

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ
โครงสร้างพื้น - คานคอนกรีตเสริมเหล็ก



นายอดิสร ไชยโคตร

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2559

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ โครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ศ. ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข)

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.มงคล จิรวรรณเดช)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

(รศ. ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์)

กรรมการ

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

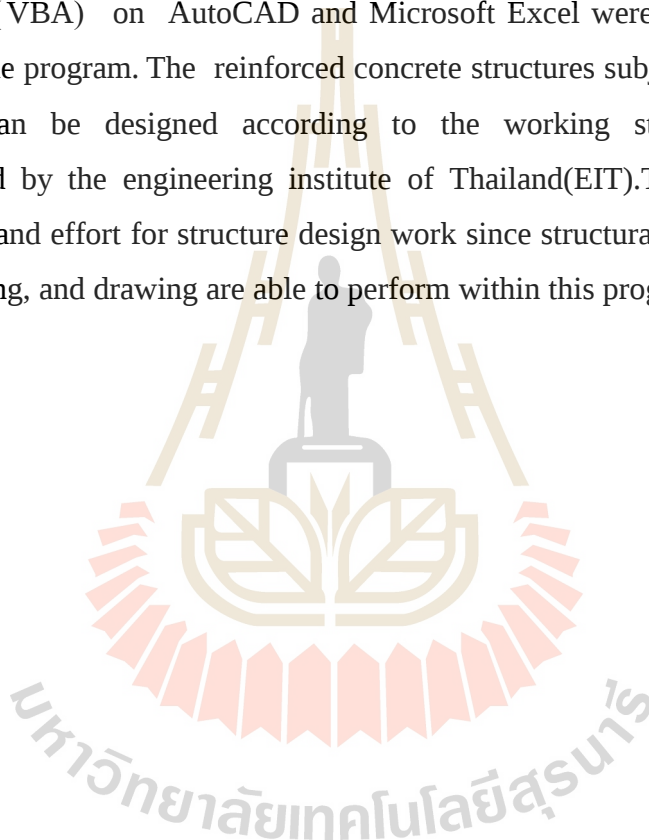
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

อดิศร ไชยโคตร : การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-
คานคอนกรีตเสริมเหล็ก (DEVELOPMENT OF REINFORCED CONCRETE SLABS -
BEAMS STRUCTURAL ANALYSIS, DESIGN AND DRAWING PROGRAM)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มงคล จิรวรรณเดช

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์พร้อมจัดทำคู่มือการ
ใช้งานสำหรับการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วย
ชุดคำสั่ง Visual Basic for Applications บน AutoCAD และ Microsoft Excel ให้สามารถวิเคราะห์
โครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียวและสองทาง (วิธีที่ 2 วสท. 9102) วิเคราะห์โครงสร้าง
คานด้วยวิธี Moment Distribution ได้ทั้งชั้น ออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีหน่วย
แรงใช้งาน (วสท.1007-34) รับแรงตามแนวแกน (แรงดึงและแรงอัด) แรงเฉือน แรงคดและ
โมเมนต์บิด แสดงรายการคำนวณ เขียนแบบแปลนและแบบขยายรายละเอียดโครงสร้าง แสดง
ผลลัพธ์ได้ทั้งแบบกราฟิกและตัวเลข บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ ได้อย่างถูกต้อง เมื่อ
ได้ทดสอบใช้งานโปรแกรมฯ พบว่าสามารถวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก ได้รวดเร็ว ช่วยประหยัดเวลา ลดจำนวนบุคลากรผู้ดำเนินการ ลดขั้นตอนการ
ทำงานซ้ำๆ ลดข้อผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ สำหรับผู้ที่สนใจ สามารถใช้การศึกษานี้ เป็น
แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริม
เหล็กส่วนอื่นๆได้ เช่น บันได เสา และฐานราก

ADISORN CHAIYAKOT : DEVELOPMENT OF REINFORCED
CONCRETE SLABS - BEAMS STRUCTURAL ANALYSIS, DESIGN
AND DRAWING PROGRAM. ADVISOR : ASST. PROF. MONGKOL
JIRAWACHARADET, Ph.D.

This study developed a computer software with operation manual for analysis, design, and drawing of reinforced concrete slabs-beams structure. Visual basic for applications (VBA) on AutoCAD and Microsoft Excel were used as platform for developing the program. The reinforced concrete structures subjected various loading conditions can be designed according to the working stress design method recommended by the engineering institute of Thailand(EIT). This program will be shorten time and effort for structure design work since structural analysis, Reinforced concrete design, and drawing are able to perform within this program.



