การแปลงข้อมูลแบบอาคารเพื่อการพัฒนาสารสนเทศอาคาร

นายทศพร ประดิษฐาราม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

CONVERSION OF BUILDING DRAWING FOR BUILDING INFORMATION DEVELOPMENT

Mr. Thodsaporn Pradittaram

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Spatial Information System in Engineering

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแปลงข้อมูลแบบอาคารเพื่อการพัฒนาสารสนเทศอาคาร
โดย	นายทศพร ประดิษฐ์ราม
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ ทินนโชติ)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

…… กรรมการ
(พันเอก ดร. กนก วีรวงศ์)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สุกิจ วิเศษสินธุ์)

ทศพร ประดิษฐาราม : การแปลงข้อมูลแบบอาคารเพื่อการพัฒนาสารสนเทศอาคาร. (CONVERSION OF BUILDING DRAWING FOR BUILDING INFORMATION DEVELOPMENT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. วิชัย เยี่ยงวีรชน, 155 หน้า.

แบบอาคารเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ ประกอบด้วย ข้อมูลปริภูมิ และข้อมูลลักษณะประจำที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในระบบสารสนเทศอาคาร เพื่อใช้สำหรับการบริหารจัดการอาคารในหลายด้าน เช่น การบริหารจัดการพื้นที่ การบริหารจัดการบำรุงรักษา การบริหารจัดการทรัพย์สิน เป็นต้น ซึ่งการเขียนแบบอาคารจะมีลักษณะไม่เอื้อต่อการนำข้อมูลไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารโดยตรง และไม่สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะประจำที่เกี่ยวข้อง ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการอาคารแบบระบบสารสนเทศได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษา แนวทางในการแปลงข้อมูลแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับระบบสารสนเทศอาคารได้ โดยศึกษาถึงความต้องการข้อมูลขั้นพื้นฐาน มาตรฐานการเขียนแบบของข้อมูลแบบอาคาร 3 ประเภท คือ ผังอาคาร ระบบไฟฟ้า และระบบประปา เพื่อออกแบบแบบจำลองข้อมูลขั้นพื้นฐาน และกำหนดแนวทางการเขียนแบบที่รองรับกับแบบจำลองข้อมูล พร้อมพัฒนาชุดคำสั่งช่วยเขียนแบบ ปรับปรุงแบบเดิม และการนำเข้าข้อมูลลักษณะประจำ บนโปรแกรม AutoCAD จากการทดสอบการใช้ชุดคำสั่งพบว่า ชุดคำสั่งสามารถรองรับการเขียน ปรับปรุง แบบอาคาร และนำไปใช้งานด้วยโปรแกรม ArcView ได้ตามแบบจำลองอย่างถูกต้อง โดยสามารถลดระยะเวลาการเขียนแบบเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้ชุดคำสั่ง ในกรณีการเขียนแบบใหม่โดยเฉลี่ย 48.55% ต่อ 1 ชั้นอาคาร

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

5170734021 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING
KEYWORDS :BUILDING INFORMATION / DRAWING / CONVERT / SPATIAL / AUTOCAD

THODSAPORN PRADITTARAM: CONVERSION OF BUILDING DRAWING FOR BUILDING INFORMATION DEVELOPMENT.THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. VICHAI YIENGVEERACHON. 155 pp.

The building plans are important data consists of spatial data and attribute data which can be used in spatial information system for building management in various fields such as space management, asset management, maintenance and operation, management etc. The building drawings are a manner not conducive to use in spatial information system because graphic data do not have topology and not link to text describe their properties as spatial data and attribute data. This objective research is study at data conversion guideline of building drawings used for Building Information System. Beginning the study of research with surveys minimum data needs of Building Information for plan drawing, electrical drawing and plumbing drawing. Reviews drawing standards for designing basic data model of building information, sets drawing guidelines and develop command tools on AutoCAD program. The results of research testing about command tools is that can used for a new drawing or revise an old drawing, the drawing data can export to ArcView program with completely data model as designed. Finally, in case of new drawing, command tools can reduce the time of drawing compared with non-use command tools to average 48.55% per 1 floor of building drawings.

Department : Survey Engineering Student's Signature .....
Field of Study : Spatial Information System in Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน อย่างสูงที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และได้ให้ความช่วยเหลือในการให้คำแนะนำ แก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นและ ตรวจแก้ไขในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ดร.ชนินทร์ ทินนโชติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พันเอก ดร.กนก วีรวงศ์ และ ดร.สุกิจ วิเศษสินธุ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ไม่เพียงให้ความรู้เชิงวิชาการเท่านั้น แต่ยังให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการประกอบอาชีพ แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ คุณคณิทธิ์ วิทยพิบูลย์ กรรมการผู้จัดการบริษัท นูแมพ จำกัด ที่ให้โอกาสและอนุญาตให้ใช้เวลาในการทำงานประจำมาใช้เพื่อการศึกษาที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ คุณนาตยา ถานะพงษ์ ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในด้านต่างๆและให้กำลังใจตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฎ

สารบัญภาพ.....ฐ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย.....2

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 แนวคิดและทฤษฎี.....4

2.1.1 วงจรงานอาคาร (Project life-cycle).....5

2.1.2 มาตรฐานการเขียนแบบอาคารภายในประเทศ.....5

2.1.2.1 มาตรฐานการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer Naming).....5

2.1.3 ระบบบริหารจัดการอาคาร.....5

2.1.4 ระบบสารสนเทศปริภูมิ (Spatial Information System).....7

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.2.1 การตั้งชื่อชั้นข้อมูล.....7

2.2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในงานบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพ...8

2.2.3 ระบบสารสนเทศปริภูมิ (Spatial Information System)ในงานบริหารจัดการอาคาร.....9

2.2.4 แบบจำลองข้อมูลอาคาร.....11

2.2.5 การแปลงข้อมูล CAD และ GIS.....12

หน้า

บทที่ 3 การศึกษาวิเคราะห์และออกแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 13
3.1 กระบวนการศึกษาออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 13
3.2 สำรวจความต้องการใช้ข้อมูลในการบริหารจัดการอาคาร 14
3.2.1 ผลการสำรวจความต้องการใช้ข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการอาคาร 14
3.2.2 วิเคราะห์ผลการสำรวจ 18
3.2.3 ข้อจำกัดในการสำรวจ 19
3.2.4 สรุปผลการสำรวจและการวิเคราะห์ 19
3.3 ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับแบบอาคาร 21
3.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟิกภายในแบบอาคารกับระบบบริหารจัดการพื้นที่ 21
3.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟิกภายในแบบอาคารกับระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา 22
3.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟิกภายในแบบอาคารกับระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน 25
3.3.4 สรุปความสัมพันธ์ของแบบอาคารแต่ละประเภทในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร 26
3.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อความภายในแบบอาคารกับระบบบริหารจัดการอาคาร 27
3.4 ออกแบบแบบจำลองข้อมูล 28
3.4.1 แนวคิดในการออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 29
3.4.2 แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการพื้นที่ 29
3.4.3 แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา 30
3.4.4 แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน 32
บทที่ 4 แนวทางการเขียนแบบ 35
4.1 ผลการศึกษามาตรฐานการเขียนแบบปัจจุบันในประเทศ 35
4.2 ผลการศึกษาวิธีการเขียนแบบในปัจจุบัน 36
4.2.1 แบบแปลน 37
4.2.2 แบบวิศวกรรมไฟฟ้า 37
4.2.3 แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล 38
4.2.4 แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) 38

หน้า

4.3 การนำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยามไปใช้งาน 39
4.3.1 การกำหนดรูปแบบการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer naming) 39
4.4 แนวทางการเขียนแบบ 40
4.4.1 แนวทางการเขียนแบบแปลน 41
4.4.2 แนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า 43
4.4.3 แนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล 47
4.4.4 แนวทางการเขียนแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) 50
4.5 แนวทางการประเมินแบบอาคารเดิมมาใช้งาน 52
4.5.1 แนวทางการประเมินรูปแบบเลเยอร์ 52
4.5.1.1 แบบแปลน 53
4.5.1.2 แบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล 53
4.5.1.3 แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) 54
4.5.2 แนวทางการประเมินการใช้สัญลักษณ์ภายในแบบ 54
4.6 ลักษณะของแบบอาคารเดิมที่นำมาใช้งาน 55
4.6.1 ลักษณะแบบอาคารที่ต้องเขียนใหม่ 55
4.6.2 ลักษณะแบบอาคารที่สามารถปรับปรุงได้ 56
บทที่ 5 พัฒนาชุดคำสั่งเพื่อช่วยในการเขียนแบบ 57
5.1 แนวคิดในการพัฒนาชุดคำสั่ง 57
5.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาชุดคำสั่ง 58
5.2.1 VBA (Visual Basic for Applications) 58
5.2.2 AutoLisp 58
5.3 ชุดคำสั่งการเขียนแบบใหม่ 60
5.3.1 คำสั่งการเขียนเส้นต่อเนื่อง 60
5.3.2 คำสั่งการใส่สัญลักษณ์ 61
5.4 ชุดคำสั่งฐานข้อมูล 62
5.4.1 คำสั่งป้อนข้อมูล 63
5.4.2 คำสั่งเชื่อมโยงวัตถุกับฐานข้อมูล 64
5.4.3 คำสั่งการสร้างป้ายกำกับวัตถุ 65

หน้า

5.4.4 คำสั่งจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล 66
5.5 ชุดคำสั่งการปรับปรุง 68
5.5.1 คำสั่งแปลง Line เป็น Polyline 68
5.5.2 คำสั่งแปลงเส้นโค้ง (Arc) เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline) 69
5.5.3 คำสั่งต่อเส้น 70
5.5.4 คำสั่งแทนที่สัญลักษณ์ 71
5.5.5 คำสั่งการเปลี่ยนชื่อเลเยอร์ 72
บทที่ 6 การทดสอบ 73
6.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ 73
6.1.1 แบบอาคารที่ใช้ในการทดสอบ 73
6.1.2 ประเภทของแบบที่นำมาทดสอบ 73
6.1.3 กรณีศึกษาที่ใช้ทดสอบในการเขียนแบบ 73
6.2 ทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งเพื่อรองรับการเขียนแบบอาคารลักษณะที่มีโทโปโลจี 74
6.2.1 วัตถุประสงค์ 74
6.2.2 ข้อจำกัดในการทดสอบ 74
6.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ 74
6.2.4 ผลการทดสอบ 75
6.2.4.1 แบบแปลน 75
6.2.4.2 แบบวิศวกรรมไฟฟ้า 76
6.2.4.3 แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล 77
6.2.4.4 แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) 77
6.2.5 การนำไปใช้งาน 78
6.3 ทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร 78
6.3.1 วัตถุประสงค์ 78
6.3.2 ข้อจำกัดในการทดสอบ 79
6.3.3 ขั้นตอนการทดสอบ 79
6.3.4 ลักษณะและคุณสมบัติของผู้ทำทดสอบ 80
6.3.5 ผลการทดสอบ 81

หน้า

6.3.5.1 ผลการทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร (กรณีการเขียนใหม่) 82
6.3.5.2 ผลการทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร (กรณีปรับปรุง) 89
6.4 ทดสอบการส่งออก 99
6.4.1 การส่งออกแบบอาคารที่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี 99
6.4.2 การส่งออกแบบอาคารที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี 99
6.4.3 ขั้นตอนการส่งออก 100
6.4.4 ผลการส่งออก 100
6.4.4.1 ผลการส่งออกแบบอาคารที่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี 100
6.4.4.2 ผลการส่งออกแบบอาคารที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี 103
บทที่ 7 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 109
7.1 แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 109
7.2 แนวทางการเขียนแบบ 110
7.3 ชุดคำสั่งในการเขียนแบบ 111
7.4 การทดสอบ 111
7.4.1 การทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งเพื่อรองรับการเขียนแบบอาคารลักษณะที่มีโทโปโลจี 111
7.4.2 การใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร 111
7.4.3 การทดสอบการส่งออก 112
7.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย 112
7.6 ข้อเสนอแนะ 112
รายการอ้างอิง 113
ภาคผนวก 115
ภาคผนวก ก 116
ภาคผนวก ข 127
ภาคผนวก ค 136
ภาคผนวก ง 142
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 155

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	แสดงกระบวนการศึกษาออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร…..	13
ตารางที่ 3.2	ความต้องการใช้งานข้อมูลของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย…….	15
ตารางที่ 3.3	ความต้องการใช้งานข้อมูลของ อาคาร ยูดีไลท์ แอท บางซื่อสเตชั่น ….....	16
ตารางที่ 3.4	ความต้องการใช้งานข้อมูลของ โรงแรมดุสิตธานี……	17
ตารางที่ 3.5	ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการพื้นที่……..……	20
ตารางที่ 3.6	ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการบำรุงรักษา (ระบบไฟฟ้า)……..…	20
ตารางที่ 3.7	ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการบำรุงรักษา (ระบบสุขาภิบาล)……..	20
ตารางที่ 3.8	ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการทรัพย์สิน……..……	21
ตารางที่ 3.9	สรุปความสำคัญของแบบอาคารแต่ละประเภทในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร …….....	26
ตารางที่ 4.1	ข้อกำหนดแนวทางการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่ภายในแบบแปลน……	42
ตารางที่ 4.2	ข้อกำหนดแนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า..……..…	45
ตารางที่ 4.3	ข้อกำหนดการใช้สัญลักษณ์ในการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้……	45
ตารางที่ 4.4	ข้อกำหนดแนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล…….....	48
ตารางที่ 4.5	รูปแบบบล็อกที่ใช้งานในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล……..	49
ตารางที่ 4.6	รายละเอียดข้อกำหนดการเขียนแบบที่ใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน…	51
ตารางที่ 5.1	แสดงรหัสส่วนประกอบเฉพาะ (Entity) ของวัตถุที่จำเป็นในการเขียนโปรแกรม ……..	59
ตารางที่ 6.1	แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี ....……	75
ตารางที่ 6.2	แสดงระยะเวลาในการทดสอบการเขียนแบบใหม่ทั้งสองรูปแบบ……	82
ตารางที่ 6.3	แสดงระยะเวลาในการทดสอบการปรับปรุงแบบทั้งสองรูปแบบ……..……	89
ตารางที่ 6.4	แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ……..	96
ตารางที่ 6.5	สรุปการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ ….....	98

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	Project Life-Cycle Data Model ……..	4
ภาพที่ 2.2	รูปแบบมาตรฐานการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer)……	5
ภาพที่ 2.3	ปฏิสัมพันธ์ของ 3 องค์ประกอบในระบบบริหารทรัพยากรกายภาพ ……..	6
ภาพที่ 2.4	แสดงหมวดหมู่งานในระบบบริหารทรัพยากรกายภาพ ……..….	6
ภาพที่ 2.5	ระบบสารสนเทศปริภูมิ ……..	7
ภาพที่ 2.6	การตั้งชื่อชั้นข้อมูล ……...	7
ภาพที่ 2.7	การให้รหัสในการเขียนแบบ..……..	8
ภาพที่ 2.8	การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรกายภาพ……..	9
ภาพที่ 2.9	แนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศปริภูมิกับตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง……	10
ภาพที่ 2.10	ความต้องการในการใช้ข้อมูลใน Facility Management …….....	11
ภาพที่ 2.11	ขั้นตอนในการแปลงข้อมูล CAD to GIS ……..……	12
ภาพที่ 3.1	ประเภทของข้อมูลจากการสำรวจ……..	14
ภาพที่ 3.2	แสดงประเภทงานของการบริหารจัดการอาคาร……..	18
ภาพที่ 3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบแปลนและข้อมูลลักษณะประจำ……..	21
ภาพที่ 3.4	ลักษณะกราฟิกที่สำคัญของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า……..	23
ภาพที่ 3.5	สัญลักษณ์การข้ามสายของสายไฟฟ้า (ในวงกลม)…….……	23
ภาพที่ 3.6	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและข้อมูลลักษณะประจำ……	24
ภาพที่ 3.7	ตัวอย่างแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล……..……....	24
ภาพที่ 3.8	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลและข้อมูลลักษณะประจำ……..	25
ภาพที่ 3.9	แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)……..……	25
ภาพที่ 3.10	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบตกแต่งภายในและข้อมูลลักษณะประจำ……....	26

หน้า

ภาพที่ 3.11	ความสัมพันธ์ระหว่างระบบบริหารจัดการอาคารกับแบบอาคารและข้อมูลลักษณะประจำ……	28
ภาพที่ 3.12	แนวคิดของแบบจำลองข้อมูลเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร……	29
ภาพที่ 3.13	แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการพื้นที่……	29
ภาพที่ 3.14	แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา ……..	31
ภาพที่ 3.15	แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน…….....	32
ภาพที่ 3.16	แบบจำลองข้อมูลเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร……..	34
ภาพที่ 4.1	รูปแบบการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer Naming) ……	39
ภาพที่ 4.2	รหัสกลุ่มสาขา (Discipline)……...	40
ภาพที่ 4.3	ตัวอย่างแบบแปลนที่เขียนตามแนวทางการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่……...	42
ภาพที่ 4.4	แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้าลักษณะที่ไม่มีโทโปโลจี ……	44
ภาพที่ 4.5	แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมฟ้าในลักษณะที่มีโทโปโลจี ……..	45
ภาพที่ 4.6	แสดงเส้นที่เขียนตามแนวทางการเขียนแบบกับวิธีปัจจุบัน…….....	46
ภาพที่ 4.7	แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลในลักษณะที่ไม่มีโทโปโลจี ……..	47
ภาพที่ 4.8	แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลในลักษณะที่มีโทโปโลจี ……..	48
ภาพที่ 4.9	ตัวอย่างแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล……	49
ภาพที่ 4.10	ตัวอย่างแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) ..……	51
ภาพที่ 5.1	ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบ……..……..	57
ภาพที่ 5.2	ชุดคำสั่งการเขียนแบบใหม่……..……..……..……..	60
ภาพที่ 5.3	แสดงสัญลักษณ์ภายในชุดคำสั่งการเขียนเส้นต่อเนื่อง……..	60
ภาพที่ 5.4	ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งเขียนเส้นต่อเนื่อง……...	61
ภาพที่ 5.5	การเก็บไฟล์ของบล็อก…..…….	61
ภาพที่ 5.6	ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งการใส่สัญลักษณ์ ……..	62
ภาพที่ 5.7	ตัวอย่าง Entity ของวัตถุใน AutoCAD……	62
ภาพที่ 5.8	ชุดคำสั่งฐานข้อมูล ……	63
ภาพที่ 5.9	ตำแหน่งที่อยู่ของฐานข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ ……	63
ภาพที่ 5.10	ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งป้อนข้อมูล ……	64
ภาพที่ 5.11	ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งเชื่อมโยงวัตถุกับฐานข้อมูล ……..	65

หน้า

ภาพที่ 5.12 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งสร้างป้ายกำกับ 66
ภาพที่ 5.13 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือจัดการฐานข้อมูล 67
ภาพที่ 5.14 ชุดคำสั่งการปรับปรุง 68
ภาพที่ 5.15 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งแปลง Line เป็น Polyline 69
ภาพที่ 5.16 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือแปลงเส้นโค้ง (Arc) เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline) 70
ภาพที่ 5.17 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งต่อเส้น 71
ภาพที่ 5.18 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งแทนที่สัญลักษณ์ 71
ภาพที่ 5.19 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งเปลี่ยนชื่อเลเยอร์ 72
ภาพที่ 6.1 แสดงแบบแปลนที่ได้จากการเขียนโดยใช้ชุดคำสั่ง 75
ภาพที่ 6.2 แสดงแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ได้จากการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างสวิตซ์ไฟฟ้าและดวงโคม (ลักษณะที่ 1) ... 76
ภาพที่ 6.3 แสดงแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ได้จากการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างสวิตซ์ไฟฟ้าและดวงโคม (ลักษณะที่ 2) ... 76
ภาพที่ 6.4 แสดงแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลที่ได้จากการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างวาล์วน้ำกับท่อน้ำ 77
ภาพที่ 6.5 แสดงความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีของแบบตกแต่งภายใน 77
ภาพที่ 6.6 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ 80
ภาพที่ 6.7 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบแปลน 83
ภาพที่ 6.8 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง 84
ภาพที่ 6.9 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า 84
ภาพที่ 6.10 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง 85
ภาพที่ 6.11 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล 86
ภาพที่ 6.12 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล) 86
ภาพที่ 6.13 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบทรัพย์สิน 87
ภาพที่ 6.14 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบทรัพย์สิน) 88
ภาพที่ 6.15 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบแปลน 90
ภาพที่ 6.16 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบทรัพย์สิน) 91
ภาพที่ 6.17 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า 92

หน้า

ภาพที่ 6.18 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบวิศวกรรมไฟฟ้า) 92
ภาพที่ 6.19 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล 93
ภาพที่ 6.20 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล) 94
ภาพที่ 6.21 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล 94
ภาพที่ 6.22 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบทรัพย์สิน) 95
ภาพที่ 6.23 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ (แบบแปลน) 97
ภาพที่ 6.24 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ (แบบวิศวกรรมไฟฟ้า) 97
ภาพที่ 6.25 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ(แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล) 97
ภาพที่ 6.26 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ(แบบทรัพย์สิน) 98
ภาพที่ 6.27 ขั้นตอนการส่งออกข้อมูลแบบอาคารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่ในระบบสารสนเทศอาคาร 100
ภาพที่ 6.28 ผลการส่งออกของแบบแปลนในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView 101
ภาพที่ 6.29 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่การเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView (ส่วนกล่องควบคุมและสวิตซ์) 101
ภาพที่ 6.30 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView (ส่วนสวิตซ์และดวงโคมและสายไฟ) 102
ภาพที่ 6.31 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView (ส่วนวาล์วและท่อ)..... 102
ภาพที่ 6.32 ผลการส่งออกของแบบตกแต่งภายในที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView 103
ภาพที่ 6.33 ผลการส่งออกของแบบแปลนที่แสดงในโปรแกรม ArcView 104
ภาพที่ 6.34 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า (ส่วนกล่องควบคุม) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 104

หน้า

ภาพที่ 6.35 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า (ส่วนเต้ารับ) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 105
ภาพที่ 6.36 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า (ส่วนสวิตซ์) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 105
ภาพที่ 6.37 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า (ส่วนดวงโคม) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 106
ภาพที่ 6.38 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า (ส่วนสายไฟ) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 106
ภาพที่ 6.39 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (ส่วนวาล์ว) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 107
ภาพที่ 6.40 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (ส่วนท่อ) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 107
ภาพที่ 6.41 ผลการส่งออกของแบบทรัพย์สิน (ส่วนตกแต่งภายใน) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView 108

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในงานด้านวิศวกรรมการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย เมื่อเริ่มดำเนินการก่อสร้างอาคาร ขั้นตอนแรกคือ การวางแผน และขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบอาคารโดยคำนึงการใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของการใช้อาคารเป็นสำคัญ ซึ่งอยู่ในรูปแบบของแบบก่อสร้างประกอบไปด้วย แบบสถาปัตยกรรม (Architect Drawing) แบบวิศวกรรมโครงสร้าง (Structural Drawing) แบบวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Drawing) แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (Plumbing Drawing) ทั้งหมดอยู่ในรูปของแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Drawing) ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบของโปรแกรม AutoCAD เมื่อดำเนินการก่อสร้าง แบบก่อสร้างจะถูกนำมาใช้เพื่อเป็นคู่มือในการก่อสร้าง หากการก่อสร้างไม่สามารถสร้างตามแบบที่ออกแบบไว้ได้จะมีการแก้ไขแบบเรียกว่า AS-Built Drawing เพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างจริง เมื่อการก่อสร้างอาคารนั้นได้เสร็จลุล่วงจนสามารถที่ใช้งานอาคารได้แล้ว แบบอาคารมักจะถูกเก็บไว้และไม่ได้ถูกนำมาใช้งานอีก ซึ่งในความเป็นจริงข้อมูลภายในแบบอาคารเหล่านั้นล้วนแต่เป็นข้อมูลปริภูมิ (Spatial Data) ที่สามารถนำมาใช้งานในระบบสารสนเทศอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการอาคารด้านวิศวกรรมได้อย่างมาก เช่น การบริหารจัดการพื้นที่ (Space Management) การบริหารจัดการทรัพย์สิน (Asset Management) การบริหารจัดการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Management) แต่ข้อมูลแบบอาคารเหล่านั้นไม่ได้อยู่ในลักษณะที่พร้อมนำมาใช้งานในระบบสารสนเทศอาคารได้เนื่องจาก

(1) การเขียนแบบมีรูปแบบที่หลากหลายยากต่อการเข้าใจและจัดการข้อมูลภายในแบบ
(2) ขาดการออกแบบแบบจำลองของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในสารสนเทศอาคาร
(3) ขาดกระบวนการหรือเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบ เพื่อให้แบบที่ได้เป็นไปตามแบบจำลองและแนวทางการเขียนแบบที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะทำให้สามารถนำแบบอาคารไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในระบบสารสนเทศอาคาร

ดังนั้นการนำข้อมูลแบบอาคารเพื่อนำมาใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้นั้น จึงต้องมีการออกแบบแบบจำลองข้อมูลที่ใช้ให้แน่ชัดและวางแนวทางการเขียนแบบเพื่อแนวทางเดียวกัน และสามารถแปลงแบบอาคารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ มาอยู่ในรูปแบบของระบบสารสนเทศอาคาร โดยการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบเพื่อให้แบบที่ได้เป็นไปตามแบบจำลองและแนวทางการเขียนแบบที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะทำให้สามารถนำแบบอาคารไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ทันที ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการพัฒนานำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารเพื่อการบริหารจัดการอาคารด้านวิศวกรรมในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาการนำแบบอาคารไปใช้ในสารสนเทศอาคาร

1.2.2 ศึกษาและออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

1.2.3 ศึกษาและจัดทำแนวทางในการเขียนแบบที่เหมาะสมเพื่อรองรับกับงานสารสนเทศอาคาร

1.2.4 พัฒนาชุดคำสั่งในการเขียนแบบ เพื่อให้แบบที่ได้เป็นไปตามแบบจำลองและแนวทางการเขียนแบบที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะทำให้สามารถนำแบบอาคารไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาการนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในสารสนเทศอาคาร

1.3.2 ศึกษาออกแบบจัดทำแบบจำลองข้อมูลในระบบสารสนเทศอาคาร

1.3.3 ศึกษาการเขียนแบบและมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ฉบับปี 2549 ที่ใช้อยู่ในประเทศในปัจจุบัน เพื่อจัดทำแนวทางในการเขียนแบบที่เหมาะสมเพื่อรองรับกับงานสารสนเทศอาคาร

1.3.4 ศึกษาการเขียนแบบด้วยโปรแกรม AutoCAD (2D) เท่านั้น

1.3.5 พัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบ เพื่อให้แบบที่ได้เป็นไปตามแบบจำลองและแนวทางการเขียนแบบที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของโปรแกรม AutoCAD เท่านั้น

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวอย่างแบบก่อสร้างจากในประเทศโดยยึดถือเอาแบบก่อสร้างของอาคารที่จำเป็นในการบริหารจัดการอาคารเช่น อาคารขนาดใหญ่ อาคารพักอาศัยขนาดใหญ่ เป็นต้น โดยอยู่ในรูปแบบของ AutoCAD (2D) โดยศึกษาการใช้ข้อมูลในการใช้งานบริหารจัดการอาคาร ประกอบด้วย ระบบบริหารจัดการพื้นที่ ระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา (เฉพาะระบบไฟฟ้าและประปา) และระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน เพื่อจัดทำแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้กำหนดแนวทางการเขียนแบบและพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบ ในแบบแปลนพื้น, แบบวิศวกรรมไฟฟ้า, แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล และแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) เพื่อสามารถนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 ศึกษาการใช้งานข้อมูลปริภูมิของการจัดการอาคารด้านวิศวกรรมในแต่ละเรื่องที่เกี่ยวข้องกับแบบอาคารเพื่อมากำหนดการใช้ข้อมูลของการจัดการอาคารด้านวิศวกรรม

1.5.3 ศึกษาวิเคราะห์คุณลักษณะข้อมูลปริภูมิที่ได้จากข้อ 2 เพื่อออกแบบและจัดทำแบบจำลองข้อมูลอาคารในระบบสารสนเทศอาคาร เพื่อนำไปใช้งานในด้านการจัดการอาคารด้านวิศวกรรม

1.5.4 ศึกษามาตรฐานงานเขียนแบบก่อสร้าง เพื่อนำไปสู่การแปลงข้อมูลแบบอาคารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Drawing) ไปใช้งานในระบบสารสนเทศปริภูมิ (Spatial Data Information) ได้ โดยศึกษาถึงการเขียนแบบก่อสร้างโดยพื้นฐานอยู่บนมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างโดยสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปี 2549

1.5.5 วิเคราะห์และจัดทำแนวทางการเขียนแบบที่รองรับกับข้อ 2 และ 3 เพื่อเสริมข้อ 4 โดยสามารถรองรับกับงานด้านการจัดการอาคารด้านวิศวกรรมขั้นพื้นฐานได้

1.5.6 ศึกษาการเขียนแบบภายในประเทศว่ามีลักษณะอย่างไรเพื่อทำการประเมินประเภทของแบบอาคารที่จะนำมาใช้งานในระบบสารสนเทศอาคาร

1.5.7 วิเคราะห์และพัฒนาเครื่องมือช่วยในการในการเขียนแบบ เพื่อให้แบบที่ได้เป็นไปตามแบบจำลองและแนวทางการเขียนแบบที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้

1.5.8 สรุปผลการศึกษา เรียบเรียง และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการเขียนแบบก่อสร้างที่มีรูปแบบเป็นมาตรฐานที่สามารถเข้าใจได้ร่วมกัน

1.6.2 เป็นการแสดงให้เห็นถึงประโยชน์และความสำคัญในการนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารต่อไป

1.6.3 สามารถนำเอาแบบอาคารไปใช้งานในการจัดการอาคารด้านวิศวกรรมขั้นพื้นฐานได้

1.6.4 เพิ่มคุณค่าของแบบอาคารให้มากขึ้นไม่ใช่เพียงแต่มีไว้เพื่อดูอย่างเดียว

1.6.5 แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆที่มีข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial Data) และที่มีพื้นฐานการทำงานด้าน AutoCAD ซึ่งกว้างและหลายสาขา

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

2.1.1 วงจรงานอาคาร (Project life-cycle)

จากแนวคิดในการนำข้อมูลแบบอาคารมาใช้เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศอาคารนั้นจะต้องทราบก่อนว่าแบบประเภทใดที่เหมาะสมในการนำมาใช้งาน ซึ่งการสร้างอาคารบ้านเรือนในปัจจุบัน มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องมีแบบอาคารเพื่อเป็นแบบที่ใช้ในการก่อสร้าง การกำหนดพื้นที่ใช้สอยต่าง ๆ โดย The CADD / GIS technology Center for facilities, infrastructure, and environment ได้วางแนวคิดในกระบวนการใช้ข้อมูลสำหรับการบริหารทรัพยากรกายภาพ (Facilities management) โดยวางแนวทางที่กล่าวถึงกระบวนการความสัมพันธ์ระหว่าง

(1) การวางแผน

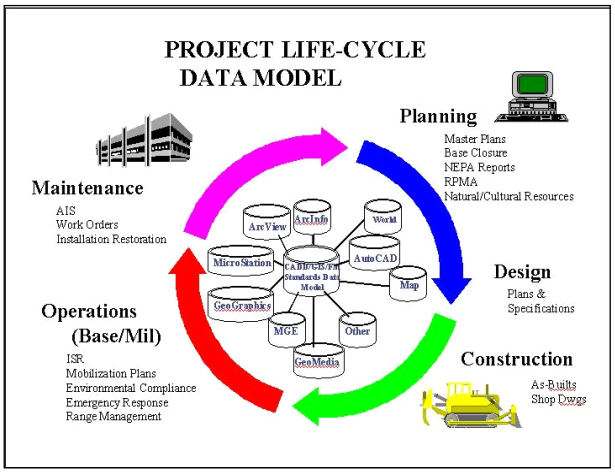
(2) แนวคิดและการออกแบบ

(3) การก่อสร้างอาคารจากแบบ

(4) การบริหารจัดการอาคาร

(5) การบำรุงรักษาหรือการบริหารทรัพยากรกายภาพ (Facilities Management)

ดังรูปที่ 2.1 โดยให้ความสำคัญกับแบบก่อสร้างที่จะนำมาใช้งานในการบริหารทรัพยากรกายภาพ (Facilities management) ที่แบบที่สร้างจริง (As-Built Shop Drawings)



รูปที่ 2.1 Project Life-Cycle Data Model

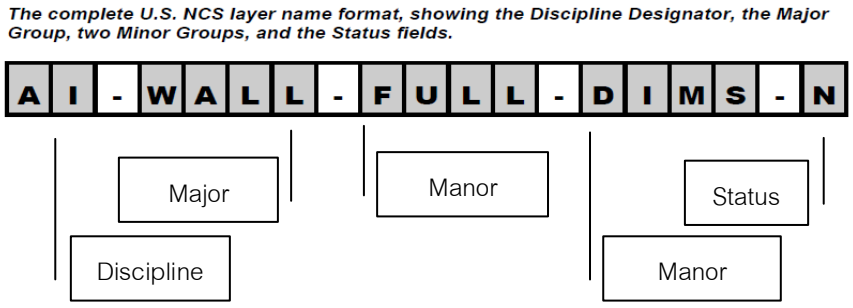
(The CADD / GIS technology Center for facilities , infrastructure , and environment , 2002)

2.1.2 มาตรฐานการเขียนแบบอาคารภายในประเทศ

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ได้จัดทำคู่มือมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับ 2549 ขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างในประเทศโดยได้อ้างอิงจากมาตรฐานสากล National CAD Standard (NCS) ver.3 เพื่อเป็นมาตรฐานในการใช้งานและสามารถเข้าใจร่วมกันได้เพื่อการบริหารจัดการ อีกทั้งยังสามารถส่งผ่านข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ข้ามไปมาระหว่างองค์กรได้โดยไม่จำเป็นต้องแปลงข้อมูล ซึ่งมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างมีตัวอย่างดังนี้

2.1.2.1 มาตรฐานการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer Naming)

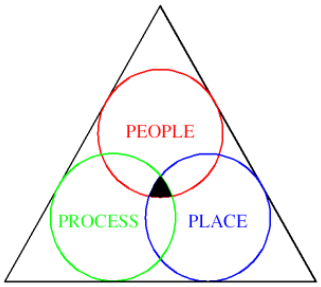
The American Institute of Architects (AIA) ได้ทำการกำหนดรูปแบบของชั้นข้อมูล (Layer) ไว้เป็นมาตรฐานสากลใน U.S. NATIONAL CAD STANDARD FOR ARCHITECTURE, ENGINEERING, & CONSTRUCTION (A/E/C) VERSION 3.1 โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ตั้งแต่กลุ่มสาขา (Discipline) หัวข้อหลัก (Major group) หัวข้อย่อย 2 ระดับ (Minor group) และสถานะ (Status) ซึ่งแต่ละระดับจะคั่นด้วยเครื่องหมายขีด (dash) คำที่ใช้จะใช้คำย่อในด้านงานก่อสร้างทำให้สะดวกในการจดจำและเข้าใจได้ ดังรูป 2.2



รูปที่ 2.2 รูปแบบมาตรฐานการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer)

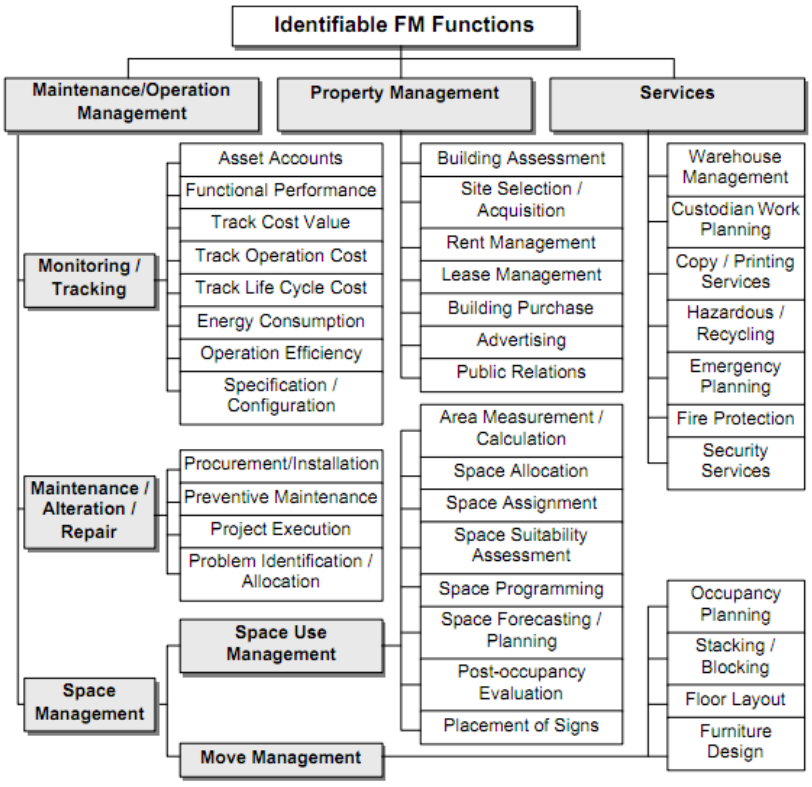
2.1.3 ระบบบริหารจัดการอาคาร

การบริหารทรัพยากรกายภาพ มีจุดประสงค์ในการจัดการสาธารณูปโภคของอาคารเพื่อเพิ่มความสามารถในการใช้งานสาธารณูปโภคของอาคารเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์กันระหว่างบุคคลผู้ใช้งานอาคาร การทำงาน และอาคารสถานที่ ดังรูปที่ 2.3 ดังนั้นการบริหารทรัพยากรกายภาพจึงเป็นการจัดการความสมพันธ์ระหว่าง บุคคล (People) งานที่ทำหรือกิจกรรม (Process) และ สถานที่ (Place) เพื่อสนับสนุนประสิทธิภาพในการทำงานหรืออยู่อาศัยและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคาร



รูปที่ 2.3 ปฏิสัมพันธ์ของ 3 องค์ประกอบในระบบบริหารทรัพยากรกายภาพ

การบริหารทรัพยากรกายภาพแบ่งเป็น 3 ระบบใหญ่คือ การบริหารจัดการบำรุงรักษา (Maintenance and operation management) , การบริหารจัดการทรัพย์สิน (Property management) และ การให้บริการ (Services) (IFMA: International Facility Management Association 1997) ดังรูปที่ 2.4



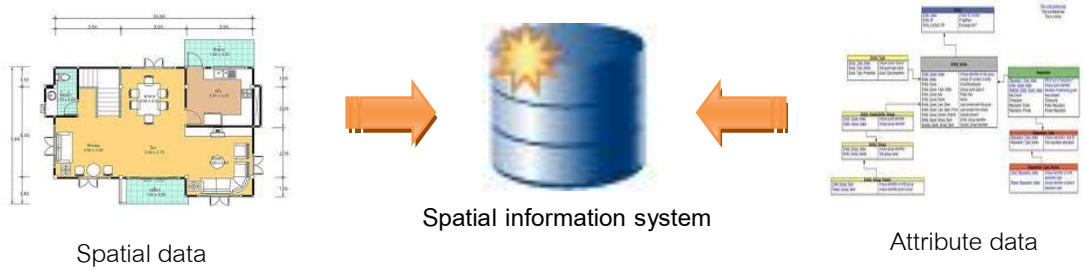
รูปที่ 2.4 แสดงหมวดหมู่งานในระบบบริหารทรัพยากรกายภาพ (IFMA 1997)

จากรูปที่ 2.4 กล่าวได้ว่าระบบบริหารทรัพยากรกายภาพครอบคลุมถึง การบริหารจัดการอสังหาริมทรัพย์ (Real estate management) , การบริหารจัดการด้านการเงิน (Financial management) , การบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลง (Change management) , การบริหารจัดการบุคลากร (Human resources

management) , การดูแลสุขภาพและความปลอดภัย (Health and safety management) และการให้บริการและการซ่อมบำรุง (Service and maintenance management) (Brian Atkin and Adrian Brooks ,2000)

2.1.4 ระบบสารสนเทศปริภูมิ (Spatial Information System)

ระบบสารสนเทศปริภูมิ (Spatial Information System: SIS) คือระบบสารสนเทศที่ฐานข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลสองส่วน ส่วนที่หนึ่งคือข้อมูลปริภูมิ หมายถึงข้อมูลที่แสดงตำแหน่งของวัตถุในรูปแบบเวกเตอร์ (Vector format) หรือราสเตอร์ (Raster format) ส่วนที่สองคือข้อมูลลักษณะประจำ (วิชัยและคณะ , 2546) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



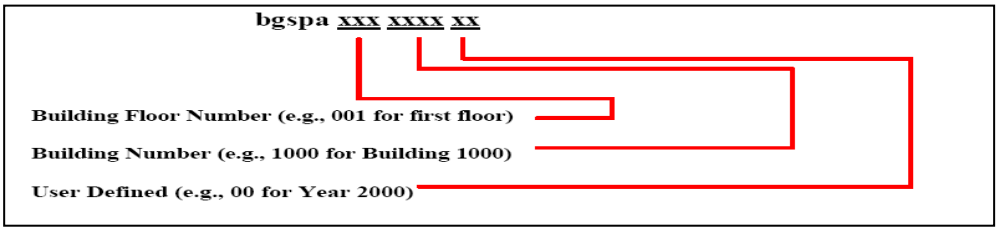
รูปที่ 2.5 ระบบสารสนเทศปริภูมิ (SIS)

จากรูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริภูมิซึ่งในที่นี้คือวัตถุที่ปรากฏในแบบอาคารและข้อมูลลักษณะประจำที่เป็นลักษณะสมบัติของวัตถุนั้น

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

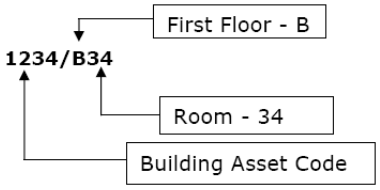
2.2.1 การตั้งชื่อชั้นข้อมูล

The CADD / GIS technology Center for facilities, infrastructure, and environment (2000) ได้พัฒนามาตรฐานสำหรับงานด้าน Facility management (FM) เพื่อใช้ในกองทัพอากาศ กองทัพบก และกองทัพเรือของสหรัฐอเมริกาโดยให้ความสำคัญในเรื่องของการตั้งชื่อส่วนประกอบของข้อมูลใน CAD เช่น การตั้งชื่อ File และการตั้งชื่อของชั้นข้อมูลโดยทั้งหมดนั้นให้ขึ้นต้นด้วย “bgspa” แล้วตามด้วยชื่อที่กำหนดเป็นมาตรฐานไว้ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การตั้งชื่อชั้นข้อมูล (The CADD / GIS Technology Center, 2000)

The University of Nottingham โดย Paul Eyden (2007) ได้จัดทำคู่มือการเขียนแบบเพื่อใช้ในการจัดการพื้นที่ (Space Management) Version 1.2 , May 2007 โดยใช้การเขียนลงบนแบบแปลนใน CAD โดยใช้ Block Attribute เพื่อกำหนดเลขห้องและรหัสประจำชั้น โดยให้รหัส 4 หลักแรกเป็นรหัสของอาคาร ตามด้วย / และใช้ตัวอักษรแทนรหัสของชั้นและตามด้วยเลขห้อง ดังรูปที่ 2.7



LG	Lower Ground or Basement level
A	Ground Floor*
B	First Floor
C	Second Floor
Etc	

รูปที่ 2.7 การให้รหัสในการเขียนแบบ (Paul Eyden, 2007)

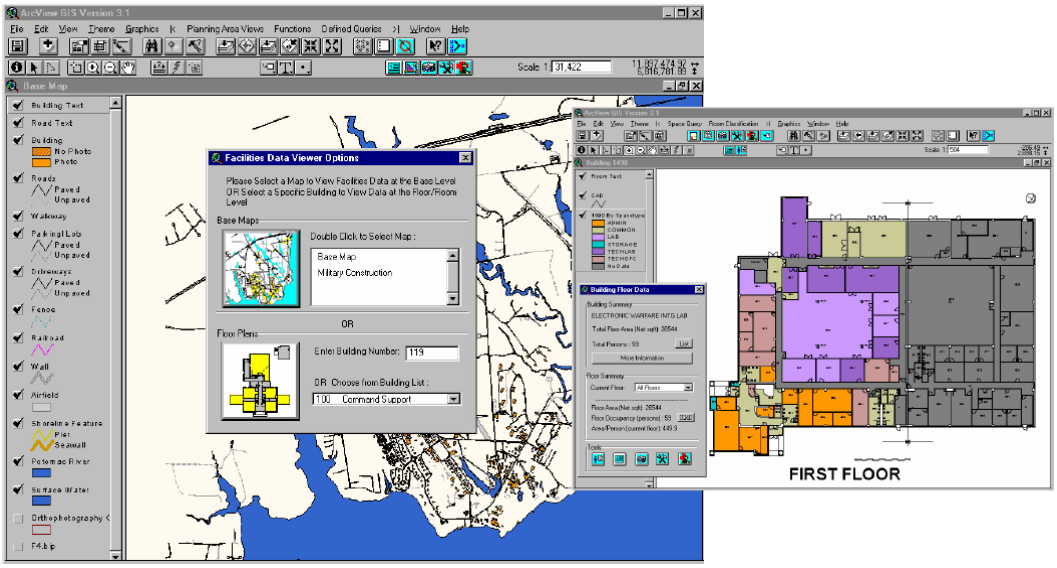
2.2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในงานบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพ

Avinash Srivastava and Brad Wellington (2005) ได้เสนอการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดการทรัพยากรกายภาพ (GIS-based Facility Information Management Systems : an evolving success story) โดยปรับปรุงข้อมูลแบบอาคารที่อยู่เดิมทั้งในรูปของกราฟิกและกระดาษ ซึ่งในรูปแบบกระดาษจะต้องดำเนินการเขียนใหม่ เพื่อนำเข้าไปอยู่ในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เนื่องจากเห็นว่าระบบสารสนเทศนั้นสามารถอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐานในการจัดการข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้โปรแกรม ArcView 3.X ในการแสดงผลดังรูปที่ 2.8 เหตุผลที่ใช้โปรแกรม Arcview นั้นเนื่องจาก

- ความสามารถในการดู / ค้นหาข้อมูลและจัดการข้อมูลในรูปแบบ GIS ไปสู่ CAD ได้
- อินเตอร์เฟสใช้งานง่ายว่าโปรแกรมด้าน CAD หรือ ArcInfo
- ง่ายต่อการปรับแต่งเครื่องมือเพราะรองรับภาษา Avenue และ VBA ทั้ง 2 ภาษา
- ง่ายต่อการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างฐานข้อมูล
- เป็นโปรแกรมมีขนาดไม่ใหญ่มากใช้

ซึ่งทำการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาใช้งานประกอบด้วยดังนี้

- การนำเข้าข้อมูล
- การแสดงผลข้อมูล
- การค้นหาข้อมูล
- การพิมพ์แผนที่



รูปที่ 2.8 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรกายภาพ (Avinash Srivastava, Brad Wellington, 2005)

2.2.3 ระบบสารสนเทศปริภูมิ (Spatial Information System) ในงานบริหารจัดการอาคาร

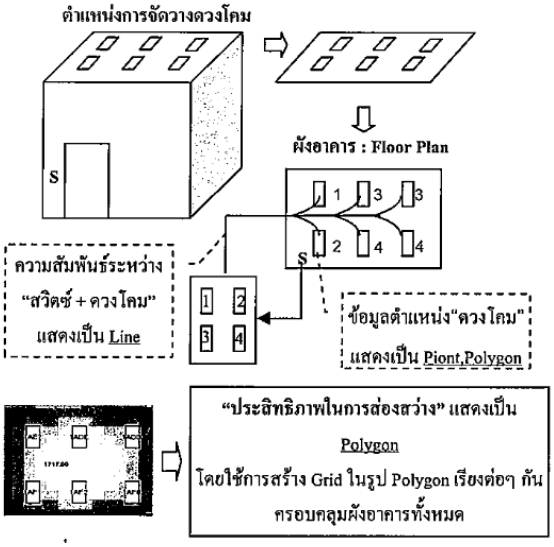
ระบบสารสนเทศปริภูมิสามารถนำมาใช้งานในระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านต่างๆได้ ซึ่งภายในประเทศมีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

– วิชัย เยี่ยงวีรชน (2547) ได้จัดทำระบบสารสนเทศกายภาพจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CUGIS in Physical Resources Information System) ซึ่งประกอบด้วยระบบงานทั้งหมด 11 ระบบงานในระยะที่หนึ่ง เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูลสารสนเทศกายภาพให้อยู่ในสภาวะที่สามารถเรียกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เป็นระบบข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจ โดยการนำเทคโนโลยีทางด้านระบบสารสนเทศมาใช้ในการผนวกข้อมูลปริภูมิ (Spatial Data) กับข้อมูลลักษณะประจำ (Attribute Data) ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันเป็นระบบสารสนเทศกายภาพของมหาวิทยาลัย โดยได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในระบบงานต่างๆ มีลักษณะการทำงานที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลปริภูมิและข้อมูลลักษณะประจำเข้าด้วยกัน โดยสามารถสืบค้นข้อมูลปริภูมิหรือข้อมูลลักษณะประจำในลักษณะการสืบค้นสองทาง (Two ways query) โดยในเบื้องต้นได้ใช้ฐานข้อมูล Access และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต่างๆด้วยภาษา Visual Basic ร่วมกับโปรแกรมการจัดการรายงาน Segate Cystal Report เพื่อให้สามารถสร้างรูปแบบรายงานจากฐานข้อมูลได้ตามต้องการ

– วิชัย เยี่ยงวีรชน, พัชรียา ไชยแก้ว (2546) ได้จัดทำการประยุกต์ระบบสารสนเทศปริภูมิสำหรับการบริหารการใช้ห้องเรียน (An Application of Spatial Information System for Classroom Management) ได้ผนวกแบบจำลองการจัดห้องเรียนเข้ากับระบบสารสนเทศปริภูมิ เพื่อให้การบริหาร

จัดการเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยข้อมูลที่ใช้แยกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งข้อมูลด้านกายภาพ ซึ่งแสดงผลอยู่ในรูปของกราฟิกจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแบบแปลนของอาคารและขนาดห้องเรียน ส่วนที่สองคือข้อมูลบรรยาย โดยนำข้อมูลทั้งสองมารวมกันเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อนำไปผนวกรวมกับแบบจำลองการจัดห้องเรียนโดยใช้โปรแกรมประยุกต์

– กฤษณา ชูลิตพันธ์พงศ์ (2546) นำระบบสารสนเทศปริภูมิมาช่วยในการประเมินความเหมาะสมของตำแหน่งไฟฟ้าแสงสว่างอย่างง่ายภายในอาคาร โดยการพัฒนาฟังก์ชันการใช้งานให้มีความสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกกับฐานข้อมูล โดยนำข้อมูลปริภูมิ (Spatial data) มาใช้งานคือข้อมูลผังอาคาร ตำแหน่งการจัดวางดวงโคม ตำแหน่งของแผงสวิตช์ ความสัมพันธ์ในการเปิดปิดสวิตช์กับดวงโคม จะทำการแสดงข้อมูลในลักษณะของเวกเตอร์ สำหรับประสิทธิภาพการส่องสว่างใช้การแสดงผลแบบราสเตอร์ (Raster) ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศปริภูมิกับตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง (กฤษณา ชูลิตพันธ์พงศ์, 2546)

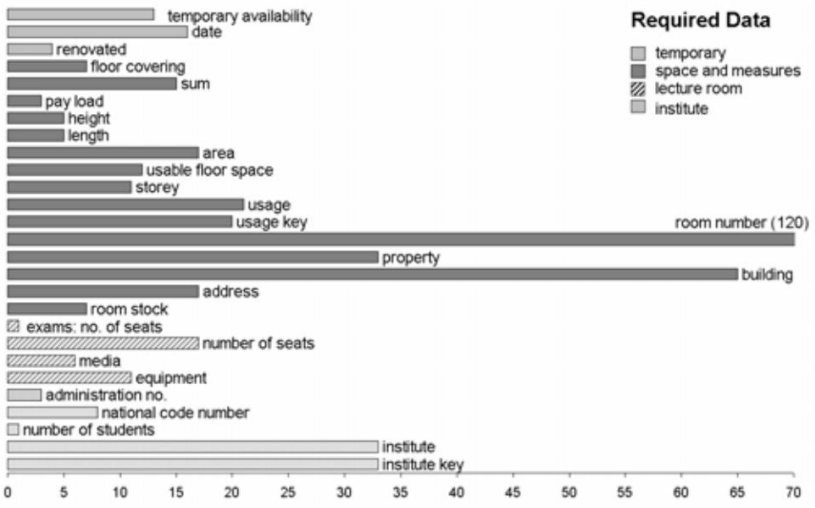
– วิชัย เยี่ยงวีรชน (2543) ได้จัดทำระบบสารสนเทศปริภูมิเพื่อการบริหารจัดการเหตุฉุกเฉิน (Emergency Spatial Information Management System) โดยสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัยได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์ร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย (Industry-University Cooperative Research Center Network for Environment and Hazardous Waste Management, IUCRC) แก่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยโครงการได้เห็นถึงประโยชน์ที่จะมีระบบสารสนเทศที่สามารถสนับสนุนการวางแผนและตัดสินใจ (Planning and Decision Supporting System) ได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่เกิดเหตุ จึงได้ทดลองทำระบบสารสนเทศปริภูมิเพื่อการบริหารจัดการอุบัติภัยและเหตุฉุกเฉิน อันเนื่องจาก สารเคมี วัตถุอันตราย/ของเสียอันตราย ซึ่งจะต้อง

อาศัยข้อมูลลึกลงไปถึงหน่วยเล็กที่สุดของแผนที่ คือ ระดับห้องภายในอาคารและข้อมูลประกอบต่างๆ อาทิเช่น ข้อมูลสารเคมี ข้อมูลทางกายภาพที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น โดยนำระบบ SIS และ MIS เชื่อมโยงด้วยกันผ่านระบบ Internet , Intranet หรือ Extranet ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยสามารถสืบค้นข้อมูลจากแผนที่หรือจากฐานข้อมูลได้

จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าการบริหารจัดการสามารถนำระบบสารสนเทศปริภูมิมาใช้งานซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมาก โดยการนำระบบสารสนเทศปริภูมิมาใช้งานจะต้องมีข้อมูล ปริภูมิประกอบด้วยลักษณะที่เป็น รูปปิด , จุด , เส้น และข้อมูลลักษณะประจำประกอบขึ้นเป็นระบบสารสนเทศปริภูมิ

2.2.4 แบบจำลองข้อมูลอาคาร

T.Schurle, A. Boy, D. Fritsch (1998) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง Geographic Information System and Facility Management ใน University of Stuttgart โดยให้ความสำคัญที่การนำระบบ GIS และ CAFM (Computer Aided Facility Management) มาใช้ในการบริหารทรัพยากรกายภาพ (Facility Management) โดยกล่าวว่าการบริหารทรัพยากรกายภาพเป็นการให้ความสำคัญในการบริการจัดการอาคารและสิ่งที่อยู่ภายในห้อง โดยได้มีการทำแบบสอบถามเพื่อสอบถามถึงความต้องการในการใช้งานในระบบ CAFM โดยผลจากการสอบถามคือ ความต้องการในการแสดงผลคือในรูปแบบแปลนพื้นของอาคารของแต่ละชั้น สามารถแสดงเส้นท่อ สายเคเบิ้ลต่างๆ รู้ตำแหน่งของผนัง ดังรูปที่ 2.10 อธิบายในเบื้องต้นดังนี้ ความต้องการในการทราบหมายเลขห้องมากที่สุดรองลงมาคือความต้องการทราบชื่อของอาคารเป็นต้น



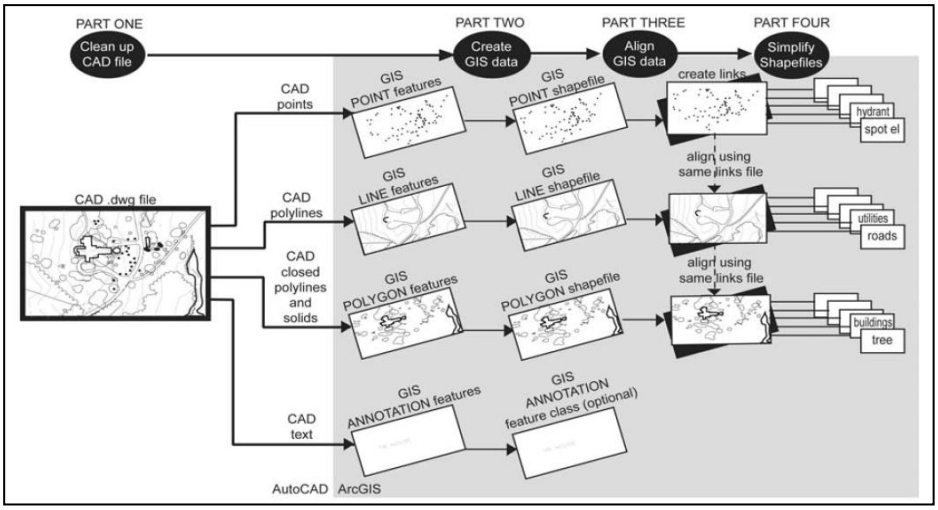
รูปที่ 2.10 ความต้องการในการใช้ข้อมูลใน Facility Management (T.Schurle, A. Boy, D. Fritsch, 1998)

2.2.5 การแปลงข้อมูล CAD และ GIS

National Park Service GIS U.S. Department of the Interior Northeast Region – Boston ได้จัดทำคู่มือในการแปลงข้อมูลแผนที่ (MAP) ที่มีอยู่เดิมในรูปแบบของ CAD ให้เป็นในรูปแบบของ GIS โดยขั้นตอนแรกคือทำการแยกความต้องการจากการใช้งาน ในรูปแบบข้อมูลภายในแผนที่ CAD ที่จะเข้าไปสู่ในรูปแบบ GIS เป็น Point Line Polygon Annotation และทำการแปลงข้อมูลไปเป็นในรูปแบบ GIS และทำการใส่ข้อมูลเข้าไปในวัตถุที่ได้ (ขั้นตอนดังรูปที่ 2.11) เพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพราะ GIS นั้นเป็นรูปแบบมีประสิทธิภาพสูงในการที่จะนำมาใช้เพื่อบริหารจัดการ (Manager) และการวิเคราะห์ (Analysis) เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรในพื้นที่ และได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในระบบ CAD และ GIS ดังนี้

