

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์

การศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ



isa

จัดทำโดย

ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ

วีรภัทร ไตรทิพเทวินทร์

บทคัดย่อ

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

จากการศึกษามาตรฐาน BIM ทั้งสามประเทศพบว่ามาตรฐาน BIM ในประเทศต่างๆ มีความแตกต่างกันไป ทั้งในเรื่องของโครงสร้างการวางเนื้อหา และความลึกของเนื้อหา อย่างไรก็ตามมีประเด็นสำคัญ 3 เรื่องที่มาตรฐาน BIM ของทั้งสามประเทศพูดถึง คือ การวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) การทำงานร่วมกันด้วย BIM (Collaboration) และ ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง (Modelling Methodology) ซึ่งระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง จะแยกเป็นหัวข้อย่อยลงไป คือ ระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลอง (Level of Development) การจัดหมวดหมู่ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (BIM Elements) และการผลิตเอกสาร (Documentation) นอกจากนี้จะมีหัวข้ออื่นๆ มากบ้าง น้อยบ้าง ตามโครงสร้างและรายละเอียดของมาตรฐานที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เช่น การให้คำนิยามคำศัพท์ต่างๆ มาตรฐานการนำเสนอแบบ 2 มิติ และ การคิดค่าบริการวิชาชีพในการใช้ BIM เป็นต้น

โดยสรุปในการจัดทำมาตรฐาน BIM ควรวางโครงสร้างของเนื้อหาในเข้าใจง่าย เรียบเรียงเป็นลำดับขั้นตอน โดยเนื้อหาหลักที่จะต้องคำนึงถึง คือ การวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) การทำงานร่วมกันด้วย BIM (Collaboration) และ ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง (Modelling Methodology)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2.1 Assembly	4
2.2 Authorized Uses	4
2.3 Building Information Model	4
2.4 Building Information Modeling (BIM)	4
2.5 Component	4
2.6 Confidential Digital Data	5
2.7 Container Model	5
2.8 Digital Data	5
2.9 Level of Development (LOD)	5
2.10 Model Element	5
2.11 Model Element Author	5
2.12 Model User	6
2.13 Published	6
2.14 Shared	6
2.15 Views / Output files	6
2.16 Work In Progress (WIP)	6

บทที่ 3	มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ.....	7
3.1	AEC (UK) BIM Protocol Version 2.....	7
3.1.1	Introduction (บทนำ)	8
3.1.2	Best Practice (การปฏิบัติวิชาชีพที่ดี)	8
3.1.3	Project BIM Execution Plan (แผนการปฏิบัติงานด้วย BIM)	9
3.1.4	Collaborative BIM Working (การทำงานร่วมกันด้วย BIM).....	11
3.1.5	Interoperability (ความสามารถในการทำงานร่วมกัน).....	12
3.1.6	Data Segregation (การแบ่งแยกข้อมูล).....	13
3.1.7	Modelling Methodology (ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง).....	14
3.1.8	Folder Structure and Naming Conventions (โครงสร้างแฟ้มเก็บข้อมูล และการตั้งชื่อ).....	16
3.1.9	Presentation Styles (รูปแบบการนำเสนอ).....	19
3.1.10	Resources (ทรัพยากร).....	20
3.1.11	Appendices (ภาคผนวก).....	20
บทที่ 4	มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์.....	23
4.1	Singapore BIM Guide Version 2.....	23
4.1.1	Introduction (บทนำ)	23
4.1.2	BIM Execution Plan (แผนการปฏิบัติงานด้วย BIM).....	24
4.1.3	BIM Deliverables (ผลผลิตของ BIM).....	24
4.1.4	BIM Modelling and Collaboration Procedures (การสร้างแบบจำลอง BIM และกระบวนการทำงานร่วมกัน)	29
4.1.5	BIM Professionals (วิชาชีพ BIM).....	33
4.1.6	Appendix (ภาคผนวก).....	34
บทที่ 5	มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา	41

5.1 AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit	42
5.1.1 General Provisions (ข้อกำหนดทั่วไป)	42
5.1.2 Protocol (ระเบียบการ).....	42
5.1.3 Level of Development (ระดับขั้นในการพัฒนา).....	43
5.1.4 Model Elements (องค์ประกอบของแบบจำลอง).....	45
5.2 AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit.....	47
5.2.1 General Provisions (ข้อกำหนดทั่วไป)	47
5.2.2 Transmission and Ownership of Digital Data (การส่งต่อและความเป็นเจ้าของ ข้อมูลดิจิทัล)	47
5.2.3 Digital Data Protocol (ระเบียบการ ข้อมูลดิจิทัล).....	48
5.2.4 Building Information Modeling Protocols (ระเบียบการ BIM).....	48
5.3 Level of Development Specification Version 2013	50
5.3.1 Overview (ภาพรวม).....	50
5.3.2 Background (ประวัติความเป็นมา)	51
5.3.3 Level of Development (ระดับขั้นในการพัฒนา).....	51
5.3.4 LOD Definitions (คำนิยามของ LOD).....	52
5.3.5 Updates of This Document (การปรับปรุงเอกสาร).....	54
5.3.6 ตาราง Level of Development	55
5.4 National Building Information Modeling Standard (NBIMS).....	57
5.4.1 National Building Information Modeling Standard Version 1 (NBIMS v.1)	57
5.4.2 National Building Information Modeling Standard Version 2 (NBIMS v.2)	60
บทที่ 6 เปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา	66
6.1 ขอบเขต (Scope).....	66

6.2 การวางแผนการปฏิบัติงาน BIM (BIM Execution Plan).....	67
6.3 การกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคลากร	68
6.4 ระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development)	68
6.5 การกำหนดพิกัดของแบบจำลอง	69
6.6 การกำหนดหน่วยของแบบจำลอง	69
6.7 การแบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element).....	70
6.8 การทำงานร่วมกัน (Collaboration).....	70
6.9 การผลิตเอกสาร	71
6.10 การจัดเก็บไฟล์ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล.....	72
6.11 มาตรฐานการตั้งชื่อ	72
6.12 การคิดค่าบริการ	73
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษา และจุดเด่น – จุดด้อยของมาตรฐาน BIM แต่ละประเทศ	76
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	76
7.2 จุดเด่น – จุดด้อยของมาตรฐาน BIM แต่ละประเทศ.....	78
7.2.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ	78
7.2.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์.....	79
7.2.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา.....	79
บทที่ 8 ข้อเสนอแนะ.....	81
รายการอ้างอิง.....	83

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 สรุปช่วงเวลาในการเกิดมาตรฐาน BIM ในแต่ละประเทศ.....	3
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบการการทำงานด้วย BIM กับการเขียนแบบ 2 มิติดั้งเดิม ที่ระดับชั้น ต่างๆ ของโครงการ.....	26
ตารางที่ 4.2 ค่าบริการเพิ่มเติมที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ.....	29
ตารางที่ 4.3 อธิบายบทบาท และหน้าที่ของวิชาชีพ BIM	33
ตารางที่ 6.1 สรุปเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของประเทศอังกฤษ สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา.....	73



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3.1 แผนภาพอธิบายขั้นตอนการทำงานร่วมกันด้วย BIM ตามแนวทาง Common Data Environment (CDE).....	12
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่าง Grade ของแบบจำลอง.....	15
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่าง Central Resource Library	16
ภาพที่ 3.4 รหัสต่างๆ ในการตั้งชื่อไฟล์	21
ภาพที่ 3.5 โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลในการจัดเก็บไฟล์.....	22
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแบบแบบจำลองฐานรากและเสาเข็ม ในแต่ละช่วงของโครงการ	26
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างตาราง Responsibility Matrix.....	28
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างตาราง BIM Elements ในหมวดงานสถาปัตยกรรม	35
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างตาราง BIM Objective & Responsibility Matrix	36
ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างตาราง Overview	37
ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างตาราง Quality Assurance.....	38
ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างตาราง Architectural BIM Modelling Guidelines	39
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างตาราง Structural BIM Modelling Guidelines.....	39
ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างตาราง MEP BIM Modelling Guidelines.....	40
ภาพที่ 5.1 ตัวอย่าง Model Element Table	46
ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างตาราง Level of Development.....	56

บทที่ 1

บทนำ

Building Information Modeling หรือ BIM นั้นเป็นทั้งแนวคิดและเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่เข้ามามีส่วนช่วยในทุกขั้นตอนของกระบวนการออกแบบและการก่อสร้างอาคาร ตั้งแต่การริเริ่มโครงการไปจนถึงการบริหารอาคารหลังสร้างเสร็จ

ปัจจุบัน BIM เริ่มเข้ามามีบทบาทแทนที่ CAD มากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ในหลายๆ ประเทศได้มีองค์กรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการออกแบบและก่อสร้างจัดทำมาตรฐาน BIM ขึ้น เพื่อกำหนดแนวทางในการปฏิบัติงานด้วย BIM ให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ และเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานด้วย BIM โดยที่ข้อมูลสามารถแลกเปลี่ยน และนำมาใช้ซ้ำได้ ตลอดช่วงอายุของโครงการโดยที่ไม่มีการสูญเสียข้อมูลไป

มาตรฐาน BIM มีอยู่มากมายทั่วโลก โดยประเทศแรกๆ ที่จัดทำขึ้นคือ สหรัฐอเมริกา โดยหน่วยงาน National Institute of Building Sciences จัดทำ United States National Building Information Modeling Standard Version 1 (NBIMS v.1) เมื่อธันวาคม ปี 2007 โดยกล่าวในเชิงกว้าง เกี่ยวกับแนวความคิดของ BIM มากกว่าการปฏิบัติในเชิงวิชาชีพ

หลังจากนั้นในปี 2008 หน่วยงานสถาบันสถาปนิกอเมริกัน (American Institute of Architects, AIA) ได้จัดทำเอกสาร AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit ขึ้น โดยเป็นเอกสารที่กล่าวถึงแนวทางในการปฏิบัติงานด้วย BIM

ในปี 2009 AEC (UK) จากสหราชอาณาจักรอังกฤษ ได้ออกเอกสาร AEC (UK) BIM Standard Version 1 เพื่อเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานด้วย BIM โดยมีเอกสารประกอบเพิ่มเติม สำหรับโปรแกรม BIM แต่ละโปรแกรม คือ AEC (UK) BIM Standard for Revit v1.0 ในปี 2010 และ AEC (UK) BIM Standard for Bentley Building Products v1.0 ในปี 2011

นอกจากนี้ ประเทศออสเตรเลีย ก็ได้มีการออกเอกสาร National Guidelines for Digital Modelling เพื่อเป็นมาตรฐานของ BIM ในปี 2009 เช่นเดียวกัน

ในปี 2010 กลุ่มวิจัยของ Computer Integrated Construction (CIC) แห่งมหาวิทยาลัย Pennsylvania State ได้ออกเอกสาร BIM Project Execution Planning Guide Version 1 และ 2 (และ Version 2.1 ในปี 2011) เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานด้วย BIM ภายในสหรัฐอเมริกา

ในปี 2012 National Institute of Building Sciences จากสหรัฐอเมริกา ได้ออกเอกสาร United States National Building Information Modeling Standard Version 2 (NBIMS v.2)

และ AEC (UK) จากสหราชอาณาจักรอังกฤษ ได้ออกเอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2 ซึ่งมีการปรับปรุงเพิ่มเติม รวมถึงได้ออกเอกสารประกอบเพิ่มเติม คือ AEC (UK) BIM Protocol – BIM Execution Plan v2.0, AEC (UK) BIM Protocol – Model Matrix v2.0, AEC (UK) BIM Protocol For Autodesk Revit v2.0, AEC (UK) BIM Protocol For Bentley ABD v2.0, และ AEC (UK) BIM Protocol For GRAPHISOFT ArchiCAD v1.0 (2013) และในปีเดียวกันนั้น ประเทศสิงคโปร์ โดย Building and Construction Authority (BCA) และ BIM Steering Committee ได้ออกเอกสาร Singapore BIM Guide ขึ้น

ในปี 2013 สถาบันสถาปนิกอเมริกัน (AIA) ออกเอกสาร AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit และ BIMForum ได้ออกเอกสาร Level of Development Specification Version 2013 โดยขยายรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่อง Level of Development ของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน (AIA) นอกจากนี้ประเทศสิงคโปร์ โดย Building and Construction Authority (BCA) และ BIM Steering Committee ได้ออกเอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานของประเทศอื่นๆ อีกมากมาย เช่น ฮองกง ฟินแลนด์ นอร์เวย์ สวีเดน เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศในครั้งนี้ ได้เลือกประเทศที่มีการปรับปรุงมาตรฐาน BIM อยู่เสมอ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ประเทศ คือ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักรอังกฤษ และสิงคโปร์ และยังถือว่าทั้ง 3 ประเทศ เป็นตัวแทนของทวีปอเมริกา ยุโรป และเอเชีย อีกด้วย

โดยในการศึกษานี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ 1 ส่วนสรุปมาตรฐานของแต่ละประเทศ และ 2 ส่วนเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ระหว่างประเทศ

ตารางที่ 1.1 สรุปช่วงเวลาในการเกิดมาตรฐาน BIM ในแต่ละประเทศ

ปี	USA	UK	Singapore	Australia
2007	United States National Building Information Modeling Standard Version 1	-	-	-
2008	AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit	-	-	-
2009	-	AEC (UK) BIM Standard Version 1	-	National Guidelines for Digital Modelling
2010	BIM Project Execution Planning Guide Version 1 & 2	AEC (UK) BIM Standard for Revit v1.0	-	-
2011	BIM Project Execution Planning Guide Version 2.1	AEC (UK) BIM Standard for Bentley Building Products v1.0	-	-
2012	United States National Building Information Modeling Standard Version 2	AEC (UK) BIM Protocol Version 2	Singapore BIM Guide	-
		AEC (UK) BIM Protocol – BIM Execution Plan v2.0		
		AEC (UK) BIM Protocol – Model Matrix v2.0		
		AEC (UK) BIM Protocol For Autodesk Revit v2.0		
		AEC (UK) BIM Protocol For Bentley ABD v2.0		
2013	AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit	AEC (UK) BIM Protocol For GRAPHISOFT ArchiCAD v1.0	Singapore BIM Guide Version 2	-
	Level of Development Specification Version 2013			

บทที่ 2

นิยามศัพท์เฉพาะ

2.1 Assembly

กลุ่มของ Component หรือ Modelled elements ที่มาจัดเรียงกันเพื่อกำหนดส่วนประกอบของอาคาร เช่น Groups หรือ Sub-models โดยที่ Assembly สามารถบรรจุข้อมูลและตำแหน่งอ้างอิงได้ (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

2.2 Authorized Uses

การใช้ข้อมูลดิจิทัลที่ได้รับอนุญาต ในระเบียบการของข้อมูลดิจิทัล หรือ BIM (AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.3 Building Information Model

ตัวแทนทางดิจิทัลของลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางประโยชน์ใช้สอยของโครงการ คำว่า Model หรือ Model Element หมายถึง แบบจำลองเดี่ยวๆ หรือแบบจำลองหลายๆ ชิ้นที่ประกอบกัน (AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit และ AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.4 Building Information Modeling (BIM)

การสร้างและการใช้ข้อมูลที่ ประสานกัน (Coordinated) สอดคล้องกัน (Consistent) และคำนวณได้ (Computable) ของโครงการออกแบบและการก่อสร้าง (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

กระบวนการ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้าง Model (AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit และ AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.5 Component

องค์ประกอบเดี่ยวๆที่สามารถใช้ซ้ำได้ เช่น ประตู บันได เฟอร์นิเจอร์ แผง façade เสา กำแพง Component สามารถวาง เคลื่อนย้าย และหมุนได้ในตำแหน่งต่างๆ (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

2.6 Confidential Digital Data

ข้อมูลดิจิทัลที่ประกอบไปด้วยข้อมูลที่เป็นความลับ หรือทรัพย์สินทางธุรกิจ ซึ่งจะต้องส่งต่อไปยังภาคส่วนอื่นๆ จะต้องทำการระบุว่าเป็นความลับ (AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.7 Container Model

ที่เก็บซึ่งสามารถแปลง Assemblies และ Components เพื่อวัตถุประสงค์บางอย่าง เช่นการ export และการ Publication (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

2.8 Digital Data

ข้อมูลที่ประกอบไปด้วย การสื่อสาร แบบ รายการประกอบแบบ ที่สร้างหรือเก็บในรูปแบบของดิจิทัล นอกจากนี้ยังหมายถึงแบบจำลองด้วย (AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.9 Level of Development (LOD)

ระดับขั้นของความสมบูรณ์ในการ พัฒนา Model Element (AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit)

ขนาด ที่ว่าง ปริมาณ คุณภาพ และข้อมูลอื่นๆ ที่น้อยที่สุด ใน Model Element ที่เพียงพอต่อการสนับสนุนการใช้งานในแต่ละ LOD (AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.10 Model Element

Model Element เป็นส่วนของ Building Information Model ซึ่งเป็นตัวแทนของส่วนประกอบระบบ หรือชุดชิ้นส่วนภายในอาคาร หรือที่ดิน (AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit และ AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.11 Model Element Author

กลุ่มของผู้ที่รับผิดชอบในการพัฒนา Model Element โดยเฉพาะตามแต่ละ LOD ที่ได้รับมาในแต่ละระดับขั้นของโครงการ (AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit)

ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการและรวบรวม พัฒนา Model Element ไปตาม LOD ที่ต้องการในแต่ละชั้นของโครงการ (AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit)

2.12 Model User

ผู้ที่ใช้งาน Model ในโครงการ เช่น เพื่อการวิเคราะห์ ประมาณราคา หรือทำแผนงาน เป็นต้น (AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit)

2.13 Published

เอกสาร และข้อมูลอื่นๆ ที่สร้างขึ้นมาจาก Shared Information เช่นข้อมูลที่ Export, แบบ Drawing, รายงาน, Specifications (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

2.14 Shared

ข้อมูลซึ่งได้รับการตรวจสอบและรับรองแล้ว และถูกทำให้สามารถส่งต่อระหว่าง Project Team ได้ เช่นการแลกเปลี่ยนระหว่าง BIM Software เช่น ไฟล์ gbXML, CIS/2, และ IFC (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

2.15 Views / Output files

การสร้างภาพกราฟิกและข้อมูลที่เป็น non-graphic เช่น ผังพื้น รูปตัด รูปด้าน เป็นต้น (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

2.16 Work In Progress (WIP)

งานของแต่ละบริษัทหรือแต่ละสาขาวิชาชีพ (Discipline) ซึ่งข้อมูลยังไม่ถูกรับรองหรือตรวจสอบ เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนระหว่าง Project Team ได้ (AEC (UK) BIM Protocol Version 2)

บทที่ 3

มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ จัดทำโดย AEC (UK) ซึ่ง AEC ย่อมาจาก Architectural, Engineering and Construction industry เดิมที AEC (UK) เป็นคณะกรรมการที่จัดตั้งขึ้นเพื่อจัดทำมาตรฐานสำหรับ CAD และต่อมาจึงได้จัดทำมาตรฐานสำหรับ BIM โดยได้ออกเอกสาร AEC (UK) BIM Standard Version 1 ในปี 2009 และเอกสารประกอบเพิ่มเติม คือ AEC (UK) BIM Standard for Revit v1.0 ในปี 2010, AEC (UK) BIM Standard for Bentley Building Products v1.0 ในปี 2011

จากนั้นในปี 2012 AEC (UK) ได้ออกเอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2 ซึ่งมีการปรับปรุงเพิ่มเติมจาก AEC (UK) BIM Standard Version 1 รวมถึงออกเอกสารประกอบเพิ่มเติม คือ AEC (UK) BIM Protocol – BIM Execution Plan v2.0 ในปี 2012, AEC (UK) BIM Protocol – Model Matrix v2.0 ในปี 2012, AEC (UK) BIM Protocol For Autodesk Revit v2.0 ในปี 2012, AEC (UK) BIM Protocol For Bentley ABD v2.0 ในปี 2012, และ AEC (UK) BIM Protocol For GRAPHISOFT ArchiCAD v1.0 ในปี 2013

ในการศึกษานี้จะจำกัดขอบเขตเฉพาะเอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2 ซึ่งเป็นเอกสารหลักสำหรับมาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

3.1 AEC (UK) BIM Protocol Version 2

แบ่งเนื้อหาออกเป็น 11 บท ได้แก่

1. Introduction (บทนำ)
2. Best Practice (การปฏิบัติวิชาชีพที่ดี)
3. Project BIM Execution Plan (แผนการปฏิบัติงานด้วย BIM)
4. Collaborative BIM Working (การทำงานร่วมกันด้วย BIM)
5. Interoperability (ความสามารถในการทำงานร่วมกัน)
6. Data Segregation (การแบ่งแยกข้อมูล)
7. Modelling Methodology (ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง)
8. Folder Structure and Naming Conventions (โครงสร้างแฟ้มเก็บข้อมูล และการตั้งชื่อ)

9. Presentation Styles (รูปแบบการนำเสนอ)
10. Resources (ทรัพยากร)
11. Appendices (ภาคผนวก)

3.1.1 Introduction (บทนำ)

ในบทนี้กล่าวถึงประวัติความเป็นมา รายชื่อคณะกรรมการ ขอบเขตของมาตรฐาน แหล่งอ้างอิง และนิยามศัพท์ภายในมาตรฐาน โดยที่ AEC (UK) เริ่มต้นก่อตั้งในปี 2000 เพื่อพัฒนากระบวนการผลิต การจัดการ และการแลกเปลี่ยนข้อมูลของเอกสารในการออกแบบ โดยเริ่มต้นที่การกำหนดมาตรฐานของ CAD Layer หลังจากนั้นก็ขยายไปสู่การจัดการข้อมูลเรื่องอื่นๆ

ต่อมาคณะกรรมการได้รวมตัวกันอีกครั้งในปี 2009 ประกอบไปด้วยตัวแทนจากบริษัทต่างๆ ที่มีความเชี่ยวชาญในการใช้ BIM เพื่อร่วมกันกำหนดมาตรฐานและการเติบโตของ BIM ในอุตสาหกรรม การก่อสร้างของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

AEC (UK) BIM Protocol เผยแพร่ครั้งแรกเมื่อ พฤศจิกายน ปี 2009 หลังจากนั้นจึงปรับปรุง เป็นเวอร์ชัน 2012 เป็นฉบับล่าสุด

ACE (UK) BIM Protocol V2.0 สร้างมาจากแนวทางและกรอบความคิดของ UK Standards Documents ประกอบไปด้วย BS1192:2007, PAS1192-2, และ BS8541-1 มุ่งเน้นไปที่มาตรฐาน สำหรับการปฏิบัติงานในระดับขั้นการออกแบบ โดยวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตจากการทำงานด้วย BIM
2. เพื่อกำหนดมาตรฐานในการตั้งค่าและการทำงานเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพสูง และได้แบบ drawing ที่มีมาตรฐานเดียวกัน
3. เพื่อให้แน่ใจว่าไฟล์ BIM ถูกสร้างมาอย่างถูกต้อง มีข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกัน ระหว่างหลายสาขาวิชาชีพ

3.1.2 Best Practice (การปฏิบัติวิชาชีพที่ดี)

ในบทนี้กล่าวถึงหลักการวางแผนในการทำงานด้วย BIM ให้ประสบความสำเร็จ โดยจะแบ่งเป็นส่วน ของ BIM และส่วนของผลผลิตแบบ Drawing

