์ประกอบต่างๆ มาประกอบกันเป็นอาคาร

หลังจากที่นำองค์ประกอบต่างๆ มาประกอบสร้างเป็นอาคารเสมือนแล้ว ถ้าพบว่าชิ้นส่วนใด หรือระบบใด ไม่ว่าจะเป็นงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบประกอบอาคาร การตกแต่งภายใน จุดใด บริเวณใด ที่มีปัญหา หรือมีความขัดแย้งกัน ทำให้อาคารไม่เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบต้องการ ก็สามารถปรับและแก้ไขปัญหาต่างๆ เหล่านั้นในแบบจำลองได้ล่วงหน้าก่อนนำไปใช้ในการก่อสร้าง

เรื่องนี้จึงสนับสนุนแนวคิดที่ว่า การแก้ไขแบบบนกระดาษหรือในแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ย่อมง่าย และมีต้นทุนต่ำกว่าการแก้ไขปัญหาที่หน้างานก่อสร้าง จึงเป็นหัวใจหลักที่ทำให้ BIM สามารถตอบสนองแนวคิดนี้ได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถแก้ไขปัญหางานก่อสร้างต่างๆ ด้วยมุมมองแบบ 3 มิติ คือ กว้าง ยาว สูง ที่ตรวจสอบได้ในทุกมุมมองโดยไม่ต้องใช้จินตนาการของผู้อ่านแบบช่วย แตกต่างจากการทำแบบก่อสร้างแบบ 2 มิติ ที่ต้องอาศัยจินตนาการของผู้อ่านแบบเพื่อสร้างภาพ 3 มิติ ในสมองซึ่งเป็นงานที่ยากที่สุดของการก่อสร้างสถาปัตยกรรม

เนื่องจากการทำงานในปัจจุบันข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำงาน และข้อมูลที่ต้องใช้ส่งงานยังคงต้องเป็นแบบ 2 มิติ ดังนั้นในการทำการก่อสร้างอาคาร ผู้รับเหมาจึงต้องส่งแบบ 2 มิติเหมือนปกติ

แบบที่ต้องผลิตเพื่อใช้ในช่วงการก่อสร้าง และหลังการก่อสร้างมี 2 ส่วนหลักๆ คือ แบบเพื่อใช้ทำงานก่อสร้าง หรือ Shop Drawing และแบบอาคารตามจริง หรือ As-built Drawing แบบทั้งสองส่วนนี้ในการทำงานด้วย BIM แบบจะมาจากการสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติที่ผนวกข้อมูลที่จำเป็นหลังจากผ่านการตรวจสอบความถูกต้องที่ไม่มีความขัดแย้งของทุกระบบแล้ว ข้อมูลของ BIM จะถูกนำมาผลิตเป็น Shop Drawing 2 มิติเพื่อนำไปใช้ส่งงาน และเพื่อใช้ส่งงานก่อสร้างต่อไป

หลังจากที่ทำการก่อสร้างอาคารเสร็จสิ้นแล้ว ถ้ามีอาคารส่วนใดที่ไม่ตรงกับ Shop Drawing ผู้รับเหมาก่อสร้างจะต้องนำข้อมูลที่มาจากการก่อสร้างจริงมาแก้ไขข้อมูลใน BIM แล้วนำมาผลิตเป็น As-built Drawing เพื่อนำส่งเจ้าของโครงการต่อไป

ผู้ที่ได้ประโยชน์จากการนำ BIM มาใช้งานช่วงการก่อสร้างมากที่สุดคือผู้รับเหมาก่อสร้างของทุกระบบ เพราะสามารถลดความขัดแย้งของข้อมูลและองค์ประกอบอาคารที่ต้องเกี่ยวข้องกัน เพราะสามารถเห็นภาพของทุกอย่างได้ล่วงหน้าก่อนที่จะลงมือก่อสร้างอาคารจริง สามารถควบคุมระยะเวลาการก่อสร้างเพราะเห็นงานทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นทำให้ตัดสินใจได้ว่างานใดควรมาก่อนมาหลัง อีกทั้งสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายได้อย่างแม่นยำโดยลดปริมาณวัสดุได้อย่างละเอียดถูกต้อง ลดเศษวัสดุในการก่อสร้างซึ่งเป็นต้นทุนสูญเสียไป วัสดุก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลคือลดเวลาและต้นทุนของผู้รับเหมาอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ การก่อสร้างในระบบการก่อสร้างปกติ

นอกจากการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และข้อมูลการก่อสร้างที่ครบถ้วนก่อนการก่อสร้าง ที่ช่วยลดปัญหาจากการขัดแย้งระหว่างงานก่อสร้างในแต่ละส่วน ซอฟต์แวร์ BIM บางชนิดยังสามารถสั่งตัดวัสดุก่อสร้างจาก

โรงงานได้ เช่น สามารถสังกตเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยเสียเศษน้อยที่สุด ทำให้ต้นทุนของการสั่งซื้อเหล็กเสริมลดลงอย่างมาก เนื่องจากสามารถบริหารการใช้วัสดุก่อสร้างอย่างได้ผล ช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้ผู้ขายซอฟต์แวร์ BIM บางรายเชื่อว่า BIM เป็นจุดขายว่า ซอฟต์แวร์ BIM ของตนส่งเสริมการก่อสร้างอาคารเขียว

ในอนาคต BIM กำลังพัฒนาไปอีกระดับคือ สามารถตรวจสอบอาคารที่ก่อสร้างจริง กับแบบจำลอง 3 มิติ โดยใช้วิธีเปรียบเทียบข้อมูลในคอมพิวเตอร์กับงานก่อสร้างจริงผ่านสแกนเนอร์ 3 มิติ ทำให้สามารถเปรียบเทียบสิ่งที่ก่อสร้างจริงกับสิ่งที่เราออกแบบไว้ในคอมพิวเตอร์ว่ามีส่วนใดที่ผิดเพี้ยนไปจากแบบที่ออกแบบไว้ เป็นอีกเทคโนโลยีที่ช่วยให้การควบคุมงานก่อสร้างเป็นไปได้อย่างแม่นยำ

แม้ว่าในระยะแรกผู้ที่เห็นประโยชน์จากการใช้งาน BIM ในช่วงการก่อสร้างจะเป็นผู้รับเหมาก่อสร้างเป็นหลัก แต่ในอนาคตเมื่อมีการพัฒนาเรื่องของ BIM มากขึ้น จนเป็นที่นิยอย่างกว้างขวาง เจ้าของโครงการจะเข้าใจถึงประโยชน์จากการใช้งาน BIM และจะเรียกร้องประโยชน์ต่างๆ จาก BIM เพราะข้อมูลที่ได้จาก BIM โดยเฉพาะการหาปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นมีความแม่นยำกว่าวิธีการประมาณราคาค่าก่อสร้างแบบเดิมๆ ประโยชน์ของการควบคุมราคาค่าก่อสร้าง และการลดปัญหาหน้างานนั้นย่อมเกิดแก่เจ้าของโครงการในที่สุด

แนวคิดนี้กำลังได้รับการพัฒนามากขึ้น ในต่างประเทศเจ้าของโครงการบางรายจะไม่บังคับผู้ออกแบบหรือผู้รับเหมาให้เป็นคนทำ BIM แต่จะจ้างบุคคลที่สามเข้ามาทำหน้าที่นี้แทน โดยบุคคลที่สามนี้จะนำข้อมูลจากผู้ออกแบบที่เป็นแบบ 2 มิติ และรายการประกอบแบบ มาสร้างเป็นแบบจำลอง BIM แล้วส่งข้อมูลส่วนของงานที่มีความขัดแย้งและไม่ครบถ้วนกลับไปให้ผู้ออกแบบแก้ไข แล้วนำข้อมูลนั้นมาปรับแก้จนกว่าจะได้แบบจำลอง BIM ที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ ไม่มีระบบใดที่มีความขัดแย้ง จากนั้นจะส่งรายงาน แบบ และข้อมูลกลับไปให้เจ้าของโครงการ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการประมูลการก่อสร้าง โดยเฉพาะในตาราง Blank BOQ ที่จะแสดงชนิด และปริมาณของวัสดุก่อสร้างอาคารที่ได้มาจาก BIM จะเป็นข้อมูลสำคัญที่ถูกนำไปใช้ในการประมูล โดยผู้เข้าประมูลงานก่อสร้างจะกรอกเพียงราคาวัสดุก่อสร้างต่อหน่วย และค่าแรง โดยไม่ต้องกรอกปริมาณ เพราะตัวเลขของปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ถอดจาก BIM ที่มีความแม่นยำจะแสดงไว้ในแบบฟอร์มแล้ว ผู้เข้าประมูลการก่อสร้างทุกรายจะได้ข้อมูลเดียวกัน ช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการประมูลลงได้มาก ค่าใช้จ่ายในการบริหารโครงการจึงลดลงอย่างมาก