CAD : นั้นจะมี Feature มากกว่าใน GIS คือ มี Line, Polyline, Point, Text ซึ่งข้อมูลจะมีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับตัวมันเองเช่น เส้นหนึ่งเส้นมีข้อมูลอะไรที่อยู่ในเส้นนั้นบ้างซึ่งจะประกอบด้วย ประเภทของเส้น ความหนาของเส้น สีของเส้น Layer ที่ใช้ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเส้น (Coordinate) ซึ่งจะกล่าวได้ว่า CAD คือ Drawing

GIS : นั้นจะมี Feature ดังนี้ Point, Line, Polygon ซึ่งข้อมูลในระบบ GIS นั้นจะต่างกับ CAD ตรงที่มีคุณลักษณะพิเศษในการอธิบายข้อมูลนั้นๆ ได้ เช่น เส้นกึ่งกลางถนน (Line) GIS สามารถที่จะอธิบายได้ว่า ถนนชื่ออะไร ความกว้างเท่าไหร่ ประเภทพื้นผิวเป็นอะไร หน้าที่การใช้ประโยชน์ถนน อยู่ภายในจังหวัดใด การเริ่มก่อสร้างถนน สภาพถนน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลในทาง GIS นั้นจะมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริภูมิกับข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะกล่าวได้ว่า GIS คือ Spatial Database (National Park Service GIS, 2005)



รูปที่ 2.11 ขั้นตอนในการแปลงข้อมูล CAD to GIS CAD to GIS (National Park Service GIS, 2005)

บทที่ 3
การศึกษาวิเคราะห์และออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

การนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้นั้น ข้อมูลภายในแบบอาคารเหล่านั้นจะต้องถูกสร้างให้มีความสัมพันธ์ของวัตถุเชิงกราฟิก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างฐานข้อมูลปริภูมิ และสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะประจำ ที่เกี่ยวข้องในระบบฐานข้อมูล เพื่อให้สามารถสืบค้น ค้นคืน และการวิเคราะห์ จากข้อมูลปริภูมิได้ สิ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวได้คือการจัดทำแบบจำลองข้อมูลสำหรับใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคาร โดยวิเคราะห์ถึงข้อมูลที่ต้องใช้ในการบริหารจัดการอาคารจากแบบอาคารแต่ละประเภทที่ได้จากการออกแบบอาคาร ประกอบกับการใช้งานในด้านต่างๆคือ การบริหารจัดการพื้นที่ (Space Management) และการบริหารจัดการทรัพย์สิน (Asset Management) การบริหารจัดการบำรุงรักษา (Maintenance and Operation Management) ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร

3.1 กระบวนการศึกษาออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

ในการออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารเพื่อรองรับการนำข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร ซึ่งแบบจำลองที่ได้จัดทำขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นจุดเริ่มต้นในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานในระบบสารสนเทศอาคาร กระบวนการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบดังตารางที่ 3.1

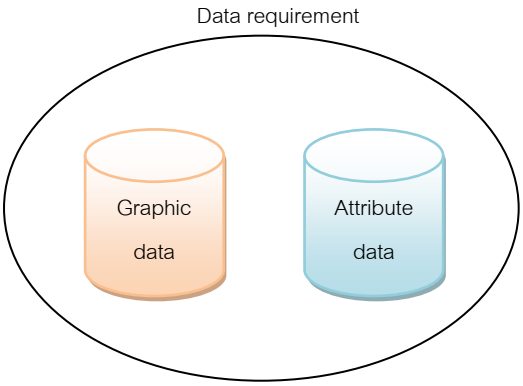
ตารางที่ 3.1 แสดงกระบวนการศึกษาออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

ลำดับกระบวนการ	การศึกษา	วัตถุประสงค์ในการศึกษา
กระบวนการที่ 1	สำรวจความต้องการใช้ข้อมูลในการบริหารจัดการอาคารจากผู้ปฏิบัติงานจริง	เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นในการใช้งานบริหารจัดการอาคาร
กระบวนการที่ 2	ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับแบบอาคาร	เพื่อสร้างลักษณะสมบัติกราฟิกที่เหมาะสมและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร
กระบวนการที่ 3	ออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร	รองรับการนำข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร

3.2 สำรวจความต้องการใช้ข้อมูลในการบริหารจัดการอาคาร

การนำข้อมูลซึ่งอยู่ภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในระบบสารสนเทศอาคารจำเป็นต้องศึกษาถึงความต้องการใช้งานข้อมูลในการบริหารจัดการอาคารก่อน โดยคำนึงถึงความต้องภายในประเทศ ซึ่งการที่จะทราบถึงความต้องการใช้ข้อมูลโดยแท้จริงนั้นคือการสำรวจจากผู้ใช้งานจริง ในการศึกษาจึงได้จัดทำแบบสอบถามขึ้นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นในการใช้งานบริหารจัดการอาคารที่ได้จากผู้ปฏิบัติงานจริง เป้าหมายในการสำรวจสอบถามคือ อาคารที่พักอาศัยขนาดใหญ่ , สถานที่ราชการหรือมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ , โรงแรมขนาดใหญ่ โดยในเนื้อหาของแบบสอบถามจะสามารถแยกความต้องการใช้งานของข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทคือข้อมูลด้านกราฟิก (Graphic data) และข้อมูลลักษณะประจำ (Attribute data) ดังรูปที่ 3.1 โดยหัวข้อหลักของแบบสอบถามประกอบด้วย (สามารถดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ก)

- ข้อมูลส่วนตัวของผู้ให้สำรวจสอบถามและรายละเอียดของอาคารสถานที่
- ข้อมูลในการทำงานทั่วไป
- ข้อมูลที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการพื้นที่
- ข้อมูลที่เกี่ยวกับการจัดการบำรุงรักษา
- ข้อมูลที่เกี่ยวกับการจัดการทรัพย์สิน



รูปที่ 3.1 ประเภทของข้อมูลจากการสำรวจ

3.2.1 ผลการสำรวจความต้องการใช้ข้อมูลเพื่อบริหารจัดการอาคาร

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยทางสำนักบริหารระบบกายภาพเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบในเรื่องของการบริการจัดการอาคารสถานที่ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เกือบทั้งหมด (มีบางส่วนมอบหมายให้บริษัทเอกชนและสำนักงานทรัพย์สินเป็นผู้ดูแล) ซึ่งประกอบด้วยอาคารมากกว่า 100 อาคาร มีการใช้ประโยชน์แตกต่างกันไป โดยในการปฏิบัติงานนั้นจะมีแบบของอาคารทั้งหมดภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยซึ่งอยู่ในรูปแบบกระดาษ ในแบบอาคารจะมีการใส่รหัสเพื่อเป็นรหัสประจำของ

ห้องหรือพื้นที่ โดยรหัสนี้จะปรากฏอยู่ในตารางซึ่งมีข้อมูลรายละเอียดเฉพาะของห้องหรือพื้นที่ซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมเสปรชีด (Microsoft Excel) เช่นกัน เพื่อบ่งบอกถึงความเป็นเจ้าของของข้อมูลในแถว (Record) ภายในตาราง

สรุปภาพรวมได้ดังนี้ ในการใช้งานปัจจุบันยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้เต็มที่ เนื่องจากไม่มีการเชื่อมโยงกันในทางตำแหน่งและฐานข้อมูล เนื่องจากไม่ใช่รูปแบบสารสนเทศซึ่งทางสำนักบริหารระบบกายภาพเห็นว่าหากสามารถนำแบบอาคารที่อยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Drawing) มาเป็นระบบสารสนเทศได้จะดีมาก เนื่องจากผู้ใช้งานมีความคุ้นเคยกับรูปแบบโปรแกรมและสามารถที่จะปรับแก้หรืออื่นๆได้โดยสะดวก ซึ่งจากการสำรวจสอบถามถึงความต้องการการใช้ข้อมูลสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ความต้องการใช้งานข้อมูลของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการข้อมูล	**รายละเอียดข้อมูล**
อาคาร	ชื่ออาคาร
	ชื่อเจ้าของอาคาร
ชั้น	ประเภทของชั้น
	ขนาดพื้นที่
พื้นที่	หมายเลขห้องหรือพื้นที่
	ชื่อห้องหรือพื้นที่
	ประเภทการใช้ประโยชน์
	ขนาดของพื้นที่
	ผู้ครอบครอง

จากการสำรวจสอบถามทำให้ได้ข้อมูลในการนำมาใช้งาน ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ต้องการนั้นจะเกี่ยวข้องกับพื้นที่เกือบทั้งหมด เหตุผลคือในส่วนสำนักบริหารระบบกายภาพเองนั้นมีหน้าที่รับผิดชอบด้านนี้โดยตรง ซึ่งส่วนของงานจัดการบำรุงรักษาและการบริหารจัดการทรัพย์สินผู้ใช้อาคารเป็นผู้ดูแลเอง โดยอาจจะทำการว่าจ้างบริษัทรับเหมาก่อสร้างมาดำเนินการแทนในส่วนงานบำรุงรักษา

– อาคาร ยูดีไลท์ แอท บางซื่อสเตชั่น เป็นอาคารพักอาศัยขนาดใหญ่ (คอนโดมิเนียม) ขนาดเนื้อที่ภายในอาคารประมาณ 40,411 ตารางเมตร จำนวน 26 ชั้น ผู้รับผิดชอบในการดูแลบริหารจัดการอาคารจะเป็นวิศวกรบำรุงรักษา ซึ่งทำงานตามมาตรฐานของ บริษัท แอล.พี.เอ็น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) (L.P.N) ลักษณะในการทำงานแบ่งงานเป็น 2 ประเภทคือ งานประจำวันและงานปฏิบัติ

ตามแผนงาน ซึ่งจะมีแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากการออกแบบซึ่งใช้ในการก่อสร้างจริง (As-build drawing) มาใช้เพื่อดูประกอบการทำงาน โดยงานประจำวันจะเป็นการตรวจสอบดูแลระบบไฟฟ้าประปา ต่างๆตามมาตรฐานของ บริษัท แอล.พี.เอ็น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) เช่นตรวจสอบว่าหลอดไฟบริเวณใดที่เสียหายหรือไม่หรือมีน้ำรั่วหรือไม่ ส่วนในการปฏิบัติงานตามแผนงานจะมีระบุตามมาตรฐานเช่นกัน อาทิเช่น การตรวจสอบการเปิดปิดวาล์วน้ำต่างๆ เป็นต้น

ซึ่งจากการดำเนินงานปัจจุบันสามารถที่จะปฏิบัติงานได้ดีตามมาตรฐานและแผนงาน ของบริษัท แอล.พี.เอ็น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) โดยใช้แบบ As-build drawing เพื่อประกอบการดำเนินงาน แต่หากว่าสามารถดูรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการภายในแบบ As-build drawing ได้เลยโดยไม่ต้องไปดูที่เอกสารเฉพาะของอุปกรณ์จะทำให้สะดวกมาก และประหยัดเวลามาก เนื่องจากปัจจุบันหากมีอุปกรณ์เสียจะต้องไปที่ตำแหน่งของอุปกรณ์นั้นเพื่อตรวจสอบถึงคุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์เพื่อทำการจัดซื้อจัดหามาเปลี่ยนใหม่ (ในกรณีที่หาเอกสารไม่พบ) โดยสรุปข้อมูลที่จำเป็นในการปฏิบัติงานดังตารางที่ 3.3 เห็นได้ว่าข้อมูลที่จำเป็นที่สุดคือข้อมูลสาธารณูปโภคด้านบำรุงรักษา

ตารางที่ 3.3 ความต้องการใช้งานข้อมูลของ อาคาร ยูดีไลท์ แอท บางซื่อสเตชั่น

รายการข้อมูล	**รายละเอียดข้อมูล**
พื้นที่	ขนาดพื้นที่
	หมายเลขห้องหรือพื้นที่
	ชื่อห้องหรือพื้นที่
	ประเภทการใช้ประโยชน์
	ขนาดของพื้นที่
	ผู้ครอบครอง
	สถานะการใช้งาน
กล่องควบคุม	ประเภท
สายไฟฟ้า	ประเภท
	ขนาดสาย
เต้ารับ , สวิตซ์ , หลอดไฟ	ประเภท
วาล์ว	ประเภทวาล์ว
	ขนาดวาล์ว
ท่อน้ำ	ประเภทท่อ
	ขนาดท่อ

– โรงแรมดุสิตธานี เป็นอาคารโรงแรมสูง 23 ชั้น มีหน่วยงานรับผิดชอบในการบริหารจัดการอาคารคือหน่วยงานซ่อมบำรุง ลักษณะการทำงานคือ มีภารกิจประจำวันและภารกิจตามแผนงานในแต่ละสัปดาห์และแต่ละเดือน ที่มีการกำหนดและวางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ มีการใช้แบบอาคารในรูปแบบกระดาษมาใช้บ้างในบางครั้ง ในการปฏิบัติงานในทุกวันจะต้องทำการตรวจสอบวาล์วน้ำต่างๆโดยการหมุน จึงจะต้องทราบถึงตำแหน่งของวาล์วน้ำต่างๆ และตรวจสอบระบบไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้เป็นปกติ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าให้ความสำคัญกับระบบอุปโภคที่จำเป็นในการใช้งานเป็นสำคัญ โดยมีการใช้งานแบบอาคารบ้างในบางครั้ง แต่แบบอาคารที่มีอยู่ไม่สามารถรองรับกับการทำงานได้ทั้งหมด เช่น หากมีท่อน้ำรั่วซึมจะไม่สามารถวางแผนได้ว่าจะดำเนินการปิดวาล์วบริเวณใด ซึ่งที่ปฏิบัติงานอยู่จะต้องไปตรวจสอบดูด้วยตนเองและทดลองปิดเพื่อตรวจสอบดู ซึ่งหากสามารถนำแบบอาคารมาไว้ในระบบสารสนเทศและสามารถเรียกดูคุณลักษณะของอุปกรณ์และตรวจสอบความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ได้จะดีมาก ซึ่งข้อมูลที่ต้องการใช้งานมีดังตารางที่ 3.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าให้ความสำคัญในเรื่องบำรุงรักษาส่วนสาธารณูปโภคเป็นสำคัญเพราะมีผลกระทบกับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการและกิจการโรงแรมโดยตรง ส่วนข้อมูลด้านพื้นที่เป็นส่วนรองลงมา และสุดท้ายคือเรื่องทรัพย์สินที่ต้องการทราบถึงตำแหน่งและข้อมูลรายละเอียดที่ต้องการ เพื่อการบริหารจัดการต่อไปได้ในอนาคต

ตารางที่ 3.4 ความต้องการใช้งานข้อมูลของ โรงแรมดุสิตธานี

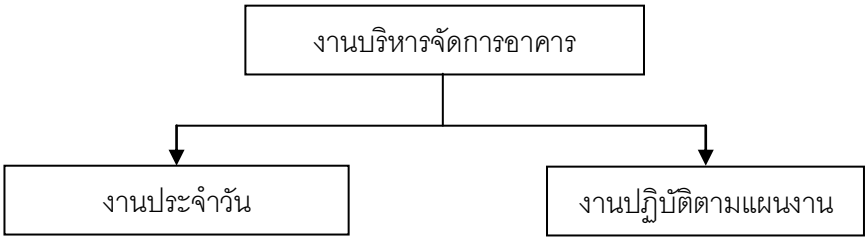
รายการข้อมูล	**รายละเอียดข้อมูล**
ชั้น	ประเภทของชั้น
	ขนาดพื้นที่
พื้นที่	หมายเลขห้องหรือพื้นที่
	ชื่อห้องหรือพื้นที่
	ประเภทการใช้ประโยชน์
	ขนาดของพื้นที่
	ผู้ครอบครอง
	สถานะการใช้งาน
สายไฟฟ้า	ประเภท
เต้ารับ , สวิตซ์ , หลอดไฟ	ประเภท
วาล์ว	ประเภทวาล์ว
	ขนาดวาล์ว

ตารางที่ 3.4 ความต้องการใช้งานข้อมูลของ โรงแรมดุสิตธานี (ต่อ)

รายการข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล
ท่อน้ำ	ประเภทท่อ
	ขนาดท่อ
เครื่องปรับอากาศ	ตำแหน่งเครื่องปรับอากาศ
	รายละเอียดของเครื่องปรับอากาศ

3.2.2 วิเคราะห์ผลการสำรวจ

จากการดำเนินการสำรวจสอบถามถึงความต้องการใช้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคารที่กล่าวมาข้างต้น ชี้ให้เห็นว่าการให้ความสำคัญกับระบบบริหารจัดการอาคารระบบใดมากที่สุดขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ของอาคารนั้น เช่น อาคารที่ใช้ประโยชน์ในการให้บริการจำเป็นต้องให้ความสำคัญในส่วนของระบบสาธารณูปโภคมากที่สุด เนื่องจากเกี่ยวข้องกับกิจการโดยตรง ในส่วนของอาคารที่ใช้งานโดยไม่เกี่ยวข้องกับการให้บริการและอาคารนั้นเป็นของหน่วยงานนั้นๆเอง สิ่งที่จำเป็นคือการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์มากที่สุด จึงคำนึงถึงข้อมูลที่นำมาใช้ในการจัดการพื้นที่เป็นอันดับแรก โดยรวมสามารถวิเคราะห์ได้ว่าในการดำเนินงานบริหารจัดการอาคารปัจจุบันนั้นสามารถแบ่งประเภทของงานบริหารจัดการอาคารออกได้ 2 ประเภทคือ งานประจำวัน (Daily services) และงานที่ปฏิบัติตามแผนงาน (Programmed services) (ดังรูปที่ 3.2) ซึ่งในส่วนนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ คณะผู้ศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้จัดทำรายงานการศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกวิธีการดำเนินการบริหารกายภาพ สำหรับอาคารศูนย์บริการวิทยาศาสตร์สุขภาพ สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี 100 ปี, อาคารวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และอาคารมหาจักรสิรินธร โดยแบ่งประเภทงานในการบริหารจัดการอาคารซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท งานประจำวัน (Daily services)



รูปที่ 3.2 แสดงประเภทงานของการบริหารจัดการอาคาร

งานประจำวัน (Daily services) คืองานบริการเพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสะดวกและปลอดภัยตลอดเวลาที่อยู่ในอาคาร ซึ่งเป็นงานที่จะทำปฏิบัติทุกวัน ตัวอย่างเช่น งานดูแลรักษาระบบประกอบอาคาร เป็นต้น

งานปฏิบัติตามแผนงาน (Programmed services) คืองานที่มีการกำหนดการปฏิบัติงานในแต่ละช่วงเวลาไว้ล่วงหน้า เพื่อการบริหารจัดการอาคารให้เกิดความพอใจต่อผู้ใช้อาคารและเจ้าของอาคาร ตัวอย่างเช่น งานบำรุงรักษาระบบประปา ระบบไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนั้นมีความต้องการในการใช้งานแบบอาคารในลักษณะอิเล็กทรอนิกส์มากกว่าแบบที่เป็นกระดาษเพื่อความสะดวกในการเรียกค้น วางแผนและแก้ไขปัญหาต่างๆได้ ดังนั้นทั้งสองประเภทงานจึงต้องมีข้อมูลด้านสาธารณูปโภคภายในอาคารไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้าหรือประปา

3.2.3 **ข้อจำกัดในการสำรวจ**

ในการลงพื้นที่สำรวจถึงความต้องการการใช้ข้อมูลในการบริหารจัดการอาคารจากผู้ปฏิบัติงานจริงนั้นมีข้อจำกัดคือ ข้อมูลเฉพาะของแต่ละอาคารนั้นเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ ข้อมูลที่ได้จึงเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ส่วนข้อมูลโดยละเอียดนั้นขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการอาคารในแต่ละอาคารกับการใช้ประโยชน์ของอาคาร ซึ่งจากการศึกษาวิเคราะห์พบว่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นสามารถกำหนดเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ใช้ร่วมกันในแต่ละอาคารได้

3.2.4 **สรุปผลการสำรวจและการวิเคราะห์**

1. การดำเนินการบริหารจัดการอาคารจำเป็นต้องใช้แบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ (Drawing)
2. แบบอาคารที่นำมาใช้ต้องเป็นแบบที่ตรงกับอาคารที่สร้างเสร็จคือแบบ As-Build Drawing
3. ความต้องการใช้ข้อมูลขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์อาคารเป็นสำคัญ
4. ประเภทอาคารที่ให้บริการ เช่น โรงแรม อาคารที่พักอาศัย ต้องคำนึงถึงระบบการบริหารจัดการบำรุงรักษาเป็นอันดับแรก
5. อาคารที่เป็นอาคารของหน่วยงานเฉพาะเช่น สถานศึกษา สถานที่ราชการ คำนึงถึงการบริหารจัดการพื้นที่เป็นสำคัญ
6. การปฏิบัติงานบริหารจัดการอาคารในทางปฏิบัติสามารถแยกประเภทออกเป็นสองประเภท คือ งานประจำวันและงานปฏิบัติตามแผนงาน
7. ข้อมูลที่เพียงพอต่อความต้องการขั้นพื้นฐานแสดงดังตารางที่ 3.5 ถึง ตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการพื้นที่

รายการข้อมูล	**รายละเอียดข้อมูล**
อาคาร	ชื่ออาคาร
	ชื่อเจ้าของอาคาร
	ที่อยู่
	ขนาดพื้นที่
	จำนวนชั้นของอาคาร
	ประเภทการใช้ประโยชน์อาคาร
ชั้น	ประเภทของชั้น
	ขนาดพื้นที่
พื้นที่	หมายเลขห้องหรือพื้นที
	ชื่อห้องหรือพื้นที่
	ประเภทการใช้ประโยชน์
	ขนาดของพื้นที่
	ผู้ครอบครอง
	สถานะการใช้งาน

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการบำรุงรักษา (ระบบไฟฟ้า)

รายการข้อมูล	**รายละเอียดข้อมูล**
กล่องควบคุม	ประเภท
สายไฟฟ้า	ประเภท
	ขนาดสาย
เต้ารับ , สวิตซ์ , หลอดไฟ	ประเภท

ตารางที่ 3.7 ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการบำรุงรักษา (ระบบสุขาภิบาล)

รายการข้อมูล	**รายละเอียดข้อมูล**
วาล์ว	ประเภทวาล์ว
	ขนาดวาล์ว
ท่อน้ำ	ประเภทท่อ
	ขนาดท่อ

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการทรัพย์สิน

รายการ	รายละเอียด
ทรัพย์สิน	ประเภท
	ผู้ครอบครอง

จากตารางที่ 3.5 ถึง 3.8 เป็นตารางที่แสดงถึงข้อมูลขั้นพื้นฐานในการใช้งานบริหารจัดการอาคาร ซึ่งได้มาจากการสำรวจสอบถามการดำเนินงานปัจจุบันและความต้องการใช้งานข้อมูล ซึ่งเพียงพอต่อการดำเนินงาน

3.3 ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับแบบอาคาร

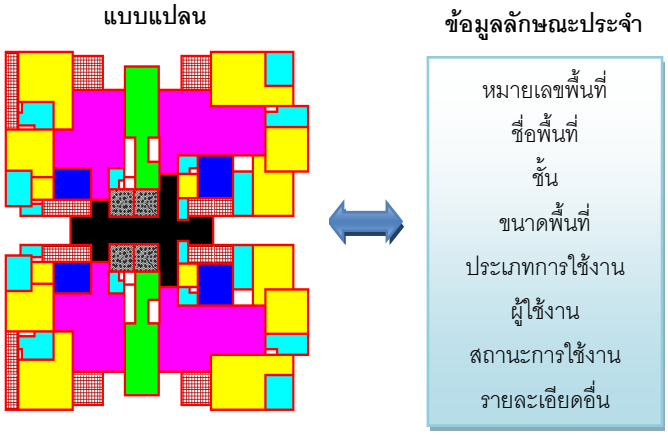
จากการศึกษาถึงความต้องการใช้ข้อมูลในข้อ 3.2 สามารถดำเนินการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้และการนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทมาใช้งาน เพื่อสร้างลักษณะสมบัติกราฟิกที่เหมาะสมและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร ซึ่งแบบอาคารที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น โดยแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยแบบหลายประเภทอาทิเช่น แบบสถาปัตยกรรม แบบวิศวกรรมโครงสร้าง แบบวิศวกรรมไฟฟ้า แบบวิศวกรรมเครื่องกล แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล โดยในการวิจัยในครั้งนี้เน้นไปที่การบริหารจัดการภายในอาคารโดยใช้ข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งสามารถแยกแบบอาคารที่ใช้งานประกอบด้วย แบบสถาปัตยกรรม แบบวิศวกรรมไฟฟ้า และแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล โดยในแต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับระบบการบริหารจัดการอาคารดังนี้

3.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟิกภายในแบบอาคารกับระบบการบริหารจัดการพื้นที่

การบริหารจัดการพื้นที่ เป็นระบบที่ทำให้เกิดการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่าและตรงตามความต้องการในการใช้งาน ดังนั้นแบบที่นำมาใช้ต้องสามารถแสดงถึงรูปร่าง ลักษณะ เกี่ยวกับพื้นที่ภายในอาคารซึ่งแบบที่เหมาะสมคือแบบแปลนพื้นของอาคาร (Floor plan drawing) ซึ่งเป็นแบบที่สถาปนิกเป็นผู้กำหนดรูปแบบ โดยนำข้อมูลความต้องการจากเจ้าของอาคารหรือเจ้าของโครงการมาจัดทำเป็นรูปแบบที่แสดงถึงพื้นที่ใช้สอยของอาคาร และแสดงถึง พื้นที่ ห้อง ผนัง ประตู หน้าต่าง ทางเข้าออกต่างๆ โดยการมองภาพจากด้านบนลงมาในลักษณะตั้งฉากกับวัตถุ ที่การเขียนโดยใช้สัดส่วนจากวัตถุจริง โดยพื้นที่ภายในอาคารสามารถแบ่งออกเป็น พื้นที่โล่งและพื้นที่ใช้สอย อาทิเช่น พื้นที่โล่ง เช่น โถง , ระเบียง , ช่องบันได , ช่องลิฟต์ เป็นต้น และพื้นที่ใช้สอยตัวอย่างเช่น ห้องนอน , ห้องน้ำ , ห้องครัว , ห้องทำงาน , ห้องประชุม เป็นต้น โดยทั้งสองประเภทจะมีเส้นที่แบ่งการใช้งานออกอย่างชัดเจน

การนำแบบแปลนไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลลักษณะประจำ ซึ่งมีข้อมูลอาทิเช่น ขนาดพื้นที่ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ที่เน้นเรื่องการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่าดังนั้น

ลักษณะของกราฟิกจะต้องสามารถแสดงถึงรูปร่างของพื้นที่ได้อย่างชัดเจนเมื่อนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร ลักษณะสมบัติทางกราฟิกของแบบแปลนจะต้องมีชั้นข้อมูลหนึ่งที่แสดงขอบเขตของพื้นที่ภายในอาคารแต่ละส่วนอย่างชัดเจนซึ่งจะต้องเป็นรูปปิด (Polygon) ในทุกส่วนของพื้นที่ ทั้งในลักษณะพื้นที่โล่งและพื้นที่ใช้สอย เมื่อนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารแล้วจะสามารถใช้งานได้อย่างตรงประเด็นดังรูปที่ 3.3 ซึ่งแสดงถึงพื้นภายในแบบแปลนเป็นรูปปิดทั้งหมดและมีความสัมพันธ์กับข้อมูลลักษณะประจำที่ได้จากการสำรวจ

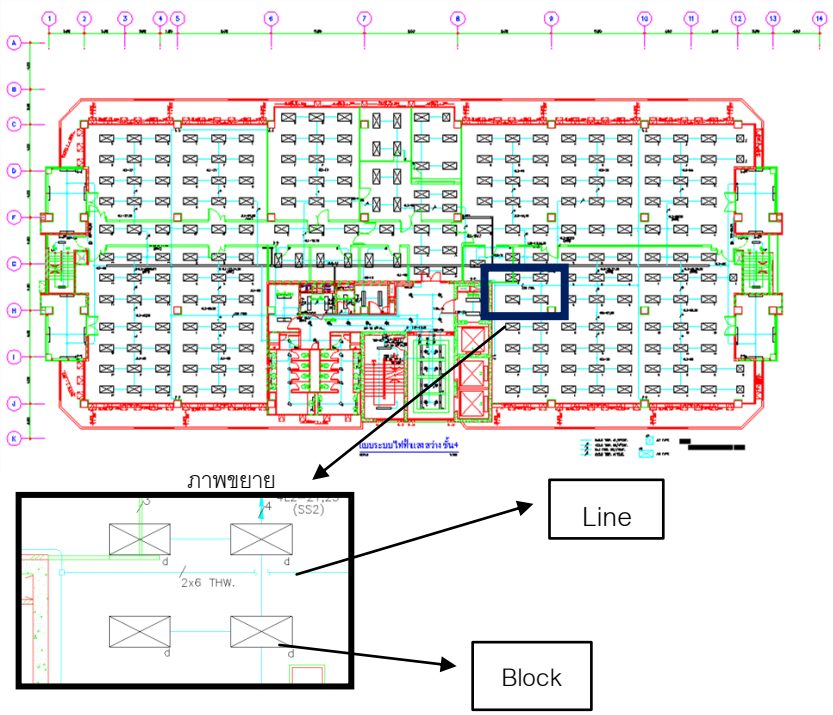


รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบแปลนและข้อมูลลักษณะประจำ

3.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟิกภายในแบบอาคารกับระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา

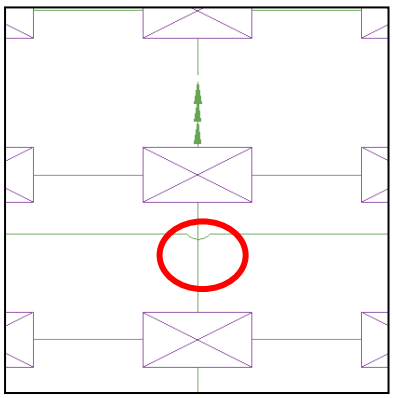
การบริหารจัดการบำรุงรักษา เป็นระบบที่ให้การบริการในการควบคุมดูแลและบำรุงรักษาอาคารและสาธารณูปโภคต่างๆเพื่อให้อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะใช้งานซึ่งสิ่งที่สำคัญคือปัจจัยในการอุปโภค คือไฟฟ้าและประปาเป็นสำคัญ ดังนั้นข้อมูลจากแบบที่มีความสัมพันธ์ในการนำมาใช้งานในระบบบริหารจัดการบำรุงรักษาคือแบบไฟฟ้า (Electrical drawing) และแบบสุขาภิบาล (Plumbing drawing) ซึ่งแต่ละแบบมีรายละเอียดและลักษณะสมบัติทางกราฟิกที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในระบบสารสนเทศอาคารดังนี้

แบบวิศวกรรมไฟฟ้าเป็นแบบที่แสดงถึงตำแหน่งรายละเอียดต่างๆของไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า ดวงโคม สวิตซ์ เต้ารับเป็นต้น โดยการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้าจะมีการเขียนอยู่ 2 ประเภทคือการเขียนในลักษณะการก่อสร้างจริง คือแบบที่แสดงตำแหน่งการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการก่อสร้าง และประเภทที่สองคือลักษณะการเขียนแบบไดอะแกรม คือแบบไฟฟ้าที่แสดงเฉพาะตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่คำนึงถึงการเดินสายไฟฟ้า ซึ่งทั้งสองแบบต้องใช้การอ้างอิงตำแหน่งจากแบบแปลน ดังนั้นในการใช้งานเนื่องจากจำเป็นจะต้องใช้แบบที่ใช้ในการก่อสร้างจริงจึงเลือกใช้แบบก่อสร้างจริง ซึ่งลักษณะทางกราฟิกที่อยู่ภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทที่สำคัญคือ ลักษณะกราฟิกที่เป็นเส้น และลักษณะกราฟิกที่เป็น สัญลักษณ์หรือเรียกว่า บล็อก (Block) ดังรูปที่ 3.4 แสดงลักษณะกราฟิกที่สำคัญ 2 ประเภทของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า



รูปที่ 3.4 ลักษณะกราฟิกที่สำคัญของแบบวิศวกรรมไฟฟ้า

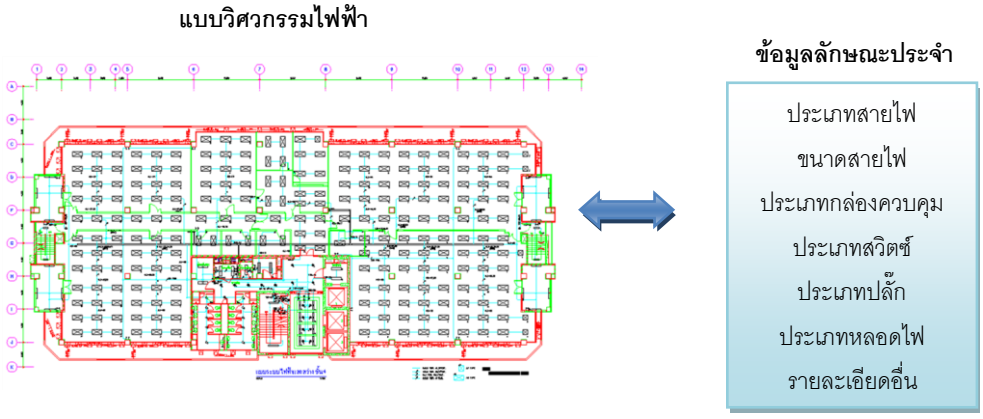
จากรูปที่ 3.4 จะเห็นว่าลักษณะกราฟิกที่เป็นเส้นจะเป็นตัวแทนของสายไฟฟ้า ซึ่งในระบบสารสนเทศอาคารจะคำนึงถึงความต่อเนื่องของข้อมูล ดังนั้นวัตถุเดียวกันควรมีความต่อเนื่องกัน โดยข้อจำกัดของลักษณะกราฟิกสายไฟฟ้าภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าคือสายไฟฟ้าในวงจรเดียวกันจะตัดกันไม่ได้ จึงต้องทำสัญลักษณ์ในการข้ามสาย ดังรูปที่ 3.5 ทำให้เกิดความต่อเนื่องของสายไฟได้



รูปที่ 3.5 สัญลักษณ์การข้ามสายของสายไฟฟ้า (ในวงกลม)

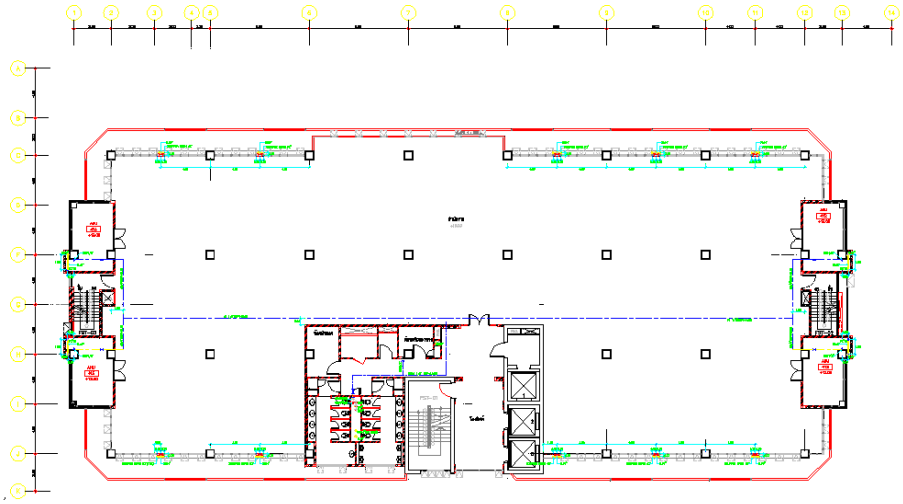
ลักษณะวัตถุที่เป็นบล็อก เป็นตัวแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าเดียวกันควรใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแทนวัตถุชนิดเดียวกันตลอดทั้งแบบ ข้อจำกัดคือแต่ละองค์กรอาจจะใช้สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันดังนั้นควรมีการวางแนวทางการเขียนแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว (จะกล่าวถึงในบทที่ 4)

จากการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้ากับข้อมูลลักษณะประจำที่ได้มาจากการสำรวจ



รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและข้อมูลลักษณะประจำ

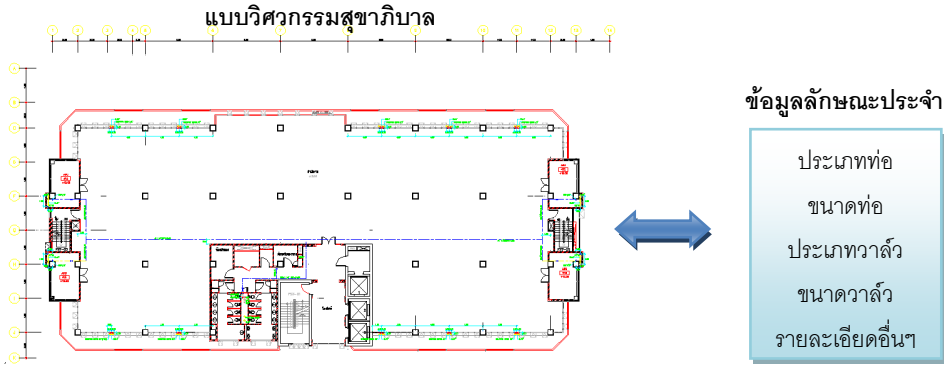
แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (Plumbing Drawing) เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงทิศทางของระบบท่อน้ำในอาคาร ที่รวมทั้งน้ำดีและน้ำเสียหรือของเหลวอื่นๆ ที่ต้องใช้การส่งด้วยระบบท่อ ซึ่งการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลต้องอ้างอิงตำแหน่งจากแบบแปลน (ในที่นี้จะทำการศึกษาเฉพาะในส่วนของแบบระบบประปาเท่านั้น เนื่องจากในระบบอื่นๆมีลักษณะที่เหมือนกันสามารถนำแนวทางนี้ไปใช้งานได้ทั้งหมด) โดยลักษณะของกราฟิกภายในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลแบ่งออกได้สองประเภทใหญ่คือ กราฟิกที่เป็นเส้นและลักษณะกราฟิกที่เป็น สัญลักษณ์หรือเรียกว่า บล็อก (Block) ที่เป็นตัวแทนวัตถุ เช่น วาล์วน้ำ เป็นต้น ดังรูปที่ 3.7 ตัวอย่างของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

ในลักษณะกราฟิกที่เป็นเส้นของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลนั้นจะต่างจากแบบไฟฟ้าตรงที่เส้นสามารถที่ตัดกันได้ซึ่งไม่มีผลกระทบใดๆกับระบบประปา ดังนั้นในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารสามารถทำให้เส้นที่เป็นวัตถุเดียวกันมีความต่อเนื่องกันได้ ในส่วนของลักษณะวัตถุที่เป็นบล็อกที่เป็นตัวแทนอุปกรณ์

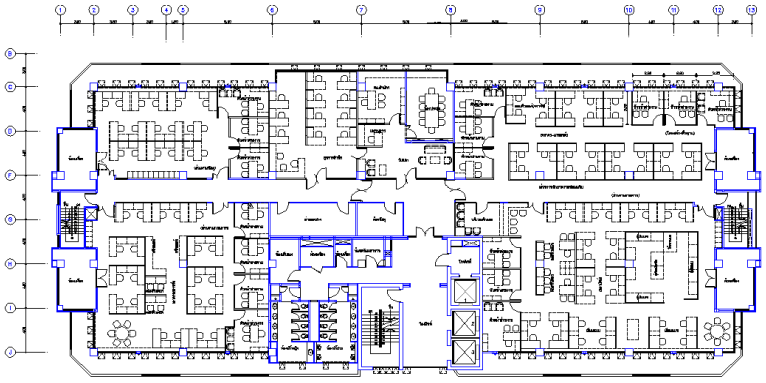
สุขาภิบาลภายในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลควรใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแทนวัตถุชนิดเดียวกันตลอดทั้งแบบ โดยมีข้อจำกัดคือแต่ละองค์กรอาจจะใช้สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันดังนั้นควรมีการวางแนวทางการเขียนแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จะกล่าวถึงในบทที่ 4 จากการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกภายในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลกับข้อมูลลักษณะประจำที่ได้มาจากการสำรวจ



รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลและข้อมูลลักษณะประจำ

3.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟิกภายในแบบอาคารกับการบริหารจัดการทรัพย์สิน

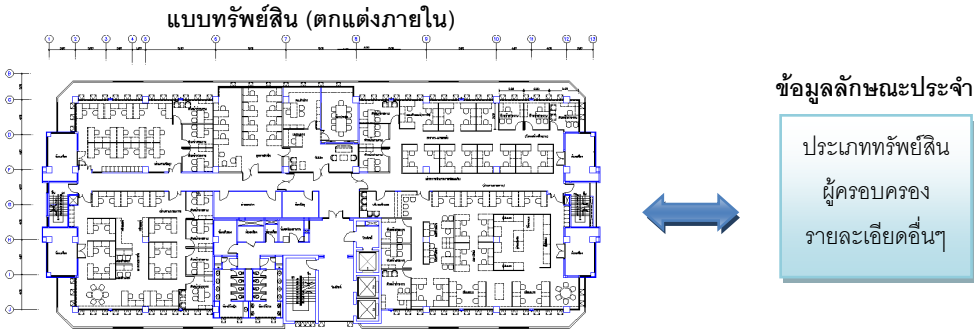
การบริหารจัดการทรัพย์สินเพื่อให้สามารถใช้อสังหาริมทรัพย์ได้อย่างคุ้มค่าและตอบสนองประโยชน์สูงสุด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะทรัพย์สินที่อยู่ภายในตัวอาคารเท่านั้น ซึ่งหมายความว่าแบบที่นำมาใช้งานจะต้องสามารถบอกถึงพื้นที่ที่ทรัพย์สินนั้นตั้งอยู่และสัญลักษณ์ที่เป็นตัว แทนของตัวทรัพย์สินเอง ดังนั้นแบบที่นำมาใช้งานคือแบบแปลนของอาคารที่มีสัญลักษณ์ของทรัพย์สินอยู่ภายในแบบหรือเรียกว่าแบบตกแต่งภายใน (Interior) ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)

ในรูปที่ 3.9 จะเป็นแบบตกแต่งภายในซึ่งจุดประสงค์ของแบบตกแต่งภายในคือใช้เพื่อแสดงถึงการจัดสรรพื้นที่ภายในตัวอาคารตามความต้องการของผู้ใช้งานพื้นที่หรือเจ้าของอาคาร ดังนั้นแบบชนิดนี้สามารถที่จะบอกถึงจำนวน ประเภท สถานะการใช้งานของทรัพย์สินได้ ดังนั้นลักษณะวัตถุที่เป็นบล็อกที่เป็น

ตัวแทนของทรัพย์สินภายในแบบควรใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแทนวัตถุชนิดเดียวกันตลอดทั้งแบบและสามารถที่จะเป็นตัวแทนของวัตถุนั้นได้อย่างเหมาะสมและเข้าใจง่าย โดยมีข้อจำกัดคือแต่ละองค์กรอาจจะใช้สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันดังนั้นควรมีการวางแนวทางการเขียนแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจะกล่าวถึงในบทที่ 4 จากการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกภายในแบบตกแต่งภายในกับข้อมูลลักษณะประจำที่ได้มาจากการสำรวจ



รูปที่ 3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบตกแต่งภายในและข้อมูลลักษณะประจำ

3.3.4 สรุปความสำคัญของแบบอาคารแต่ละประเภทในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร

จากการศึกษาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทและข้อมูลลักษณะประจำที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคารในข้อ 3.3.1 ถึง 3.3.4 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.9 ดังนี้

ตารางที่ 3.9 สรุปความสำคัญของแบบอาคารแต่ละประเภทในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร

ประเภทแบบอาคาร	ลักษณะสมบัติกราฟิกที่เหมาะสม	วัตถุประสงค์
แบบแปลน	ขอบเขตพื้นที่ภายในแบบต้องเป็นรูปปิด (Close Polyline)	เพื่อสามารถจำแนก ประเภทการใช้ประโยชน์ได้ชัดเจน
แบบวิศวกรรมไฟฟ้า	ข้อมูลเส้นโคร่งข่ายต้องเป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline)	เพื่อทราบถึงความเชื่อมโยงระหว่างวัตถุและเกี่ยวเนื่องกับความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างวัตถุภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์
	ข้อมูลสัญลักษณ์เป็นในรูปแบบของบล็อก : วัตถุชนิดเดียวกันต้องใช้สัญลักษณ์เหมือนกันตลอดทั้งแบบ	เพื่อจำแนกการประเภทของวัตถุได้อย่างชัดเจนและเกี่ยวเนื่องกับความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างวัตถุภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 3.9 สรุปความสำคัญของแบบแต่ละประเภทในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร (ต่อ)

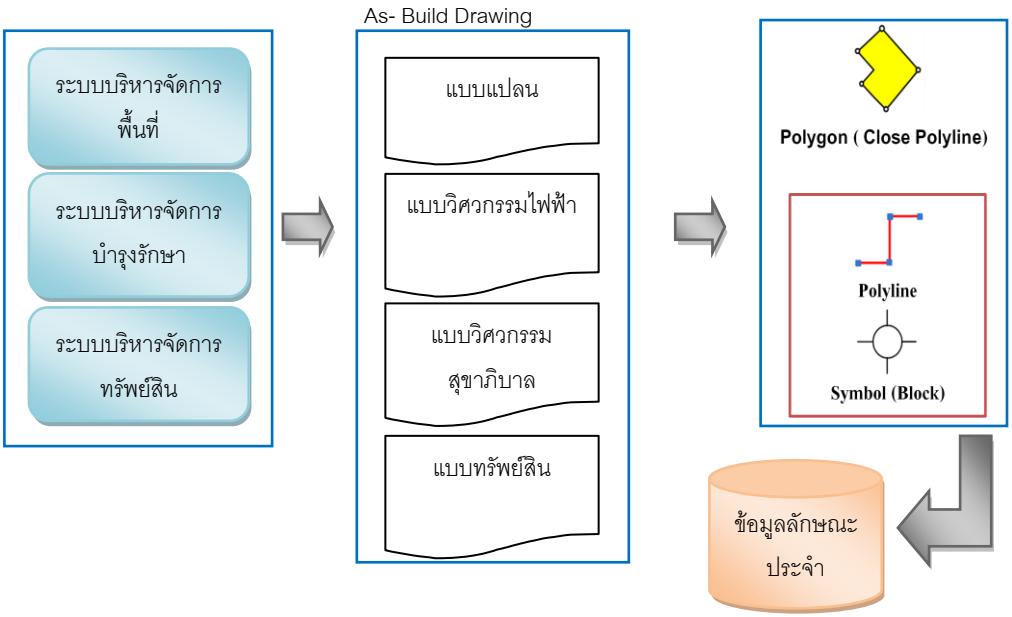
ประเภทแบบอาคาร	ลักษณะสมบัติกราฟิกที่เหมาะสม	วัตถุประสงค์
แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล	ข้อมูลเส้นโครงข่ายต้องเป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline)	เพื่อทราบถึงความเชื่อมโยงระหว่างวัตถุและเกี่ยวเนื่องกับความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างวัตถุภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์
	ข้อมูลสัญลักษณ์เป็นในรูปแบบของบล็อก : วัตถุชนิดเดียวกันต้องใช้สัญลักษณ์เหมือนกันตลอดทั้งแบบ	เพื่อจำแนกการประเภทของวัตถุได้อย่างชัดเจนและเกี่ยวเนื่องกับความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างวัตถุภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์
แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)	ข้อมูลสัญลักษณ์เป็นในรูปแบบของบล็อก : วัตถุชนิดเดียวกันต้องใช้สัญลักษณ์เหมือนกันตลอดทั้งแบบ	เพื่อจำแนกการประเภทของวัตถุได้อย่างชัดเจนและเกี่ยวเนื่องกับความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างวัตถุภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์

3.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อความในแบบอาคารกับระบบบริหารจัดการอาคาร

แบบอาคารแต่ละประเภทจะประกอบด้วยข้อมูลกราฟิกและข้อความ (Text) ซึ่งใช้อธิบายความต่างๆเกี่ยวกับกราฟิกนั้นๆ ซึ่งมีทั้งไม่มีและมีในความต้องการการใช้ข้อมูล อีกทั้งข้อความที่มีอยู่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเขียนข้อมูลที่ตรงตามความต้องการการใช้ข้อมูลขึ้นมาใหม่ ให้อยู่ในระบบที่สามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้นั้น คือการเขียนอยู่ในระบบฐานข้อมูล ซึ่งการเขียนข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูลนั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยเครื่องมือช่วยเพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งาน และยังจะต้องสามารถเชื่อมโยงกับวัตถุในรูปแบบกราฟิกภายในแบบอาคารได้อีกด้วย ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงต่อไปในบทที่ 4

สรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับแบบอาคารได้ดังรูปที่ 3.11 อธิบายได้ว่าในระบบบริหารจัดการอาคารทั้งสามระบบซึ่งประกอบไปด้วย ระบบบริหารจัดการพื้นที่ ระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา และระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแบบอาคาร คือแบบแปลน แบบวิศวกรรมไฟฟ้า แบบวิศวกรรมสุขาภิบาลและแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) โดยแบบที่นำมาใช้งานจะต้องเป็นแบบ As-Build Drawing เท่านั้น เพื่อข้อมูลกราฟิกภายในแบบตรงกับพื้นที่ภายในอาคารจริง โดยแบบที่มีความสำคัญที่สุดคือแบบแปลนของอาคาร และนำมาใช้งานกับการบริหารจัดการพื้นที่และการบริหารจัดการทรัพย์สิน โดยลักษณะกราฟิกที่แสดงถึงขอบเขตพื้นที่ภายในแบบต้องเขียนด้วยลักษณะที่เป็นรูปปิด ส่วนแบบไฟฟ้าและแบบสุขาภิบาล ใช้กับระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา โดยมี

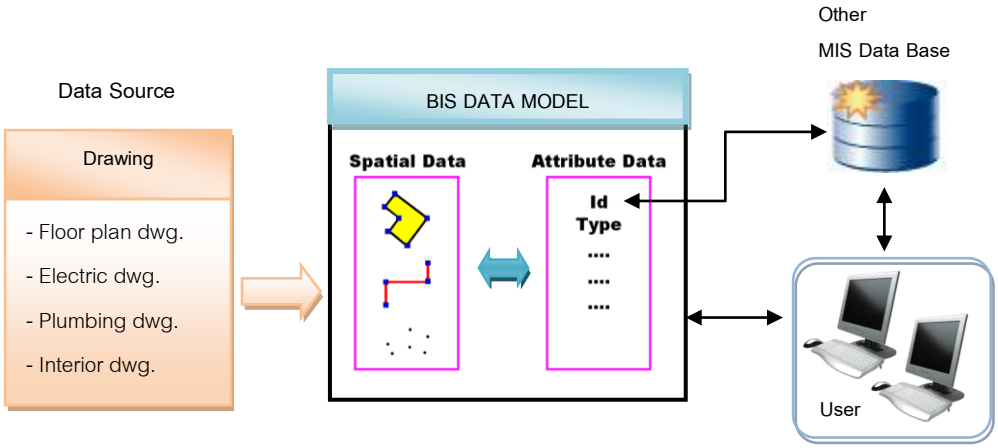
ความสัมพันธ์กันเชิงตำแหน่งกับแบบแปลน ซึ่งลักษณะทางกราฟิกที่เป็นเส้นหากเป็นเส้นเดียวกันจะต้องมีความต่อเนื่องกัน โดยข้อจำกัดในส่วนของแบบไฟฟ้าซึ่งกล่าวถึงแนวทางการแก้ไขไปในข้างต้น และกราฟิกที่เป็นสัญลักษณ์ที่แทนด้วยวัตถุเดียวกันต้องเหมือนกันตลอดทั้งแบบ โดยมีข้อจำกัดในเรื่องของการใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุในแบบซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปในบทที่ 4 ส่วนข้อความภายในแบบจะต้องเขียนให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล และต้องสามารถเชื่อมโยงกับวัตถุภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆได้ เพื่อสามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ โดยอาศัยเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงต่อไป



รูปที่ 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบบริหารจัดการอาคารกับแบบอาคารและข้อมูลลักษณะประจำ

3.4 ออกแบบแบบจำลองข้อมูล

แบบจำลองข้อมูล (Data model) คือ การทำให้เห็นถึงกระบวนการของแนวคิดที่เป็นลำดับขั้นตอน และรูปแบบข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงวัตถุหรือความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับฐานข้อมูล (David Arctur and Michael Zeiler : 2004) ซึ่งข้อมูลปริภูมิคือข้อมูลกราฟิกที่อยู่ภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีแบบแปลน (Floor Plan) เป็นฐาน (Base) ของงานอาคารเพราะเป็นส่วนที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งของวัตถุต่างๆที่อยู่ภายในอาคาร ส่วนข้อมูลลักษณะประจำคือข้อมูลพื้นฐานในการใช้งานที่มีความสัมพันธ์กับแบบอาคารดังรูปที่ 3.12 ซึ่งแสดงแนวคิดของการออกแบบแบบจำลองข้อมูลที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุคือข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์และฐานข้อมูลคือข้อมูลลักษณะประจำ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลอื่นๆภายนอกได้ด้วยการใช้รหัสเป็นตัวเชื่อมโยง ทั้งหมดนี้ผู้ใช้งานสามารถเรียกค้น ข้อมูลที่ต้องการ



รูปที่ 3.12 แนวคิดของแบบจำลองข้อมูลเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร

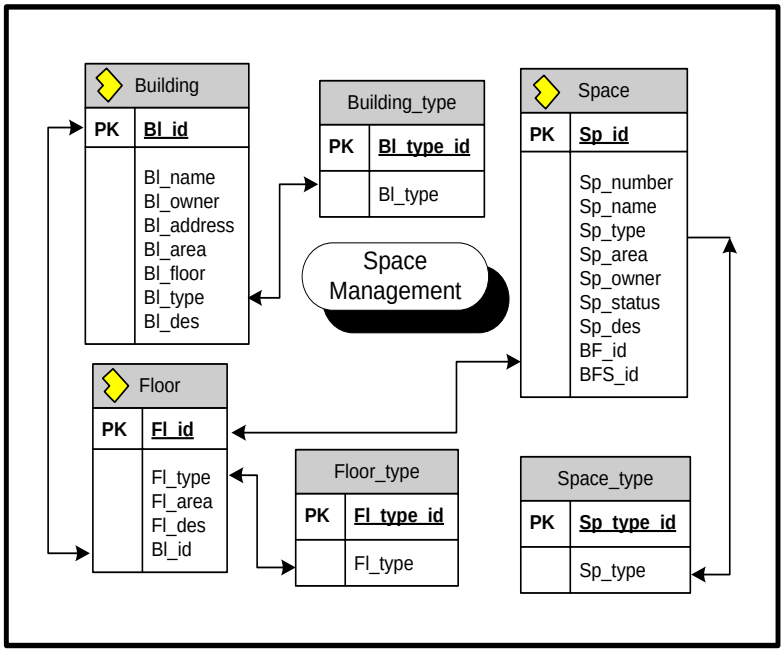
3.4.1 แนวคิดในการออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

การออกแบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารได้กำหนดแนวคิดในการออกแบบไว้ดังนี้

- ออกแบบโดยให้รองรับกับข้อมูลที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคารที่ได้จากการสำรวจสอบถามถึงความต้องการการใช้งานข้อมูลขั้นพื้นฐาน
- ไม่มีความซับซ้อนเพื่อไม่ให้เกิดความยุ่งยากในการดำเนินงานของผู้ปฏิบัติงานด้านข้อมูล

3.4.2 แบบจำลองข้อมูลระบบการบริหารจัดการพื้นที่

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกกับข้อมูลลักษณะประจำที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 3.3.1 สามารถนำมาใช้เพื่อการออกแบบแบบจำลองข้อมูลระบบการบริหารจัดการพื้นที่ เพื่อการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร แสดงดังรูปที่ 3.13

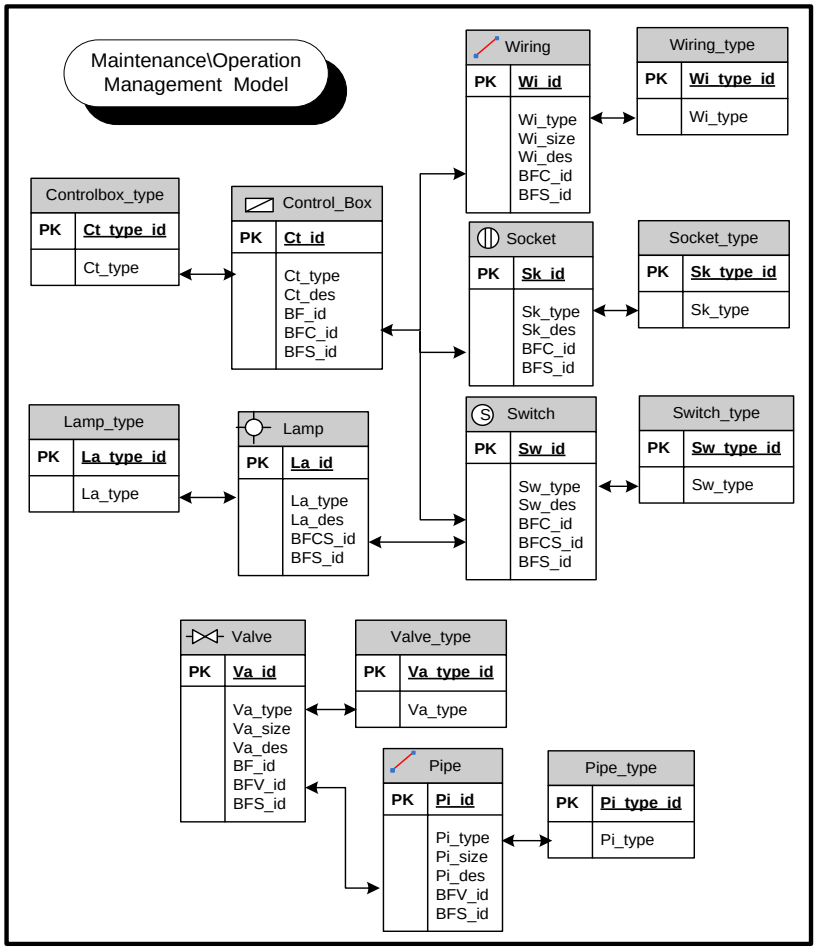


รูปที่ 3.13 แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการพื้นที่

จากรูปที่ 3.13 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่เกี่ยวข้องอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน คือส่วนของตัวอาคาร ส่วนของชั้น และส่วนของพื้นที่ แต่ละส่วนอธิบายได้ดังนี้ ส่วนที่ 1 ส่วนของตัวอาคารจะเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลเฉพาะของอาคารแต่ละหลังและใช้ลักษณะสมบัติทางกราฟิกคือรูปปิด (Polygon) ที่มีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของตัวอาคารโดยมีรหัสอาคาร (Bl_id) เป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล ใช้สำหรับกรณีที่มีอาคารในการบริหารจัดการมากกว่าหรือเท่ากับ 1 หลัง ส่วนที่ 2 ส่วนของชั้น จะเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลเฉพาะของชั้นแต่ละชั้นและใช้ลักษณะสมบัติทางกราฟิกคือรูปปิด (Polygon) ที่มีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของแต่ละชั้นโดยมีรหัสชั้น (Fl_id) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับรหัสอาคารเป็นตัวเชื่อมโยง ส่วนที่ 3 ส่วนของพื้นที่ จะเป็นส่วนที่เก็บข้อมูลเฉพาะของพื้นที่นั้นซึ่งหมายถึงพื้นที่ทั้งหมดในตัวอาคาร เช่น ห้อง บริเวณโถง ระเบียง โถงบันได ฯลฯ โดยใช้ลักษณะสมบัติทางกราฟิกคือรูปปิด (Polygon) ที่มีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของพื้นที่โดยมีรหัสชั้น (Sp_id) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับรหัสอาคารและรหัสชั้นเป็นตัวเชื่อมโยง โดยทั้ง 3 ส่วนนั้นจะสามารถเพิ่มเติมข้อมูลประเภทการใช้ประโยชน์ (Type) ไว้ภายนอกได้ซึ่งข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่มีรายละเอียดมากและสามารถเปลี่ยนแปลงได้บ่อยตามความเหมาะสมหรือความต้องการของผู้ใช้งาน