ในส่วนของ BIM ได้มีการอธิบายหลักการทำงานตั้งแต่การสร้าง Project BIM Execution Plan (BxP) หรือแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM ว่าต้องมีการกำหนดบทบาท หน้าที่ ผลลัพธ์ ของแบบจำลอง และ ต้องมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบจำลองอย่างสม่ำเสมอ การพัฒนาแบบจำลองต้องมีแนวทางที่ชัดเจน มีการระบุผู้ที่เป็นเจ้าขององค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลอง การจัดการแบบจำลองโดยแยกแบบจำลองระหว่างงานในแต่ละสาขาอาชีพ และภายในสาขาอาชีพเดียวกันเพื่อลดขนาดไฟล์ การทำข้อตกลงในเรื่องของระดับชั้นความละเอียดของข้อมูล (Level of Detail หรือ Level of Development) รวมถึงข้อตกลงในการแก้ไขแบบจำลองต่างๆ เช่น ต้องแก้ไขที่แบบ 3 มิติ และต้องแก้ไข Warning ต่างๆ เป็นต้น

ในส่วนของผลผลิตแบบ Drawing สามารถทำมาตรฐานแบบ Drawing ดั้งเดิมมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น แบบ Drawing ควรประกอบไปด้วยข้อมูลในการออกแบบที่จำเป็นเฉพาะสำหรับแบบแต่ละแผ่น ควรหลีกเลี่ยงแบบรายละเอียดที่ซ้ำๆ กันหลายชุด หรือมุมมองที่ซ้ำกัน เพื่อลดความขัดแย้งของแบบ และการเรียงเลขหน้าของแบบควรเป็นระเบียบและเข้าใจง่าย

3.1.3 Project BIM Execution Plan (แผนการปฏิบัติงานด้วย BIM)

ในบทนี้เริ่มต้นด้วยการอธิบายบทบาท หน้าที่ และความรับผิดชอบ ของฝ่ายหลักๆ ในการทำงานด้วย BIM ซึ่งประกอบด้วย 3 ฝ่าย คือ

1. ฝ่ายกลยุทธ์ (Strategic)

ทำหน้าที่วางวัตถุประสงค์ กระบวนการ มาตรฐาน และข้อตกลงในการทำงาน โดยตำแหน่งจะเรียกว่า BIM Manager โดยไม่ว่าโครงการจะเล็กหรือใหญ่ จำเป็นที่จะต้องมีการทำหน้าที่นี้ในทุกโครงการ

2. ฝ่ายบริหารจัดการ (Management)

ทำหน้าที่ปฏิบัติตามแผนการทำงาน ตรวจสอบข้อมูลใน BIM ประสานงานระหว่างสาขาอาชีพ รวมถึงสร้างงานบางอย่าง โดยตำแหน่งจะเรียกว่า BIM Coordinator ซึ่ง BIM Coordinator หนึ่งคนสามารถดูแลโครงการได้หลายโครงการพร้อมกัน

3. ฝ่ายการผลิต (Production)

ทำหน้าที่ สร้างแบบจำลอง และสร้างแบบ Drawing

ในส่วนถัดมา อธิบายถึง Project BIM Execution Plan หรือแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM ซึ่งจะกำหนดลักษณะของแบบจำลอง ว่าต้องสร้างอย่างไร และมีรูปแบบข้อมูลอย่างไร เช่น

- Goals and Uses: กำหนดเป้าหมายของโครงการ BIM กำหนดวิธีการและขั้นตอนการทำงาน
- Standards: กำหนดมาตรฐานของ BIM ในโครงการ และความคลาดเคลื่อนจากมาตรฐาน
- Software Platform: กำหนดโปรแกรม BIM ที่จะใช้ และกำหนดว่าจะทำงานร่วมกันอย่างไร
- Stakeholders: กำหนดหัวหน้าโครงการ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่างๆ ตามหน้าที่ และความรับผิดชอบ
- Meetings: กำหนดความถี่ในการประชุมและผู้เข้าร่วมประชุม
- Project Deliverable: กำหนดการส่งต่อโครงการ และรูปแบบที่จะส่งต่อหรือแลกเปลี่ยน
- Project Characteristics: กำหนดจำนวนอาคาร ขนาด ตำแหน่ง ฯลฯ แบ่งงานและตารางงาน
- Shared Coordinates: กำหนดระบบพิกัดสำหรับข้อมูล BIM
- Data Segregation: กำหนดโครงสร้างการจัดการแบบจำลอง โดยที่ผู้เกี่ยวข้องในหลายสาขาอาชีพ และผู้ใช้หลายคนสามารถเข้าถึง และทำงานร่วมกันระหว่างเฟสต่างๆ ด้วยข้อมูล BIM เดียวกัน
- Checking/Validation กำหนดวิธีการตรวจสอบกระบวนการสร้างแบบจำลอง
- Data Exchange: กำหนดวิธีการสื่อสาร และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน
- Project Review Dates: ตั้งวันที่จะทำการตรวจสอบและทบทวนแบบจำลอง BIM โดยที่ทุกฝ่ายต้องเข้ามาประชุมร่วมกัน

โดยที่ ในช่วงเริ่มต้นของโครงการ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายควรเข้าร่วมการประชุม เพื่อที่จะกำหนดเป้าหมาย และกำหนด BIM Execution Plan ก่อนเริ่มการทำงาน

3.1.4 Collaborative BIM Working (การทำงานร่วมกันด้วย BIM)

ในบทนี้อธิบายถึงการทำงานร่วมกันด้วย BIM โดยอาศัยแนวทางการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันที่เรียกว่า Common Data Environment (CDE) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. Work In Progress (WIP)

เป็นข้อมูล BIM หรือไฟล์ ที่ยังไม่มี การตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ภายนอกทีมผู้ผลิต

2. Shared

เป็นข้อมูล BIM หรือไฟล์ ที่ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติในเรื่องความถูกต้องของข้อมูลให้เป็นที่ไปตาม Project BIM Execution Plan แล้ว สามารถนำไปใช้งานระหว่างสาขาอาชีพได้

3. Publication and Document Issue

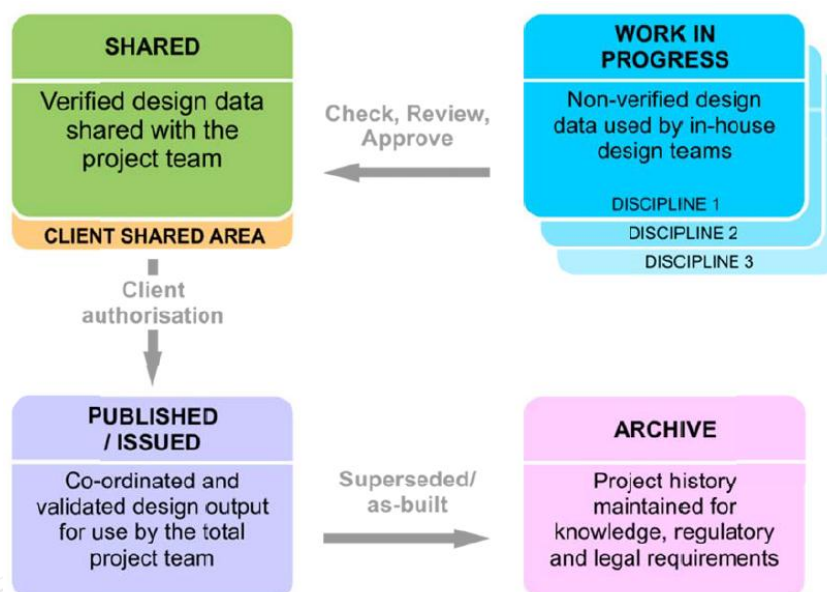
เป็นแบบ 2 มิติ และข้อมูลอื่นๆ ที่นำออกมาจาก BIM หลังจากที่ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติแล้ว จะอยู่ในรูปที่ไม่สามารถแก้ไขได้ และจะต้องเก็บแยกตามฉบับที่ตีพิมพ์

4. Archiving

เป็นการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติแล้วไว้ เพื่อการอ้างอิงภายหลัง โดยจะเก็บเมื่อเสร็จในแต่ละชั้นของโครงการ

นอกจากนี้ยังอธิบายถึงเรื่องอื่นๆ ในการทำงาน เช่น

- การเตรียมการสำหรับการตีพิมพ์ เช่น แบบจาก BIM ควรทำการแปลงเป็น PDF, DWF หรือรูปแบบอื่นๆ ที่ไม่สามารถแก้ไขได้
- โครงการที่ใหญ่มาก ควรแบ่งแบบจำลองออกเป็นโซน และควรทำตาราง Model Matrix ไว้เป็นเอกสาร ซึ่งสามารถดูตัวอย่างใน AEC (UK) BIM Protocol – Model Matrix
- การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล สามารถใช้ Check List จากเอกสาร AEC (UK) BIM Protocol – Model Validation Checklist เพื่อเป็นแนวทาง
- ข้อมูล BIM ควรมีการสำรองข้อมูลอยู่เสมอ และควรจำกัดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลสำหรับพนักงานแต่ละคน
- ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต ควรดูไฟล์ผ่านโปรแกรม Viewer ที่จะไม่แก้ไขไฟล์ไม่ได้



ภาพที่ 3.1 แผนภาพอธิบายขั้นตอนการทำงานร่วมกันด้วย BIM ตามแนวทาง Common Data Environment (CDE)

ที่มา: เอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2

3.1.5 Interoperability (ความสามารถในการทำงานร่วมกัน)

ในบทนี้กล่าวถึงความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรม ว่ามีความสำคัญสูงสุดในการทำงาน BIM ไม่ว่าจะเป็นการส่งออก CAD 2 มิติ หรือการส่งออกแบบ 3 มิติ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่างๆ โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อ คือ

1. Incoming CAD/BIM Data Management

อธิบายถึงบริหารจัดการข้อมูล CAD/BIM เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกไว้ ควรมีการทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้ ควรมีการตรวจสอบข้อมูล เป็นต้น

2. Intended Use of Model

อธิบายถึงการสร้าง และใช้แบบจำลองเพื่อจุดประสงค์ต่างๆ ต้องทำตามระดับขั้นความละเอียดของข้อมูล (Level of Detail) ที่วางไว้ และต้องจัดเตรียมข้อมูลต่างๆ ตามที่ระบุไว้ใน Project BIM Execution Plan เนื่องจาก BIM สามารถทำได้ทุกวัตถุประสงค์ Project BIM Execution Plan จึงต้องระบุระดับขั้นของงาน (stage of work) และวัตถุประสงค์ของงาน เช่น ในการทำเสาเพื่อการคำนวณ บางโปรแกรมต้องการให้เสาหยุดทุกชั้น เป็นต้น

3. Data Transfer between Software Platforms

อธิบายถึงข้อคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรม เช่น จะต้องเข้าใจถึงสิ่งจำเป็น และข้อจำกัดของ โปรแกรม และฮาร์ดแวร์ เพื่อที่จะได้เตรียมข้อมูล BIM ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงควรมีการทดสอบการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรม ที่แตกต่างกัน เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย

3.1.6 Data Segregation (การแบ่งแยกข้อมูล)

ในบทนี้กล่าวถึงหลักการในการแบ่งแบบจำลอง เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ คือ เพื่อให้ผู้ใช้หลายคนเข้าถึงข้อมูลได้ เพื่อบริหารจัดการโครงการขนาดใหญ่ให้มีประสิทธิภาพ และเพื่อการทำงานร่วมกันระหว่างสาขาอาชีพต่างๆ โดยในการปฏิบัติงานควรคำนึงถึงเกณฑ์หรือระเบียบวิธีในการแบ่งแบบจำลอง ซึ่งควรทำข้อตกลงร่วมกัน เช่น ให้มีอาคารหนึ่งหลังต่อหนึ่งไฟล์ แต่ละไฟล์ให้แยกระบบงานในแต่ละสาขาอาชีพ ให้ระบุผู้สร้างแบบจำลองในแต่ละช่วงของโครงการไว้ในเอกสาร Project BIM Execution Plan และเมื่อรวมแบบจำลองหลายๆ ไฟล์เข้าด้วยกัน จะต้องมีการ Container Model ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยงแบบจำลองต่างๆ เข้าด้วยกัน เป็นต้น

ในการแบ่งหมวดหมู่ของแบบจำลองนั้น ช่วยให้ผู้ใช้หลายคนทำงานได้พร้อมๆ กัน ในแบบจำลองเดียวกัน การแบ่งหมวดหมู่อย่างเหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการทำงาน โดยเฉพาะโครงการที่ต้องทำงานหลายคน

การแบ่งหมวดหมู่ของแบบจำลองที่เหมาะสม ควรแบ่งตามองค์ประกอบอาคาร เช่น แบ่งตามประเภท ตำแหน่ง หรืองานของแต่ละฝ่าย ซึ่งการแบ่งควรกำหนดโดยหัวหน้าทีมออกแบบ ร่วมกับผู้ที่ทำหน้าที่ BIM Coordinator และต้องกำหนดไว้ในเอกสาร Project BIM Execution Plan

การอ้างอิงแบบจำลอง เป็นการนำเอาส่วนของเรขาคณิต หรือข้อมูลเพิ่มเติมมาใช้ในโครงการ ซึ่งอาจจะเป็นส่วนของโครงการที่มีขนาดใหญ่เกินที่จะจัดการได้ในไฟล์เดียว หรือข้อมูลจากสาขาอาชีพอื่นๆ หรือข้อมูลจากบริษัทอื่นๆ นอกจากนี้บางโครงการอาจแบ่งแบบจำลองออกเป็นหลายไฟล์ และทำการเชื่อมโยง (Link) กลับมารวมกันเพื่อลดขนาดไฟล์ ซึ่งแบบจำลองต่างๆ ควรมีตำแหน่งพิกัดที่สัมพันธ์กับจุดอ้างอิงที่ตกลงไว้

การอ้างอิงแบบจำลองระหว่างสาขาอาชีพ ไม่ว่าจะแบบจำลองภายในบริษัทเดียวกัน หรือจากต่างบริษัท จะทำการประสานงานกัน (Coordination) ผ่าน Shared Model โดยที่ จุดพิกัดอ้างอิงของโครงการ ทิศเหนือ และรายละเอียดเฉพาะต่างๆ เช่น ความแตกต่างระหว่างระดับพื้นสำเร็จ

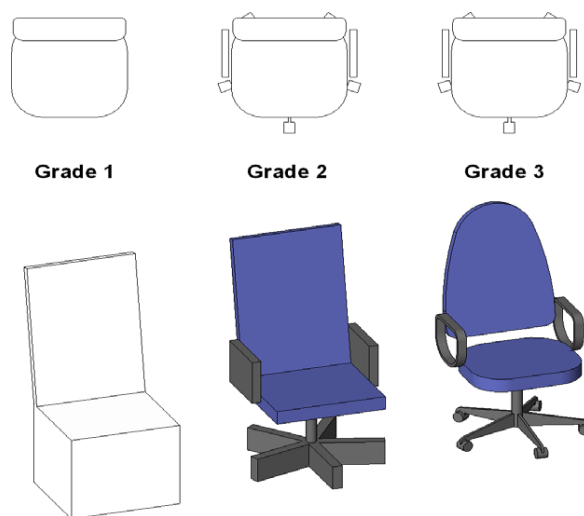
(Finished Floor Level, FFL) และระดับพื้นโครงสร้าง (Structural Slab Level, SSL) จะต้องทำการตกลงกันในเอกสาร Project BIM Execution Plan ตั้งแต่ต้น

3.1.7 Modelling Methodology (ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง)

ในบทนี้กล่าวถึงระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลองซึ่งช่วยให้สร้างแบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เวลาน้อยลง และสามารถทำแบบจำลองขนาดใหญ่ด้วยฮาร์ดแวร์ที่จำกัด

การพัฒนาองค์ประกอบของแบบจำลองต่างๆ ควรมีการกำหนดระดับขั้นความละเอียด (Grade) โดยที่การแบ่ง Grade หรือระดับขั้นความละเอียดของแบบจำลอง แบ่งเป็น 4 Grade ดังนี้

1. Component Grade 0 (G0) – Schematic
 - แสดงเป็นเพียงสัญลักษณ์ หรือวัตถุที่ไม่มีมาตราส่วนหรือระยะใดๆ รวมถึงสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งไม่มีวัตถุ 3D
2. Component Grade 1 (G1) – Concept
 - เป็นรูปทรงง่ายๆ ที่มีรายละเอียดน้อยที่สุดที่ยังสามารถระบุว่าเป็นวัตถุอะไรได้อยู่
 - มีการแสดงระยะแบบคร่าวๆ
 - สร้างจาก material ที่สอดคล้องกัน เช่น Concept-White, Concept-Glazing
3. Component Grade 2 (G2) – Define
 - บรรจุข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลทางเทคนิค และตัวแบบจำลองมีการระบุชนิดและวัสดุ
 - มีรายละเอียด 2 มิติ ที่เหมาะสมกับมาตราส่วนที่ต้องการ
 - เพียงพอสำหรับโครงการส่วนใหญ่
4. Component Grade 3 (G3) – Rendered
 - เหมือนกับ Grade 2 ในกรณีที่ทำแบบ 2 มิติ แตกต่างเพียงการแสดงแบบ 3 มิติ
 - ใช้เมื่อเปิดมุมมอง 3 มิติที่มาตราส่วนที่จำเป็นที่จะต้องเห็นรายละเอียด เช่นวัตถุอยู่ใกล้กับกล้อง
 - Component อาจปรากฏมากกว่า 1 ใน library โดย Grade ต่างๆ กัน ซึ่งการตั้งชื่อต้องตั้งให้สอดคล้องกับ Grade



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่าง Grade ของแบบจำลอง

ที่มา: เอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2

ในการเริ่มต้นการสร้างแบบจำลอง ควรมีการพิจารณาระดับชั้นความละเอียดของข้อมูล การมีข้อมูลน้อยเกินไปจะไม่เพียงพอต่อการใช้งาน การมีข้อมูลมากเกินไปก็จะทำให้จัดการข้อมูลลำบาก Project BIM Execution Plan จึงควรกำหนดในประเด็นเกี่ยวกับแบบจำลอง 3 มิติ จะใช้ถึงระดับใด และจะใช้แบบรายละเอียด 2 มิติ เข้ามาแทนที่เมื่อใด โดยมีข้อแนะนำว่าแบบจำลอง 3 มิติ ควรมีความละเอียดประมาณมาตราส่วน 1:50 หากมาตราส่วนเล็กกว่านี้ให้ใช้แบบ 2 มิติช่วย

ในการรวบรวมแบบและเตรียมการพิมพ์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. สร้าง View และ Sheet จาก BIM เต็มรูปแบบ (แนะนำ)
2. Export View ไปเป็น CAD และทำการเพิ่มเติมรายละเอียดในโปรแกรม CAD ซึ่งจะทำให้ประโยชน์จากข้อมูล BIM หายไป จึงควรหลีกเลี่ยงหากเป็นไปได้ และจะต้องแน่ใจว่าการเปลี่ยนแปลงใดๆ ใน BIM จะต้องทำการแก้ไขเพิ่มเติมใน CAD ด้วย

ในเรื่องของตำแหน่งและพิกัดของแบบจำลอง BIM ควรจะใช้ระบบพิกัดตามโลกจริง มีการให้ระดับความสูงตามจริง และใช้ระบบพิกัดเดียวกันระหว่างไฟล์ BIM จะทำให้อ้างอิงถึงกันได้โดยไม่ต้องแก้ไขตำแหน่ง

ในเรื่องของหน่วยในการวัด แบบจำลองทั้งหมดควรใช้หน่วยที่สอดคล้องกัน โดยที่ค่าเริ่มต้นของหน่วยจะใช้มิลลิเมตร และทศนิยม 2 ตำแหน่ง หรืองานบางประเภทอาจใช้หน่วยอื่นๆ ตามความเหมาะสม และควรหลีกเลี่ยงการสลับไปมาระหว่างหน่วย Imperial กับหน่วย Metric

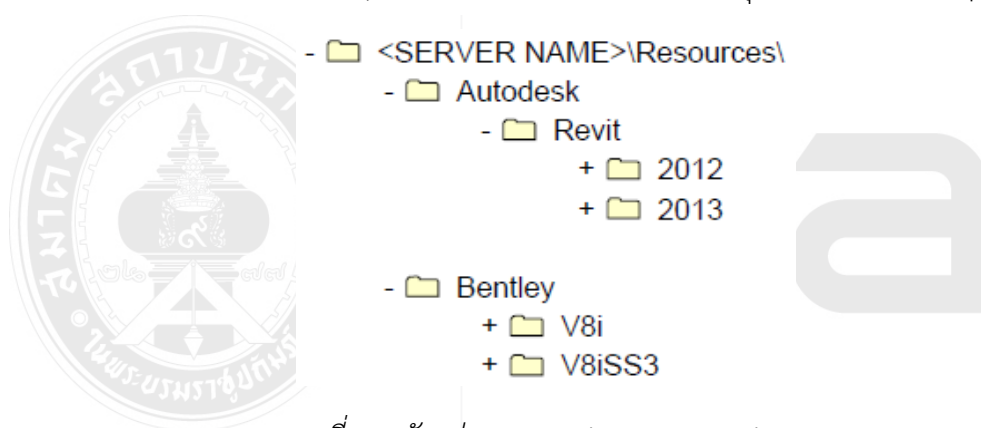
3.1.8 Folder Structure and Naming Conventions (โครงสร้างแฟ้มเก็บข้อมูล และการตั้งชื่อ)

ในบทนี้กล่าวถึงการจัดเก็บ และการตั้งชื่อไฟล์ข้อมูล BIM ในโครงการ โดยโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล (Folder) จะอ้างอิงจากหลักการในเอกสาร BS1192:2007 โดยแบ่งเป็นแฟ้ม Work In Progress (WIP), Shared, Published, และ Archived

เมื่อโครงการประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ เช่น อาคารหลายหลัง หรือพื้นที่หลายส่วน ควรทำสร้างแฟ้มย่อยๆ แยกแต่ละองค์ประกอบ

Template มาตรฐาน, หัวกระดาษ, รายละเอียดแบบ, ข้อมูลอื่นๆ ทั่วไป ควรเก็บไว้ที่ Server กลาง ในส่วนของ Resource Library โดยห้ามเขียนทับ

Central Resource Library ควรมีการแยกชื่อโปรแกรม และรุ่นของโปรแกรมนั้นๆ



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่าง Central Resource Library
ที่มา: เอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2

การตั้งชื่อ มีคำแนะนำต่างๆ ดังนี้

1. การตั้งชื่อโดยทั่วไป (General Naming)

จะมีข้อตกลงต่างๆ เช่น กำหนดให้ใช้ตัวอักษร A-Z และตัวเลข 0-9 โดยการเว้นวรรคระหว่างพินดีให้ใช้ - เป็นตัวแยก และใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ หรือ _ เพื่อแยกคำ ใช้จุด . เพื่อแยกชื่อกับนามสกุลไฟล์ และมีการกำหนดรหัสต่างๆ สำหรับสาขาอาชีพ โชน และระดับชั้น เป็นต้น

2. การตั้งชื่อไฟล์แบบจำลอง (Model File Naming)

จะอ้างอิงจากเอกสาร BS1192:2007 โดยจะแยกข้อมูลออกเป็นฟิลด์ต่างๆ เช่น

Field 1: Project

ชื่อย่อ รหัส หรือตัวเลข ที่ระบุถึงโครงการ

Field 2: Originator Code (Recommended 3 characters)

รหัสย่อของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องดั้งเดิม

Field 3: Zone/System (Recommended 2 characters)

ระบุชื่อตึก พื้นที่ เฟส หรือโซน ของไฟล์แบบจำลอง

Field 4: Level (Recommended 2 characters)

ระบุชั้น หรือกลุ่มของชั้น กรณีที่มีการแบ่งชั้น

Field 5: Type (Recommended 2 characters)

ชนิดเอกสาร เช่น M3 สำหรับ 3D Model files

Field 6: Role (Recommended 2 characters)

ระบุ discipline (ดูภาคผนวก 11.1)

Field 7: Description

คำอธิบายประกอบเพิ่มเติม

ตัวอย่างเช่น 37232-AAA-Z6-01-M3-S-Main_Model-LOCAL.rvt คือ งานหมายเลข 37232 เป็นแบบจำลองโครงสร้าง โชน6 ชั้น 1 และเป็น Local file ของ Revit

3. การตั้งชื่อ Division

สำหรับโปรแกรมที่ไม่ต้องแยก division เป็นหลายไฟล์ เช่น Revit Worksets การตั้งชื่อ divisions ควรตั้งให้เข้าใจง่ายหลีกเลี่ยงการเข้าใจผิด

4. การตั้งชื่อ Library Object

การตั้งชื่อวัตถุ ควรแยกเป็นฟิลด์ต่างๆ เช่นเดียวกัน คือ

Field 1: Role (Optional)

ระบุผู้สร้างวัตถุ

Field 2: Classification

ใช้ Uniclass code เพื่อแยกประเภทของวัตถุ

Field 3: Description

คำอธิบายวัตถุ

Field 4: Originator/Manufacturer (Optional)

ระบุผู้ผลิต

Field 5: Size / Originator item code (Optional)

ระบุขนาดหรือรหัสสินค้าตามผู้ผลิต

Field 6: Type

ระบุ view ที่ตั้งใจจะแสดง เช่น ใช้รหัสดังนี้

M3 = 3D model

E = 2D elevation

P = 2D plan

R = 2D reflected ceiling

S = 2D section

Field 7: Grade / Level of detail

ระบุระดับความละเอียดของข้อมูล G0-G3

ตัวอย่างเช่น G25-WallBrick-102.5-M3-G2 คือ กำแพงก่ออิฐขนาดหนา 102.5 มม.