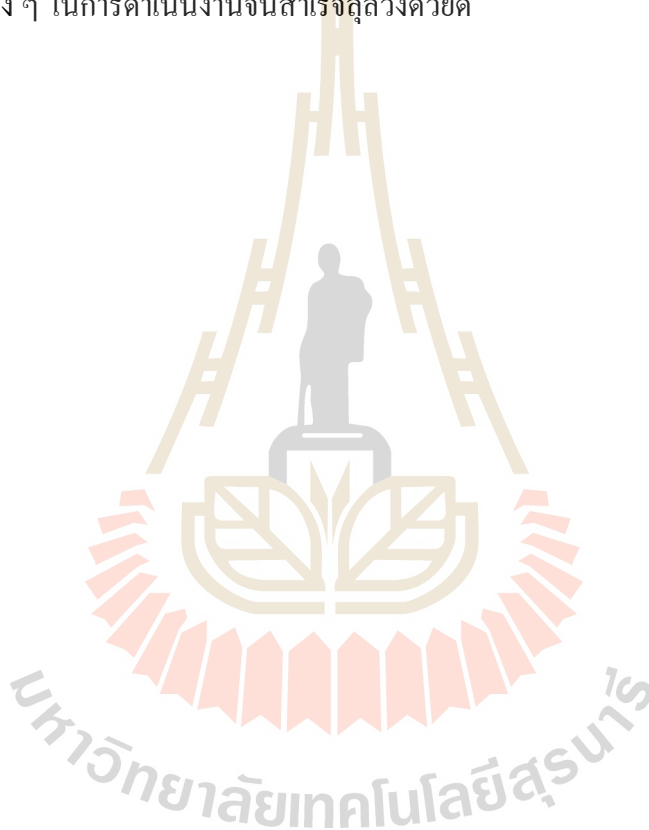
School of Civil Engineering
Academic Year 2016

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มงคล จิรวรรเดช อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำในการดำเนินการพัฒนา โปรแกรม ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข รองศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์ ที่กรุณาร่วมประเมินตรวจสอบงานการศึกษาก่อนแล้วเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญที่มี ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบงานระบบโครงสร้างอาคาร ที่ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

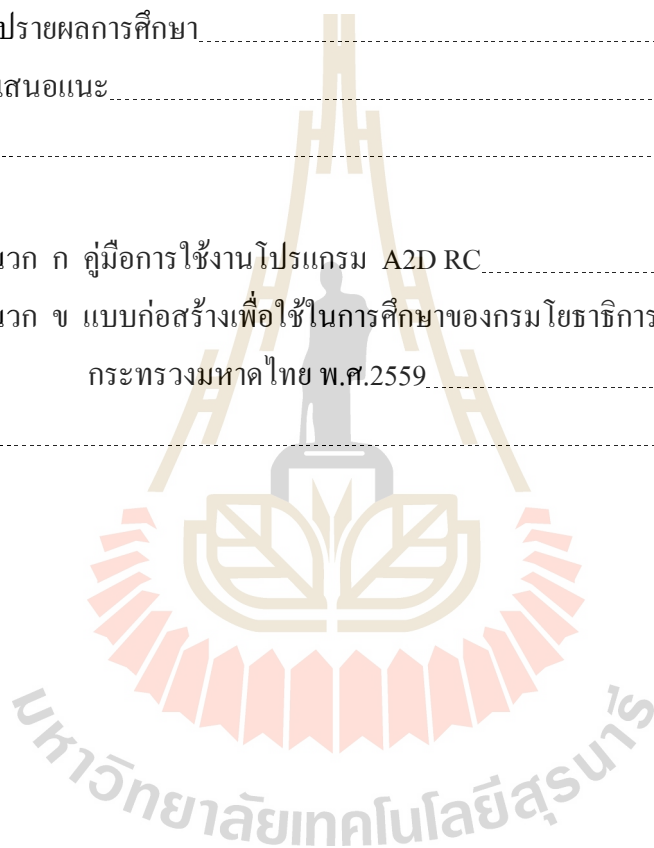
อดิศร ไชยโคตร



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.2 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธี Moment Distribution.....	5
2.3 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน.....	6
2.4 การเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	7
2.5 การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA.....	14
3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	50
3.1 กำหนดตัวอย่างแบบก่อสร้างเพื่อใช้ในการศึกษา.....	50
3.2 การพัฒนาโปรแกรม.....	50
3.3 การสร้างชุดคำสั่ง VBA.....	54
3.4 การทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น.....	59
3.5 จัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม.....	61
4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
4.1 การติดตั้งโปรแกรม.....	62
4.2 การตั้งสภาพแวดล้อมและการเรียกใช้งาน A2D RC.....	64

4.3 เปิด-ปิดการใช้งาน A2D RC.....	67
4.4 การจัดการข้อมูล.....	67
4.5 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น ค.ส.ล.....	71
4.6 การถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากหลังคา.....	72
4.7 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างคาน ค.ส.ล.....	72
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	74
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	74
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	74
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	74
เอกสารอ้างอิง.....	76
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานโปรแกรม A2D RC.....	77
ภาคผนวก ข แบบก่อสร้างเพื่อใช้ในการศึกษาของกรมโยธาธิการและผังเมือง	
กระทรวงมหาดไทย พ.ศ.2559.....	161
ประวัติผู้เขียน.....	193



สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แบบแปลนที่เขียนด้วย CAD.....	7
2.2 แนวแกนหลักที่ใช้อ้างอิงในการเขียนแบบ 2 มิติ.....	9
2.3 แบบแปลนโครงสร้างอาคาร (เสา, คาน, พื้น).....	9
2.4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ User Interface ของ AutoCAD.....	11
2.5 การอ้างอิงพิกัดโดยใช้ตำแหน่งใน 2 มิติ.....	12
2.6 การอ้างอิงพิกัดโดยใช้มุมในงาน 2 มิติ.....	12
2.7 การใช้งาน Toolbar	13
2.8 การเรียกใช้งาน Screen Menu.....	14
2.9 การเรียกใช้งาน Pull - Down Menu.....	14
2.10 Command Line.....	14
2.11 รูปแบบภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบน AutoCAD.....	15
2.12 ขั้นตอนการเข้าสู่ Visual Basic Editor.....	16
2.13 Visual Basic Editor.....	16
2.14 การเขียนชุดคำสั่ง VBA และการทดสอบโปรแกรม.....	17
2.15 Global Module ของ VBA บน AutoCAD.....	17
2.16 การสร้าง Form ของ VBA.....	19
2.17 Dialog Box ของ VBA.....	20
2.18 CheckBox ของ VBA.....	21
2.19 หน้าต่าง Visual Basic Editor.....	28
2.20 ส่วนประกอบ Visual Basic Editor.....	29
2.21 การบันทึก Macro.....	30
2.22 การตั้งชื่อ Macro.....	30
2.23 หยุดการบันทึก Macro.....	31
2.24 การเข้าดูรหัสชุดคำสั่ง VBA.....	31
2.25 ชุดคำสั่ง VBA.....	31
2.26 การเรียกใช้ Macro วิธีที่ 1.....	32

2.27	การ Run Macro	32
2.28	กำหนดมาโครให้กับวัตถุ (Object)	33
2.29	การ Assign Macro	33
2.30	การเปิดหน้าต่าง Visual Basic Editor	34
2.31	การ Add Procedure	34
2.32	การตั้งชื่อโปรแกรม	35
2.33	ค่าเริ่มต้นของโปรแกรม EXAMPLE2	35
2.34	ชุดคำสั่งโปรแกรม EXAMPLE2	36
2.35	การ Run โปรแกรม EXAMPLE2	36
2.36	การ Run โปรแกรม 1	37
2.37	การ Run โปรแกรมที่หน้าต่าง Visual Basic Editor	37
2.38	การ Run โปรแกรม	38
2.39	การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ ขั้นตอนที่ 1 – 5	38
2.40	การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ ขั้นตอนที่ 6 – 8	39
2.41	การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ ขั้นตอนที่ 9 – 11	40
2.42	การติดตั้งคำสั่งในเมนูบาร์	40
2.43	การสร้างคำสั่งทูลบาร์ ขั้นตอนที่ 1 – 5	41
2.44	การสร้างคำสั่งทูลบาร์ ขั้นตอนที่ 6 – 11	42
2.45	การติดตั้งคำสั่งในทูลบาร์	42
2.46	ทูลบาร์	46
2.47	การติดตั้งคีย์ลัด (Shotcut Key)	46
2.48	ยกเลิกการติดตั้งมาโคร ผ่านไดอะล็อก Macros	44
2.49	การลบ Macros หรือ VBA	45
2.50	การลบมาโคร หรือ VBA ผ่าน Visual Basic Editor	45
2.51	การลบมาโครที่บรรทัดชุดคำสั่งของ Visual Basic Editor	46
2.52	การลบโมดูลผ่านหน้าต่าง Visual Basic Editor	47
2.53	ยืนยันการลบโมดูล	47
2.54	การหยุดโปรแกรม	48
2.55	การตั้งค่า Security Level	49

3.1	ตัวอย่างแบบก่อสร้างเพื่อใช้ในการศึกษา.....	50
3.2	AutoCAD Release History.....	52
3.3	Microsoft Excel Release History.....	52
3.4	สร้างชุดคำสั่งบน VBA Editor ใน AutoCAD	54
3.5	สร้างชุดคำสั่ง Form เพื่อรับข้อมูลในโปรแกรม AutoCAD.....	54
3.6	สร้างชุดคำสั่ง VBA บน AutoCAD ให้ทำการถ่ายหน้ากระดาษ.....	55
3.7	สร้างชุดคำสั่ง VBA บน Excel ให้ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง.....	55
3.8	สร้างข้อความแจ้งสิทธิการใช้งานโปรแกรม.....	56
3.9	สร้างเมนูบาร์ชื่อ A2D RC บน AutoCAD.....	56
3.10	สร้างส่วนแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโปรแกรม.....	57
3.11	สร้างส่วนแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโปรแกรม.....	57
3.12	สร้างปุ่ม Files เพื่อเปิดไฟล์งานเก่าหรือตั้งชื่องานใหม่.....	58
3.13	สร้างปุ่ม Project เพื่อจัดเก็บข้อมูลต่างโครงการ.....	58
3.14	สร้างการเชื่อมโยงข้อมูลโครงการ ด้วย VBA จาก AutoCAD ไป Excel	59
4.1	เส้นทางการเรียกใช้ Files โปรแกรม A2D RC ใน AutoCAD.....	62
4.2	การติดตั้งโปรแกรม A2D RC.....	63
4.3	Dialog A2D RC.....	63
4.4	เมนูบาร์โปรแกรม A2D RC บน AutoCAD.....	64
4.5	Security Macro บน AutoCAD.....	64
4.6	Enable Macro บน AutoCAD.....	64
4.7	เลือก Excel Options.....	65
4.8	เลือก Trust Center	65
4.9	เลือก Trust Center Settings.....	66
4.10	เลือก Macro Setting.....	66
4.11	การตั้งค่ามาโคร (Macro Settings).....	67
4.12	ไอคอนเปิด-ปิด A2D RC	67
4.13	เมนูหลัก A2D RC.....	68
4.14	ฟอร์ม Open Files.....	68
4.15	List Menu ชื่องานที่ถูกจัดเก็บ.....	68
4.16	เลือกเปิดไฟล์งาน TEST01.....	68