เมื่อได้ผู้รับเหมาก่อสร้างที่ชนะการประมูลแล้ว ก่อนเริ่มงานก่อสร้างผู้รับเหมาก่อสร้างรายนั้นจะได้รับข้อมูลแบบจำลอง BIM จากเจ้าของโครงการโดยตรง ทำให้ไม่ติดปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์ของผู้ออกแบบที่ยังเป็นประเด็นปัญหาที่มีการถกเถียงกันอยู่และยังไม่มีข้อยุติ

แบบจำลอง BIM ที่ผู้รับเหมาก่อสร้างได้รับไปจะมีความสมบูรณ์และครบถ้วน สามารถนำแบบจำลอง BIM นั้นไปใช้งานต่อในการวางแผนการก่อสร้าง และบริหารวัสดุก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถควบคุมระยะเวลาก่อสร้างได้อย่างแม่นยำ เจ้าของโครงการสามารถแน่ใจว่าการทำงานก่อสร้างจะเป็นไปตามที่ตนเองวางแผนไว้ เพราะแบบจำลอง BIM ที่สร้างจากบุคคลที่สามสามารถตรวจสอบตรวจทานได้ ผลประโยชน์ทั้งหมดทั้งราคาค่าก่อสร้างและระยะเวลาที่ลดลงย่อมตกไปสู่เจ้าของโครงการในที่สุด

แนวคิดนี้ถือว่าเป็นแนวทางการพัฒนา BIM ได้อย่างสมบูรณ์ และเป็นการบูรณาการในการทำงานก่อสร้างได้อย่างแท้จริง ถือเป็นวิถิทางแห่งอนาคตที่ทำให้โครงการก่อสร้างสามารถบรรลุเป้าหมายอย่างสูงสุดตามที่ทุกฝ่ายต้องการ อันเป็นผลมาจากการนำ BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้างจริง

4.1 กระบวนการสอบและรับรองความสามารถ

กระบวนการในการสอบรับรองความสามารถเป็นหนึ่งในเรื่องที่มีความสำคัญไม่น้อยที่ควรคำนึงถึงสำหรับการพัฒนาบุคลากรด้าน BIM โดยในหลายปีที่ผ่านมา หลายประเทศได้มีการพัฒนาบุคลากรในการทำงานด้าน BIM ไปมาก ซึ่งในโครงการหลายๆ โครงการถึงกับมีการกำหนดคุณสมบัติผู้ที่จะทำ BIM ในโครงการนั้นๆ ไว้ในเอกสารข้อกำหนดโครงการ (TOR) ในเรื่องบุคลากรด้าน BIM ว่าจะต้องมีความสามารถในระดับเชี่ยวชาญที่สอบผ่านและได้รับใบประกาศนียบัตรผู้เชี่ยวชาญ หรือในแง่ของตำแหน่งงานอย่างเช่น ผู้จัดการ BIM (BIM Manager) ก็มีการกำหนดคุณสมบัติไว้ในลักษณะนี้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงขอแนะนำและยกตัวอย่างกระบวนการสอบและรับรองความสามารถที่มีในระดับสากลมาเพื่อได้รับทราบกัน ซึ่งซอฟต์แวร์ BIM แทบทุกค่าย จะมีกระบวนการสอบและรับรองความสามารถในลักษณะนี้ โดยในหัวข้อนี้จะขอนำเสนอตัวอย่างของกระบวนการสอบและรับรองความสามารถมาให้ทราบ 3 ตัวอย่างด้วยกัน คือ บริษัท Autodesk (Autodesk Revit) บริษัท Graphisoft (ArchiCAD) และบริษัท Bentley (AECOsim Building Designer)

4.1.1 Autodesk BIM Certification

บริษัท Autodesk ได้มีการพัฒนาระบบการเรียนการสอนและการสอบเพื่อรับรองความสามารถอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบตลอดมา โดยระบบ Autodesk Certification Program นี้ได้จัดขึ้นมาด้วยวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ การสอบ การตรวจสอบและรับรองความรู้ความสามารถของผู้ใช้ซอฟต์แวร์ของ Autodesk ทุกคน เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันและสร้างชื่อเสียงให้กับองค์กรที่ได้นำผลิตภัณฑ์จากทาง Autodesk มาประยุกต์ใช้งาน อันจะส่งผลไปสู่ความสำเร็จและความก้าวหน้าทางวิชาชีพของผู้ใช้งานทุกคนที่สามารถสอบผ่านการรับรอง โดยผู้ใช้งานทุกคนที่ผ่านการเรียน หรือการสอบจากระบบดังกล่าว จะได้รับใบประกาศนียบัตรจากทาง Autodesk ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั่วโลก (International Certificated) โดยใบประกาศนียบัตรของซอฟต์แวร์ในกลุ่มของ BIM (Building Information Modeling) นี้จะมีใบประกาศนียบัตรอยู่ 2 ลักษณะหลักๆ ด้วยกันคือ

4.1.1.1 ใบประกาศนียบัตรที่รับรองว่าผ่านการเรียนจากศูนย์ฝึกอบรมที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจาก Autodesk หรือที่เรียกกันว่า ATC (Autodesk Authorized Training Center)

โดยใบประกาศนียบัตรดังกล่าวจะได้รับก๊อปปี้เมื่อบุคคลนั้นได้ผ่านเกณฑ์การเรียนตามหลักสูตรที่จัดขึ้นตามที่ Autodesk ได้กำหนดขึ้น



ภาพที่ 4.1 สัญลักษณ์แสดงว่าได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจาก Autodesk ให้เป็นศูนย์ฝึกอบรม
ที่มา: Autodesk

4.1.1.2 ใบประกาศนียบัตรที่แสดงความเชี่ยวชาญของผู้ใช้งาน

ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องทำการสอบให้ผ่านตามเกณฑ์ที่ทาง Autodesk กำหนด โดยจะเป็นการสอบที่ศูนย์สอบที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจาก Autodesk หรือที่เรียกกันว่า ACC (Autodesk Authorized Certified Center)



ภาพที่ 4.2 สัญลักษณ์ซึ่งแสดงว่าได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจาก Autodesk ให้เป็นศูนย์สอบ
ที่มา: Autodesk

ใบประกาศนียบัตรที่รับรองว่าผ่านการเรียนจากศูนย์ฝึกอบรมที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจาก Autodesk หรือที่เรียกกันว่า ATC (Autodesk Authorized Training Center) จะเป็นใบประกาศนียบัตรที่รับรองว่าบุคคลผู้นั้นว่าได้ผ่านการเรียนและผ่านเกณฑ์การเรียนตามหลักสูตรที่ทาง Autodesk ได้จัดเตรียมหลักสูตรไว้ โดยจะมีหลักสูตรให้ผู้เรียนเลือกเรียนในหลายหลักสูตร และทำการจัดการเรียนการสอนจากผู้สอนที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และใช้สถานที่และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างใบประกาศนียบัตรสำหรับผู้ผ่านการเรียนและผ่านเกณฑ์ตามหลักสูตรของ Autodesk
ที่มา: Autodesk

ผู้ที่เรียนผ่านเกณฑ์การเรียนตามหลักสูตรจากศูนย์ฝึกอบรมที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจาก Autodesk จะได้รับประกาศนียบัตรดังภาพ

ส่วนการสอบเพื่อรับรองความสามารถนั้นทาง Autodesk ได้มีการจัดเตรียมระบบการสอบและรับรองความสามารถไว้ (Autodesk Certification Program) โดยประกอบด้วยการสอบเพื่อรับรองความสามารถในแต่ละหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานซอฟต์แวร์ของ Autodesk เช่น AutoCAD 3dsMax และ Autodesk Revit เป็นต้น ซึ่งการสอบและรับรองความสามารถของการใช้ซอฟต์แวร์ในระบบ BIM จากค่าย Autodesk นั้น จะเรียกรวมการสอบว่า **Autodesk Certified Professional** โดยจะมีทั้ง Autodesk Revit Architecture, Structure และ MEP โดยจะเป็นการสอบและออกใบรับรองตามรุ่นของซอฟต์แวร์นั้นๆ ไป โดยผู้ที่สอบผ่านตาม