แบบ 3 มิติ ระดับชั้นความละเอียด G2

5. การตั้งชื่อคุณสมบัติของวัตถุ (Object Property Naming)

ตัวแปร และคุณสมบัติต่างๆ ของวัตถุ ควรตั้งชื่อที่สอดคล้องกัน และเป็นเหตุเป็นผล
เข้าใจง่าย ชื่อเฉพาะควรหลีกเลี่ยง

6. การตั้งชื่อมุมมอง (View Naming)

การตั้งชื่อ View ควรตั้งให้สอดคล้องกันในแต่ละทีมที่ทำงานร่วมกัน

Field 1: Level (Optional)

อธิบายระดับชั้นของ view นั้น

Field 2: Content

ระบุเนื้อหา

ตัวอย่างเช่น 01-Plan คือผนังพื้นที่ 1

7. การตั้งชื่อ View List Scheduling

ขึ้นอยู่กับโปรแกรม

8. การตั้งชื่อ Sheet

ให้ตั้งตามมาตรฐานการเขียนแบบ

3.1.9 Presentation Styles (รูปแบบการนำเสนอ)

ในบทนี้อธิบายถึงหลักการที่จะทำให้การพล็อตแบบจาก BIM มีคุณภาพ ซึ่งจะครอบคลุมในเรื่องของการตั้งค่าจากโปรแกรมเป็นหลัก โดย Templates และไฟล์ต่างๆ สามารถ Download ได้จาก www.aec-uk.org

การตั้งค่ารูปแบบการนำเสนอจากโปรแกรม ประกอบไปด้วยเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. Annotation

เช่น แบบอักษรควรเหมือนกันในแบบทุกแผ่น ใช้พื้นหลังทึบ ไม่ควรทับเส้นหรือสัญลักษณ์ ใช้หัวลูกศรแบบ Dot แทนที่หัวแบบ Closed Filled ในกรณีที่อยู่บริเวณที่เป็น Hatch หรือเงา เป็นต้น

2. ขนาดอักษร ควรใช้ความสูงของอักษรขนาดต่างๆ ตามการใช้งาน เช่น

ความสูงของอักษร (mm) เมื่อ Plot	การใช้งาน
1.8	ตัวอักษรทั่วไป Dimension ใช้บนกระดาษ A3 และ A4
2.5	ตัวอักษรทั่วไป Dimension
3.5	Sub-headings
3.5	ตัวอักษรทั่วไป Dimension บนกระดาษ A0
5.0	Normal titles, Drawing numbers
7.0	Major titles

3. น้ำหนักเส้น

น้ำหนักเส้นควรมีความสอดคล้องกันทั้งโครงการ และควรใช้น้ำหนักเส้นเพื่อแสดงความลึกของแบบ หรือแสดงความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบต่างๆ

4. Dimension

มีข้อกำหนดต่างๆ เช่น ควรสร้างโดยใช้เครื่องมือในการสร้าง Dimension และไม่ควรแก้ไขตัวหนังสือของ Dimension หลีกเลี่ยงการใส่ Dimension ซ้ำซ้อน เส้นของ Dimension ไม่ควรหัก และทับกับเส้นอื่น ตัวอักษรให้อยู่ด้านบนของเส้น ไม่ควรทับกับเส้นอื่น เป็นต้น

5. หัวกระดาษ (Titleblocks)

ควรสร้างและเก็บไว้ในโฟลเดอร์ Project BIM Resources

6. สัญลักษณ์ (Symbols)

สัญลักษณ์มาตรฐาน เช่น ทิศ รูปตัด ควรสร้างและเก็บไว้ในโฟลเดอร์ Project BIM Resources

7. Copyright

แบบต่างๆ ที่มีลิขสิทธิ์ควรแสดงข้อห้ามในการใช้งาน

8. Line Patterns, Line Styles, Hatch, View Templates ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตโปรแกรม

3.1.10 Resources (ทรัพยากร)

ในบทนี้กล่าวถึงการแชร์โปรแกรม และเนื้อหา (Content) ระหว่างการทำงาน BIM เพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพในการทำงาน

โปรแกรมที่ใช้ ควรมีความสอดคล้องในการทำงานร่วมกัน การส่งข้อมูลต่อไปยังโปรแกรมอื่น ควรทำการตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของข้อมูล ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ เมื่อมีการใช้โปรแกรมอื่นเสริม ผู้สร้างแบบจำลองควรแน่ใจว่าข้อมูลและมาตรฐานต่างๆ ยังคงอยู่ การอัปเดตโปรแกรมระหว่างการทำงานควรพิจารณาถึงความเหมาะสม และควรอัปเดตโดยตรงกับบริษัทผู้ผลิตโปรแกรม

เนื้อหา (Content) ต่างๆ หรือวัตถุที่ใช้ใน BIM นั้น ในการสร้าง หรือการพัฒนา ต้องทำให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่วางไว้ และควรเก็บไว้ใน Server กลางที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ โดยเนื้อหา (Content) นั้น แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. Project BIM Resource Library

เป็นวัตถุที่ใช้สำหรับโครงการหนึ่งๆ โดยเฉพาะ เช่น Template, Titleblock, ซึ่งอาจจะมี ความแตกต่างจากมาตรฐานทั่วไป โดยให้เก็บไว้ใน Project BIM Resource Library

2. Central BIM Resource Library

เป็นวัตถุที่ใช้โดยทั่วไป เช่น Template, Titleblock, และ Family ซึ่งควรถูกเก็บไว้ใน Server Resource Library และควรมีการแยกโปรแกรม และแยกรุ่นไว้

3.1.11 Appendices (ภาคผนวก)

ในภาคผนวกนี้ เป็นการอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องของรหัสต่างๆ ในการตั้งชื่อไฟล์ และตัวอย่าง โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลในการจัดเก็บไฟล์

1. รหัสต่างๆ ในการตั้งชื่อไฟล์

Discipline Codes	
BS1192:2007 codes shown in bold	
Additions shown feint	
A	Architects
B	Building surveyors
C	Civil engineers
CB	Bridge engineers
CR	Road / highway engineers
CW	Water / dam engineers
D	Drainage
E	Electrical engineers
EC	Cable Containment
EF	Fire Alarms
EL	Lighting
EP	Protection
ES	Security
F	Facilities Manager
G	GIS, land surveyors
GA	Aerial surveyors
H	Heating and Ventilation
I	Interior designers
K	Client
L	Landscape architects
M	Mechanical engineers
ME	Combined Services
MW	Chilled Water
MH	Heating
MV	Ventilation
P	Public health
PD	Drainage
PF	Fire Services
PH	Public Health Services
PS	Sanitation and Rainwater
PW	Water Services
Q	Quantity surveyors
R	Rail
RS	Railways signaling
RT	Railways track
S	Structural engineers
SF	Façade engineers
SR	Reinforcement detailers
T	Town & country planners








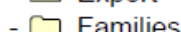




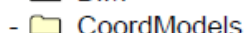

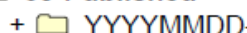
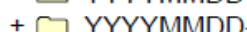

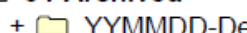
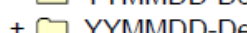


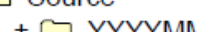


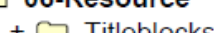

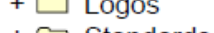
Project Zone Code Examples	
01	Building or zone 1
ZA	Zone A
B1	Building 1
CP	Car park
A2	Area Designation 2

Project Level Code Examples	
RF	Roof
01	Level 1
00	Ground floor
B2	Basement 2
M1	Mezzanine 1
PL	Piling
FN	Foundation

Discipline Codes cont...	
W	Contractors
X	Sub-contractors
Y	Specialist designers
YA	Acoustic engineers
YE	Environmental engineers
YF	Fire engineers
YL	Lighting engineers (non-building services)
Z	General (non-specific)

ภาพที่ 3.4 รหัสต่างๆ ในการตั้งชื่อไฟล์
ที่มา: เอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2

2. โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลในการจัดเก็บไฟล์

-  [Project Folder]	
-  BIM	[BIM data repository]
-  01-WIP	[WIP data repository]
-  CAD	[CAD files (incl. 'Modified')]
-  BIM	[Design models (incl. 'Modified')]
-  SheetFiles	[Sheet/dwg files]
-  Export	[Export data e.g. gbXML or images]
-  Families	[Components created during this project]
-  WIP_TSA	[WIP Temporary Shared Area (TSA)]
-  02-Shared	[Verified Shared data]
-  CAD	[CAD data/output files]
-  BIM	[Design models]
-  CoordModels	[Compilation models]
-  03-Published	[Published Data]
+  YYYYMMDD-Description	[Sample submission folder]
+  YYYYMMDD-Description	[Sample submission folder]
-  04-Archived	[Archived Data repository]
+  YYMMDD-Description	[Archive folder]
+  YYMMDD-Description	[Archive folder]
-  05-Incoming	[Incoming Data repository]
-  Source	[Data originator]
+  YYYYMMDD-Description	[Incoming folder]
+  Source	[Data originator]
-  06-Resource	[Project BIM Resources Library]
+  Titleblocks	[Drawing borders/titleblocks]
+  Logos	[Project logos]
+  Standards	[Project standards]

ภาพที่ 3.5 โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลในการจัดเก็บไฟล์
ที่มา: เอกสาร AEC (UK) BIM Protocol Version 2

บทที่ 4

มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์ จัดทำโดย Building and Construction Authority (BCA) และ BIM Steering Committee ซึ่งเป็นคณะกรรมการที่จัดตั้งขึ้นเพื่อร่างมาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์ โดยได้ออกเอกสาร Singapore BIM Guide Version 1 เมื่อปี 2012 และได้ออกเอกสารปรับปรุงเป็น Singapore BIM Guide Version 2 ในปี 2013

ในการศึกษานี้จะจำกัดขอบเขตเฉพาะเอกสาร Singapore BIM Guide Version 2 ซึ่งเป็นมาตรฐาน BIM ฉบับล่าสุดของสิงคโปร์

4.1 Singapore BIM Guide Version 2

แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บท ได้แก่

1. Introduction (บทนำ)
2. BIM Execution Plan (แผนการปฏิบัติงานด้วย BIM)
3. BIM Deliverables (ผลผลิตของ BIM)
4. BIM Modelling and Collaboration Procedures (การสร้างแบบจำลอง BIM และกระบวนการทำงานร่วมกัน)
5. BIM Professionals (วิชาชีพ BIM)
6. Appendix (ภาคผนวก)

4.1.1 Introduction (บทนำ)

ในบทนำ กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของ Singapore BIM Guide V2 ถูกจัดทำขึ้นเพื่อร่างเค้าโครงความเป็นไปได้ในผลสำเร็จ กระบวนการ และการปฏิบัติวิชาชีพ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ BIM ในโครงการก่อสร้าง โดยผู้ใช้สามารถใช้แนวทางดังกล่าวในการกำหนดบทบาท และความรับผิดชอบของสมาชิกในโครงการ

4.1.2 BIM Execution Plan (แผนการปฏิบัติงานด้วย BIM)

ในบทนี้กล่าวถึงแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM เพื่อให้การใช้งาน BIM ในโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คณะทำงานของโครงการจำเป็นต้องพัฒนาแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM หรือ BIM Execution Plan ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ โดยร่างวิสัยทัศน์ไปพร้อมๆ กับรายละเอียดในการปฏิบัติ เพื่อให้คณะทำงานปฏิบัติตามจนจบโครงการ

BIM Execution Plan ช่วยให้ผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างทำข้อตกลงกันได้ โดย BIM Execution Plan จะระบุถึงบทบาทและความรับผิดชอบของคณะทำงานในการทำ BIM โดยจะทำให้ทั้งสองฝ่ายเข้าใจกลยุทธ์และเป้าหมายในการใช้ BIM ในโครงการอย่างชัดเจน รวมถึงเข้าใจหน้าที่และความรับผิดชอบในการสร้างแบบจำลอง การบำรุงรักษา และการปฏิบัติงานร่วมกัน ในแต่ละขั้นของการออกแบบ

เนื้อหาภายใน BIM Execution Plan ประกอบไปด้วย

- ข้อมูลโครงการ
- เป้าหมายของโครงการและการใช้งาน
- บทบาทหน้าที่ของบุคลากร/ ทีมงานโครงการ
- กระบวนการ และกลยุทธ์
- การแลกเปลี่ยนข้อมูลโครงการ และรูปแบบการส่งงาน
- ข้อมูลใน BIM
- กระบวนการการทำงานร่วมกัน และระเบียบวิธีในการจัดการกับ shared models
- การควบคุมคุณภาพ
- เทคโนโลยีและซอฟต์แวร์

โดยรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถอ่านได้จาก เอกสาร BIM Essential Guide For BIM Execution Plan

4.1.3 BIM Deliverables (ผลผลิตของ BIM)

ในบทนี้กล่าวถึงผลผลิตของ BIM ที่ควรเกิดขึ้นในแต่ละขั้นของโครงการ เพื่อให้บรรลุถึงตามวัตถุประสงค์ที่ตกลงกันได้

ในข้อตกลง นอกจากจะกำหนดเรื่องของวันส่งมอบแล้ว ยังต้องกำหนดสิ่งที่จะต้องส่ง เช่น

- แบบจำลองที่ดินโครงการ
- Massing Model

- แบบจำลองงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ เพื่อการนำไปวิเคราะห์ในด้านต่างๆ เช่น clash detection, visualization, cost estimation
- การทำแผนงานและการแบ่งเฟสในการก่อสร้าง
- แบบก่อสร้างอาคาร
- Shop drawings
- แบบอาคารสร้างแล้วเสร็จ (As-built)
- ข้อมูลการบริหารทรัพยากรกายภาพ
- บริการอื่นๆ เพิ่มเติม

4.1.3.1 BIM Elements (องค์ประกอบของแบบจำลอง)

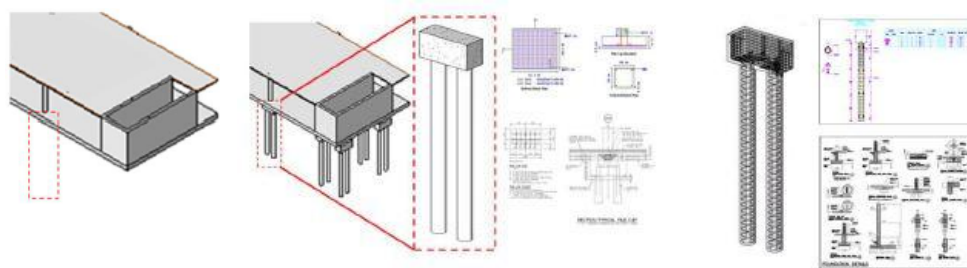
แบบจำลอง BIM แต่ละส่วนจะประกอบไปด้วย กลุ่มของ BIM Model Element โดยที่ Element คือตัวแทนทางดิจิทัลของลักษณะทางกายภาพ และการใช้งาน ขององค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร ซึ่ง Element แต่ละชิ้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Attributes of BIM Elements ซึ่งเป็นทั้งข้อมูลที่เป็นเรขาคณิต และข้อมูลที่ไม่ใช่เรขาคณิต

ข้อมูลที่เป็นเรขาคณิต เช่น ขนาด ปริมาตร รูปร่าง ความสูง และทิศทาง เป็นต้น

ข้อมูลที่ไม่ใช่เรขาคณิต เช่น ข้อมูลด้านระบบ ข้อมูลด้านประสิทธิภาพ รายการประกอบแบบ และราคา เป็นต้น

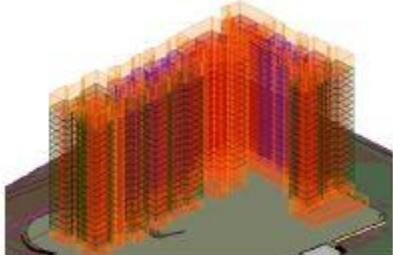

โดยในเอกสาร Singapore BIM Guide Version 2 ได้อ้างอิงการจัดระเบียบ BIM Element คือ VA Object/Element Matrix (www.cfm.va.gov/til/bim/BIMGuide/downloads/oemf.xls) และ Level of Development (LOD) Specification (www.bimforum.org/lof/)

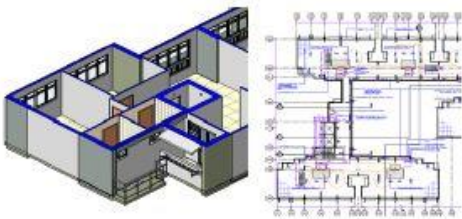
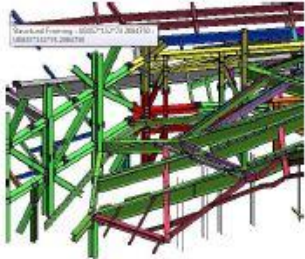

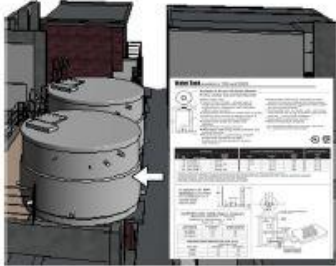
ข้อมูลต่างๆ ใน BIM Element นั้น สามารถเปลี่ยนแปลง เพิ่มรายละเอียดได้ตามความก้าวหน้าของงาน เช่น ฐานรากและเสาเข็มของอาคาร ในช่วงต้นของการออกแบบยังไม่จำเป็นที่จะต้องใส่ ต่อมาในช่วงการพัฒนาแบบรายละเอียด จึงมีการสร้างฐานรากและเสาเข็มเป็นแบบจำลอง ส่วนเหล็กเสริมอาจใช้แบบ 2 มิติ ประกอบ และเมื่อถึงช่วงของการก่อสร้าง รายละเอียดทั้งหมดรวมทั้งเหล็กเสริมจะถูกสร้างเป็นแบบจำลอง



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแบบจำลองฐานรากและเสาเข็ม ในแต่ละช่วงของโครงการ
ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบการทำงานด้วย BIM กับการเขียนแบบ 2 มิติดั้งเดิม ที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ

Project stages	2D drawing scales	General level of detail of each BIM model element/assembly
Conceptual Design <ul style="list-style-type: none"> ● แผนผังขอบเขตอาคาร ● ความเป็นไปได้ของโครงการ 	1:200 – 1:1000	 <p>Mass model แสดงรูปทรงอาคาร ระยะ พื้นที่ ปริมาตร ที่ตั้ง และทิศทาง</p>
Schematic/Preliminary Design <ul style="list-style-type: none"> ● แผนผังอาคาร ● งานออกแบบ 	1:200	 <p>รายละเอียดทั่วไปของอาคาร โดยมีระยะ รูปร่าง ตำแหน่ง ทิศทาง และปริมาณ แบบประมาณ และอาจมีเรื่องข้อมูลที่ไม่ใช่เรขาคณิตประกอบ</p>

Project stages	2D drawing scales	General level of detail of each BIM model element/assembly
Detailed Design <ul style="list-style-type: none"> ● อนุมัติแผนผังอาคาร ● แบบอาคารสถาปัตยกรรม ● แบบประมวล 	1:200	 <p>แบบจำลองมีรายละเอียดมากขึ้น มีระยะ รูปร่าง ตำแหน่ง ทิศทาง และปริมาณที่แม่นยำ และมีข้อมูลที่ไม่ใช่เรขาคณิตประกอบ</p>
Construction <ul style="list-style-type: none"> ● งานโครงสร้าง ● งานก่อสร้าง 	1:5-1:100	 <p>แบบจำลองมีรายละเอียดของการก่อสร้าง การประกอบครบถ้วน โดยอาจแสดงเป็นเพียง 2D</p>
As-Built <ul style="list-style-type: none"> ● TOP/CSC ● แบบอาคารจริง 	1:100	 <p>แบบมีความละเอียดเท่ากับขั้น Detailed Design แต่มีการปรับปรุงแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง</p>
Facility management <ul style="list-style-type: none"> ● O & M 	1:50	 <p>แบบจำลองมีการสร้างเหมือนจริงเป็นอาคารที่สมบูรณ์</p>

4.1.3.2 BIM Objective & Responsibility Matrix (ตารางวัตถุประสงค์และความรับผิดชอบของ BIM)

การทำข้อตกลงร่วมกันในการทำงาน BIM นั้นจะใช้ตาราง BIM Objective & Responsibility Matrix หรือ ตารางวัตถุประสงค์และความรับผิดชอบของ BIM ช่วยอธิบาย ซึ่งในตารางจะประกอบไปด้วย (1) รายละเอียดหรือความต้องการในแต่ละช่วงของโครงการ (2) เป้าหมายหลักในแต่ละช่วงของโครงการ (3) ผู้รับผิดชอบหรือฝ่ายที่รับผิดชอบในแต่ละช่วงของโครงการ และ (4) กำหนดผู้สร้างแบบจำลอง และผู้ใช้งานแบบจำลอง ในแต่ละช่วงของโครงการ