4.17	ปรากฏชื่องาน “TEST01” และข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้.....	69
4.18	ป้อนชื่องานใหม่ในช่องรับข้อมูล.....	69
4.19	ชื่อไฟล์และพื้นที่ทำงานถูกสร้างขึ้นใหม่.....	70
4.20	ขั้นตอนการถ่ายสำเนาบันทึกบรรทุกจากหลังคา.....	72



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ค.ศ.ด.	=	คอนกรีตเสริมเหล็ก
วสท.	=	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ACI	=	American Concrete Institute
AutoCAD	=	Autodesk AutoCAD
A2D	=	Analysis, Design and Drawing soft ware
CAD	=	Computer - Aided Design
EIT	=	Engineering Institute of Thailand
Excel	=	Microsoft Excel
GUI	=	Graphic User Interface
HTML	=	Hypertext Markup Language
Java	=	Javascript
RB	=	Steel Round bar
RC	=	Reinforced Concrete
SD	=	Steel Deformed bar
USD	=	Ultimate Strength Design method
VBA	=	Visual Basic for Applications
WSD	=	Working Stress Design method
2D	=	ระนาบ 2 มิติ
3D	=	ปริภูมิ 3 มิติ
2D-Frame	=	โครงข้อแข็ง 2 มิติ
3D-Frame	=	โครงข้อแข็ง 3 มิติ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามามีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้องแม่นยำสูง แก้ไขและปรับปรุงข้อมูลได้โดยง่าย จัดเก็บข้อมูลได้ในปริมาณที่มากและเป็นระบบ จึงทำให้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้านการวิเคราะห์ออกแบบและการเขียนแบบโครงสร้างอย่างมากมาย แต่โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นส่วนมากจะมีการใช้งานที่แยกส่วนการทำงานโดยสิ้นเชิง กล่าวคืออาจจะต้องใช้โปรแกรมหนึ่งสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างและใช้อีกโปรแกรมหนึ่งสำหรับการออกแบบโครงสร้าง อีกทั้งการป้อนข้อมูลนำเข้าเพื่อนำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะเป็นการป้อนข้อมูลแบบตัวเลข ซึ่งทำให้เกิดความไม่คล่องตัวในการใช้งาน

จากปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ออกแบบและเขียนแบบ โครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยชุดคำสั่ง Visual Basic for Applications (VBA) บน AutoCAD และ Microsoft Excel ให้มีส่วนได้ต่อกับผู้ใช้งาน นำเข้าข้อมูลจากการเขียนแบบแปลนอาคาร ในรูปแบบของกราฟิกและตัวเลข คำนวณวิเคราะห์โครงสร้างคานด้วยวิธี Moment Distribution ได้ทั้งชั้น (Floor Plan Level) ออกแบบพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามมาตรฐานข้อกำหนดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (วสท.1007-34) ออกแบบพื้นสองทางโดยใช้วิธีที่ 2 (วสท. 9102) รับแรงตามแนวแกน (แรงดึงและแรงอัด) แรงเฉือน แรงดัดและโมเมนต์บิด สามารถเขียนแบบแปลนรูปตัดและแสดงรายละเอียดทางโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก แสดงผลได้ทั้งแบบกราฟิกและตัวเลขทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรม ด้วยชุดคำสั่ง VBA บน AutoCAD และ Microsoft Excel ให้สามารถวิเคราะห์ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน
- 1.2.2 เพื่อนำโปรแกรมไปใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กและสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์

1.2.3 จัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 กำหนดตัวอย่างแบบก่อสร้างเพื่อใช้ในการศึกษา โดยใช้แบบมาตรฐานบ้านเพื่อประชาชน พ.ศ.2559 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย จำนวน 2 แบบ
- 1.3.2 ทำการศึกษาและทดสอบการเขียนชุดคำสั่ง VBA เพื่อพัฒนาโปรแกรมใน VBA Editor บน AutoCAD และ Microsoft Excel
- 1.3.3 ทดสอบโปรแกรมจากชุดคำสั่ง VBA ที่ได้พัฒนาขึ้น ให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกันได้ระหว่าง AutoCAD และ Microsoft Excel
- 1.3.4 วิเคราะห์โครงสร้างคานด้วยวิธี Moment Distribution
- 1.3.5 ทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นให้สามารถวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กได้ตามมาตรฐานข้อกำหนดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (วสท.1007-34) และพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
- 1.3.6 โปรแกรมสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กได้ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถใช้งาน โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น สำหรับการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ
- 1.4.2 สามารถแสดงผลลัพธ์แรง แผนภาพแรงปฏิกิริยา แผนภาพแรงเฉือน แผนภาพโมเมนต์ดัด พร้อมทั้งจัดทำรายการคำนวณโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กได้ ทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์
- 1.4.3 คู่มือการใช้งานโปรแกรม

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องมาประกอบในการศึกษา โดยได้กำหนดประเด็นไว้ดังนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธี Moment Distribution
3. ข้อกำหนดการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน
4. การเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
5. การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบพื้นคานคอนกรีตเสริมเหล็ก มีดังนี้