3.4.3 แบบจำลองข้อมูลระบบการบริหารจัดการบำรุงรักษา

จากการศึกษาวิเคราะห์ในข้อที่ 3.3.2 ทำให้ทราบว่าลักษณะสมบัติของข้อมูลกราฟิกภายในแบบที่จะนำมาใช้งานจะประกอบไปด้วย 2 ลักษณะสำคัญคือ ลักษณะที่เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline) และลักษณะที่เป็นบล็อก (Block) ซึ่งในทั้ง 2 ลักษณะจะเชื่อมโยงฐานข้อมูลดังรูปที่ 3.14 แสดงให้เห็นถึงแบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการบำรุงรักษาที่ประกอบด้วยลักษณะสมบัติทางกราฟิกที่เป็นเส้นต่อเนื่องและบล็อก ทั้งในส่วนของระบบไฟฟ้าและระบบประปา



รูปที่ 3.14 แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการบำรุงรักษา

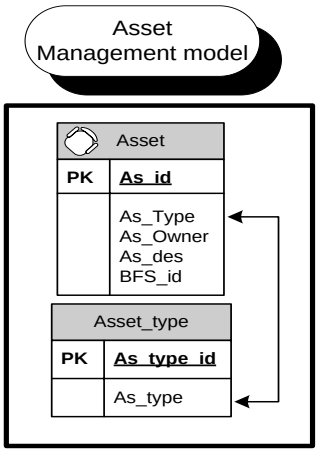
ระบบไฟฟ้า ตัวอย่างลักษณะสมบัติทางกราฟิกที่เป็นเส้นต่อเนื่องได้แก่ สายไฟฟ้า (wiring) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล ที่มีรหัสสายไฟ (Wi_id) เป็นตัวเชื่อมโยงอีกทั้งข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลของการบริหารจัดการพื้นที่ด้วยรหัส (BFS_id) เพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง และความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลตู้ควบคุมไฟฟ้า (BFC_id) เพื่อการอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่างวงจรไฟฟ้า ตัวอย่างลักษณะสมบัติกราฟิกที่เป็นบล็อกได้แก่ดวงโคม (Lamp) ที่มีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลซึ่งมีรหัสดวงโคม (La_id) เป็นตัวเชื่อมโยง อีกทั้งข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลของการบริหารจัดการพื้นที่ด้วยรหัส (BFS_id) เพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง และความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลตู้ควบคุมไฟฟ้าและสวิตซ์ไฟฟ้า (BFCS_id) เพื่อการอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่างวงจรไฟฟ้า

ระบบประปา ตัวอย่างลักษณะสมบัติทางกราฟิกที่เป็นเส้นต่อเนื่องได้แก่ ท่อประปา (Pipe) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล ที่มีรหัสสายไฟ (Pi_id) เป็นตัวเชื่อมโยงอีกทั้งข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลของการบริหารจัดการพื้นที่ด้วยรหัส (BFS_id) เพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง และความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลวาล์ว (BFV_id) เพื่อการอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่างระบบประปา ตัวอย่าง

ลักษณะสมบัติกราฟิกที่เป็นบล็อกได้แก่วาล์ว (Valve) ที่มีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลซึ่งมีรหัสวาล์ว (Va_id) เป็นตัวเชื่อมโยง อีกทั้งข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลของการบริหารจัดการพื้นที่ด้วยรหัส (BFS_id) เพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง โดยมีรหัส BFV_id เพื่อเป็นรหัสที่ไว้สร้างความสัมพันธ์ของระบบประปา โดยทั้งหมดนั้นจะสามารถเพิ่มเติมข้อมูลประเภท (Type) ไว้ภายนอกได้ซึ่งข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่มีรายละเอียดมากและสามารถเปลี่ยนแปลงได้บ่อยตามความเหมาะสมหรือความต้องการของผู้ใช้งาน

3.4.4 แบบจำลองข้อมูลระบบการบริหารจัดการทรัพย์สิน

ลักษณะสมบัติทางกราฟิกของระบบบริหารจัดการทรัพย์สินจะเป็นในรูปแบบของบล็อกที่เป็นตัวแทนของวัตถุภายในแบบตกแต่งภายในซึ่งจะมีมากมายหลากหลายรูปแบบโดยท้ายที่สุดความต้องการจะเหมือนกันตามการสำรวจความต้องการการใช้ข้อมูล ในที่นี้จึงจัดทำแบบจำลองขึ้นมาเพียง 1 แบบแต่สามารถนำไปใช้ได้ในทุกรูปแบบของทรัพย์สินที่ต้องการซึ่งเป็นทรัพย์สินประเภทเก้าอี้สำนักงาน โดยมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.15

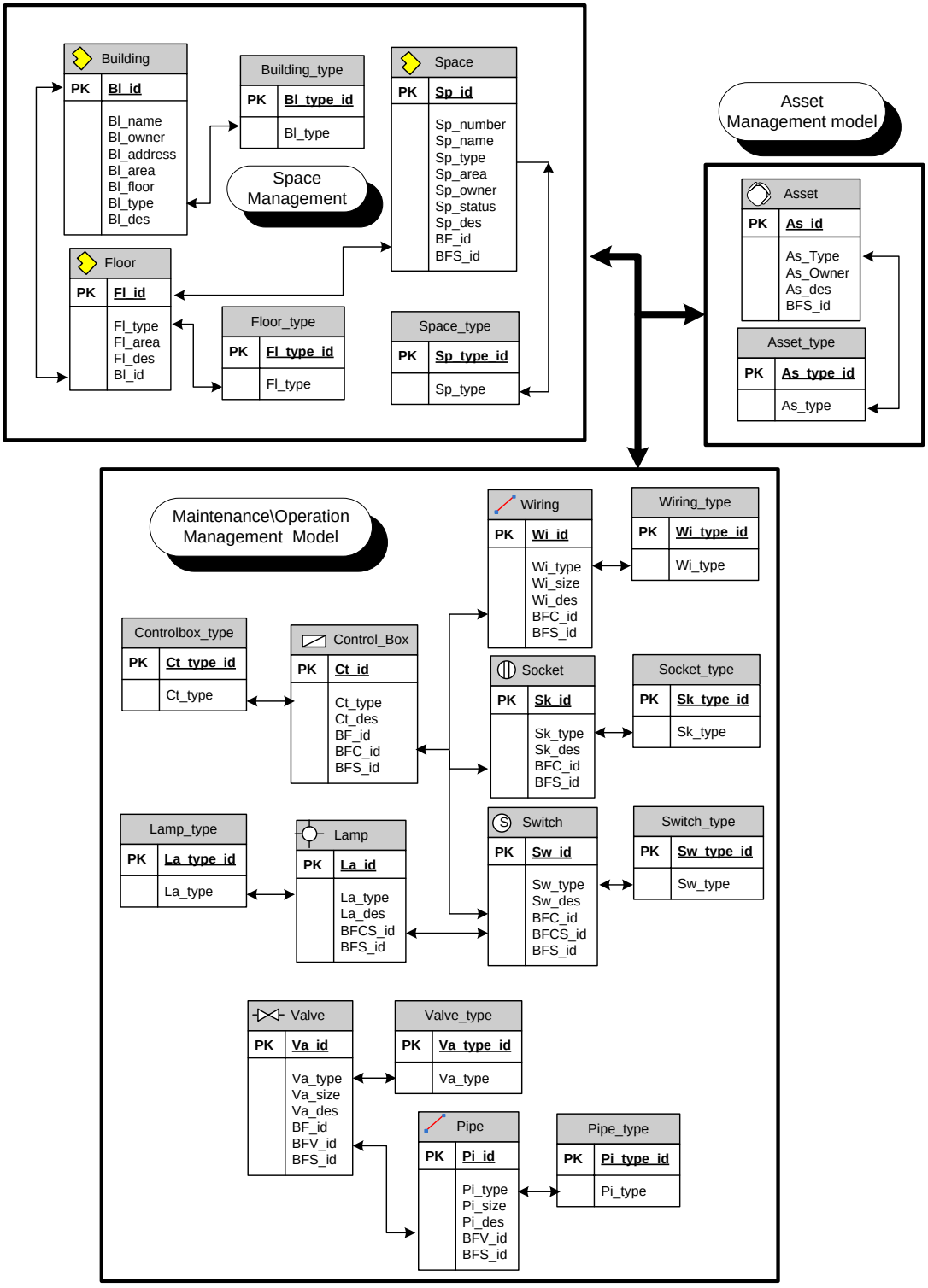


รูปที่ 3.15 แบบจำลองข้อมูลระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน

จากรูปที่ 3.15 ในฐานข้อมูลมีรหัสทรัพย์สิน (As_id) เป็นตัวเชื่อมโยงกับข้อมูลกราฟิก อีกทั้งข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลของการบริหารจัดการพื้นที่ด้วยรหัส (BFS_id) เพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง อีกทั้งสามารถเพิ่มเติมข้อมูลประเภทของทรัพย์สิน (Type) ไว้ภายนอกได้ซึ่งข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่มีรายละเอียดมากและสามารถเปลี่ยนแปลงได้บ่อยตามความเหมาะสมหรือความต้องการของผู้ใช้งาน

สรุปแบบจำลองข้อมูลเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร จากการศึกษาวิเคราะห์จากข้อ 3.2 และ 3.3 สามารถออกแบบแบบจำลองข้อมูลได้ดังรูปที่ 3.16 โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริภูมิ ที่เป็นข้อมูลกราฟิกที่อยู่ภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลลักษณะประจำที่เป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานบ่งบอกถึงลักษณะสมบัติของวัตถุ (data dict ตามภาคผนวก ข) โดยใช้ระบบสารสนเทศ

ปริภูมิมาเป็นบรรทัดฐาน ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าในการบริหารจัดการพื้นที่ ต้องการรูปแบบกราฟิกในลักษณะของรูปปิด ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ภายในอาคาร โดยในแต่ละรูปปิดจะสัมพันธ์กับฐานข้อมูล ซึ่งได้จากการศึกษาถึงความต้องการข้อมูลขั้นพื้นฐานในการใช้งานและมีความสัมพันธ์กับระบบบริหารจัดการบำรุงรักษาและระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน ที่แต่ละข้อมูลมีความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลกราฟิกในรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งาน ประกอบด้วยรูปแบบที่เป็นเส้นต่อเนื่องและรูปแบบที่เป็นบล็อกหรือสัญลักษณ์ กับข้อมูลขั้นพื้นฐานในฐานข้อมูล ซึ่งในข้อมูลทั้งหมดจะมีความเชื่อมโยงกันทั้งหมดเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร โดยก่อนที่จะนำแบบจำลองข้อมูลไปใช้งานจะต้องสร้างแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ให้ได้ตรงตามแบบจำลองข้อมูลเสียก่อน ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการเขียนแบบเพื่อรองรับกับแบบจำลองข้อมูลนี้ซึ่งจะกล่าวในบทที่ 4 ต่อไป



รูปที่ 3.16 แบบจำลองข้อมูลเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร

บทที่ 4
แนวทางการเขียนแบบ

จากการศึกษาการออกแบบแบบจำลองข้อมูลเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศอาคารในบทที่ 3 ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่มีความจำเป็นขั้นพื้นฐานในการใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร และทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นในลักษณะของกราฟิกกับข้อมูลลักษณะประจำ หรือกล่าวได้ว่าเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง Spatial data และ Non-Spatial data หรือ Attribute เพื่อการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร แต่ในการนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งานนั้นยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้โดยสะดวก เนื่องด้วยแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์มีวิธีการเขียนแบบที่หลากหลาย และไม่รองรับการนำเข้าข้อมูลที่มีความจำเป็นขั้นพื้นฐาน อีกทั้งไม่รองรับกับแบบจำลองข้อมูลอาคารดังกล่าว ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการเขียนแบบเพื่อรองรับกับแบบจำลองข้อมูลอาคาร เพื่อสามารถนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งานในระบบสารสนเทศอาคารได้ การกำหนดแนวทางในการเขียนแบบเพื่อให้แบบที่ได้รองรับกับแบบจำลองข้อมูลอาคารเพื่อสามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ หลักการคือใช้การศึกษามาตรฐานการเขียนแบบในปัจจุบันและการเขียนแบบในปัจจุบันภายในประเทศ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องในการนำมาใช้งานจริงและนำมากำหนดแนวทางการเขียนแบบที่ต้องการ

4.1 ผลการศึกษามาตรฐานการเขียนแบบปัจจุบันในประเทศ

ปัจจุบันการเขียนแบบก่อสร้างในประเทศมีวิธีการเขียนที่หลากหลายขึ้นอยู่กับความสะดวกและความเคยชินของแต่ละบริษัท ทำให้การนำแบบมาใช้ร่วมกันเกิดปัญหา ทางสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับ 2549 ขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานเขียนแบบเพื่อแก้ปัญหาของข้อมูล และสามารถที่จะทำงานร่วมกันได้ไม่ว่าจะเป็นบริษัทหรือหน่วยงานภายในประเทศและระดับสากล โดยอ้างอิงจากมาตรฐานสากล (National CAD Standard (NCS) ver.3 , AIA Layer Guidelines ,Tri-services Color Guide , ISO 13567 และข้อมูลประกอบจากมาตรฐานของสำนักงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) โดยมีโครงสร้างของเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

- แนวคิดของการจัดทำคู่มือ
- ความเป็นมา
- กระบวนการทำงาน
- การจัดชุดของแบบและตั้งชื่อ
- การตั้งชื่อแฟ้มงาน

- การกำหนดชื่อเลเยอร์
- การจัดองค์ประกอบของแผ่นงาน
- มาตรฐานการเขียนแบบ
- เปรียบเทียบมาตรฐาน NCS และ มอก.
- สัญลักษณ์ในแบบ
- การให้คำอธิบาย
- ข้อมูลเชิงตาราง
- มาตรฐานการใช้สี
- คำย่อ
- นิยามศัพท์
- ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ
- ภาคผนวก

จากการศึกษาพบว่ามาตรฐานนี้ได้จัดทำขึ้นโดยใช้การอ้างอิงมาตรฐานต่างประเทศที่เป็นสากล (รายละเอียดโดยสรุปของมาตรฐานนี้สามารถดูได้จาก ภาคผนวก ค) ซึ่งจากการศึกษาวิเคราะห์พบว่ามาตรฐานนี้สามารถรองรับกับการเขียนแบบเพื่อนำแบบที่ได้ไปใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคารได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องในการเขียนแบบเพื่อให้แบบรองรับกับแบบจำลองข้อมูลและนำมาไปใช้ในระบบบริหารจัดการอาคารทั้ง 3 ระบบ ได้ ซึ่งก็คือการกำหนดชื่อชั้นข้อมูลรวมไปถึงการกำหนดการใช้สี ลักษณะของเส้น ประเภทเส้นที่ใช้เขียน ซึ่งจะกล่าวถึงในการนำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยามไปใช้งาน (ข้อที่ 4.3) ซึ่งในบางส่วนยังไม่ครบถ้วนมากนัก ดังนั้นการนำไปใช้งานเพื่อจัดทำแนวทางการเขียนแบบนั้นจะประกอบด้วยส่วนที่สามารถนำมาตรฐานการเขียนแบบของสมาคมสถาปนิกสยาม ฉบับ 2549 ที่มีอยู่แล้วมาใช้งานได้ทันที และส่วนใดที่มาตรฐานนี้ไม่รองรับจะทำการสร้างขึ้นมาใหม่ตามหลักการของมาตรฐานนี้

4.2 ผลการศึกษาวิธีการเขียนแบบในปัจจุบัน

ก่อนที่จะดำเนินการกำหนดแนวทางการเขียนแบบให้รองรับกับแบบจำลองข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารนั้นจะต้องทำการศึกษาถึงวิธีการเขียนแบบในปัจจุบัน (โดยสังเขป) ซึ่งได้ทำการศึกษาและสำรวจสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานด้านการเขียนแบบ (Draft man) ที่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบอาคารจากบริษัทต่างกัน โดยทำการศึกษาเฉพาะแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบบริหารจัดการอาคารขั้นพื้นฐานเท่านั้น ประกอบด้วยแบบแปลน, แบบวิศวกรรมไฟฟ้า, แบบวิศวกรรมสุขาภิบาลและแบบตกแต่งภายใน โดยสรุปแต่ละแบบได้ดังนี้

4.2.1 แบบแปลน

1. เริ่มต้นจากการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการก่อนด้วยการสร้างเส้นร่าง (Grid line) เพื่อเป็นโครงร่างของพื้นที่ โดยทำการแบ่งพื้นที่ตามที่ได้ออกแบบไว้เป็นช่องๆ ซึ่งเส้นร่างนี้จะเป็นเส้นกึ่งกลางของเสา , คาน หรือผนังแล้วแต่การออกแบบอาคาร
2. เขียนเสาตามขนาดหน้าตัดของเสาโดยใช้เส้นร่างเป็นกึ่งกลางของเสา
3. เขียนผนังโดยใช้เสาเป็นมุมของห้องโดยให้ด้านใดด้านหนึ่งของผนังเรียบสนิทกับแนวเสาและใช้การ Offset ตามขนาดของความหนาผนังออกมา
4. เปิดช่องทางเข้าออกในพื้นที่ เช่น ประตู หน้าต่าง ตามขนาดที่ออกแบบพร้อมทั้งใส่สัญลักษณ์ ประตู หน้าต่าง ซึ่งได้จัดทำเป็นบล็อกไว้แล้ว
5. ใส่รูปร่างของสุภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งได้จัดทำเป็นบล็อกไว้แล้ว
6. ใส่ระยะเพื่อบอกขนาดของส่วนต่างๆภายในแปลน
7. เพิ่มสัญลักษณ์ต่างๆให้เรียบร้อย
8. ใส่คำอธิบายต่างๆลงในแบบ เช่นชื่อห้องแต่ละห้อง โดยใช้เป็นบล็อกหรือข้อความเป็นอับจบขั้นตอนการเขียนแบบแปลน

โดยในการเขียนแบบส่วนมากแล้วเส้นที่เขียนทั้งหมดจะเป็นลักษณะของเส้นตรง (Line) ไม่มีความต่อเนื่องของเส้น และกำหนดชื่อชั้นข้อมูล (Layer) ตามลักษณะของแต่ละองค์กรซึ่งมีความแตกต่างกัน ซึ่งไม่มีการนำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยาม ฉบับปี 2549 มาใช้งานอย่างจริงจัง

4.2.2 แบบวิศวกรรมไฟฟ้า

1. แทรกแปลนพื้นเข้ามาในพื้นที่วาดภาพเพื่อนำมาใช้เป็นการอ้างอิงตำแหน่งของงานไฟฟ้า เช่นตำแหน่งของ สายไฟ หรือดวงโคมเป็นต้น
2. ทำการเขียนสัญลักษณ์ของ สวิตช์ , เต้าเสียบ และดวงโคม ทำเป็นบล็อกและนำไปวางในตำแหน่งตามที่ออกแบบไว้
3. เขียนเส้นแทนสายไฟเพื่อเชื่อมระหว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้เกิดวงจรของไฟฟ้าโดยหากสายไฟลากผ่านหรือทับกันแต่เป็นคนละวงจรให้ใช้สัญลักษณ์การข้ามเส้นเขียนในบริเวณนั้นเพื่อแสดงว่าสายไฟเส้นนี้ไม่ได้เป็นวงจรเดียวกัน
4. ใส่คำอธิบายต่างๆลงในแบบให้สมบูรณ์ โดยใช้การเขียนเป็นข้อความแทรกลงไปในแบบและใช้ลูกศรชี้ไปที่วัตถุที่ต้องการอธิบาย

ซึ่งในการเขียนแบบนั้นเส้นทั้งหมดจะใช้การเขียนด้วยเส้นตรง (line) หรือเส้นโค้ง (Arc) และกำหนดชื่อของชั้นข้อมูล (Layer) ตามรูปแบบขององค์กรแต่ละองค์กรซึ่งมีความแตกต่างกัน ซึ่งไม่มีการนำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยาม ฉบับปี 2549 มาใช้งานอย่างจริงจัง

4.2.3 แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

1. แทรกแปลนพื้นเข้ามาในพื้นที่วาดภาพเพื่อนำมาใช้เป็นการอ้างอิงตำแหน่งของงานสุขาภิบาล เช่นตำแหน่งของ ท่อ วาล์วน้ำหรือสุขภัณฑ์เป็นต้น
2. ทำการเขียนสัญลักษณ์ของ วาล์ว และสุขภัณฑ์ ทำเป็นบล็อก และนำไปวางในตำแหน่งตามที่ออกแบบไว้
3. เขียนเส้นแทนท่อประปาเพื่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์
4. ใส่คำอธิบายต่างๆลงในแบบให้สมบูรณ์โดยใช้การเขียนเป็นข้อความแทรกลงไปในแบบและใช้ลูกศรชี้ไปที่วัตถุที่ต้องการอธิบาย

ซึ่งในการเขียนแบบนั้นเส้นทั้งหมดจะใช้การเขียนด้วยเส้นตรง (line) หรือเส้นโค้ง (Arc) และกำหนดชื่อของชั้นข้อมูล (Layer) ตามรูปแบบขององค์กรแต่ละองค์กรซึ่งมีความแตกต่างกัน ซึ่งไม่มีการนำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยาม ฉบับปี 2549 มาใช้งานอย่างจริงจัง

4.2.4 แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)

1. แทรกแปลนพื้นเข้ามาในพื้นที่วาดภาพเพื่อนำมาใช้เป็นการอ้างอิงตำแหน่งวัตถุทรัพย์สินภายในอาคาร
2. ทำการเขียนสัญลักษณ์วัตถุทรัพย์สินทำเป็นบล็อก และนำไปวางในตำแหน่งตามที่ออกแบบไว้
3. ใส่คำอธิบายต่างๆลงในแบบให้สมบูรณ์โดยใช้การเขียนเป็นข้อความแทรกลงไปในแบบและใช้ลูกศรชี้ไปที่วัตถุที่ต้องการอธิบาย หรือใช้ในลักษณะของบล็อกเพิ่ม รวมกับวัตถุเพื่อใช้อธิบายวัตถุได้

โดยในการเขียนแบบจะสร้างเส้นร่างตามระยะเพื่อการอ้างอิงตำแหน่งของวัตถุตามระยะที่ได้ออกแบบไว้แล้วจึงทำการวางสัญลักษณ์ของทรัพย์สินไว้ตามตำแหน่งนั้นๆ ส่วนการกำหนดชื่อชั้นข้อมูล (Layer) จะกำหนดตามลักษณะของแต่ละองค์กรซึ่งมีความแตกต่างกัน ไม่มีการนำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยาม ฉบับปี 2549 มาใช้งานอย่างจริงจัง

จากการศึกษาวิเคราะห์วิธีการเขียนแบบของแต่ละบริษัทหรือองค์กร ผลคือมีความคล้ายคลึงกันในวิธีการเขียนกราฟิก แต่ส่วนการจัดการข้อมูลและการจัดการโครงสร้างของแบบเช่น การให้ชื่อชั้นข้อมูลไม่ตรงกันเนื่องจากความเคยชินหรือมาตรฐานในแต่ละบริษัท อีกทั้งการเขียนแบบในปัจจุบันไม่ได้รองรับกับระบบฐานข้อมูลตามแบบจำลองข้อมูลและไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี จึงจำเป็นจะต้องกำหนดแนวทางการเขียนแบบขึ้นเพื่อจัดการลักษณะสมบัติที่เหมาะสมของกราฟิกภายในแบบให้เป็นไปตามแบบจำลองข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ รวมทั้งพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบเพื่อให้การเขียนแบบสะดวกรวดเร็วและสามารถนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นในการบริหารจัดการอาคารขั้นพื้นฐานตามแบบจำลอง

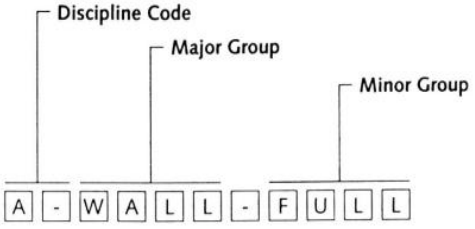
ข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกราฟิกภายในแบบได้ เพื่อนำแบบที่ได้มาใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคาร

4.3 การนำมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยามไปใช้งาน

ในงานเขียนแบบก่อสร้างอาคารนั้นควรอย่างยิ่งที่จะนำเอามาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์มาใช้งานอย่างเต็มระบบเพื่อสามารถที่จะนำแบบมาใช้งานร่วมกันได้ระหว่างองค์กรอีกทั้งเป็นการสร้างมาตรฐานระดับประเทศเพื่อไปสู่ระดับสากล ซึ่งการกำหนดแนวทางการเขียนแบบในงานวิจัยนี้ใช้หลักการและการอ้างอิงจากมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ ฉบับ 2549 เป็นหลัก โดยในงานวิจัยนี้จะขอกล่าวถึงมาตรฐานที่นำมาใช้งานเฉพาะส่วนที่มีผลกระทบกับแบบจำลองข้อมูลและระบบบริหารจัดการอาคารเท่านั้น และส่วนใดที่มาตรฐานของทางสมาคมสถาปนิกสยามไม่รองรับ ผู้วิจัยจะทำการสร้างขึ้นมาใหม่เพื่อให้รองรับกับแบบจำลองและการนำแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การกำหนดรูปแบบการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer Naming)

การกำหนดรูปแบบของชั้นข้อมูล (Layer) จะเรียงจากซ้ายไปขวา ตั้งแต่กลุ่มของข้อมูลย่อยลงไปถึงรายละเอียดแต่ลำดับนั้นจะคั่นด้วยเครื่องหมายขีด (dash) และคำย่อจะใช้ภาษาอังกฤษที่เป็นคำย่อในงานก่อสร้างที่รู้จักกันดีอยู่แล้วมาใช้งาน ดังรูปที่ 4.1



Layer name with major and minor group

รูปที่ 4.1 รูปแบบการตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer Naming)

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าแบ่งเป็น 3 ระดับ ตั้งแต่กลุ่มสาขา (Discipline) หัวข้อหลัก (Major group) หัวข้อย่อย (Minor group) ซึ่งแต่ละระดับจะคั่นด้วยเครื่องหมายขีด (dash) คำที่ใช้จะใช้คำย่อในด้านงานก่อสร้างทำให้สะดวกในการจดจำและเข้าใจได้ อธิบายได้ดังนี้

- **รหัสกลุ่มสาขา** (Discipline Code)

เป็นตัวอักษรที่แสดงถึงกลุ่มสาขาหลักของแบบนั้นโดยใช้อักษรตัวหน้าแทนกลุ่มสาขางานนั้น (เว้นสาขางาน Equipment ใช้อักษร Q) โดยรายละเอียดตามรูปที่ 4.2

Designator	Discipline
G	General
H	Hazardous Materials
C	Civil
L	Landscape
S	Structure
A	Architecture
I	Interiors
Q	Equipment
F	Fire Protection
P	Plumbing
M	Mechanical
E	Electrical
T	Telecommunications
R	Resource

รูปที่ 4.2 รหัสกลุ่มสาขา (Discipline)

– **รหัสกลุ่มข้อมูลหลัก** (Major group)

กลุ่มข้อมูลหลักจะสัมพันธ์กับกลุ่มสาขา โดยจะประกอบด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ 4 หลักเพื่ออธิบายขยายความจากรหัสหัวข้อหลัก เช่น WALL เมื่ออยู่ในกลุ่มสาขา Architecture จะหมายถึงงานผนัง หากอยู่ในกลุ่ม Structure จะหมายถึงงานโครงสร้างผนัง

– **รหัสกลุ่มข้อมูลรอง** (Minor Group)

เป็นรหัสเพื่อขยายความเพิ่มเติมจากกลุ่มข้อมูลหลัก โดยจะประกอบด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ 4 หลักเพื่ออธิบายขยายความจากรหัสหัวข้อหลัก เช่น A-WALL-FULL หมายถึงงานสถาปัตยกรรมเกี่ยวกับผนังก่อชนเพดาน ตัวอย่างการใช้งานบริหารจัดการพื้นที่ดังต่อไปนี้

A-FLOR-OTLN

A	หมายถึง	กลุ่มสาขางานสถาปัตยกรรม (Architecture)
FLOR	หมายถึง	กลุ่มข้อมูลหลักงานพื้น (Floor)
OTLN	หมายถึง	กลุ่มข้อมูลรองขอบเขตพื้นที่ (Outline)

4.4 แนวทางการเขียนแบบ

จากการศึกษาวิเคราะห์ถึงมาตรฐานการเขียนแบบอาคารในปัจจุบัน และวิธีการเขียนแบบที่พนักงานเขียนแบบใช้ในปัจจุบันในข้อ 4.2 สามารถกำหนดแนวทางการเขียนแบบให้สอดคล้องตามแบบจำลองข้อมูลเพื่อนำแบบอาคารไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ โดยใช้การกำหนดการตั้งชื่อชั้นข้อมูลจากข้อ 4.3.1 มาใช้ร่วมกัน โดยการอ้างอิงถึงมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้างของสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ ฉบับ 2549 โดยกำหนดแนวทางการเขียนแบบเฉพาะส่วนที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคารขั้นพื้นฐานเท่านั้น ซึ่งในการเขียนแบบอาคารเพื่อรองรับกับการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารนั้นจะมีแนวทางในการเขียนแบบใน 2 กรณี คือ

- การเขียนแบบอาคารในลักษณะที่ไม่มีโทโปโลจี

หมายถึง การเขียนแบบที่ไม่มีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุซึ่งก็คือการเขียนแบบในงานก่อสร้างโดยปกติ ซึ่งก็สามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้แต่จะขาดความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุไป แต่ก็สามารถที่จะค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุผ่านในฐานข้อมูลได้

- การเขียนแบบอาคารในลักษณะที่มีโทโปโลจี

หมายถึง การเขียนแบบที่มีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุ ตัวอย่างเช่น ภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าสวิตซ์ไฟมีความสัมพันธ์กับสายไฟฟ้าและดวงโคมในการควบคุมการเปิดปิด เมื่อเลือกที่สายไฟที่มาเชื่อมต่อกับดวงโคมภายในแบบจะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุว่าสายไฟกับสวิตซ์ไฟตัวใดภายในแบบเป็นตัวควบคุมการเปิดปิดของดวงโคมดวงนี้ เป็นต้น หรือในทางตรงกันข้ามสามารถเลือกที่สายไฟที่มาเชื่อมต่อกับสวิตซ์ไฟเพื่อตรวจสอบว่าสวิตซ์ที่เลือกนั้นควบคุมการเปิดปิดดวงโคมไหนบ้าง เป็นต้น

ดังนั้นในการกำหนดแนวทางการเขียนแบบในงานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการกำหนดแนวทางการเขียนแบบขึ้นมาในทั้ง 2 กรณีเพื่อรองรับการเขียนแบบทั้งสองรูปแบบ โดยรายละเอียดในแต่ละแบบมีดังต่อไปนี้

4.4.1 แนวทางการเขียนแบบแปลน

ในการวิเคราะห์จะทำการแยกประเด็นองค์ประกอบของแบบแปลนมาเป็นสองประเภท คือ องค์ประกอบด้านกราฟิกและองค์ประกอบด้านข้อความ ซึ่งในการกำหนดแนวทางการเขียนแบบจะทำการวิเคราะห์แยกที่ละประเด็นโดยมีรายละเอียดดังนี้

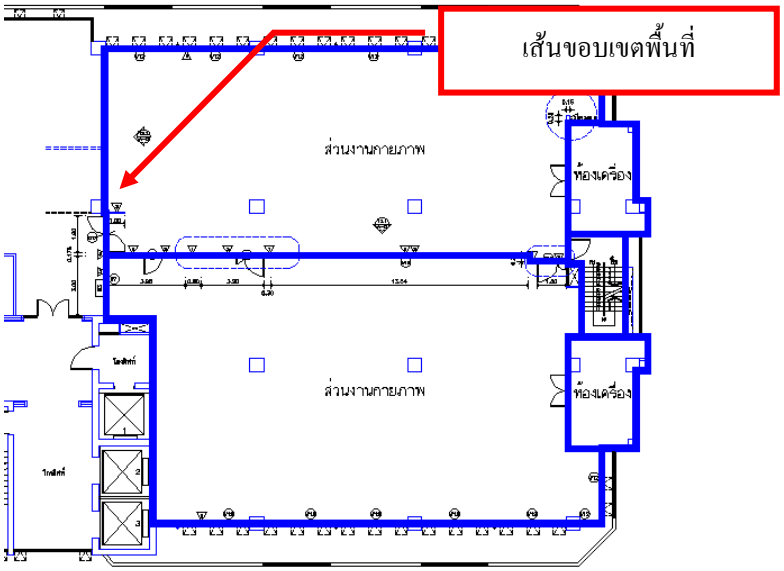
องค์ประกอบด้านกราฟิก (Graphic object) : แบบแปลนประกอบด้วยเส้นกราฟิกที่แสดงวัตถุต่างๆที่ประกอบเป็นอาคาร เช่น ตำแหน่งเสา ผนัง บันได เส้นบอกระยะ และสัญลักษณ์ที่เป็นตัวแทนของวัสดุหรืออุปกรณ์ประกอบอาคาร เช่นสัญลักษณ์ชนิดผนัง ชนิดหน้าต่าง ชนิดฝ้าเพดาน ชนิดประตู ชนิดหน้าต่าง ชนิดพื้น เป็นต้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ในบทที่ 3 ข้อ 3.2.1 แสดงถึงแบบอาคารที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ซึ่งคือแบบแปลน องค์ประกอบด้านกราฟิกที่สำคัญคือเส้นที่แสดงถึงขอบเขตของพื้นที่ภายในอาคาร โดยต้องการรูปแบบพื้นที่ในลักษณะของรูปปิด (Polygon) เพื่อให้ตอบความต้องการในการใช้ข้อมูลของการบริหารจัดการพื้นที่ได้ ซึ่งส่วนประกอบอื่นๆไม่กล่าวถึงเพราะไม่จำเป็นในการนำมาใช้ในระบบบริหารจัดการพื้นที่

ดังนั้นการเขียนขอบเขตของพื้นที่ภายในแบบแปลนต้องทำการเขียนด้วยรูปแบบของเส้นต่อเนื่องที่เป็นรูปปิด (Close Polyline) เพื่อสามารถแสดงถึงรูปปิดได้ ซึ่งส่วนที่เป็นพื้นที่ภายในแบบจะต้องมีเส้นต่อเนื่องที่เป็นรูปปิดครอบคลุมทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ห้องต่างๆ , ทางเดิน , ส่วนของโถงลิฟต์ เป็นต้น อีกทั้งการบอกขนาดของพื้นที่ใดๆในอาคารไม่ว่าจะดูจากแบบอาคารหรือการบอกขนาดพื้นที่เพื่อการจัดการต่างๆมักจะบอกด้วยขนาดที่วัดจากกึ่งกลางเสาถึงกึ่งกลางเสาหรือกึ่งกลางผนังถึงกึ่งกลางผนังอีก

ด้านหนึ่ง ซึ่งในการเริ่มต้นเขียนแบบก็จะเริ่มจากการลากเส้นร่างที่กึ่งกลางของเสาเพื่อกำหนดขอบเขตในการเขียนแบบเช่นกัน ดังนั้นตำแหน่งในการเขียนเส้นต่อเนื่องที่เป็นรูปปิดเพื่อแสดงถึงขอบเขตของพื้นที่นั้นๆควรจะเขียนที่กึ่งกลางของผนังซึ่งคือพื้นฐานที่ส่วนอื่นสามารถนำไปปรับปรุงง่าย มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 ซึ่งเป็นลักษณะของการเขียนเส้นขอบเขตของพื้นที่ โดยมีชื่อชั้นข้อมูลคือ A-FLOR-OTLN ใช้สีเบอร์ 6 เส้นที่ใช้เขียนแบบเป็นเส้นต่อเนื่องที่เป็นรูปปิด (Close Polyline) ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่นั้นคือการตั้งค่าการดึงดูดของจุดเชื่อมต่อ (Snap) ให้เส้นที่เขียนเป็นรูปปิด โดยขอบเขตพื้นที่ภายในแบบแปลนเมื่อเขียนเป็นรูปปิดก็จัดได้ว่ามีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี โดยแบบแปลนที่เขียนตามแนวทางการเขียนแบบแสดงดังรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 ข้อกำหนดแนวทางการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่ภายในแบบแปลน

แบบแปลน				
Layer name	Color	Line type	Feature	Description
A-FLOR-OTLN	6	Continuous	Close Polyline	ขอบเขตพื้นที่



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างแบบแปลนที่เขียนตามแนวทางการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่

จากรูปที่ 4.3 อธิบายได้ว่าเส้นขอบเขตพื้นที่เป็นเส้นที่เขียนด้วยเส้นต่อเนื่องที่เป็นรูปปิดเฉพาะของแต่ละพื้นที่ ซึ่งเขียนตามข้อกำหนดแนวทางการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่ภายในแบบแปลนในตารางที่ 4.1 (ในความเป็นจริงเส้นที่เขียนจะไม่หนาขนาดในรูป จุดประสงค์ที่เส้นในรูปหนาเพื่อเน้นถึง รายละเอียดที่ต้องการจะนำเสนอเท่านั้น)

องค์ประกอบด้านข้อความ (Text data) : ข้อมูลข้อความที่เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการพื้นที่นั้นประกอบด้วย รหัสประจำพื้นที่ , เลขประจำของพื้นที่ , ชื่อของพื้นที่ , ชั้นที่พื้นที่

นั้นตั้งอยู่ , ขนาดพื้นที่ , ประเภทการใช้งานในพื้นที่ , ชื่อผู้ครอบครองพื้นที่ , สถานะของการใช้งานและรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้บางส่วนได้มีอยู่ในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ (Drawing) อยู่แล้วเช่น ชื่อห้อง , ประเภทการใช้งาน เป็นต้น โดยมีวิธีการเขียนแบบต่างกันออกไป แล้วแต่บุคคลหรือหน่วยงาน เช่น เขียนโดยใช้ลักษณะของกลุ่มของข้อความ (Block Attribute) หรือข้อความ (Text) เป็นต้น โดยวิธีการที่ได้รับความนิยมคือการเขียนแบบกลุ่มของข้อความ แต่วิธีการเขียนทั้งสองรูปแบบนั้นมีข้อจำกัดในการป้อนข้อมูลลงไปในพื้นที่เขียนแบบซึ่งมีพื้นที่จำกัด อีกทั้งไม่สามารถนำมาใช้ในรูปแบบฐานข้อมูลซึ่งมีความพร้อมในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถตอบสนองข้อมูลลักษณะประจำที่ต้องการใส่ลงไปในแบบได้ ซึ่งรูปแบบที่สามารถตอบความต้องการนั้นได้คือระบบฐานข้อมูล ซึ่งในการป้อนข้อมูลลงไปเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำต้องมีการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพจะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป

สรุปในแนวทางการเขียนแบบส่วนแบบแปลนนั้นมีความต้องการการใช้ข้อมูลในส่วนของข้อมูลที่เป็นกราฟิกเฉพาะขอบเขตของพื้นที่เท่านั้นซึ่งจะต้องเป็นไปตามแนวทางการเขียนแบบในตารางที่ 4.1 ส่วนข้อมูลกราฟิกอื่นๆไม่ได้สนใจนำมาใช้งานในครั้งนี้ ส่วนข้อมูลลักษณะประจำอื่นๆจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลเพื่อการเรียกค้น ซึ่งต้องใช้การพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลกราฟิกกับฐานข้อมูลต่อไปซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 5

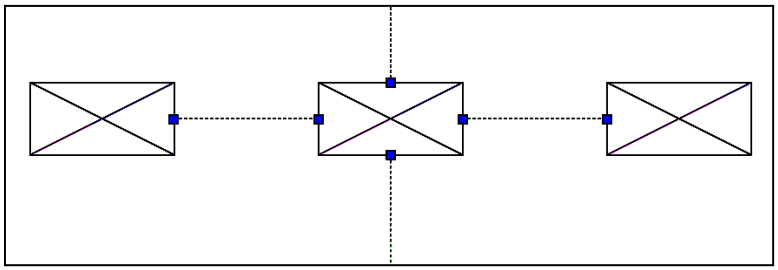
4.4.2 แนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า

ในการวิเคราะห์จะทำการแยกประเด็นองค์ประกอบของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าเป็นสองประเภทคือองค์ประกอบด้านกราฟิกและองค์ประกอบด้านข้อความ ซึ่งในการกำหนดแนวทางการเขียนแบบจะทำการวิเคราะห์แยกที่ละประเด็นโดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบด้านกราฟิก (Graphic object) : ในการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้าต่างจากแบบแปลนที่มีองค์ประกอบของกราฟิกในสองประเภทคือประเภทที่เป็นเส้นโครงข่ายและสัญลักษณ์ ที่ข้อมูลทั้งสองนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์ของวัตถุเชิงกราฟิกที่เรียกว่า โทโปโลจี เมื่ออยู่ในรูปแบบของระบบสารสนเทศอาคาร แต่ในการเขียนแบบให้มีลักษณะของโทโปโลจีนั้นจะใช้เวลามาก ซึ่งในการใช้งานด้านวิศวกรรมบางครั้งอาจจะไม่จำเป็นก็เป็นได้ ดังนั้นในการกำหนดแนวทางการเขียนแบบในที่นี้จะกล่าวถึงลักษณะการเขียนในทั้งสองกรณี

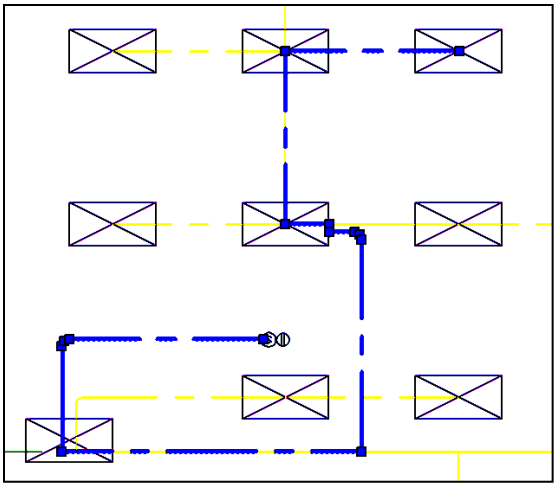
- การเขียนแบบในลักษณะที่ไม่มีโทโปโลจี : จากการศึกษาวิเคราะห์ในข้อ 3.2.2 นั้นลักษณะของเส้นจะต้องเป็นเส้นที่ต่อเนื่อง การเขียนแบบประเภทนี้เส้นที่เขียนแทนด้วยสายไฟฟ้านั้นจะต้องเขียนด้วยลักษณะเส้นที่เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline) ซึ่งการเขียนเส้นนั้นจะเขียนจากขอบเขตของวัตถุไปสู่อีกขอบเขตของวัตถุหนึ่งแล้วหยุด จากนั้นทำการเขียนเส้นใหม่ด้วยลักษณะดังกล่าวจนครบทุก

ตำแหน่งที่ต้องการซึ่งก็คือการเขียนแบบด้วยลักษณะเดิมแต่เปลี่ยนเป็นเขียนด้วยเส้นต่อเนื่องและเส้นเส้นเดียวกันจะต้องไม่ขาดออกจากกันดังรูปที่ 4.4 ส่วนกราฟิกที่เป็นสัญลักษณ์นั้นเขียนด้วยวิธีสร้างสัญลักษณ์ไว้ก่อนแล้วแทรก (Insert) เข้ามาในแบบตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้ในภายหลังเหมือนกับการเขียนแบบปกติแต่ชื่อเลเยอร์ที่ใช้งานนั้นจะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดในตารางที่ 4.3 เป็นซึ่งถือว่าไม่ได้กำหนดตายตัว สามารถปรับใช้ได้แต่สิ่งที่สำคัญของแนวทางการเขียนแบบที่จะต้องถือเป็นข้อกำหนด คือสัญลักษณ์ภายในแบบที่แทนด้วยวัตถุใด ต้องใช้สัญลักษณ์นั้นตลอดทั้งแบบของโครงการ



รูปที่ 4.4 แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้าในลักษณะที่ไม่มีโทโปโลจี

- การเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี : การเขียนกราฟิกภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าให้มีความสัมพันธ์เชิงโทโปโลจีนั้นจะใช้เวลามากกว่าการเขียนแบบไม่มีโทโปโลจีเนื่องจากวัตถุทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกันจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้งานในเชิงของสารสนเทศ ในการเขียนวัตถุที่เป็นเส้น จะต้องเขียนด้วยเส้นต่อเนื่อง (Polyline) โดยจะต้องต่อเนื่องกันตลอดทั้งเส้นจนถึงอีกตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุที่เกี่ยวข้องอื่น กล่าวคือจุดเริ่มต้นอยู่ที่วัตถุชนิดหนึ่งและจุดปลายจะต้องอยู่ที่วัตถุอีกชนิดหนึ่งที่สัมพันธ์ซึ่งจะต้องเขียนในลักษณะนี้ในทุกๆวัตถุ ตัวอย่างเช่น การเขียนสายไฟฟ้าเริ่มจากตำแหน่งจุดของวัตถุ (Insert point) ของสวิตซ์ไฟเขียนเส้นต่อเนื่องไปหาดวงโคมที่สัมพันธ์กันในการเปิดปิดสวิตซ์ เป็นต้น ดังรูปที่ 4.5 ซึ่งเป็นการเขียนเส้นสายไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสวิตซ์ไฟฟ้าที่เป็นตัวเปิดปิดกระแสไฟฟ้าให้กับดวงโคมที่ปลายเส้น ส่วนกราฟิกที่เป็นสัญลักษณ์นั้นเขียนด้วยวิธีสร้างสัญลักษณ์ไว้ก่อนแล้วแทรก (Insert) เข้ามาในแบบตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้ในภายหลังเหมือนกับการเขียนแบบปกติแต่ชื่อเลเยอร์ที่ใช้งานนั้นจะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดในตารางที่ 4.3 เป็นซึ่งถือว่าไม่ได้กำหนดตายตัว สามารถปรับใช้ได้แต่สิ่งที่สำคัญของแนวทางการเขียนแบบที่จะต้องถือเป็นข้อกำหนด คือสัญลักษณ์ภายในแบบที่แทนด้วยวัตถุใด ต้องใช้สัญลักษณ์นั้นตลอดทั้งแบบของโครงการ

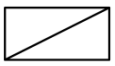
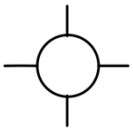


รูปที่ 4.5 แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้าในลักษณะที่มีโทโปโลจี

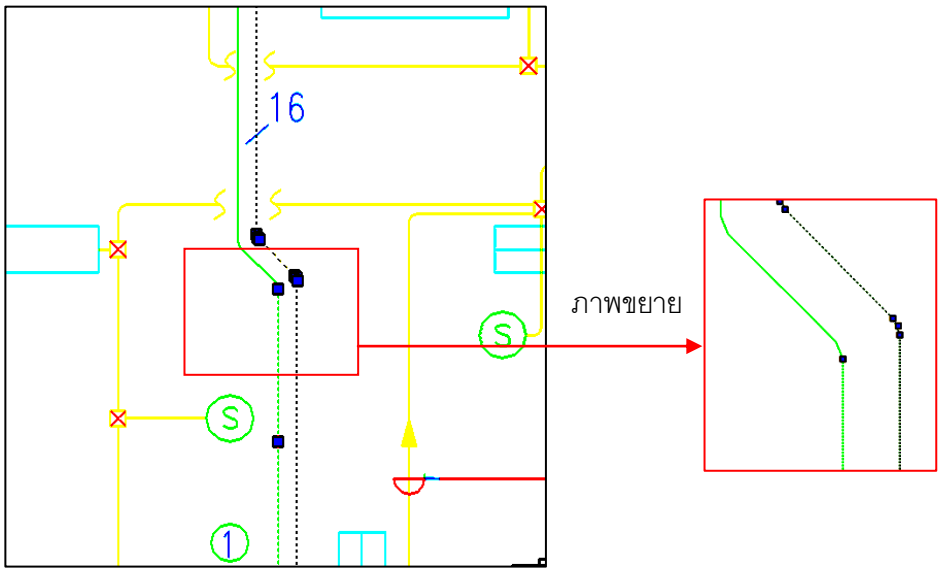
ตารางที่ 4.2 ข้อกำหนดแนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า

แบบวิศวกรรมไฟฟ้า				
Layer name	Color	Line type	Feature	Description
E-LITE-CIRC	83	Continuous	Polyline	วงจรไฟฟ้า (รวมทั้ง Cross lines และ homeruns)

ตารางที่ 4-3 ข้อกำหนดการใช้สัญลักษณ์ในการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า

แบบวิศวกรรมไฟฟ้า				
Layer name	Color	Symbol	Feature	Description
E-LITE-SOCK	163		Block	เต้ารับ
E-LITE-SWCH	163		Block	สวิตซ์ควบคุม สวิตซ์แสง และแผงควบคุมไฟแรงต่ำ
E-LITE-PANL	4		Block	แผงควบคุม Switchboard และแผงควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง
E-LAMP-CLING	203		Block	ดวงโคมที่ติดบนฝ้าเพดาน
E-LAMP-EMER	203		Block	ดวงโคมไฟฉุกเฉิน
E-LAMP-EXIT	203		Block	ดวงโคมไฟสัญญาณทางออก
E-LAMP-FLOR	203		Block	ดวงโคมแบบติดตั้งบนพื้น
E-LAMP-ROOF	203		Block	ไฟหลังคา
E-LAMP-SPCL	203		Block	ดวงโคมพิเศษอื่นๆ
E-LAMP-WALL	203		Block	ดวงโคมแบบติดตั้งบนผนัง

เมื่อแบบวิศวกรรมไฟฟ้าเขียนตามแนวทางการเขียนแบบตามตารางที่ 4.2 และ 4.3 เมื่อทำการเลือกเส้นที่แบบจะเห็นถึงความต่อเนื่องของเส้นที่เป็นวัตถุเดียวกัน ดังรูปที่ 4.6 ที่เปรียบเทียบเส้นที่เขียนตามแนวทางการเขียนแบบที่กำหนด (ด้านขวา) และเส้นที่เขียนด้วยวิธีปัจจุบัน (ด้านซ้าย)



รูปที่ 4.6 แสดงเส้นที่เขียนตามแนวทางการเขียนแบบกับวิธีปัจจุบัน

องค์ประกอบด้านข้อความ (Text data) : ข้อมูลข้อความที่เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการบำรุงรักษา (ไฟฟ้า) นั้นประกอบด้วย ประเภทสายไฟ , ขนาดสายไฟ , ประเภทกล่องควบคุม , ประเภทสวิตช์ , ประเภทดวงโคม , ประเภทปลั๊กไฟ และรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้บางส่วนได้มีอยู่ในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าอยู่แล้วเช่นขนาดของสายไฟ เป็นต้น โดยมีวิธีการเขียนแบบต่างกันออกไป แล้วแต่บุคคลหรือหน่วยงาน เช่น เขียนโดยใช้ลักษณะของกลุ่มของข้อความ (Block Attribute) หรือข้อความ (Text) เป็นต้น โดยวิธีการที่ได้รับความนิยมคือการเขียนแบบกลุ่มของข้อความ แต่วิธีการเขียนทั้งสองรูปแบบนั้นมีข้อจำกัดในการป้อนข้อมูลลงไปในพื้นที่เขียนแบบซึ่งมีพื้นที่จำกัด อีกทั้งไม่สามารถนำมาใช้ในรูปแบบฐานข้อมูลซึ่งมีความพร้อมในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถตอบสนองข้อมูลลักษณะประจำที่ต้องการใส่ลงไปในแบบได้ซึ่งรูปแบบที่สามารถตอบความต้องการนั้นได้คือระบบฐานข้อมูล ซึ่งในการป้อนข้อมูลลงไปเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำต้องมีการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพจะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป

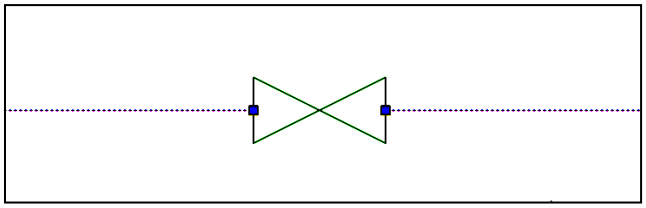
สรุปในแนวทางการเขียนแบบส่วนแบบวิศวกรรมไฟฟ้านั้นมีความต้องการการใช้ข้อมูลในส่วนของข้อมูลที่เป็นกราฟิกที่เป็นเส้นวัตถุเดียวกัน ต้องแสดงถึงความต่อเนื่องของเส้นโดยใช้การเขียนในลักษณะของเส้นต่อเนื่องคือ (Polyline) และสัญลักษณ์ซึ่งใช้การเขียนในลักษณะของบล็อก ส่วนข้อมูลลักษณะประจำอื่นๆจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลเพื่อการเรียกค้น ซึ่งต้องใช้การพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลกราฟิกกับฐานข้อมูลต่อไปซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 5

4.4.3 แนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (Plumbing Drawing) เป็นแบบที่แสดงให้เห็นถึงทิศทางของระบบท่อน้ำในอาคาร ซึ่งในการวิเคราะห์จะทำการแยกประเด็นองค์ประกอบของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลเป็นสองประเภท คือองค์ประกอบด้านกราฟิกและองค์ประกอบด้านข้อความ ซึ่งในการกำหนดแนวทางการเขียนแบบจะทำการวิเคราะห์แยกที่ละประเด็นโดยมีรายละเอียดดังนี้

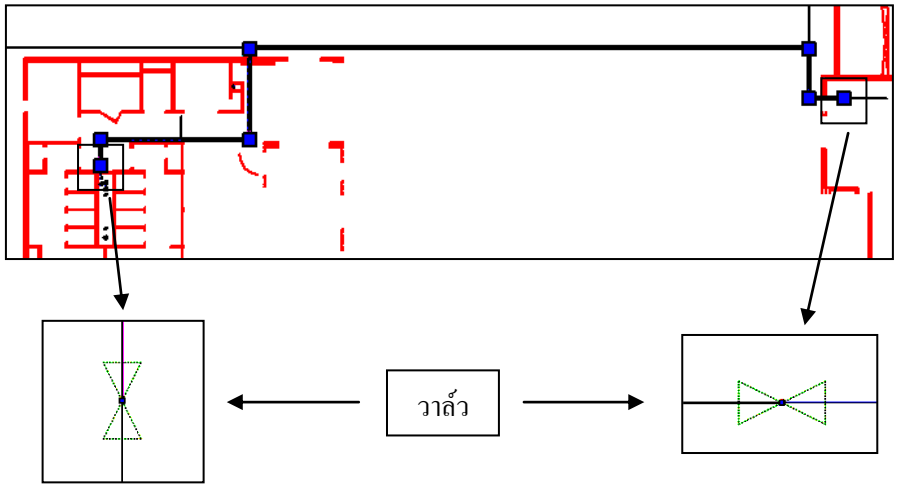
องค์ประกอบด้านกราฟิก (Graphic object) : ในการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลต่างจากแบบแปลนที่มีองค์ประกอบของกราฟิกในสองประเภทคือประเภทที่เป็นเส้นโครงข่ายและสัญลักษณ์เช่นเดียวกับแบบวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ข้อมูลทั้งสองนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์ของวัตถุเชิงกราฟิกที่เรียกว่าโทโปโลจี (Topology) เมื่ออยู่ในรูปแบบของระบบสารสนเทศอาคาร แต่ในการเขียนแบบให้มีลักษณะของโทโปโลจีนั้นจะใช้เวลามาก ซึ่งในการใช้งานด้านวิศวกรรมบางครั้งอาจจะไม่จำเป็นก็เป็นได้ ดังนั้นในการกำหนดแนวทางการเขียนแบบในที่นี้จะกล่าวถึงลักษณะการเขียนในทั้งสองกรณี

- การเขียนแบบในลักษณะที่ไม่มีโทโปโลจี : จากการศึกษาวิเคราะห์ในข้อ 3.2.2 นั้นลักษณะของเส้นจะต้องเป็นเส้นที่ต่อเนื่อง การเขียนแบบประเภทนี้เส้นที่เขียนแทนด้วยท่อนั้นจะต้องเขียนด้วยลักษณะเส้นที่เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline) ซึ่งการเขียนเส้นนั้นจะเขียนจากขอบเขตของวัตถุไปสู่อีกขอบเขตของวัตถุหนึ่งแล้วหยุด จากนั้นทำการเขียนเส้นใหม่ด้วยลักษณะดังกล่าวจนครบทุกตำแหน่งที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.7 ส่วนกราฟิกที่เป็นสัญลักษณ์นั้นเขียนด้วยวิธีสร้างสัญลักษณ์ไว้ก่อนแล้ว แทรก (Insert) เข้ามาในแบบตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้ในภายหลังเหมือนกับการเขียนแบบปกติแต่ชื่อเลเยอร์ที่ใช้งานนั้นจะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดในตารางที่ 4.5 เป็นซึ่งถือว่าไม่ได้กำหนดตายตัวสามารถปรับใช้ได้แต่สิ่งที่สำคัญของแนวทางการเขียนแบบที่จะต้องถือเป็นข้อกำหนด คือสัญลักษณ์ภายในแบบที่แทนด้วยวัตถุใด ต้องใช้สัญลักษณ์นั้นตลอดทั้งแบบของโครงการ



รูปที่ 4.7 แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลในลักษณะที่ไม่มีโทโปโลจี

- การเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี : การเขียนกราฟิกภายในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลให้มีความสัมพันธ์เชิงโทโปโลจีนั้นจะใช้เวลามากกว่าการเขียนแบบไม่มีโทโปโลจีเช่นเดียวกับแบบวิศวกรรมไฟฟ้าเนื่องจากวัตถุทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกันจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้งานในเชิงของสารสนเทศ ในการเขียนวัตถุที่เป็นเส้น จะต้องเขียนด้วยเส้นต่อเนื่อง (Polyline) โดยจะต้องต่อเนื่องกันตลอดทั้งเส้นจนถึงอีกตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุที่เกี่ยวข้องอื่น กล่าวคือจุดเริ่มต้นอยู่ที่วัตถุชนิดหนึ่งและจุดปลายจะต้องอยู่ที่วัตถุอีกชนิดหนึ่งที่สัมพันธ์ซึ่งจะต้องเขียนในลักษณะนี้ในทุกๆวัตถุ ตัวอย่างเช่น การเขียนท่อประปาเริ่มจากตำแหน่งจุดของวัตถุ (Insert point) ของวาล์วเขียนเส้นต่อเนื่องไปหาอุปกรณ์ที่สัมพันธ์กัน เป็นต้น ดังรูปที่ 4.8 ซึ่งเป็นการเขียนเส้นท่อน้ำที่มีความสัมพันธ์ระหว่างวาล์วที่เป็นตัวเปิดปิดจ่ายน้ำให้กับวาล์วที่ปลายเส้น ส่วนกราฟิกที่เป็นสัญลักษณ์นั้นเขียนด้วยวิธีสร้างสัญลักษณ์ไว้ก่อนแล้วแทรก (Insert) เข้ามาในแบบตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้ในภายหลังเหมือนกับการเขียนแบบปกติแต่ชื่อเลเยอร์ที่ใช้งานนั้นจะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดในตารางที่ 4.5 เป็นซึ่งถือว่าไม่ได้กำหนดตายตัว สามารถปรับใช้ได้แต่สิ่งที่สำคัญของแนวทางการเขียนแบบที่จะต้องถือเป็นข้อกำหนด คือสัญลักษณ์ภายในแบบที่แทนด้วยวัตถุใด ต้องใช้สัญลักษณ์นั้นตลอดทั้งแบบของโครงการ



รูปที่ 4.8 แสดงการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลในลักษณะที่มีโทโปโลจี

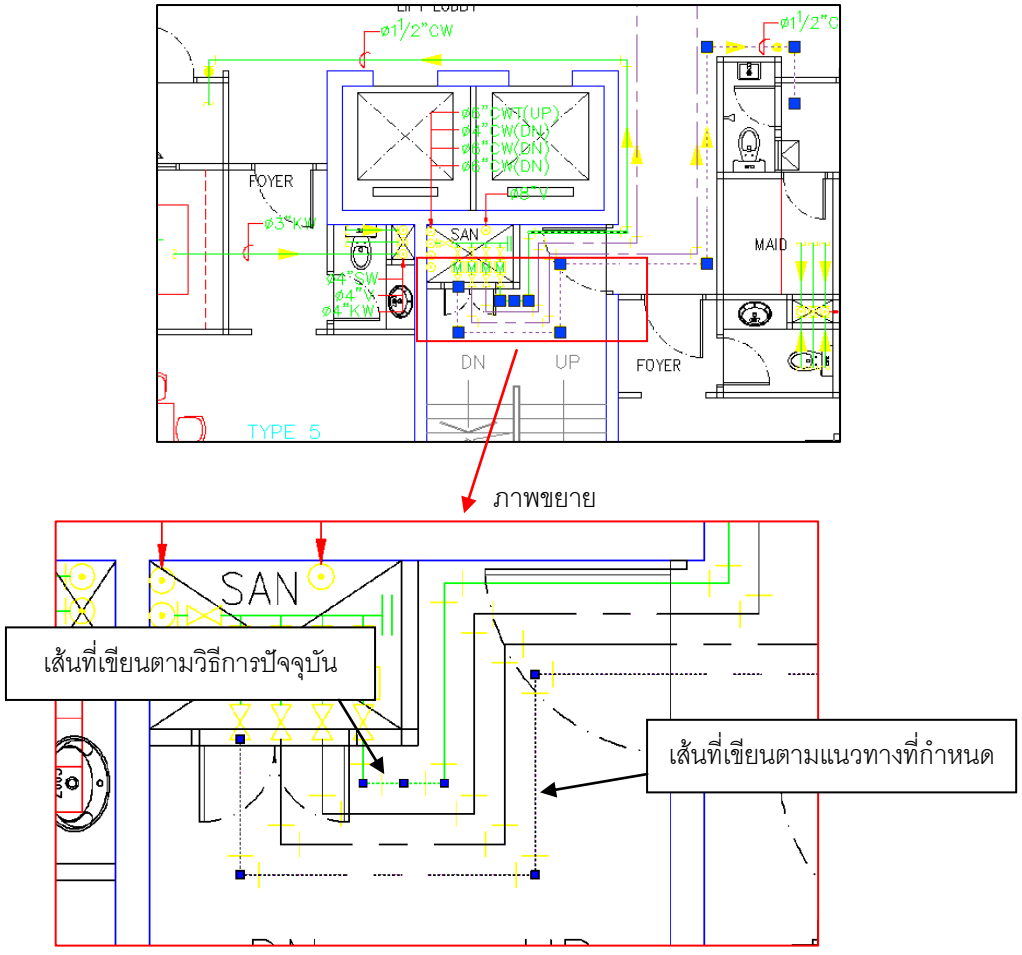
ตารางที่ 4.4 ข้อกำหนดแนวทางการเขียนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล				
Layer name	Color	Line type	Feature	Description
P-SANR-PIPE	203	Center	Polyline	ระบบท่อ (สุขาภิบาล)
P-SANR-RISR	203	Center	Polyline	ท่อยืนระบบสุขาภิบาล
P-SANR-VENT	203	Center	Polyline	ท่อระบายอากาศ

ตารางที่ 4.5 รูปแบบบล็อกที่ใช้งานในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล				
Layer name	Color	Symbol	Feature	Description
P-DOMW-ACCS	82		Block	วาล์ว

เมื่อแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลเขียนตามแนวทางการเขียนแบบตามตารางที่ 4.4 และ 4.5 เมื่อทำการเลือกเส้นที่แบบจะเห็นถึงความต่อเนื่องของเส้นที่เป็นวัตถุเดียวกัน ดังรูปที่ 4.9 ที่เปรียบเทียบเส้นที่เขียนตามแนวทางการเขียนแบบที่กำหนด และเส้นที่เขียนด้วยวิธีปัจจุบัน ส่วนการใช้สัญลักษณ์ในการเขียนแบบตามข้อกำหนดของแนวทางการเขียนแบบที่จะต้องถือเป็นข้อกำหนด คือสัญลักษณ์ภายในแบบที่แทนด้วยวัตถุใด ต้องใช้สัญลักษณ์นั้นตลอดทั้งแบบของโครงการ



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

องค์ประกอบด้านข้อความ (Text data) : ข้อมูลข้อความที่เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการบำรุงรักษา (ประปา) นั้นประกอบด้วย ประเภทท่อ , ขนาดท่อ , ประเภทวาล์ว , ขนาด

วาล์ว และรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้บางส่วนได้มีอยู่ในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลอยู่แล้วเช่นขนาดของท่อ เป็นต้น โดยมีวิธีการเขียนแบบต่างกันออกไป แล้วแต่บุคคลหรือหน่วยงาน เช่น เขียนโดยใช้ลักษณะของกลุ่มของข้อความ (Block Attribute) หรือข้อความ (Text) เป็นต้น โดยวิธีการที่ได้รับความนิยมคือการเขียนแบบกลุ่มของข้อความ แต่วิธีการเขียนทั้งสองรูปแบบนั้นมีข้อจำกัดในการป้อนข้อมูลลงไปในพื้นที่เขียนแบบซึ่งมีพื้นที่จำกัด อีกทั้งไม่สามารถนำมาใช้ในรูปแบบฐานข้อมูลซึ่งมีความพร้อมในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถตอบสนองข้อมูลลักษณะประจำที่ต้องการใส่ลงไปในแบบได้ ซึ่งรูปแบบที่สามารถตอบความต้องการนั้นได้คือระบบฐานข้อมูล ซึ่งในการป้อนข้อมูลลงไปเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำต้องมีการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ จะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป

สรุปในแนวทางการเขียนแบบส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล นั้นมีความต้องการการใช้ข้อมูลในส่วนของข้อมูลที่เป็นกราฟิกที่เป็นเส้นวัตถุเดียวกัน ต้องแสดงถึงความต่อเนื่องของเส้นโดยใช้การเขียนในลักษณะของเส้นต่อเนื่องคือ (Polyline) และสัญลักษณ์ซึ่งใช้การเขียนในลักษณะของบล็อก ส่วนข้อมูลลักษณะประจำอื่นๆจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลเพื่อการเรียกค้น ซึ่งต้องใช้การพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลกราฟิกกับฐานข้อมูลต่อไปซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 5

4.4.4 แนวทางการเขียนแบบตกแต่งภายใน

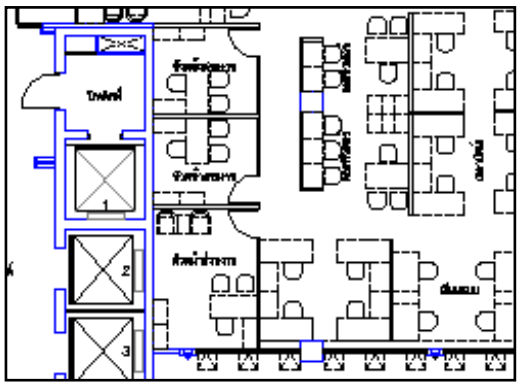
แบบตกแต่งภายในคือแบบที่แสดงถึงตำแหน่งและประเภทของทรัพย์สินทั้งที่เคลื่อนย้ายได้และเคลื่อนย้ายไม่ได้ ที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่ที่สนใจ เช่น ภายในห้อง หรือ ภายในชั้นของอาคาร โดยใช้การอ้างอิงตำแหน่งจากแบบแปลนและเพิ่มสัญลักษณ์ที่เป็นตัวแทนของวัตถุนั้นลงไปในแบบแปลน โดยการวิเคราะห์จะแยก

ลักษณะกราฟิก (Graphic feature) : การบริหารทรัพย์สินในความหมายของบทความนี้หมายถึง ทรัพย์สินที่อยู่ภายในตัวอาคารมิได้หมายถึงอสังหาริมทรัพย์ประเภท ที่ดิน อาคาร หรือกล่าวได้ว่าเป็นทรัพย์สินที่เป็นวัตถุที่อยู่ภายในอาคาร หากมีการบริหารจัดการทรัพย์สินเหล่านี้จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก ซึ่งวัตถุเหล่านี้จะเขียนแบบไว้แล้วอยู่ในรูปของบล็อก ซึ่งการใช้สัญลักษณ์ที่ใช้แทนทรัพย์สิน ในการเขียนแบบตามข้อกำหนดของแนวทางการเขียนแบบไม่ได้กำหนดตายตัว สามารถปรับใช้ได้ตามประเภทและความเหมาะสมของทรัพย์สินในแต่ละอาคารหรือโครงการ สิ่งต้องถือเป็นข้อกำหนด คือสัญลักษณ์ภายในแบบที่แทนด้วยวัตถุใด ต้องใช้สัญลักษณ์นั้นตลอดทั้งแบบของโครงการ โดยรายละเอียดในการเขียนแบบแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดข้อกำหนดการเขียนแบบที่ใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน

Asset Management				
Layer name	Color	Symbol	Feature	Description
I-FURN-FREE	251		Block	เฟอร์นิเจอร์ทุกชนิดที่สนใจที่สามารถเคลื่อนย้ายได้
I-FURN-FIXD	251		Block	เฟอร์นิเจอร์ทุกชนิดที่สนใจที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้
I-EQPM-MOVE	5		Block	อุปกรณ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้
I-EQPM-FIXD	5		Block	อุปกรณ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่ยึดติดกับที่

จากตารางที่ 4.6 รายละเอียดข้อกำหนดการเขียนแบบที่ใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สินซึ่งใช้บล็อกในการแทนทรัพย์สินภายในแบบ โดยได้กำหนดเลเยอร์ I-FURN-FREE หมายถึง สัญลักษณ์ทุกแบบทีเป็นตัวแทนของทรัพย์สินที่เป็นเฟอร์นิเจอร์ทุกชนิดที่สนใจที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เช่น โต๊ะ ชั้นวาง เป็นต้น และ I-FURN-FIXD แทนเฟอร์นิเจอร์ทุกชนิดที่สนใจที่ยึดติดอยู่กับที่ I-EQPM-MOVE แทนอุปกรณ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิดที่สนใจที่สามารถเคลื่อนที่ได้ และ I-EQPM-FIXD แทนอุปกรณ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิดที่สนใจที่ยึดติดกับที่ โดยใช้สัญลักษณ์ให้เหมาะสมตามชนิดของวัตถุนั้น จากรูปที่ 4.10 ตัวอย่างแบบตกแต่งภายในที่ใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุที่เป็นโต๊ะและเก้าอี้



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)

ข้อมูลลักษณะประจำ (Attribute data) : ข้อมูลของตัวทรัพย์สินภายในอาคารจัดได้ว่ามีลักษณะที่หลากหลายซึ่งไม่สามารถเขียนลงไปภายในแบบได้ การที่สามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ข้อมูลเหล่านี้จึงต้องอยู่ในรูปแบบของระบบฐานข้อมูลและทำการเชื่อมโยงกับวัตถุที่สนใจภายในแบบ โดยข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการทรัพย์สินภายในอาคารประกอบด้วย รหัสประจำของทรัพย์สิน , ประเภท , ชื่อเจ้าของหรือผู้รับผิดชอบ , สถานะการใช้งานและรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งข้อมูลไม่มีอยู่ในแบบตกแต่ง

ภายใน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ต้องอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลซึ่งมีความพร้อมในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ ซึ่งในการป้อนข้อมูลลงไปเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำต้องมีการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบขึ้นมาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลวัตถุและข้อมูลลักษณะประจำเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพจะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป

สรุปในแนวทางการเขียนแบบตกแต่งภายใน นั้นมีความต้องการสัญลักษณ์ซึ่งใช้การเขียนในลักษณะของบล็อกซึ่งจะมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีกับแบบแปลนที่เป็นรูปปิด ส่วนข้อมูลลักษณะประจำอื่นๆจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลเพื่อการเรียกค้น ซึ่งต้องใช้การพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลกราฟิกกับฐานข้อมูลต่อไปซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 5

4.5 แนวทางการประเมินแบบอาคารเดิมมาใช้งาน

แบบอาคารเดิมจะมีวิธีการเขียนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับหน่วยงานเนื่องจากมีวิธีการเขียนแตกต่างกันออกไป ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ไม่สามารถนำมาใช้งานในรูปแบบของระบบสารสนเทศอาคารได้โดยตรง การนำแบบอาคารเดิมมาใช้จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขหรือทำการเขียนแบบขึ้นมาใหม่ให้อยู่ในรูปแบบที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น ซึ่งจะมีประเด็นในการพิจารณาคือ ความคุ้มค่าในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย หลักเกณฑ์ในการประเมิน เช่น ปริมาณงานกับเวลา โดยการเขียนแบบอาคารในทุกประเภทจะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องใน 2 รูปแบบคือ ข้อมูลด้านกราฟิกและข้อมูลด้านข้อความ จากการศึกษาวิเคราะห์ในข้อ 4.3 ข้อมูลด้านข้อความจำเป็นต้องเขียนใหม่ทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล ดังนั้นในการประเมินแบบอาคารจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงกราฟิกเท่านั้น

ในการเขียนแบบก่อสร้างอาคารสิ่งที่ผู้เขียนแบบต้องคำนึงถึงเป็นสิ่งสำคัญและจัดว่าเป็นประเด็นสำคัญในการใช้ประเมินแบบอาคารเพื่อตรวจสอบในการปรับแก้แบบเพื่อนำมาใช้งานหรือจะต้องเขียนแบบอาคารขึ้นมาใหม่ถึงจะคุ้มค่ามากกว่า จากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าสิ่งที่เป็นหลักสำคัญในการประเมินแบบอาคารประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

- รูปแบบเลเยอร์ (Layer)
- การใช้สัญลักษณ์ภายในแบบ (Symbol)

ซึ่งในสองส่วนนี้สามารถวิเคราะห์แยกในแต่ละแบบ เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการนำแบบไปใช้งานในระบบสารสนเทศอาคารได้ดังนี้

4.5.1 แนวทางการประเมินรูปแบบเลเยอร์

เลเยอร์ เปรียบเสมือนแผ่นใสที่มีข้อมูลเฉพาะของแต่ละแผ่น เมื่อวางข้อมูลของแต่ละแผ่นใสมาซ้อนกันทำเกิดข้อมูลตามต้องการ ดังนั้นกล่าวได้ว่าเลเยอร์คือชั้นข้อมูล ซึ่งเลเยอร์จัดได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญ

อันดับต้นๆในการเขียนแบบอาคารทุกประเภท หากมีการแยกเลเยอร์ไว้อย่างเป็นระบบจะสามารถบริหารจัดการข้อมูลภายในแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแบบอาคารที่นำมาใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคารประกอบด้วยแบบแปลน , แบบวิศวกรรมไฟฟ้า , แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล , และแบบตกแต่งภายใน ซึ่งในแต่ละแบบมีความต้องการเลเยอร์ที่จำเป็นต่างกันไป โดยสามารถวิเคราะห์และเสนอเป็นแนวทางในการนำแบบอาคารเดิมมาใช้งานได้ดังต่อไปนี้

4.5.1.1 แบบแปลน

เลเยอร์ที่จำเป็นในการนำแบบแปลนเดิมมาใช้งานคือเลเยอร์ที่แสดงถึงขอบเขตของพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ของอาคาร จากแนวทางการเขียนแบบแปลนข้อ 4.3.2.1 คือเลเยอร์ ."A-FLOR-OTLN" ดังนั้นแบบแปลนใดที่ไม่มีเลเยอร์ดังกล่าว ทั้งที่เขียนกราฟิกมาแต่ไม่มีเลเยอร์ หรือ ไม่มีการเขียนกราฟิกขอบเขตพื้นที่มาเลย สามารถที่จะปรับปรุงแบบเพิ่มเติมได้ โดยสามารถใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นในการรองรับการใช้งานดังกล่าว (จะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป)

4.5.1.2 แบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

แบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลมีลักษณะของแบบที่เหมือนกัน ซึ่งเลเยอร์ที่จำเป็นในการนำแบบวิศวกรรมไฟฟ้าเดิมมาใช้งานคือปรากฏดังตารางที่ 4.3 และเลเยอร์ที่จำเป็นในการนำแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลเดิมมาใช้งานคือปรากฏดังตารางที่ 4.4 ซึ่งในลักษณะของกราฟิกในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลจะมีส่วนสำคัญคือ ส่วนที่เป็น เส้นต่อเนื่อง และส่วนที่เป็นสัญลักษณ์ ซึ่งในการจัดประเภทของเลเยอร์ในภายในแบบ ผู้เขียนมีวิธีการในการกำหนดเลเยอร์อยู่ในหลายแบบซึ่งมีความเป็นไปได้ดังนี้

- กำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 ชนิดวัตถุ คือการแยกทั้งชนิดและประเภทของวัตถุไว้คนละเลเยอร์ ตัวอย่างเช่น ไฟเพดาน 1 เลเยอร์ ไฟผนัง 1 เลเยอร์
- กำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 กลุ่มของประเภทวัตถุ คือการกำหนดเลเยอร์ 1 เลเยอร์แทนประเภทของวัตถุนั้นทั้งหมด ตัวอย่างเช่น เลเยอร์ไฟแสงสว่าง 1 เลเยอร์ (ซึ่งในเลเยอร์นี้ได้รวมไฟแสงสว่างทั้งหมดไว้ในเลเยอร์เดียวกัน เช่น ไฟเพดาน ไฟผนัง อยู่ในเลเยอร์เดียวกัน เพราะเป็นวัตถุไฟแสงสว่างเหมือนกัน เป็นต้น)

จากประเภทของการกำหนดเลเยอร์ทั้งสองรูปแบบสามารถสรุปได้ว่าในการกำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 ชนิดวัตถุนั้นสามารถจัดการได้ง่ายกว่าในเชิงของสารสนเทศอาคาร เนื่องจากจะมีความจำเป็นต้องทราบถึงประเภทและชนิดของวัตถุในแต่ละตำแหน่งอย่างชัดเจน ซึ่งแบบที่มีการกำหนดเลเยอร์ในลักษณะนี้จะสามารถนำมาปรับปรุงให้เป็นไปตามแนวทางการเขียนแบบที่กำหนดไว้ได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการกำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 กลุ่มประเภทของวัตถุ ซึ่งในการกำหนดเลเยอร์ทั้งสองรูปแบบสามารถที่จะนำ

แบบอาคารเดิมมาทำการปรับปรุงเพื่อให้นำมาใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ อนึ่งสามารถใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น (จะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป) ช่วยในการปรับปรุงแก้ไขจะทำให้เกิดความสะดวกมากขึ้น

4.5.1.3 แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)

แบบตกแต่งภายในเป็นแบบที่อ้างอิงมาจากแบบแปลนดังนั้น ส่วนที่เป็นกราฟิกอื่นยึดถือตามแนวทางการเขียนแบบของแบบแปลนได้ทันที หากแต่ว่าที่สำคัญคือข้อมูลกราฟิกในรูปแบบบล็อกที่เป็นสัญลักษณ์ของวัตถุภายในแบบ โดยเลเยอร์ที่จำเป็นในการนำแบบตกแต่งภายในเดิมมาใช้งานคือปรากฏดังตารางที่ 4.6 ซึ่งในการจัดประเภทของเลเยอร์ในภายในแบบ ผู้เขียนมีวิธีการในการกำหนดเลเยอร์อยู่ในหลายแบบซึ่งมีความเป็นไปได้เหมือนกับแบบไฟฟ้าและสุขาภิบาลดังนี้

- กำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 ชนิดวัตถุ คือการแยกทั้งชนิดและประเภทของวัตถุไว้คนละ เลเยอร์
- กำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 กลุ่มของประเภทวัตถุ คือการกำหนดเลเยอร์ 1 เลเยอร์แทนประเภทของวัตถุนั้นทั้งหมด

จากประเภทของการกำหนดเลเยอร์ทั้งสองรูปแบบสามารถสรุปได้เหมือนกับข้อ 4.4.1.3 ว่าในการกำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 ชนิดวัตถุนั้นสามารถจัดการได้ง่ายกว่าในเชิงของสารสนเทศอาคาร เนื่องจากจะมีความจำเป็นต้องทราบถึงประเภทและชนิดของวัตถุในแต่ละตำแหน่งอย่างชัดเจน ซึ่งแบบที่มีการกำหนดเลเยอร์ในลักษณะนี้จะสามารถนำมาปรับปรุงให้เป็นไปตามแนวทางการเขียนแบบที่กำหนดไว้ได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการกำหนด 1 เลเยอร์ ต่อ 1 กลุ่มประเภทของวัตถุ ซึ่งในการกำหนดเลเยอร์ทั้งสองรูปแบบสามารถที่จะนำแบบอาคารเดิมมาทำการปรับปรุงเพื่อให้นำมาใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ อนึ่งสามารถใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น (จะกล่าวถึงในบทที่ 5 ต่อไป) ช่วยในการปรับปรุงแก้ไขจะทำให้เกิดความสะดวกมากขึ้น

4.5.2 แนวทางการประเมินการใช้สัญลักษณ์ภายในแบบ

สัญลักษณ์ที่ปรากฏในแบบเป็นตัวแทนของวัตถุหรือเป็นสัญลักษณ์ที่สื่อถึงประเภทของวัตถุภายในแบบ โดยแบบที่ต้องการนั้นคือแบบที่เขียนตามแนวทางการเขียนแบบที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 4.3 ซึ่งในการใช้สัญลักษณ์ภายในแบบต้องมีการจัดการสัญลักษณ์ที่ดี ในวัตถุต่างชนิดต่างประเภทกันไม่ควรใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกัน จะทำให้เกิดความสับสนในการเข้าใจและการนำมาใช้งาน ได้ ซึ่งแบบที่ต้องประเมินในเรื่องการใช้สัญลักษณ์คือแบบวิศวกรรมไฟฟ้า , แบบวิศวกรรมสุขาภิบาลและแบบตกแต่งภายใน โดยทั้งสามแบบนี้เป็นแบบที่ต้องใช้สัญลักษณ์ในการอธิบายวัตถุที่ปรากฏอยู่ในแบบเป็นสำคัญ โดยสัญลักษณ์นั้นก็จะเกี่ยวเนื่องกันกับการใช้เลเยอร์ด้วย ดังนั้นแนวทางการประเมินนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์โดยแยกประเด็นของการเขียนแบบโดยการใช้สัญลักษณ์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเลเยอร์ได้เป็น 4 ประเภทประกอบด้วย

1. การเขียนสัญลักษณ์และเลเยอร์โดยแยกเป็นรายประเภทของแต่ละวัตถุ
2. การเขียนสัญลักษณ์และเลเยอร์โดยแยกเลเยอร์ของแต่ละประเภทวัตถุชัดเจนแต่ใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในประเภทวัตถุที่แตกต่างกัน
3. การเขียนสัญลักษณ์และเลเยอร์โดยการใช้เลเยอร์เป็นกลุ่มและแยกสัญลักษณ์เป็นรายประเภทของแต่ละวัตถุ
4. การเขียนสัญลักษณ์และเลเยอร์โดยการใช้เลเยอร์เป็นกลุ่มแต่ใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในประเภทวัตถุที่แตกต่างกัน

ซึ่งใน 4 ประเภทข้างต้นแน่นอนว่าในการนำมาใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคาร ประเภทที่ 1 ย่อมง่ายต่อการนำไปปรับปรุงและนำไปใช้งานได้สะดวกกว่าอีก 3 ประเภทที่เหลือ ในประเภทที่ 2 การที่มีการแยกเลเยอร์ที่ชัดเจนแต่สัญลักษณ์ที่ใช้งานไม่ได้แยกประเภทมา สามารถแก้ไขปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ง่ายโดยใช้การคัดแยกด้วยเลเยอร์ได้ ในประเภทที่ 3 การเขียนสัญลักษณ์และเลเยอร์โดยการใช้เลเยอร์เป็นกลุ่มและแยกสัญลักษณ์เป็นรายประเภทของแต่ละวัตถุจะมีความคล้ายกับประเภทที่ 2 สามารถนำแบบมาปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารโดยการคัดแยกจากชื่อบล็อกได้ และประเภทที่ 4 การเขียนสัญลักษณ์และเลเยอร์โดยการใช้เลเยอร์เป็นกลุ่มแต่ใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในประเภทวัตถุที่แตกต่างกัน ในประเภทนี้จะทำให้เสียเวลาในการปรับปรุงแบบมาก แต่ยังอยู่ในวิสัยของการนำแบบเดิมมาปรับปรุงเพื่อใช้งานได้ เนื่องจากในการเขียนสัญลักษณ์นั้นวิธีการในการเขียนใหม่กับการปรับปรุงแก้ไขนั้นมีวิธีการเขียนที่คล้ายกันไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งการแก้ไขจะสามารถย่นระยะเวลาในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุได้โดยอาศัยตำแหน่งเดิม ส่วนการเขียนใหม่จะย่นระยะเวลาในการค้นหาตำแหน่งและสัญลักษณ์ที่ผิดได้

4.6 ลักษณะแบบอาคารเดิมที่นำมาใช้งาน

แบบอาคารที่นำมาใช้งานในการบริหารจัดการอาคารประกอบด้วยแบบแปลนพื้น แบบวิศวกรรมไฟฟ้า แบบวิศวกรรมสุขาภิบาลและแบบตกแต่งภายใน ซึ่งจะต้องดำเนินการประเมินคุณภาพของแบบก่อนการนำมาใช้งานเพื่อตอบว่าสามารถที่จะนำมาใช้งานเพื่อการบริหารจัดการอาคารได้ทันทีหรือไม่ หรือจะต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขหรือหากต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขจะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากเขียนแบบนั้นขึ้นมาใหม่จะเหมาะสมกว่าหรือไม่ ซึ่งแบบที่สามารถนำมาใช้งานได้ทันทีคือแบบที่เป็นไปตามแบบจำลองข้อมูลและแนวทางการเขียนแบบที่กำหนดไว้ ส่วนลักษณะของแบบที่ต้องมีการเขียนใหม่หรือจะต้องปรับปรุงจะมีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 ลักษณะแบบอาคารที่ต้องเขียนใหม่

ลักษณะของแบบอาคารที่ต้องดำเนินการเขียนใหม่มีดังนี้

- แบบที่นำมาใช้ไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของอาคารในปัจจุบัน

- ไม่ปรากฏข้อมูลกราฟิกที่ต้องใช้ภายในแบบ
- สัญลักษณ์ที่ใช้แทนวัตถุหรือบล็อก ไม่มีระบบในการจัดรูปแบบเลเยอร์ ตัวอย่างเช่น วัตถุชนิดเดียวกัน ชื่อบล็อกคนละชื่อ คนละเลเยอร์ ลักษณะบล็อกที่ใช้ต่างกัน

4.6.2 **ลักษณะแบบอาคารที่สามารถปรับปรุงได้**

ลักษณะของแบบอาคารที่สามารถนำมาปรับปรุงเพื่อให้ใช้งานได้มีดังนี้

- แบบที่นำมาใช้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของอาคารในปัจจุบันหรือมีส่วนต่างที่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าต่างกับแบบตรงจุดใดอย่างไร
- ภายในแบบมีข้อมูลของวัตถุที่ต้องการ
- ลักษณะการตั้งชื่อรูปแบบเลเยอร์เป็นไปอย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่น วัตถุชนิดเดียวกันใช้เลเยอร์เดียวกัน เป็นต้น
- ลักษณะการใช้บล็อกเป็นระบบ ตัวอย่างเช่น วัตถุชนิดเดียวกัน ชื่อบล็อกชื่อเดียวกัน ลักษณะบล็อกที่ใช้เหมือนกัน

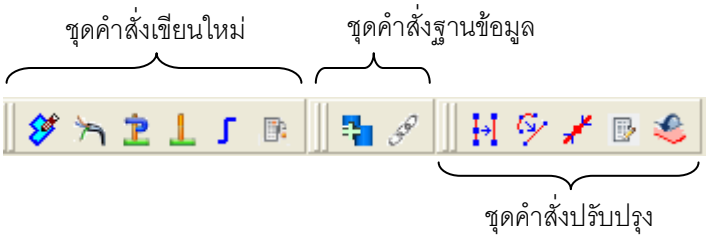
สรุป ในการนำแบบอาคารเดิมมาใช้งาน สิ่งแรกที่แนะนำคือควรใช้แบบ As-build drawing หรือเป็นแบบที่ผ่านการปรับแก้ให้มีข้อมูลภายในแบบตรงกับสภาพความเป็นจริงของอาคาร แล้วจึงนำมาประเมินตามแนวทางข้างต้น โดยแบบที่ต้องการคือแบบที่เป็นไปตามแนวทางการเขียนแบบที่กำหนดไว้ในข้อ 4.4 โดยหากว่าแบบที่นำมาใช้ไม่เป็นไปตามแนวทางการเขียนแบบนั้นให้ประเมินแบบก่อนนำมาใช้งานซึ่งได้เสนอเป็นแนวทางในการประเมินไว้สองแนวทางคือ แนวทางการประเมินรูปแบบเลเยอร์ และแนวทางการประเมินการใช้สัญลักษณ์ภายในแบบ โดยทั่วไปแล้วหากแบบอาคารไม่ตรงตามข้อกำหนดของแนวทางการเขียนแบบในข้อ 4.4 สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงได้โดยสามารถใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นมา (จะกล่าวถึงในบทที่ 5) ช่วยในการดำเนินการได้สะดวกขึ้น ซึ่งในการประเมินในครั้งนี้อาจจะไม่สามารถแสดงถึงความชัดเจนในการประเมินมากนัก เนื่องจากในการประเมินเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดนั้นมีปัจจัยเข้ามาประกอบหลายด้านอาทิเช่น การเก็บสถิติจากการทำงานในด้านเวลา ปริมาณ , ความสามารถในการปฏิบัติงาน , ประสบการณ์ในการทำงานในการเขียนแบบ เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้ปัจจัยดังกล่าวไม่ครอบคลุมถึง จึงเสนอไว้เป็นแนวทางในการนำไปใช้เท่านั้น

บทที่ 5
พัฒนาชุดคำสั่งเพื่อช่วยในการเขียนแบบ

การนำข้อมูลแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำมาใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร จำเป็นต้องมีการออกแบบแบบจำลองข้อมูลที่ใช้ ให้แน่ชัดและวางแนวทางการเขียนแบบเพื่อเป็นแนวทางเดียวกันซึ่งได้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์และจัดทำในบทที่ 3 และบทที่ 4 โดยแนวทางการเขียนแบบที่กำหนดเพื่อให้แบบอาคารเป็นไปตามแบบจำลองข้อมูล สามารถที่จะนำแบบอาคารเดิมที่มีอยู่ปัจจุบันมาใช้งานโดยการปรับปรุง หรือสามารถเขียนแบบขึ้นมาใหม่ให้ได้ตามแนวทางการเขียนแบบ ซึ่งทั้งสองวิธีการที่กล่าวมานั้นจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลเข้ากับกราฟิกภายในแบบ วิธีการเขียนแบบปกติไม่สามารถกระทำได้ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบเพื่อให้การเขียนแบบเกิดความสะดวกและสามารถเกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูลกราฟิกกับข้อมูลในระบบฐานข้อมูล และสามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้

5.1 แนวคิดในการพัฒนาชุดคำสั่ง

การพัฒนาชุดคำสั่งนี้มีจุดประสงค์เพื่อช่วยในการเขียนแบบอาคาร โดยแบบอาคารที่ได้จะรองรับกับแบบจำลองข้อมูลและแนวทางการเขียนแบบที่ได้ดำเนินการไว้ในบทที่ 3 และบทที่ 4 อีกทั้งให้การเขียนแบบมีความสะดวกมากขึ้น โดยในบทที่ 3 ได้กล่าวถึงแบบจำลองข้อมูลและลักษณะสมบัติของกราฟิกที่เหมาะสมในการนำแบบอาคารไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร ซึ่งประกอบไปด้วย ลักษณะที่เป็นรูปปิดและเส้นต่อเนื่อง และข้อมูลลักษณะประจำที่อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล และบทที่ 4 กล่าวถึงแนวทางการเขียนแบบ เช่น การตั้งชื่อเลเยอร์ให้เหมาะสมในการนำมาใช้งาน การใช้สัญลักษณ์ให้เหมาะสมในแบบแต่ละแบบ จากความต้องการในบทที่ 3 และบทที่ 4 สามารถนำมาพัฒนาชุดคำสั่งเพื่อรองรับ โดยพัฒนาแยกเป็น 3 ชุดคำสั่งดังรูปที่ 5.1 อธิบายดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบ

1. ชุดคำสั่งการเขียนใหม่ : รองรับการเขียนวัตถุขึ้นมาใหม่ โดยสร้างเลเยอร์อัตโนมัติตามวัตถุที่เขียน กำหนดลักษณะสมบัติกราฟิกของวัตถุภายในแบบ ทั้งหมดตามแบบจำลองข้อมูลและตามแนวทางการเขียนแบบที่ได้กำหนดไว้ ในบทที่ 3 และ 4 ตามลำดับ
2. ชุดคำสั่งฐานข้อมูล : รองรับการนำเข้าข้อมูลลักษณะประจำของวัตถุให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลซึ่งสามารถเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกราฟิกภายในแบบกับข้อมูลลักษณะประจำได้
3. ชุดคำสั่งการปรับปรุง : เพิ่มความสะดวกในการแก้ไขปรับปรุงข้อมูลกราฟิกภายในแบบอาคารเดิมที่มีอยู่ให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงตามแนวทางที่กำหนด

5.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาชุดคำสั่ง

ในการพัฒนาชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเพื่อให้รองรับกับแบบจำลองข้อมูลในบทที่ 3 และแนวทางการเขียนแบบในบทที่ 4 ได้ใช้ภาษาในการพัฒนาอยู่สองภาษาคือ VBA (Visual Basic for Applications) และ ภาษา AutoLisp ทั้งหมดพัฒนาอยู่บนโปรแกรม AutoCAD 2006

5.2.1 VBA (Visual Basic for Applications)

VBA เป็นสภาวะการเขียนโปรแกรมที่ถูกออกแบบให้ทุกอย่างเป็นวัตถุ (object-oriented) โดยมีโครงสร้างการเขียนเหมือน ภาษา Visual Basic ที่พัฒนาโดย Micro Soft แต่การเขียนจะเน้นเฉพาะกับซอฟท์แวร์นั้น ๆ โดยเฉพาะ โดยผู้เขียนสามารถสร้างรูปแบบโปรแกรมได้โดยง่าย ซึ่งมีรูปแบบของปุ่มหรือเครื่องมือต่างๆมาให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น

5.2.2 AutoLISP

AutoLisp เป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ Lisp ซึ่งได้รับการพัฒนาให้สามารถรันใน AutoCAD ตั้งแต่เวอร์ชั่น 2.18 เราสามารถใช้ AutoLisp เขียนโปรแกรมสั่งให้คำสั่งต่างๆ ของ AutoCAD ทำงานได้โดยอัตโนมัติ สามารถสร้างเมนูย่อยเพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมได้เลือกใช้งาน สามารถสร้างโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์และวิศวกรรมในงานประเภทต่างๆ สามารถเขียนโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับงานเฉพาะทางเพื่อใช้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถใช้งาน AutoCAD ได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ซึ่งการเขียนโปรแกรมด้วย AutoLisp นั้นจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับส่วนประกอบเฉพาะ (entity) ของวัตถุนั้น ซึ่งจะแยกเป็นรหัสอยู่ในวัตถุภายในแบบโดยรหัสที่จำเป็นในการเขียนโปรแกรมมีดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงรหัสส่วนประกอบเฉพาะ (entity) ของวัตถุที่จำเป็นในการเขียนโปรแกรม

GROUP CODE	DESCRIPTION
-1	Entity name
0	Entity type
5	Entity Handle
8	Layer name
6	Line type name
10	Start point of line,text, center of circle
11	Last point of line

จากตารางที่ 5.1 จะเป็นรหัสส่วนประกอบเฉพาะและความหมายของแต่ละรหัสที่ใช้จำเป็นในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา AutoLisp ด้านล่างเป็นตัวอย่าง Entity ของเส้นตรง (Line) ที่มี Layer ชื่อ "P-SANR-VENT" มีชื่อประเภทของเส้นคือ "CENTER" มีพิกัดจุดเริ่มที่ (808.232,182.387) และจุดปลายที่ (1505.9,709.852) โดยมีรหัส Handle คือ "10E"

ตัวอย่าง Entity ของเส้นตรง (Line)

((-1 . <Entity name: 7ef820f0>) (0 . "LINE") (330 . <Entity name: 7ef65cf8>) (5 . "10E") (100 . "AcDbEntity") (67 . 0) (410 . "Model") (8 ."P-SANR-VENT") (6 . "CENTER") (48 . 5.0) (100 . "AcDbLine") (10 808.232 182.387 0.0) (11 1505.9 709.852 0.0) (210 0.0 0.0 1.0))

จากภาษาการเขียนโปรแกรมทั้งสองนั้นมีความยากง่ายต่างกันไป โดย Visual Basic มีข้อดีคือการพัฒนาเมนูให้ใช้งานง่าย แต่ Autolisp เหมาะกับสภาพในลักษณะ Command Line มากกว่าซึ่งเหมาะกับ CAD มากกว่าเพราะพัฒนามาร่วมกันเป็นเวลานาน ดังนั้นการพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยในการเขียนแบบในงานวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้ลักษณะของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาทั้งสองรูปแบบ

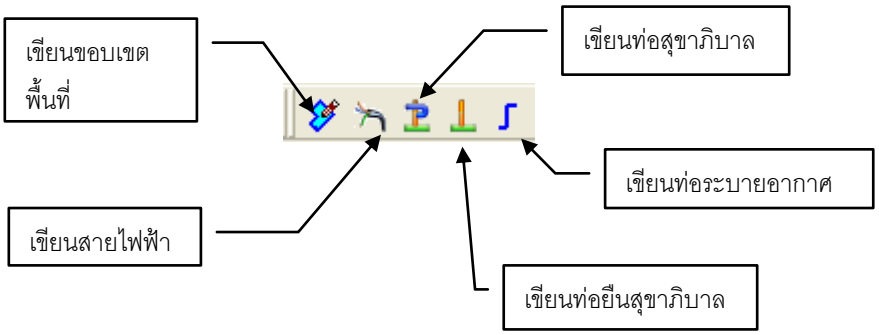
5.3 ชุดคำสั่งการเขียนแบบใหม่

ชุดคำสั่งการเขียนแบบใหม่เป็นชุดคำสั่งที่ช่วยในการเขียนแบบใหม่ให้มีความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องตามแนวทางที่ต้องการ (บทที่ 4) ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ประเภทคือคำสั่งการเขียนเส้นต่อเนื่องแบ่งเป็น การเขียนขอบเขตพื้นที่, การเขียนวงจรไฟฟ้า, ระบบท่อสุขาภิบาล, ระบบท่อยืนสุขาภิบาลและระบบท่อระบายอากาศ และคำสั่งการใส่สัญลักษณ์ต่างๆ โดยในแต่ละคำสั่งจะมีรูปแบบการทำงานดังนี้

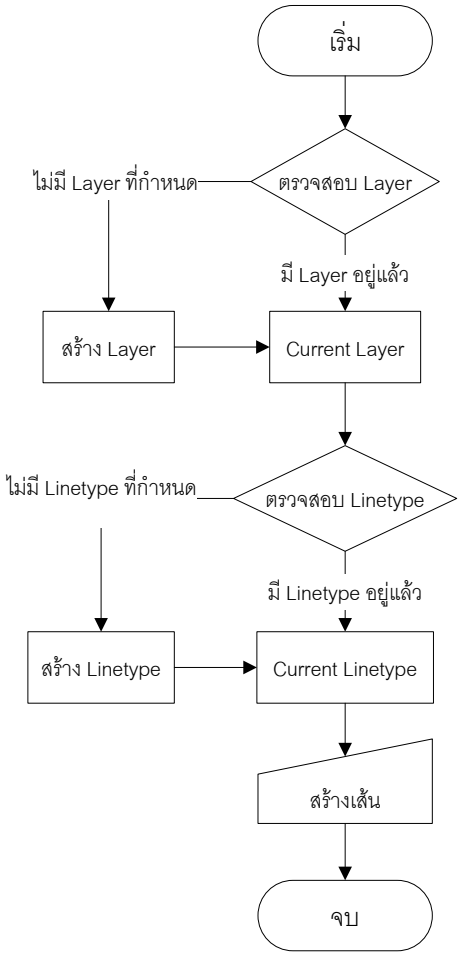
รูปที่ 5.2 ชุดคำสั่งการเขียนแบบใหม่

5.3.1 คำสั่งการเขียนเส้นต่อเนื่อง

เป็นชุดคำสั่งสำหรับช่วยในการเขียนเส้นต่อเนื่อง ประกอบไปด้วยคำสั่งสำหรับการเขียนขอบเขตพื้นที่ , การเขียนสายไฟฟ้า , การเขียนระบบท่อสุขาภิบาล , การเขียนระบบท่อยืนสุขาภิบาล และการเขียนระบบท่อระบายอากาศ โดยคำสั่งจะมีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 5.3 โดยคำสั่งในระบบนี้ทั้งหมดจะมีกระบวนการทำงานของคำสั่งเหมือนกันแตกต่างกันเฉพาะส่วนของชื่อชั้นข้อมูลและลักษณะสมบัติของชั้นของมูลแต่ละชั้นข้อมูล ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งแสดงในรูปที่ 5.4 โดยคำสั่งจะทำการสร้างชื่อชั้นข้อมูลและคุณลักษณะอื่น เช่น สี โดยอัตโนมัติก่อนเริ่มทำการเขียนเส้น โดยผู้ใช้เป็นผู้เขียนเส้นตามข้อกำหนดของแนวทางการเขียนแบบคือ ขอบเขตพื้นที่ต้องเป็นรูปปิด เส้นสายไฟฟ้าและประปา หากเป็นวัตถุชิ้นเดียวกันต้องต่อเนื่องกันตลอดเส้น



รูปที่ 5.3 แสดงสัญลักษณ์ภายในชุดคำสั่งการเขียนเส้นต่อเนื่อง

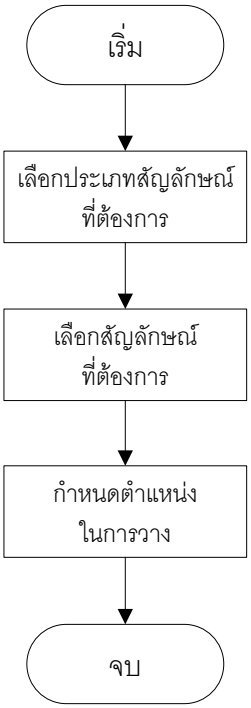


รูปที่ 5.4 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งเขียนเส้นต่อเนื่อง

5.2.2 **คำสั่งการใส่สัญลักษณ์**

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งช่วยการเขียนสัญลักษณ์หรือเรียกว่าบล็อก ที่เป็นตัวแทนของวัตถุภายในแบบ ซึ่งขั้นตอนในการทำงานของคำสั่งนี้คือ จะต้องมีบล็อกเดิมอยู่แล้วเป็นต้นแบบหรือทำการเขียนมาใหม่ 1 บล็อกเพื่อเป็นต้นแบบของวัตถุชนิดหนึ่ง แล้วนำบล็อกนั้นไปเก็บไว้ในที่อยู่ของไฟล์ (Directory) ที่กำหนด ดังรูปที่ 5.5 เมื่อต้องการใช้งานให้เลือกคำสั่งนี้หรือเมนู เลือกประเภทจะปรากฏบล็อกขึ้นมาให้ดูก่อนจากนั้นเริ่มวางตำแหน่งที่ต้องการได้ทันที ขั้นตอนการดำเนินงานดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 5.6

รูปที่ 5.5 การเก็บไฟล์ของบล็อก



รูปที่ 5.6 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งการใส่สัญลักษณ์

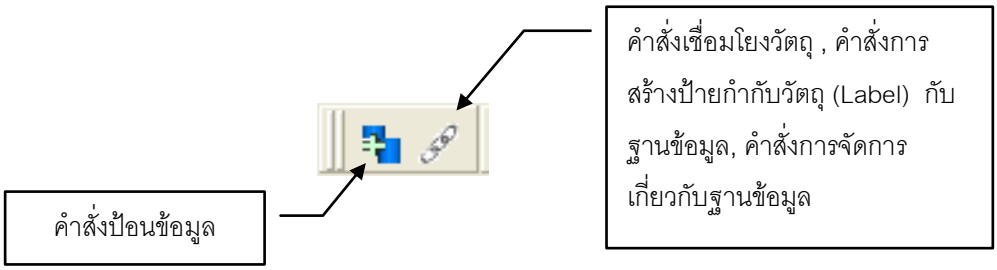
5.4 ชุดคำสั่งฐานข้อมูล

จากที่กล่าวข้างต้นแล้วว่าข้อมูลลักษณะประจำที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารต้องอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล ซึ่งแบบในปัจจุบันไม่อยู่ในรูปแบบดังกล่าวจึงเป็นการยากที่จะนำไปใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคาร อีกทั้งในคำสั่งที่อยู่ในโปรแกรมไม่รองรับกับการทำงานดังกล่าวจึงต้องดำเนินการพัฒนาชุดคำสั่งดังกล่าวเพื่อรองรับแบบจำลองข้อมูลในบทที่ 3 ซึ่งข้อมูลวัตถุที่เป็นกราฟิกกับข้อมูลลักษณะประจำจะต้องมีความเชื่อมโยงกัน โดยจากการวิเคราะห์ แบบสามารถที่จะใช้รหัส Handle ในการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ดังกล่าวที่ไม่ทับซ้อนกันได้ (ดูภาพที่ 5.7 ประกอบ) โดยรหัส Handle จะมี 1 รหัสต่อ 1 วัตถุเท่านั้นไม่ซ้ำกัน

```
((-1 . <Entity name: 7ef820f0>) (0 . "LINE") (330 . <Entity name: 7ef65cf8>) (5 . "10E")
(100 . "AcDbEntity") (67 . 0) (410 . "Model") (8 ."P-SANR-VENT") (6 . "CENTER") (48 . 5.0)
(100 . "AcDbLine") (10 808.232 182.387 0.0) (11 1505.9 709.852 0.0) (210 0.0 0.0 1.0))
```

รูปที่ 5.7 ตัวอย่าง Entity ของวัตถุใน Autocad

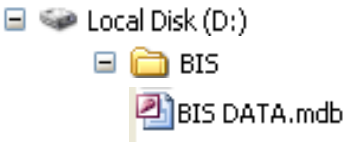
จากรูปที่ 5.7 รหัส Handle คือ “10E” ซึ่งนำมาเป็นรหัสเฉพาะของวัตถุ (Primary key) เพื่อเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลได้ โดยชุดคำสั่งฐานข้อมูลประกอบด้วยคำสั่ง การป้อนข้อมูล , การเชื่อมโยงวัตถุกับฐานข้อมูล , การสร้างป้ายกำกับข้อมูล (Label) , การจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล ดังรูปที่ 5.8 โดยแต่ละคำสั่งจะมีรูปแบบการทำงานดังนี้



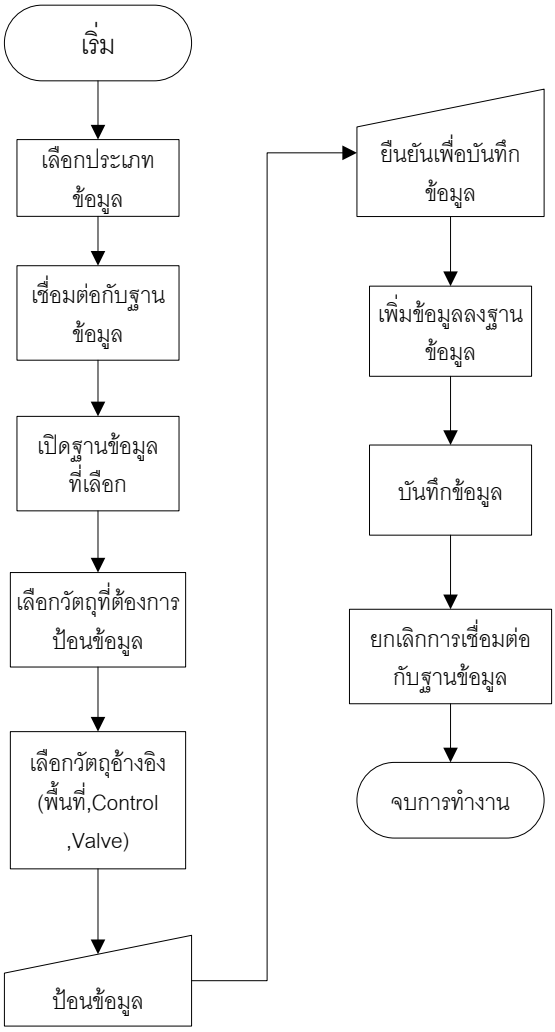
รูปที่ 5.8 ชุดคำสั่งฐานข้อมูล

5.4.1 คำสั่งป้อนข้อมูล

เริ่มจากการเลือกประเภทของวัตถุที่ต้องการป้อนข้อมูลซึ่งโปรแกรมจะทำการติดต่อกับฐานข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังรูปที่ 5.9 ซึ่งผู้ใช้จะต้องเลือกวัตถุที่ต้องการป้อนข้อมูลเพื่อดึงเอารหัส Handle มาเป็นรหัสเฉพาะของวัตถุ (Primary key) จากนั้นเลือกสิ่งเชื่อมโยง หมายถึงวัตถุหรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น ดวงโคม จะต้องทำการเลือกสิ่งเชื่อมโยงคือ พื้นที่ที่ดวงโคมนั้นอยู่ สวิตซ์เปิดไปดวงโคมนั้นๆ เพื่อสร้างความเชื่อมโยงของวัตถุที่สัมพันธ์กัน จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในช่องและกดปุ่มบันทึกข้อมูลจึงเสร็จเรียบร้อย ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งดังรูปที่ 5.10 โดยฐานข้อมูลอยู่ในรูปของ Access (Data dict ดูได้จาก ภาคผนวก)



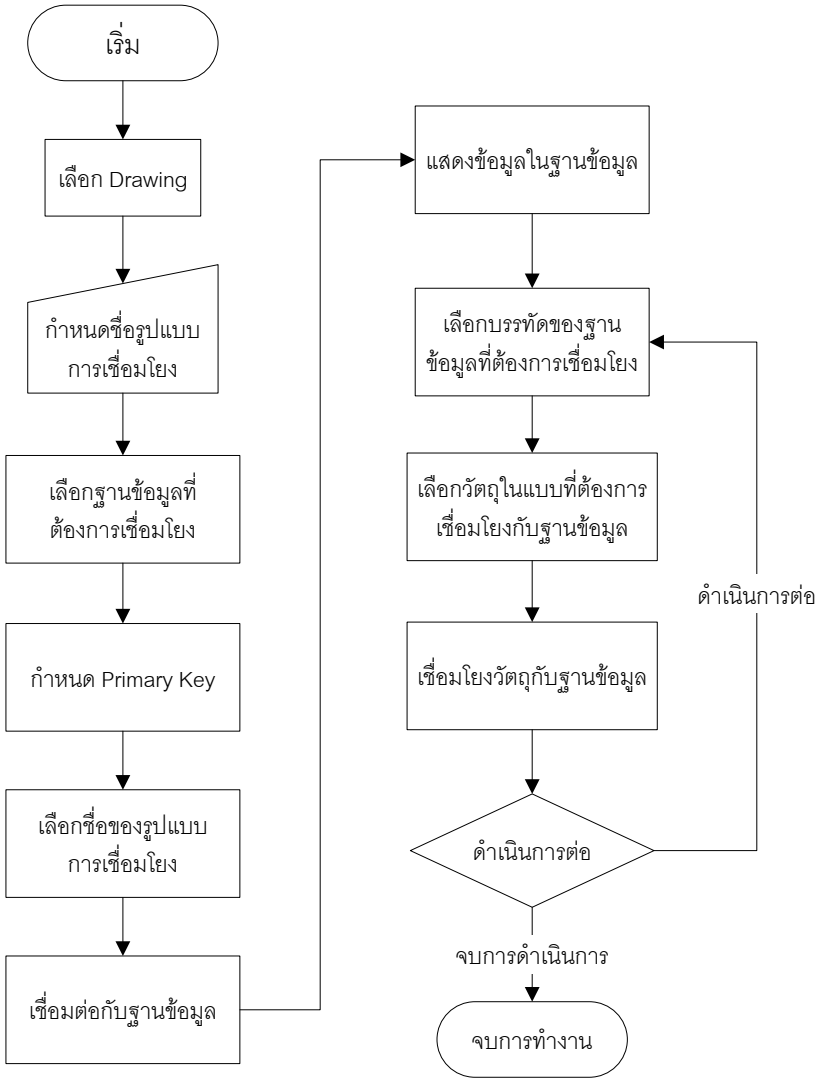
รูปที่ 5.9 ตำแหน่งที่อยู่ของบานข้อมูลที่จัดเตรียมไว้



รูปที่ 5.10 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งป้อนข้อมูล

5.4.2 **คำสั่งเชื่อมโยงวัตถุกับฐานข้อมูล**

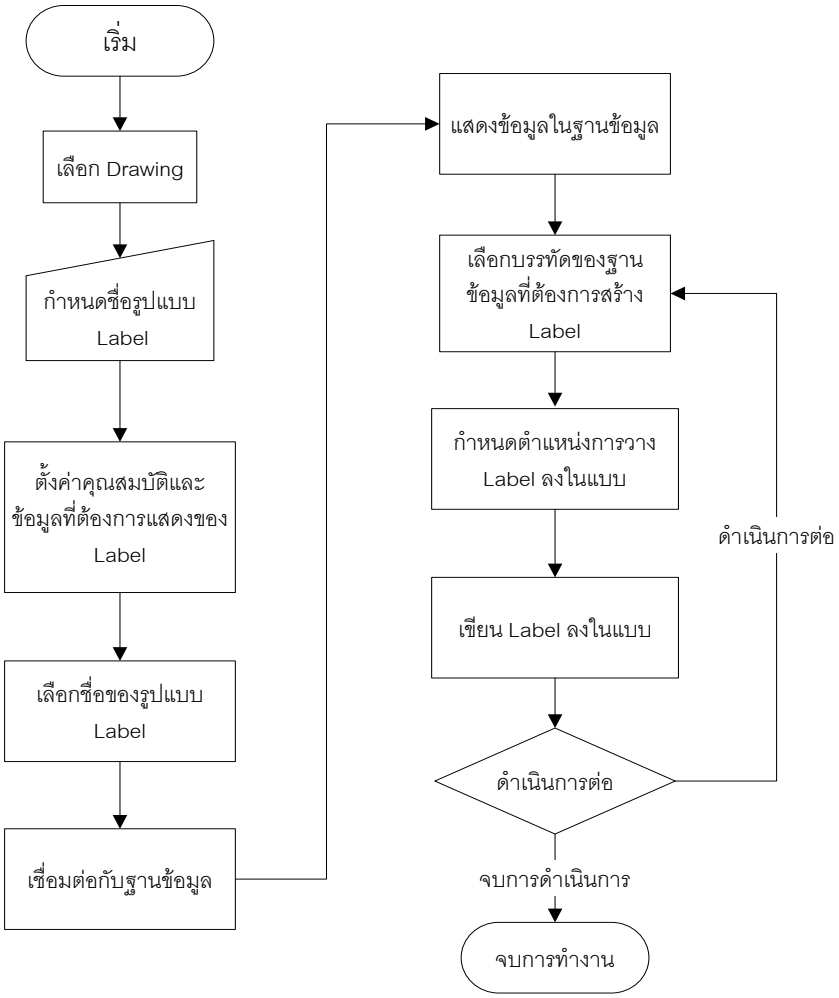
เป็นคำสั่งสำหรับการเชื่อมโยงวัตถุเข้ากับข้อมูลในฐานข้อมูลที่ต้องการ โดยทำการกำหนดชื่อรูปแบบการเชื่อมโยง เลือกฐานข้อมูล กำหนด Primary key เลือกชื่อรูปแบบการเชื่อมโยงที่สร้างไว้ จากนั้นทำการเลือกวัตถุที่ต้องการเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งเชื่อมโยงวัตถุกับฐานข้อมูล