2 BIM Project Objective	3 Project members involved in fulfilling the objective					4
	A – model author; U – model users					
	Arch	Struc	MEP	PM	Contractor	
Name of building stage: _____ General description of BIM in this building stage: _____ Example: Detailed Design More detailed version of a generalized building component or system with accurate dimensions, shape, location, orientation and quantity. Non-geometric properties should be provided.						
BIM Project Objective: _____ BIM deliverable(s) to be achieved through this objective: _____ Example: 13. Maintain and update the Structural Model, based on the latest Architectural Model <ul style="list-style-type: none"> • Design, analysis and detailing • In preparation for regulatory submission • In preparation for tender 1 Suggested Deliverable <ul style="list-style-type: none"> • Structural Model and Calculation 	U	A	U	U	FOR REFERENCE ONLY	5

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างตาราง Responsibility Matrix
ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

ผู้สร้างแบบจำลอง (Model Author) มีความรับผิดชอบในการสร้างและบำรุงรักษาแบบจำลองที่ LOD ต่างๆ ดังที่ระบุไว้ใน BIM Project Objectives & Responsibility Matrix ในการสร้างและการบำรุงรักษาแบบจำลองสิทธิจะเป็นของ Model Author โดยผู้อื่นที่ใช้แบบจำลองจะมีสิทธิใช้ แก้ไข และส่งต่อ แบบจำลองในขอบเขตที่จำกัด

ผู้ใช้แบบจำลอง (Model Users) คือผู้ที่ใช้แบบจำลองในโครงการ โดยที่ผู้ใช้แบบจำลองควรตรวจสอบข้อมูลในแบบจำลองอีกครั้ง หากพบข้อผิดพลาดให้แจ้งแก่ผู้สร้างแบบจำลอง

4.1.3.3 Compensation Expectations (ค่าบริการที่คาดหวัง)

โดยทั่วไปการใช้ BIM ในโครงการ จะมีค่าบริการเพิ่มเติมที่สามารถเรียกจากลูกค้าได้ โดย Singapore BIM Guide Version 2 ได้แนะนำการบวกค่าบริการเพิ่มเติม ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าบริการเพิ่มเติมที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ

ระดับชั้นของโครงการ	% ค่าบริการเพิ่มเติม
Preliminary Design	+2.5
Planning Approval	0
Design Development	+2.5
Tender and Award	0
สรุปชั้น Design Stages	+5
Construction Administration	-5
Post Construction	0
สรุปชั้น Construction Stages	-5
% การเปลี่ยนแปลงโดยรวม	0

นอกจากนี้ BIM ยังสามารถให้บริการเพิ่มเติมในด้านการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของอาคาร เช่น การจำลองสภาพแวดล้อม การคำนวณพลังงาน การออกแบบและจำลองแสงสว่าง การวางแผนงานก่อสร้าง การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ และการประมาณราคา เป็นต้น

4.1.4 BIM Modelling and Collaboration Procedures (การสร้างแบบจำลอง BIM และกระบวนการทำงานร่วมกัน)

ในบทนี้อธิบายถึงกระบวนการทำงาน BIM และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน โดยกระบวนการทำงาน BIM สามารถสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ คือ

1. การสร้างแบบจำลองแยกในแต่ละสาขาอาชีพ (Discipline)
2. การรวมแบบจำลอง และแลกเปลี่ยนข้อมูล

3. แบบจำลองที่รวมแล้วจะถูกบันทึกแยกเป็นรุ่นต่างๆ ตามระดับชั้นของโครงการ โดยในบทนี้ได้แบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อยๆ ดังนี้

4.1.4.1 Individual Discipline Modelling

เป็นขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองแยกในแต่ละสาขาอาชีพ (Discipline) ตามที่ตกลงไว้ใน BIM Execution Plan โดยแบบจำลองจะถูกเก็บ และนำมาใช้งานโดยทีมงานภายในเท่านั้น ซึ่งยังไม่ถูกตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ดังนั้นผู้สร้างแบบจำลองควรตั้งมาตรฐานของการสร้างแบบจำลองภายในทีมของตัวเองด้วย

การสร้างแบบจำลองแต่ละสาขาอาชีพ ต้องกำหนดจุดพิกัดเริ่มต้นให้ตรงกัน การแบ่งแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับขนาดของอาคาร หรือการแบ่งช่วงของโครงการ ทั้งนี้ควรทำข้อตกลงเป็นเอกสารตั้งแต่ต้น และเนื่องจากแบบจำลองจะมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโดยผู้ใช้หลายคนตลอดเวลา ผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลองควรที่จะสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้โดยอาศัยความสามารถของโปรแกรมเป็นตัวช่วย

แนวทางในการสร้างแบบจำลอง BIM ที่แต่ละชั้นของโครงการ สามารถดูได้จากภาคผนวก C ซึ่งจะแยกตามงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ และ Templates สำหรับการส่งแบบขออนุญาตสามารถหาได้จาก

http://www.corenet.gov.sg/integrated_submission/bim/bime_submission.htm

4.1.4.2 Cross-disciplinary Model Coordination

เป็นขั้นตอนในการทำงานกับแบบจำลองระหว่างสาขาอาชีพต่างๆ โดยทำการรวมแบบจำลอง BIM ในแต่ละสาขาอาชีพ ที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการเข้าด้วยกัน ซึ่งจะทำให้สามารถตรวจสอบข้อขัดแย้งก่อนการสร้างจริงได้

ข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างการรวมแบบจำลองเข้าด้วยกัน ต้องทำการบันทึก และสื่อสารกับเจ้าของแบบจำลอง ผ่านการรายงาน ในเรื่องของตำแหน่ง และแนวทางในการแก้ไข

แบบจำลองหลังจากการรวมกัน จะต้องบันทึกแยกออกมาเป็นรุ่นต่างๆ เพื่อที่จะสามารถติดตามปัญหาที่พบและปัญหาที่ถูกแก้ไขแล้วได้

ในการรวมแบบจำลอง BIM เข้าด้วยกันเพื่อทำ Clash Detection จะต้องมีการวางวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่ต้องการให้ชัดเจน เนื่องจากวัตถุบางอย่างที่เกิดข้อขัดแย้งอาจไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง แต่

เกิดจากการลดทอนรายละเอียดของวัตถุในกระบวนการสร้างแบบจำลอง ทำให้เกิดการซ้อนทับกับวัตถุอื่น ดังนั้นจึงควรซ่อนวัตถุที่ไม่จำเป็น เช่นวัตถุที่รู้ว่าจะต้องแก้ไขภายหลังอยู่แล้ว และรายงานการชนกันของวัตถุ จะต้องทำการประเมินและวิเคราะห์อีกรอบหนึ่ง

ในส่วนของการแก้ไขแบบจำลองที่ขัดแย้ง เป็นหน้าที่ของผู้ที่เป็นเจ้าของแบบจำลองในแต่ละสาขาอาชีพ เป็นผู้แก้ไขเอง โดยสิทธิและความเป็นเจ้าของในแบบจำลองแต่ละสาขาอาชีพ จะยังคงอยู่ทั้งก่อนและหลังการรวมแบบจำลองกัน

4.1.4.3 Model & Documentation Production (การผลิตแบบจำลองและเอกสาร)

ปัจจุบันสิงคโปร์อยู่ในช่วงระหว่างเปลี่ยนผ่านจาก Drawing 2 มิติ ไปเป็นแบบจำลอง BIM ดังนั้นก่อนที่อุตสาหกรรมการก่อสร้างจะยอมรับ BIM เป็นส่วนหนึ่งในเอกสารการก่อสร้าง จำเป็นที่ต้องใช้มาตรฐานของแบบ 2 มิติ ในการทำเอกสาร เช่น ผังพื้น รูปตัด รูปด้าน แบบขยายรายละเอียด เป็นต้น

โดยมีข้อเสนอแนะให้สร้างแบบ 2 มิติ โดยตรงจากแบบจำลอง BIM เพื่อลดข้อขัดแย้งของแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และแบบ 2 มิติ ที่ไม่ได้สร้างจาก แบบจำลอง BIM ต้องทำการระบุไว้ให้ชัดเจน ในกรณีที่มีข้อขัดแย้งระหว่างแบบ 2 มิติ กับแบบจำลอง BIM ให้อ้างอิงจากแบบ 2 มิติเป็นหลัก

การทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานหรือบริษัท ต้องทำข้อตกลงเกี่ยวกับระเบียบการการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM รวมถึงรูปแบบ (format) ที่จะทำการแลกเปลี่ยน เช่น มาตรฐานของ International Foundation Class (IFC) โดยต้องกำหนดไว้ใน BIM Execution Plan

ข้อมูลทั้งหมดที่ออกจากแบบจำลอง BIM เช่น เอกสาร แบบ As-Built ต้องเก็บไว้ใน Project Folder นอกจากนี้ที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ ควรทำบันทึกสำเนางานที่สมบูรณ์ในแต่ละชั้นเอาไว้โดยเก็บไว้ใน Archive ซึ่งมีข้อเสนอแนะว่า BIM Archive ควรประกอบไปด้วยไฟล์ 2 ส่วน ส่วนแรกคือ BIM models เดี่ยวๆ ที่ได้รับจากผู้สร้างแบบจำลองต่างๆ ส่วนที่สองคือผลรวมของ BIM models เดี่ยวๆ เหล่านั้น ในรูปแบบที่สามารถดูได้

4.1.4.4 Data Security & Saving (การบันทึก และความปลอดภัยของข้อมูล)

ในเรื่องของการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ข้อมูลสามารถสูญหายได้จาก ไวรัส หรือการใช้งานข้อมูลที่ผิด ซึ่งจะส่งผลเสียหายแก่คณะทำงาน และผู้ว่าจ้าง การป้องกันทำได้โดยการกำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูล การซ่อมบำรุงระบบ และควรมีการสำรองข้อมูล (Backup) ใน Server ไว้เสมอ

4.1.4.5 Quality Assurance and Quality Control (การรับประกัน และการควบคุมคุณภาพ)

BIM Manager จะเป็นผู้วางกฎเกณฑ์และวิธีการควบคุมคุณภาพของแบบจำลอง โดยกำหนดความถูกต้องของข้อมูลที่เหมาะสม

BIM Coordinator ในแต่ละสาขาอาชีพ จะเป็นผู้ตรวจสอบแบบจำลองในสาขาอาชีพของตนว่ามีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนตามแนวทางในการสร้างแบบจำลองหรือไม่

สมาชิกในโครงการ มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องของ การออกแบบ ข้อมูล และคุณสมบัติต่างๆ ในแบบจำลอง ก่อนที่จะส่งมอบงาน

ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ควรจะพิจารณาจาก

- แนวทางในการสร้างแบบจำลอง (Modelling Guidelines) ที่วางไว้
- การตรวจสอบความถูกต้องของชุดข้อมูล (Dataset Validation)
- การตรวจสอบข้อขัดแย้ง (Interference Check)
- การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล BIM เพื่อการรวมแบบจำลองระบบต่างๆ เข้าด้วยกัน (Validation of BIM data to be used for Cross-Disciplinary Model Coordination)

4.1.4.6 Workflow of Design-Build Projects (ขั้นตอนการทำงานในโครงการแบบ Design-Build)

ขั้นตอนการทำงานในโครงการแบบ Design-Build อนุญาตให้แบบจำลองเดี่ยวถูกพัฒนาขึ้น เพื่อสร้างเป็นแบบก่อสร้างได้

- เริ่มต้นการใช้ BIM Execution Plan ในการสร้างแบบจำลอง
- ในแบบ Schematic Design ผู้ออกแบบ ร่วมมือกับผู้รับเหมา ในการสร้างแบบจำลอง BIM
- รวมแบบจำลอง BIM เข้าด้วยกันเพื่อทำ Clash detection
- แก้ปัญหาข้อขัดแย้งต่างๆ โดยการประชุมร่วมกัน
- เมื่อแก้ข้อขัดแย้งแล้ว จึงค่อยทำแบบก่อสร้าง
- แบบจำลองที่รวมกันแล้วถูกตรวจสอบ และวางแผนการก่อสร้าง
- ชั้นส่วนต่างๆ ที่ต้องสั่งผลิต จะใช้ข้อมูลจาก BIM เพื่อไปผลิต เช่น โครงสร้างเหล็ก Precast ต่างๆ

4.1.4.7 Workflow of Design-Bid-Build Projects (ขั้นตอนการทำงานในโครงการแบบ Design-Bid-Build)

ขั้นตอนการทำงานในโครงการแบบ Design-Bid-Build แบ่งกระบวนการ BIM ออกเป็นแบบจำลอง 2 ชั้น คือ Design model และ Construction model ที่ทีมงานออกแบบสร้าง Design model และเอกสารในการประมูลราคา ส่วนผู้รับเหมาสร้าง Construction Model สำหรับการก่อสร้าง

ช่วงก่อนประมูลราคา

- กำหนด BIM Execution Plan ในการเริ่มต้นการสร้างแบบจำลอง
- สร้างแบบจำลองงานสถาปัตยกรรม และงานระบบโดยฝ่ายออกแบบ
- รวมแบบจำลองและทำ Clash Detection
- ข้อขัดแย้งจะถูกแก้ไขในการประชุมร่วมกัน
- เมื่อข้อขัดแย้งถูกแก้ไข แบบและเอกสารประมูลราคาจะถูกเตรียม

ช่วงการก่อสร้าง

- แบบจำลอง และ/หรือ แบบ drawing จากแบบจำลอง จะถูกส่งให้ผู้รับเหมาสำหรับการอ้างอิงเท่านั้น
- ผู้รับเหมาหลักทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการก่อสร้าง และการผลิตชิ้นส่วน

4.1.5 BIM Professionals (วิชาชีพ BIM)

ในบทนี้กล่าวถึงวิชาชีพที่เกี่ยวข้องในกระบวนการทำงาน BIM คือ BIM Manager และ BIM Coordinators โดยแต่ละตำแหน่งมีหน้าที่ดังนี้

ตารางที่ 4.3 อธิบายบทบาท และหน้าที่ของวิชาชีพ BIM

บทบาท	หน้าที่
Project BIM Manager	บริหารจัดการเกี่ยวกับ <ul style="list-style-type: none"> - BIM Execution Plan - กำหนดเป้าหมายและผู้ใช้งาน BIM - กำหนดความรับผิดชอบในการทำงานของแต่ละฝ่าย (Responsibility Matrix) - ผลผลิตของ BIM (BIM Deliverables)

บทบาท	หน้าที่
	<ul style="list-style-type: none"> - ตารางการส่งมอบงาน (Delivery Schedules) - ควบคุมคุณภาพ BIM - ดูแลการประสานงานของแต่ละฝ่าย (BIM Coordination)
BIM Coordinator for Consultant	<p>มีบทบาทช่วงการออกแบบและงานก่อสร้าง</p> <ul style="list-style-type: none"> - จัดทำแบบจำลองและเอกสารแบบโครงการ - กำหนดสาขาอาชีพในการทำงาน BIM แต่ละฝ่าย - ประสานงานระหว่างฝ่ายออกแบบ ฝ่ายที่ปรึกษาในการออกแบบ และฝ่ายประมาณราคา - ประสานงานระหว่างผู้รับเหมาหลักกับผู้รับเหมารายย่อย - ควบคุมคุณภาพในการสร้างแบบจำลอง
BIM Coordinator for Contractor	<p>มีบทบาทช่วงงานก่อสร้าง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประสานงานระหว่างฝ่ายออกแบบ และผู้รับเหมารายย่อย - ศึกษาเอกสารในการประมูลราคา - ตรวจสอบแบบจำลอง และแบบ Drawing จากฝ่ายออกแบบ - ใช้ BIM ในการประสานงานเพื่อวางแผนการก่อสร้าง และการประมาณราคา - สร้างแบบจำลองสำหรับการก่อสร้างอาคาร และ As-built - ควบคุมคุณภาพของแบบจำลอง

4.1.6 Appendix (ภาคผนวก)

4.1.6.1 Appendix A – Typical BIM Elements by Discipline

ภาคผนวก A เป็นตารางตัวอย่างของ องค์ประกอบอาคารในแต่ละสาขาอาชีพ โดยจะเป็นรายการ องค์ประกอบอาคารชนิดต่างๆ และช่องสำหรับเติมว่าองค์ประกอบนั้นๆ ต้องการคุณสมบัติ และข้อมูลอะไรบ้าง โดยตารางจะแยกกันตามองค์ประกอบอาคารทั้งหมด 8 สาขาอาชีพคือ

1. องค์ประกอบอาคารในงานสถาปัตยกรรม
2. องค์ประกอบอาคารในงานโครงสร้าง
3. องค์ประกอบอาคารในงานโยธา
4. องค์ประกอบอาคารในงานระบบปรับอากาศ
5. องค์ประกอบอาคารในงานระบบประปา และสุขาภิบาล

6. องค์ประกอบอาคารในงานระบบป้องกันอัคคีภัย
7. องค์ประกอบอาคารในงานระบบไฟฟ้า
8. องค์ประกอบอาคารในงานระบบแก๊ส

(I) ARCHITECTURAL BIM ELEMENTS

	Element	Elements or Parameters needed by each non-Architectural discipline
Site Model	Site infrastructure within site boundary (roads, pavements, car park spaces, access and parking arrangements and surrounding land use)	
	Street fire hydrant (only indication of locations necessary)	
	Surface drainage (only indication of locations necessary)	
	External drainage & underground drainage	
	Hard landscaped areas within site boundary	
	Planter boxes including sub-soil drainage systems	
	Massing of adjacent buildings relevant to project	
Rooms / Spaces	Room spaces, corridors, other spaces, plant and equipment rooms (including designated use)	
Walls and Curtain Walls	Interior / Exterior walls / Non-structural walls / Blockwork walls (Including finishes to identify if tiled / painted / plastered)	
	Curtain wall with mullions and transoms with true profile and window glazing units including shading devices	
Doors, Windows and Louvers	Interior / Exterior doors	
	Interior / Exterior windows	
	Louvers	
Basic structure	Beams (based on location and size indicated by the Structural Engineer)	
	Columns (based on location and size indicated by the Structural Engineer)	
Roofs	Roofs with overall thickness (including finishes & insulation)	
Ceilings	Ceilings (without support sub-frames) including module arrangement, material choices and finishes.	
	Hangars and sub-frames for ceilings*	
Floors	Horizontal floors	

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างตาราง BIM Elements ในหมวดงานสถาปัตยกรรม
ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

4.1.6.2 Appendix B - BIM Objective & Responsibility Matrix (Basic)

ภาคผนวก B แสดงตัวอย่างของ ตาราง BIM Objective & Responsibility Matrix หรือ ตารางวัตถุประสงค์และความรับผิดชอบของ BIM ตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นของโครงการ ไปจนถึงการบริหารอาคารหลังสร้างเสร็จ ซึ่งในตารางจะแสดงรายละเอียดในแต่ละช่วงของโครงการ และผู้รับผิดชอบในการสร้างแบบจำลอง หรือใช้แบบจำลอง

BIM Project Objective	BIM Manager	Project members involved in fulfilling the objective							
		A – model author; U – model users							
		Arc	Str	MEP	QS	Con	RS	FM	Others
Conceptual Design <i>Building massing studies or other forms of data representation with indicative dimensions, area, volume, location and orientation</i>									
1. All project members appointed at this stage to agree on needs, objectives, process and outcomes of the project. Suggested Deliverable <ul style="list-style-type: none"> BIM Execution Plan agreed and signed by related parties 									
2. Create site BIM models for master plan site study and feasibility analysis. - Site Analysis									

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างตาราง BIM Objective & Responsibility Matrix

ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

4.1.6.3 Appendix C – BIM Modelling Guidelines

ภาคผนวก C เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองขององค์ประกอบต่างๆ ในอาคาร ที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ ซึ่งในแนวทางนี้ไม่ได้กำหนดว่าใครที่จะต้องเป็นผู้สร้างแบบจำลอง และที่ระดับชั้นการบริหารทรัพยากรกายภาพจะยังไม่มีการกำหนดแนวทาง ซึ่งมีในแนวทางรุ่นถัดไป

ในภาคผนวกนี้ แบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยๆ คือ

1. Overview

เป็นตารางแสดงภาพรวมของ ความต้องการในการใช้งานแบบจำลองที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ ตั้งแต่ Conceptual, Preliminary Design, Detailed Design, Construction, และ As-Built โดยแสดงความสัมพันธ์กับสาขาอาชีพต่างๆ คือ งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ ว่าต้องการแบบจำลองขององค์ประกอบใดบ้าง ที่ระดับชั้นของโครงการต่างๆ

Disciplines Stages	Architectural Design	Structural Design	MEP Design	Intended Use
Conceptual	Topo, Massing, Site Elements, Site Boundary, Levels, Location, Orientation	(optional)	(optional)	Site planning, Location of the building(s) on the site, Starting situation for renovation project, Investigation, Visualization, Design options, Investment analysis, Preliminary energy simulation, Alternate spatial designs, Scope management, Investment calculation, Energy simulation, Finalised spatial requirements for structures and MEP systems, Visualisation
Preliminary Design	Building elements with nominal dimensions and details	Load-bearing structures, Proposed structural system & basic structure	MEP Schematics	Definition of building elements, Comparison of building element and structural alternatives, Management of quantity information, Preliminary dimensioning of structures, MEP Analysis, Visualisation
Detailed Design	Building elements with actual dimensions and details	Frame structures, Joints, Foundations, Joining to foundations, Penetrations & Reservations Connections	Service areas of MEP systems, Central units, Ducts, Pipe work, Terminal devices, Switchboards, Cable routes, Lighting fixtures, Penetrations & Reservations	Dimensioning of structures to the precision required for tenders, Definition of MEP systems, Quantity take-off, Penetration & Reservation design, Energy simulation, Visualisation. Combined Services Design
Construction	Model used to extract construction information	Model used to extract construction information	Model used to extract construction information	Detailed Design Information for construction, Prefabricated element design, Production planning
As-Built	Updated detail model as per actual site conditions	Updated detail model as per actual site conditions	Updated detail model as per actual site conditions	Information to be handed over for FM (maintenance & repairs; space & occupancy management)

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างตาราง Overview

ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

2. Quality Assurance

เป็นตารางแสดงรายการของสิ่งที่จะต้องรับประกันคุณภาพแบบจำลองในสาขาอาชีพต่างๆ ทั้งงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ รวมถึงเมื่อรวมแบบจำลองเข้าด้วยกัน

Architectural Detailed Design BIM	Structural Detailed Design BIM	MEP Detailed Design BIM	Merged model at Preliminary Design, Detailed Design, Construction and As-Built stages
<ul style="list-style-type: none"> - BIM in agreed version - BIM includes defined stories - Building elements & spaces modelled separately in each story - BIM includes required building elements - Building elements modelled using correct objects - Building elements include types - No excess building elements - No overlapping or doubled building elements - No significant clashes between objects - No conflicts between structures in architectural and structural BIM - BIM includes GFA spaces objects - Space areas match space program - BIM includes spatial reservations for MEP - Space height defined (including suspended ceilings) - Shape and size of spaces matches with walls - Spaces do not overlap - All spaces have unique IDs 	<ul style="list-style-type: none"> - BIM in agreed version - BIM includes defined stories - Building elements defined separately in each story - BIM includes required building elements - Building elements modelled using correct objects - Building element types are as agreed - No excess building elements - No overlapping or doubled building elements - No significant clashes between objects - No conflicts between structures in architectural and structural BIM - No conflicts between penetrations in architectural and structural BIM - Columns and beams converge - MEP penetrations & reservations included in structures 	<ul style="list-style-type: none"> - BIM in agreed version - BIM includes defined stories - Components defined separately in each story - BIM includes required components - Components modelled using correct objects - Components belong to a correct system - System colours are defined systematically - System colours are defined systematically - No excess components - No overlapping or doubled components - No significant clashes between components - No clashes between MEP disciplines - No clashes between M&E and electrical BIM - Components fit into their spatial reservations - No clashes between M&E, architectural and structural BIM 	<ul style="list-style-type: none"> - All agreed models available - Models represent the same design version - Models are located in the correct coordinate system - No conflicts between vertical shafts and MEP systems - No conflicts between horizontal reservations and MEP - No conflicts between suspended ceilings and MEP - Penetrations of columns OK - Penetrations of beams OK - Penetrations of slabs OK

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างตาราง Quality Assurance
ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

3. Architectural BIM Modelling Guidelines

เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองงานสถาปัตยกรรม โดยจะแบ่งตามระดับชั้นของโครงการ และองค์ประกอบในงานสถาปัตยกรรม โดยจะมีแนวทางว่าองค์ประกอบแต่ละประเภทควรสร้างอย่างไร

Stages	Elements	Modelling Guidelines	Remarks
Conceptual	Topo (Existing Site)	Existing site's contour and location should be modelled based on the registered surveyor's information (spot levels, northing and easting). Renovation Projects (A&A): If the existing buildings were not in BIM, then 2D drawings of the existing building can be used to complement the BIM model.	Follow BIM e-Submission guidelines for the content and colour code of existing/proposed site. Topographic survey can follow SLA's National Topographic Mapping Standard and Specification (to be released by September 2013)
	Topo (Proposed Site)	Proposed site's cuts and fills of earth should be shown with a proposed site Element	
	Massing (Buildings)	Shape, Location and Orientation of building in site should be modelled using massing element. Name/identify the Mass element clearly, e.g. BLK 1, PODIUM etc. Site elements like Trees, Boundary, Roads, IC, etc can be drawn in 2D.	Output: Concept model that shows site arrangements and building geometries to share with the project members.