กฤษฎา รักษากุลและคณะ ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ Visual RC Design พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณเพื่อออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำงานบน Microsoft Windows มีการป้อนข้อมูลและแสดงผล ในลักษณะที่เป็นกราฟิกอินเตอร์แอคทีฟ (Graphic User Interface) ด้วยการวาดภาพผังโครงสร้างลงบนหน้าต่างหลักของโปรแกรม กำหนดเส้นกริด การวางตำแหน่งเสา การวางตำแหน่งคาน แผ่นพื้น การรับน้ำหนักของคาน รับน้ำหนักบรรทุกตามแกนดิ่งชนิด Point Load และ Distributed Load รับโมเมนต์คด รับโมเมนต์บิด เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จ ทำการวิเคราะห์โครงสร้างที่มีลักษณะเป็น Composite Structure 2D-Frame มีการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วย ตลอดจนคำนวณปริมาณเหล็กเสริมที่จำเป็นสำหรับแผ่นพื้น ค.ส.ล. คาน ค.ส.ล.และเสา ค.ส.ล. มาตรฐานการออกแบบของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท. 2534) และ Building code requirements for structural concrete of the American Concrete Institute (ACI Code) โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design Method) และวิธีกำลัง (Strength Method) ตามมาตรฐาน วสท.1007-34 และ วสท. 1008-38 ตามลำดับ หน่วยที่ใช้ในโปรแกรมเป็นหน่วยเมตริก มีรูปตัดแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก ส่วนการแสดงผลลัพธ์จะแสดงผลทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และทางเครื่องพิมพ์ สามารถเข้าเล่มเพื่อใช้เป็นรายการคำนวณประกอบแบบก่อสร้าง เพื่อขออนุญาตปลูกสร้างอาคารกับทางราชการได้

มงคล จิรวรรณ [1] ได้พัฒนาเว็บไซต์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน โดยอ้างอิงตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท. 1007-34 และ วสท. 1008-38) และ Building code requirements for structural concrete of the American Concrete Institute ;ACI Code (ACI 318-95) เพื่อพัฒนาการให้บริการทางวิชาการและวิชาชีพผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) มีส่วนได้ตอบกับผู้ใช้ โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบรวมถึงการสร้างรายการคำนวณจะใช้ภาษา Javascript เมื่อได้ผลจากการออกแบบแล้วจะทำการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Java ในการแสดงผลกราฟิกของแบบที่ได้ เว็บไซต์นี้สามารถใช้ในการออกแบบส่วนอาคารพื้นฐาน ได้แก่ พื้น บันได คาน เสาและฐานราก หน่วยที่ใช้ในโปรแกรมเป็นหน่วยเมตริก ส่วนการแสดงผลจะแสดงผลทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และทางเครื่องพิมพ์

วิชา สุชาติส ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ Visstructure 4 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการออกแบบโครงสร้างอาคารเสริมเหล็กทำงานบน Microsoft Windows วิเคราะห์โครงสร้างแบบ 2D-Frame ส่วนหนึ่งของโปรแกรมได้มีการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยพิจารณาตามมาตรฐานการออกแบบของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท. 2534) และ ACI Code โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design Method) หน้าตัดคานที่ใช้ในการออกแบบคือหน้าตัดสี่เหลี่ยม การรับน้ำหนักของคานรับน้ำหนักบรรทุกตามแฉก รับโมเมนต์ดัด สามารถออกแบบด้านแรงโน้มถ่วง แรงลมและแผ่นดินไหว รับโมเมนต์บิดและโมเมนต์กระทำที่ Node ได้ หน่วยที่ใช้ในโปรแกรมเป็นหน่วยเมตริก มีรูปตัดแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก ส่วนการแสดงผลจะแสดงผลทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และทางเครื่องพิมพ์ สามารถเข้าเล่มเพื่อใช้เป็นรายการคำนวณประกอบแบบก่อสร้าง เพื่อขออนุญาตปลูกสร้างอาคารกับทางราชการได้

ศักดิ์ กตเวทวรักษ์ [2] ได้พัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์และออกแบบคานต่อเนื่องคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเป็นงานที่ซับซ้อนและยุ่งยากในการคำนวณด้วยมือ ดังนั้นงานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบ โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ Visual Basic Application (VBA) on Microsoft Excel เพื่อความสะดวกรวดเร็ว ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำ โปรแกรมที่สร้างขึ้นมานี้มีขั้นตอนการวิเคราะห์คานต่อเนื่อง ซึ่งกระทำโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบเมตริก (Matrix Analysis Method) และออกแบบคานต่อเนื่องคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้วิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Method) และวิธีกำลัง (Strength Method) ตามมาตรฐาน วสท. 1007-34 และ วสท. 1008-38 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทำการทดสอบโปรแกรมคำนวณที่สร้างขึ้น พบว่าสามารถนำมาใช้วิเคราะห์และออกแบบได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ การแสดงผลจะแสดงผลทั้งทางหน้า