5.4.3 **คำสั่งการสร้างป้ายกำกับวัตถุ** (Label)

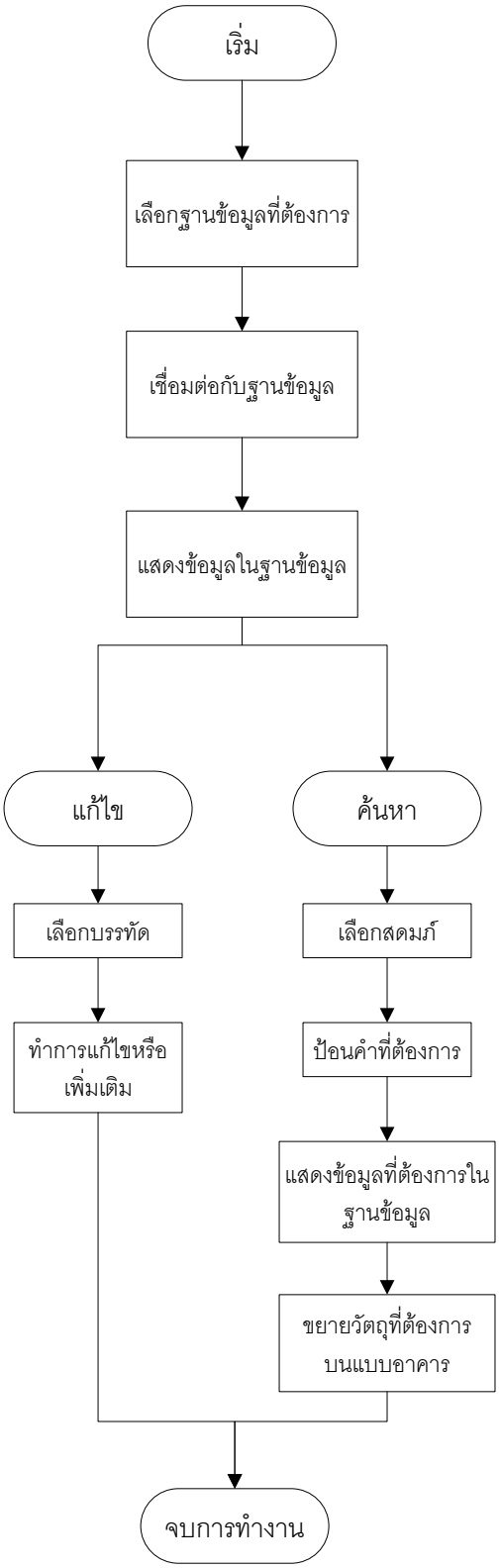
บางครั้งในแบบอาจต้องการแสดงข้อมูลจากในฐานข้อมูลซึ่งไม่ต้องการที่จะแสดงทั้งหมด คำสั่งนี้จึงสามารถเสริมในการใช้งานได้ ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการกำหนดชื่อรูปแบบของป้ายแสดงข้อมูล จากนั้นเลือกข้อมูลที่ต้องการแสดงและตำแหน่งที่ต้องการแสดงข้อมูลภายในแบบตอบตกลง ขั้นตอนดังกล่าวดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งสร้างป้ายกำกับ

5.4.4 คำสั่งการจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล

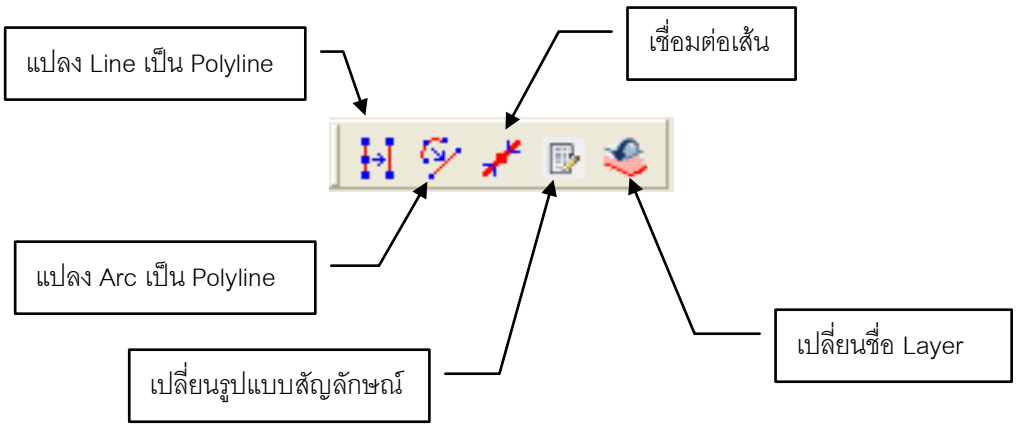
เป็นคำสั่งที่รองรับการแก้ไขและการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล ซึ่งต้องเลือกฐานข้อมูลที่ต้องการจากนั้นสามารถที่จะแก้ไข และค้นหาได้ โดยใช้คำค้นแล้วสั่งให้โปแกรมค้นหาให้โดยอัตโนมัติการให้บนพื้นที่วาดภาพแสดงตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการได้ทันที ดังรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือจัดการฐานข้อมูล

5.5 ชุดคำสั่งการปรับปรุง

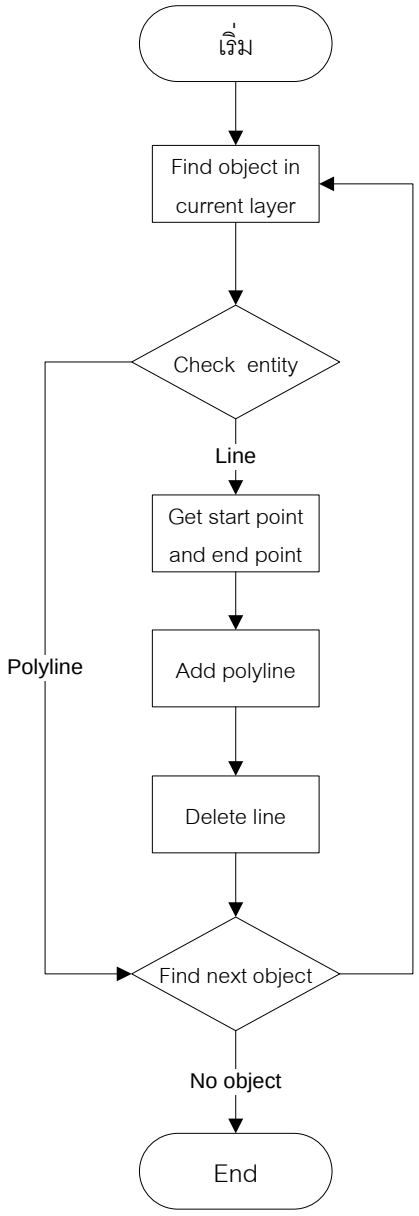
เป็นชุดคำสั่งสำหรับเพิ่มความสะดวกในการปรับปรุงแก้ไขแบบเดิมให้ตรงตามแนวทางการเขียนแบบและตามแบบจำลองข้อมูล ประกอบด้วยคำสั่ง การแปลง Line เป็น Polyline , การแปลงเส้นโค้ง (Arc) เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline), การเชื่อมต่อเส้น , การเปลี่ยนรูปแบบสัญลักษณ์ และการเปลี่ยนชื่อ Layer โดยเครื่องมือจะมีรูปแบบการทำงานดังรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 ชุดคำสั่งการปรับปรุง

5.5.1 คำสั่งแปลง Line เป็น Polyline

ในแบบอาคารเดิมโดยเฉพาะแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลนั้นมีข้อมูลวัตถุที่เขียนด้วยเส้นเป็นหลัก คือ สายไฟฟ้าและท่อประปา ซึ่งจากการออกแบบแบบจำลองข้อมูลข้อมูลกราฟิกเหล่านี้ต้องเป็นลักษณะสมบัติที่เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline) ซึ่งแบบเดิมนั้นส่วนใหญ่จะเขียนด้วยเส้นตรง (Line) ที่ไม่มีความต่อเนื่อง จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้เป็นไปตามแบบจำลองที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งคำสั่งแปลง Line เป็น Polyline นั้นจะมาช่วยในความสะดวกการแปลงดังกล่าว ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งนี้เริ่มจาก การเลือกชื่อเลเยอร์ที่ต้องการให้อยู่ในสภาพที่เป็นปัจจุบัน (Current) ก่อนจากนั้นเลือกที่ปุ่มคำสั่งนี้จากเมนู คำสั่งจะทำการค้นหาวัตถุที่เป็นเส้น โดยตรวจสอบจากคุณสมบัติเฉพาะ (Entity) ของวัตถุทั้งหมดในเลเยอร์ที่เป็นปัจจุบันหากเป็นเส้นตรงจะทำการเปลี่ยนคุณสมบัติเฉพาะจากที่เป็นเส้นตรงให้เป็นเส้นต่อเนื่องโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งดังรูปที่ 5.15

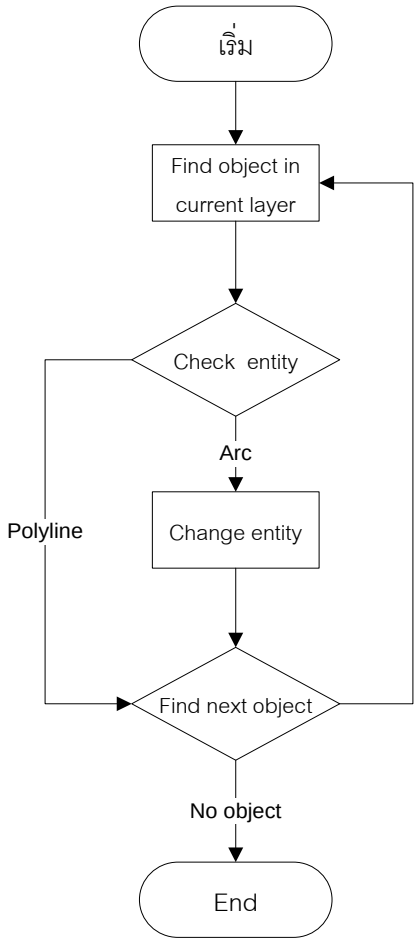


รูปที่ 5.15 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งแปลง Line เป็น Polyline

5.5.2 คำสั่งแปลงเส้นโค้ง (Arc) เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline)

ในแบบอาคารเดิมโดยเฉพาะแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลนั้นมีข้อมูลวัตถุที่เขียนด้วยเส้นเป็นหลัก คือ สายไฟฟ้าและท่อประปา นอกจากเส้นตรงแล้วเส้นยังสามารถเขียนได้ด้วยเส้นโค้งอีกในบางกรณี อีกทั้งเป็นเส้นตรงไม่เป็นเส้นต่อเนื่องอีกด้วย ซึ่งจากการออกแบบแบบจำลอง

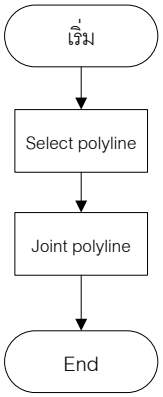
ข้อมูลข้อมูลกราฟิกข้อมูลเส้นต้องเป็นเส้นต่อเนื่อง ดังนั้นคำสั่งนี้จึงรองรับการแก้ไขเส้นโค้งที่เป็นเส้นตรงให้เป็นเส้นต่อเนื่อง ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งนี้เริ่มจาก การเลือกชื่อเลเยอร์ที่ต้องการให้อยู่ในสภาพที่เป็นปัจจุบัน (Current) ก่อนจากนั้นเลือกที่ปุ่มคำสั่งนี้จากเมนู คำสั่งจะทำการค้นหาวัตถุที่เป็นเส้น โดยตรวจสอบจากคุณสมบัติเฉพาะ (Entity) ของวัตถุทั้งหมดในเลเยอร์ที่เป็นปัจจุบันหากเป็นเส้นโค้งที่เป็นเส้นตรงจะทำการเปลี่ยนคุณสมบัติเฉพาะจากที่เป็นเส้นตรงให้เป็นเส้นต่อเนื่องโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งดังรูปที่ 5.16



รูปที่ 5.16 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือแปลงเส้นโค้ง (Arc) เป็นเส้นต่อเนื่อง (Polyline)

5.5.3 คำสั่งต่อเส้น

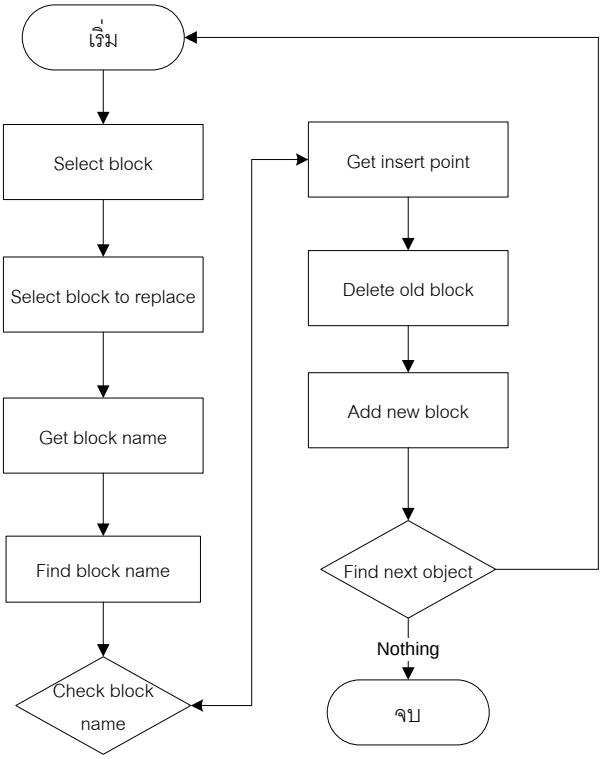
เส้นในแบบอาคารหากเขียนเป็นลักษณะเส้นตรงจะไม่มีความต่อเนื่องของเส้น จึงต้องทำการปรับปรุงให้เป็นเส้นต่อเนื่อง (polyline) ก่อน เมื่อทำการแปลงจากเส้นตรงเป็นเส้นต่อเนื่องแล้วเส้นจะยังไม่ต่อกันจึงต้องมีคำสั่งที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการต่อเส้น ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งคือเลือกเส้นที่เป็นเส้นต่อเนื่องเท่านั้น คำสั่งจะทำการต่อเส้นให้อัตโนมัติทั้งหมด ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งดังรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งต่อเส้น

5.5.4 คำสั่งแทนที่สัญลักษณ์

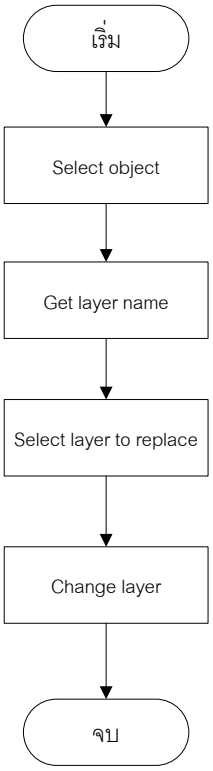
จากที่กล่าวถึงปัญหาการใช้สัญลักษณ์ในแบบในข้อที่ 4.4 นั้น หากว่ามีคำสั่งที่สามารถเปลี่ยนรูปแบบสัญลักษณ์ให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ในคราวเดียวนั้นจะทำให้เกิดความสะดวกอย่างมาก ดังนั้นคำสั่งนี้จึงมาช่วยในเรื่องดังกล่าว ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งเริ่มจากทำการเลือกบล็อกที่ต้องการแทนที่บล็อกเดิมจากรูปแบบบล็อกที่มีอยู่ซึ่งเก็บอยู่ตามรูปที่ 5.5 จากนั้นเลือกบล็อกภายในแบบที่ไม่ต้องการคำสั่งจะการค้นหาและแทนที่บล็อกเดิมด้วยบล็อกใหม่ในจุดเดิมทั้งหมดโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งดังรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.18 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งแทนที่สัญลักษณ์

5.5.5 คำสั่งการเปลี่ยนชื่อเลเยอร์

ในแนวทางการเขียนแบบได้กำหนดการใช้ชื่อของเลเยอร์ที่เหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งแบบเดิมชื่อเลเยอร์อาจจะไม่ตรงตามความต้องการดังนั้นคำสั่งนี้จะมาช่วยอำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนชื่อเลเยอร์ ขั้นตอนในการดำเนินงานคือ เลือกวัตถุที่ต้องการเปลี่ยนเลเยอร์ และเลเยอร์ที่ต้องการแทนที่ภายคำสั่งที่มีให้เลือก จากนั้นคำสั่งจะดำเนินการเปลี่ยนชื่อเลเยอร์ให้กับวัตถุโดยอัตโนมัติทั้งหมด รูปแบบขั้นตอนการทำงานของคำสั่งดังรูปที่ 5.19



รูปที่ 5.19 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งเปลี่ยนชื่อเลเยอร์

สรุป ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นทั้งหมดเพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับแบบและฐานข้อมูลเพื่อให้แบบที่นำมาใช้อยู่ในรูปแบบของแบบจำลองข้อมูลและแนวทางการเขียนแบบ เพื่อจุดประสงค์ในการนำแบบไปใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคาร โดยวิธีการใช้งานโดยละเอียดสามารถดูได้จากภาคผนวก ง เพิ่มเติม

บทที่ 6

การทดสอบ

การทดสอบ แบ่งออกเป็น 3 กรณีคือ ทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งเพื่อรองรับการเขียนแบบลักษณะที่มีโทโปโลจี, ทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร และทดสอบการส่งออก โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

6.1.1 แบบอาคารที่ใช้ในการทดสอบ

- แบบอาคารจามจุรี 5 ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประเภทการใช้งานคืออาคารสำนักงาน 7 ชั้น
- แบบที่นำมาทดสอบเป็นชั้น 3 และ 4 ของอาคาร
- ขนาดอาคาร 24 x 56 เมตร พื้นที่ในแต่ละชั้น 1,507 ตารางเมตร ประกอบด้วยพื้นที่สำนักงานของส่วนงานการคลังในชั้น 3 และส่วนงานกายภาพในชั้น 4
- ประกอบด้วย 24 ส่วนพื้นที่ใหญ่ๆและทำการจัดระเบียบการใช้สอยเป็นสำนักงานอีกครั้ง ซึ่งแบ่งเป็นส่วนๆของพนักงานแต่ละบุคคลประมาณ 129 ส่วนพื้นที่ย่อยในแต่ละชั้น

6.1.2 ประเภทของแบบที่นำมาทดสอบ

- แบบแปลนพื้น
- แบบวิศวกรรมไฟฟ้า แบบที่นำมาใช้คือคือแบบที่แสดงแนวตามการก่อสร้างจริง
- แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล
- แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)

6.1.3 กรณีศึกษาที่ใช้ทดสอบในการเขียนแบบ

ในการทดสอบได้แบ่งกรณีศึกษาออกเป็นสองกรณีเพื่อใช้ในการทดสอบการเขียนแบบทั้งในส่วนของแบบที่มีโทโปโลจีและไม่มีโทโปโลจี ดังนี้

- ประเภทแบบที่ต้องทำการเขียนใหม่เพื่อนำมาใช้งาน
- ประเภทแบบที่สามารถปรับปรุงเพื่อนำมาใช้งานได้

โดยการทดสอบในครั้งนี้ทำการทดสอบเฉพาะข้อมูลเชิงกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับชุดคำสั่ง การเขียนใหม่และการปรับปรุงเท่านั้น ไม่รวมถึงชุดคำสั่งฐานข้อมูล เนื่องจากข้อมูลกราฟิกนั้นสามารถใช้เครื่องมือพื้นฐานในโปรแกรมเพื่อดำเนินการได้ จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อเสียของชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น ต่างจากข้อมูลลักษณะประจำที่จำเป็นต้องใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำเข้าข้อมูล

เท่านั้นไม่สามารถใช้เครื่องมือพื้นฐานในโปรแกรมเพื่อดำเนินการได้ ซึ่งการทดสอบความหมายของการเขียนใหม่และการปรับปรุงแบบนั้นไม่ได้หมายความรวมถึงลักษณะข้อมูลกราฟิกทั้งหมดภายในแบบ แต่หมายถึงการปรับปรุงแบบเฉพาะในส่วนที่ใช้งานในระบบบริหารจัดการอาคารตามแบบจำลองข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ โดยข้อมูลอื่นนั้นถือเป็นส่วนประกอบในการใช้งาน ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ในเชิงสารสนเทศปริภูมิก็สามารถนำมาใช้งานได้

6.2 ทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งเพื่อรองรับการเขียนแบบอาคารลักษณะที่มีโทโปโลจี

แบบอาคารในลักษณะที่มีโทโปโลจีหมายถึง แบบที่มีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุ ตัวอย่างเช่น ภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าสวิตซ์ไฟมีความสัมพันธ์กับสายไฟฟ้าและดวงโคมในการควบคุมการเปิดปิด เมื่อเลือกสายไฟที่มาเชื่อมต่อกับดวงโคมภายในแบบจะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุว่าสายไฟกับสวิตซ์ไฟตัวใดภายในแบบเป็นตัวควบคุมการเปิดปิดของดวงโคมดวงนี้เป็นต้น หรือในทางตรงกันข้ามสามารถเลือกที่สายไฟที่มาเชื่อมต่อกับสวิตซ์ไฟเพื่อตรวจสอบว่าสวิตซ์ที่เลือกนั้นควบคุมการเปิดปิดดวงโคมไหนบ้าง เป็นต้น ซึ่งในที่นี้ทดสอบในส่วนรูปแบบ AutoCAD ส่วนในลักษณะสารสนเทศอาคารนั้นจะกล่าวถึงในการทดสอบการส่งออกในข้อที่ 6.4 อีกครั้ง

6.2.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับกับการเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจีได้หรือไม่

6.2.2 ข้อจำกัดในการทดสอบ

ในการเขียนแบบอาคารโดยปกติเป็นการเขียนแบบในทางวิศวกรรมไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีมาเกี่ยวข้อง ส่งผลให้การหาผู้ร่วมทำการทดสอบที่มีความเข้าใจในด้านโทโปโลจีจึงเป็นไปได้ยาก หากจะอบรมให้ผู้ร่วมทดสอบมีความเข้าใจในด้านโทโปโลจีจะใช้เวลาพอสมควร ดังนั้นในการทดสอบในข้อนี้ทางผู้ดำเนินการวิจัยจะเป็นผู้ทดสอบเอง

6.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

ใช้การเขียนแบบอาคารตามแนวทางการเขียนแบบในข้อ 4.4 โดยใช้ชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคารในแบบแต่ละประเภทแล้วทำการจับเวลา เมื่อเขียนแบบเสร็จ ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี โดยตั้งสมมุติฐานไว้ ตัวอย่างเช่น แบบวิศวกรรมไฟฟ้าต้องสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสวิตซ์ไฟและดวงโคมได้ แบบวิศวกรรมสุขาภิบาลต้องสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวาล์วกับท่อน้ำได้ เป็นต้น

6.2.4 ผลการทดสอบ

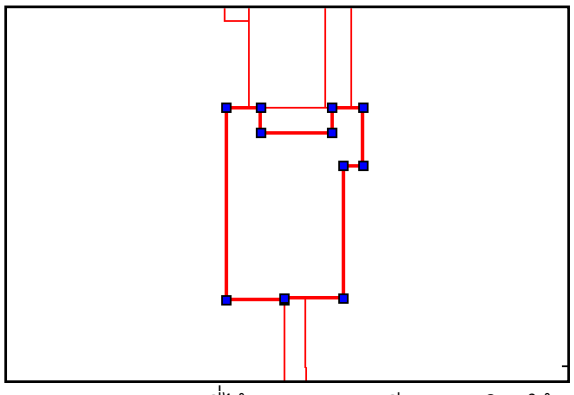
เมื่อใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นช่วยในการเขียนแบบ พบว่าทุกชุดคำสั่งสามารถรองรับกับการเขียนแบบอาคารลักษณะที่มีโทโปโลจีตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ได้ ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี

ประเภทแบบ	การเขียน	ระยะเวลาที่ใช้ต่อ 1 ชั้น (นาที)
แบบแปลน	การเขียนใหม่	86
	การปรับปรุง	82
แบบวิศวกรรมไฟฟ้า	การเขียนใหม่	60
	การปรับปรุง	75
แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล	การเขียนใหม่	22
	การปรับปรุง	34
แบบตกแต่งภายใน	การเขียนใหม่	114
	การปรับปรุง	10

จากตารางที่ 6.1 อธิบายได้ว่าในการเขียนแบบอาคารที่มีโทโปโลจีโดยการใช้ชุดคำสั่ง ในส่วนข้อมูลที่เป็นเส้นต่อเนื่องก็คือแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล แนะนำให้ใช้การเขียนใหม่โดยการอ้างอิงตำแหน่งของแนวเส้นเดิมในการเขียนแบบ ซึ่งจะทำให้การเขียนแบบใช้เวลาน้อยกว่าการเขียนด้วยการปรับปรุงแบบ ส่วนในแบบแปลนและแบบตกแต่งภายในควรใช้วิธีการปรับปรุงแบบจะรวดเร็วกว่า เนื่องจากแบบประเภทนี้ไม่มีรายละเอียดในความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุมากเท่าแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ซึ่งในแบบอาคารแต่ละประเภทเมื่อเขียนแบบเสร็จมีรายละเอียดดังนี้

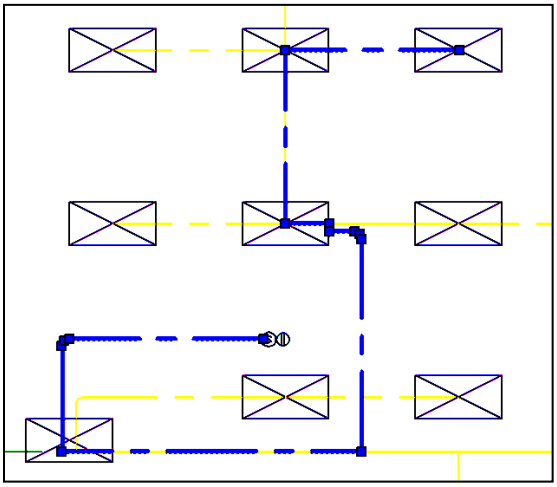
6.2.4.1 แบบแปลน



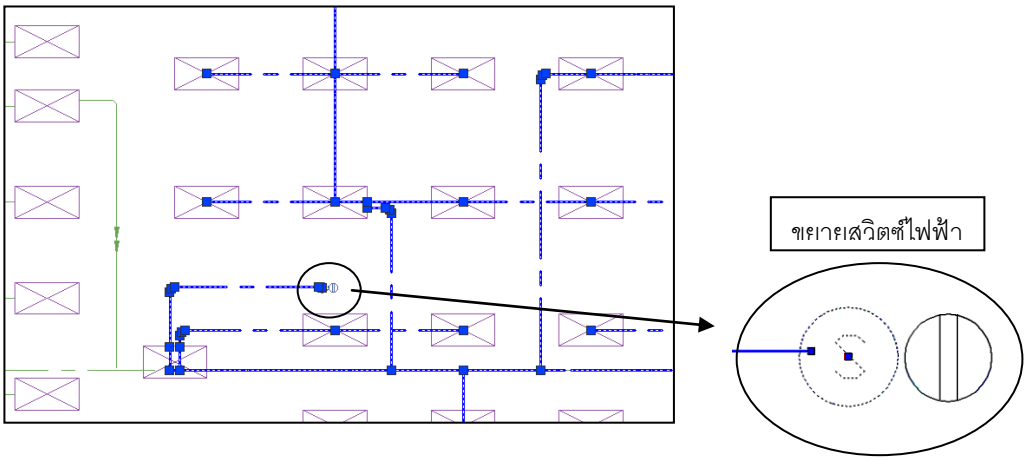
รูปที่ 6.1 แสดงแบบแปลนที่ได้จากการการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่ง

ในความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีของแบบแปลนดังรูปที่ 6.1 ซึ่งพื้นที่ภายในแบบแปลนจะแทนด้วยลักษณะของรูปปิดซึ่งแต่ละรูปปิดจะมีความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะประจำที่สามารถเรียกดูได้ และเนื่องจากแบบแปลนเป็นแบบที่เป็นฐานในการเขียนแบบอื่นๆดังนั้นสามารถนำแบบแปลนไปซ้อนกับชั้นข้อมูลอาคารอื่นๆเพื่ออ้างอิงตำแหน่งภายในอาคารได้

6.2.4.2 **แบบวิศวกรรมไฟฟ้า**



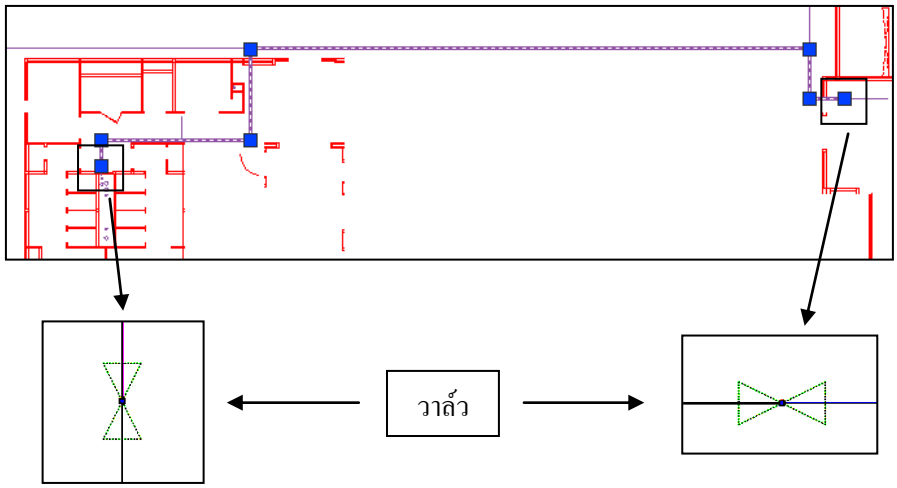
รูปที่ 6.2 แสดงแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ได้จากการการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างสวิตซ์ไฟฟ้าและดวงโคม (ลักษณะที่ 1)



รูปที่ 6.3 แสดงแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ได้จากการการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างสวิตซ์ไฟฟ้าและดวงโคม (ลักษณะที่ 2)

จากรูปที่ 6.2 เมื่อเลือกสายไฟที่มาเชื่อมต่อกับดวงโคมภายในแบบจะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุว่าสายไฟกับสวิตซ์ไฟตัวใดภายในแบบเป็นตัวควบคุมการเปิดปิดของดวงโคมดวงนี้เป็นต้น หรือในรูปที่ 6.3 ซึ่งสามารถเลือกที่สายไฟที่มาเชื่อมต่อกับสวิตซ์ไฟเพื่อตรวจสอบว่าสวิตซ์ที่เลือกนั้นควบคุมการเปิดปิดดวงโคมใดบ้าง ในตัวอย่างสวิตซ์นี้ควบคุมดวงโคมหลายดวง

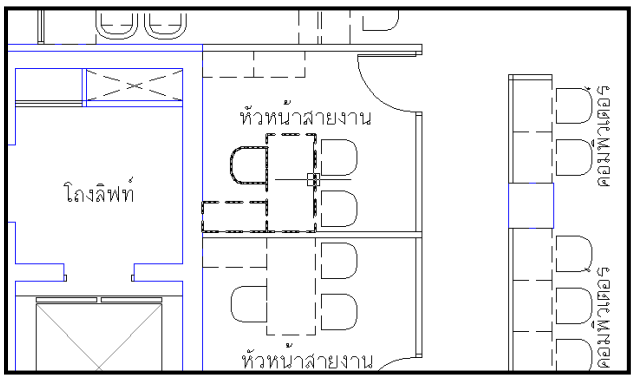
6.2.4.3 แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล



รูปที่ 6.4 แสดงแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลที่ได้จากการการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีระหว่างวาล์วและท่อน้ำ

จากรูปที่ 6.4 เมื่อเลือกท่อน้ำที่มาเชื่อมต่อกับวาล์วภายในแบบจะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของวัตถุว่าท่อน้ำที่เกี่ยวข้องกับวาล์วตัวนี้มีท่อเส้นใดบ้าง

6.2.4.4 แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)



รูปที่ 6.5 แสดงความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีของแบบตกแต่งภายใน

ในความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีของแบบตกแต่งภายในดังรูปที่ 6.5 พื้นที่วัตถุภายในแบบจะแทนด้วยลักษณะของสัญลักษณ์ซึ่งแต่ละสัญลักษณ์นั้นจะมีความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะประจำที่สามารถเรียกดูได้อีกทั้งสามารถนำมาซ้อนกับกับชั้นข้อมูลของพื้นที่ เพื่อสามารถดูข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของทรัพย์สินได้เพิ่มเติม

6.2.5 การนำไปใช้งาน

เมื่อแบบอาคารมีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี สามารถรองรับการใช้งาน ดังนี้

- แบบแปลน สามารถสืบค้นข้อมูลลักษณะประจำของพื้นที่นั้นได้เช่น ต้องการทราบว่าพื้นที่บริเวณนี้มีชื่อว่าอะไร ขนาดพื้นที่เท่าใด ซึ่งสามารถเลือกได้โดยตรงจากวัตถุเพื่อดูข้อมูลลักษณะประจำ และวางซ้อนทับกับชั้นข้อมูลอื่นเพื่อทราบถึงตำแหน่งของวัตถุอื่นๆได้อีก เช่นวางซ้อนทับกับแบบวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบว่าตัวควบคุมไฟฟ้าอยู่ในห้องใดบริเวณใด เป็นต้น ซึ่งใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่

- แบบวิศวกรรมไฟฟ้า สามารถสืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ตัวอย่างเช่น ต้องการทราบว่าสวิตซ์ไฟดวงใดที่ควบคุมการเปิดปิดของดวงโคมดวงนี้ ซึ่งสามารถทำได้โดย เลือกโดยตรงที่วัตถุบนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า คือเลือกที่สายไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับดวงโคม จะปรากฏแนวสายไฟฟ้าวิ่งไปหาสวิตซ์ที่เป็นตัวควบคุม เป็นต้น ซึ่งใช้ในการบริหารจัดการบำรุงรักษา

- แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล สามารถสืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างวาล์วน้ำกับแนวท่อน้ำได้ ตัวอย่างเช่น ต้องการซ่อมท่อบริเวณนี้อยากทราบว่าจะต้องปิดวาล์วตัวใดเพื่อหยุดน้ำ ซึ่งสามารถทำได้โดย เลือกโดยตรงที่วัตถุบนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล เลือกท่อน้ำที่เชื่อมโยงกับวาล์วน้ำ จะปรากฏแนวท่อน้ำที่เชื่อมโยงกับวาล์วน้ำตัวที่เลือกทั้งหมด เป็นต้น ซึ่งใช้ในการบริหารจัดการบำรุงรักษา

- แบบตกแต่งภายใน สามารถสืบค้นข้อมูลลักษณะประจำของทรัพย์สินนั้นได้ เช่น ต้องการทราบว่าทรัพย์สินชิ้นนี้ใครเป็นผู้ครอบครองดูแล พื้นที่ที่ตั้งอยู่นี้หมายเลขห้องอะไร เป็นต้น ซึ่งใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน

6.3 ทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร

6.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นสามารถอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบหรือไม่ โดยปัจจัยที่พิจารณาคือเรื่องของเวลาในการดำเนินการทดสอบ

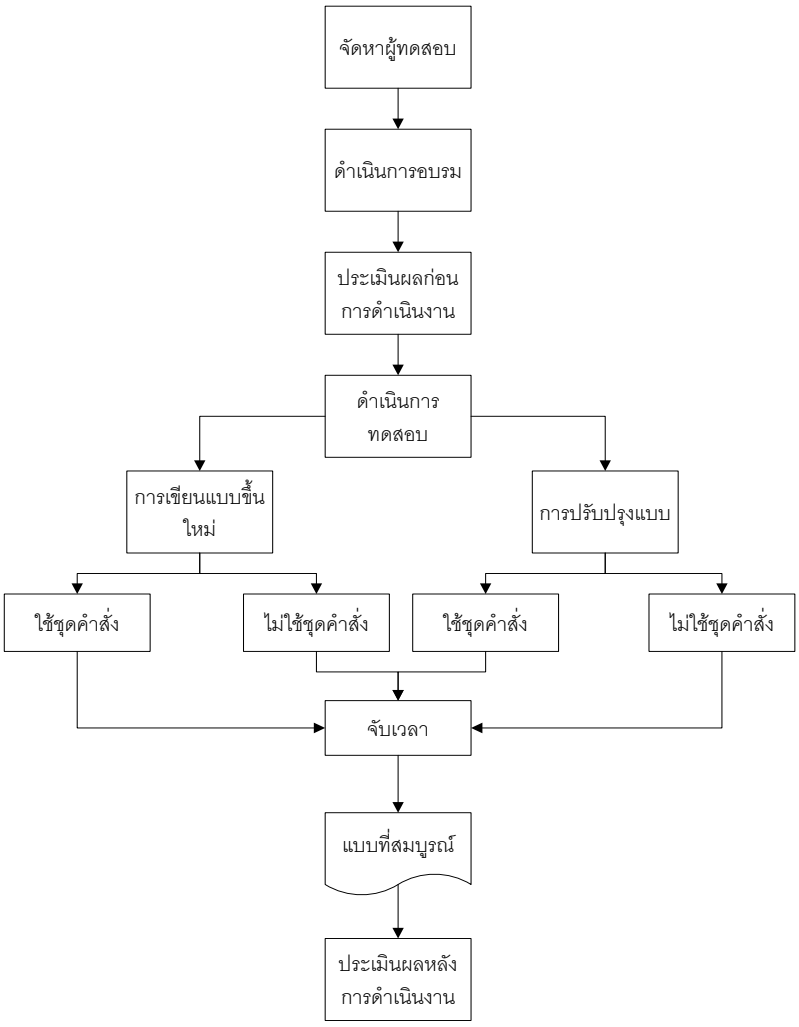
6.3.2 **ข้อจำกัดในการทดสอบ**

ในการทดสอบนี้จะให้ผู้ร่วมทำการทดสอบดำเนินการเขียนแบบโดยปกติซึ่งคือวิธีการเขียนที่ผู้ร่วมทดสอบเคยเขียนอยู่แล้ว ซึ่งแบบอาคารที่เขียนจะไม่มีความสัมพันธ์ด้านโทโปโลจี แต่สามารถใช้การสืบค้นผ่านทางฐานข้อมูลได้ ซึ่งการทำงานลักษณะนี้ทำให้การใช้ระบบสารสนเทศไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งในการทดสอบในกรณีนี้วัตถุประสงค์หลักเพื่อ ทดสอบว่าเมื่อผู้ทดสอบใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นช่วยในการเขียนแบบแล้ว ชุดคำสั่งนี้สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบให้มีความรวดเร็วขึ้นหรือไม่

6.3.3 **ขั้นตอนการทดสอบ**

- จัดหาผู้ทดสอบ ในการดำเนินการทดสอบนี้จะต้องจัดหาผู้ทดสอบซึ่งในที่นี้ต้องเป็นบุคคลที่มีความสามารถในการเขียนแบบได้ ซึ่งจะรวมผู้ดำเนินการวิจัยด้วย
- ดำเนินการอบรมเพื่อทำความเข้าใจในชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น และจุดประสงค์ของการทดสอบและการดำเนินงานวิจัยโดยภาพรวม
- จัดให้มีการทำแบบประเมินผลก่อนการทดสอบ เพื่อดูความเข้าใจ
- ดำเนินการทดสอบ โดยนำแบบอาคารที่ประกอบด้วยแบบอาคารอีก 2 ประเภท ซึ่งผ่านการประเมินแบบแล้วว่าเป็นแบบอาคารที่ต้องเขียนใหม่หรือเป็นแบบอาคารที่สามารถนำมาปรับปรุงเพื่อใช้งานได้ มาทำการทดสอบโดยนำแบบที่ต้องเขียนใหม่มาดำเนินการเขียนแบบใหม่ขึ้นมาเพื่อให้ตรงกับแบบจำลองข้อมูลและแนวทางการเขียนแบบที่กำหนดไว้ และทำการจับเวลาการเขียนแบบ และนำแบบที่สามารถปรับปรุงได้มาดำเนินการปรับปรุงโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งและใช้ชุดคำสั่งช่วย และทำการจับเวลาการเขียนแบบ
- หลังจากทดสอบการเขียนแบบแล้วเสร็จจัดทำแบบประเมินหลังการอบรมและดำเนินการเพื่อดูความเข้าใจทั้งในชุดคำสั่งที่ได้ใช้งานและการนำแบบที่เขียนตรง ตามแบบจำลองและแนวทางการเขียนแบบไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร

กระบวนการทั้งหมดดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ

6.3.4 ลักษณะและคุณสมบัติของผู้ทำการทดสอบ

ในการทดสอบได้จัดหาผู้ร่วมทำการทดสอบซึ่งได้ทำการกำหนดคุณสมบัติของผู้ทำการทดสอบไว้เบื้องต้นคือต้องมีทักษะในการใช้งานโปรแกรม AutoCAD ซึ่งได้ทั้งหมด 7 ท่าน ซึ่งทั้ง 7 ท่านมีทักษะการใช้งานโปรแกรม AutoCAD หากรวมผู้ดำเนินการวิจัยด้วยทั้งหมดเป็น 8 ท่าน ซึ่งจำนวนผู้ร่วมทำการทดสอบถือว่าเพียงพอ โดยผู้ดำเนินการวิจัยจะร่วมทดสอบด้วยเพื่อนำมาเปรียบเทียบ ซึ่งคุณลักษณะโดยสังเขปของผู้ร่วมทำการทดสอบทั้ง 8 ท่านมีดังนี้

- ผู้ดำเนินการวิจัย ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 10 ปี งานก่อสร้างและงานโยธา 2 ปี งานประเมินราคาก่อสร้างเพื่อการเวนคืน 2 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 7 ปี
- ผู้ทดสอบที่ 1 ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 5 ปี งานเขียนแบบอาคาร 1 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 6 ปี

- ผู้ทดสอบที่ 2 ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 4 ปี งานเขียนแบบอาคาร 1 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 5 ปี
- ผู้ทดสอบที่ 3 ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 8 ปี งานเขียนแบบอาคาร 2 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 6 ปี
- ผู้ทดสอบที่ 4 ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 5 ปี งานเขียนแบบอาคาร 1 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 5 ปี
- ผู้ทดสอบที่ 5 ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 3 ปี งานเขียนแบบอาคาร 2 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 5 ปี
- ผู้ทดสอบที่ 6 ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 3 ปี งานเขียนแบบอาคาร 2 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 4 ปี
- ผู้ทดสอบที่ 7 ประสบการณ์ทำงานในด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ 0 ปี งานเขียนแบบอาคาร 3 ปี ประสบการณ์การใช้โปรแกรม AutoCAD 6 ปี

โดยบุคคลทั้ง 8 ที่ดำเนินการทดสอบสามารถแบ่งออกตามคุณลักษณะทางวิชาชีพได้ 3 ประเภทใหญ่ ดังนี้

- วิชาชีพทางด้านแผนที่และภูมิศาสตร์เป็นหลัก หมายถึงบุคคลที่ประกอบวิชาชีพด้านแผนที่และภูมิศาสตร์เป็นงานหลัก หรือมีความชำนาญงานด้านนี้เป็นสำคัญ ประกอบด้วย ผู้ทดสอบที่ 1 , 2 และ 4
- วิชาชีพทางด้านวิศวกรรมโยธาเป็นหลัก หมายถึงบุคคลที่ประกอบวิชาชีพทางด้านวิศวกรรมโยธา จบการศึกษาทางด้านวิศวกรรมโยธา ประกอบด้วย ผู้ทดสอบที่ 3,5,6 และ 7
- วิชาชีพที่ทำงานทั้งสองด้านประสานกันคือด้านแผนที่และภูมิศาสตร์กับวิศวกรรมโยธา หมายถึงบุคคลที่ประกอบวิชาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับงานด้านแผนที่และภูมิศาสตร์ ที่มีความสัมพันธ์กับงานในด้านวิศวกรรมโยธา ทั้งในแง่ของการประยุกต์ใช้หรือการดำเนินงานจริง ซึ่งก็คือผู้ดำเนินการวิจัย

6.3.5 ผลการทดสอบ

ในการทดสอบปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือเรื่องของเวลาดังนั้นจึงมีการจับเวลาแล้วนำมาวิเคราะห์ ซึ่งเวลาที่ได้ใช้ไปในการทดสอบแต่ละประเด็นมีดังนี้

6.3.5.1 **ผลการทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร (กรณีการเขียนใหม่)**

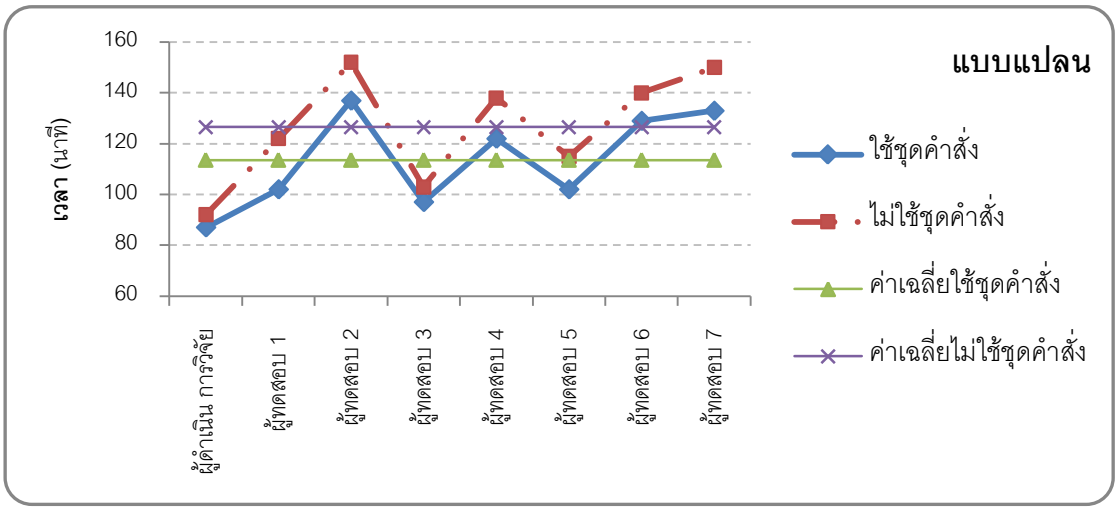
ในการทดสอบได้ดำเนินการทดสอบทั้งการใช้ชุดคำสั่งและไม่ใช้ชุดคำสั่งในกรณีการเขียนแบบอาคารใหม่ เวลาที่ใช้ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 แสดงระยะเวลาในการทดสอบการเขียนแบบใหม่ทั้งสองรูปแบบ

ประเภทแบบ	การเขียน	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที) ต่อ 1 ชั้น								ค่าเฉลี่ย	ส่วนต่าง (%)
		ผู้ดำเนิน การวิจัย	ผู้ทดสอบ 1	ผู้ทดสอบ 2	ผู้ทดสอบ 3	ผู้ทดสอบ 4	ผู้ทดสอบ 5	ผู้ทดสอบ 6	ผู้ทดสอบ 7		
แบบแปลน	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	92	122	152	103	138	115	140	150	126.50	10.18
	ใช้ชุดคำสั่ง	87	102	137	97	122	102	129	133	113.63	
	ค่าความต่าง	5	20	15	6	16	13	11	17	12.88	
แบบวิศวกรรมไฟฟ้า	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	85	100	114	91	117	105	101	119	104.00	15.02
	ใช้ชุดคำสั่ง	73	83	103	79	101	86	88	94	88.38	
	ค่าความต่าง	12	17	11	12	16	19	13	25	15.63	
แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	52	67	64	70	71	72	69	79	68.00	18.01
	ใช้ชุดคำสั่ง	40	55	59	53	56	59	60	64	55.75	
	ค่าความต่าง	12	12	5	17	15	13	9	15	12.25	
แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	108	128	124	111	138	130	128	133	125.00	8.60
	ใช้ชุดคำสั่ง	103	117	111	110	123	117	113	120	114.25	
	ค่าความต่าง	5	11	13	1	15	13	15	13	10.75	

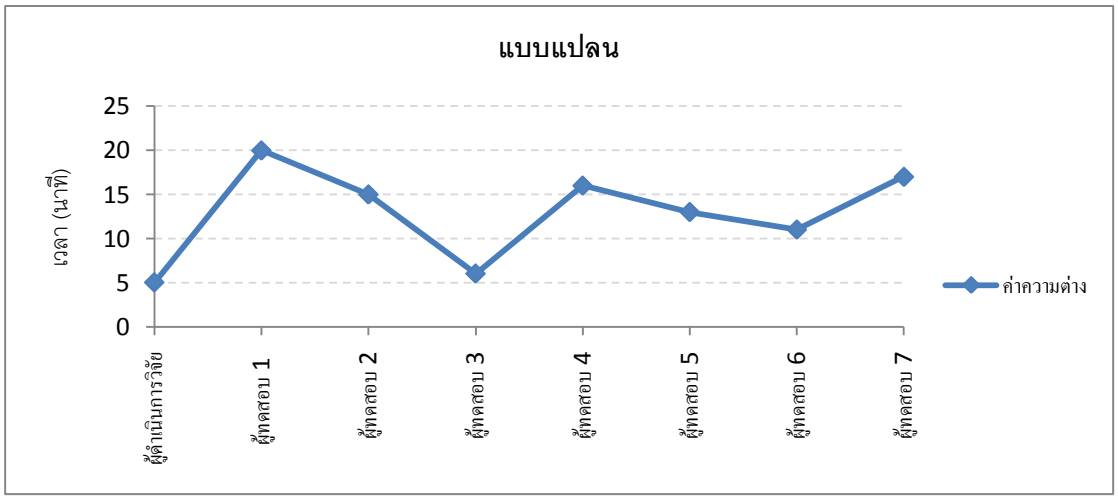
จากตารางที่ 6.2 สามารถวิเคราะห์โดยแยกตามประเภทของแบบดังนี้

– แบบแปลน ในแบบแปลนไม่มีเส้นขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการดังนั้นจึงดำเนินการสร้างเส้นขอบเขตพื้นที่ขึ้นมาใหม่โดยการอาศัยเส้นกริดหรือทำการสร้างเส้นร่างขึ้นมาเพื่อเป็นเค้าโครงในการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่อีกครั้ง โดยทำการทดสอบทั้งการสร้างโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งช่วย และใช้ชุดคำสั่งช่วย จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 92 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 152 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 87 นาที ช้าที่สุดเท่ากับ 137 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบแปลนมาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบแปลน

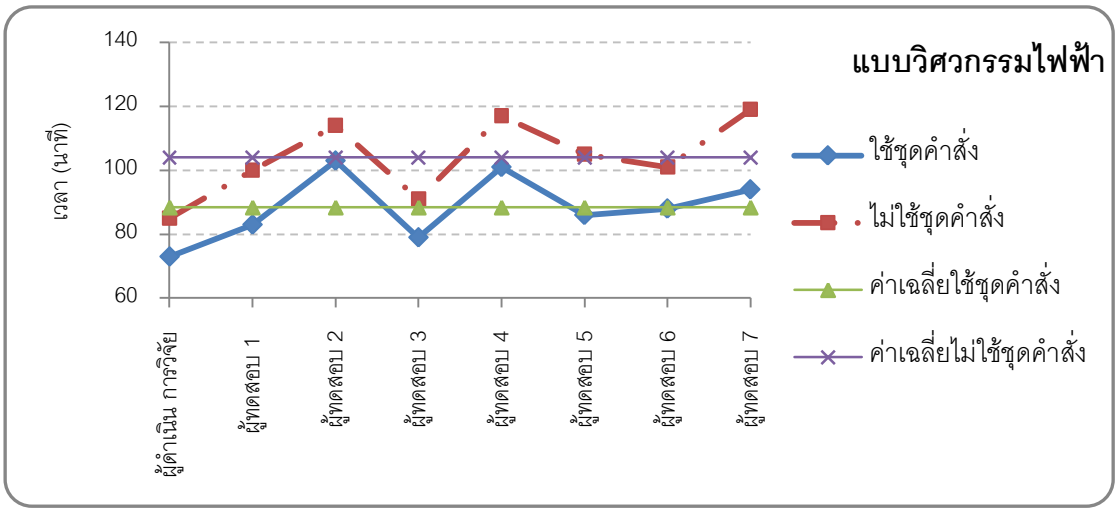
จากรูปที่ 6.7 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.8



รูปที่ 6.8 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง

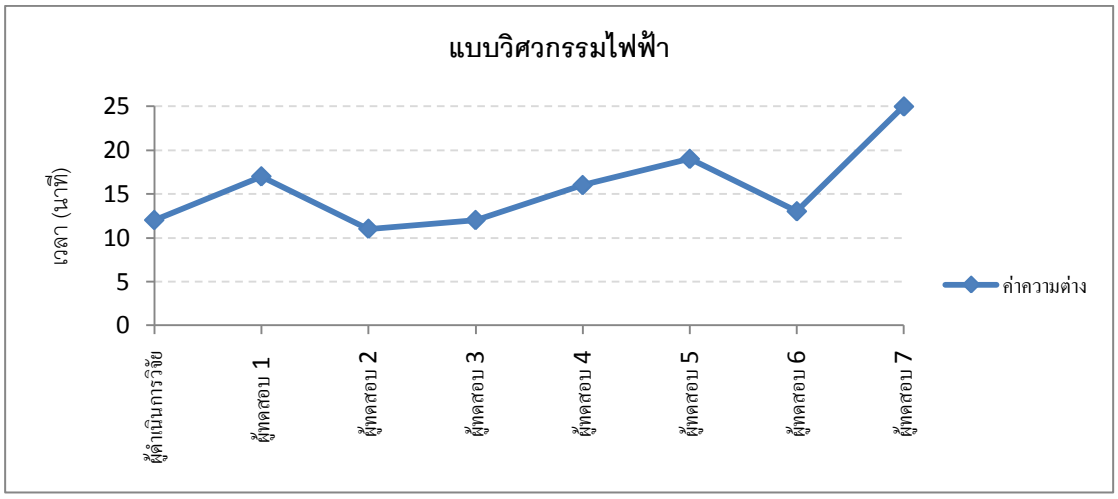
จากรูปที่ 6.8 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 25 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 5 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.88 นาทีต่อชั้น

– แบบวิศวกรรมไฟฟ้า การเขียนใหม่ของแบบประเภทนี้ค่อนข้างจะเสียเวลามาก เนื่องจากจะต้องทำการสร้างเส้นร่างของตำแหน่งในการวางดวงโคมและแนวสายไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ทั้งหมด ซึ่งการทดสอบทำการทดสอบทั้งการสร้างโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งช่วย และใช้ชุดคำสั่งช่วย จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 85 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 119 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 73 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 103 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบวิศวกรรมไฟฟ้ามาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.9 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า

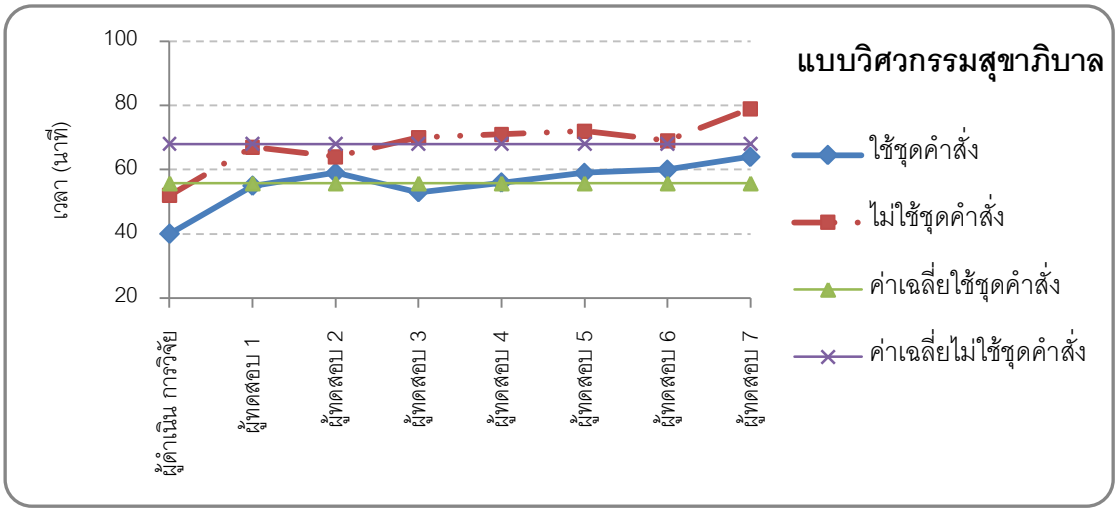
จากรูปที่ 6.9 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.10



รูปที่ 6.10 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง

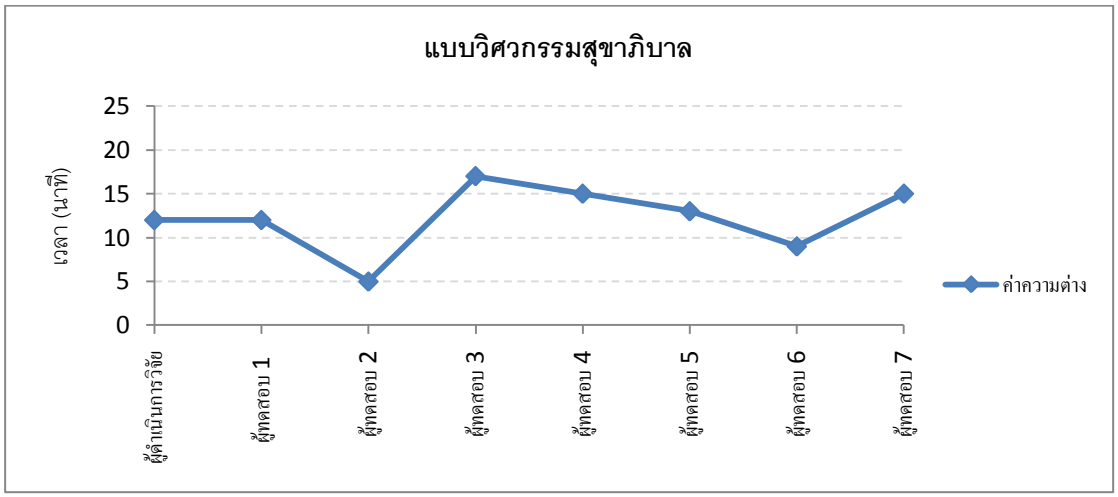
จากรูปที่ 6.10 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 25 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 11 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15.63 นาทีต่อชั้น

– แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ทดสอบการเขียนใหม่ของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล การเขียนใหม่ของแบบประเภทนี้ค่อนข้างจะเสียเวลามากเช่นเดียวกับแบบวิศวกรรมไฟฟ้าเนื่องจากจะต้องทำการสร้างเส้นร่างของตำแหน่งในการวางแนวท่อขึ้นมาใหม่ทั้งหมด ซึ่งการทดสอบทำการทดสอบทั้งการสร้างโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งช่วย และใช้ชุดคำสั่งช่วย จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 52 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 79 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 5 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 17 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลมาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.11