เกณฑ์ที่ทาง Autodesk กำหนด ก็จะได้รับใบประกาศนียบัตร และสัญลักษณ์ Logo ที่ผู้ที่สอบผ่านสามารถนำไปใช้ในวาระต่างๆ เช่น สามารถนำไปใช้ติดกับอีเมล หรือติดลงบนนามบัตร เป็นต้น



ภาพที่ 4.4 (ซ้าย) ตัวอย่างใบประกาศนียบัตรสำหรับผู้สอบผ่านการรับรองความสามารถตามเกณฑ์ของ Autodesk และ (ขวา) Logo สัญลักษณ์สำหรับผู้สอบผ่าน
ที่มา: Autodesk

การสอบดังกล่าวผู้ที่สนใจจะสอบเพื่อการรับรองความสามารถนั้นจะต้องไปติดต่อลงทะเบียนเพื่อสอบกับศูนย์สอบ Autodesk Certified Center ที่ทาง Autodesk ได้แต่งตั้งไว้และรับรองไว้ โดยในระบบการสอบเพื่อการรับรองความสามารถนั้น จะเป็นการสอบผ่านระบบ Online ที่มีลักษณะของข้อสอบในหลายๆ รูปแบบลักษณะ ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการทดสอบความสามารถของผู้ที่เข้าสอบว่ามีความสามารถในการทำงานและประยุกต์ใช้เครื่องมือ คำสั่งต่างๆ ภายในซอฟต์แวร์ได้หรือไม่อย่างไร และเมื่อดำเนินการสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วก็สามารถทราบผลได้ในทันทีว่าได้ผ่านเกณฑ์ที่ทาง Autodesk กำหนดไว้หรือไม่ หากสอบผ่านก็จะได้รับใบประกาศนียบัตรในรูปแบบ Electronic Certificate ได้ในทันทีที่ทราบผล

ในประเทศไทย มีผู้ที่สามารถสอบผ่านและได้ประกาศนียบัตรรับรองความสามารถ Autodesk Certified Professional : Autodesk Revit แล้วจำนวนหลายราย โดยที่ผ่านมาประเทศไทยเรามีผู้ที่สามารถสอบผ่านและได้รับประกาศนียบัตรรับรองแล้ว สามารถเข้าไปดูรายละเอียดดังกล่าวได้ที่ <https://autodesk.starttest.com/>



Tools and Help:
 Certification Information
 Enter Authorization Code
 Certification Center Search
 Certified Professional Search
 Frequently Asked Questions
 Technical Support
 Bookmark this Site
 Contact Us

Autodesk Online:
 Return to Autodesk Online

Certified Professionals					
First Name:	Last Name:	City:	State/Province:	Country:	Certification:
Kittisak	Arperwichamop	Bangkok		THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
THONGCHAD	CHINASI	Bangrak	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Praphantong	Chongpattivit	Khon Kaen	Khon Kaen	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Somporn	Jongjit	Bangkok		THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Samoraphoom	Kajonsri	Singapore	Singapore	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Rush	Kulnaratana	Bangrak	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Pongsathorn	Lovanilcharoen	Bangkok		THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Surivan	Naowal	Ratchevee	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Pussakorn	Noungpookka	Sriracha	Chonburi	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Visarut	Satasook	Bangkok		THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
SURIYONG	SAWEKSUT	Ratchevee	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Kawsekrak	Siniran	Patumwan	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
ARIYATUCH	TANAWARANGKON	Ratchathewi	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Akarawat	Trirapong	Bangkapi	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional
Viwat	Udompitisup	Ladkrabang	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional

This website is copyright© 2013 Internet Testing Systems, LLC. The content for the examination is copyright© Autodesk. By visiting and using this site, you agree to the [Site Terms and Conditions](#) and [Autodesk Privacy Policy](#).

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างแสดงรายชื่อผู้ที่สอบผ่านการรับรองความสามารถ Autodesk Revit Architecture 2013
 ที่มา: <http://autodesk.starttest.com>



Tools and Help:
 Certification Information
 Enter Authorization Code
 Certification Center Search
 Certified Professional Search
 Frequently Asked Questions
 Technical Support
 Bookmark this Site
 Contact Us

Autodesk Online:
 Return to Autodesk Online

Certified Professionals				
Name	City	State/Province	Country	Certification
Sredee Bunnaq	Bangkok		THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Prapan Chainirundorn	Bangkok		THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
PANACHAI JUDON	Wattana	Bangkok	THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Samoraphoom Kajonsri	Huai Khwang	Huai Khwang	THA	Revit Architecture 2012 Certified Associate Revit Architecture 2013 Certified Professional Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional
Ratdawon Kanjai	Huai Khwang	Bangkok	THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional
Thongchai Kosullawit	Klong toy	Bangkok	THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Pongpoo Nakpongphan	Bangkok		THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Jutharat Namchan	Ratchevee	Bangkok	THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Surivan Naowal	Ratchevee	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional Revit MEP 2015 Certified Professional
ONJIRA NOPPORNONGKOL	PATHUMTHANI		THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Bunda Pongprot	Bangkok		THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Jakpong Prathompong	Bangkok		THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Nopporn Subin	Bangkok		THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Charoen Tongbunlorn	Wattana	Bangkok	THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional
Akarawat Trirapong	Bangkapi	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional Revit Architecture 2014 Certified Professional
Viwat Udompitisup	Ladkrabang	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional Revit Structure 2015 Certified Professional

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างแสดงรายชื่อผู้ที่สอบผ่านการรับรองความสามารถ Autodesk Revit Architecture 2014
 ที่มา: <http://autodesk.starttest.com>

Online Testing Service



English

Tools and Help:
 Certification Information
 Enter Authorization Code
 Certification Center Search
 Certified Professional Search
 Frequently Asked Questions
 Technical Support
 Bookmark this Site
 Contact Us

Autodesk Online:
 Return to Autodesk Online

Certified Professionals				
Name	City	State/Province	Country	Certification
Napon Boonchanla	Nontaburi	Bangkok	THA	Revit Architecture 2015 Certified Professional
JITSUPA CHINGPAYAKMON	BANGKOK	BANGKOK	THA	Revit Architecture 2015 Certified Professional
Sanphawal Jatupatwarangkul	Bangkok		THA	Revit Architecture 2015 Certified Professional
Samoraphoom Kajonsri	Huai Khwang	Huai Khwang	THA	Revit Architecture 2012 Certified Associate Revit Architecture 2013 Certified Professional Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional
Ratsawan Kanai	Huai Khwang	Bangkok	THA	Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional
Chaiyoot Kubundil	samutprakan	samutprakan	THA	Revit Architecture 2015 Certified Professional
Suraphon Leritdamrongchai	Bangkok		THA	Revit Architecture 2015 Certified Professional
Suriyan Naowat	Ratchevee	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional Revit MEP 2015 Certified Professional
Prapon Pelchimpun	Chatuchak	Bangkok	THA	Revit Architecture 2015 Certified Professional
Namtship Raekcharoen	Bangkok	Bang Sue	THA	Revit Architecture 2015 Certified Professional
Vivatt Udempitsup	Ladkrabang	Bangkok	THA	Revit Architecture 2013 Certified Professional Revit Architecture 2014 Certified Professional Revit Architecture 2015 Certified Professional Revit Structure 2015 Certified Professional

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างแสดงรายชื่อผู้ที่สอบผ่านการรับรองความสามารถ Autodesk Revit Architecture 2015
 ที่มา: <http://autodesk.starttest.com>