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างตาราง Architectural BIM Modelling Guidelines
ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

4. Structural BIM Modelling Guidelines

เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองงานโครงสร้าง โดยจะแบ่งตามระดับขั้นของโครงการ และองค์ประกอบในงานโครงสร้าง โดยจะมีแนวทางว่าองค์ประกอบแต่ละประเภทควรจะสร้างอย่างไร

Stages	Elements	Modelling Guidelines	Remarks
Conceptual	Existing Buildings (As-Built Condition) for Addition & Alternations.	The Structural Consultants expertise may required when assessing and modelling existing structures, in particular the load-bearing structural system. The scope of Structural BIM model will be agreed upon on a project-specific basis. If the existing Buildings were not in BIM then 2D drawings of existing building can be used to complement the BIM model.	Output: Structural Model of Existing Building or portions thereof.
	New Buildings	The Structural Consultants expertise may be required in special cases in the assessment of the alternatives massing model from Architect and propose framing systems. Structural BIM model is optional at this stage.	Output: Structural concept alternatives.

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างตาราง Structural BIM Modelling Guidelines
ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

5. MEP BIM Modelling Guidelines

เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองงานระบบ โดยจะแบ่งตามระดับขั้นของโครงการ และองค์ประกอบในงานระบบ โดยจะมีแนวทางว่าองค์ประกอบแต่ละประเภทควรจะสร้างอย่างไร ซึ่งในงานระบบนี้จะแบ่งเป็นตารางของงานระบบต่างๆ คือ

- a. งานระบบปรับอากาศ (ACMV)
- b. งานระบบประปา และสุขาภิบาล (Plumbing and Sanitary)
- c. งานระบบป้องกันอัคคีภัย (Fire Protection)
- d. งานระบบไฟฟ้า (Electrical)

a. ACMV

Stages	Elements	Modelling Guidelines	Remarks
Conceptual	System distribution lines	Use line diagrams to show the entire system distribution Include equipment symbols in the line diagrams.	Output: Schematic diagrams
	Space objects	Use box objects to represent spaces required for MEP systems Add names and colours to the space objects.	
Preliminary Design	Zone Objects, Air Handling Unit, Chiller Unit Variable refrigerant flow unit,	Zone the spaces that have common design requirements with colour legends on plans. Model each element using the correct BIM generic object	Output: Preliminary Model Shows main distribution

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างตาราง MEP BIM Modelling Guidelines
ที่มา: เอกสาร Singapore BIM Guide Version 2

บทที่ 5

มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา จัดทำโดยหน่วยงานหลายหน่วยงาน ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะออกมาตรฐานที่มีขอบเขตที่แตกต่างกัน หน่วยงานต่างๆ ที่ออกมาตรฐานสำหรับ BIM มีดังนี้

1. National Institute of Building Sciences

ออกเอกสาร United States National Building Information Modeling Standard Version 1 (NBIMS v.1) ในปี 2007 และได้ออกเอกสาร United States National Building Information Modeling Standard Version 2 (NBIMS v.2) ในปี 2012 โดยเอกสารกล่าวในเชิงกว้าง เกี่ยวกับแนวความคิดของ BIM มากกว่าการปฏิบัติในเชิงวิชาชีพ

2. Computer Integrated Construction (CIC) แห่งมหาวิทยาลัย Pennsylvania State

ออกเอกสาร BIM Project Execution Planning Guide Version 1 และ 2 ในปี 2010 และ Version 2.1 ในปี 2011 เป็นเอกสารเกี่ยวกับการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM ซึ่งเป็นการขยายความเสริมจาก เอกสาร United States National Building Information Modeling Standard (NBIMS) ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

3. สถาบันสถาปนิกอเมริกัน (American Institute of Architects, AIA)

ออกเอกสาร AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit ในปี 2008 โดยเป็นเอกสารที่กล่าวถึงแนวทางในการปฏิบัติงานด้วย BIM และในปี 2013 ได้ออกเอกสาร AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit เป็นเอกสารที่ปรับปรุงเพิ่มเติมจากเอกสาร AIA Document E202 และ AIA Document G202 – 2013 Project Building Information Modeling Protocol Form ซึ่งเป็นตัวอย่างในการทำสัญญาในการทำโครงการ BIM

4. BIMForum

ออกเอกสาร Level of Development Specification Version 2013 โดยขยายรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่อง Level of Development ของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน (AIA)

ในการศึกษานี้จะมุ่งเน้นไปที่เอกสารของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน (AIA) คือเอกสาร AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit และ AIA Document

E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit เป็นหลัก เนื่องจากมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพ และเอกสารของ BIMForum คือเอกสาร Level of Development Specification Version 2013 ซึ่งขยายรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่อง Level of Development ของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน (AIA) นอกจากนี้จะมีการศึกษาบางส่วนของเอกสาร United States National Building Information Modeling Standard (NBIMS) Version 1 และ 2 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพ

5.1 AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit

เนื้อหาแบ่งออกเป็น 5 หมวดได้แก่

1. General Provisions (ข้อกำหนดทั่วไป)
2. Protocol (ระเบียบการ)
3. Level of Development (ระดับขั้นในการพัฒนา)
4. Model Elements (องค์ประกอบของแบบจำลอง)

5.1.1 General Provisions (ข้อกำหนดทั่วไป)

ในหมวดนี้กล่าวถึงขอบเขตในเอกสาร ซึ่งจะกล่าวถึง ระเบียบการเกี่ยวกับ Level of Development หรือระดับขั้นในการพัฒนา และกำหนดความรับผิดชอบเฉพาะสำหรับการพัฒนาแบบจำลองที่ระดับขั้นในการพัฒนาในแต่ละช่วงของโครงการ นอกจากนี้ยังมีการนิยามศัพท์ที่ใช้ในเอกสาร ซึ่งประกอบไปด้วยคำว่า Building Information Model, Level of Development, Model Element, Model Element Author, และ Model User (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2)

5.1.2 Protocol (ระเบียบการ)

ในหมวดนี้กล่าวถึงระเบียบการในการสร้างแบบจำลอง โดยจะแบ่งเป็นหัวข้อย่อยๆ ดังนี้

5.1.2.1 Coordination and Conflicts (การประสานงาน และข้อขัดแย้ง)

ในกรณีที่พบข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง ผู้ที่พบข้อขัดแย้งต้องแจ้งแก่ผู้สร้างแบบจำลองเพื่อทำการแก้ไข

5.1.2.2 Model Ownership (ความเป็นเจ้าของในแบบจำลอง)

ผู้สร้างแบบจำลอง (Model Element Author) จะไม่ส่งต่อความเป็นเจ้าของในแบบจำลอง เว้นแต่จะมีการยินยอมในลิขสิทธิ์ ผู้ใช้แบบจำลอง (Model User) จะถูกจำกัดสิทธิในการใช้ แก้ไข หรือส่งต่อแบบจำลองในการออกแบบและก่อสร้างโครงการ

5.1.2.3 Model Requirements (ข้อกำหนดของแบบจำลอง)

แบบจำลองต้องถูกพัฒนาตามมาตรฐาน เช่น การตั้งชื่อ มาตรฐานกราฟิก สัญลักษณ์ทั่วไป หรือมาตรฐาน เช่น National Building Information Model Standards (NBIMS)

5.1.2.4 Model Management (การบริหารจัดการแบบจำลอง)

สถาปนิกควรบริหารจัดการแบบจำลองตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ และหากความรับผิดชอบในการบริหารจัดการแบบจำลองจะให้ กลุ่มบุคคลอื่นๆ ที่รับผิดชอบในแต่ละช่วงของโครงการเป็นผู้จัดการ จะต้องระบุให้ชัดเจนเป็นเอกสารว่า กลุ่มบุคคลไหนจะรับผิดชอบในช่วงใดของโครงการ

แผนกที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการแบบจำลอง ควรทำข้อตกลงในเรื่องต่างๆ เช่น ตำแหน่งพิกัดเริ่มต้นของโครงการ (Model Origin) ระบบพิกัด (Coordinate System) หน่วย ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ สิทธิในการเข้าถึงไฟล์ วิธีในการส่งต่อไฟล์ เป็นต้น

นอกจากนี้ผู้ที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการแบบจำลอง ควรมีภาระต่อเนื่อง คือ การรวมแบบจำลอง การตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบจำลอง ให้สอดคล้องตามข้อตกลง การจัดทำรายงาน Clash Detection การเก็บรักษาสำเนาของไฟล์ที่ได้รับ และสำรองข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดโครงการในแต่ละช่วง ผู้ที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการแบบจำลอง จะต้องเก็บแบบจำลองไว้ใน Model Archive โดย Model Archive ควรประกอบไปด้วยที่เก็บ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกสำหรับเก็บแบบจำลองเดี่ยวที่ได้รับจากผู้สร้างแบบจำลอง และกลุ่มที่สำหรับเก็บแบบจำลองที่เกิดจากการรวมแบบจำลองเดี่ยวๆ เข้าด้วยกัน

5.1.3 Level of Development (ระดับขั้นในการพัฒนา)

ในหมวดนี้กล่าวถึง Level of Development หรือ LOD ซึ่งหมายถึง เนื้อหา หรือข้อมูลที่ต้องการในแบบจำลองขององค์ประกอบแต่ละชิ้นส่วน ตามความก้าวหน้าของงานในแต่ละระดับขั้น โดยข้อมูลจะมีการเพิ่มเติมมาจากระดับขั้นก่อนหน้า โดยในเอกสารนี้แบ่ง LOD ออกเป็น 5 ระดับขั้น คือ

1. LOD 100

แบบจำลองเป็น Mass อาคารโดยรวม ซึ่งบอกพื้นที่ ความสูง ปริมาตร ตำแหน่ง และทิศทาง ซึ่งอาจจะสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติ หรือแสดงด้วยข้อมูลอื่นๆ

การใช้งาน

- การวิเคราะห์: แบบจำลองใช้สำหรับการวิเคราะห์ซึ่งใช้ข้อมูลพื้นฐาน เช่น ปริมาตร พื้นที่ ทิศทาง โดยอาศัยเกณฑ์ทางประสิทธิภาพทั่วไปที่กำหนดในแบบจำลอง
- การประมาณราคา: แบบจำลองใช้ในการประมาณราคาโดยคิดจากปริมาณ พื้นที่ ปริมาตร หรือการประมาณราคาอย่างหยาบ เช่น จำนวนห้องพัก จำนวนเตียงในโรงพยาบาล
- การวางแผนงานก่อสร้าง: แบบจำลองใช้สำหรับเฟสต่างๆของโครงการ

2. LOD 200

องค์ประกอบของแบบจำลองต่างๆ ถูกสร้างเป็นแบบทั่วไป โดยมี ปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทางแบบประมาณ ข้อมูลที่ไม่ใช่รูปเรขาคณิตอาจใส่เข้าไปในแบบจำลองได้

การใช้งาน

- การวิเคราะห์: แบบจำลองใช้สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบบางอย่าง โดยอาศัยเกณฑ์ทางประสิทธิภาพทั่วไปที่กำหนดในแบบจำลอง
- การประมาณราคา: แบบจำลองใช้ในการประมาณราคาโดยคิดจากข้อมูลโดยคร่าวๆ หรือการประมาณราคาอย่างหยาบ เช่น ปริมาตร และจำนวนขององค์ประกอบ
- การวางแผนงานก่อสร้าง: แบบจำลองใช้สำหรับการแสดงลำดับเวลาขององค์ประกอบหลักๆ หรือระบบ

3. LOD 300

องค์ประกอบของแบบจำลองต่างๆ ถูกสร้างโดยเฉพาะเจาะจง มีความแม่นยำในด้าน ปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทาง ข้อมูลที่ไม่ใช่รูปเรขาคณิตอาจใส่เข้าไปในแบบจำลองได้

การใช้งาน

- การก่อสร้าง: เหมาะสำหรับการทำแบบก่อสร้าง และแบบ Shop Drawing
- การวิเคราะห์: แบบจำลองใช้สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบบางอย่าง โดยอาศัยเกณฑ์ทางประสิทธิภาพที่เฉพาะเจาะจงที่กำหนดในแบบจำลอง

- การประมาณราคา: แบบจำลองใช้สำหรับการประมาณราคาแบบละเอียด โดยอาศัยข้อมูลที่เฉพาะเจาะจง
- การวางแผนงานก่อสร้าง: แบบจำลองใช้สำหรับการแสดงลำดับเวลาการติดตั้งขององค์ประกอบที่มีรายละเอียด และระบบ

4. LOD 400

องค์ประกอบของแบบจำลองต่างๆ ถูกสร้างโดยเฉพาะเจาะจง มีความแม่นยำในด้าน ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง ปริมาณ และทิศทาง โดยแสดงกระบวนการผลิต การประกอบ และข้อมูลรายละเอียดอย่างสมบูรณ์ ข้อมูลที่ไม่ใช่รูปเรขาคณิตอาจใส่เข้าไปในแบบจำลองได้

การใช้งาน

- การก่อสร้าง: แบบจำลองใช้สำหรับการแสดงผลเสมือนจริง ในส่วนขององค์ประกอบที่ต้องการ
- การวิเคราะห์: แบบจำลองใช้สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบที่ได้รับการอนุมัติแล้ว
- การประมาณราคา: ประมาณราคาจากพื้นฐานของราคาจริงขององค์ประกอบที่เฉพาะเจาะจง
- การวางแผนงานก่อสร้าง: แบบจำลองใช้สำหรับการแสดงลำดับเวลาการติดตั้ง รวมถึงขั้นตอนการก่อสร้าง ขององค์ประกอบที่มีรายละเอียด และระบบ

5. LOD 500

องค์ประกอบของแบบจำลองต่างๆ ถูกสร้างเช่นเดียวกับการของสร้างจริง และมีความแม่นยำในด้าน ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง ปริมาณ และทิศทาง ข้อมูลที่ไม่ใช่รูปเรขาคณิตอาจใส่เข้าไปในแบบจำลองได้

การใช้งานแบบจำลอง ใช้สำหรับการบำรุงรักษาอาคาร และ เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมภายหลัง

5.1.4 Model Elements (องค์ประกอบของแบบจำลอง)

ในหมวดนี้กล่าวถึงการจัดหมวดหมู่และการแบ่งความรับผิดชอบในองค์ประกอบของแบบจำลอง หรือ Model Elements ต่างๆ โดยอาศัยตาราง Model Element Table ซึ่งตารางจะระบุถึง LOD ที่ต้องการในองค์ประกอบของแบบจำลองแต่ละชั้น ที่แต่ละช่วงของโครงการ และระบุผู้รับผิดชอบในการพัฒนาแบบจำลองนั้นๆ (Model Element Author, MEA) ในแต่ละ LOD

องค์ประกอบของแบบจำลอง หรือ Model Elements จะแบ่งหมวดหมู่ตาม CSI UniFormat โดยแบ่งเป็น 7 หมวด A – G คือ

- A. Substructure ฐานราก พื้นวางบนดิน เสาเข็ม ผนังกันดิน
- B. Shell โครงสร้างพื้น โครงสร้างหลังคา ผนังภายนอก หน้าต่างภายนอก ประตูภายนอก วัสดุผนัง หลังคา ช่องเปิดหลังคา
- C. Interior ผนังภายใน ประตูภายใน อุปกรณ์ประตู โครงสร้างบันได ผนังสำเร็จบันได ผนังสำเร็จผนัง ผนังสำเร็จพื้น ฝ้าเพดาน
- D. Services ลิฟต์ บันไดเลื่อน ระบบสุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ ระบบดับเพลิง ระบบไฟฟ้า
- E. Equipment & Furnishings เฟอร์นิเจอร์
- F. Special Construction & Demolition งานก่อสร้างพิเศษ และการรื้อถอน
- G. Building Sitework การเตรียมที่ดิน ถนน ที่จอดรถ ทางเท้า Landscape ต่างๆ

ซึ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง หรือ Model Elements แต่ละชั้นจะแบ่งตามเฟสของโครงการ 4 ชั้น คือ Conceptualization, Criteria Design, Detailed Design, Implementation Documents, Construction

§ 4.3 Model Element Table										Conceptualization		Criteria Design		Detailed Design		Implementation Documents		Construction		Note Number (See 4.4)	
Identify (1) the LOD required for each Model Element at the end of each phase, and (2) the Model Element Author (MEA) responsible for developing the Model Element to the LOD identified.										LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA		
Insert abbreviations for each MEA identified in the table below, such as "A – Architect," or "C – Contractor."																					
NOTE: LODs must be adapted for the unique characteristics of each Project.																					
Model Elements Utilizing CSI UniFormat™																					
A	SUBSTRUCTURE	A10	Foundations	A1010	Standard Foundations	100		200		300		400		500							
				A1020	Special Foundations	100		100		300		400		500							
				A1030	Slab on Grade	100		200		300		400		500							
	A20	Basement Construction	A2010	Basement Excavation	100		200		300		300		400		500						
			A2020	Basement Walls	100		200		300		400		500								
B	SHELL	B10	Superstructure	B1010	Floor Construction	100		200		300		300		500							
				B1020	Roof Construction	100		200		300		300		500							
	B20	Exterior Enclosure	B2010	Exterior Walls	100		200		300		400		500								
			B2020	Exterior Windows	100		200		300		400		500								
			B2030	Exterior Doors	100		200		300		400		500								
	B30	Roofing	B3010	Roof Coverings	100		200		300		300		500								
			B3020	Roof Openings	100		200		300		300		500								
	C	INTERIORS	C10	Interior Construction	C1010	Partitions	100		200		300		400		500						
					C1020	Interior Doors	100		200		300		400		500						
C1030					Fittings	100		100		300		400		500							
C20		Stairs	C2010	Stair Construction	100		200		300		400		500								
			C2020	Stair Finishes	100		100		100		100		500								
C30		Interior Finishes	C3010	Wall Finishes	100		100		100		100		500								
			C3020	Floor Finishes	100		100		100		100		500								
			C3030	Ceiling Finishes	100		100		100		100		500								

ภาพที่ 5.1 ตัวอย่าง Model Element Table

ที่มา: เอกสาร AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit

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

เนื้อหาแบ่งออกเป็น 4 หมวด ได้แก่

1. General Provisions (ข้อกำหนดทั่วไป)
2. Transmission and Ownership of Digital Data (การส่งต่อและความเป็นเจ้าของข้อมูลดิจิทัล)
3. Digital Data Protocol (ระเบียบการ ข้อมูลดิจิทัล)
4. Building Information Modeling Protocols (ระเบียบการ BIM)

5.2.1 General Provisions (ข้อกำหนดทั่วไป)

ในหมวดนี้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ และขอบเขตของเอกสารนี้ โดยเอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อตั้งระเบียบการในการพัฒนา ใช้งาน ส่งต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลดิจิทัล และข้อมูล BIM ในโครงการ รวมถึงระเบียบการเกี่ยวกับ LOD สำหรับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ที่แต่ละระดับขั้นของโครงการ

นอกจากนี้ยังมีการนิยามศัพท์ที่ใช้ในเอกสาร ซึ่งประกอบไปด้วยคำว่า Building Information Model, Building Information Modeling, Model Element, Level of Development, Authorized Uses, Model Element Author, Digital Data, และ Confidential Digital Data (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2)

5.2.2 Transmission and Ownership of Digital Data (การส่งต่อและความเป็นเจ้าของข้อมูลดิจิทัล)

ในหมวดนี้กล่าวถึงหลักการในการส่งต่อข้อมูลทางดิจิทัล โดยมีหลักคือ ผู้ที่ส่งข้อมูลดิจิทัลไปจะเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ในข้อมูลดิจิทัลนั้น โดยผู้ส่งจะไม่ถ่ายทอดสิทธิความเป็นเจ้าของในข้อมูลดิจิทัลนั้นๆ หรือโปรแกรมที่ใช้สร้างข้อมูลดิจิทัลแก่ผู้รับ นอกจากนี้จะมีการทำข้อตกลงเรื่องลิขสิทธิ์ไว้ ผู้ที่รับข้อมูลมีสิทธิที่จะใช้ แก้ไข หรือส่งต่อข้อมูลดิจิทัล ภายใต้ขอบเขตที่จำกัดเฉพาะการออกแบบ ก่อสร้าง ใช้งาน การบำรุงรักษาอาคาร และการก่อสร้างเพิ่มเติม และหากข้อมูลนั้นเป็นความลับ ผู้ที่รับข้อมูลมาจะต้องเก็บรักษาความลับอย่างเคร่งครัด ไม่เปิดเผยแก่บุคคลอื่นนอกเหนือจากที่ตกลงกันไว้ เช่น ลูกจ้าง

ที่ปรึกษา หรือผู้รับเหมาในการทำงาน เป็นต้น เว้นแต่ได้รับคำสั่งจากศาล หรือตามการบังคับใช้กฎหมายที่กระทำโดยศาลหรือรัฐบาล

5.2.3 Digital Data Protocol (ระเบียบการ ข้อมูลดิจิทัล)

ในหมวดนี้กล่าวถึงระเบียบการในการทำสัญญา และการบริหารจัดการข้อมูลดิจิทัล โดยข้อมูลดิจิทัลมีหลายประเภท ข้อมูลดิจิทัลที่จะมีใช้ในโครงการจะประกอบไปด้วย ข้อตกลงของโครงการ การสื่อสารภายในโครงการ เอกสารสัญญา การส่งแบบก่อนการก่อสร้างของสถาปนิก การส่งมอบงานของผู้รับเหมา การส่งมอบงานของผู้รับเหมารายย่อย เอกสารการจ่ายเงิน เอกสารการแก้ไขงาน หนังสือบอกกล่าวและการเรียกร้อง และ BIM