รูปที่ 6.11 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

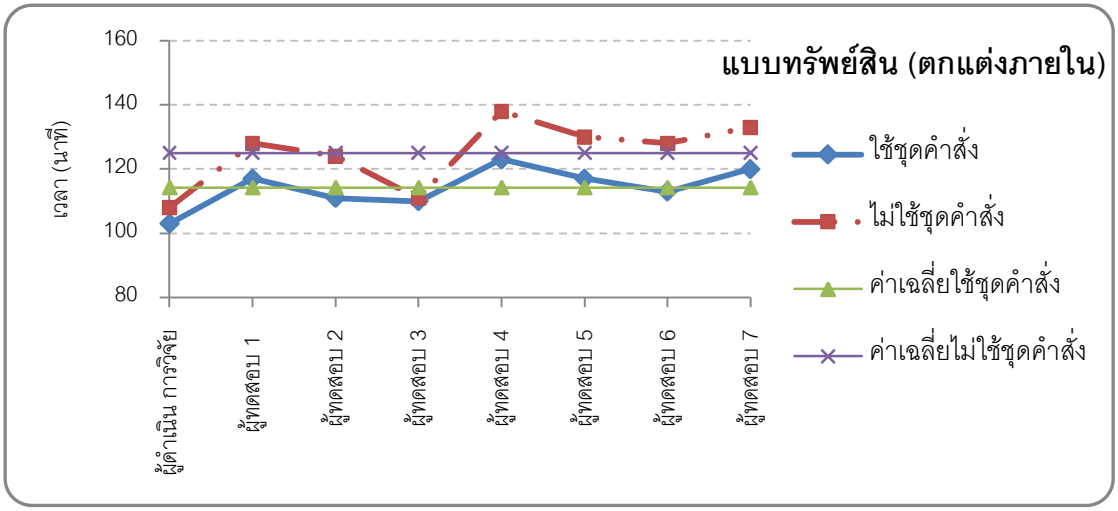
จากรูปที่ 6.11 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.12



รูปที่ 6.12 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล)

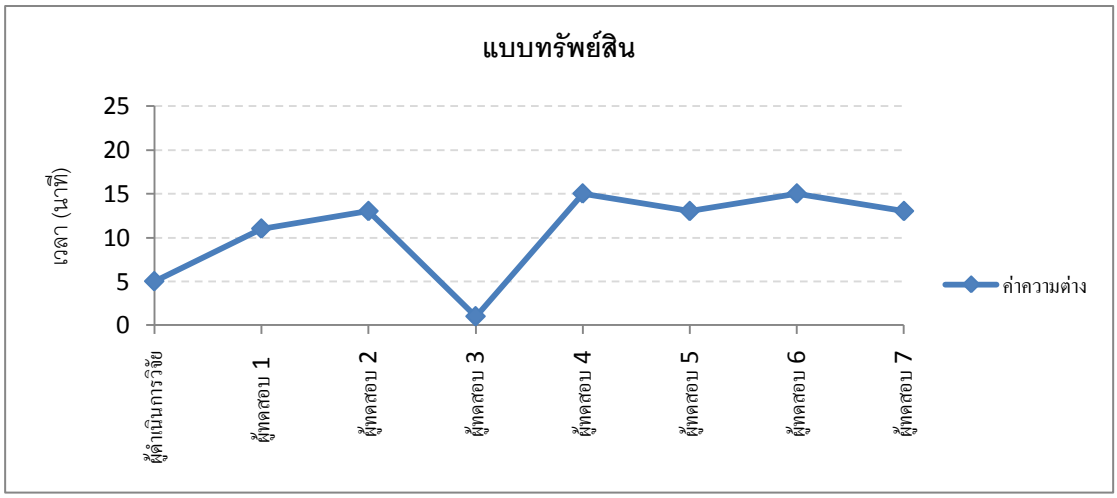
จากรูปที่ 6.12 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 17 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 5 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.25 นาทีต่อชั้น

– ทดสอบการเขียนใหม่ของแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) แบบตกแต่งภายในใช้การเขียนโดยอาศัยรูปแบบบล็อกเพื่อแทนที่วัตถุภายในแบบ การเขียนแบบตกแต่งภายในใหม่จึงใช้ระยะเวลาค่อนข้างมากเนื่องจากการกำหนดตำแหน่งของการวางวัตถุต่างๆภายในพื้นที่ อาจจะต้องใช้การสร้างเส้นร่างขึ้นมาเพื่อกำหนดพื้นที่ใช้งานก่อนจากนั้นถึงจะนำวัตถุที่ต้องการมาวางลงบนพื้นที่ตามการออกแบบของสถาปนิก โดยทำการทดสอบทั้งการสร้างโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งช่วย และใช้ชุดคำสั่งช่วย จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 108 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 138 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 103 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 123 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบทรัพย์สินมาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.13



รูปที่ 6.13 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบทรัพย์สิน

จากรูปที่ 6.13 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.14



รูปที่ 6.14 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบทรัพย์สิน)

จากรูปที่ 6.14 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 15 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 1 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.75 นาทีต่อชั้น

6.3.5.2 **ผลการทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร (กรณีการปรับปรุง)**

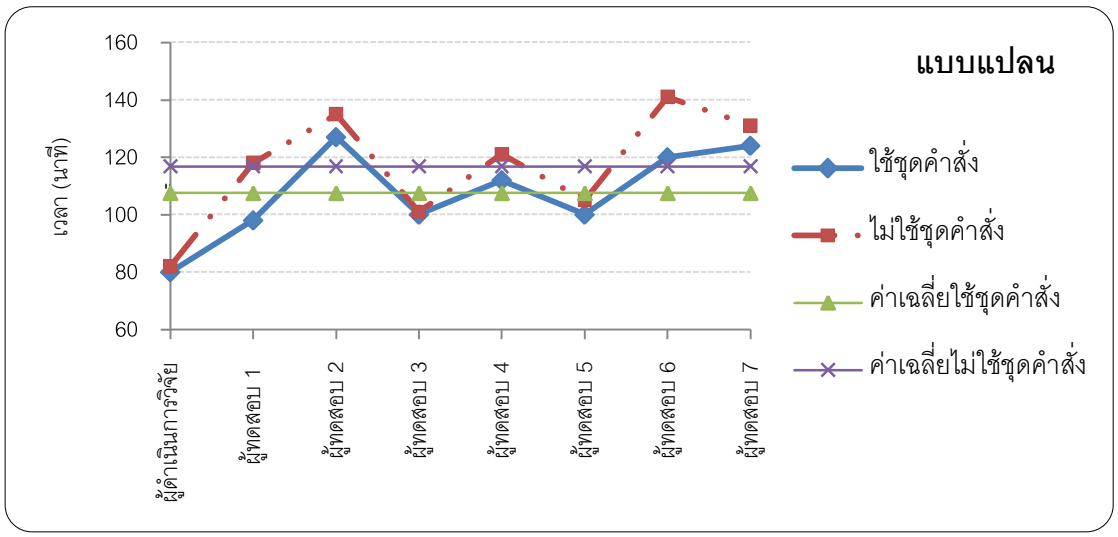
ในการทดสอบได้ดำเนินการทดสอบทั้งการใช้ชุดคำสั่งและไม่ใช้ชุดคำสั่งในกรณีการปรับปรุงแบบอาคาร เวลาที่ใช้ดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 แสดงระยะเวลาในการทดสอบการปรับปรุงแบบอาคารทั้งสองรูปแบบ

ประเภทแบบ	การเขียน	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที) ต่อ 1 ชั้น								ค่าเฉลี่ย	ส่วนต่าง (%)
		ผู้ดำเนินการวิจัย	ผู้ทดสอบ 1	ผู้ทดสอบ 2	ผู้ทดสอบ 3	ผู้ทดสอบ 4	ผู้ทดสอบ 5	ผู้ทดสอบ 6	ผู้ทดสอบ 7		
แบบแปลน	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	82	118	135	101	121	105	141	131	116.75	7.82
	ใช้ชุดคำสั่ง	80	98	127	100	112	100	120	124	107.63	
	ค่าความต่าง	2	20	8	1	9	5	21	7	9.13	
แบบวิศวกรรมไฟฟ้า	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	53	70	58	62	62	62	72	67	63.25	19.96
	ใช้ชุดคำสั่ง	47	52	40	47	47	52	61	59	50.63	
	ค่าความต่าง	6	18	18	15	15	10	11	8	12.63	
แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	24	25	31	35	38	39	41	42	34.38	21.45
	ใช้ชุดคำสั่ง	18	20	27	29	32	28	29	33	27.00	
	ค่าความต่าง	6	5	4	6	6	11	12	9	7.38	
แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)	ไม่ใช้ชุดคำสั่ง	5	7	5	5	12	6	8	9	7.13	14.04
	ใช้ชุดคำสั่ง	5	6	5	5	9	5	7	7	6.13	
	ค่าความต่าง	0	1	0	0	3	1	1	2	1.00	

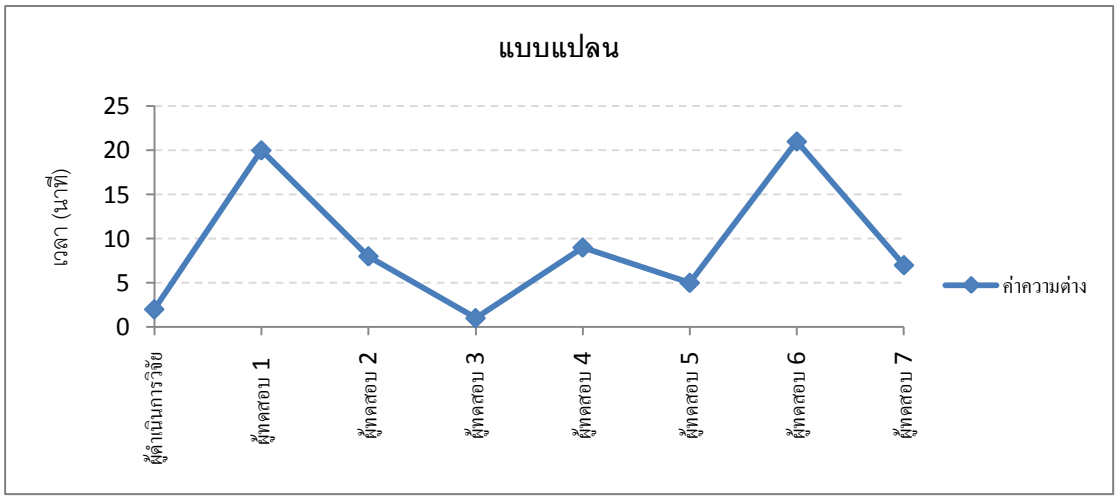
จากตารางที่ 6.3 สามารถวิเคราะห์โดยแยกตามประเภทของแบบดังนี้

– แบบแปลน ในแบบแปลนไม่มีเส้นขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการดังนั้นจึงดำเนินการสร้างเส้นขอบเขตพื้นที่ขึ้นมาใหม่โดยการอาศัยเส้นกริดหรือทำการสร้างเส้นร่างขึ้นมาเพื่อเป็นเค้าโครงในการเขียนเส้นขอบเขตพื้นที่อีกครั้ง โดยทำการทดสอบทั้งการสร้างโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งช่วย และใช้ชุดคำสั่งช่วย จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 82 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 141 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 80 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 127 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบแปลนมาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.15



รูปที่ 6.15 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบแปลน

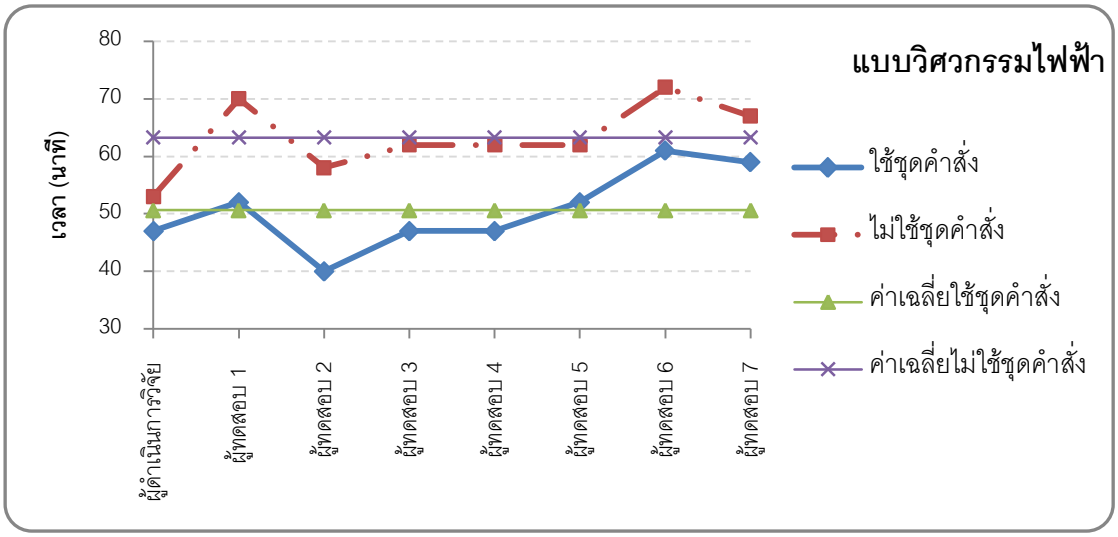
จากรูปที่ 6.15 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.16



รูปที่ 6.16 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบทรัพย์สิน)

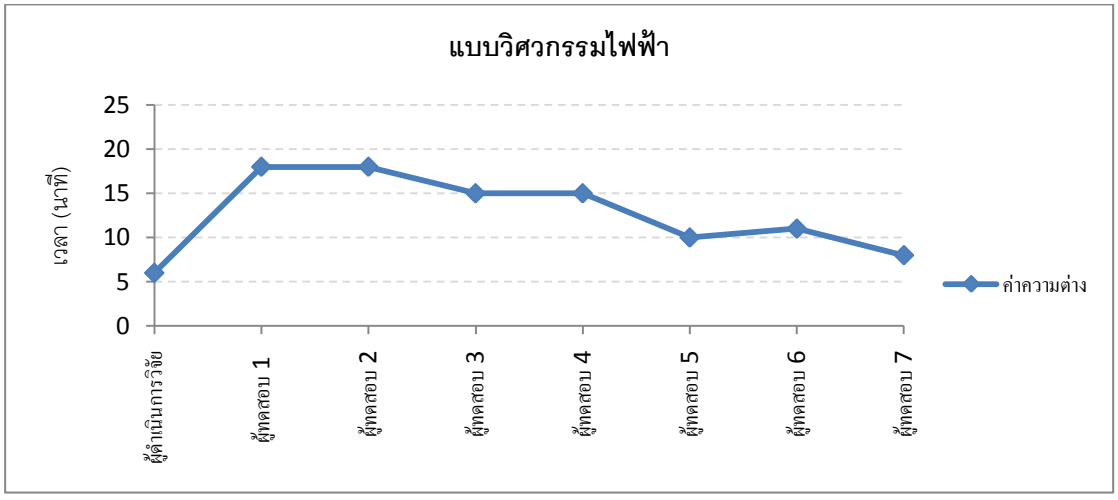
จากรูปที่ 6.16 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 21 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 1 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.13 นาทีต่อชั้น

– ทดสอบการปรับปรุงแบบวิศวกรรมไฟฟ้า การปรับปรุงแบบนี้จะประหยัดเวลากว่าการเขียนใหม่เนื่องจากมีตำแหน่งของวัตถุระบุไว้แล้วทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการสร้างเส้นร่างเพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุในแบบ อีกทั้งหากว่าแบบที่นำมาปรับปรุงมีการวางระบบการเขียนที่ดีไว้อยู่แล้วสามารถใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นช่วยปรับปรุงได้อีกมากอาทิเช่น การแทนที่บล็อกด้วยด้วยบล็อกใหม่ครั้งเดียวทั้งแบบ เป็นต้น ซึ่งระยะเวลาในการทดสอบเป็นดังตารางที่ 6.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงแบบจากแบบตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบนั้น การใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบทำให้เร็วกว่าการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่ง จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 53 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 72 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 40 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 61 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบวิศวกรรมไฟฟ้ามาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.17



รูปที่ 6.17 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า

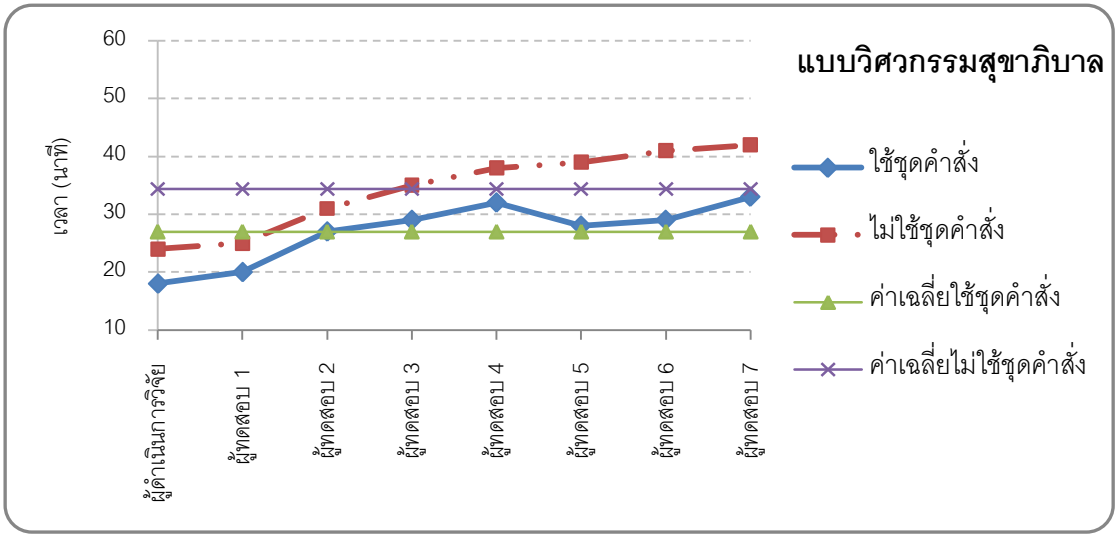
จากรูปที่ 6.17 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.18



รูปที่ 6.18 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบวิศวกรรมไฟฟ้า)

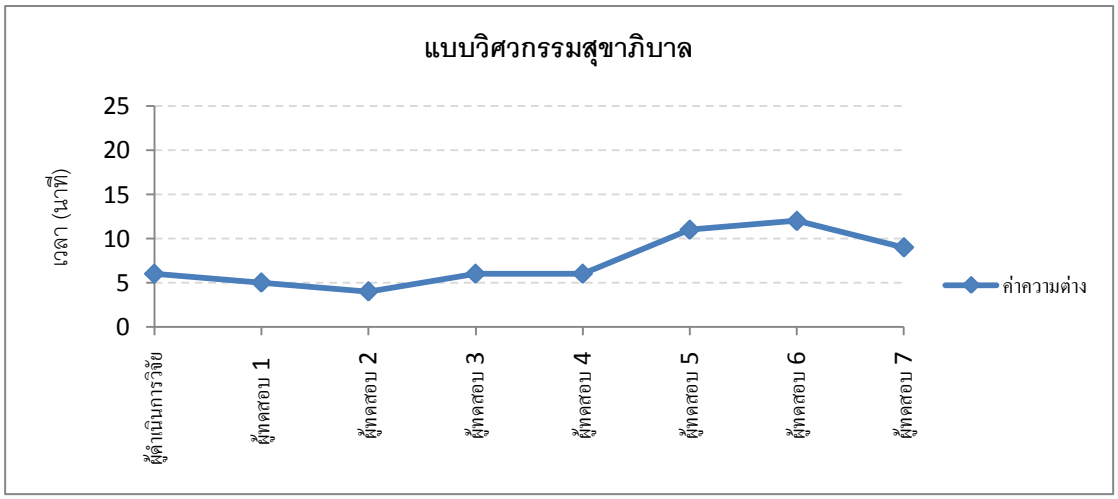
จากรูปที่ 6.18 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 18 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 6 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.63 นาทีต่อชั้น

– ทดสอบการปรับปรุงแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล เช่นเดียวกับแบบวิศวกรรมไฟฟ้าการปรับปรุงแบบนี้จะประหยัดเวลากว่าการเขียนใหม่เนื่องจากมีตำแหน่งของวัตถุระบุไว้แล้วทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการสร้างเส้นร่างเพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุในแบบ อีกทั้งหากว่าแบบที่นำมาปรับปรุงมีการวางระบบการเขียนที่ดีไว้อยู่แล้วสามารถใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นช่วยปรับปรุงได้อีกมากอาทิเช่น การแทนที่บล็อกด้วยด้วยบล็อกใหม่ครั้งเดียวทั้งแบบ เป็นต้น จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 24 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 42 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 18 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 33 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลมาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.19



รูปที่ 6.19 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล

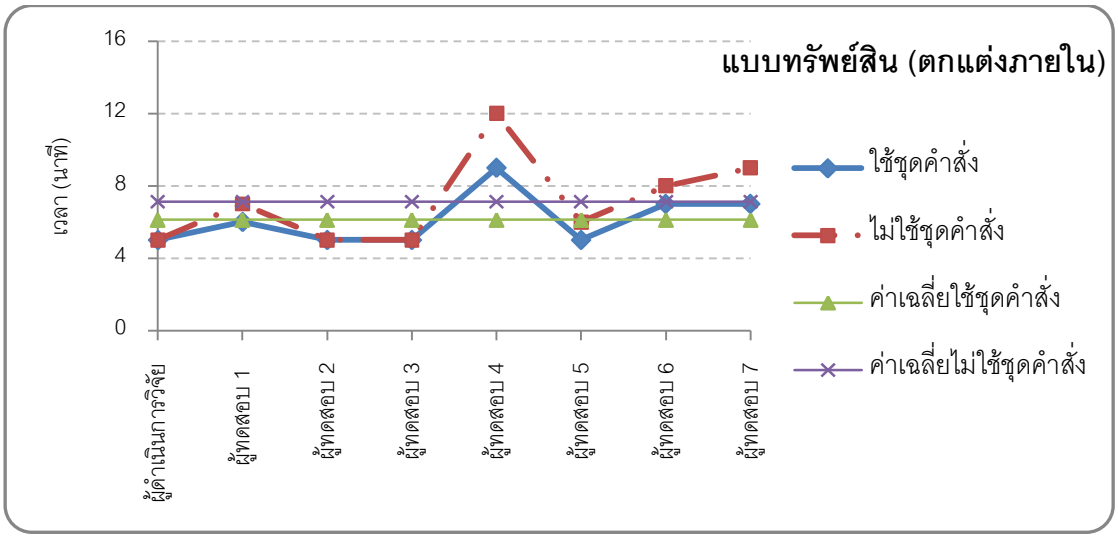
จากรูปที่ 6.19 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.20



รูปที่ 6.20 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล)

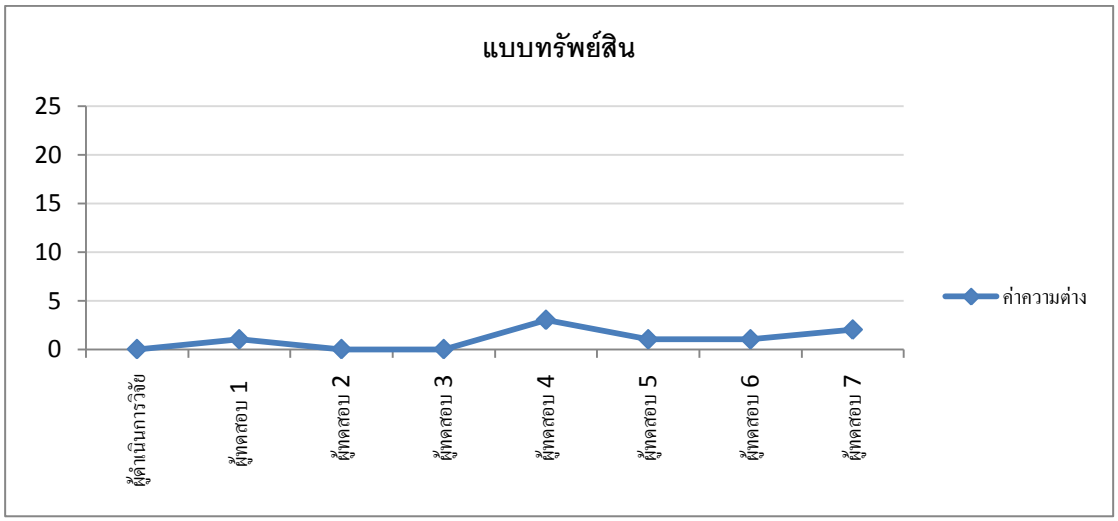
จากรูปที่ 6.20 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 12 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 4 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.38 นาทีต่อชั้น

– ทดสอบการปรับปรุงแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) แบบตกแต่งภายในที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างการทดสอบนั้นมีการเขียนอย่างเป็นระบบอยู่แล้ว (ตามข้อ 4.4.4) ทำให้ปรับปรุงแบบได้อย่างรวดเร็ว จากการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 5 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 12 นาทีต่อชั้น และเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเวลาเร็วที่สุดเท่ากับ 5 นาทีต่อชั้น ช้าที่สุดเท่ากับ 9 นาทีต่อชั้น หากนำเวลาที่ทดสอบส่วนแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) มาจัดอยู่ในรูปแบบกราฟจะได้ดังรูปที่ 6.21



รูปที่ 6.21 แสดงเวลาการทดสอบของผู้ทดสอบในส่วนแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)

จากรูปที่ 6.21 ลักษณะของกราฟระยะเวลาในการเขียนแบบโดยการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่งจะเห็นว่าการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งจะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบสามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.22

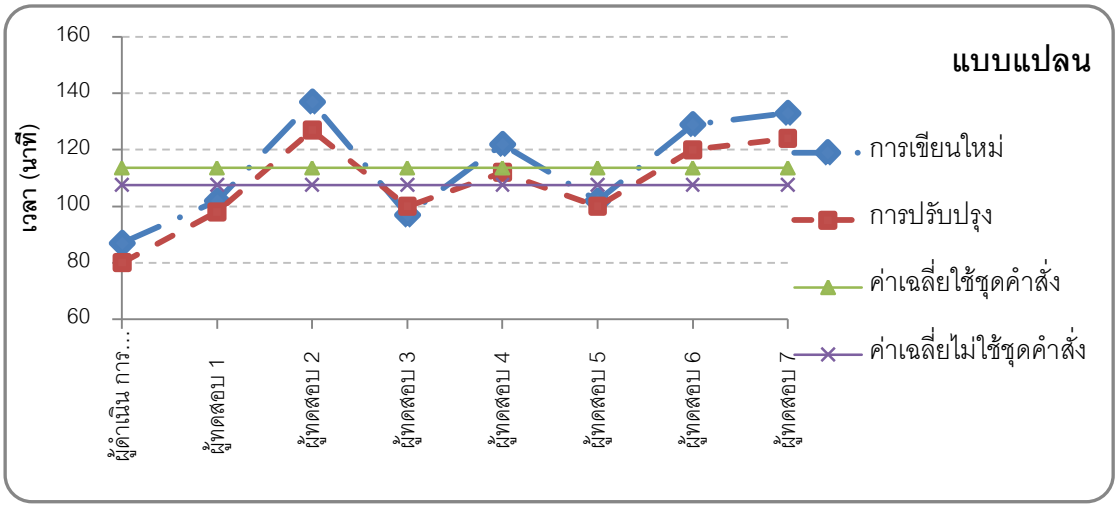


รูปที่ 6.22 แสดงระยะเวลาที่ลดลงจากการใช้ชุดคำสั่ง (แบบทรัพย์สิน)

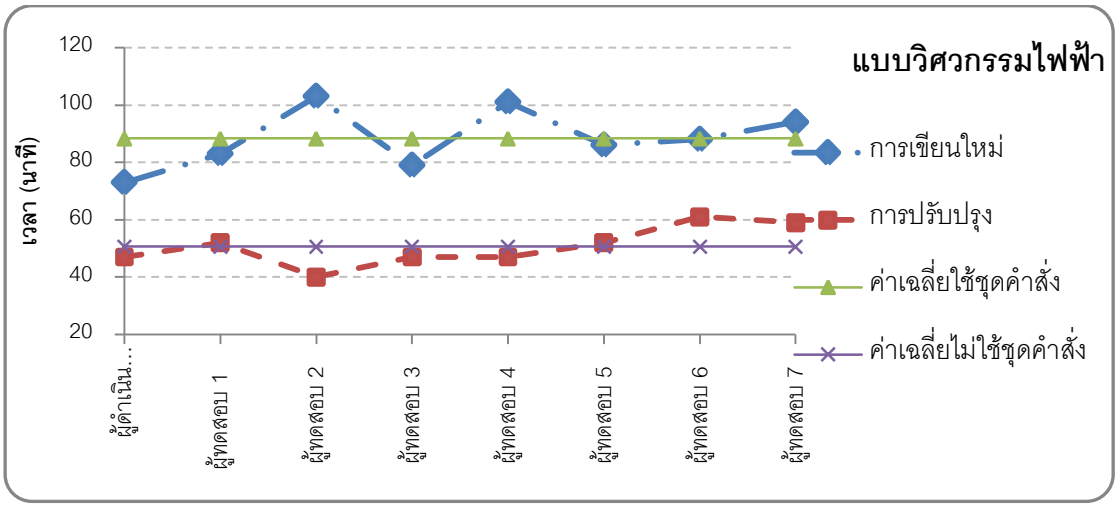
จากรูปที่ 6.22 พบว่าชุดคำสั่งช่วยลดระยะเวลาในการเขียนแบบมากที่สุด 3 นาทีต่อชั้นและน้อยที่สุด 0 นาทีต่อชั้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1 นาทีต่อชั้น

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ

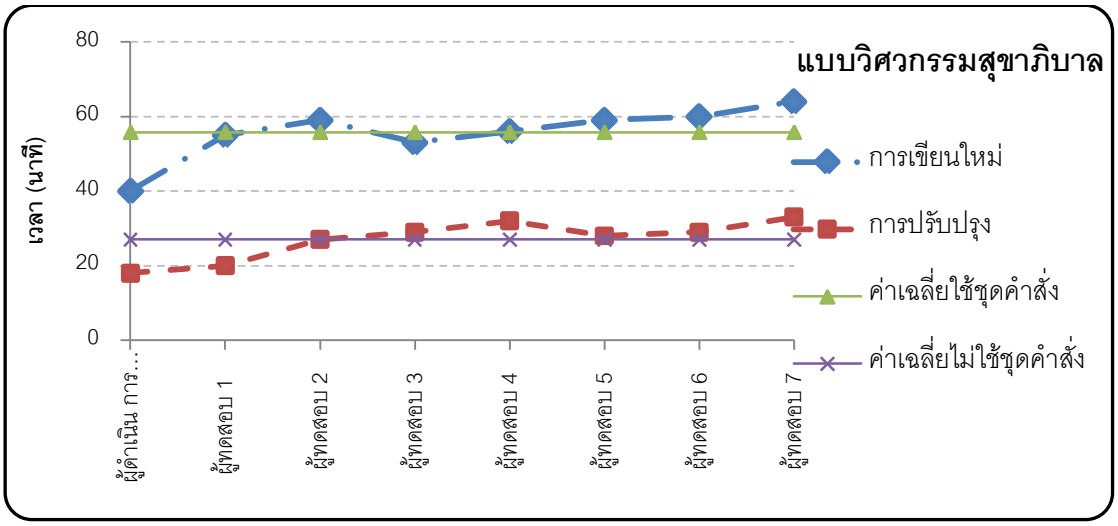
ประเภทแบบ	การเขียน	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที) ต่อ 1 ชิ้น								ค่าเฉลี่ย	ส่วนต่าง (%)
		ผู้ดำเนิน การวิจัย	ผู้ทดสอบ 1	ผู้ทดสอบ 2	ผู้ทดสอบ 3	ผู้ทดสอบ 4	ผู้ทดสอบ 5	ผู้ทดสอบ 6	ผู้ทดสอบ 7		
แบบแปลน	การเขียนใหม่	87	102	137	97	122	102	129	133	113.63	5.28
	การปรับปรุง	80	98	127	100	112	100	120	124	107.63	
	ค่าความต่าง	7	4	10	-3	10	2	9	9	6.00	
แบบวิศวกรรมไฟฟ้า	การเขียนใหม่	73	83	103	79	101	86	88	94	88.38	42.72
	การปรับปรุง	47	52	40	47	47	52	61	59	50.63	
	ค่าความต่าง	26	31	63	32	54	34	27	35	37.75	
แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล	การเขียนใหม่	40	55	59	53	56	59	60	64	55.75	51.57
	การปรับปรุง	18	20	27	29	32	28	29	33	27.00	
	ค่าความต่าง	22	35	32	24	24	31	31	31	28.75	
แบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน)	การเขียนใหม่	103	117	111	110	123	117	113	120	114.25	94.64
	การปรับปรุง	5	6	5	5	9	5	7	7	6.13	
	ค่าความต่าง	98	111	106	105	114	112	106	113	108.13	



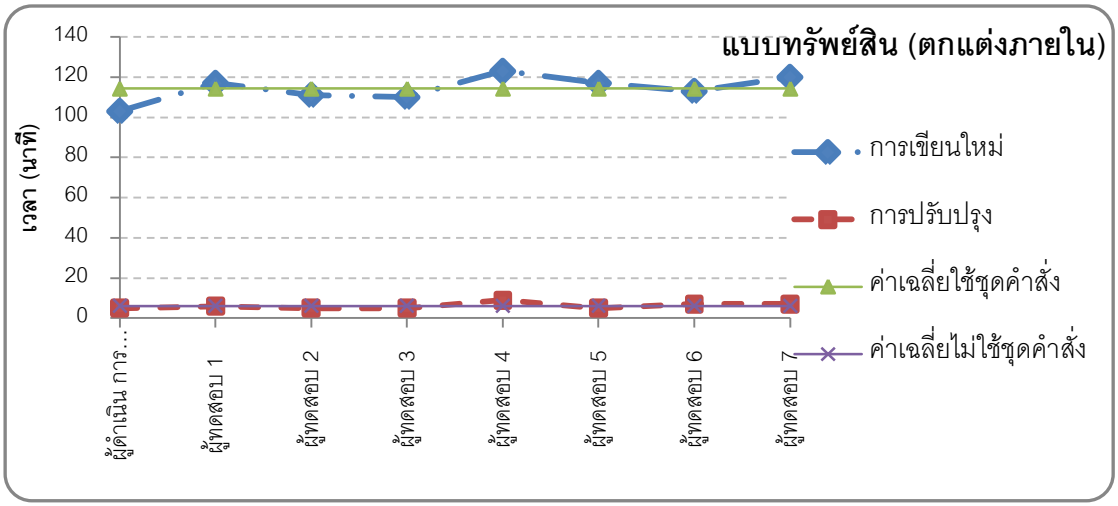
รูปที่ 6.23 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ (แบบแปลน)



รูปที่ 6.24 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ (แบบวิศวกรรมไฟฟ้า)



รูปที่ 6.25 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ(แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล)



รูปที่ 6.26 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ (แบบทรัพย์สิน)

จากตารางที่ 6.4 และรูปที่ 6.23 ถึง 6.26 แสดงความแตกต่างระหว่างการเขียนแบบใหม่และการปรับปรุงแบบเดิมโดยทั้งสองใช้ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบ พบว่าความแตกต่างของแบบแปลนน้อยที่สุดที่ 5.28% ส่วนค่าความแตกต่างของแบบทรัพย์สิน (แบบตกแต่งภายใน) มากที่สุดที่ 92.64% ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 สรุปการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบทั้ง 2 ลักษณะ

รายการแบบ	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยในการเขียนใหม่ (นาที) ต่อ 1 ชั้น	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยในการปรับปรุงแบบ (นาที) ต่อ 1 ชั้น	ความแตกต่างของระยะเวลา (%)
แบบแปลน	113.63	107.63	5.28
แบบวิศวกรรมไฟฟ้า	88.38	50.63	42.72
แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล	55.75	27.00	51.57
แบบทรัพย์สิน(ตกแต่งภายใน)	114.25	6.13	94.64

จากรูปที่ 6.23 ถึง 6.26 สามารถแยกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรวดเร็วในการใช้งานชุดคำสั่งได้ / ปัจจัยคือ วิธีการและลักษณะเฉพาะของผู้ทดสอบ

– วิธีการ จากรูปที่ 6.23 ถึง 6.26 พบว่าลักษณะของกราฟเหมือนกันคือการเขียนใหม่จะใช้เวลามากว่าการเขียนโดยนำแบบเดิมมาปรับปรุง ซึ่งสรุปได้ว่าการเขียนแบบขึ้นมาใหม่จะใช้เวลามากกว่าการเขียนโดยนำแบบเก่ามาปรับปรุงกว่า 48.55% ต่อ 1 ชั้นเนื่องจากการเขียนแบบขึ้นมาใหม่จะต้องเสียเวลาในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งหากแบบไม่อยู่ในข้อตกลงตามข้อ 6.1.2 จึงสมควรในการเขียนใหม่ส่วนในแบบแปลนซึ่งใช้เวลาใกล้เคียงกัน เหตุผลคือทั้งการเขียนใหม่และการปรับปรุงแบบเดิมจะต้องใช้วิธีการเดียวกันเนื่องจากภายในแบบแปลนจะไม่มีขอบเขตของพื้นที่ให้อยู่ก่อน ซึ่งจะต้องทำการสร้างขึ้นใหม่เหมือนกันจึงทำให้ระยะเวลาในการเขียนแบบทั้งสองลักษณะต่างกัน 5.28% ต่อ 1 ชั้น เท่านั้น

– ลักษณะเฉพาะของผู้ทดสอบ ในการทดสอบผู้ที่ทดสอบมีความชำนาญในการใช้โปรแกรม AutoCAD อยู่แล้ว แต่การใช้งานชุดคำสั่งผู้ทำการทดสอบทั้งหมดจะไม่มีความชำนาญหรือความชำนาญเท่ากับ 0 ยกเว้นผู้ดำเนินการวิจัย ซึ่งจากรูปที่ 6.23 ถึง 6.26 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบใดที่มีความชำนาญในโปรแกรม AutoCAD มากกราฟของการเขียนใหม่และการปรับปรุงแบบเดิมจะใกล้กันซึ่งหมายถึงความชำนาญในการใช้งานโปรแกรม AutoCAD มีผลต่อระยะเวลาการทำงานด้วย ซึ่งผู้ที่มีความชำนาญการใช้โปรแกรม AutoCAD มากจะสามารถเข้าใจในการใช้งานชุดคำสั่งได้รวดเร็วกว่า

สรุปผลการทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็นสองกรณีคือ การทดสอบการเขียนแบบขึ้นมาใหม่และการทดสอบการนำแบบเดิมมาปรับปรุง ซึ่งแต่ละการทดสอบได้แบ่งออกเป็นการเขียนแบบโดยใช้ชุดคำสั่งและการเขียนแบบโดยไม่ใช้ชุดคำสั่ง (สามารถดูสรุปได้ดังตารางที่ 6.2 ถึงตารางที่ 6.5) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบได้เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเขียนแบบลดลง

6.4 ทดสอบการส่งออก

การทดสอบการส่งออกข้อมูลจากแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่ในระบบสารสนเทศ เพื่อพิสูจน์ว่าแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์เมื่อส่งออกไปอยู่ในรูปแบบสารสนเทศอาคาร สามารถนำมาใช้งานบนระบบสารสนเทศอาคารได้หรือไม่ โดยแบ่งการทดสอบการส่งออกในทั้ง 2 กรณีดังนี้

6.4.1 การส่งออกแบบอาคารที่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี

– **วัตถุประสงค์**

เพื่อทดสอบการส่งออกความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้จากการเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจีนั้นยังครบถ้วนและสามารถใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้

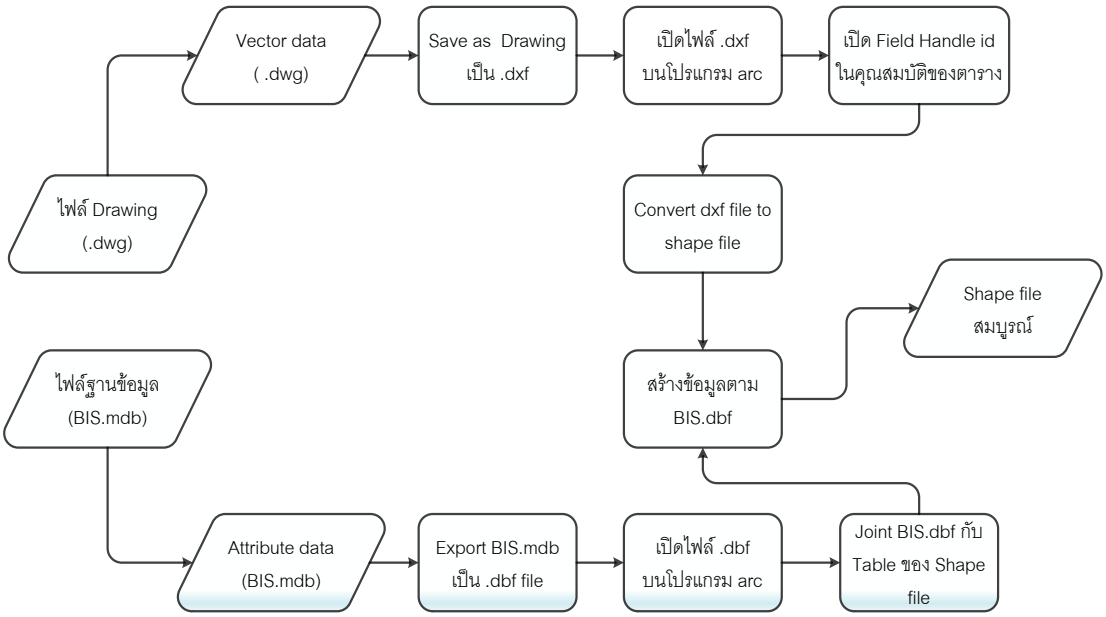
6.4.2 การส่งออกแบบอาคารที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี

– **วัตถุประสงค์**

เพื่อทดสอบว่าเมื่อผ่านการส่งออกแล้วความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับข้อมูลลักษณะประจำครบถ้วน

6.4.3 ขั้นตอนการส่งออก

การส่งออกข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่ในระบบสารสนเทศอาคารจะใช้วิธีการขั้นพื้นฐานทั่วไป คือบันทึกไฟล์แบบเป็น .dxf ใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์เปิดไฟล์ดังกล่าว จากนั้นเปิดคุณสมบัติของตารางเพื่อเปิดข้อมูล Handle id ขึ้นมา แล้วทำการ convert เป็นรูปแบบของ Shape file โดยขั้นตอนนี้จะได้ข้อมูลในลักษณะของกราฟิกที่ถูกต้องตรงกับแบบอาคารแต่ข้อมูลลักษณะประจำเป็นข้อมูลเฉพาะของกราฟิกไม่ใช่ข้อมูลที่ต้องการ ดังนั้นต้องดำเนินการนำไฟล์ฐานข้อมูลที่อยู่ในที่อยู่ไฟล์ที่กำหนดไว้คือ BIS.mdb มาดำเนินการส่งออกเป็นรูปแบบไฟล์ .dbf นำไฟล์ที่ได้มาเปิดบนโปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์เช่นเดียวกับข้อมูลด้านกราฟิก สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลักษณะประจำของกราฟิกและฐานข้อมูลโดยการใช้ Handle id เป็นตัวสร้างความสัมพันธ์ จากนั้นทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลในข้อมูลของกราฟิกให้เหมือนกับข้อมูลจากฐานข้อมูลก็จะได้ไฟล์สารสนเทศของแบบอาคารที่มีข้อมูลขั้นพื้นฐานที่พร้อมนำไปใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ดังรูปที่ 6.27 ที่แสดงถึงขั้นตอนการส่งออกข้อมูลแบบอาคารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคาร

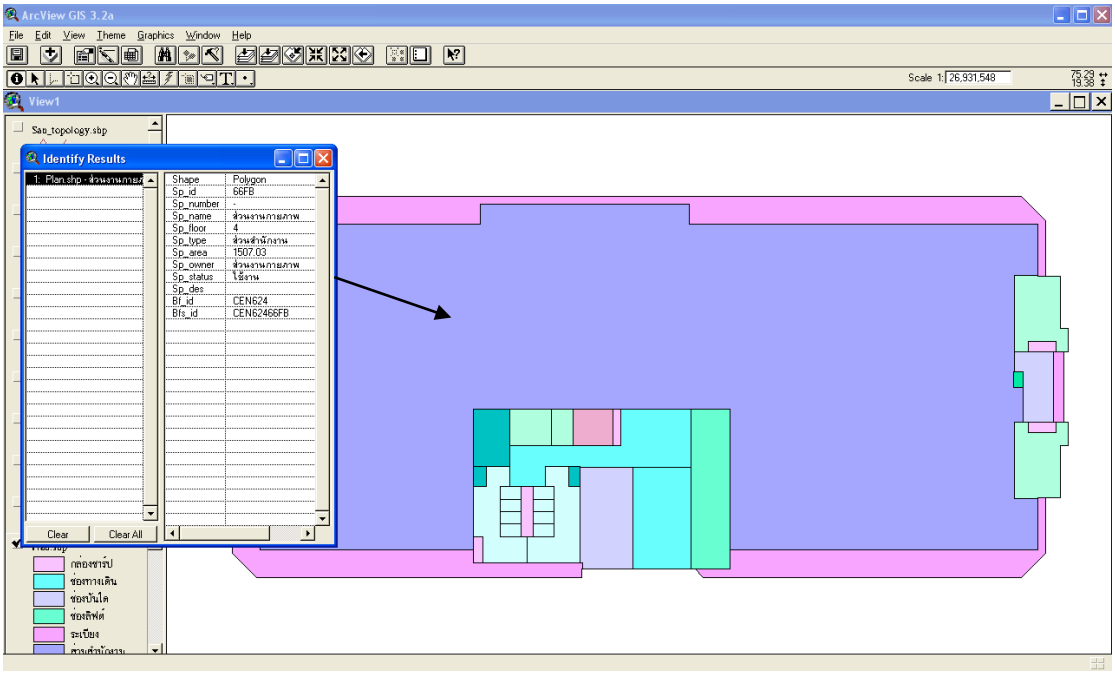


รูปที่ 6.27 ขั้นตอนการส่งออกข้อมูลแบบอาคารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่ในระบบสารสนเทศอาคาร

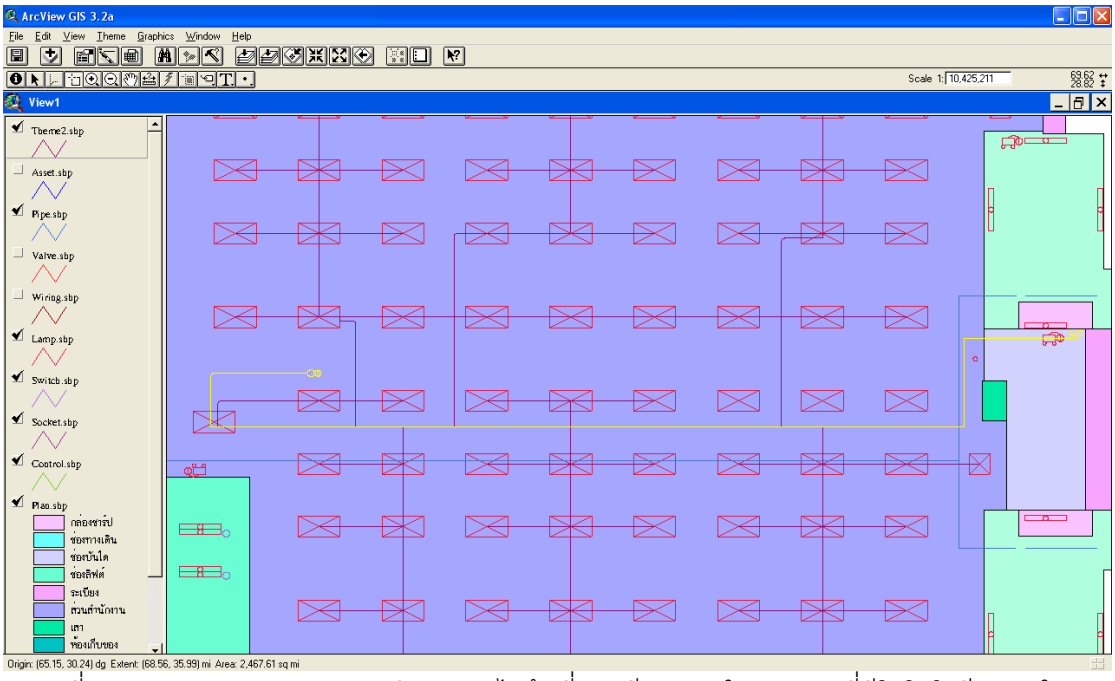
6.4.4 ผลการส่งออก

6.4.4.1 ผลการส่งออกการส่งออกแบบอาคารที่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี

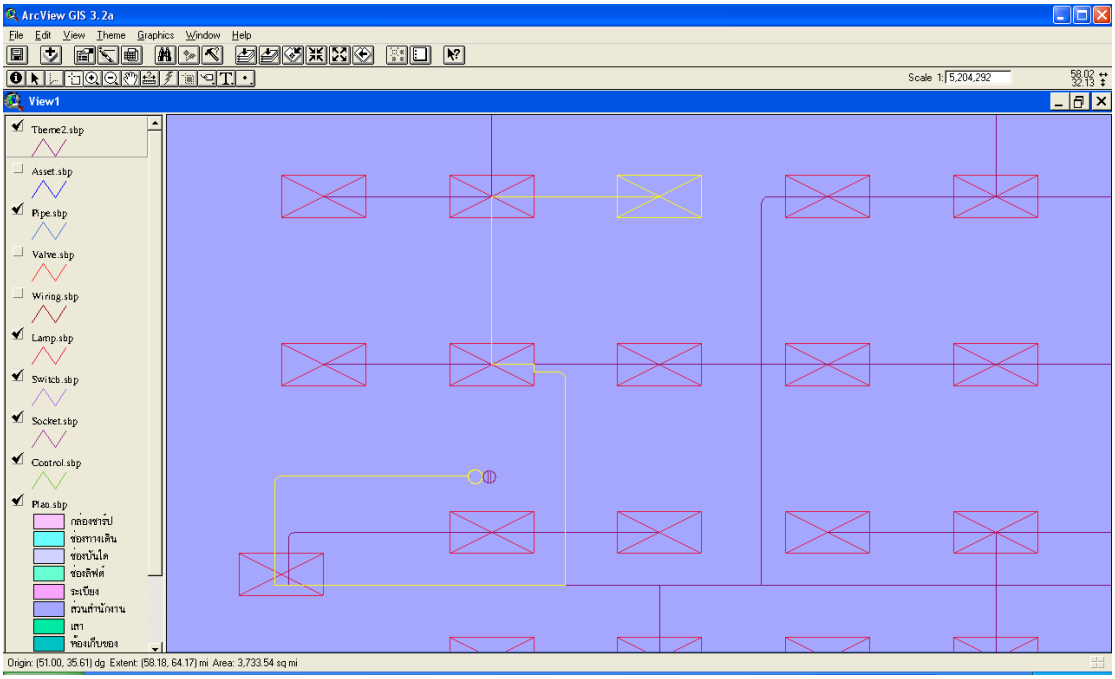
ผลการทดสอบพบว่าแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีเมื่อส่งออกไปอยู่ในรูปแบบสารสนเทศอาคารแล้ว ยังคงความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีไว้ครบถ้วน ดังรูป



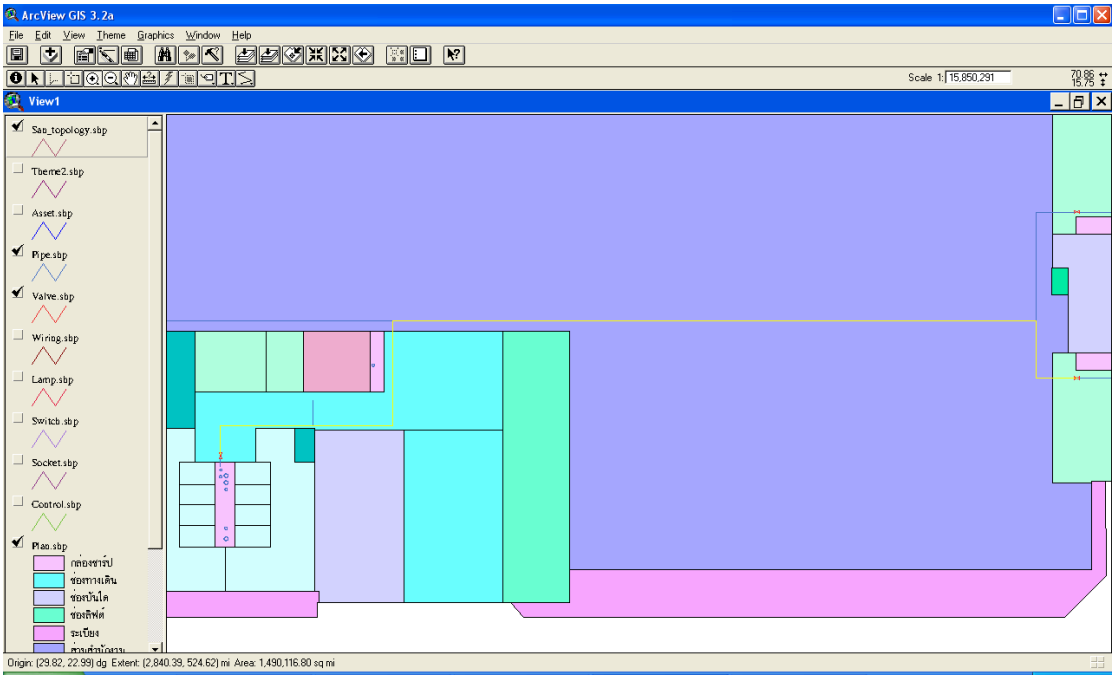
รูปที่ 6.28 ผลการส่งออกของแบบแปลนในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView



รูปที่ 6.29 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่การเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView (ส่วนกล่องควบคุมและสวิตซ์)



รูปที่ 6.30 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่การเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView (ส่วนสวิตช์และดวงโคมและสายไฟ)



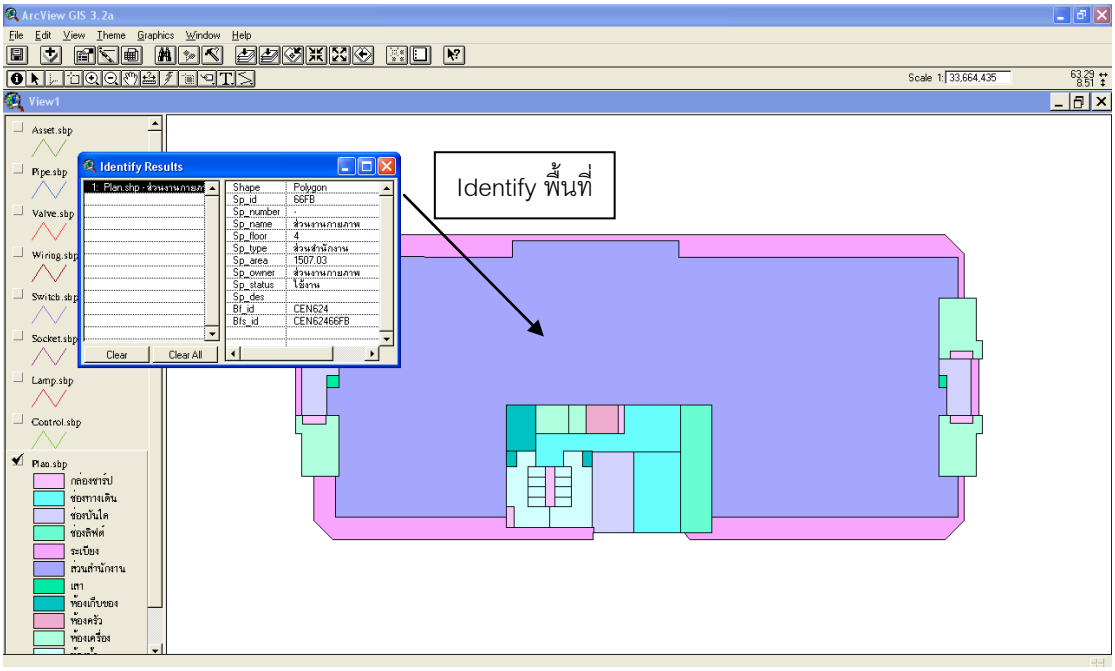
รูปที่ 6.31 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ที่การเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView (ส่วนวาล์วและท่อ)

รูปที่ 6.32 ผลการส่งออกของแบบตกแต่งภายในที่มีโทโปโลจี แสดงในโปรแกรม ArcView

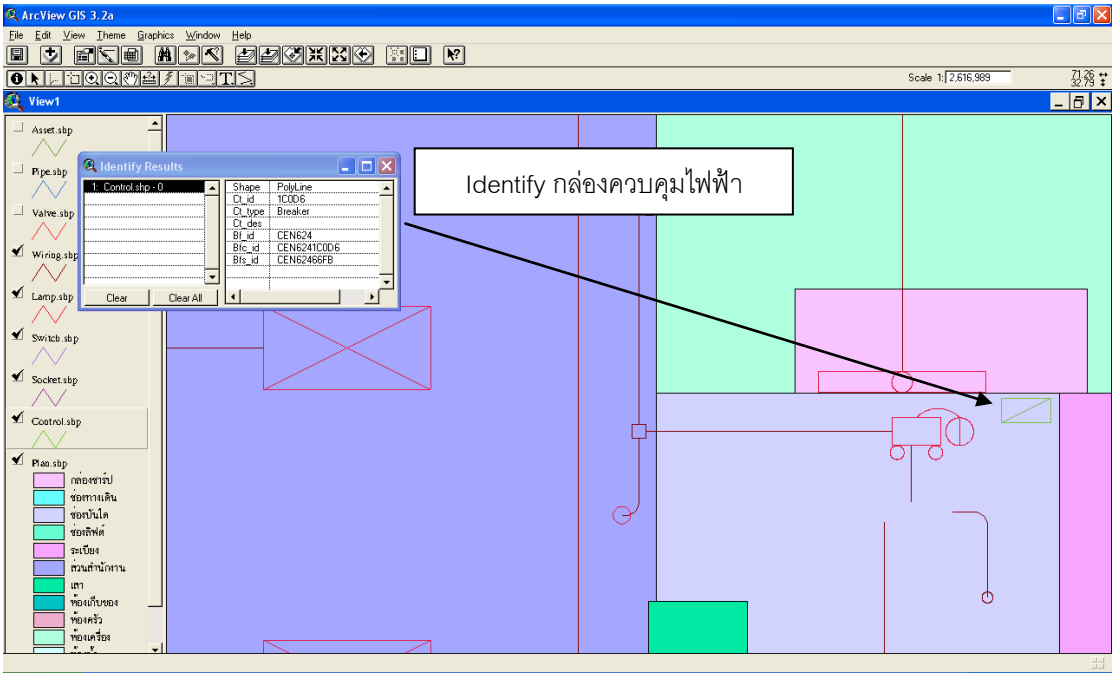
จากรูปด้านบนที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีภายในแบบอาคารแต่ละประเภทซึ่งสามารถดูความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุได้โดยการเลือกที่วัตถุโดยตรง ตัวอย่างเช่นแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกล่องควบคุมและสวิตซ์ในรูปที่ 6.29 และสวิตช์และดวงโคมและสายไฟในรูปที่ 6.30 และตัวอย่างผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ที่การเขียนในลักษณะที่มีโทโปโลจีที่มีความสัมพันธ์ระหว่างส่วนวาล์วและท่อในรูปที่ 6.31 เป็นต้น