4.1.2 ArchiCAD BIM Certification

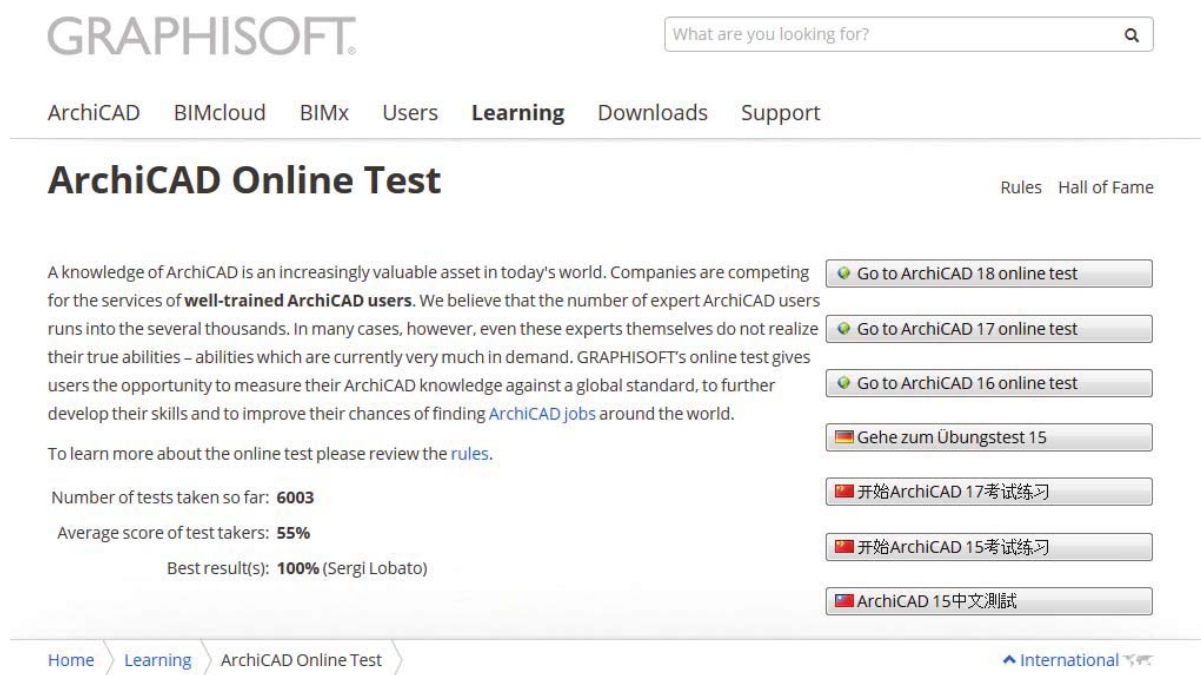
ผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ ArchiCAD สามารถทำการวัดระดับทักษะ ความรู้ความสามารถ ในการทำงานพร้อม ได้รับ เอกสารรับรอง จากผู้บริษัทพัฒนาซอฟต์แวร์คือ Graphisoft โดยแยกเป็น 2 ประเภทดังนี้

4.1.2.1 ระดับผู้ใช้งานทั่วไป

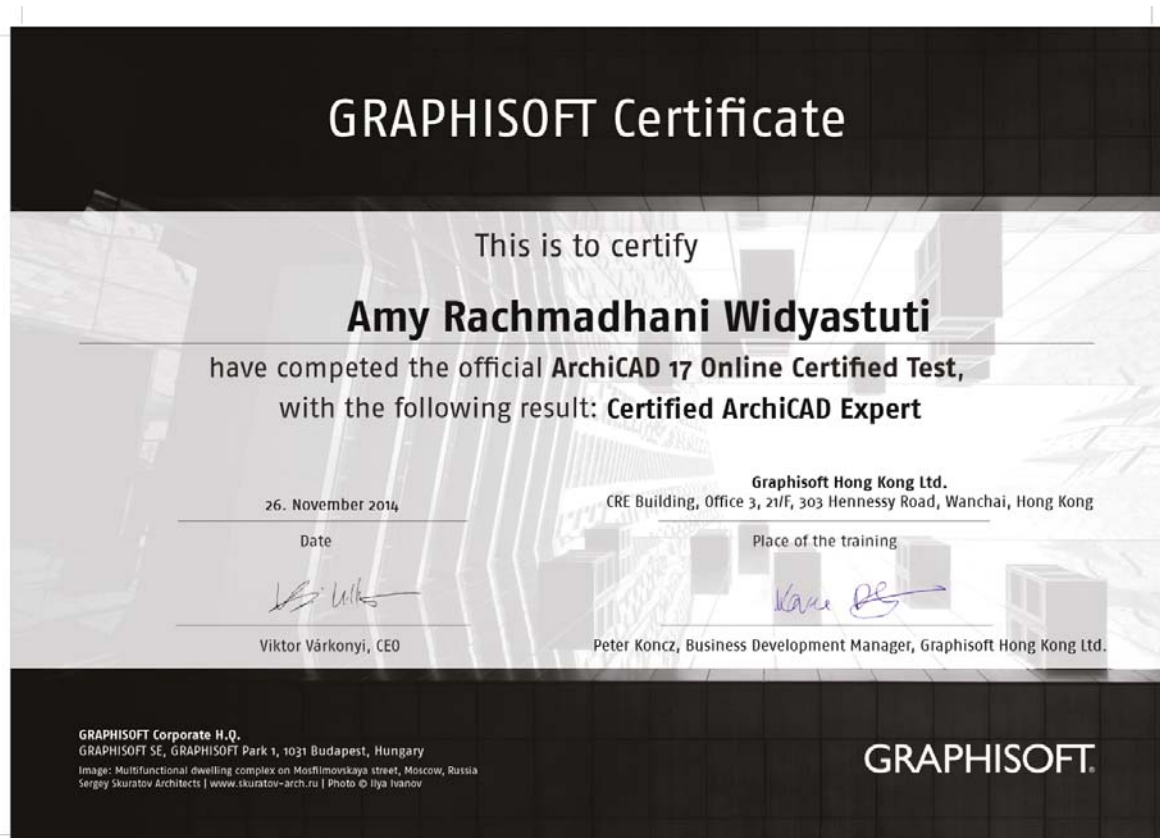
ผู้ทำงานออกแบบอาคาร ด้วย BIM ที่ใช้โปรแกรม ArchiCAD สามารถทดสอบรับความรู้ความสามารถในการใช้ซอฟต์แวร์ ArchiCAD ได้ ทางเว็บไซต์ www.graphisoft.com ซึ่งจะมีหน้าสำหรับให้ทดสอบระดับความสามารถ (https://www.graphisoft.com/learning/online_certification/) ในการใช้โปรแกรมในเวอร์ชันต่างๆ โดยการกดเลือกตามปุ่มนั้นๆ เช่น “Go to ArchiCAD 18 online test” ซึ่งจะเป็นการทดลองทำข้อสอบเท่านั้น ซึ่งสามารถทดลองทำข้อสอบกี่ครั้งก็ได้

ผู้ทำการทดสอบ จะต้องทำข้อสอบที่เป็นคำถามให้เลือกคำตอบจาก 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ เพื่อทดสอบ ความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการของ Virtual Building (Building Information Modeling) และ ฟังก์ชันการทำงานของ ArchiCAD โดยแบบทดสอบ จะถูกสุ่มจาก ฐานข้อมูลคำถาม โดยคำถามแต่ละข้อ ผู้ทำการทดสอบ จะมีเวลาให้เลือกคำตอบในเวลา 90 วินาที หากไม่เลือกคำตอบในเวลาที่กำหนด จะถูกเปลี่ยนเป็นคำถามข้อต่อไป ซึ่งเป็นผลให้คำถามข้อนั้นไม่มีคะแนน ซึ่งหากได้ทำข้อสอบครบแล้ว จะมีการสรุปเปอร์เซ็นต์คะแนนรวมและคะแนนสำหรับหัวข้อย่อยให้ในแต่ละส่วน เช่น ส่วนการทำงานด้าน Document การทำงานแบบ TeamWork การใช้คำสั่งทำแบบจำลอง เป็นต้น

หากผู้ทดสอบต้องการได้ ใบรับรองความสามารถอย่างเป็นทางการ สามารถติดต่อผู้แทนจำหน่าย เพื่อขอทำข้อสอบออนไลน์ โดยหากผู้ทดสอบสอบผ่าน จะได้ใบรับรองทักษะการใช้งานในระดับต่างๆ อย่างเป็นทางการจาก Graphisoft อีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างภาพหน้าเว็บไซต์สำหรับการทดสอบการใช้ซอฟต์แวร์ ArchiCAD