จคอมพิวเตอร์และทางเครื่องพิมพ์

สรกานต์ ศรีทองอ่อน และ ชัยธร ชาติพิทยพันธ์ [3] ได้พัฒนาแนวคิดการป้อนข้อมูลและแสดงผลสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์โครงข้อหมุนด้วยวิธีสตีเฟนส โดยทั่วไปนั้นสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ แต่ปัญหาคือความล่าช้าในการกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ความไม่สะดวกในการตรวจสอบข้อมูลเนื้อหาที่หน้าตัดของแต่ละชิ้นส่วนกรณีที่มีหลายหน้าตัด ซึ่งหากข้อมูลผิดพลาดก็มีผลทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดตามไปด้วย และความไม่สะดวกในการพิจารณาผลลัพธ์แรงภายในชิ้นส่วน โดยเฉพาะการเลือกค่าสูงสุดเพื่อนำไปใช้ออกแบบ งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ “ซีซีทีทรีส์ รุ่น 1.70” เพื่อทำการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยการป้อนข้อมูลใช้แนวคิดของวิศวกรในการกำหนดรูปทรงมาตรฐานของโครงข้อหมุน อีกทั้งสามารถแสดงกราฟิกโครงข้อหมุนให้แยกสีในการแสดงชิ้นส่วน เมื่อมีเนื้อหาที่หน้าตัดต่างกัน และในการแสดงผลให้แสดงกราฟฟิกแยกสีของแรงดึงและแรงอัดและแสดงเส้นหนาในค่าสูงสุด ร่วมกับการแสดงค่าสูงสุดของแรงภายใน ซึ่งช่วยทำให้การเลือกชิ้นส่วนในการออกแบบทำได้รวดเร็ว หน่วยที่ใช้ในโปรแกรมเป็นหน่วยเมตริก ส่วนการแสดงผลจะแสดงผลทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และทางเครื่องพิมพ์ สามารถเข้าเล่มเพื่อใช้เป็นรายการคำนวณประกอบแบบก่อสร้าง เพื่อขออนุญาตปลูกสร้างอาคารกับทางราชการได้

2.2 การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธี Moment Distribution [6]

วิธี moment distribution เป็นวิธีการวิเคราะห์โครงสร้างอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์คานและโครงข้อแข็งที่เป็น โครงสร้าง statically determinate ได้เป็นอย่างดี วิธีการนี้เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธี displacement method เช่นเดียวกันกับวิธี slope-deflection ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Professor Hardy Cross ในปี 1932 วิธีการนี้มีลักษณะเป็นการแก้สมการหลายชั้น (simultaneous equation) ที่ได้จากการแทนสมการของ end moments ลงในสมการความสมดุล ในวิธี slope-deflection แบบประมาณอย่างต่อเนื่อง (successive approximation) ซึ่งความถูกต้องแม่นยำของผลการวิเคราะห์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ใช้ในการวิเคราะห์

โดยทั่วไปแล้วการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธี moment distribution มีลำดับดังต่อไปนี้

1. สมมุติให้ joint ต่างๆ ของโครงสร้างถูกยึดแน่น (fixed) โดยที่ชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงสร้างจะอยู่ในลักษณะของคานที่ถูกยึดแน่นที่ปลายทั้งสองด้าน (fixed-end beam)
2. ทำการปลดปล่อย joint อันหนึ่งให้เป็นอิสระ ซึ่งจะทำให้เกิด moment ด้านทานขึ้นที่ปลายของทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างที่เชื่อมต่อกับ joint ดังกล่าว (ซึ่งขนาดของ moment ที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับความแกร่งต่อการดัด (flexural stiffness) ของแต่ละชิ้นส่วนของ

โครงสร้าง) จากนั้น moment ด้านทานที่เกิดขึ้นจะถูกถ่ายทอดไปที่ปลายด้านไกลของชิ้นส่วนของโครงสร้าง (ซึ่งขนาดของ moment ที่ถูกถ่ายทอดจะขึ้นอยู่กับ carryover factor ของแต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้าง)

3. ทำการยึด joint ในข้อที่ 2 แล้วทำการปลดปล่อย joint ถัดไปอีก joint หนึ่ง ซึ่งจะทำให้เกิด moment ด้านทาน ขึ้นที่ปลายของทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างที่เชื่อมต่อกับ joint ดังกล่าว จากนั้น moment ด้านทานดังกล่าว จะถูกถ่ายทอดไปยังปลายด้านไกลของชิ้นส่วนของโครงสร้าง เหมือนกับที่ได้กล่าวไปแล้วในข้อที่ 2
4. ทำการปลดปล่อยและยึด joint ทีละ joint อย่างต่อเนื่องแล้ว moments ด้านทานเหล่านั้นก็จะถูกกระจาย (distributed) กลับไปกลับมา จนกระทั่งอยู่ในสมดุลและ joint ต่างๆ ของโครงสร้างก็จะเกิดการหมุนไปยังตำแหน่งสุดท้ายที่เราต้องการหา

2.3 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

ประเทศไทยมีข้อกำหนดการออกแบบ โครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ฉบับ คือ

1. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และที่แก้ไขเพิ่มเติม มีกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) , กฎกระทรวง ฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2540) ในภาคผนวก ง และข้อกำหนดในแต่ละท้องที่เช่น ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร หรือเทศบัญญัติ
2. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) โดยข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับคอนกรีตเสริมเหล็กจะมีสองฉบับคือ มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน(วสท. 1007-34) และมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริม

โดยข้อกำหนดที่ใช้ทั้งสองฉบับ ได้นำมาจากส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและก่อสร้างอาคารโครงสร้างคอนกรีต Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary ของ American Concrete Institute (ACI)