6.4.4.2 ผลการส่งออกแบบอาคารที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี

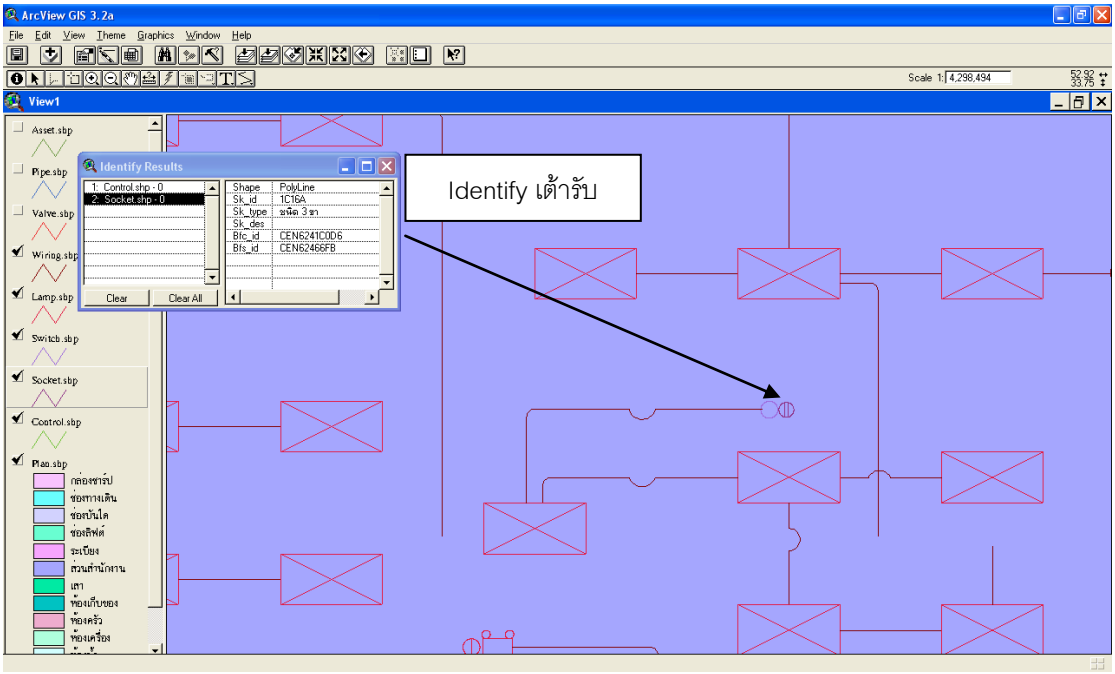
ผลการทดสอบพบว่าแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีเมื่อส่งออกไปอยู่ในรูปแบบสารสนเทศอาคารแล้วยังคงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับข้อมูลลักษณะประจำครบถ้วน ซึ่งในแบบอาคารประเภทที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีนั้นเมื่ออยู่ในระบบสารสนเทศแล้ว ยังคงสามารถที่จะสืบค้นข้อมูลเสมือนโทโปโลจีได้ แต่เป็นการสืบค้นผ่านในรูปแบบของฐานข้อมูล ตัวอย่างเช่น ต้องการทราบว่าดวงโคมดวงนี้ใช้สวิตซ์ตัวใดเป็นตัวควบคุมการเปิดปิด โดยทำการเลือกดวงโคมดวงนี้แล้วตรวจสอบดูในฐานข้อมูลว่ารหัสของสวิตซ์ที่เกี่ยวข้องคือรหัสใด ก็สามารถสืบค้นสวิตซ์ที่เป็นตัวควบคุมการเปิดปิดของดวงโคมนี้ได้จากรหัสในฐานข้อมูล ซึ่งผลการส่งออกดังรูปที่ 6.33 ถึง 6.41



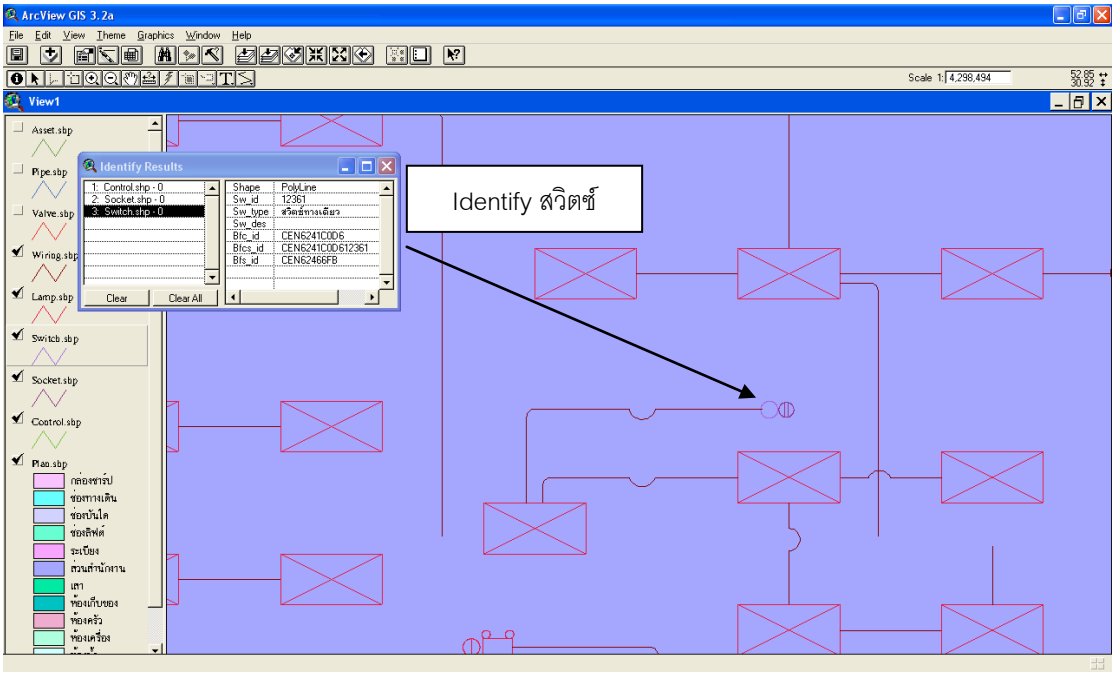
รูปที่ 6.33 ผลการส่งออกของแบบแปลนที่แสดงในโปรแกรม ArcView



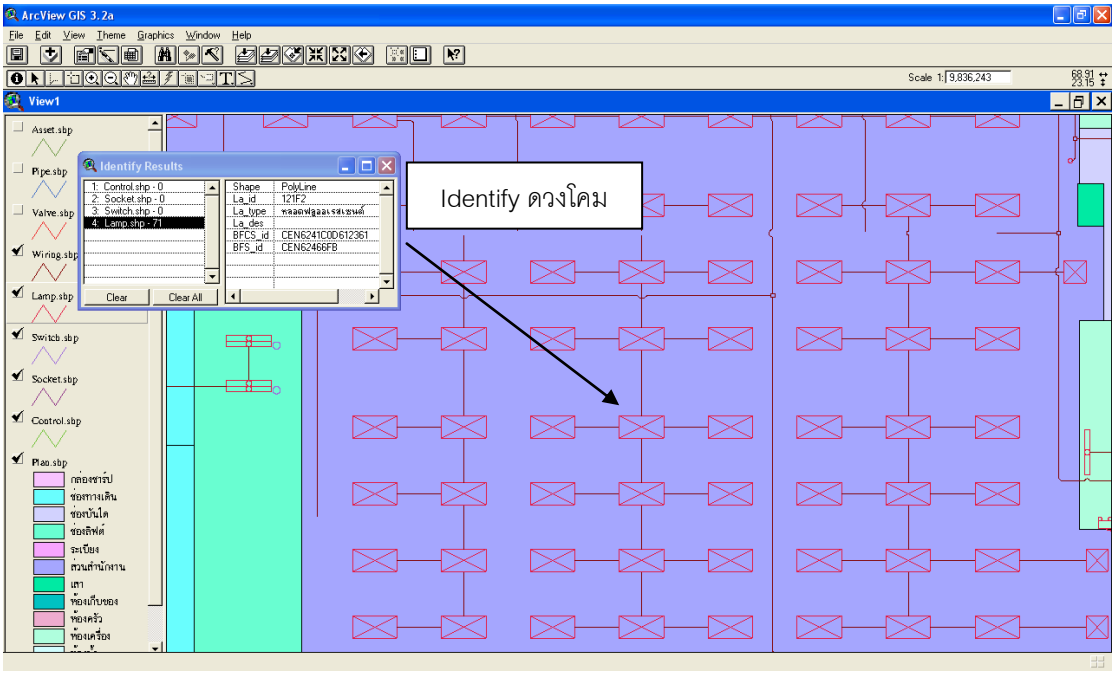
รูปที่ 6.34 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี (ส่วนกล่องควบคุม) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView



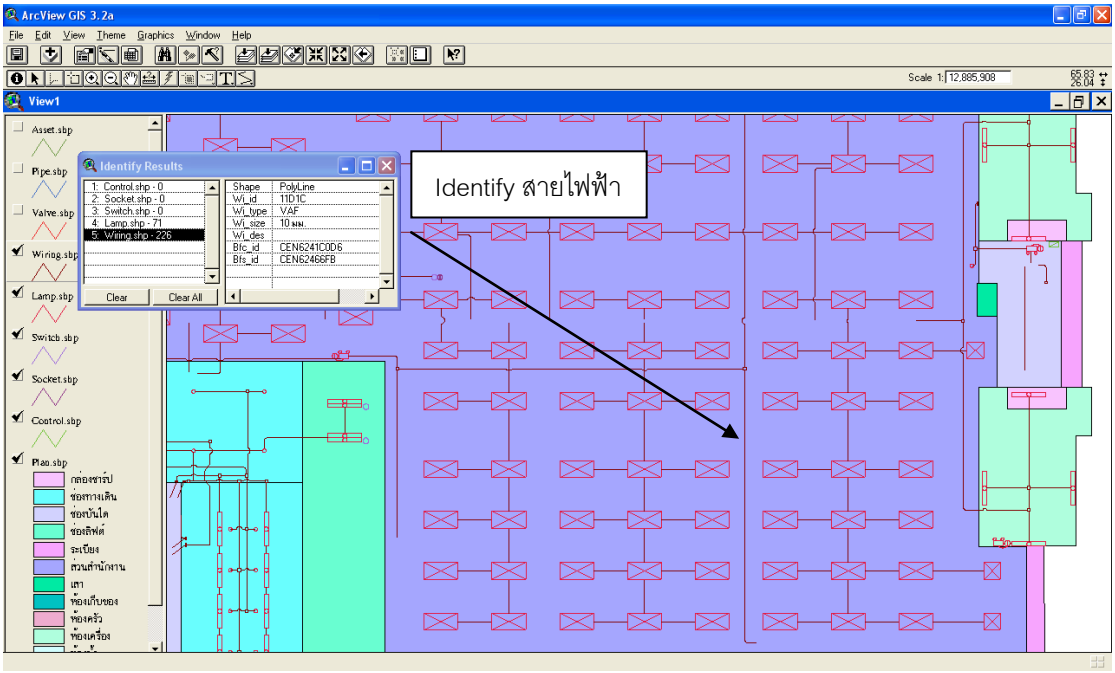
รูปที่ 6.35 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี (ส่วนเต้ารับ) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView



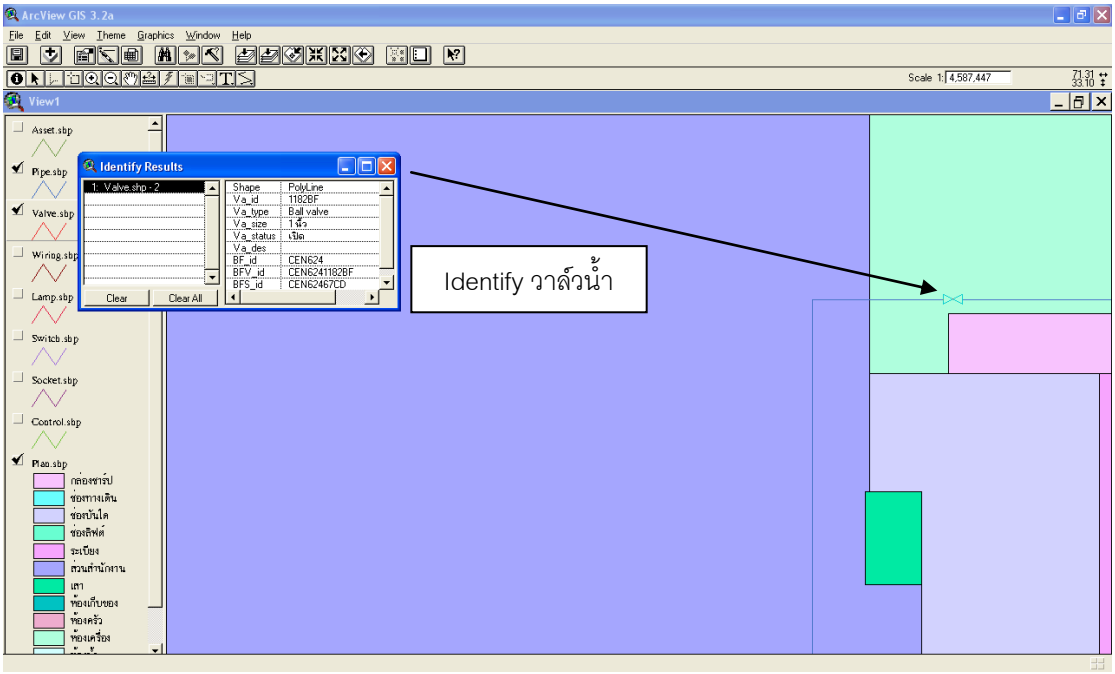
รูปที่ 6.36 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี (ส่วนสวิตซ์) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView



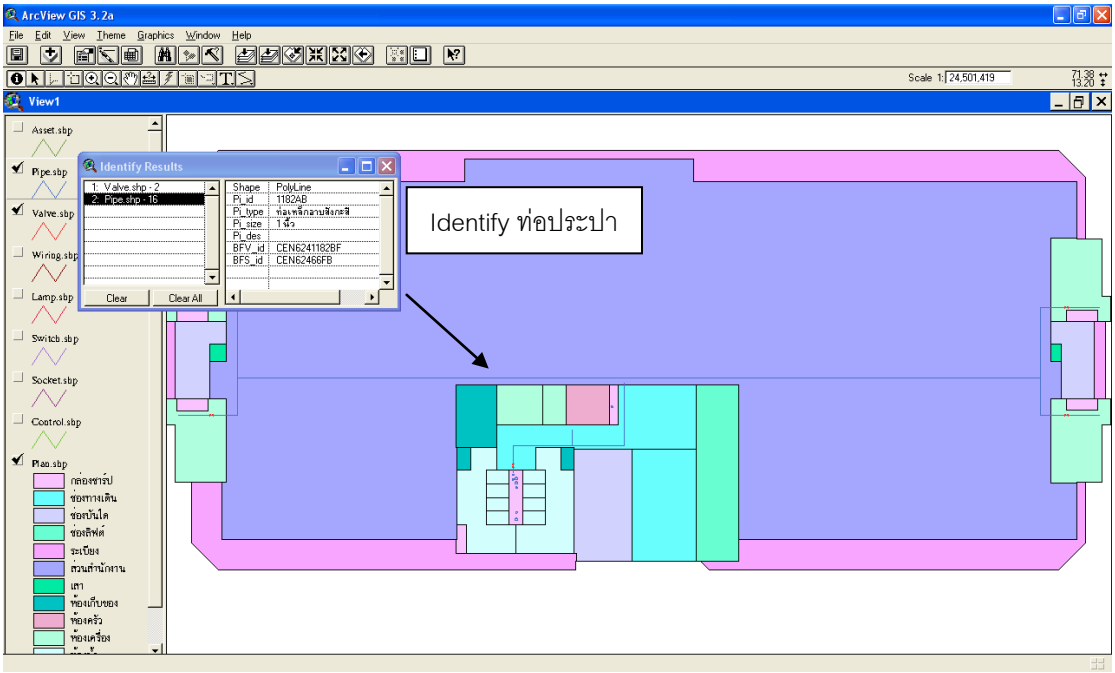
รูปที่ 6.37 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี (ส่วนดวงโคม) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView



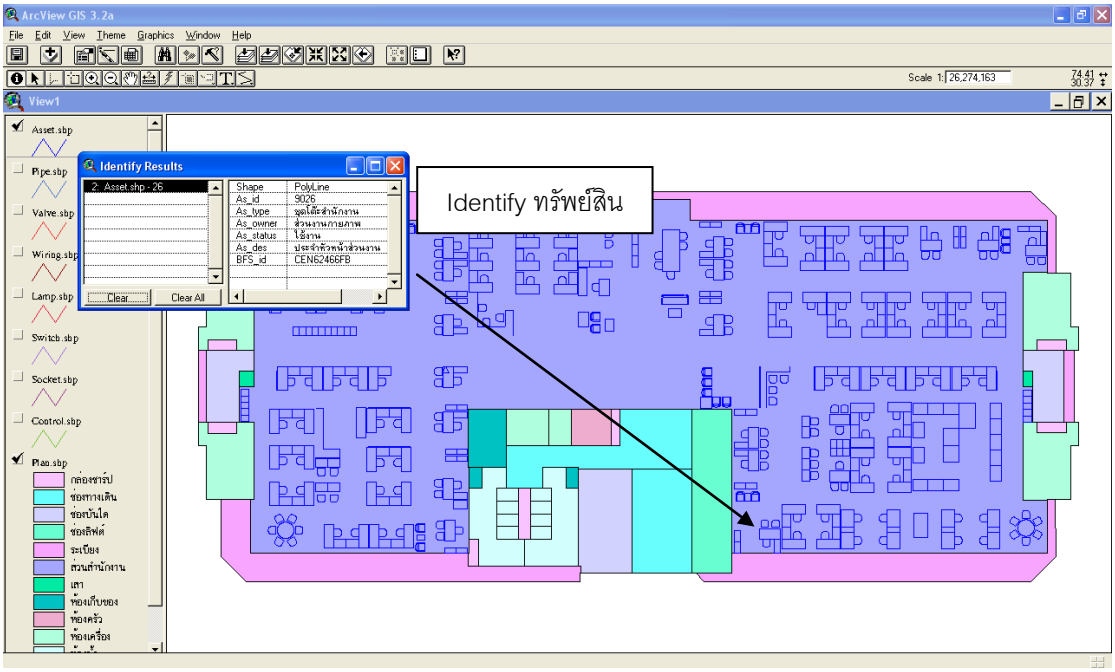
รูปที่ 6.38 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมไฟฟ้าที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี (ส่วนสายไฟ) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView



รูปที่ 6.39 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี (ส่วนวาล์ว) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView



รูปที่ 6.40 ผลการส่งออกของแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจี (ส่วนท่อ) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView



รูปที่ 6.41 ผลการส่งออกของแบบทรัพย์สิน (ส่วนตกแต่งภายใน) ที่แสดงในโปรแกรม ArcView

จากรูปที่ 6.33 ถึง 6.41 พบว่าแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์เมื่อส่งออกไปอยู่ในรูปแบบสารสนเทศอาคารแล้วข้อมูลวัตถุที่เป็นกราฟิกครบถ้วนและยังคงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับข้อมูลลักษณะประจำในระบบฐานข้อมูลได้ครบถ้วน

บทที่ 7
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเรื่องการแปลงข้อมูลแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการพัฒนาสารสนเทศอาคาร โดยเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการอาคาร ซึ่งแบ่งออกเป็น การบริหารจัดการพื้นที่ การบริการจัดการบำรุงรักษาและการบริหารจัดการทรัพย์สิน โดยในการศึกษาวิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ถึงการเขียนแบบอาคารในปัจจุบัน วิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุภายในแบบที่เหมาะสมสำหรับระบบสารสนเทศอาคาร ศึกษาถึงความต้องการการใช้งานข้อมูลในการบริหารจัดการอาคาร อีกทั้งดำเนินการพัฒนาชุดคำสั่งที่รองรับกับการใช้งานเพื่อแปลงข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ ให้ตรงตามคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร โดยแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์จะต้องมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบของระบบสารสนเทศปริภูมิคือมีความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลลักษณะประจำและข้อมูลปริภูมิ ซึ่งข้อมูลลักษณะประจำในงานวิจัยนี้คือข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคารส่วนข้อมูลปริภูมิคือข้อมูลกราฟิกของวัตถุที่อยู่ภายในแบบ ซึ่งผลของการดำเนินงานวิจัยมีดังนี้

7.1 แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

การศึกษาเพื่อดำเนินการจัดทำแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ได้ศึกษาถึงความต้องการในการใช้งานข้อมูลในการบริหารจัดการอาคารจากผู้ใช้งานจริง ประกอบด้วย อาคารจามจุรี 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , อาคาร ยูดีไลท์ แอท บางซื่อสเตชั่น และโรงแรมดุสิตธานี ซึ่งข้อมูลโดยละเอียดเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการอาคารได้ (ข้อมูลโดยละเอียดขึ้นอยู่กับการใช้งานในแต่ละอาคาร) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3.5 ถึง 3.8 ที่แสดงถึงข้อมูลขั้นพื้นฐานในการใช้งานบริหารจัดการอาคาร ซึ่งในการบริหารจัดการพื้นที่ข้อมูลที่สำคัญคือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่อาทิเช่น ชื่อของพื้นที่ หมายเลขพื้นที่ ขนาดพื้นที่เป็นต้น การบริหารจัดการบำรุงรักษา ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบสาธารณูปโภคภายในอาคารจึงมีความเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและประปา ข้อมูลขั้นพื้นฐานอาทิเช่น ตำแหน่งควบคุมไฟฟ้า ตำแหน่งวาล์วน้ำ เป็นต้น ระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน ข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ต้องการคือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินนั้น อาทิ ข้อมูลผู้ครอบครองเป็นต้น โดยข้อมูลที่กล่าวมานั้นเป็นข้อมูลลักษณะประจำซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับข้อมูลปริภูมิคือข้อมูลกราฟิกของวัตถุที่อยู่ภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแบบอาคารที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคารประกอบด้วย แบบแปลน เพื่อใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ แบบวิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ใช้ในการบริการจัดการบำรุงรักษา และแบบทรัพย์สิน (ตกแต่งภายใน) ใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน ซึ่งแบบแปลนจะต้องมีลักษณะสมบัติของพื้นที่ที่เป็นรูปปิด (Polygon) แบบ

วิศวกรรมไฟฟ้าและแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล วัตถุที่เป็นแนวเส้นต้องมีลักษณะสมบัติของวัตถุที่เป็นเส้นต่อเนื่อง และวัตถุที่แทนด้วยบล็อก ซึ่งวัตถุชนิดเดียวกันจะต้องใช้รูปแบบเดียวกันตลอดทั้งแบบ เช่นเดียวกับ แบบตกแต่งภายในวัตถุต่างๆจะแทนด้วยบล็อก ซึ่งวัตถุชนิดเดียวกันจะต้องใช้รูปแบบเดียวกันตลอดทั้งแบบ โดยการเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูลลักษณะประจำและข้อมูลกราฟิกนั้นใช้ Handle id ซึ่งเป็นรหัสเฉพาะของวัตถุที่อยู่ภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งไม่มีทางซ้ำกัน เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลลักษณะประจำซึ่งประกอบด้วยข้อมูลขั้นพื้นฐานที่ใช้ในระบบบริหารจัดการอาคาร และข้อมูลกราฟิกที่อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมที่พร้อมนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคาร ซึ่งข้อมูลของทุกระบบเชื่อมโยงถึงกันทั้งหมดดังรูปที่ 3.16

7.2 แนวทางการเขียนแบบ

ศึกษาถึงวิธีการเขียนแบบปัจจุบันภายในประเทศและมาตรฐานการเขียนแบบภายในประเทศ ซึ่งแนวทางการเขียนแบบส่วนใหญ่ได้อ้างอิงจากมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับ 2549 ของทางสมาคมสถาปนิกสยามสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่จัดทำขึ้นโดยอ้างอิงมาตรฐานของต่างประเทศ โดยการดำเนินการได้ศึกษาจากแบบจำลองที่ออกแบบไว้แล้วนำมาวิเคราะห์กับแบบที่จำเป็นในการใช้งาน เพื่อกำหนดลักษณะสมบัติกราฟิกที่เหมาะสมของข้อมูลที่ใช้งานในแต่ละแบบ รวมถึงการกำหนดการตั้งชื่อของเลเยอร์ในการเขียนแบบอาคาร รวมทั้งคุณสมบัติอื่นของวัตถุที่จะเขียน อาทิเช่น สี เส้น รูปแบบ เป็นต้น ดังตารางที่ 4.1 ถึง 4.6 ซึ่งแนวทางการเขียนแบบที่กำหนดไว้นั้นจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับส่วนการสร้างข้อมูลลักษณะประจำและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกกับข้อมูลลักษณะประจำของวัตถุแต่ละชิ้น ซึ่งต้องอาศัยชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นในการนำเข้าข้อมูลและสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลลักษณะประจำกับวัตถุภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแบบแต่ละประเภทสามารถสรุปได้ดังนี้

- แบบแปลน เป็นแบบที่เป็นพื้นฐานในการเขียนแบบทั้งหมด เพื่อการอ้างอิงตำแหน่งของข้อมูลในแบบอื่นๆ ซึ่งแบบแปลนใช้สำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ข้อมูลที่ต้องการภายในแบบแปลนคือขอบเขตพื้นที่ภายในตัวอาคารทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นขอบเขตห้อง ขอบเขตทางเดิน ขอบเขตโถงลิฟต์ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดจะต้องเขียนแบบตามชื่อเลเยอร์ที่กำหนด (ตารางที่ 4.1) โดยเขียนเป็นเส้นต่อเนื่องที่ปิดในตัวเอง (Close polyline) โดยการเขียนขอบเขตของพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ให้เขียนอยู่ในลักษณะกึ่งกลางเสาหรือกำแพง
- แบบวิศวกรรมไฟฟ้า เป็นแบบที่ใช้ในระบบบริการจัดการบำรุงรักษา โดยการเขียนต้องอาศัยแบบแปลนเพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง ข้อมูลที่ต้องการภายในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการอาคารคือ กล่องควบคุม , สายไฟฟ้า , ดวงโคม ,สวิตซ์ และเต้ารับ ซึ่งสายไฟฟ้าต้องเขียนในลักษณะของเส้นต่อเนื่อง (Polyline) เท่านั้น ส่วนในข้อมูลอื่นๆจะเป็นในลักษณะของการใช้สัญลักษณ์ให้ใช้การเขียนด้วยบล็อกแทน ดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

- แบบวิศวกรรมสุขาภิบาล เป็นแบบที่ใช้ในระบบบริการจัดการบำรุงรักษาเช่นเดียวกับแบบวิศวกรรมไฟฟ้าซึ่งรายละเอียดจะคล้ายกันคือ โดยการเขียนต้องอาศัยแบบแปลนเพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง ข้อมูลที่ต้องการภายในแบบวิศวกรรมสุขาภิบาลเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการอาคารคือ วาล์ว และแนวท่อน้ำประปา ซึ่งแนวท่อน้ำประปาต้องเขียนในลักษณะของเส้นต่อเนื่อง (Polyline) เท่านั้น ส่วนในข้อมูลอื่นๆจะเป็นในลักษณะของการใช้สัญลักษณ์ให้ใช้การเขียนด้วยบล็อกแทน ดังตารางที่ 4.4 และ 4.5
- แบบทรัพย์สิน เป็นแบบที่ใช้ในระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน โดยการเขียนต้องอาศัยแบบแปลนเพื่อการอ้างอิงตำแหน่ง ข้อมูลที่ต้องการภายในแบบทรัพย์สินเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการอาคารคือ สัญลักษณ์ของทรัพย์สินภายในอาคารที่ต้องการ ซึ่งจะเป็นในลักษณะของการใช้สัญลักษณ์ให้ใช้การเขียนด้วยบล็อกแทน ดังตารางที่ 4.6

7.3 ชุดคำสั่งในการเขียนแบบ

ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นอยู่บนพื้นฐานของโปรแกรม AutoCAD โดยใช้ภาษา AutoLisp และ Visual Basic for Application (VBA) ซึ่งชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นรองรับกับแบบจำลองข้อมูลและแนวทางการเขียนแบบ โดยชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ชุดคำสั่งคือ

- ชุดคำสั่งการเขียนใหม่ ใช้สำหรับอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบใหม่
- ชุดคำสั่งปรับปรุง ใช้สำหรับอำนวยความสะดวกในการปรับปรุงแบบเดิม
- ชุดคำสั่งฐานข้อมูล ใช้สำหรับนำเข้าหรือจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลทั้งหมด และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกราฟิกภายในแบบอาคารกับข้อมูลลักษณะประจำที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคาร

7.4 การทดสอบ

การทดสอบแบ่งเป็น 2 หัวข้อใหญ่ประกอบด้วย การทดสอบการเขียนแบบอาคารโดยใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น และการทดสอบการส่งออก

7.4.1 การทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งเพื่อรองรับการเขียนแบบอาคารลักษณะที่มีโทโปโลจี

ผลการทดสอบพบว่าชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับการเขียนแบบอาคารลักษณะที่มีโทโปโลจีได้ในทุกชุดคำสั่ง และข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้มีความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีครบถ้วน

7.4.2 การทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร

ผลการทดสอบการใช้งานชุดคำสั่งในการเขียนแบบอาคาร พบว่าการใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนแบบอาคารได้เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาในการเขียนแบบ

ที่ลดลง ซึ่งวิธีการนำแบบอาคารเดิมมาปรับปรุงให้เป็นไปตามแบบจำลองข้อมูลโดยใช้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นช่วยให้การดำเนินการเร็วกว่าการเขียนใหม่โดยเฉลี่ยที่ 48.55% ต่อ 1 ชั้นอาคาร

7.4.3 การทดสอบการส่งออก

ผลการทดสอบการส่งออก พบว่าการส่งออกข้อมูลภายในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่ในรูปแบบสารสนเทศอาคารนั้นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลวัตถุเชิงกราฟิกและข้อมูลลักษณะประจำของแบบอาคารทั้ง 4 ประเภทยังมีความสัมพันธ์ครบถ้วน อีกทั้งส่วนของความสัมพันธ์ทางโทโปโลจีนั้นยังครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งสรุปได้ว่าแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้นำเข้าข้อมูลและสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลกับวัตถุภายในแบบและแบบที่เขียนในลักษณะที่มีโทโปโลจีนั้น สามารถที่จะรองรับกับการนำไปใช้งานในระบบสารสนเทศอาคารได้

7.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

- ข้อมูลที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคารในแต่ละแห่งไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ เพราะฉะนั้นแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารจึงเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่เป็นจุดเริ่มต้นของแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ต้องการการนำไปพัฒนาต่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานมากขึ้น
- การเขียนแบบในปัจจุบันผู้เขียนแบบส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจในเรื่องของการเขียนแบบลักษณะที่มีโทโปโลจี และแบบอาคารในปัจจุบันไม่มีความสัมพันธ์ด้านโทโปโลจีที่สามารถนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้

7.6 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการศึกษาแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารในแต่ละด้านเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น การบริหารจัดการบำรุงรักษาในส่วนของระบบไฟฟ้า หรือในระบบอื่นเช่น การบริหารจัดการเหตุฉุกเฉิน เป็นต้น ซึ่งสามารถนำแบบจำลองข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อต่อยอดต่อไป โดยเป็นการสร้างฐานข้อมูลภายนอกในลักษณะของฐานข้อมูล MIS ที่ใช้การเชื่อมโยงกับกราฟิกในแบบอาคารเชิงอิเล็กทรอนิกส์ด้วย Graphic ID
- ควรมีการส่งเสริมให้บุคลากรในด้านการเขียนแบบมีการปรับพื้นฐานความรู้ในเรื่องของโทโปโลจีและมีการเขียนแบบในลักษณะที่มีโทโปโลจี
- ควรมีการพัฒนาชุดคำสั่งเกี่ยวกับฐานข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการฐานข้อมูลได้โดยสะดวก
- ในงานวิจัยนี้ชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น ยังไม่ได้สะดวกต่อการใช้งานมากนักจึงควรมีการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อยอดในการนำไปใช้งานในด้านอื่นๆที่ใช้โปรแกรม AutoCAD ที่มองเห็นประโยชน์ของการเชื่อมโยงข้อมูลปริภูมิและข้อมูลลักษณะประจำ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

วิชัย เยี่ยงวีรชน. ระบบสารสนเทศปริภูมิเพื่อการบริหารจัดการเหตุฉุกเฉิน. การประชุมวิชาการภูมิสารสนเทศแห่งชาติครั้งที่ 1, 27-28 มิ.ย, 2543.

วิชัย เยี่ยงวีรชน. ระบบสารสนเทศกายภาพจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. การประชุมวิชาการภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: 2544.

วิชัย เยี่ยงวีรชนและพัชรียา ไชยแก้ว. การประยุกต์ระบบสารสนเทศปริภูมิสำหรับการบริหารการใช้ห้องเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

วิชัย เยี่ยงวีรชนและกฤษณา ชูลิตะพันธ์พงศ์. การประยุกต์ระบบสารสนเทศปริภูมิสำหรับการประเมินความเหมาะสมอย่างง่ายของตำแหน่งไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 10, 2-4 พ.ค., 2548.

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. คู่มือมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับ 2549. สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพมหานคร: สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2549.

เสริชย์ โชติพานิช, วัลยา พัฒนพีระเดช และวีรสันต์ เลิศอริยานันท์. รายงานการศึกษาการเปรียบเทียบทางเลือกวิธีการดำเนินการบริหารกายภาพ สำหรับอาคารศูนย์บริการวิทยาศาสตร์สุขภาพ สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี 100 ปี อาคารวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารมหาจักรีสิรินธร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ภาษาอังกฤษ

Avinash Srivastava, Brad Wellington. GIS-based Facility Information Management Systems. an evolving success story EDAW, Inc., 10 Nov 2005.

Brian Atkin, Adrian Briiks. Total Facilities Management. The Education Funding Council and Blackwell Science Ltd, 2000.

David Arctur, Michael Zeiler. Designing Geodatabases. ESRI Press, ESRI, 2004.

National Park Service GIS. CAD to GIS. Boston: Nation Park Service GIS, Setember, 2005.

The CADD / GIS technology Center for facilities , infrastructure , and environment. Spatial Data Standards (SDSFIE)/Facility Management Standards (FMSFIE) Release 2.00. Mississipi: Dec 10, 2000.

The CADD / GIS technology Center for facilities , infrastructure , and environment. Spatial Data Standards (SDSFIE)/Facility Management Standards (FMSFIE) Release 2.10. Mississippi: January, 2002.

T. Schurle, A. Boy, D. Fritsch. Geographic Information System and Facility Management. Germany: IAPRS, Stuttgart, 1998.

The University Nottingham. CAD and Space Management Drawing and Room Numbering Procedures Version 1.2. Alanta, Geogia: May , 2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสำรวจสอบถามถึงความต้องการการใช้ข้อมูลขั้นพื้นฐานในการบริหารจัดการอาคาร

Building Management		
ชื่อ/นามสกุล คุณอดุลย์ศักดิ์ เจริญชัย	**อายุ**	
Email	**Tel**	081 - 6161980
ตำแหน่งหน้าที่ หัวหน้าสายงานผังแม่บท	**ชื่ออาคาร**	อาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้งหมด
ที่อยู่ของอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพ 10330		
ประเภทอาคาร สถานศึกษา		
ภารกิจในการทำงาน (Job description)		
ควบคุมดูแลการกำกับการผังแม่บทของการบริหารจัดการอาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ในส่วนงานสถาปัตยกรรม		
และโครงสร้างพื้นฐาน สำนักบริหารระบบ		
ทั่วไป		
1. ในการการทำงานมีการใช้แบบอาคารมาประกอบการทำงานหรือไม่	☑ มี ☐ ไม่มี	
2. หากมี ใช้แบบอาคารในลักษณะใดมาใช้งาน	☐ ในระบบคอมพิวเตอร์ ☑ บนกระดาษ	
3. แบบที่ใช้งานอยู่ ณ ปัจจุบัน ถือว่าตอบสนองความต้องการได้ดีหรือยัง	☐ ดี ☑ ไม่ดี	
Space management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการพื้นอย่างไร		ในการบริหารจัดการพื้นที่ใช้แบบอาคารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษนำมาใช้เพื่อการอ้างอิงตำแหน่งและขนาดของพื้นที่ที่สนใจ และนำมาประกอบเพื่อการวางแผนต่อไปโดยมีการใช้โปรแกรม Excel ช่วยเก็บข้อมูล
2. ในการคิดพื้นที่ของอาคารหรือห้องจะคิดจากการอ้างอิงระหว่างอะไร		โดยปกติไม่ได้ให้ความสำคัญมากนัก ซึ่งที่ใช้งานกันอยู่ก็วัดจากในแบบคือกึ่งกลางถึงกึ่งกลางของผนัง
3. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่ ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		เดิมเคยทีการนำมาเสนอแต่จะต้องทำการเขียนแบบใหม่ทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมนั้นต้องการซึ่งคงไม่ได้เพราะอาคารใน จุฬา มีมากกว่า 150 อาคาร ดังนั้นหากสามารถนำ Autocad มาใช้งานได้เลยจะดีมากและตรงตามความต้องการมากกว่า
4. จากข้อ 3 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่		ชื่ออาคาร,ชื่อเจ้าของอาคาร,ชั้น,หมายเลขห้อง,ชื่อห้อง,การใช้ประโยชน์ของพื้นที่
5. ความผิดพลาดเชิงตำแหน่งที่ยอมรับได้ของวัตถุภายในแบบ		ไม่ได้เน้นมากแต่ก็ไม่ควรจะผิดพลาดเกิน 50 เซนติเมตร จากจุดที่ระบุภายในแบบ

Maintenance and Operation Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการบำรุงรักษาอย่างไร		ส่วนใหญ่แล้วทางจุฬาจะจ้างผู้รับเหมามาดำเนินการ แต่หากเป็นงานที่สามารถกระทำได้เองจะดำเนินการเอง ซึ่งโดยปกติไม่มีระบบดังกล่าว
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการบำรุงรักษา ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		ไม่มีความเห็น
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการบำรุงรักษา		ไม่มีความเห็น
Asset Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการทรัพย์สินอย่างไร		ในส่วนนี้แต่ละหน่วยงานจะมีการบริหารจัดการเอง
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการทรัพย์สิน ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		ไม่มีความเห็น
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน		จำนวนของทรัพย์สินทั้งหมดที่รับผิดชอบและสถานะการใช้งานและผู้ที่ใช้งานอยู่
ความคิดเห็นทั่วไป		
1. จากที่ผ่านมาท่านคิดว่าหากสามารถนำแบบอาคารที่ใช้ในการก่อสร้างจริงมาใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ท่านคิดว่าดีหรือไม่หรือมีความคิดเห็นประการใด		หากสามารถนำ โปรแกรม AutoCAD มาใช้งานในการบริหารจัดการต่างๆได้จะดีมากเนื่องจากแบบอาคารที่มีอยู่เดิมก็คือแบบ AutoCAD อยู่แล้ว

Building Management		
ชื่อ/นามสกุล คุณก่อเกียรติ อุดมสิทธิ์	**อายุ**	
Email	**Tel**	
ตำแหน่งหน้าที่ เจ้าหน้าที่บริหารงานช่าง	**ชื่ออาคาร** อาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้งหมด	
ที่อยู่ของอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพ 10330		
ประเภทอาคาร สถานศึกษา		
ภารกิจในการทำงาน (Job description)		
เขียนแบบและปรับปรุงแบบอาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ในส่วนงานสถาปัตยกรรม		
และโครงสร้างพื้นฐาน สำนักบริหารระบบ		
ทั่วไป		
1. ในการการทำงานมีการใช้แบบอาคารมาประกอบการ	☑ มี ☐ ไม่มี	
2. หากมี ใช้แบบอาคารในลักษณะใดมาใช้งาน	☐ ในระบบคอมพิวเตอร์ ☑ บนกระดาษ	
3. แบบที่ใช้งานอยู่ ณ ปัจจุบัน ถือว่าตอบสนองความ	☐ ดี ☑ ไม่ดี	
Space management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการพื้นอย่างไร		ในการบริหารจัดการพื้นที่ใช้แบบอาคารที่อยู่ในรูปแบบกระดาษ นำมาใช้เพื่อการอ้างอิงตำแหน่งและขนาดของพื้นที่ที่สนใจ และนำมาประกอบเพื่อการวางแผนต่อไปโดยมีการใช้โปรแกรม Excel ช่วยเก็บข้อมูล
2. ในการคิดพื้นที่ของอาคารหรือห้องจะคิดจากการอ้างอิงระหว่างอะไร		โดยปกติไม่ได้ให้ความสำคัญมากนัก ซึ่งที่ใช้งานกันอยู่ก็วัดจากในแบบคือกึ่งกลางถึงกึ่งกลางของผนัง
3. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่ ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		เดิมเคยทีการนำมาเสนอแต่จะต้องทำการเขียนแบบใหม่ทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมนั้นต้องการซึ่งคงไม่ได้เพราะอาคารใน จุฬา มีมากกว่า 150 อาคาร ดังนั้นหากสามารถนำ Autocad มาใช้งานได้เลยจะดีมากและตรงตามความต้องการมากกว่า
4. จากข้อ 3 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่		ชื่ออาคาร,ชื่อเจ้าของอาคาร,ชั้น,หมายเลขห้อง,ชื่อห้อง,การใช้ประโยชน์ของพื้นที่
5. ความผิดพลาดเชิงตำแหน่งที่ยอมรับได้ของวัตถุภายในแบบ		ไม่ได้เน้นมากแต่ก็ไม่ควรจะผิดพลาดเกิน 50 เซนติเมตร จากจุดที่ระบุภายในแบบ

Maintenance and Operation Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการบำรุงรักษาอย่างไร		ส่วนใหญ่แล้วทางจุฬาจะจ้างผู้รับเหมามาดำเนินการ แต่หากเป็นงานที่สามารถกระทำได้เองจะดำเนินการเอง ซึ่งโดยปกติไม่มีระบบดังกล่าว
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการบำรุงรักษา ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		สามารถรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวควบคุมได้เช่น วาล์ว , คัตเอาท์
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการบำรุงรักษา		ไม่มีความเห็น
Asset Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการทรัพย์สินอย่างไร		ในส่วนนี้แต่ละหน่วยงานจะมีการบริหารจัดการเอง
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการทรัพย์สิน ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		ไม่มีความเห็น
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน		แบบสถาปนิกหรือแบบที่แสดงถึงทรัพย์สินภายในพื้นที่
ความคิดเห็นทั่วไป		
1. จากที่ผ่านมาท่านคิดว่าหากสามารถนำแบบอาคารที่ใช้ในการก่อสร้างจริงมาใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ท่านคิดว่าดีหรือไม่หรือมีความคิดเห็นประการใด		หากสามารถนำ โปรแกรม AutoCAD มาใช้งานในการบริหารจัดการต่างๆได้จะดีมากเนื่องจากแบบอาคารที่มีอยู่เดิมก็คือแบบ AutoCAD อยู่แล้ว

Building Management		
ชื่อ/นามสกุล คุณนิติกร พิศาลกิตติคุณ	**อายุ**	
Email	**Tel**	082-6176074
ตำแหน่งหน้าที่ วิศวกรบำรุงรักษา	**ชื่ออาคาร**	ยูดีไลท์ แอท บางซื่อสเตชั่น
ที่อยู่ของอาคาร 308 ซ.ริมถนน ประชาชื่น 9 ถ.ประชาชื่น บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800		
ประเภทอาคาร ที่พักอาศัย (คอนโดมิเนียม)		
ภารกิจในการทำงาน (Job description)		
อำนวยความสะดวกในการบำรุงรักษา ตามมาตรฐานและแผนงาน ของ บริษัท แอล.พี.เอ็น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)		
ทั่วไป		
1. ในการการทำงานมีการใช้แบบอาคารมาประกอบการทำงานหรือไม่	☑ มี ☐ ไม่มี	
2. หากมี ใช้แบบอาคารในลักษณะใดมาใช้งาน	☑ ในระบบคอมพิวเตอร์ ☐ บนกระดาษ	
3. แบบที่ใช้งานอยู่ ณ ปัจจุบัน ถือว่าตอบสนองความต้องการได้ดีหรือยัง	☑ ดี ☐ ไม่ดี	
Space management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการพื้นอย่างไร		ส่วนมากแล้วงานพื้นที่จะถูกจัดสรรอย่างเป็นระบบในขั้นตอนการออกแบบไปแล้วจึงไม่ต้องกังวลกับส่วนนี้
2. ในการคิดพื้นที่ของอาคารหรือห้องจะคิดจากการอ้างอิงระหว่างอะไร		กึ่งกลางผนังด้านหนึ่งสู่กึ่งกลางผนังอีกด้านหนึ่ง
3. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่ ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		สามารถค้นหาตำแหน่งห้องที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว
4. จากข้อ 3 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่		ชื่อห้อง , หมายเลขห้อง , สถานะการใช้งาน
5. ความผิดพลาดเชิงตำแหน่งที่ยอมรับได้ของวัตถุภายในแบบ		

Maintenance and Operation Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการบำรุงรักษาอย่างไร		ตามมาตรฐานและแผนงาน ของ บริษัท แอล.พี.เอ็น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งกำหนดไว้เป็นรายวันและรายสัปดาห์และรายเดือนรายปีในแต่ละเรื่อง
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการบำรุงรักษา ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		รู้คุณสมบัติของอุปกรณ์ , รู้ตำแหน่งของอุปกรณ์
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการบำรุงรักษา		ตำแหน่ง , ที่ตั้ง , ขนาด , รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
Asset Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการทรัพย์สินอย่างไร		
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการทรัพย์สิน ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		-
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน		
ความคิดเห็นทั่วไป		
1. จากที่ผ่านมาท่านคิดว่าหากสามารถนำแบบอาคารที่ใช้ในการก่อสร้างจริงมาใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ท่านคิดว่าดีหรือไม่หรือมีความคิดเห็นประการใด		ดี เพราะปกติใช้แบบอาคารในการทำงานอยู่แล้วแต่ใช้ได้แค่ดูประกอบการทำงาน

Building Management		
ชื่อ/นามสกุล คุณนพรุจ พนมพร	**อายุ**	36 ปี
Email Nopparuy17@hotmail.com	**Tel**	02-2009000
ตำแหน่งหน้าที่ หัวหน้ากะ	**ชื่ออาคาร**	โรงแรมดุสิตธานี
ที่อยู่ของอาคาร เลขที่ 946 ถนนพระราม 4 แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร อยู่บริเวณถนนสีลม ถนนพระราม 4		
ประเภทอาคาร โรงแรม		
ภารกิจในการทำงาน (Job description)		
ควบคุมดูแลพนักงานในกะและเข้าไปแก้ปัญหาให้แก่พนักงาน		
ทั่วไป		
1. ในการการทำงานมีการใช้แบบอาคารมาประกอบการทำงานหรือไม่	☑ มี ☐ ไม่มี	
2. หากมี ใช้แบบอาคารในลักษณะใดมาใช้งาน	☐ ในระบบคอมพิวเตอร์ ☑ บนกระดาษ	
3. แบบที่ใช้งานอยู่ ณ ปัจจุบัน ถือว่าตอบสนองความต้องการได้ดีหรือยัง	☐ ดี ☑ ไม่ดี	
Space management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการพื้นอย่างไร		จัดพื้นที่ที่ใช้งานจริงให้เหมาะกับความต้องการของผู้ใช้งาน
2. ในการคิดพื้นที่ของอาคารหรือห้องจะคิดจากการอ้างอิงระหว่างอะไร		ผนังด้านหนึ่งสู่อีกด้านหนึ่ง
3. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่ ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		ต้องการคำนวนพื้นที่ที่ใช้งานโดยมีตัวเลขอ้างอิงที่ชัดเจนและเห็นจริง
4. จากข้อ 3 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่		ขนาดของสิ่งของที่จะนำมาใช้ประโยชน์
5. ความผิดพลาดเชิงตำแหน่งที่ยอมรับได้ของวัตถุภายในแบบ		บวกลบ 10%

Maintenance and Operation Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการบำรุงรักษาอย่างไร		จัดให้มีตารางบำรุงรักษาที่เป็นระบบ
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการบำรุงรักษา ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		ให้มีระบบแจ้งเตือนและตารางข้อมูลในการบำรุงรักษาและสถานะการใช้งาน
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการบำรุงรักษา		ลักษณะของอุปกรณ์ , ตำแหน่งที่ตั้ง
Asset Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการทรัพย์สินอย่างไร		-
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการทรัพย์สิน ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		-
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน		ลักษณะของอุปกรณ์ , ตำแหน่งที่ตั้ง
ความคิดเห็นทั่วไป		
1. จากที่ผ่านมาท่านคิดว่าหากสามารถนำแบบอาคารที่ใช้ในการก่อสร้างจริงมาใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ท่านคิดว่าดีหรือไม่หรือมีความคิดเห็นประการใด		ดี เพราะสามารถที่จะดูและแก้ปัญหาได้รวดเร็วจากการเปิดข้อมูลทางคอมพิวเตอร์

Building Management		
ชื่อ/นามสกุล คุณธนานพ ประดิษฐาราม	**อายุ**	35 ปี
Email Thananop101@hotmail.com	**Tel**	086-0999811
ตำแหน่งหน้าที่ ช่างเทคนิค	**ชื่ออาคาร** โรงแรมดุสิตธานี	
ที่อยู่ของอาคาร เลขที่ 946 ถนนพระราม 4 แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร อยู่บริเวณถนนสีลม ถนนพระราม 4		
ประเภทอาคาร โรงแรม		
ภารกิจในการทำงาน (Job description)		
ดูแลระบบท่อและระบบปรับอากาศภายในห้องพักและส่วนต่างๆของอาคาร		
ทั่วไป		
1. ในการการทำงานมีการใช้แบบอาคารมาประกอบการ	☑ มี ☐ ไม่มี	
2. หากมี ใช้แบบอาคารในลักษณะใดมาใช้งาน	☐ ในระบบคอมพิวเตอร์ ☑ บนกระดาษ	
3. แบบที่ใช้งานอยู่ ณ ปัจจุบัน ถือว่าตอบสนองความ	☐ ดี ☑ ไม่ดี	
Space management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการพื้นอย่างไร		ตามความเหมาะสมของการใช้งาน
2. ในการคิดพื้นที่ของอาคารหรือห้องจะคิดจากการอ้างอิงระหว่างอะไร		กึ่งกลางของกำแพง
3. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่ ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		ทราบถึง ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ , ชนิด , วิธีการใช้งาน , วิธีการบำรุงรักษา
4. จากข้อ 3 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่		พื้นที่การใช้งาน
5. ความผิดพลาดเชิงตำแหน่งที่ยอมรับได้ของวัตถุภายในแบบ		ไม่เกิน 50 เซนติเมตร

Maintenance and Operation Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการบำรุงรักษาอย่างไร		จัดให้มีตารางบำรุงรักษาที่เป็นระบบ
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการบำรุงรักษา ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		สามารถใส่ข้อมูลได้
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการบำรุงรักษา		ชนิดของอุปกรณ์ต่างๆ , พื้นที่และตำแหน่งต่างๆ
Asset Management		
1. ท่านมีวิธีการบริหารจัดการทรัพย์สินอย่างไร		-
2. หากมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการทรัพย์สิน ท่านมีความต้องการในระบบนี้อย่างไร		แสดงถึงตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆได้
3. จากข้อ 2 ท่านต้องการทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพย์สิน		ชนิด , การใช้งาน , ผู้ใช้งาน
ความคิดเห็นทั่วไป		
1. จากที่ผ่านมาท่านคิดว่าหากสามารถนำแบบอาคารที่ใช้ในการก่อสร้างจริงมาใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ท่านคิดว่าดีหรือไม่หรือมีความคิดเห็นประการใด		ดี เพราะสามารถที่จะรู้ถึงระบบและโครงสร้าง เมื่อเกิดปัญหาขึ้นจะทำให้สะดวกในการค้นหา

ภาคผนวก ข

Data Dictionary ของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารขั้นพื้นฐาน

Data Dictionary

File name : BIS DATA.mdb

Description : ข้อมูลของพื้นฐานของการบริหารจัดการอาคารทั้งหมด ซึ่งเก็บไว้ในไฟล์ชื่อว่า BIS DATA.mdb เท่านั้นซึ่งอยู่ในไดเร็คทอรี่คือ D:\BIS\ "BIS DATA.mdb" ภายในประกอบด้วย Table ที่แยกประเภทการใช้งานชัดเจน

Table name : Building

Description : ข้อมูลอาคาร

Features Class : Polygon

Polygon Attribute Table : Building

Field name	Data Type	Field Description
Bl_code	Char , 7	รหัสอาคาร
Bl_name	Char , 50	ชื่ออาคาร
Bl_owner	Char , 50	ชื่อเจ้าของ
Bl_address	Char , 255	ที่ตั้ง
Bl_area	Float , 10, 2	ขนาด (ตารางเมตร)
Bl_floor	Int , 2	จำนวนชั้น
Bl_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Bl_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ

Table name : Floor

Description : ข้อมูลชั้น

Features Class : Polygon

Polygon Attribute Table : Floor

Field name	Data Type	Field Description
Fl_code	Char , 4	รหัสชั้น
Fl_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Fl_area	Float , 10, 2	ขนาด (ตารางเมตร)
Fl_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
Bl_id	Char , 7	รหัสอาคาร

Table name : Space

Description : ข้อมูลพื้นที่

Features Class : Polygon

Polygon Attribute Table : Space

Field name	Data Type	Field Description
Sp_id	Char , 7	รหัสเฉพาะ
Sp_number	Int , 4	รหัส (หมายเลขห้องหรือพื้นที่)
Sp_name	Char , 50	ชื่อ
Sp_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Sp_area	Float , 10, 2	ขนาด (ตารางเมตร)
Sp_owner	Char , 255	ชื่อเจ้าของหรือผู้ครอบครอง
Sp_status	Char , 255	สถานะการใช้งาน
Sp_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BF_id	Char , 11	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้น
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Building_type

Description : ประเภทการใช้ประโยชน์อาคาร

Features Class : Attribute

Attribute Table : Building_Type

Field name	Data Type	Field Description
Bl_type_id	Int , 3	รหัส
Bl_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Floor_type

Description : ประเภทการใช้ประโยชน์ชั้น

Features Class : Attribute

Attribute Table : Floor_Type

Field name	Data Type	Field Description
Fl_type_id	Int , 3	รหัส
Fl_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Space_type

Description : ประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่

Features Class : Attribute

Attribute Table : Space_Type

Field name	Data Type	Field Description
Sp_type_id	Int , 3	รหัส
Sp_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Control_Box

Description : ข้อมูลกล่องควบคุมไฟฟ้า

Features Class : Point

Point Attribute Table : Control_Box

Field name	Data Type	Field Description
Ct_id	Char , 7	รหัส
Ct_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Ct_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BF_id	Char , 14	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้น
BFC_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสกล่องควบคุม
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Lamp

Description : ข้อมูลดวงโคม

Features Class : Point

Point Attribute Table : Lamp

Field name	Data Type	Field Description
La_id	Char , 7	รหัส
La_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
La_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BFCS_id	Char , 25	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสกล่องควบคุมรวมกับรหัสพื้นที่
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Wiring

Description : ข้อมูลสายไฟฟ้า

Features Class : Polyline

Polyline Attribute Table : Wiring

Field name	Data Type	Field Description
Wi_id	Char , 7	รหัส
Wi_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Wi_size	Float , 3 , 2	ขนาดสายไฟฟ้า (มิลลิเมตร)
Wi_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BFC_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสกล่องควบคุม
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Socket

Description : ข้อมูลเต้ารับ

Features Class : Point

Point Attribute Table : Socket

Field name	Data Type	Field Description
Sk_id	Char , 7	รหัส
Sk_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Sk_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BFC_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสกล่องควบคุม
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Switch

Description : ข้อมูลสวิตซ์

Features Class : Point

Point Attribute Table : Switch

Field name	Data Type	Field Description
Sw_id	Char , 7	รหัส
Sw_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Sw_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BFC_id	Char , 21	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสกล่องควบคุม
BFCS_id	Char , 25	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสกล่องควบคุมรวมกับรหัสพื้นที่
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Valve

Description : ข้อมูลวาล์ว

Features Class : Point

Point Attribute Table : Valve

Field name	Data Type	Field Description
Va_id	Char , 7	รหัส
Va_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Va_size	Float , 2 ,2	ขนาดวาล์ว (นิ้ว)
Va_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BF_id	Char , 14	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้น
BFV_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสวาล์ว
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Pipe

Description : ข้อมูลท่อ

Features Class : Polyline

Polyline Attribute Table : Pipe

Field name	Data Type	Field Description
Pi_id	Char , 7	รหัส
Pi_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
Pi_size	Float , 2 , 2	ขนาดท่อ (นิ้ว)
Pi_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BFV_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสวาล์ว
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Controlbox_type

Description : ข้อมูลประเภทของกล่องควบคุม

Features Class : Attribute

Attribute Table : Controlbox_type

Field name	Data Type	Field Description
Ct_type_id	int , 3	รหัส
Ct_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Lamp_type

Description : ข้อมูลประเภทของดวงโคม

Features Class : Attribute

Attribute Table : Lamp_type

Field name	Data Type	Field Description
La_type_id	Int , 3	รหัส
La_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Wiring_type

Description : ข้อมูลประเภทของสายไฟฟ้า

Features Class : Attribute

Attribute Table : Wiring_type

Field name	Data Type	Field Description
Wi_type_id	Int , 3	รหัส
Wi_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Socket_type

Description : ข้อมูลประเภทของเต้ารับ

Features Class : Attribute

Attribute Table : Socket_type

Field name	Data Type	Field Description
Sk_type_id	Int , 3	รหัส
Sk_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Switch_type

Description : ข้อมูลประเภทของสวิตซ์

Features Class : Attribute

Attribute Table : Switch_type

Field name	Data Type	Field Description
Sw_type_id	Int , 3	รหัส
Sw_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Valve_type

Description : ข้อมูลประเภทของวาล์ว

Features Class : Attribute

Attribute Table : Valve_type

Field name	Data Type	Field Description
Va_type_id	Int , 3	รหัส
Va_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Pipe_type

Description : ข้อมูลประเภทของท่อ

Features Class : Attribute

Attribute Table : Pipe_type

Field name	Data Type	Field Description
Pi_type_id	Int , 3	รหัส
Pi_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

Table name : Asset

Description : ข้อมูลทรัพย์สิน

Features Class : Point

Point Attribute Table : Asset

Field name	Data Type	Field Description
As_id	Char , 7	รหัส
As_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์
As_owner	Char , 30	ชื่อผู้ครอบครอง
As_des	Char , 255	รายละเอียดอื่นๆ
BFS_id	Char , 18	รหัสอาคารรวมกับรหัสชั้นรวมกับรหัสเฉพาะพื้นที่

Table name : Asset_type

Description : ข้อมูลประเภทของทรัพย์สิน

Features Class : Attribute

Attribute Table : Asset_type

Field name	Data Type	Field Description
As_type_id	Int , 3	รหัส
As_type	Char , 255	ประเภทการใช้ประโยชน์

ภาคผนวก ค

สรุปย่อเนื้อหาภายในหนังสือ คู่มือมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับ 2549

สรุปย่อเนื้อหาภายในหนังสือ
คู่มือมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับ 2549

ชื่อเอกสาร	คู่มือมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับ 2549
คำอธิบายโดยย่อเกี่ยวกับเอกสาร (ที่มา, วัตถุประสงค์,มาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง)	ข้อกำหนดมาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง เพื่อใช้ในประเทศ ให้การเขียนแบบเป็นมาตรฐานเดียวกันภายในประเทศและมาตรฐานสากล
หน่วยงานผู้จัดทำ	สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์
วันที่ของเอกสาร	พ.ศ. 2549
แหล่งที่มา / URL	

สรุปย่อเนื้อหาในเอกสาร

- อธิบายสรุปเนื้อหาในแต่ละบท

บทที่ 1 แนวคิดของการจัดทำคู่มือ

กล่าวถึงแนวคิดในการจัดทำคู่มือ ปัญหาในการเขียนแบบปัจจุบันที่ส่งผลกระทบกับหน่วยงาน ทำให้ต้องมีการกำหนดมาตรฐานขึ้นเพื่อใช้งานในประเทศ ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์ในการเขียนแบบจากการกำหนดมาตรฐาน

บทที่ 2 ความเป็นมา

อธิบายถึงความเป็นมาของมาตรฐานการเขียนแบบและมาตรฐานที่มีอยู่ในปัจจุบัน อาทิ

- ระบบเลเยอร์ของ AIA (AIA CAD Layer Guidelines)
- ความเป็นมาของ CAD Layer Guidelines
- ระบบเลเยอร์รุ่น 2 (Version 2)
- ระบบการจัดแบบ แบบ Uniform Drawing System (UDS)
- โครงสร้างแบบโมดูล (Modular Structure)

บทที่ 3 กระบวนการทำงาน

อธิบายถึงกระบวนการทำงานในการเขียนแบบก่อสร้างในปัจจุบัน และแนวคิดในการกำหนดการทำงานเขียนแบบก่อสร้าง โดยรูปแบบในการเขียนแบบก่อสร้างในปัจจุบันที่พบเห็นแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

- แบบที่ 1 คือการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ที่ลอกเลียนจาการเขียนด้วยมือ โดยแยกแฟ้มข้อมูลออกตามจำนวนแผ่นงานที่มีในชุดแบบ
- แบบที่ 2 คือคล้ายกับแบบที่ 1 แต่ใช้การอ้างอิงข้อมูลจากภายนอกแทนเพื่อแก้ปัญหาจากกรณีที่ 1 กรณีผู้ควบคุมการผลิต สามารถแจกงานออกไปยังทีมงานหลายๆคนเพื่อช่วยกันทำงานได้สะดวกมากขึ้น
- แบบที่ 3 ในกรณีที่แบบมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถบรรจุลงแผ่นงานเพียงแผ่นเดียวได้ จำเป็นต้องแยกออกเป็นส่วนๆ ซึ่งแบบที่ 3 จะเรียกว่า Paper หรือ Layout เพื่อใช้วางองค์ประกอบในหน้ากระดาษโดยเฉพาะ

แนวคิดในการทำงาน

- กำหนด Snap และ Limits เสมอ
- เขียนรูปแบบแยกแฟ้มข้อมูลเสมอ

- ข้อมูลที่เป็น Common ทั้งหมด ให้แยกแฟ้มต่างหาก แล้วใช้ระบบ External Reference ไปใช้งาน Model File อื่นๆ
- เขียนข้อมูลบน Layer ตามที่กำหนดโดยคุณสมบัติหลักใช้ Bylayer เป็นเกณฑ์
- ข้อมูลเชิงตาราง ให้ใช้ Style เป็นตัวควบคุมรูปแบบเสมอหลีกเลี่ยงการปรับแต่ง By Entity
- หากมีความจำเป็นต้องสร้าง Symbol หรือ Block ขึ้นมาใหม่ให้กำหนดตามมาตรฐาน และบันทึกข้อมูลไว้ในเครื่องแม่ข่ายด้วย

บทที่ 4 การจัดชุดของแบบและการตั้งชื่อ

อธิบายถึงการจัดระเบียบของชุดแบบก่อสร้าง รวมถึงวิธีการตั้งชื่อของแผ่นงานโดยการอ้างอิงจากมาตรฐาน National CAD Standard Ver.3 โมดูลที่ 1 Drawing Set Organization รายละเอียดคือการแบ่งชื่อออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

- Discipline Designator กลุ่มสาขา จะใช้รหัส 2 หลักแรก
- Sheet Type Designator ประเภทของแผ่นงาน จะใช้รหัส 1 หลัก
- Sheet Sequence Number เลขที่ประจำแผ่น จะใช้รหัส 2 หลัก

บทที่ 5 การตั้งชื่อแฟ้มงาน

อธิบายถึงวิธีการตั้งชื่อแฟ้มงาน การแบ่งประเภทแฟ้มข้อมูลของโครงการ (Project file) การจัดการแฟ้มงาน (File Management) ซึ่งรวมถึงการปกป้องข้อมูล (Data Protection) และการเก็บและกระจายข้อมูล ซึ่งทั้งหมดอ้างอิงจากมาตรฐาน National CAD Standard Ver.3 โมดูลที่ 1 Drawing Set Organization

บทที่ 6 การกำหนดชื่อเลเยอร์

อธิบายถึงมาตรฐานการกำหนดชื่อเลเยอร์ ประกอบด้วยรูปแบบการตั้งชื่อเลเยอร์ (Layer Naming) ซึ่งประกอบด้วย รหัสของกลุ่มสาขา (Discipline) รหัสกลุ่มข้อมูลหลัก (Major group) รหัสกลุ่มข้อมูลรอง (Minor group) และรหัสสถานะ (Status) หรือขั้นของแผนงาน โดยทั้งหมดอ้างอิงจากมาตรฐาน AIA Layer Guidelines Ver.3 ซึ่งเป็นมาตรฐานเลเยอร์ ส่วนมาตรฐานการใช้สีอ้างอิงจากมาตรฐาน Tri-Service CADD/GIS Technology ของ US.Army Corps of Engineers

บทที่ 7 การจัดองค์ประกอบของแผ่นงาน

อธิบายถึงการจัดองค์ประกอบของแผ่นงาน (Sheet Organizatio) ที่เกี่ยวกับขนาดของแผ่นงาน (Sheet Sizes) และการจัดวางพื้นที่ส่วนต่างๆในแผ่นงาน (Sheet Layout) โดยอ้างอิงมาตรฐานของ National CAD Standard Ver.3 จากโมดูลที่ 2 Sheet Organization

บทที่ 8 มาตรฐานการเขียนแบบ

อธิบายถึงการให้รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบมาตรฐานสำหรับข้อมูลทั้งที่เป็นกราฟิกและข้อความที่ปรากฏในแบบ ซึ่งนำเสนอในลักษณะข้อสรุป อ้างอิงจากมาตรฐาน National CAD Standard Ver.3 โมดูลที่ 4 Drafting Convention โดยสามารถค้นหาเพิ่มเติมได้จากเอกสารของ National CAD Standard เพิ่มเติม

บทที่ 9 เปรียบเทียบมาตรฐานของ NCS และ มอก.