ในเรื่องของระเบียบการในการทำสัญญา กำหนดให้ภาคส่วนต่างๆ ต้องอธิบายการใช้ข้อมูลดิจิทัล และสร้างระเบียบการที่จะควบคุมการส่งต่อ และการอนุญาตให้ใช้ข้อมูลดิจิทัลกับผู้มีส่วนร่วมในโครงการคนอื่น โดยอาจใช้ตัวอย่างสัญญาจากเอกสาร AIA Document G201 – 2013

ในเรื่องของการบริหารจัดการข้อมูลดิจิทัล จะต้องมีผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการจัดตั้งระเบียบการเกี่ยวกับการส่งต่อ การใช้ และการเก็บรักษา ข้อมูลดิจิทัลส่วนกลาง

5.2.4 Building Information Modeling Protocols (ระเบียบการ BIM)

ในหมวดนี้กล่าวถึงระเบียบการในการทำสัญญา การสร้างแบบจำลอง BIM และการบริหารจัดการแบบจำลอง BIM โดยในการทำสัญญา จะต้องกำหนดผู้ที่มีส่วนร่วมในแบบจำลอง BIM โดยกำหนดหน้าที่ ความรับผิดชอบต่างๆ รวมถึงการสร้าง การแลกเปลี่ยน และใช้งานในแบบจำลอง ที่ LOD ต่างๆ ดังที่ระบุไว้ในเอกสาร AIA Document G202-2013

ระเบียบการในการสร้างแบบจำลอง BIM ควรประกอบไปด้วย

1. ระบุผู้สร้างแบบจำลอง (Model Element Authors)
2. นิยามของ LOD ต่างๆ สำหรับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) แต่ละชนิด และการใช้ข้อมูลที่อนุญาตในแต่ละ LOD
3. ระบุถึง LOD ที่ต้องการสำหรับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) แต่ละชนิด ที่ระดับขั้นต่างๆ ของโครงการ
4. ระบุถึงกระบวนการจำแนกประเภทของงานที่จะใช้ในโครงการ
5. กระบวนการที่ผู้มีส่วนร่วมในโครงการจะต้องแลกเปลี่ยนและแชร์แบบจำลองระหว่างกัน

6. กระบวนการที่ผู้มีส่วนร่วมในโครงการจะระบุพิกัด (coordinate) และแก้ไขการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลอง
7. ความคาดหวังเกี่ยวกับรายละเอียด ทั้งการออกแบบ และการก่อสร้าง
8. ความคาดหวังการใช้ข้อมูลสำหรับการบริหารทรัพยากรกายภาพ
9. หัวข้ออื่นๆ เพิ่มเติม

ระเบียบการในการบริหารจัดการแบบจำลอง BIM ควรประกอบไปด้วย

1. จุดเริ่มต้นของแบบจำลอง (Model Origin Point) ระบบพิกัด (Coordinate System) ความถูกต้องของข้อมูล (Precision) รูปแบบไฟล์ (File Formats) และหน่วย (Unit)
2. ตำแหน่งที่ใช้เก็บไฟล์แบบจำลอง
3. กระบวนการส่งต่อและการเข้าถึงไฟล์แบบจำลอง
4. รูปแบบการตั้งชื่อ
5. กระบวนการรวมไฟล์แบบจำลองหลายๆ ไฟล์ จากหลายๆ โปรแกรมเข้าด้วยกัน
6. สิทธิในการเข้าถึงแบบจำลอง
7. ระบุถึงพิกัดร่วมในการออกแบบ และกระบวนการทำ Clash Detection
8. ความปลอดภัยของแบบจำลอง
9. หัวข้ออื่นๆ เพิ่มเติม

นอกจากนี้ผู้ที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการแบบจำลอง จะต้องมีความรับผิดชอบต่อนื่องดังนี้

1. เก็บรวบรวมแบบจำลองที่ได้รับมา
 - a. ระบบพิกัดที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแบบจำลอง
 - b. สร้างและรักษาระบบบันทึกของแบบจำลองที่ได้รับ
 - c. ตรวจสอบไฟล์แบบจำลองให้มีความสอดคล้องของข้อมูล
 - d. รักษาสำเนาของไฟล์แบบจำลองทุกชุดที่ได้รับ
2. รวมไฟล์แบบจำลอง และทำให้พร้อมใช้งาน
3. เก็บรักษาแบบจำลอง และสำรองข้อมูล (Backup) ในแต่ละชั้นของโครงการ เรียกว่า Model Archives
4. บริหารจัดการสิทธิในการเข้าถึงแบบจำลอง
5. หัวข้ออื่นๆ เพิ่มเติม

ในส่วนของการเตรียมแบบจำลองหลังการก่อสร้างอาคาร มักใช้สำหรับการบริหารอาคาร เช่น การทำแผนที่อาคาร การบริหารทรัพย์สิน การบริหารการใช้พลังงานในอาคาร การบริหารจัดการพื้นที่ใช้สอย การซ่อมบำรุงอาคาร ซึ่งจะต้องกำหนดความต้องการในการใช้งาน ตำแหน่งของวัตถุ และผู้รับผิดชอบในการสร้างแบบจำลอง

5.3 Level of Development Specification Version 2013

เนื้อหาแบ่งออกเป็น 6 หมวด ได้แก่

1. Overview (ภาพรวม)
2. Background (ประวัติความเป็นมา)
3. Level of Development (ระดับขั้นในการพัฒนา)
4. LOD Definitions (คำนิยามของ LOD)
5. Updates of This Document (การปรับปรุงเอกสาร)
6. ตาราง Level of Development

5.3.1 Overview (ภาพรวม)

ในหมวดนี้กล่าวถึงภาพรวมของเอกสาร Level of Development (LOD) Specification ว่าใช้สำหรับเป็นตัวอ้างอิงในการสื่อสาร และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับแบบจำลอง BIM ที่ระดับขั้นต่างๆ ของกระบวนการออกแบบและก่อสร้าง โดย LOD Specification ใช้พื้นฐานจาก LOD Definitions ซึ่งพัฒนาโดย AIA สำหรับเอกสาร AIA G202 – 2013 Building Information Modeling Protocol Form และถูกจัดระบบตาม CSI Unifomat 2010

ใน Specification นี้ได้ระบุรายละเอียด และภาพประกอบ ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ในระบบอาคารต่างๆ ที่ระดับขั้นต่างๆ ในการพัฒนา การสื่อสารที่ชัดเจนนี้จะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลอง (Model Authors) สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าจะสร้างแบบจำลองละเอียดเท่าใด และผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายถึงประโยชน์ และข้อจำกัดของแบบจำลองที่พวกเขาได้รับ

ความตั้งใจของ Specification นี้ เพื่อที่จะช่วยอธิบายถึงกรอบความคิดเกี่ยวกับ LOD และสร้างมาตรฐานในการใช้งาน เพื่อที่จะเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เอกสารนี้ไม่ได้บังคับว่า LOD ต่างๆ ควรจะทำเมื่อจุดไหน แต่อธิบายถึงรายละเอียดความก้าวหน้าของแบบจำลอง โดยวัตถุประสงค์หลักของเอกสารนี้ เพื่อ

- ช่วยคณะกรรมการ และเจ้าของ ในการกำหนดการทำงานด้วย BIM และเห็นภาพที่ชัดเจนว่าจะไร ควรจะอยู่ใน BIM
- ช่วยผู้จัดการฝ่ายออกแบบ (Design Manager) ในการอธิบายคณะกรรมการ เกี่ยวกับข้อมูล รายละเอียดที่ต้องการในกระบวนการออกแบบขั้นต่างๆ
- เตรียมมาตรฐานที่สามารถอ้างอิงในการทำสัญญา และแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM

5.3.2 Background (ประวัติความเป็นมา)

ในหมวดนี้กล่าวถึง ประวัติความเป็นมาของเอกสาร โดยในปี 2011 BIMForum เริ่มต้นจัดทำ LOD Specification และตั้งคณะกรรมการประกอบไปด้วยตัวแทนจากทั้งฝั่งออกแบบและฝั่งก่อสร้าง จากหลายๆ สาขาอาชีพ ในขั้นแรกคณะกรรมการได้ตีความเกี่ยวกับความหมายของ LOD จาก AIA สำหรับระบบต่างๆ ของอาคาร จากนั้นจึงทำภาพประกอบเพื่อความเข้าใจ เนื่องจาก BIM มีผู้ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง มาก ทางคณะกรรมการจึงตกลงว่าจะขยายขอบเขตมากกว่าตอนแรก โดยแทนที่จะเป็นเรื่องของพัฒนาการ ทางด้านเรขาคณิตของแบบจำลอง จะกลายเป็นเรื่องของ 3 สิ่ง คือ 1. การหาปริมาณวัสดุ 2. การหาพิกัดร่วม 3 มิติ และ 3. การควบคุมและวางผังแบบ 3 มิติ ซึ่งทางคณะกรรมการเชื่อว่าเป็นขอบเขตที่มีความ สมบูรณ์ที่จะช่วยสนับสนุนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและก่อสร้างได้ครบถ้วน

5.3.3 Level of Development (ระดับขั้นในการพัฒนา)

ในหมวดนี้กล่าวถึงกรอบความคิดของ Level of Development (LOD Framework) โดย LOD จะเข้ามาจัดการปัญหาต่างๆ ของการสื่อสารข้อมูลในแบบจำลอง โดยจัดเตรียมมาตรฐานในการพัฒนา เพื่อที่จะอธิบายถึงระดับขั้นของการพัฒนาในงานระบบต่างๆ ของ BIM ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวเปิดโอกาสให้ เกิดความสอดคล้องกันในการสื่อสารและการปฏิบัติงาน โดยการให้รายละเอียดที่ชัดเจนของ BIM ที่ระดับ ขั้นในการพัฒนาต่างๆ

5.3.3.1 Level of Development vs. Level of Detail

LOD มักจะถูกแปลว่า Level of Detail มากกว่า Level of Development แต่ใน Specification นี้ใช้แนวคิดของ Levels of Development เนื่องจากมีความแตกต่างที่สำคัญอยู่

Level of Detail เป็นการบอกถึงความละเอียดขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) แต่ Level of Development เป็นระดับขั้นของลักษณะทางเรขาคณิตของแบบจำลอง และ ข้อมูลที่ติดกับแบบจำลอง ซึ่งเป็นระดับที่สมาชิกในคณะกรรมการสามารถเชื่อถือข้อมูลได้ เมื่อมีการนำ

แบบจำลองไปใช้ โดยแก่นแท้แล้ว Level of Detail คือสิ่งที่ Input เข้าไปในแบบจำลอง ขณะที่ Level of Development คือส่วน Output ที่มีความน่าเชื่อถือ

5.3.4 LOD Definitions (คำนิยามของ LOD)

ในหมวดนี้กล่าวถึงประวัติความเป็นมา และคำนิยามของ Level of Development (LOD) โดยในปี 2008 AIA ได้ให้ความหมายของ LOD ไว้ใน AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol และเนื่องจากการใช้งาน BIM เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ AIA ได้ออกเอกสารเพิ่มเติมคือ AIA E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit, AIA G201 – 2013, Project Digital Data Protocol Form, และ AIA G202 – 2013, Project Building Information Modeling Protocol Form โดยมีเอกสารแนะนำการใช้งานคือ Guide and Instructions to the AIA Digital Practice Documents

เพื่อช่วยในการสร้างมาตรฐานและความสอดคล้องในเรื่องแนวคิดของ LOD และเพื่อเพิ่มประโยชน์ในการทำงานร่วมกัน AIA ตกลงที่จะอนุญาตให้ BIMForum ทำหน้าที่ทำ LOD Definitions ตัวล่าสุดใน Specification นี้ โดยที่ LOD Definition ที่ใช้ใน Specification นี้จะระบุไว้ในเอกสาร update ของ AIA เช่นกัน ยกเว้น 2 ข้อ

ข้อแรก คณะทำงานระบุความต้องการเกี่ยวกับ LOD ที่พัฒนาอย่างเพียงพอเพื่อการทำงานร่วมกันระหว่าง 2 สาขาอาชีพ เช่น การทำ Clash Detection เป็นต้น ความต้องการที่ระดับนี้สูงกว่า LOD 300 แต่ไม่สูงถึง LOD 400 ดังนั้นจึงมีการสร้าง LOD 350 ขึ้นมา โดยที่ AIA Documents ไม่มี LOD 350 แต่ Guide and Instructions to the AIA Digital Practice Documents มีการอ้างถึงไว้

ข้อสอง ขณะที่ LOD 500 ถูกรวมอยู่ใน LOD Definitions ของ AIA คณะทำงานคิดว่าไม่มีความจำเป็นที่จะต้องให้คำจำกัดความและแสดงภาพของ LOD 500 ใน Specification นี้ เนื่องจากมันสัมพันธ์กับการตรวจสอบความถูกต้องของสาขาอาชีพนั้นๆ อยู่แล้ว ดังนั้นคำอธิบายและภาพประกอบใน Specification นี้จึงจำกัดอยู่ที่ LOD 100 – 400

5.3.4.1 Fundamental LOD Definitions (คำนิยามของ LOD พื้นฐาน)

1. LOD 100

องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) อาจถูกแสดงอย่างเป็นกราฟิกในแบบจำลอง ด้วยสัญลักษณ์ หรือ Generic Representation แต่ไม่ถึง LOD

200 ข้อมูลที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) (เช่น ราคาต่อตารางฟุต ขนาดต้นความเย็นของเครื่องปรับอากาศ สามารถได้ได้รับมาจากองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) อื่น

2. LOD 200

องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ถูกแสดงอย่างเป็นกราฟิกในแบบจำลองโดยเป็น Generic System คือ วัตถุหรือการประกอบจะมีปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทางแบบประมาณ ส่วนข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกอาจถูกผูกติดไว้กับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)

3. LOD 300

องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ถูกแสดงอย่างเป็นกราฟิกในแบบจำลองโดยเป็น Specific System คือ วัตถุหรือการประกอบจะมีปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน ส่วนข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกอาจถูกผูกติดไว้กับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)

4. LOD 350

องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ถูกแสดงอย่างเป็นกราฟิกในแบบจำลองโดยเป็น Specific System คือ วัตถุหรือการประกอบจะมีปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน และมีส่วนต่อประสานกับระบบอาคารอื่นๆ ส่วนข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกอาจถูกผูกติดไว้กับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)

5. LOD 400

องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ถูกแสดงอย่างเป็นกราฟิกในแบบจำลองโดยเป็น Specific System คือ วัตถุหรือการประกอบจะมีปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน โดยมีรายละเอียดในการผลิต การประกอบ และข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้ง ส่วนข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกอาจถูกผูกติดไว้กับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)

6. LOD 500

องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ถูกรับรองความถูกต้องจากสาขาอาชีพนั้นๆ ในเรื่องของ ขนาด รูปทรง ตำแหน่ง ปริมาณ และทิศทาง ส่วนข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกอาจถูกผูกติดไว้กับองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)

นอกจาก Fundamental LOD Definitions หรือ คำนิยามของ LOD พื้นฐานแล้ว ใน Specification นี้ ยังมีการขยายความ LOD เพื่อการประยุกต์ใช้ในระบบอาคาร และระบบอาคารย่อยที่เฉพาะเจาะจง เป็นตาราง Level of Development โดยส่วนขยายความที่เฉพาะเจาะจงมากกว่าจะอยู่เหนือส่วนขยายที่น้อยกว่า เช่น C1010 จะอยู่เหนือกว่า C10 และอยู่เหนือ Fundamental Definition

LOD จะประกอบไปด้วยระดับขั้นในการพัฒนา 5 ระดับ ตั้งแต่หยาบไปจนถึงละเอียด ในการทำงานจะต้องพิจารณาในเรื่องของความต้องการที่น้อยที่สุด ตามความก้าวหน้าตาม LOD ที่ระบุ ซึ่งและความต้องการเหล่านี้เป็นแบบสะสม คือ LOD ที่มากขึ้นจะรวมความต้องการของ LOD ก่อนหน้า ดังนั้นแบบจำลอง ที่ LOD 300 จะต้องมีความต้องการของ 200 และ 100 รวมถึง 300 เองด้วย

ในเอกสารนี้ไม่ได้ระบุถึงผู้สร้างแบบจำลอง (Model Element Author) ที่ LOD ต่างๆ โดยให้ใช้แนวทางของ Model Element Author (MEA) ที่ระบุไว้ใน AIA E203 – 2013 และในเอกสารนี้จะไม่กล่าวถึงข้อมูล 2 มิติ เช่นแบบขยายรายละเอียดที่เข้ามาประกอบ โดยจะกล่าวถึงสิ่งที่ต้องสร้างแบบจำลอง 3 มิติ และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกที่ควรประกอบในแบบจำลอง

5.3.4.2 Caveats (คำเตือน)

ไม่มีการเข้มงวดเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่าง LOD และ Design Phases เนื่องจากระบบอาคารมีการพัฒนาที่ความเร็วต่างกัน เช่น การออกแบบโครงสร้างจะมาก่อนการออกแบบตกแต่งภายใน และตัวอย่างเช่นเมื่อแบบ Schematic เสร็จสมบูรณ์ แบบจำลองอาจมีองค์ประกอบ ที่ LOD 200 และบางส่วน LOD 100 รวมถึงอาจจะมี LOD 300 และ LOD 400 รวมอยู่ได้ ดังนั้นจึงไม่มีสิ่งที่เรียกว่าแบบจำลองที่ LOD ____ เนื่องจาก แบบจำลองของโครงการที่ระดับขั้นต่างๆ จะมี LOD ต่างๆ รวมอยู่

5.3.5 Updates of This Document (การปรับปรุงเอกสาร)

เนื่องจาก BIM มีการพัฒนาอยู่เสมอ จึงต้องมีการปรับปรุงเอกสารให้มีความทันสมัย โดยที่ผ่านมามีการปรับปรุงดังนี้

- 4/24/13 Initial draft for public review
- 8/22/13 Level of Development Specification 2013

5.3.6 ตาราง Level of Development

ตาราง Level of Development ระบุถึงรายละเอียด ความต้องการ และภาพประกอบ ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ในระบบอาคารต่างๆ ที่ระดับชั้นต่างๆ ในการพัฒนาต่างๆ ตั้งแต่ LOD 100 – LOD 400 ซึ่งแบ่งหมวดหมู่ ดังนี้

A: Substructure

- A10 Foundations (ฐานราก)
- A20 Subgrade Enclosures (สิ่งปกคลุมพื้นดิน)
- A40 Slabs-on-Grade (พื้นวางบนดิน)

B: Shell

- B10 Superstructure (โครงสร้างเหนือดิน)
- B20 Exterior Vertical Enclosures (เปลือกอาคารแนวตั้งภายนอก)
- B30 Exterior Horizontal Enclosures (เปลือกอาคารแนวนอนภายนอก (หลังคา ช่องแสง))

C: Interiors

- C10 Interior Construction (โครงสร้างงานตกแต่งภายใน เช่น ผนัง หน้าต่าง ประตู ฝ้าเพดาน)
- C20 Interior Finishes (ผิวสำเร็จงานตกแต่งภายใน)

D: Services

- D10 Conveying (ระบบขนส่ง เช่น ลิฟต์ บันไดเลื่อน ลิฟต์ส่งของ ท่อลม)
- D20 Plumbing (ระบบสุขาภิบาล)
- D30 HVAC (ระบบปรับอากาศ)
- D40 Fire Protection (ระบบป้องกันอัคคีภัย)
- D50 Electrical (ระบบไฟฟ้า)
- D60 Communications (ระบบสื่อสาร)
- D70 Electronic Safety and Security (ระบบรักษาความปลอดภัย)
- D80 Integrated Automation (ระบบอัตโนมัติ)

E: Equipment & Furnishings

- E10 Equipment (อุปกรณ์)

E20 Furnishings (เฟอร์นิเจอร์)

F: Special Construction & Demolition

F10 Special Construction (งานก่อสร้างพิเศษ)

F20 Facility Remediation (การแก้ไขสิ่งอำนวยความสะดวก)

F30 Demolition (งานรื้อถอน)

G: Building Sitework

G10 Site Preparation (การเตรียมที่ดิน)

G20 Site Improvements (การปรับปรุงที่ดิน)

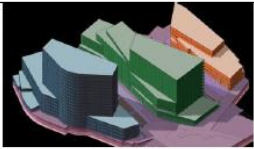
G30 Liquid and Gas Site Utilities (สาธารณูปโภค น้ำ แก๊ส)

G40 Electrical Site Improvements (สาธารณูปโภค ไฟฟ้า)

G50 Site Communications (ระบบสื่อสารในที่ดิน)




G90 Miscellaneous Site Construction (อื่นๆ เช่น อุโมงค์)

B20 Exterior Vertical Enclosures

100	Solid mass model representing overall building volume, or, schematic wall elements that are not distinguishable by type or material. Assembly depth/thickness and locations still flexible.	
-----	--	---

B2010 – Exterior Walls

Solid wall construction that is composite in nature; in other words, multiple layers of materials to form an overall assembly.

100	See B20	
200	Generic wall objects separated by type of material (e.g. brick wall vs. terracotta). Approximate overall wall thickness represented by a single assembly. Layouts and locations still flexible.	
300	Composite model assembly with specific overall thickness that accounts for veneer, structure, insulation, air space, and interior skin specified for the wall system. (Refer to LOD350 and LOD400 for individually modeled elements). Penetrations are modeled to nominal dimensions for major wall openings such as windows, doors, and large mechanical elements. Required non-graphic information associated with model elements includes: <ul style="list-style-type: none"> • Wall type • Materials 	
350	A composite wall assembly may be considered for LOD350 only if hosted objects such as windows and doors are provided at a minimum of LOD350. Main structural members such as headers and jambs at openings are modeled within the composite assembly.	

ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างตาราง Level of Development

ที่มา: เอกสาร Level of Development Specification Version 2013

5.4 National Building Information Modeling Standard (NBIMS)

National Building Information Modeling Standard (NBIMS) ปัจจุบัน (2013) มีทั้งสิ้น 2 ฉบับ คือ NBIMS v.1 ออกในปี 2007 และ NBIMS v.2 ออกในปี 2012 โดยเนื้อหาภายในเอกสาร NBIMS v.1 จะกล่าวในเรื่องแนวความคิดของ BIM และแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม BIM ส่วน NBIMS v.2 จะกล่าวในเรื่องแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม BIM และแนวคิดในการปฏิบัติงานด้วย BIM โดยแต่ละเล่มมีเนื้อหา ดังนี้

5.4.1 National Building Information Modeling Standard Version 1 (NBIMS v.1)

เนื้อหาแบ่งออกเป็น 6 หมวด ได้แก่

1. Introduction (บทนำ)
2. Prologue to the National BIM Standard (อารัมภบทสู่มาตรฐาน BIM แห่งชาติ)
3. Information Exchange Concepts (แนวคิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล)
4. Information Exchange Content (เนื้อหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูล)
5. NBIM Standard Development Process (กระบวนการการพัฒนามาตรฐาน BIM แห่งชาติ)
6. Appendix (ภาคผนวก)

5.4.1.1 Introduction (บทนำ)

ในบทนำกล่าวถึงเรื่องของ BIM ว่าเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการก่อสร้างมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย ดังนั้น NBIMS จึงจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางที่สามารถตอบสนองและสนับสนุนการใช้งานในเชิงธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลอาคาร การใช้ข้อมูลที่เป็นมาสนับสนุนการทำธุรกิจ และการใช้กลไกทางด้านซอฟต์แวร์ในการแลกเปลี่ยนและตรวจสอบข้อมูลอาคาร

5.4.1.2 Prologue to the National BIM Standard (อารัมภบทสู่มาตรฐาน BIM แห่งชาติ)

ในบทนำกล่าวถึง ขอบเขตของ BIM ในเรื่องของบทบาทของ BIM ที่มีต่ออุตสาหกรรมการก่อสร้าง และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจาก BIM และกล่าวถึงคณะกรรมการผู้จัดทำ NBIMS วิสัยทัศน์ และภารกิจของ NBIMS โดยมีการวางเป้าหมายว่าจะมีการออก NBIMS ถึง 4 รุ่น (Version) ด้วยกัน

5.4.1.3 Information Exchange Concepts (แนวคิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล)

ในบทนี้กล่าวถึงแนวคิดของการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยมีประเด็นดังนี้

1. Data Models and the Role of Interoperability (แบบจำลองข้อมูลและบทบาทของการทำงานร่วมกัน)

ในส่วนนี้กล่าวถึงแนวคิดของโครงสร้างข้อมูลเพื่อการทำงาน และการประสานงานกัน โดย NBIMS ได้เปิดอิสระในการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องรับผิดชอบในการสร้างโครงสร้างของการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามคณะกรรมการ NBIMS ได้กำหนดให้ IDM, MVD, IFDLibrary และ IFC ในการเป็นมาตรฐานอ้างอิงในการใช้งาน ซึ่งยังต้องมีแนวทางปฏิบัติเพิ่มเติมในการบรรลุผลการใช้งานนี้

2. Storing and Sharing Information (การเก็บและการแบ่งปันข้อมูล)

ในส่วนนี้กล่าวถึงแนวคิดในการเก็บข้อมูลโดยมีประเด็นสำคัญคือ การเก็บข้อมูลจะไม่เก็บข้อมูลรวมเพียงชุดเดียว แต่จะการกระจายออกเป็นข้อมูลย่อยและรวมข้อมูลย่อยเป็นข้อมูลรวมทั้งหมด

3. Information Assurance (IA) (การรับประกันข้อมูล)

ในส่วนนี้กล่าวถึงการควบคุมการเข้าถึงของข้อมูลของผู้ใช้งาน ในการจัดทำ IA ต้องเริ่มไปพร้อมกับการสร้างข้อมูลโดยมีแนวทางปฏิบัติ 4 ขั้นตอนคือ

- IA Process Improvement เป็นขั้นตอนของการปรับปรุงกระบวนการ
- IA Design and Development เป็นขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาของสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล
- IA Test and Acceptance เป็นขั้นตอนของการทดสอบใช้งาน
- IA Operations and Maintenance เป็นขั้นตอนของการดำเนินงานและบำรุงรักษา

5.4.1.4 Information Exchange Content (เนื้อหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูล)

ในบทนี้กล่าวถึง การกำหนดความต้องการขั้นต่ำของข้อมูล BIM (Minimum BIM) ซึ่งสามารถใช้วิธีดำเนินการได้สองรูปแบบคือ

1. การใช้ CMM (Capability Maturity Model) ในการกำหนดความต้องการขั้นต่ำ

CMM คือวิธีที่ใช้ในการพัฒนาและปรับแต่งกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ขององค์กร ซึ่งมีขั้นตอน 5 ระดับ

สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

<http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/Capability-Maturity-Model>

2. การใช้ Data Quality ในการกำหนดความต้องการขั้นต่ำ

USACE BIM Roadmap จะถูกนำมาใช้ระบุข้อมูลใน BIM สำหรับการออกแบบและการก่อสร้าง

ข้อมูลรายละเอียดของ USACE BIM Roadmap สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

<https://cadbim.usace.army.mil/default.aspx> หรือ

<http://www.facilityinformationcouncil.org/bim/pdfs/ERDC-TR-06-10.pdf>

5.4.1.5 NBIM Standard Development Process (กระบวนการการพัฒนามาตรฐาน BIM แห่งชาติ)

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนา NBIMS ว่ามีกระบวนการอย่างไร แนวคิดอย่างไร และพัฒนาอย่างไร โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ช่วงที่หนึ่ง สร้างกรอบ แนวคิด และจุดมุ่งหมายของ NBIMS โดยองค์กรที่เกี่ยวข้อง
2. ช่วงที่สอง ทำการออกแบบ NBIMS โดยมุ่งเน้นไปที่การจัดระเบียบข้อมูล
3. ช่วงที่สาม นำแนวทางของ NBIMS ไปทดสอบใช้จริง โดยการสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
4. ช่วงที่สี่ การนำไปใช้จริง

5.4.1.6 Appendices (ภาคผนวก)

ในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดมาตรฐานอ้างอิงสำคัญของ BIM สามชนิดคือ IFC (Industry Foundation Classes), CSI OmniClass™ และ International Framework for Dictionaries (IFDLibrary™)

5.4.2 National Building Information Modeling Standard Version 2 (NBIMS v.2)

เนื้อหาแบ่งออกเป็น 6 หมวด ได้แก่

1. Scope (ขอบเขต)
2. Reference standards (มาตรฐานอ้างอิง)
3. Terms and Definitions (คำศัพท์และคำจำกัดความ)
4. Information commercial exchange Standard (มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล)
5. Practice Documents (เอกสารประกอบแนวทางการปฏิบัติ)
6. Appendix (ภาคผนวก)

5.4.2.1 Scope (ขอบเขต)

ในบทนี้กล่าวถึงขอบเขตของ NBIM v.2 โดยจัดทำขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานสองอย่างคือ

1. สำหรับผู้พัฒนาและจัดจำหน่ายโปรแกรม เพื่อพัฒนาให้โปรแกรมใช้งานได้อย่างเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน NBIMS v.2 ได้กำหนดมาตรฐานที่เหมาะสมครอบคลุมต่อแนวทางการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งแบ่งเป็นสองหัวข้อหลักคือ มาตรฐานการอ้างอิง (Reference Standards) และ มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Exchange Information Standards)
2. เป็นเอกสารแนวทางการปฏิบัติสำหรับ เจ้าของโครงการ และผู้ใช้ในการทำงานออกแบบ สถาปัตยกรรม วิศวกรรม การก่อสร้าง และการดำเนินการของโครงการ

5.4.2.2 Reference standards (มาตรฐานอ้างอิง)

ในบทนี้กล่าวถึงมาตรฐานอ้างอิงสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ Model and Dictionary Standards, Exchange Standards, และ Data Structure and Identifier Standards

มาตรฐานทั้งสามประเภทจำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งจะช่วยให้การปฏิบัติวิชาชีพในอุตสาหกรรมมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นไปอย่างราบรื่น โดยมาตรฐานทั้งสามประเภทมีชื่อดังต่อไปนี้

1. ISO 16739, Industry Foundation Classes (IFC) 2x3
2. World Wide Web Consortium (W3C) XML
3. OmniClass Tables

4. International Framework Dictionary (IFD) Library Update-2012

5.4.2.3 Terms and Definitions (คำศัพท์และคำจำกัดความ)

ในบทนี้กล่าวถึงคำศัพท์และคำจำกัดความของคำศัพท์ที่ปรากฏในเอกสาร NBIMS v.2

5.4.2.4 Information commercial exchange Standard (มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล)

ในบทนี้ประกอบไปด้วยเอกสารที่เป็นมาตรฐานในกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. Construction Operations Building information exchange (COBie)

เป็นข้อกำหนดในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสำหรับวัฏจักรการเก็บและส่งมอบข้อมูลที่ต้องการในการจัดการก่อสร้าง

2. Design to Spatial Program Validation

เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM (BIM Exchange) เพื่อให้สำนักออกแบบและเจ้าของอาคารเข้าประเมินประสิทธิภาพของอาคารในการใช้งานของพื้นที่ตามความต้องการของเจ้าของอาคาร

3. IDM MVD Design to Building Energy Analysis

เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM (BIM exchange) เพื่อให้สำนักออกแบบและเจ้าของโครงการนำไปใช้ในการวิเคราะห์พลังงานและประสิทธิภาพของอาคารที่ออกแบบไว้

4. IDM MVD Design to Quantity Takeoff for Cost Estimating

เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM (BIM exchange) เพื่อให้สำนักออกแบบและเจ้าของโครงการนำไปใช้ประเมินปริมาณวัสดุและเครื่องจักรในอาคารที่ออกแบบเพื่อให้ทราบค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของอาคาร

5.4.2.5 Practice Documents (เอกสารประกอบแนวทางการปฏิบัติ)

ในบทนี้เป็นบทที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นคู่มือแนะนำแนวทางการดำเนินธุรกิจ และให้เจ้าของโครงการสามารถใช้อธิบายความต้องการใน BIM ได้ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. Minimum BIM – December 07, Revised May 2012

ใน NBIMS v.2 ได้กำหนดคุณสมบัติขั้นต่ำของระบบข้อมูล BIM (Minimum BIM) โดยต้องมีลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้

- Spatial Capability: ประสิทธิภาพด้านพื้นที่
- Roles or Disciplines: บทบาทหรือกฎระเบียบ
- Data Richness: ข้อมูลต้องมีระดับของรายละเอียดเพื่อสนับสนุนเป้าหมายในการใช้ BIM
- Delivery Method: แบบจำลองอาคารต้องดำเนินการภายใต้กฎระเบียบของข้อมูลที่ใช้ร่วมกัน
- Change Management or ITIL Maturity Assessment: การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การบริหาร
- Business Process: กระบวนการทางธุรกิจ
- Information Accuracy: ความแม่นยำของข้อมูล
- Lifecycle Views: วงจรชีวิตของอาคารที่สมบูรณ์อาจไม่จำเป็นที่จะต้องดำเนินการในส่วนของการขึ้นต้น
- Graphical Information: ข้อมูลของการแสดงผล การเขียนแบบควรเป็นไปตามมาตรฐานของ National CAD Standard
- Timeliness and Response: ข้อมูล BIM ยังไม่เป็นที่น่าเชื่อถือพอสำหรับการเป็นแหล่งข้อมูลในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน
- Interoperability and Industry Foundation Class Support: ข้อมูลใน BIM ต้องมีความสามารถในการสร้าง และการส่งออก-นำเข้า ข้อมูล IFC และดำเนินงานข้อมูล IFC ร่วมกันได้

2. BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงประวัติความเป็นมา และการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM โดยแบ่งโครงสร้างในการปฏิบัติงาน เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุเป้าหมาย และมูลค่าในการใช้ BIM ในแต่ละขั้น (phase) ของโครงการ
2. ออกแบบ BIM ตามแผนการดำเนินการของโครงการ
3. กำหนดการส่งมอบข้อมูล BIM ในรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศ (Information exchange)

4. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานเช่น เอกสารสัญญา การสื่อสาร ขั้นตอนดำเนินการ เทคโนโลยี และการควบคุมคุณภาพ

โดยภายในหัวข้อ BIM Project Execution Planning Guide ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 บท ดังนี้

1. ภาพรวมของกระบวนการทำแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM
2. ระเบียบวิธีในการระบุผู้ใช้ BIM
3. ขั้นตอนการสำหรับการออกแบบกระบวนการ BIM สำหรับโครงการ
4. ระเบียบวิธีในการระบุความต้องการในการแลกเปลี่ยนข้อมูล
5. ระเบียบวิธีในการระบุโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นในการสนับสนุนกระบวนการ BIM
6. การวางโครงสร้างระเบียบวิธีสำหรับคณะทำงานในการนำกระบวนการไปปฏิบัติผ่านการประชุมและวางแผน
7. การวางโครงสร้างระเบียบวิธีสำหรับการพัฒนาระบบโดยทั่วไปที่มีการนำ BIM ไปปฏิบัติ
8. สรุปผล และข้อเสนอแนะ สำหรับโครงการ และระบบการนำ BIM ไปปฏิบัติ โดยมีพื้นฐานมาจากการเรียนรู้จากการสร้างแนวทาง

3. BIM Project Execution Plan Content – Version 2.1

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงประวัติความเป็นมา กระบวนการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM และตัวอย่างเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM ของสหรัฐอเมริกา เช่น AIA BIM Protocol (E202), Autodesk Communication Specification, Consensus Docs BIM Addendum, US Army Corp of Engineers BIM Roadmap, และ Capital Facilities Information Handover Guide, Part 1 by Fallon, K., and Palmer, M.

4. Mechanical, Electrical, Plumbing, and Fire Protection Systems Spatial Coordination Requirements for Construction Installation Models and Deliverables – November 2009, Revised May 2012

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงการกำหนดแนวทางให้กับบริษัทก่อสร้าง และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับแบบสามมิติของงาน MEP ในการประสานงานเชิงพื้นที่ของระบบ และองค์ประกอบสำหรับการสร้างและติดตั้งซึ่งมีหัวข้อดังนี้

- องค์ประกอบหลัก (Major Components)
 - HVAC Duct: ท่อลมของระบบปรับอากาศ ข้อมูลการติดตั้ง การบำรุงรักษา การเข้าถึงอุปกรณ์ ฯลฯ

- HVAC Piping: ท่อน้ำของระบบปรับอากาศ ข้อมูลการติดตั้ง การบำรุงรักษา การเข้าถึงอุปกรณ์ ฯลฯ
- Plumbing: ระบบสุขาภิบาล การเชื่อมต่อระหว่างชั้น การติดตั้ง ฯลฯ
- Fire Protection Piping: ระบบท่อน้ำดับเพลิง การติดตั้ง การบำรุงรักษา ฯลฯ
- Electrical: ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง การเข้าถึง ฯลฯ
- Framing: ระบบโครงสร้าง ข้อจำกัดที่อาจส่งผลกระทบต่องานระบบต่างๆ
- Minimum Software Requirements ความต้องการขั้นพื้นฐานของโปรแกรม
- Logs: การบันทึกข้อมูลต่างๆ เช่นข้อมูลของแบบสัญญา ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อมูล RFI เป็นต้น
- Structural/Architectural Features Required for MEP Coordination: ข้อกำหนดหรือลักษณะของงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมที่ต้องการสำหรับงานระบบ MEP
- Fully Annotated Installation Drawings: แบบสำหรับการติดตั้งที่มีรายละเอียดครบถ้วน เช่น ระยะเวลาของการติดตั้งสายไฟ สัดส่วน ขนาด และตำแหน่ง เป็นต้น

5. Planning, Executing and Managing Information Handovers – 2011

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงการวางแผน การดำเนินการ และการจัดการส่งมอบข้อมูล ซึ่งสามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอนคือ

1. Information Strategy: ทุกองค์กรที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ การจัดซื้อ การก่อสร้าง หรือการจัดการทุนก่อสร้างควรร่วมกันพัฒนากลยุทธ์
2. Information Handover Requirements: องค์กรต้องกำหนดเนื้อหาพร้อมทั้งรูปแบบข้อมูลที่เหมาะสม และจำเป็น รวมถึงพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
3. Project Information Handover Plan: แผนการส่งมอบข้อมูลโครงการต้องครอบคลุมถึงหน้าที่รับผิดชอบและวิธีการดำเนินการด้วย
4. Implementation: ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการทำงานทางเทคนิคทั้งหมด

5.4.2.6 Appendix (ภาคผนวก)

1. Annex A - National BIM Standard-United States™ Project Committee Rules of Governance – January 2011

ในภาคผนวกนี้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานหลักและหน่วยงานย่อย ความสัมพันธ์ระหว่าง The United States National CAD Standard (NCS) และ the National BIM Standard (NBIMS) และการกำกับดูแลคณะกรรมการในโครงการ NBIMS

2. Annex B - National BIM Standard-United States Version 1

ในภาคผนวกนี้เป็นการนำเอา NBIMS v.1 มาประกอบ



บทที่ 6

เปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ สิงคโปร์ และ สหรัฐอเมริกา

จากการศึกษามาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา สามารถเปรียบเทียบในประเด็นสำคัญต่างๆ ได้ดังนี้

6.1 ขอบเขต (Scope)

ขอบเขตของมาตรฐาน BIM ในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา มีหลายฉบับ โดยฉบับพื้นฐานคือ NBIMS มีขอบเขตกว้างมากที่สุด กล่าวถึงทั้งการพัฒนาโปรแกรม และการปฏิบัติวิชาชีพ ส่วนฉบับอื่นๆ จะมีขอบเขตเฉพาะเจาะจงเป็นเรื่อยๆ ไป เช่น AIA Document E202, 203, Level of Development Specification ในขณะที่มาตรฐาน BIM ของของสหราชอาณาจักรอังกฤษและสิงคโปร์ จะมีขอบเขตเฉพาะการปฏิบัติวิชาชีพ แต่จะมีเนื้อหาที่ครอบคลุมแตกต่างกัน ดังนี้

6.1.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

AEC (UK) BIM Protocol กล่าวถึงการวางมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติวิชาชีพ ครอบคลุมตั้งแต่ 1. การวางแผนการปฏิบัติงาน 2. การทำงานร่วมกันระหว่างฝ่ายต่างๆ 3. ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง 4. วิธีการตั้งชื่อและโครงสร้างในการบันทึกข้อมูล 5. รูปแบบการนำเสนอแบบ Drawing

6.1.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

Singapore BIM Guide v.2 กล่าวถึงการวางมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติวิชาชีพครอบคลุมตั้งแต่ 1. วางแผนการปฏิบัติงาน 2. ผลผลิตในแต่ละชั้นของโครงการ และการคิดค่าบริการ 3. ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง 5. การทำงานร่วมกัน 6. วิชาชีพ BIM

6.1.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

AIA Document E202, E203 กล่าวถึง 1. ระเบียบการในการสร้างแบบจำลอง 2. Level of Development 3. การแบ่งความรับผิดชอบ ในการพัฒนา Model Element

LOD Specification กล่าวถึงรายละเอียดของ LOD ใน Model Element แต่ละชนิด

NBIMS กล่าวถึงสองประเด็นหลัก คือ 1. มาตรฐานสำหรับการพัฒนาโปรแกรม 2. มาตรฐานในการปฏิบัติงาน เช่น การวางแผนการปฏิบัติงาน

6.2 การวางแผนการปฏิบัติงาน BIM (BIM Execution Plan)

ในส่วนของการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM ของมาตรฐานในแต่ละประเทศมีความคล้ายกัน แตกต่างกันในรายละเอียด โดยหลักๆ จะประกอบไปด้วย การกำหนดเป้าหมายของโครงการ การกำหนดวิธีการทำงาน และการกำหนดส่วนสนับสนุนอื่นๆ เช่น การประชุม โปรแกรมที่ใช้ รูปแบบสัญญา เป็นต้น โดยแต่ละประเทศมีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

เน้นไปที่การวางแผนกระบวนการทำงาน อย่างละเอียด ซึ่งประกอบไปด้วย การกำหนดเป้าหมายของโครงการ การกำหนดมาตรฐานของ BIM การกำหนดโปรแกรมที่จะใช้ การกำหนดหน้าที่ของบุคลากร การกำหนดความถี่ในการประชุม การกำหนดรูปแบบการส่งต่อหรือแลกเปลี่ยนงาน การกำหนดการแบ่งงานและตารางงาน การกำหนดระบบพิกัดที่ใช้ การกำหนดโครงสร้างการจัดการแบบจำลอง การกำหนดวิธีการตรวจสอบแบบจำลอง การกำหนดวิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูล และการกำหนดวันประชุมทุกฝ่ายร่วมกัน

6.2.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

เนื้อหาของการวางแผนการปฏิบัติงาน BIM จะคล้ายกับมาตรฐานของสหราชอาณาจักรอังกฤษ แต่จะลงลึกน้อยกว่า โดยประกอบไปด้วย การกำหนดข้อมูล และเป้าหมายของโครงการ การกำหนดหน้าที่ของบุคลากร การกำหนดกระบวนการและกลยุทธ์ การกำหนดรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูล การกำหนดข้อมูลใน BIM การกำหนดวิธีการทำงานร่วมกัน การกำหนดการควบคุมคุณภาพ และการกำหนดเทคโนโลยีและซอฟต์แวร์ที่จะใช้

6.2.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

เนื้อหาของการวางแผนการปฏิบัติงาน BIM จะคล้ายกับมาตรฐานของสหราชอาณาจักรอังกฤษ และมาตรฐานของสิงคโปร์ โดยประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ การกำหนดเป้าหมายในแต่ละชั้นของโครงการ การออกแบบ BIM ตามแผน การกำหนดรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูล และการกำหนดโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนการดำเนินงาน เช่น เอกสารสัญญา เทคโนโลยี การควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

6.3 การกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคลากร

ในการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคลากร มาตรฐานของแต่ละประเทศมีวิธีการอธิบายแตกต่างกันไป โดยมาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ บอกรายการแบ่งหน้าที่เป็น 3 ฝ่ายหลักๆ ในขณะที่ มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกาจะใช้ตารางองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ในการระบุหน้าที่ความรับผิดชอบของบุคคลต่างๆ ที่ต้องรับผิดชอบในองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) แต่ละชนิด โดยแต่ละประเทศมีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

แบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็น 3 ฝ่ายหลักๆ คือ ฝ่ายกลยุทธ์ (Strategic) หรือ BIM Manager ฝ่ายบริหารจัดการ (Management) หรือ BIM Coordinator และฝ่ายการผลิต (Production) โดยไม่มีรายละเอียดของการแบ่งหน้าที่ของบุคลากรในองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) แต่ละชนิด

6.3.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

ใช้ตารางวัตถุประสงค์และความรับผิดชอบของ BIM หรือ BIM Objective & Responsibility Matrix ในการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคคลหรือฝ่ายที่รับผิดชอบองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ในแต่ละช่วงของโครงการ

6.3.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

ใช้ตารางองค์ประกอบของแบบจำลอง หรือ Model Element Table ในการระบุผู้สร้างแบบจำลอง (Model Element Author, MEA) ขององค์ประกอบต่างๆ ที่ LOD ต่างๆ

6.4 ระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development)

ในเรื่องของระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลองนั้น แต่ละประเทศมีวิธีการกำหนดที่แตกต่างกันไป สิ่งที่มีเหมือนกันคือการแบ่งระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลองจะมีความสัมพันธ์กับระดับขั้นในการพัฒนาโครงการ โดยแต่ละประเทศมีรายละเอียดดังนี้

6.4.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

กำหนดการพัฒนาความละเอียดของแบบจำลอง โดยแบ่งเป็น Grade ตั้งแต่ Grade 0 – Schematic, Grade 1 – Concept, Grade 2 – Define, Grade 3 – Rendered แต่ไม่มีการลงรายละเอียดในองค์ประกอบของแบบจำลองแต่ละชนิด

6.4.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

กำหนดการพัฒนาความละเอียดของแบบจำลอง ด้วย BIM Modelling Guidelines ซึ่งจะแยกตารางไปตามสาขาอาชีพ หรือประเภทงานของอาคาร คือ งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ โดยแต่ละตารางจะแบ่งระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ ตั้งแต่ Conceptual, Preliminary Design, Detailed Design, Construction, และ As-Built ซึ่งแต่ละระดับชั้นของโครงการจะมีรายการขององค์ประกอบต่างๆ และแนวทางในการสร้างแบบจำลองกำกับไว้