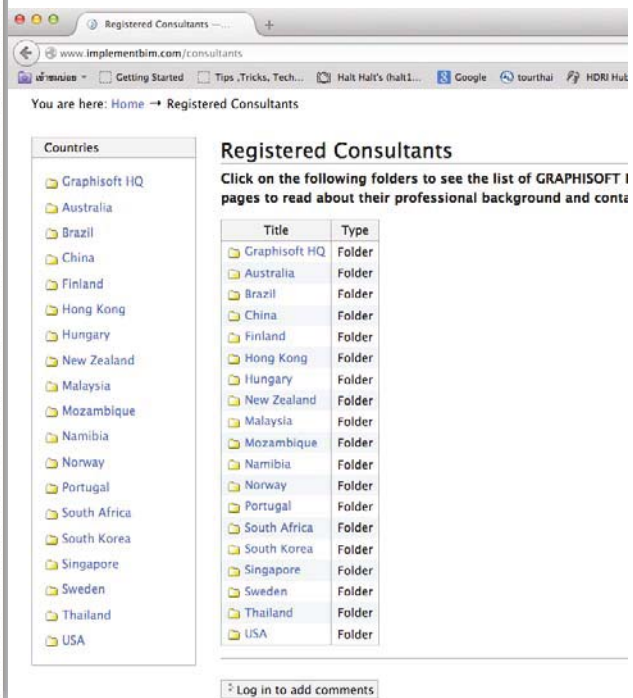


ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างใบรับรองทักษะในการใช้งาน ArchiCAD ที่ออกให้โดย Graphisoft
ที่มา: Graphisoft

4.1.2.2 ระดับที่ปรึกษาด้าน BIM (Graphisoft Registered Consultant)

ในการทำงานด้วย ArchiCAD จะมีระดับของผู้ปฏิบัติงานทั่วไป และผู้ดูแลระบบ BIM ซึ่งมีหน้าที่ วางระบบ ดูแล จัดระบบการทำงาน และให้คำปรึกษา ทั้งการใช้งาน และขั้นตอนการทำงาน

ผู้ดูแลระบบ BIM จำเป็นต้องมีความรู้ ความสามารถ ในด้านการวางระบบการทำงาน การส่งต่อข้อมูล การปรับค่าไฟล์ต้นแบบของโครงการนั้น การกำหนดสิทธิการทำงานในโครงการ ความรู้ทางด้านระบบเครือข่าย ความรู้ด้านระบบ BIM server การวางแผนการทำงานเพื่อให้การทำงานด้วย ArchiCAD เป็นไปได้อย่างราบรื่น มีความต่อเนื่องโดยผู้ดูแลระบบ ArchiCAD ควรต้องเป็นผู้ที่มีความเข้าใจในการทำงานและได้รับการรับรองจาก บริษัท Graphisoft ในฐานะเป็น Registered Consultant ซึ่งจะต้องผ่านการอบรม และทดสอบภาคปฏิบัติจาก Graphisoft โดยตรง ซึ่งสามารถสมัครได้ที่เว็บไซต์ www.implementbim.com รวมถึงหากต้องการค้นหา หรือ ติดต่อผู้ที่ได้รับการรับรองเป็น Registered Consultant ในแต่ละประเทศ ก็สามารถหาข้อมูลได้ในส่วนนี้



ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างของหนังสือรับรอง Registered Consultant
 ที่มา: Graphisoft

4.1.3 Bentley AECOsim Building Designer

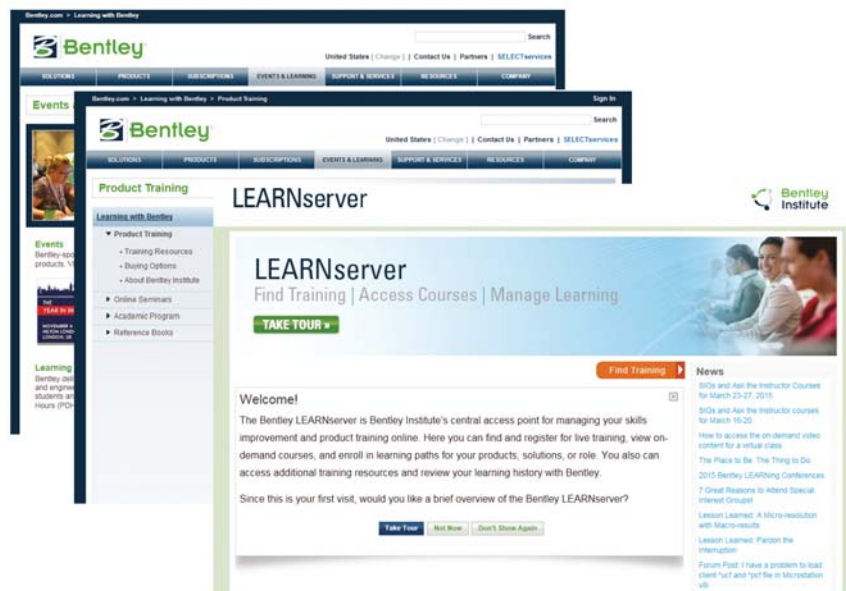
4.1.3.1 Bentley Institute

Bentley มีศูนย์กลางในการอบรมซึ่งเรียกว่า Bentley Institute โดยมีการอบรม 3 อย่างด้วยกัน คือ Class Room Training, Virtual Class Room, และ On-Demand eLearning ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. **Class Room Training** คือการอบรมที่จัดขึ้นในสถานที่ใดๆ แบบที่เป็นห้องอบรมโดยทั่วไป
2. **Virtual Class Room** คือการจัดการอบรมผ่านระบบออนไลน์ โดยที่ผู้เรียนและผู้สอนจะต้องทำการออนไลน์และอบรมไปพร้อมกันผ่านระบบ Online Training ตามเวลาจริง (Real-Time) โดยผู้เรียนมีเพียง Web Browser และทำงานร่วมกับกล้องเว็บแคมและไมโครโฟนเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างกัน
3. **On-Demand eLearning** คือรูปแบบการอบรมแบบออนไลน์ ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาของหลักสูตรเมื่อใดก็ได้ตามต้องการ การอบรมแบบ On-Demand eLearning นั้นยังประกอบไปด้วยเนื้อหาแบบ Lecture (การอบรมผ่านวิดีโอที่บันทึกไว้แล้ว) และ Hand On (การอบรมผ่านเนื้อหาแบบเอกสารออนไลน์ในรูปแบบของ Flash Paper)

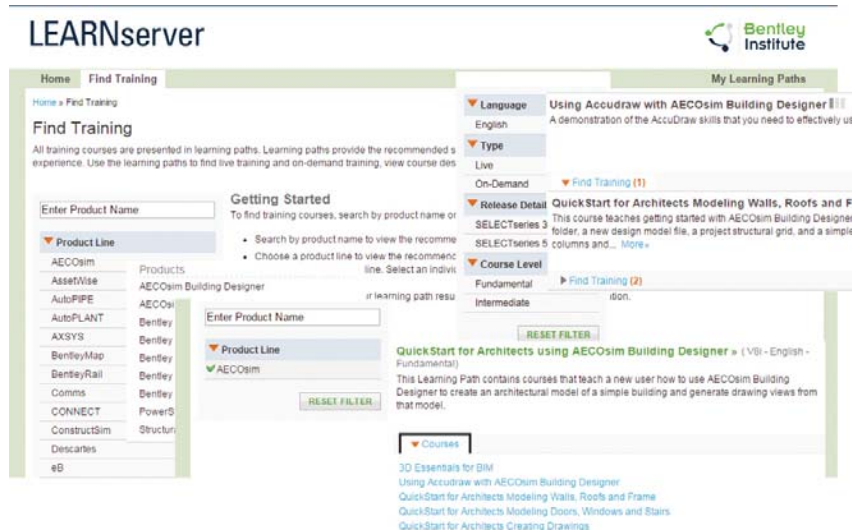
4.1.3.2 การเข้าถึงหลักสูตรสามารถทำตามขั้นได้ดังนี้

1. เข้าไปที่เว็บไซต์ www.bentley.com
2. ทำการ Sing in เข้าสู่ระบบ
3. ที่เมนูหลักเลือก EVENTS & LEARNING > Training
4. เลือก Training Resources