ตารางรายละเอียดการเปรียบเทียบมาตรฐาน National CAD Standard กับมาตรฐาน มอก. ในส่วนการเขียนแบบ

บทที่ 10 สัญลักษณ์ในแบบ

อธิบายถึงสัญลักษณ์ในแบบ อ้างอิงจาก National CAD Standard Ver.3 โมดูลที่ 6 เรื่อง Symbols ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ Scale Dependent สัญลักษณ์ที่ปรับเปลี่ยนไปตามมาตราส่วนที่ใช่ เช่นสัญลักษณ์ของสุขภัณฑ์ และประเภทที่สองคือ Scale Independent สัญลักษณ์ที่มีขนาดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามมาตราส่วนที่ใช้ เช่นสัญลักษณ์ของรูปตัด เป็นต้น และกล่าวถึงการแบ่งกลุ่มของสัญลักษณ์ที่แบ่งออกเป็น 6 ประเภทคือ

- Reference เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้อ้างอิงถึงข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในส่วนอื่นๆของชุดแบบ เช่น สัญลักษณ์ประตู ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้จะมีขนาดคงที่ไม่ขึ้นกับมาตราส่วนที่ใช้
- Line เส้นแสดงแนวของสาธารณูปโภคต่างๆมักแสดงด้วยเส้นทึบ หรือประในแบบต่างๆ ประกอบกับอักษร ซึ่งมีขนาดคงที่ไม่ขึ้นกับมาตราส่วนที่ใช้
- Identity สัญลักษณ์ของชิ้นส่วนใดๆ โดยมากจะใช้กับงานที่เป็น Diagram เช่น งานระบบเครื่องกล ไฟฟ้า เป็นต้น สัญลักษณ์เหล่านี้จะปรับตามมาตราส่วนที่ใช้
- Template หรือ Block เป็นสัญลักษณ์ที่แทนองค์ประกอบจริงในแบบ เช่น หน้าต่าง ประตู เป็นต้น สัญลักษณ์เหล่านี้จะปรับตามมาตราส่วนที่ใช้

- Material สัญลักษณ์ที่แทนวัตถุที่ใช้ เพื่อความง่ายต่อการอ่านแบบ สัญลักษณ์เหล่านี้จะปรับหรือไม่ปรับตามมาตราส่วนที่ใช้
- Text สัญลักษณ์เชิงตัวอักษร เพื่ออธิบายถึงสิ่งที่ปรากฏในแบบ เส้นบอกระยะเป็นต้น

บทที่ 11 การให้คำอธิบาย

อธิบายถึงการวางรูปแบบและตำแหน่งของการเขียนคำบรรยาย อ้างอิงจาก National CAD Standard Ver.3 จากโมดูลที่ 7 เรื่อง Notations ซึ่งคำบรรยาย คือองค์ประกอบเชิงตัวอักษรของแบบ ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้องาน แบ่งออกได้เป็น 5 ชนิดคือ คำบรรยายทั่วไป (General notes) คำบรรยายทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มสาขา (General discipline notes) คำบรรยายเกี่ยวกับแผ่นงาน (General sheet notes) ข้อมูลอ้างอิง (Reference keynotes) และรหัสแผ่นงาน (Sheet keynotes)

บทที่ 12 ข้อมูลเชิงตาราง

อธิบายถึงวิธีการจัดทำ Schedules อ้างอิงจาก National CAD Standard Ver.3 จากโมดูลที่ 3 เรื่อง Schedules

บทที่ 13 มาตรฐานการใช้สี

อธิบายถึงมาตรฐานการใช้สี และขนาดน้ำหนักเส้น โดยอ้างอิงจากมาตรฐานของ Tri-Service CADD/GIS Technology ของ US.Army Corps of Engineers

บทที่ 14 คำย่อ

อธิบายถึงตัวย่อภาษาอังกฤษที่มักใช้ในแบบพร้อมคำบรรยาย โดยอ้างอิงจากโมดูลที่ 5 ของ NCS ประกอบกับเอกสารที่ใช้อยู่ในบ้านเรา

บทที่ 15 นิยามศัพท์

เนื่องจากมีข้อมูลหลายส่วนที่นำมาจากภาอังกฤษ ดังนั้นเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน จึงได้แสดงคำภาษาไทยที่ใช้ในเอกสารว่ามาจากคำใดในภาษาอังกฤษ โดยอ้างอิงจากราชบัณฑิตสถาน เป็นหลัก

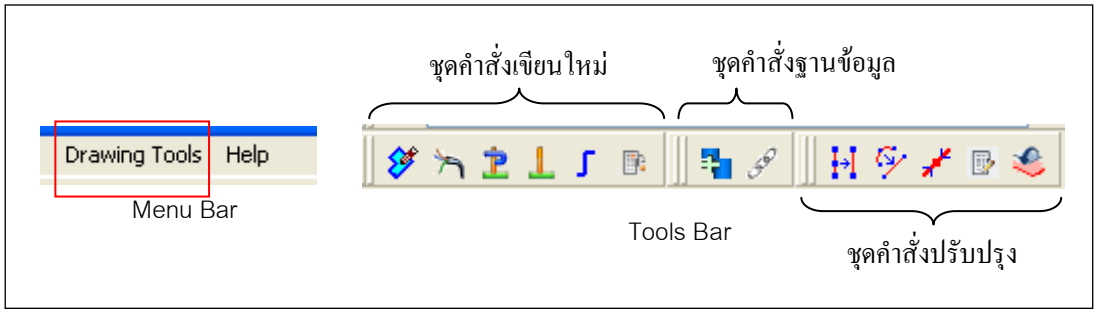
บทที่ 16 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

การรวบรวมข้อมูลที่ได้รับผลจากกลุ่มทดลอง รวมทั้งข้อเสนอแนะจากคณะทำงาน เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานต่อไปในอนาคต

ภาคผนวก ง
คู่มือวิธีการใช้งานชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น

คู่มือวิธีการใช้งานชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น

การศึกษาและออกแบบ Data Model ทำให้ทราบถึงรูปแบบของแบบอาคารที่ต้องการเพื่อนำมาใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอาคาร จากนั้นนำการศึกษาดังกล่าวมาออกแบบแนวทางการเขียนแบบเพื่อให้รองรับกับ Data model ดังกล่าว และเพื่อให้การเขียนแบบเป็นไปด้วยความสะดวกอีกทั้งยังคงความเป็นมาตรฐานในการเขียนแบบตามแนวทางการเขียนแบบที่ได้กำหนดไว้จึงได้พัฒนาชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบ โดยลักษณะการใช้งานมีดังนี้



รูปที่ ง.1 รูปเครื่องมือของชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบ

ชุดคำสั่งช่วยในการเขียนแบบที่พัฒนาขึ้นจะปรากฏใน Menu Bar และ Tools Bar ดังรูปที่ ง.1 เพื่อความสะดวกในการใช้งานโดยสามารถใช้งานได้เหมือนกันทั้งสองรูปแบบ โดยมีชุดคำสั่งในการช่วยเขียน 3 ฟังก์ชั่น ดังนี้

1. ชุดคำสั่งการเขียนใหม่

รองรับการเขียนวัตถุขึ้นมาใหม่ โดยสร้างเลเยอร์อัตโนมัติตามวัตถุที่เขียน กำหนดลักษณะสมบัติกราฟิกของวัตถุภายในแบบ รูปของคำสั่งดังรูปที่ 2 ทั้งหมดตามแบบจำลองข้อมูลและตามแนวทางการเขียนแบบที่ได้กำหนดไว้ ในบทที่ 3 และ 4 ตามลำดับ แบ่งเป็นคำสั่งย่อยดังนี้

1.1 **ชุดคำสั่งการเขียนเส้นต่อเนื่อง** ประกอบด้วยคำสั่งย่อยอีก 6 คำสั่ง ซึ่งแต่ละคำสั่งมีวิธีการใช้งานดังนี้

1.1.1 **การเขียนขอบเขตพื้นที่** สำหรับเขียนเส้นที่บ่งบอกถึงขอบเขตของพื้นที่ วิธีการใช้งานโดยเลือกที่ ระบบจะทำการสร้างชื่อชั้นข้อมูล สี และประเภทของเส้นให้โดยอัตโนมัติและสามารถเขียนเส้นที่ต้องการได้ทันทีโดยเริ่มเขียนที่จุดใดก็ตามเมื่อครอบคลุมพื้นที่สุดท้ายแล้วจุดสุดท้ายของขอบเขตนั้นให้พิมพ์ตัว C ลงไปใน Command line เพื่อบอกตัวโปรแกรมว่าให้ทำการปิดเส้นที่เขียนเพื่อให้เกิดเป็น Close Polyline โดยสมบูรณ์

1.1.2 **การเขียนวงจรไฟฟ้า** สำหรับเขียนสายไฟฟ้า วิธีการใช้งานโดยเลือกที่ ระบบจะทำการสร้างชื่อชั้นข้อมูล สี และประเภทของเส้นให้โดยอัตโนมัติและสามารถเขียนเส้นที่ต้องการได้ทันทีโดยจะเขียนเป็น Polyline

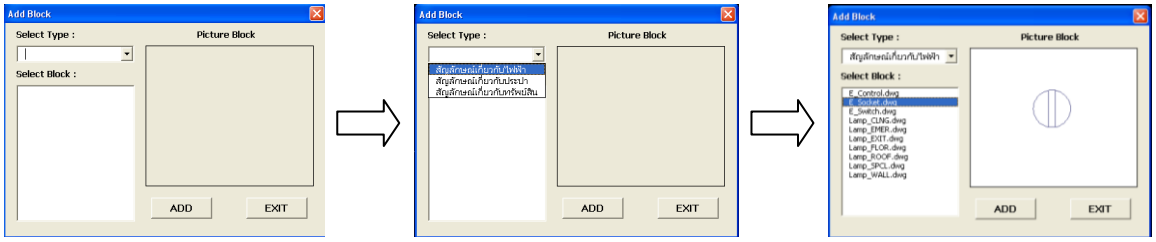
1.1.3 **ระบบท่อสุขาภิบาล** สำหรับเขียนแนวท่อน้ำในอาคารโดยเป็นท่อในแนวนอนและไม่ได้แบ่งแยกว่าเป็นท่อชนิดใดหรือว่าขนาดเท่าไหร่ ประเภทอะไร วิธีการใช้งานโดยเลือกที่ .... ระบบจะทำการสร้างชื่อชั้นข้อมูล สี และประเภทของเส้นให้โดยอัตโนมัติและสามารถเขียนเส้นที่ต้องการได้ทันทีโดยจะเขียนเป็น Polyline

1.1.4 **ระบบท่อยืนของระบบสุขาภิบาล** สำหรับเขียนแนวท่อน้ำในอาคารโดยเป็นท่อในแนวตั้งและไม่ได้แบ่งแยกว่าเป็นท่อชนิดใดหรือว่าขนาดเท่าไหร่ ประเภทอะไร วิธีการใช้งานโดยเลือกที่ . ระบบจะทำการสร้างชื่อชั้นข้อมูล สี และประเภทของเส้นให้โดยอัตโนมัติและสามารถเขียนเส้นที่ต้องการได้ทันทีโดยจะเขียนเป็น Polyline

1.1.5 **ระบบท่อระบายอากาศ** สำหรับเขียนแนวท่อน้ำในอาคารโดยเป็นท่อที่เป็นท่อระบายอากาศและไม่ได้แบ่งแยกว่าเป็นท่อชนิดใดหรือว่าขนาดเท่าไหร่ ประเภทอะไร วิธีการใช้งานโดยเลือกที่ ระบบจะทำการสร้างชื่อชั้นข้อมูล สี และประเภทของเส้นให้โดยอัตโนมัติและสามารถเขียนเส้นที่ต้องการได้ทันทีโดยจะเขียนเป็น Polyline

1.2 การใส่สัญลักษณ์ต่าง ๆ

สำหรับเขียนวัตถุที่แทนด้วยสัญลักษณ์ทั้งหมดไม่ว่าจะอยู่ในประเภทใดของแบบอาคาร โดยผู้ใช้สามารถที่จะเพิ่มสัญลักษณ์ลงไปในเครื่องมือได้เองโดยต้องกำหนดชื่อชั้นข้อมูลตามที่ระบุไว้ในแนวทางการเขียนแบบเท่านั้น และจะต้องบันทึกในแฟ้มงานที่กำหนดเท่านั้น วิธีการใช้งานโดยเลือกที่ . และจะปรากฏกล่องเครื่องมือขึ้นมาดังรูปที่ ง.2 ไปที่ Select Type เลือกประเภทของสัญลักษณ์ที่ต้องการเขียนดังรูปที่ ง.3 จากนั้นไปที่ Select block เลือกแบบของสัญลักษณ์ที่ต้องการเขียนลงไปในแบบ โดยเมื่อเลือกแล้วจะมีรูปตัวอย่างขึ้นใน Picture Block ดังรูปที่ ง.4 เมื่อตกลงให้กด ADD และไปเลือกตำแหน่งวางในพื้นที่วาดภาพได้ทันที หากต้องการเลือกเพิ่มให้ใช้วิธีเดิม หรือไม่ต้องการให้กด Exit เพื่อออกจากเครื่องมือ



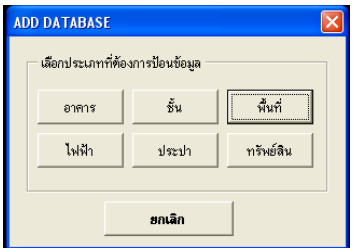
รูปที่ ง.2 **รูปที่ ง.3** **รูปที่ ง.4**

2. ชุดคำสั่งฐานข้อมูล

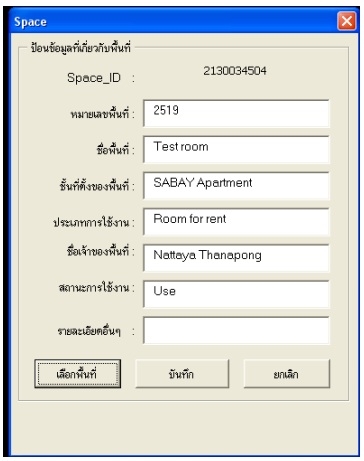
รองรับการนำเข้าข้อมูลลักษณะประจำของวัตถุให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลซึ่งสามารถเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกราฟิกภายในแบบกับข้อมูลลักษณะประจำได้เพื่อรองรับกับการนำไปใช้ในระบบสารสนเทศอาคารได้ โดยรายละเอียด คำสั่งย่อยและวิธีการใช้งานดังนี้

2.1 คำสั่งป้อนข้อมูล

เมื่อดำเนินการสร้างวัตถุเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องป้อนข้อมูลให้กับวัตถุ โดยเลือกที่ . จากนั้นจะปรากฏกล่องเครื่องมือขึ้นมาดังรูปที่ ง.5 ซึ่งจะยกตัวอย่างการป้อนข้อมูลพื้นที่ เลือกที่ประเภทข้อมูลที่ต้องการป้อนข้อมูล จะปรากฏกล่องเครื่องมือขึ้นมาและทำการเลือกที่ปุ่ม เลือกพื้นที่ เพื่อระบุพื้นที่ในการป้อนข้อมูลระบบจะทำการดึงเอา ID ของวัตถุออกมาใส่ให้โดยอัตโนมัติซึ่ง ID ดังกล่าวจะไม่มีวันซ้ำกัน และทำการป้อนข้อมูลตามช่องที่เตรียมไว้ให้โดยในข้อมูลขนาดพื้นที่จะไม่มีให้ใส่ข้อมูลเนื่องจากเครื่องมือนี้จะทำการคำนวณและใส่ให้เองโดยอัตโนมัติและเมื่อป้อนข้อมูลเรียบร้อย ดังรูปที่ ง.6 ให้กดบันทึกข้อมูลระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลงใน Databaseที่เตรียมไว้ ส่วนในการป้อนข้อมูลวัตถุอื่นทำเช่นเดียวกัน



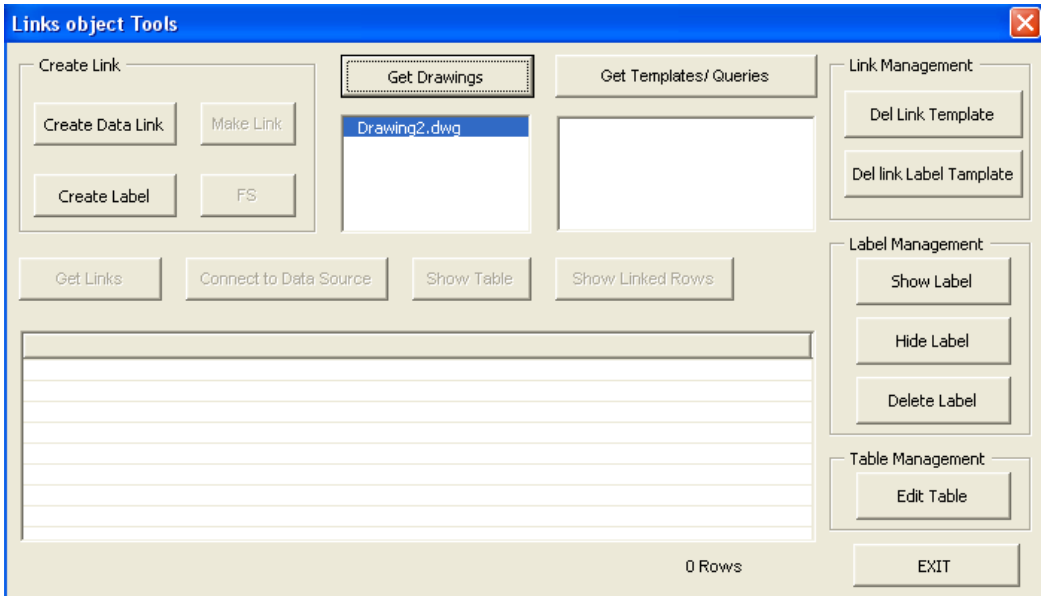
รูปที่ ง.5



รูปที่ ง.6

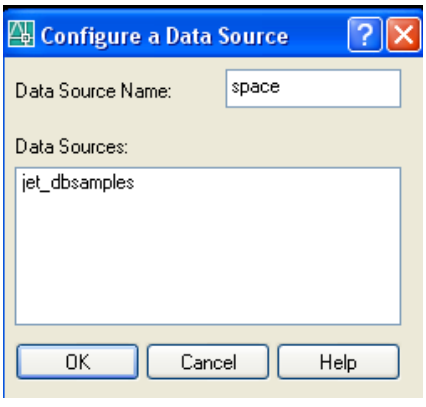
2.2 การเชื่อมโยงข้อมูลกับวัตถุ

เมื่อป้อนข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลที่อยู่ใน Database กับวัตถุที่ต้องการเพื่อให้มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริภูมิและข้อมูลเชิงลักษณะประจำ โดยเลือกที่ จะปรากฏเครื่องมือขึ้นมาดังรูปที่ ง.7 ซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการจัดการเชื่อมโยงข้อมูลกับวัตถุทั้งหมด โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

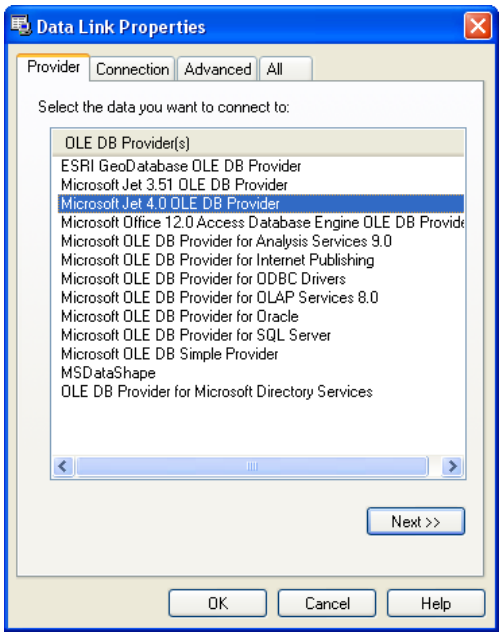


รูปที่ ง.7

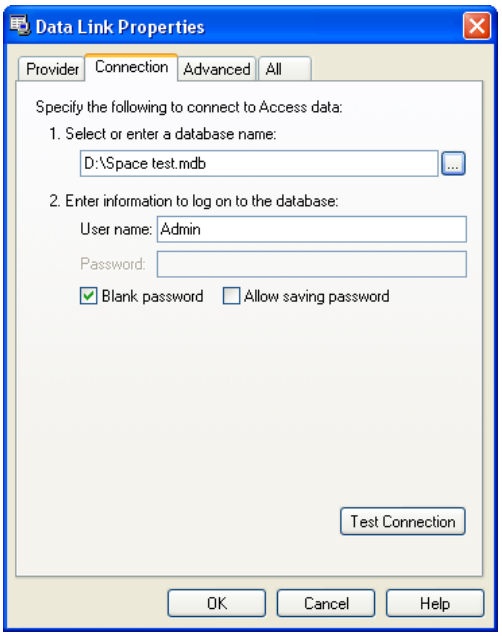
2.2.1 **สร้าง Template Links** จากรูปที่ ง.7 เลือกที่ “Get Drawings” ก่อนเพื่อทำการเลือก Drawing ที่ต้องการเนื่องจากในการเปิด CAD อาจจะเปิดอยู่หลายงาน เมื่อเลือก Drawing ที่ต้องการแล้ว ในส่วนของชุดคำสั่ง Create Link เลือกที่ “Create Data Link” จะปรากฏกล่องเครื่องมือเพื่อสร้าง Configure ในช่อง Data Source Name ใส่ชื่อ Configure ที่ต้องการโดยให้ป้อนชื่อตามแบบที่ดำเนินการอยู่ ตัวอย่างเช่นหากว่าทำงานกับพื้นที่อยู่ให้ใช้คำว่า Space ดังรูปที่ ง.8 จากนั้นกด OK จะปรากฏกล่องเครื่องมือ Data Link Properties ใน Tab “Provider” เลือก “Micro Jet 4.0 OLE DB Provider” ดังรูปที่ ง.9 และกด Next จะไปที่ Tab “Connection” ในช่อง Select or enter a database name : เลือก Database ชื่อ BIS DATA.mdb ดังรูปที่ ง.10 และกด Test connection เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อหากปรากฏข้อความว่า “Test connection succeeded” หมายความว่าการเชื่อมต่อสมบูรณ์พร้อมใช้งาน และตอบ OK



รูปที่ ง.8

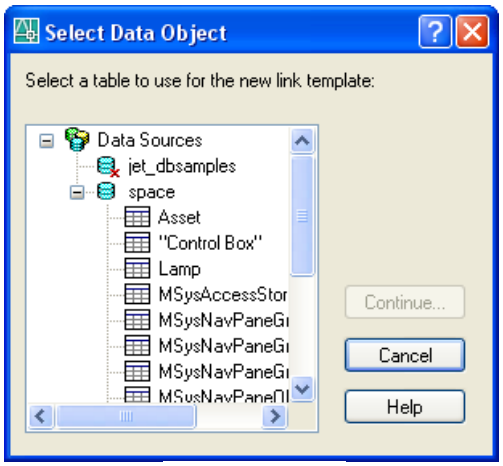


รูปที่ ง.9

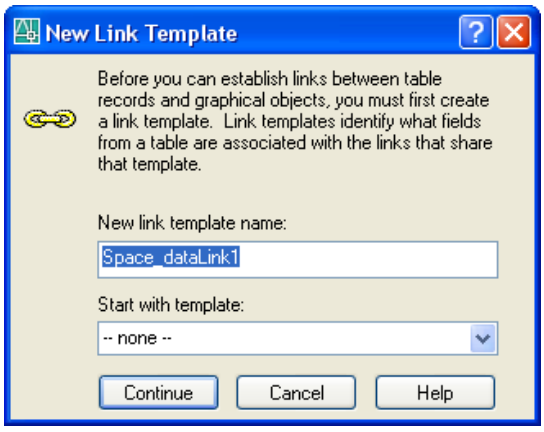


รูปที่ ง.10

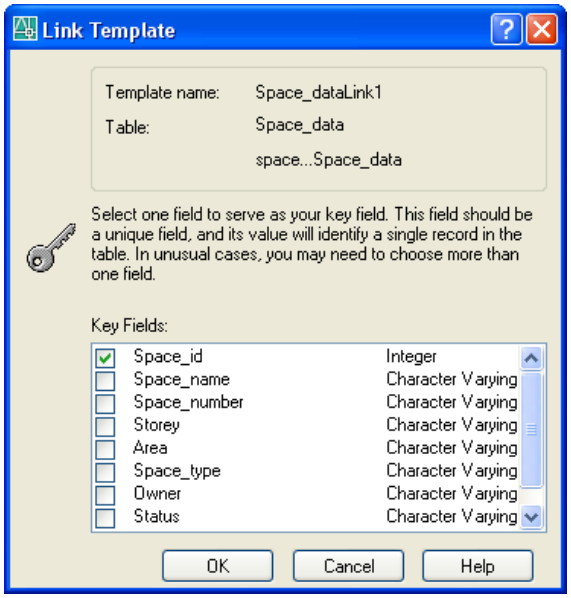
จากนั้นจะปรากฏกล่องเครื่องมือขึ้นเพื่อทำการ Connect เลือกที่ Template link ที่ทำการสร้างไว้คือ Space และกด Ok จะเห็นว่ามี Table ที่อยู่ใน Database แสดงขึ้นมาดังรูปที่ ง.11 จากนั้นเลือก Table ที่อยู่ในระบบที่ต้องการ ในที่นี้เลือก Table “Space_data” จากนั้นกด Continue จะปรากฏกล่องเครื่องมือเพื่อสร้าง New Link Template และจะมีชื่อขึ้นมาให้โดยอัตโนมัติชื่อว่า “Space_dataLink1” ดังรูปที่ ง.12 โดยไม่ต้องเปลี่ยนชื่อให้กด Continue ต่อไปและจะปรากฏกล่องเครื่องมือ “Link Template” เพื่อให้เลือก Filed ที่เป็น Primary Key ในที่นี้เลือกที่ “Space_id” ดังรูปที่ ง.13 และกด OK จะกลับมาที่ Links Object tools อีกครั้งดังรูปที่ ง.7



รูปที่ ง.11

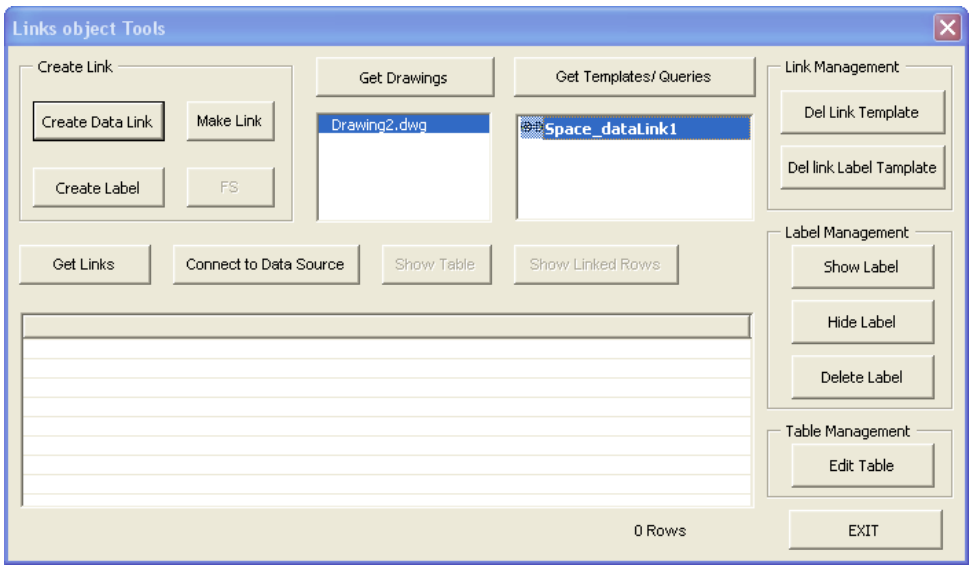


รูปที่ ง.12

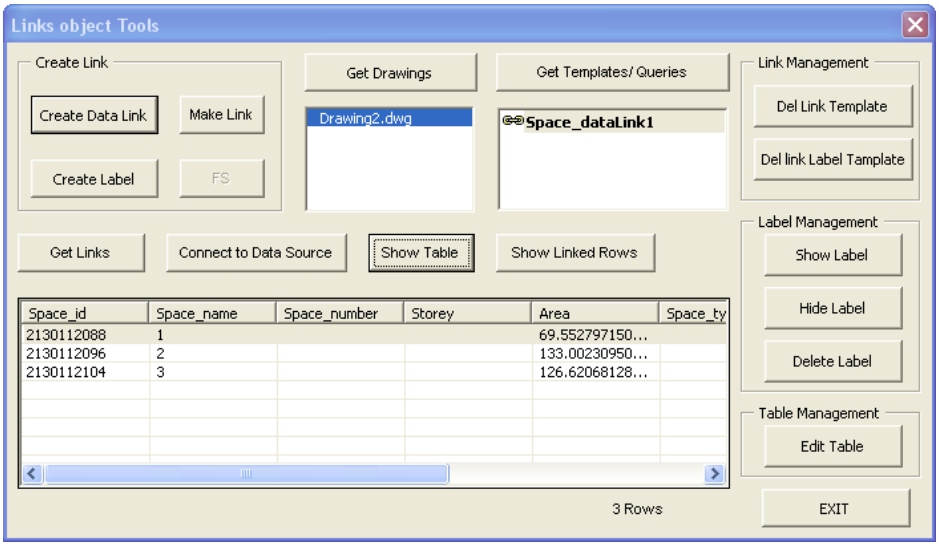


รูปที่ ง.13

ที่ Links Object Tools กดที่ Get Drawings อีกครั้งโดยเลือกที่ Drawing ที่ทำงานอยู่ และกดที่ Get Templates และจะแสดงถึง Link Template ที่สร้างไว้ ในด้านล่างเลือกที่ Templates ที่สร้างไว้ในที่นี้เลือก Space_dataLink1 ดังรูปที่ ง.14 และเลือกที่ Connect to data source เพื่อเป็นการยืนยันการเชื่อมต่อ จากนั้นไปเลือกที่ Show Table เพื่อเปิด Table ที่เชื่อมต่อไว้ขึ้นมา ในช่องด้านล่างจะปรากฏ Database ที่เชื่อมต่อไว้ดังรูป ง.15



รูปที่ ง.14



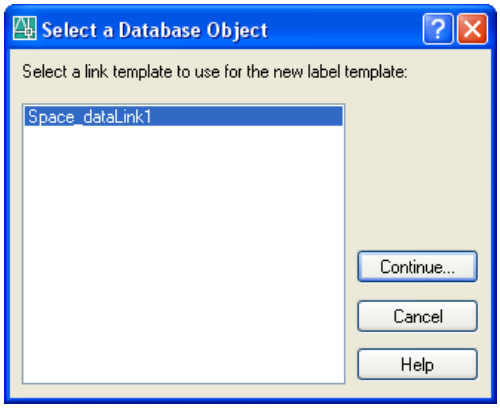
รูปที่ ง.15

2.2.2 **การเชื่อมโยงวัตถุกับข้อมูล** เมื่อ Database แสดงขึ้นมาแล้วทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับวัตถุภายในแบบโดยเลือก Record ใน Database ด้านล่างให้ขึ้นแทบสีจากนั้นไปที่ปุ่ม Make Link ด้านบนและไปเลือกที่วัตถุที่ต้องการซึ่งในที่นี้ก็คือเลือกที่ขอบเขตของพื้นที่โดยเลือก 1 record ต่อ 1 วัตถุเท่านั้นจากนั้นคลิกขวาหรือกด Enter วัตถุกับข้อมูลจะถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันแล้ว จากนั้นใช้วิธีการเดียวกันกับวัตถุที่เหลือ ก็จะได้การเชื่อมโยงของวัตถุกับข้อมูลทั้งหมด

2.2.3 **การสร้าง Label Template** จากรูปที่ ง.14 ไปที่ Create Label จะปรากฏกล่องเครื่องมือที่แสดงถึง Template Link ที่อยู่ในงาน ให้ทำการเลือก Template ที่สร้างไว้ ดังรูปที่ ค.16 จากนั้นกด Continue จะปรากฏกล่องเครื่องมือขึ้นมาเพื่อสร้าง Label Template โดยระบบจะทำการสร้างชื่อขึ้นมาให้โดยอัตโนมัติให้ใช้ชื่อตามนั้นได้เลย ดังรูปที่ ง.17 และกด Continue จะปรากฏกล่องเครื่องมือเพื่อดำเนินการเขียน Label ดังรูปที่ ง.18 โดยที่ Tab “Character” สำหรับกำหนดคุณลักษณะของอักษร ขนาดความสูง สีต่างๆ ใน Tab “Properties” สำหรับกำหนดลักษณะของอักษรเช่น Style ลักษณะการจัดวาง ใน Tab “Find/Replace” เป็นการค้นหา Label ที่ต้องการ ใน Tab “Label Fields” เป็น Tab ที่ไว้กำหนดว่าจะเลือกข้อมูลจาก Fields ใดใน Database เพื่อแสดงลงไปในแบบ และ Tab “Label offset” เป็นการตั้งค่าการวางตัวเริ่มแรกจากจุดที่กำหนดโดยผู้ใช้ ในที่นี้ไปที่ Tab “Label Fields” ก่อน

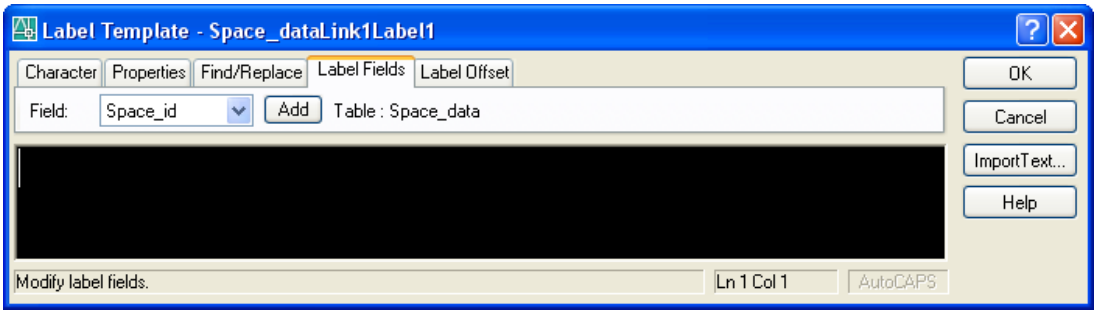
โดยในช่อง Field จะมีชื่อ Field ให้เลือกว่าต้องการข้อมูลใน Fields ใดบ้างที่แสดงลงในแบบในที่นี้เลือกที่ Space_id เมื่อเลือกแล้วกด ADD สังเกตว่าชื่อ Field จะแสดงอยู่ในช่องด้านล่างจากนั้นสามารถเพิ่มข้อมูลใน Field ใดที่ต้องการลงไปได้อีกโดยใช้วิธีการเดิมและข้อมูล Filed ถัดไปจะลงมาต่อ

ด้านล่างของ field ก่อนหน้า ดังรูปที่ ง.19 เมื่อครบแล้วไปที่ Tab “Character” เพื่อทำการกำหนดคุณลักษณะของตัวอักษรที่จะแสดงโดยทำการเลือก Font และความสูงที่ต้องการ แสดงในแบบ เมื่อเสร็จแล้วกด Ok จบขั้นตอนการสร้าง Label Template และจะกลับมาสู่หน้าเดิมดังรูป ง.14 อีกครั้ง

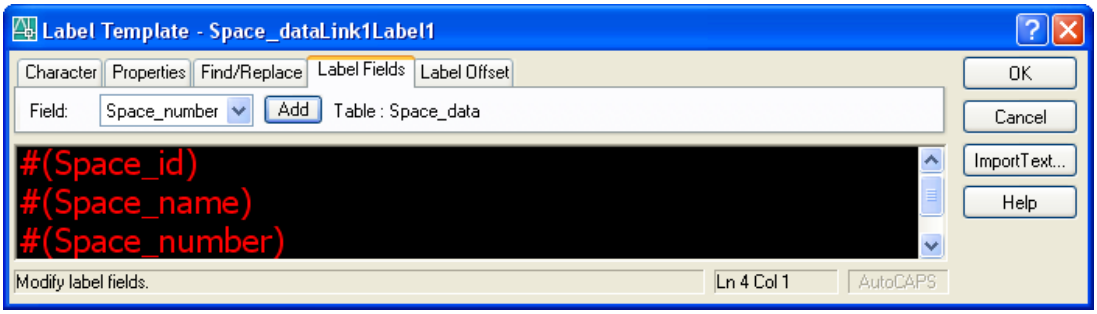


รูปที่ ง.16

รูปที่ ง.17

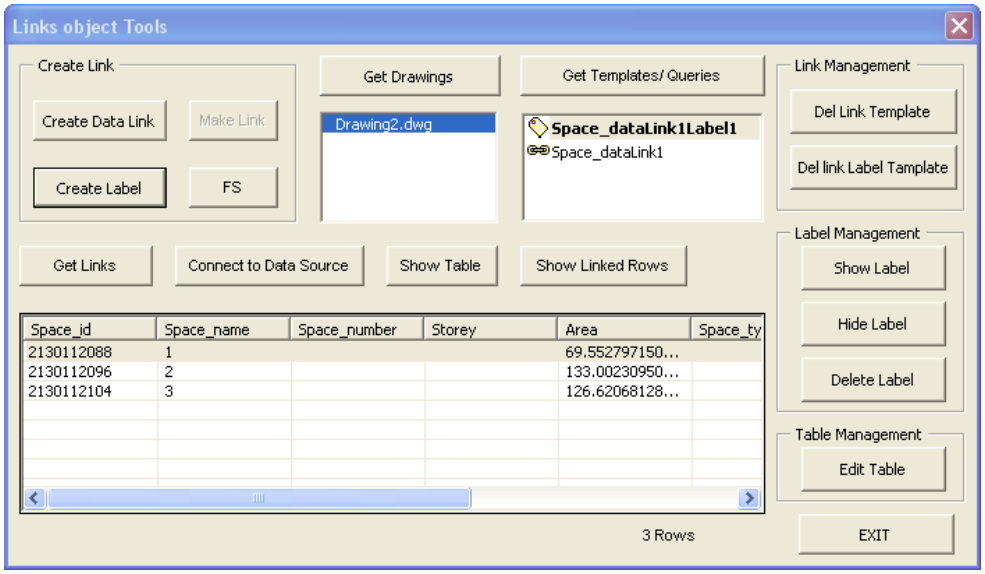


รูปที่ ง.18



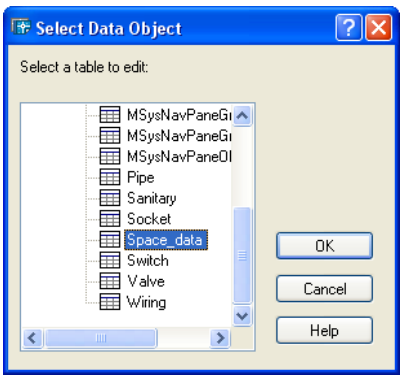
รูปที่ ง.19

2.2.4 **การเขียน Label ลงในแบบ** เมื่อสร้าง Label Template แล้วจะทำการเขียนข้อมูลลงไปในแบบโดยไปที่ปุ่ม Get template/Queries จะปรากฏ Label Template ที่สร้างไว้ขึ้นมาดังรูปที่ ง.20 ให้ทำการเลือกที่ Label Template นั้น จากนั้นไปที่ข้อมูลด้านล่างเลือก Record ที่ต้องการแสดง Label ลงไปในแบบ และกดปุ่ม FS จากนั้นกำหนดจุดที่ต้องการในการวาง Label จะเห็นว่าในแบบจะปรากฏ Label ที่ได้ทำการตั้งค่าไว้แล้วในข้อ 8.5 หากต้องการ เปิด , ปิด หรือลบ Label ก็สามารถใช้กลุ่มคำสั่ง Label Management ด้านขวามือได้

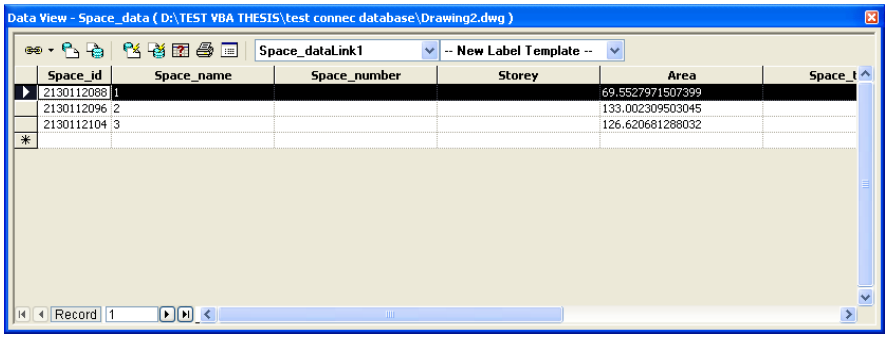


รูปที่ ง.20

2.2.5 **การแก้ไขข้อมูลใน Data base** : ใช้เมนู Edit Table ในชุดเมนูของ Table Management เมื่อกดแล้วจะพบกับกล่องเครื่องมือดังภาพที่ ง.21 ทำการเลือกข้อมูลที่ต้องการและกด Ok จะพบตารางของฐานข้อมูลที่ต้องการแสดงขึ้นมาดังภาพที่ ง.22 ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถที่จะแก้ไขข้อมูลจากฐานข้อมูลได้โดยตรงโดยไปเลือกที่ Record ที่ต้องการและทำการแก้ไขได้ทันที

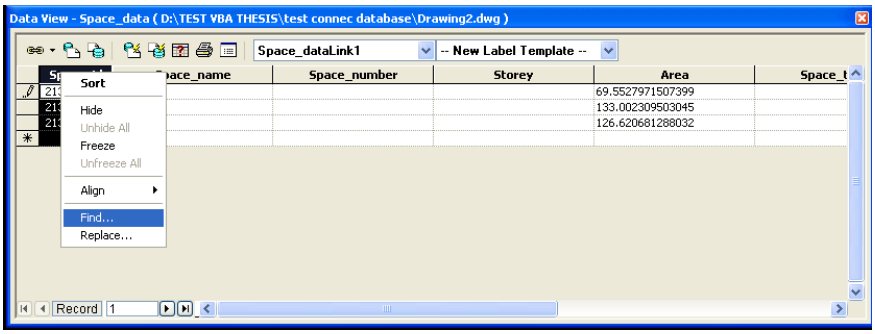


รูปที่ ง.21

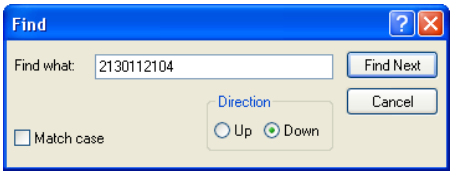


รูปที่ ง.22

2.2.6 **การค้นหา** จากรูปที่ ง.22 สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้โดยคลิกขวาที่ Field ที่ต้องการจะปรากฏกล่องเครื่องมือดังรูปที่ ง.23 ให้เลือกที่ Find จะปรากฏกล่องเครื่องมือดังรูปที่ ง.24 เพื่อให้ใส่ข้อมูลที่ต้องการค้นหาจากนั้นกด Find next เพื่อค้นหาข้อมูลเมื่อพบแล้วจะมีแทบสีขึ้นที่ Record ที่ต้องการและหากต้องการดูวัตถุของข้อมูลนั้นสามารถที่จะดับเบิ้ลคลิกไปที่ Record ของข้อมูลดังกล่าวในพื้นที่วาดภาพจะทำการขยายไปที่ตำแหน่งของวัตถุนั้นทันที



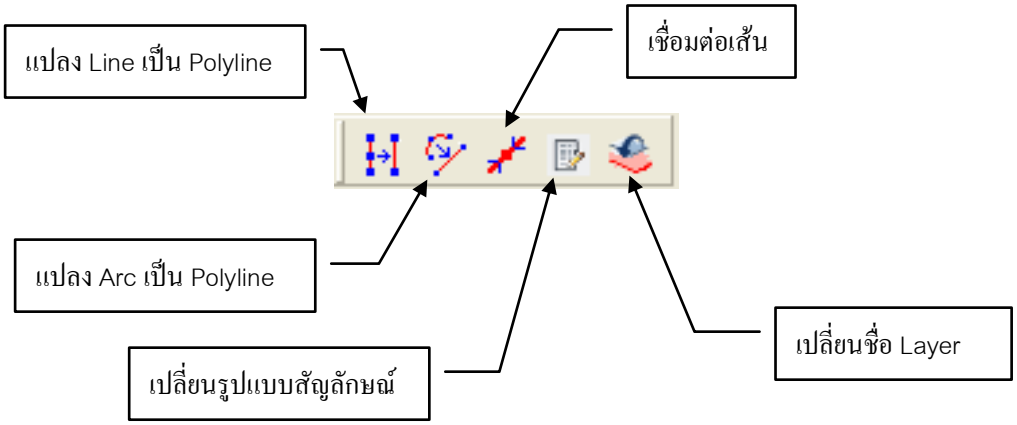
รูปที่ ง.23



รูปที่ ง.24

3. ชุดคำสั่งการปรับปรุง

ชุดคำสั่งการปรับปรุง ดังรูปที่ ง.25 เพื่อเพิ่มความสะดวกในการแก้ไขปรับปรุงข้อมูลกราฟิกภายในแบบอาคารเดิมที่มีอยู่ให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงตามแนวทางที่กำหนด มีรายละเอียดและวิธีการใช้งานดังนี้



รูปที่ ง.25

3.1 การแปลง Line เป็น Polyline

สามารถใช้เครื่องมือแปลง Line เป็น Polyline วิธีใช้งานให้ Current Layer ที่ต้องการก่อน จากนั้นกดที่ปุ่ม โปรแกรมจะทำการแปลง Line เป็น Polyline ใน Layer ที่ Current อยู่ให้โดยอัตโนมัติ

3.2 การแปลง Arc เป็น Polyline

ในกรณีที่เส้นเป็น Arc เช่นสายไฟฟ้าเป็นต้น สามารถใช้เครื่องมือแปลง Arc เป็น Polyline ได้โดยกดที่ปุ่ม โปรแกรมจะทำการแปลง Arc เป็น Polyline ใน Layer ที่ Current อยู่ให้โดยอัตโนมัติ

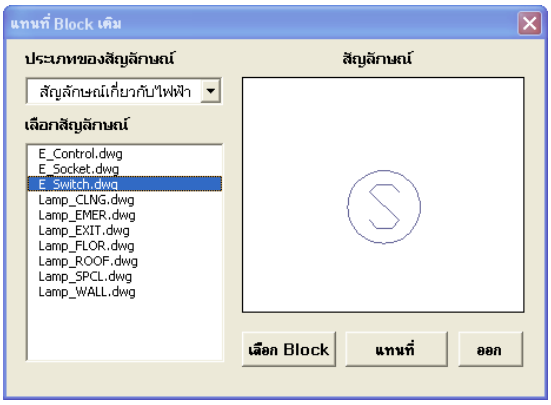
3.3 การเชื่อมต่อเส้น

จากข้อ 3.1 เส้นที่ได้จะยังไม่เชื่อมต่อกัน ซึ่งในแนวทางการเขียนแบบได้กำหนดไว้ว่าวัตถุที่เป็นเส้นเดียวกันต้องเชื่อมต่อกันดังนั้นสามารถใช้เมนูเชื่อมต่อเส้นโดยกดที่ปุ่ม และทำการเลือกเส้นที่ต้องการเชื่อมต่อกันเมื่อเลือกครบแล้วกด Enter เส้นจะทำการเชื่อมต่อเป็นเส้นเดียวกันโดยอัตโนมัติ

3.4 การเปลี่ยนรูปแบบสัญลักษณ์

ใช้คำสั่งเปลี่ยนสัญลักษณ์ Block โดยกดปุ่ม จะปรากฏกล่องเครื่องมือดังรูปที่ ง.26 ทำการเลือก Block ตัวอย่างที่ต้องการเปลี่ยนโดยคลิกที่ปุ่ม “เลือก Block” และทำการเลือก Block ตัวอย่าง

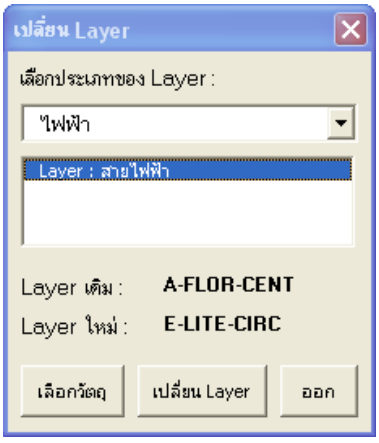
จากนั้นทำการเลือกประเภทของ Block ที่ต้องการแทนที่และกดปุ่มแทนที่ Block ทั้งหมดที่เป็นเหมือน Block ตัวอย่างที่เลือกจะเปลี่ยนไปตาม Block ที่ต้องการทั้งหมดโดยอัตโนมัติ



รูปที่ ง.26

3.5 การเปลี่ยนชื่อ Layer

กดที่ปุ่มเปลี่ยนชื่อ Layer จะปรากฏกล่องเครื่องมือขึ้นดังรูปที่ ง.27 จากนั้นเลือกวัตถุที่ต้องการเปลี่ยน Layer และทำการเลือกประเภทของ Layer ที่ต้องการแทนที่จากนั้นกดแทนที่ โปรแกรมจะทำการเปลี่ยน Layer โดยอัตโนมัติ



รูปที่ ง.27

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ: นายทศพร ประดิษฐาราม

วันเดือนปีเกิด: 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2521

คุณวุฒิทางการศึกษา:

พ.ศ. 2544	บริหารธุรกิจบัณฑิต แขนงวิชาการจัดการงานก่อสร้าง วิชาเอกการจัดการงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประสบการณ์ทำงาน:

พ.ศ. 2541-2544	พนักงานนำเข้าข้อมูล GIS บริษัท จีไอเอส ดาต้า จำกัด
พ.ศ. 2544-2546	Chief survey หจก.เอี่ยมพงษ์สยาม
พ.ศ. 2546-ปัจจุบัน	หัวหน้าแผนกงานจัดการระบบงานและผู้จัดการโครงการ บริษัท นูแมพ จำกัด

ผลงานทางวิชาการ: บทความตีพิมพ์

1. **ทศพร ประดิษฐาราม**, วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2554. แบบจำลองข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศอาคาร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16. โรงแรมเดอะซายน์ พัทยา จังหวัดชลบุรี 18-20 พฤษภาคม 2554