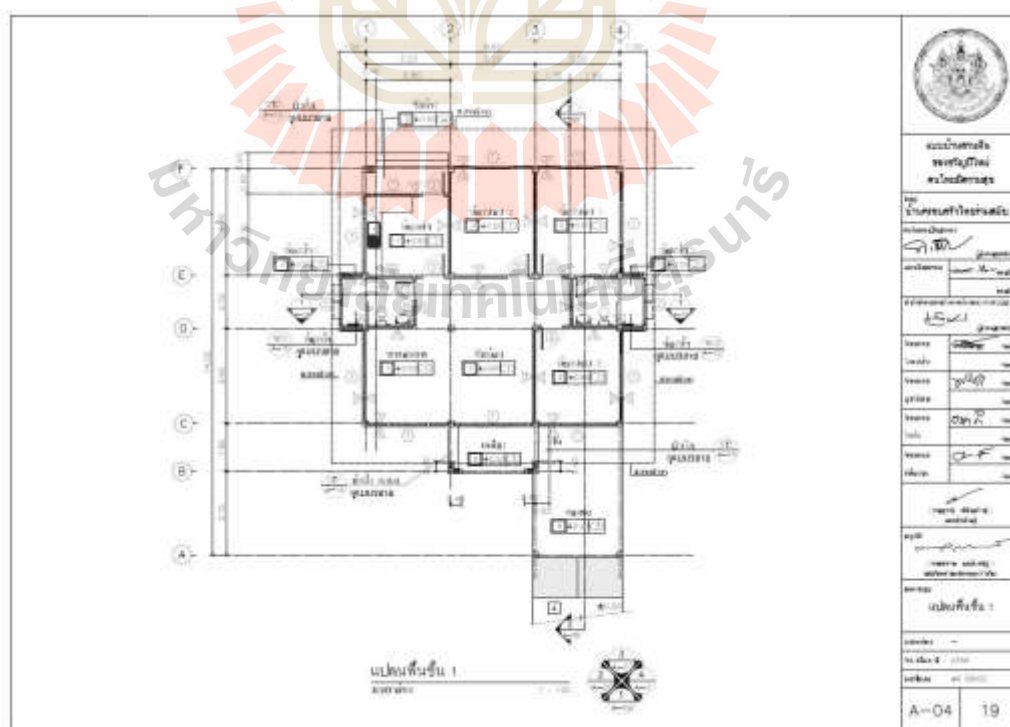
การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยทฤษฎีหน่วยแรงใช้งาน (WSD) เป็นการออกแบบหน่วยแรงที่กำหนดใช้บรรทุกบนโครงสร้างนั้น ได้แก่ น้ำหนักบรรทุกคงที่ (น้ำหนักของตัวโครงสร้างเอง) น้ำหนักบรรทุกจร ได้แก่ ผู้อยู่อาศัย สิ่งของที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ซึ่งจะถูกสมมุติให้เกิดขึ้น เมื่อโครงสร้างถูกใช้งานต้องไม่เกินกว่าหน่วยแรงใช้งานที่ยอมให้ (Allowable Working) โดยที่คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของส่วนโครงสร้างเป็นแบบอีลาสติก ซึ่งจะเป็นค่าที่อยู่ในช่วงของกราฟที่ยังเป็นเส้นตรง กล่าวคือเป็นช่วงที่วัสดุยังมีความยืดหยุ่นและมีอัตราส่วนหน่วยแรงการยืดหดตัวที่เป็นปฏิภาคกันวิธีหน่วยแรงใช้งาน แสดงได้ดังนี้

$$f \leq [\text{หน่วยแรงที่ยอมให้ } f_{allow}]$$

เมื่อ f = หน่วยแรงอีลาสติกที่คำนวณได้เช่นจากสูตรการตัด $f = Mc/I$ สำหรับคาน
 f_{allow} = หน่วยแรงที่จำกัดโดยมาตรฐานอาคารเป็นเปอร์เซ็นต์ของกำลังรับแรงอัด f_c'
 สำหรับคอนกรีตหรือ ของหน่วยแรงจุดคราก f_y สำหรับเหล็กเสริม

2.4 การเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

CAD ย่อมาจาก Computer - Aided Design หรือ Computer - Aided Drafting ซึ่ง CAD ก็คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบเขียนแบบ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับงาน CAD เช่น AutoCAD ซึ่งทำให้สามารถสร้างงานที่มีประสิทธิภาพ CAD เป็นเครื่องมือที่ใช้ทั้งงานออกแบบและเขียนแบบ ทำให้การออกแบบที่เต็มไปด้วยขั้นตอนที่ซับซ้อนลดลง นำไปสู่ผลสำเร็จของชิ้นงานทั้งแบบ 2 มิติ (2D) และ 3 มิติ (3D) และนอกจากการใช้งานดังกล่าวแล้วยังสามารถนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป (PreCast) เป็นต้น การแสดงผลชิ้นงานที่มาจาก CAD สามารถแสดงผลได้ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ (Printer , Plotter) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แบบแปลนที่เขียนด้วย CAD

2.4.1 ประโยชน์ของ CAD

CAD ในประเทศไทยเป็นซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้งานทางด้านวิศวกรรมกันอย่างแพร่หลายอย่างยาวนาน คือ โปรแกรม AutoCAD และได้รับความนิยมสอดคล้องกันทั่วโลก จึงถือได้ว่าโปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือสำหรับงานออกแบบและเขียนแบบที่มีความเป็นสากล ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดจากการใช้งาน AutoCAD มี 3 ประการ คือ