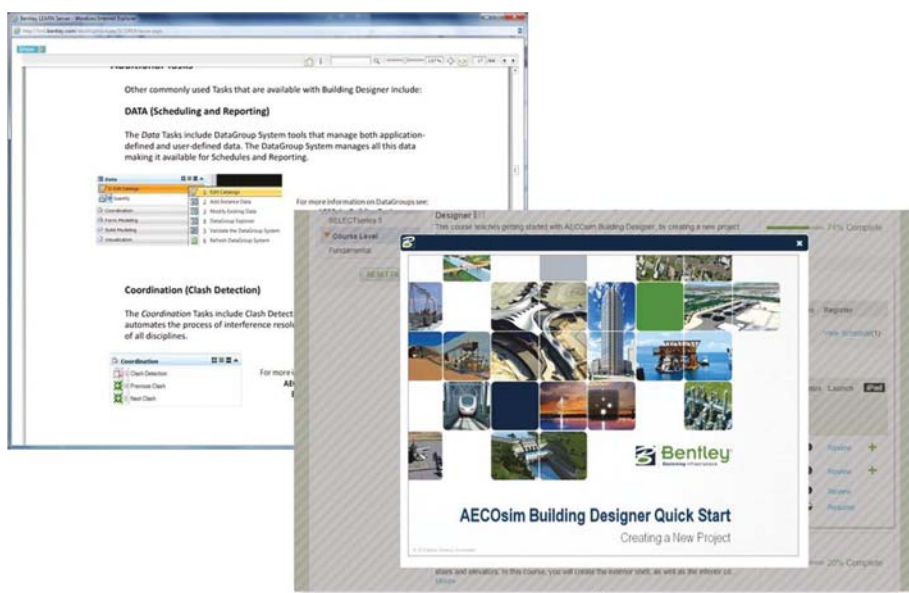


ภาพที่ 4.11 การเข้าสู่เว็บไซต์ www.bentley.com

5. ที่หน้า LEARNserver เลือก Find Training เพื่อเข้าสู่รายการของหลักสูตรที่ต้องการอบรม
6. เลือกโปรแกรมที่ต้องการอบรม (ในที่นี้เลือก AECOsim > AECOsim Building Designer)
7. เลือกหัวข้อการอบรมที่ต้องการ



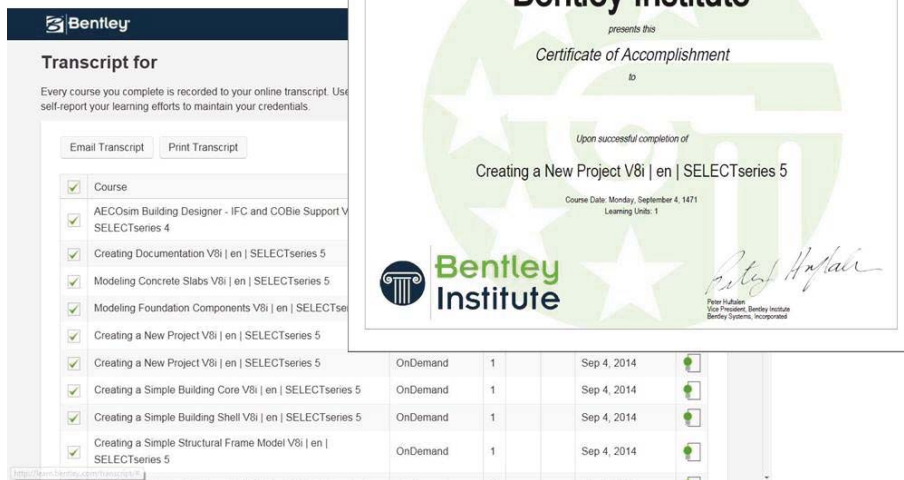
ภาพที่ 4.12 LEARNserver



ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างเนื้อหาแบบ Hand On และ Lecture

4.1.3.3 Transcript / Certificate

เมื่อผู้เข้าอบรมเรียนจบเนื้อหาวิชาแล้วผู้เข้าอบรมจะได้รับใบรับรองการผ่านหลักสูตรจาก Bentley Institute โดยสามารถเข้าดูประวัติของหลักสูตรที่อบรมเรียบร้อยแล้วตลอดจนสามารถดาวน์โหลด Certificate ในรูปแบบไฟล์ PDF ได้จากหน้า My Learning History (ผ่านหน้า LEARNserver)



ภาพที่ 4.14 ตัวอย่าง Certificate จาก Bentley

4.2 ประเด็นข้อพิจารณาและแนวทางในการกำหนดเงื่อนไข เพื่อว่าจ้างทำ BIM สำหรับสถาปนิก

4.2.1 ประเด็นความละเอียดของแบบจำลองอาคาร (Model) และข้อมูลประกอบ (Properties)

เนื่องจากมีผลกระทบต่อระยะเวลา และต้นทุนในการทำแบบจำลอง ประเด็นนี้ ได้มีการกำหนดมาตรฐานแตกต่างกันออกไปในแต่ละประเทศ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในเรื่องมาตรฐาน BIM ในต่างประเทศ) แนวทางที่สามารถนำมาใช้ได้แก่

4.2.1.1 ใช้อ้างอิงตามมาตรฐานแบบก่อสร้างอาคารในปัจจุบันที่มีการใช้งานอยู่

4.2.1.2 ข้อมูลแบบจำลองอาคารส่วนกราฟิก 2 มิติและ 3 มิติ (2D and 3D Model) ให้มีรายละเอียดเฉพาะเท่าที่จำเป็น ในระดับที่สามารถแยกแยะความแตกต่างตามประเภทขององค์ประกอบอาคารได้ รายละเอียดใดสามารถระบุยี่ห้อและรุ่นลงในส่วนข้อมูลประกอบได้ ก็ไม่จำเป็นต้องแสดงในรูปกราฟิก 2 มิติ และ 3 มิติ ยกตัวอย่าง เช่น

แบบจำลองอาคาร ของส่วนประตู และส่วนประกอบประตู

- ส่วนวงกบประตู: ในแบบจำลองอาคาร ต้องสามารถแสดงให้เห็นการบังใบของวงกบด้วย ทั้งใน 2 มิติ และ 3 มิติ (โดยทั้งนี้ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลในมุมมองตามมาตราส่วนต่างๆ ของซอฟต์แวร์) เนื่องจากเป็นความแตกต่างของประเภทวงกบ
- ส่วนบานพับประตู: ในแบบจำลองอาคาร มีเฉพาะเพื่อแสดงตำแหน่งและจำนวนบานพับเท่านั้น ไม่ต้องสร้างแบบจำลองให้ลงไปถึงความหนาของบานพับ หรือจำนวนช่องเพื่อยึดตะปูเกลียว เนื่องจากสามารถระบุผ่านยี่ห้อและรุ่นของวงกบได้ในข้อมูลประกอบ
- ส่วนมือจับ ลูกบิด กุญแจล็อก: ในแบบจำลองอาคาร ต้องแสดงตำแหน่งมือจับ ลูกบิด และ กุญแจล็อก ประตู โดยควรแสดงให้เห็นรูปทรงที่แตกต่างกันเพื่อสามารถแยกแยะได้ เช่น มือจับแบบก้านโยก กับแบบลูกบิด เป็นต้น ไม่จำเป็นต้องแสดงถึงช่องใส่กุญแจในลูกบิด

สำหรับข้อมูลประกอบ (Properties) ให้มีรายละเอียดเพียงพอสำหรับการที่ผู้รับเหมาสามารถจัดหา หรือ ก่อสร้างได้

4.2.1.3 ใช้อ้างอิงตามมาตรฐานต่างประเทศ

เช่น มาตรฐาน LOD ของ สมาคมสถาปนิกอเมริกัน (AIA) การอ้างอิงในกรณีนี้ อาจนำไปใช้เมื่อมีการรับงานออกแบบจากต่างประเทศ ที่ต้องการมาตรฐานกลางเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการอ้างอิง

4.2.2 ประเด็นด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ในกรณีนี้ รวมถึงประเภทของไฟล์ข้อมูลของแบบจำลองด้วย ทั้งนี้ เนื่องจากปัจจุบัน มีการกำหนดมาตรฐานไฟล์กลางของข้อมูลด้าน BIM คือ IFC (Industry Foundation Classes) เท่านั้น อีกทั้งการส่งไฟล์ข้ามซอฟต์แวร์ ยังทำได้ไม่สมบูรณ์ แม้ซอฟต์แวร์แต่ละค่ายจะสามารถส่งข้อมูลออกมาเป็นไฟล์ประเภท IFC ได้ก็ตาม แนวทางที่เหมาะสมได้แก่