6.4.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

กำหนดการพัฒนาความละเอียดของแบบจำลอง ด้วย Level of Development (LOD) ซึ่งจะแบ่ง LOD ออกเป็น 6 ระดับชั้นคือ LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400, และ LOD 500 จากนั้นจะใช้ตารางองค์ประกอบของแบบจำลอง หรือ Model Element Table ในการระบุ LOD ต่างๆ ในแต่ละองค์ประกอบ ที่แต่ละระดับชั้นของโครงการ ซึ่งที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ LOD เดียวกันทั้งแบบจำลอง

6.5 การกำหนดพิกัดของแบบจำลอง

ในเรื่องของการกำหนดพิกัดของแบบจำลอง ทุกประเทศมีการกำหนดให้ต้องระบุพิกัดของแบบจำลองต่างๆ ให้ตรงกัน เพื่อให้ง่ายต่อการรวมแบบจำลอง และให้การทำงานร่วมกันระหว่างฝ่ายต่างๆ เป็นไปอย่างราบรื่น

6.6 การกำหนดหน่วยของแบบจำลอง

ในเรื่องของการกำหนดหน่วยของแบบจำลอง ทุกประเทศมีการกำหนดให้ต้องมีการตกลงเรื่องหน่วยในการทำงานให้สอดคล้องกัน

6.7 การแบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)

ในเรื่องของการแบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) เป็นหมวดต่างๆ เพื่ออธิบายระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) ขององค์ประกอบของแบบจำลองแต่ละชนิดนั้น แต่ละประเทศมีการแบ่งที่แตกต่างกันไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.7.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

ไม่ได้ระบุการแบ่งหมวดหมู่ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)

6.7.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

มีการกำหนดแนวทางการแบ่งหมวดหมู่ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) โดยใช้ตารางแบ่งหมวดหมู่ซึ่งแยกตามสาขาอาชีพ หรือประเภทงานของอาคาร เช่น งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบปรับอากาศ งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า เป็นต้น

6.7.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

ในส่วนของนักพัฒนาโปรแกรมมีการกำหนดให้แบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) โดยใช้มาตรฐานของ IFC, W3C, OmniClass Tables และ IFD Library

ในส่วนของการปฏิบัติวิชาชีพมีการกำหนดให้แบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ตามมาตรฐาน CSI UniFormat โดยแบ่งเป็นหมวด A-G ซึ่งประกอบไปด้วย Substructure, Shell, Interior, Services, Equipment & Furnishings, Special Construction & Demolition, และ Building Sitework

6.8 การทำงานร่วมกัน (Collaboration)

ในเรื่องของการทำงานร่วมกัน (Collaboration) มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ กล่าวไว้ในหัวข้อการทำงานร่วมกันด้วย BIM (Collaborative BIM Working) และมาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์ กล่าวไว้ในหัวข้อ การสร้างแบบจำลอง BIM และกระบวนการทำงานร่วมกัน (BIM Modelling and Collaboration Procedure) ในขณะที่ มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา จะอธิบายอยู่ในหัวข้อ ระเบียบการ BIM (Building Information Modeling Protocols) และการบริหารจัดการแบบจำลอง (Model Management) โดยแต่ละประเทศมีรายละเอียดดังนี้

6.8.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

มีการอธิบายแนวทางของการแลกเปลี่ยนข้อมูล หรือการทำงานร่วมกันระหว่างฝ่ายต่างๆ โดยใช้แนวทางที่เรียกว่า Common Data Environment (CDE) ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ 1. Work In Progress (WIP) 2. Shared 3. Publication and Document Issue 4. Archiving

6.8.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

มีการอธิบายกระบวนการทำงาน BIM และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฝ่ายต่างๆ โดยสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ 1. การสร้างแบบจำลองแยกในแต่ละสาขาอาชีพ (Discipline) 2. การรวมแบบจำลอง และแลกเปลี่ยนข้อมูล 3. บันทึกแบบจำลองที่รวมแล้วแยกเป็นรุ่นต่างๆ ตามระดับขั้นของโครงการ

6.8.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

มีการอธิบายถึงมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในเอกสาร NBIMS v.2 และในส่วนของการทำงานร่วมกันระหว่างฝ่ายต่างๆ มีการระบุในหัวข้อการบริหารจัดการแบบจำลอง (Model Management) ในเอกสาร AIA E202 โดยกล่าวถึงการบริหารจัดการแบบจำลอง ตั้งแต่การรวมแบบจำลอง การตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบจำลอง การจัดทำรายงาน Clash Detection การรักษาไฟล์ที่ได้รับ และการสำรองข้อมูล และในหัวข้อ ระเบียบการ BIM (Building Information Modeling Protocols) ในเอกสาร AIA E203 ได้กล่าวถึงระเบียบการในการสร้างแบบจำลองตั้งแต่การระบุผู้สร้างแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง การระบุพิกัดร่วม การรวมแบบจำลอง ไปจนถึงการเก็บรักษาแบบจำลอง

6.9 การผลิตเอกสาร

ในเรื่องของการผลิตเอกสาร มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ และสิงคโปร์ ได้แนะนำให้สร้างแบบ 2 มิติโดยตรงจาก BIM และหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ให้ Export มุมมอง 2 มิติเป็น CAD เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ โดยรูปแบบมาตรฐานต่างๆ ในแต่ละประเทศจะใช้มาตรฐานการเขียนแบบ CAD ของประเทศตนเอง โดยแต่ละประเทศมีรายละเอียดดังนี้

6.9.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

มีการอธิบายถึงการผลิตเอกสาร ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การสร้างมุมมองจาก BIM เต็มรูปแบบ และการ Export มุมมอง ไปเป็น CAD และทำการเพิ่มเติมรายละเอียด และมีการระบุถึงรูปแบบ

การนำเสนอแบบ ซึ่งอ้างอิงมาจากมาตรฐานการเขียนแบบ CAD ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ เช่น การตั้งค่าขนาดอักษร น้ำหนักเส้น สัญลักษณ์ Dimension และหัวกระดาษ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการให้ Templates สำหรับการทำงาน โดยสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ www.aec-uk.org

6.9.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

มีการอธิบายถึงการผลิตเอกสาร โดยแนะนำให้สร้างแบบ 2 มิติโดยตรงจากแบบจำลอง BIM เพื่อลดข้อขัดแย้งของแบบ ส่วนแบบ 2 มิติที่ไม่ได้สร้างจากแบบจำลอง BIM ต้องทำการระบุไว้ให้ชัดเจน และให้ยึดถือแบบ 2 มิติเป็นหลัก หากมีการขัดแย้งกับแบบจำลอง 3 มิติ นอกจากนี้ยังมีการให้ Templates สำหรับการส่งแบบขออนุญาต ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์

http://www.corenet.gov.sg/integrated_submission/bim/bime_submission.htm

6.9.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

ใน NBIMS v.2 มีการกำหนดให้รูปของการแสดงผลเป็นไปตามมาตรฐานการเขียนแบบของ Nation CAD Standard

6.10 การจัดเก็บไฟล์ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

ในเรื่องของการจัดเก็บไฟล์ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล มาตรฐาน BIM ของทุกประเทศแนะนำให้มีการสำรองข้อมูล (Backup) อยู่เป็นประจำ และควรมีการกำหนดสิทธิของบุคคลต่างๆ ที่จะเข้าถึงไฟล์แต่ละชนิดด้วย นอกจากนี้มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ ยังมีการให้ตัวอย่างโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลที่ใช้สำหรับจัดเก็บไฟล์อีกด้วย

6.11 มาตรฐานการตั้งชื่อ

ในเรื่องของมาตรฐานการตั้งชื่อต่างๆ ในการทำงาน BIM มีเพียงมาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ เท่านั้นที่มีการระบุรูปแบบการตั้งชื่อไว้อย่างละเอียด เช่น การตั้งชื่อทั่วไป การตั้งชื่อวัตถุ การตั้งชื่อไฟล์โครงการ การตั้งชื่อมุมมอง การตั้งชื่อแบบ เป็นต้น

6.12 การคิดค่าบริการ

ในเรื่องของการคิดค่าบริการการจัดทำ BIM มีเพียงมาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์ที่มีการแนะนำการบวกค่าบริการเพิ่มเติมในระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ

ตารางที่ 6.1 สรุปเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของประเทศอังกฤษ สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา

ประเด็น	สหราชอาณาจักรอังกฤษ	สิงคโปร์	สหรัฐอเมริกา
ขอบเขต (Scope)	มุ่งเน้นไปที่การวางมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติวิชาชีพ เช่น การวางแผนการปฏิบัติงาน และระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง เป็นต้น	มุ่งเน้นไปที่การวางมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติวิชาชีพ เช่น การวางแผนการปฏิบัติงาน และระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง เป็นต้น	พูดถึงสองประเด็นหลัก คือ มาตรฐานสำหรับการพัฒนาโปรแกรม และมาตรฐานในการปฏิบัติวิชาชีพ เช่น การวางแผนการปฏิบัติงาน และระดับชั้นความละเอียดของข้อมูล เป็นต้น
การวางแผนการปฏิบัติงาน BIM (BIM Execution Plan)	เน้นไปที่การวางแผนกระบวนการทำงานอย่างละเอียด ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย ไปจนถึงการกำหนดวิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูล	เนื้อหาคล้ายกับมาตรฐานของสหราชอาณาจักรอังกฤษ แต่จะลงลึกน้อยกว่า	เนื้อหาคล้ายกับมาตรฐานของสหราชอาณาจักรอังกฤษ และ สิงคโปร์ แต่มีเนื้อหาละเอียดแยกออกไปอีกเล่ม
การกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคลากร	แบ่งเป็น 3 ฝ่ายหลักๆ คือ ฝ่ายกลยุทธ์ (Strategic) ฝ่ายบริหารจัดการ (Management) และฝ่ายการผลิต (Production)	ใช้ตาราง BIM Objective & Responsibility Matrix ในการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคคลที่มีต่อองค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลอง	ใช้ตาราง Model Element Table ในการระบุผู้สร้างแบบจำลองขององค์ประกอบต่างๆ ที่ LOD ต่างๆ
ระดับชั้นในการพัฒนา (Level of Development)	แบ่งเป็น Grade 4 ระดับ คือ Grade 0, Grade 1, Grade 2, และ Grade 3 แต่ไม่มีการลงรายละเอียดในองค์ประกอบของแบบจำลองแต่ละชนิด	ใช้ตาราง BIM Modelling Guidelines โดยแยกตารางไปตามสาขาอาชีพ และแบ่งเป็นระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ ซึ่งแต่ละระดับชั้นของโครงการ	แบ่งเป็น Level of Development (LOD) 6 ระดับ คือ LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400, และ LOD 500 จากนั้นจะใช้ตาราง Model

ประเด็น	สหราชอาณาจักรอังกฤษ	สิงคโปร์	สหรัฐอเมริกา
		จะมีรายการขององค์ประกอบต่างๆ และแนวทางในการสร้างแบบจำลองกำกับไว้	Element Table ในการระบุ LOD ต่างๆ ในแต่ละองค์ประกอบ ที่แต่ละระดับชั้นของโครงการ
การกำหนดพิกัดของแบบจำลอง	ควรกำหนดพิกัดของแบบจำลองต่างๆ ให้ตรงกัน เพื่อให้ง่ายต่อการรวมแบบจำลอง	ควรกำหนดพิกัดของแบบจำลองต่างๆ ให้ตรงกัน เพื่อให้ง่ายต่อการรวมแบบจำลอง	ควรกำหนดพิกัดของแบบจำลองต่างๆ ให้ตรงกัน เพื่อให้ง่ายต่อการรวมแบบจำลอง
การกำหนดหน่วยของแบบจำลอง	ต้องมีการตกลงเรื่องหน่วยในการทำงานให้สอดคล้องกัน	ต้องมีการตกลงเรื่องหน่วยในการทำงานให้สอดคล้องกัน	ต้องมีการตกลงเรื่องหน่วยในการทำงานให้สอดคล้องกัน
การแบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)	ไม่มีการแบ่งหมวดหมู่ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element)	ใช้ตารางแบ่งหมวดหมู่ซึ่งแยกตามสาขาอาชีพ หรือประเภทงานของอาคาร เช่น งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบปรับอากาศ เป็นต้น	แบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) ตามมาตรฐาน CSI UniFormat โดยแบ่งเป็นหมวด A-G
การทำงานร่วมกัน (Collaboration)	ใช้แนวทางที่เรียกว่า Common Data Environment (CDE) ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ 1. Work In Progress (WIP) 2. Shared 3. Publication and Document Issue 4. Archiving	สรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ 1. การสร้างแบบจำลองแยกในแต่ละสาขาอาชีพ (Discipline) 2. การรวมแบบจำลองและแลกเปลี่ยนข้อมูล 3. บันทึกแบบจำลองที่รวมแล้วแยกเป็นรุ่นต่างๆ ตามระดับชั้นของโครงการ	มีการระบุในหัวข้อการ Model Management ในเอกสาร AIA E202 และในหัวข้อ Building Information Modeling Protocols ในเอกสาร AIA E203

ประเด็น	สหราชอาณาจักรอังกฤษ	สิงคโปร์	สหรัฐอเมริกา
การผลิตเอกสาร	ทำได้ 2 วิธี คือ สร้างมุมมองจาก BIM เต็มรูปแบบ และการ Export มุมมองไปยัง CAD เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดรูปแบบการแสดงผลอ้างอิงจากมาตรฐานการเขียนแบบ CAD ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ และมีการให้ Templates สำหรับการทำงาน	ทำได้ 2 วิธี คือ สร้างมุมมองจาก BIM เต็มรูปแบบ และการ Export มุมมองไปยัง CAD เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียด และมีการให้ Templates สำหรับการส่งแบบขออนุญาต	กำหนดรูปแบบการแสดงผลให้เป็นไปตามมาตรฐานการเขียนแบบของ National CAD Standard
การจัดเก็บไฟล์ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	ควรมีการสำรองข้อมูล (Backup) อยู่เป็นประจำ และกำหนดสิทธิของบุคคลต่างๆ ในการเข้าถึงไฟล์ รวมทั้งมีการให้ตัวอย่างโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลที่ใช้จัดเก็บไฟล์	ควรมีการสำรองข้อมูล (Backup) อยู่เป็นประจำ และกำหนดสิทธิของบุคคลต่างๆ ในการเข้าถึงไฟล์	ควรมีการสำรองข้อมูล (Backup) อยู่เป็นประจำ และกำหนดสิทธิของบุคคลต่างๆ ในการเข้าถึงไฟล์
มาตรฐานการตั้งชื่อ	ระบุรูปแบบการตั้งชื่อไว้อย่างละเอียด เช่น การตั้งชื่อทั่วไป การตั้งชื่อวัตถุ การตั้งชื่อไฟล์โครงการ การตั้งชื่อมุมมอง การตั้งชื่อแบบ เป็นต้น	ไม่ได้กล่าวถึง	ไม่ได้กล่าวถึง
การคิดค่าบริการ	ไม่ได้กล่าวถึง	แนะนำการบวกค่าบริการเพิ่มเติมในระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ	ไม่ได้กล่าวถึง

บทที่ 7

สรุปผลการศึกษา และจุดเด่น – จุดด้อยของมาตรฐาน BIM แต่ละประเทศ

7.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการจัดทำมาตรฐาน BIM ของประเทศไทย โดยขั้นตอนเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูล มาตรฐาน BIM ของประเทศต่างๆ และได้เลือกมาตรฐานของประเทศที่มีการปรับปรุงมาตรฐาน BIM อยู่เสมอมาศึกษา ซึ่งมีทั้งหมด 3 ประเทศ คือ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักรอังกฤษ และสิงคโปร์ และยังถือว่าทั้ง 3 ประเทศเป็นตัวแทนของทวีปอเมริกา 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

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

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

มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา จัดทำขึ้นโดยหน่วยงานหลายแห่งซึ่งจะแยกขอบเขตของเนื้อหาออกไป 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 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตั้งระเบียบการในการพัฒนา 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 แต่จะ

เน้นหนักไปในเรื่องของการพัฒนาโปรแกรมมากกว่า โดยในเรื่องของการปฏิบัติวิชาชีพ จะกล่าวถึงเรื่องการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย 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 ระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลอง (Level of Development) การจัดหมวดหมู่ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (BIM Elements) และการผลิตเอกสาร (Documentation) นอกจากนี้จะมีหัวข้ออื่นๆ มากบ้าง น้อยบ้าง ตามโครงสร้างและรายละเอียดของมาตรฐานที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ซึ่งจากความแตกต่างนี้ทำให้มาตรฐานของแต่ละประเทศมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างๆ ดังต่อไปนี้

7.2 จุดเด่น – จุดด้อยของมาตรฐาน BIM แต่ละประเทศ

7.2.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

จุดเด่น

1. การแบ่งหัวข้อภายในเอกสารมีความชัดเจน ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
2. มีการอธิบายวิธีการดำเนินการค่อนข้างละเอียด เข้าใจได้ง่าย และสามารถนำไปปฏิบัติตามได้
3. มีการกำหนดรูปแบบการนำเสนอแบบให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทำให้ง่ายต่อการทำเอกสาร
4. มีการทำ Template แจกในเว็บไซต์ เพื่อสร้างมาตรฐานเดียวกัน
5. มีการแนะนำแนวทางการตั้งชื่อ และโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานบริหารจัดการแบบจำลองและไฟล์ได้ดียิ่งขึ้น

จุดด้อย

1. ไม่มีการอธิบายระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลอง (Grade หรือ Level of Development) แยกตามองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ที่ละเอียดเหมือนมาตรฐานประเทศอื่น

7.2.2 มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์

จุดเด่น

1. เนื้อหาละเอียดครบถ้วน ตั้งแต่การวางแผนการปฏิบัติงาน ไปจนถึงการเก็บค่าบริการ
2. การแบ่งหัวข้อภายในเอกสารมีความชัดเจน ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
3. มีการกำหนดมาตรฐานในการคิดค่าบริการวิชาชีพ ช่วยเป็นแนวทางในการทำสัญญาจ้างต่างๆ
4. มีการระบุความต้องการขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ที่ระดับชั้นต่างๆ ของโครงการ อย่างละเอียด ทำให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจทั้งผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้าง
5. มีการทำ Template สำหรับการส่งแบบขออนุญาตแจกในเว็บไซต์ สามารถส่งแบบขออนุญาตก่อสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ได้

จุดด้อย

1. เนื้อหาบางหัวข้อยังไม่ลงลึกเท่าที่ควร เช่น มาตรฐานการนำเสนอแบบ และการเก็บรักษาข้อมูล เป็นต้น

7.2.3 มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา

จุดเด่น

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

จุดด้อย

1. การที่หลายหน่วยงานจัดทำมาตรฐาน BIM ในเรื่องต่างๆ ทำให้ยากต่อการรวบรวมเนื้อหา และยากต่อการศึกษาทำความเข้าใจ

2. เอกสาร NBIMS รวมเนื้อหามาตรฐานการพัฒนาโปรแกรม กับมาตรฐานในการปฏิบัติวิชาชีพในเอกสารเดียวกัน ทำให้อ่านยาก และเกิดความสับสนได้
3. เอกสาร NBIMS ยังอยู่ในช่วงพัฒนา ทำให้ยังขาดข้อมูลอีกหลายส่วน โดยเฉพาะเนื้อหา
ด้านการปฏิบัติวิชาชีพ



isa

บทที่ 8

ข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำมาตรฐาน BIM ควรวางโครงสร้างของเนื้อหาให้เข้าใจง่าย เป็นขั้นตอน เริ่มจากการอธิบายวัตถุประสงค์ และขอบเขตของเอกสาร ไปจนถึงการอธิบายในส่วนของการปฏิบัติงาน ซึ่งจะต้องเรียงเรียงเป็นลำดับ ตั้งแต่การวางแผนการปฏิบัติงาน การทำงานร่วมกันของฝ่ายต่างๆ ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง การตั้งชื่อ การเก็บรักษาข้อมูล การนำเสนอแบบ รวมถึงรายละเอียดอื่นๆ เช่น วิชาชีพ BIM มาตรฐานการคิดค่าบริการเพิ่มเติม เป็นต้น

โดยเนื้อหาหลักๆ ที่จะต้องคำนึงถึงมีดังต่อไปนี้

1. การการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan)

เป็นการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ และขั้นตอนในการวางแผนการปฏิบัติงานด้วย BIM โดยวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างทำข้อตกลงในการทำงานได้ และช่วยให้ผู้รับจ้างเข้าใจในขอบเขตการทำงานของตน

ในแผนการปฏิบัติงานจะระบุเป้าหมายของโครงการ มาตรฐานของโครงการ โปรแกรมที่จะใช้ ตำแหน่ง บทบาทและความรับผิดชอบของผู้บุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงแนวทางในการสร้างแบบจำลอง การตรวจสอบแบบจำลอง และการทำงานร่วมกัน อย่างละเอียด

2. การทำงานร่วมกันด้วย BIM (Collaboration)

เป็นการอธิบายถึงขั้นตอนในการทำงานด้วย BIM ระหว่างฝ่ายต่างๆ หรือสาขาอาชีพต่างๆ ซึ่งจะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน โดยการอธิบายจะอธิบายเป็นหลักการและแนวทางในการทำงาน เช่น การแบ่งแบบจำลองในการทำงาน การรวมแบบจำลองเข้าด้วยกัน หน้าที่ในการแก้ไขข้อขัดแย้งของแบบจำลองเป็นของใคร หลักการในการทำแบบ 2 มิติ การบันทึกข้อมูล และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล เป็นต้น

3. ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง (Modelling Methodology)

เป็นหัวข้อใหญ่ที่อธิบายถึงระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลองให้มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องของข้อมูล โดยจะต้องอธิบายถึงระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลอง (Level of Development) การจัดหมวดหมู่องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) และการผลิตเอกสาร (Documentation)

นอกจากนี้อาจจัดทำเนื้อหาในเรื่องอื่นๆ เช่น

1. การให้นิยามของคำศัพท์เฉพาะต่างๆ
2. มาตรฐานรูปแบบการนำเสนอแบบ 2 มิติ ที่มาจาก BIM
3. Template ในการทำงาน BIM
4. การคิดค่าบริการวิชาชีพในการใช้ BIM



isa

รายการอ้างอิง

- AEC (UK). (2012). AEC (UK) BIM Protocol Version 2. Retrieved June 10, 2014, from <http://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>
- American Institute of Architects. (2008). AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit. Retrieved June 10, 2014, from <http://www4.fm.virginia.edu/fpc/ContractAdmin/ProfSvc/BIMAIASample.pdf>
- American Institute of Architects. (2013). AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit. Retrieved June 10, 2014, from <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf>
- BIMForum. (2013). Level of Development Specification Version 2013. Retrieved June 10, 2014, from <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/08/2013-LOD-Specification.pdf>
- Building and Construction Authority. (2013). Singapore BIM Guide Version 2. Retrieved June 10, 2014, from http://www.corenet.gov.sg/integrated_submission/bim/BIM/Singapore%20BIM%20Guide_V2.pdf
- National Institute of Building Sciences. (2007). National Building Information Modeling Standard Version 1. Retrieved June 10, 2014, from http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1_p1.pdf
- National Institute of Building Sciences. (2012). National Building Information Modeling Standard Version 2. Retrieved June 10, 2014, from <http://www.bim.org.tw/.%5CThesisFile%5C20120629001%5CNational%20BIM%20Standard-United%20States%20Version%202.pdf>