4.2.2.1 กำหนดชื่อของซอฟต์แวร์ที่จะใช้ทำงาน BIM ให้ชัดเจน

โดยทั้งนี้ รวมไปถึงงานด้านวิศวกรรมต่างๆ ให้เป็นซอฟต์แวร์ชุดเดียวกันด้วย ข้อดีของวิธีนี้คือข้อมูลของงานทุกส่วนจะใช้งานร่วมกันได้ดี และสามารถนำไปใช้งานต่อเนื่องได้ ข้อเสียของวิธีนี้คือ อาจจะทำให้ผู้ใช้งานถูกจำกัดอยู่เพียงบางซอฟต์แวร์ รวมทั้งระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานด้วย นอกจากนี้ ลูกค้าและผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เช่น ผู้ควบคุมงาน ผู้รับเหมาหลัก ผู้รับเหมาช่วง จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ชุดดังกล่าวด้วย เพื่อใช้ในการเปิดไฟล์ข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์

4.2.2.2 ใช้ไฟล์กลางเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ใช้มาตรฐานไฟล์กลาง เช่นไฟล์ IFC ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล แต่อาจเกิดความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลใน BIM ทั้งการส่งออกและนำเข้าจากซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน อีกทั้งการนำไฟล์ไปใช้งานต่อเนื่องในส่วนต่างๆ เช่นงานวิศวกรรมระบบ อาจเกิดข้อผิดพลาดหรือได้ข้อมูลไม่ครบถ้วนได้ ซึ่งต้องรอว่าในอนาคต ระบบมาตรฐานไฟล์แบบ IFC อาจสามารถใช้งานเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM ได้อย่างสมบูรณ์

4.2.2.3 ใช้ไฟล์กลางที่ใช้งานได้ในซอฟต์แวร์ CAD ทั่วไป

ใช้ไฟล์กลางที่ใช้ในซอฟต์แวร์ CAD ทั่วไป เช่น DWG หรือ DXF แต่จะสูญเสียความเป็นข้อมูลแบบจำลองอาคารไปโดยสิ้นเชิง กลายเป็นเพียงแบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ ในรูปกราฟิกเท่านั้น ไม่สามารถนำไปทำงานต่อในระบบ BIM ได้อย่างสมบูรณ์

4.2.3 ประเด็นด้านลิขสิทธิ์ของข้อมูล BIM

ควรมีการกำหนดข้อตกลงให้ชัดเจน เนื่องจาก BIM ใช้การเก็บข้อมูลอาคารในเชิงฐานข้อมูลอาคารรวมศูนย์ไว้ด้วยกัน การส่งต่อข้อมูล BIM ที่เป็นไฟล์ต้นฉบับ จะเป็นการส่งข้อมูลทั้งหมดออกไปด้วย ทั้งองค์ประกอบต่างๆ ที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นโดยบริษัทสถาปนิกเอง แม้จะสามารถเลือกส่งข้อมูลบางส่วนออกไปได้ แต่การนำไปทำงานต่อเนื่องอาจเกิดปัญหาขึ้นได้ ดังนั้น หากต้องการเลี่ยงปัญหาดังกล่าว อาจใช้เลือกการส่งข้อมูลแบบเป็นไฟล์ CAD เช่น DWG หรือ DXF หรือไฟล์ข้อมูล BIM แบบดูได้อย่างเดียว (View only) ซึ่งยังต้องเลือกใช้ซอฟต์แวร์จากบริษัทผู้ผลิตซอฟต์แวร์ BIM ที่ใช้ในการสร้างไฟล์นั้นเช่นกัน

4.2.4 ประเด็นด้านขอบเขตการสร้างแบบจำลอง

ในกรณีการทำงานที่มีหลายสัญญา ร่วมกับที่ปรึกษาด้านต่างๆ รวมทั้งงานวิศวกรรมงานระบบ ควรมีการตกลงขอบเขตของการสร้างแบบจำลองให้ชัดเจน

4.2.5 ประเด็นด้านค่าใช้จ่ายในการจัดทำแบบจำลอง BIM

ปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณา ประกอบด้วย

1. ความละเอียดของแบบจำลอง
2. ความซับซ้อนของแบบจำลอง
3. ปริมาณข้อมูลประกอบ

ทั้งนี้สามารถใช้วิธีเบื้องต้นในการประเมินค่าใช้จ่ายได้ดังต่อไปนี้

1. คำนวณราคาต่อตารางเมตร ตามพื้นที่อาคาร และเพิ่มค่า Factor ราคาตาม หัวข้อข้างต้น วิธีนี้อาจต้องประเมินไปถึงจำนวนครั้งในการแก้ไขแบบจำลองด้วย
2. คำนวณราคาตามชั่วโมงการทำงาน และเพิ่มค่า Factor ราคาตาม หัวข้อข้างต้น วิธีนี้จะครอบคลุมไปถึงจำนวนครั้งที่มีการแก้ไข เพราะเพิ่มจำนวนเวลาการทำงาน

4.3 แนวทางวิธีการจัดทำแบบจำลอง BIM

4.3.1 จัดทำแบบจำลอง BIM โดยบุคลากรในสำนักงาน (In-house) หรือทำโดยตัวสถาปนิกเอง

วิธีนี้จะช่วยเพิ่มศักยภาพของบุคลากรในสำนักงานและการทำงานกับระบบ BIM มากยิ่งขึ้น แต่การลงทุนจะสูงในช่วงแรก ทั้งการจัดอบรม การซื้อซอฟต์แวร์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้รวมถึงต้องกำหนดวิธีการบริหารจัดการ วางระบบ ข้อมูลของแบบจำลองอาคาร ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ และระบบคอมพิวเตอร์ด้วย

4.3.2 จัดทำแบบจำลอง BIM โดยบริษัทภายนอก (Out-source)

วิธีนี้สะดวกและกำหนดขอบเขตและค่าใช้จ่ายได้รวดเร็ว แต่ทั้งนี้ ต้องระบุวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง ชนิดซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้งาน ความละเอียดแบบจำลอง รวมทั้งวิธีการสร้างแบบจำลองให้ชัดเจน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองระหว่างการทำงานด้วย เพราะส่งผลไปถึงค่าใช้จ่ายในการว่าจ้าง

4.3.3 จัดทำแบบจำลอง BIM โดยวิธีผสม

วิธีนี้คือการทำงานบางส่วนใช้บุคลากรภายในสำนักงานเป็นผู้ทำ ส่วนงานที่ซับซ้อนก็ใช้การจ้างบริษัทภายนอก หรืออาจเป็นบริษัทในเครือ สำหรับการทำงานด้วยวิธีนี้ต้องมีการประสานงานและบริหารจัดการข้อมูลที่ดีมาก

4.4 สรุปการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ

4.4.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการจัดทำมาตรฐาน BIM ของประเทศไทย โดยขั้นตอนเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูล มาตรฐาน BIM ของประเทศต่างๆ และได้เลือกมาตรฐานของประเทศที่มีการปรับปรุงมาตรฐาน BIM อยู่เสมอมาศึกษา ซึ่งมีทั้งหมด 3 ประเทศ คือ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักรอังกฤษ และสิงคโปร์ และยังถือว่าทั้ง 3 ประเทศ เป็นตัวแทนของทวีปอเมริกา ยุโรป และเอเชีย อีกด้วย

ในการศึกษาได้เลือกศึกษาจากเอกสารต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. AEC (UK) BIM Protocol Version 2 (สหราชอาณาจักรอังกฤษ)
2. Singapore BIM Guide Version 2 (สิงคโปร์)
3. AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit (สหรัฐอเมริกา)
4. AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit (สหรัฐอเมริกา)
5. Level of Development Specification Version 2013 (สหรัฐอเมริกา)
6. National Building Information Modeling Standard (NBIMS) (สหรัฐอเมริกา)

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าว สามารถสรุปได้ดังนี้

4.4.1.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดมาตรฐานในการทำงาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ ถูกต้อง และได้มาตรฐานเดียวกัน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตงานด้วย BIM โดยเนื้อหาภายในเอกสารประกอบไปด้วย การวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) การทำงานร่วมกันด้วย BIM (Collaborative BIM Working) การทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรม การแบ่งแบบจำลองเพื่อให้ผู้ใช้หลายคนทำงานร่วมกันได้ ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง การแบ่งระดับชั้นความละเอียด (Grade) ของแบบจำลอง โครงสร้างแฟ้มเก็บข้อมูลและการตั้งชื่อ และรูปแบบการนำเสนอแบบ

4.4.1.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์ (Singapore BIM Guide Version 2)

มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดมาตรฐานในกระบวนการการปฏิบัติวิชาชีพ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ BIM ในโครงการก่อสร้าง โดยเนื้อหาภายในเอกสารประกอบไปด้วย การวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) ผลผลิตของ BIM ที่ควรจะได้ (BIM Deliverables) องค์ประกอบของแบบจำลอง (BIM Elements) ตารางวัตถุประสงค์และความรับผิดชอบของ BIM (BIM Objective & Responsibility Matrix) การคิดค่าบริการ การสร้างแบบจำลอง (BIM Modelling) กระบวนการทำงานร่วมกัน (Collaboration) การผลิตเอกสาร (Documentation Production) การเก็บรักษาข้อมูล การควบคุมคุณภาพ และวิชาชีพ BIM

4.4.1.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

จัดทำขึ้นโดยหน่วยงานหลายแห่งซึ่งจะแยกขอบเขตของเนื้อหากันไป เอกสารที่นำมาศึกษาได้แก่ AIA Document E202, AIA Document E203, Level of Development Specification Version 2013, และ National Building Information Modeling Standard (NBIMS) โดยสรุปได้ดังนี้

AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit

มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดความรับผิดชอบสำหรับการพัฒนาแบบจำลองที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ โดยจะกล่าวถึงระเบียบการในการสร้างแบบจำลอง ความเป็นเจ้าของในแบบจำลอง การบริหารจัดการแบบจำลอง ระดับชั้นในการพัฒนา (Level of Development) และการจัดหมวดหมู่แบ่งความรับผิดชอบองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ตามระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ

AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit

เป็นเอกสารที่ปรับปรุงต่อจาก E202 มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดระเบียบการในการพัฒนา ใช้งาน ส่งต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลดิจิทัล และข้อมูล BIM ในโครงการ โดยจะกล่าวถึง การส่งต่อข้อมูลดิจิทัล ความเป็นเจ้าของข้อมูลดิจิทัล ระเบียบการของข้อมูลดิจิทัล และระเบียบการการสร้าง และการบริหารจัดการแบบจำลอง BIM

Level of Development Specification Version 2013

มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายเพิ่มเติมในรายละเอียด และแสดงภาพประกอบเกี่ยวกับ องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ในระบบอาคารต่างๆ ที่ระดับชั้นต่างๆ ในการพัฒนา โดยเนื้อหาจะอธิบายนิยามของ Level of Development และตาราง Level of Development ซึ่งจะระบุถึงรายละเอียด ความต้องการ และภาพประกอบ ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ในระบบอาคารต่างๆ ที่ระดับชั้นต่างๆ ในการพัฒนา ต่างๆ ตั้งแต่ LOD 100 – LOD 400

National Building Information Modeling Standard (NBIMS)

เป็นเอกสารหลักที่กล่าวครอบคลุมทั้งเรื่องของมาตรฐานในการพัฒนาโปรแกรม BIM และมาตรฐานในการปฏิบัติวิชาชีพ แต่จะเน้นหนักไปในเรื่องของการพัฒนาโปรแกรมมากกว่า โดยในเรื่องของการปฏิบัติวิชาชีพจะกล่าวถึงเรื่องการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) เป็นหลัก

จากการศึกษามาตรฐาน BIM ทั้งสามประเทศพบว่ามีประเด็นสำคัญ 3 เรื่องหลักที่ต้องมี คือ การวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) การทำงานร่วมกันด้วย BIM (Collaboration) และ ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง (Modelling Methodology) ซึ่งระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง จะแยกเป็นหัวข้อย่อยลงไป คือ ระดับชั้นในการพัฒนาแบบจำลอง (Level of Development) การจัดหมวดหมู่ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (BIM Elements) และการผลิตเอกสาร (Documentation) นอกจากนี้ยังมีหัวข้ออื่นๆ มากบ้าง น้อยบ้าง ตามโครงสร้างและรายละเอียดของมาตรฐานที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ซึ่งจากความแตกต่างนี้ทำให้มาตรฐานของแต่ละประเทศมีข้อสังเกตต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.4.2 ข้อสังเกตของมาตรฐาน BIM แต่ละประเทศ

มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

1. การแบ่งหัวข้อภายในเอกสารมีความชัดเจน ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
2. มีการอธิบายวิธีการดำเนินการค่อนข้างละเอียด เข้าใจได้ง่าย และสามารถนำไปปฏิบัติตามได้
3. มีการกำหนดรูปแบบการนำเสนอแบบให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทำให้ง่ายต่อการทำเอกสาร
4. มีการทำ Template แจกในเว็บไซต์ เพื่อสร้างมาตรฐานเดียวกัน
5. มีการแนะนำแนวทางการตั้งชื่อ และโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานบริหารจัดการแบบจำลองและไฟล์ได้ดียิ่งขึ้น
6. ไม่มีการอธิบายระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลอง (Grade หรือ Level of Development) แยกตามองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ที่ละเอียดเหมือนมาตรฐานประเทศอื่น

มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

1. เนื้อหาละเอียดครบถ้วน ตั้งแต่การวางแผนการปฏิบัติงาน ไปจนถึงการเก็บค่าบริการ
2. การแบ่งหัวข้อภายในเอกสารมีความชัดเจน ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
3. มีการกำหนดมาตรฐานในการคิดค่าบริการวิชาชีพ ช่วยเป็นแนวทางในการทำสัญญาจ้างต่างๆ
4. มีการระบุความต้องการขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ที่ระดับขั้นต่างๆ ของโครงการ อย่างละเอียด ทำให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจทั้งผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้าง
5. มีการทำ Template สำหรับการส่งแบบขออนุญาตแจกในเว็บไซต์ สามารถส่งแบบขออนุญาตก่อสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ได้
6. เนื้อหาบางหัวข้อยังไม่ลงลึกเท่าที่ควร เช่น มาตรฐานการนำเสนอแบบ และการเก็บรักษาข้อมูล เป็นต้น

มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

1. มีการแบ่งมาตรฐาน BIM ออกเป็นหลายฉบับ ตามขอบเขตที่แยกกันไป ซึ่งจัดทำโดยหลายหน่วยงาน ทำให้เนื้อหาในมาตรฐาน BIM เรื่องต่างๆ มีความละเอียดมาก
2. ระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development) ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) มีความละเอียดชัดเจนมากที่สุด
3. เอกสาร NBIMS มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งฝั่งนักพัฒนาโปรแกรม และฝั่งผู้ใช้งาน ทำให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าใจความต้องการของผู้ใช้งาน และผู้ใช้งานสามารถเข้าใจแนวความคิดเบื้องหลังของโปรแกรมได้
4. การที่หลายหน่วยงานจัดทำมาตรฐาน BIM ในเรื่องต่างๆ ทำให้ยากต่อการรวบรวมเนื้อหา และยากต่อการศึกษาทำความเข้าใจ
5. เอกสาร NBIMS รวมเนื้อหามาตรฐานการพัฒนาโปรแกรม กับมาตรฐานในการปฏิบัติวิชาชีพในเอกสารเดียวกัน ทำให้อ่านยาก และเกิดความสับสนได้
6. เอกสาร NBIMS ยังอยู่ในช่วงพัฒนา ทำให้ยังขาดข้อมูลอีกหลายส่วน โดยเฉพาะเนื้อหาด้านการปฏิบัติวิชาชีพ

(รายละเอียดของรายงานการศึกษาสามารถดูได้ที่ www.asa.or.th)

หนังสือชุด : คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ

แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย

(Thailand BIM Guideline) ฉบับปี พ.ศ. 2558

คณะกรรมการจัดทำคู่มือปฏิบัติวิชาชีพแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย

นายพิชัย	วงศ์ไฉยวรรณ	ที่ปรึกษาคณะกรรมการ
นายวิญญู	วานิชศิริโรจน์	ที่ปรึกษาคณะกรรมการ
นายคมกฤช	ชูเกียรติมั่น	หัวหน้าคณะกรรมการ
ผศ. กวีไกร	ศรีหิรัญ	คณะกรรมการ
นายวิศรุต	ศตสุข	คณะกรรมการ
นายสุชาย	ศิริพงศ์สิน	คณะกรรมการ
นายณพพร	สุบิน	คณะกรรมการ
รศ. วิวัฒน์	อุดมปิติทรัพย์	คณะกรรมการ
นายวุฒิพงษ์	พจนานพิมล	คณะกรรมการ
นายอัศวเดช	ประดิษฐ์กุล	คณะกรรมการ
นายอัศววัฒน์	ตรัยจิรพงศ์	คณะกรรมการ

สนับสนุนการพิมพ์โดย



พิมพ์ครั้งที่ 1
เมษายน 2558