1. สามารถใช้ทำงานที่ซับซ้อน โดยหากพิจารณาภาพรวมของการใช้งานคอมพิวเตอร์ในการปฏิบัติงาน จะเห็นได้ชัดว่าช่วยลดการทำงานที่มีความซับซ้อนได้อย่างมาก เช่นเดียวกับการเขียนแบบด้วย AutoCAD ซึ่งช่วยลดการเขียนแบบที่มีความซับซ้อนได้ เช่น การเขียนแบบของเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานก็สามารถเขียนแบบเพียงชิ้นเดียว แล้วสามารถคัดลอกไปใช้ได้หลายๆ ครั้ง จึงไม่ก่อให้เกิดการทำงานที่ซับซ้อน
2. ความถูกต้องเมื่อมีการเขียนแบบโดยใช้ AutoCAD ส่วนประกอบต่างๆ ของภาพที่ประกอบกันขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเส้นโค้ง เส้นตรงหรือวงกลม จะถูกเก็บไว้เป็นไฟล์เขียนแบบที่ใช้เก็บข้อมูลเป็นตัวเลข ความละเอียดของข้อมูลจึงสูง ตัวอย่างเช่น ความยาว 1 หน่วย หากใช้การกำหนดความยาวดังกล่าวด้วย AutoCAD จะสามารถให้รายละเอียดในส่วนย่อยได้ โดยอาจละเอียดได้ถึง 1.000000000 หรือมากกว่านี้ จึงมีความแม่นยำและถูกต้องสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์
3. การใช้งานไฟล์ AutoCAD ร่วมกับซอฟต์แวร์อื่นในระบบโรงงานอุตสาหกรรม จะมีการเขียนซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการทำงาน โดยจะสามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอื่น เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันได้ ซึ่งเช่นเดียวกับการเขียนแบบด้วย CAD ตัวอย่างเช่น การส่งข้อมูลจากโปรแกรม Word ซึ่งรูปแบบของข้อมูลเป็น Text ไปสู่ไฟล์ CAD เพื่อใช้งานร่วมกันได้ เป็นต้น

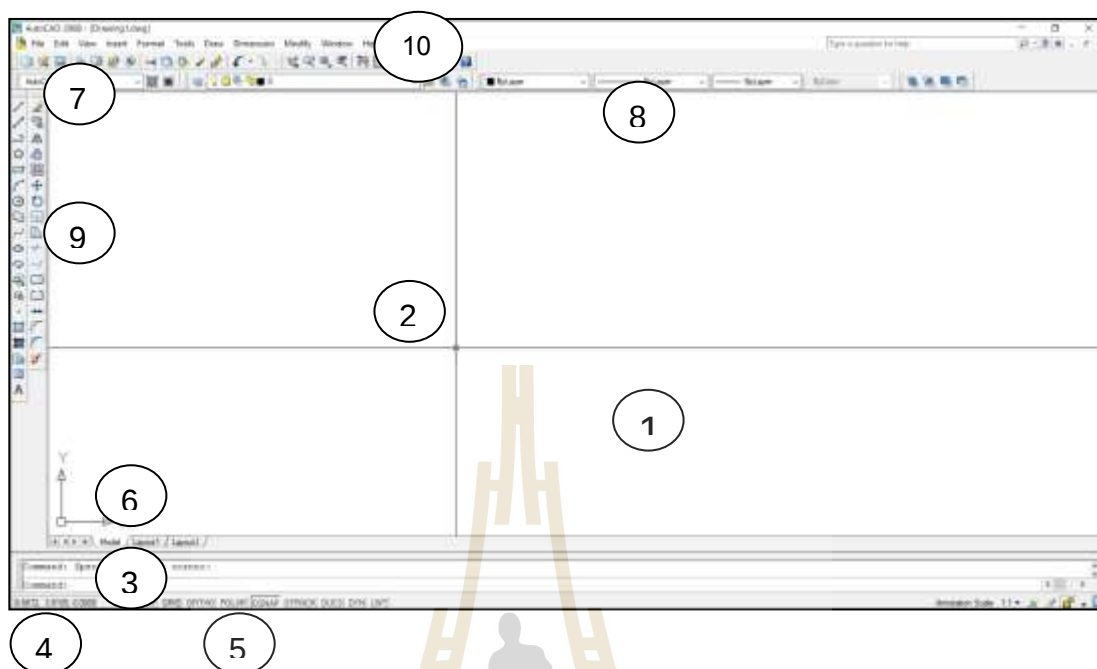
2.4.2 แบบ 2 มิติ

การเขียนแบบภาพ 2 มิติ จะอาศัยการมองภาพในแนวสามแกนหลักตามที่ได้แสดงไว้ใน รูปที่ 2.2 โดยแกน x-y เป็นระนาบในแนวราบและแกน Z เป็นระนาบในแนวตั้ง โดยมุมมองด้านหน้าจะมองตามระนาบในแกน y มุมมองด้านบนจะมองตามระนาบในแกน Z และมุมมองด้านข้างจะมองตามระนาบในแกน x ถึงแม้ว่าภาพที่ได้จะมองดูมีมิติ แต่ก็ยังถือว่าเป็นภาพ 2D อยู่ เพราะไม่สามารถแสดงมุมมอง 360 องศา ได้ภายในงานชิ้นเดียว

2.4.3 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ User Interface ของ AutoCAD

โดยทั่วไปในทุกกรุ่นมีหน้าจอ ดังต่อไปนี้

1. Graphic Area : คือส่วนที่ใช้แสดงผลงานที่ออกแบบเส้นตรง วงกลม ซึ่งเทียบได้กับกระดาษที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่บนจอภาพ โดยที่ทุกตำแหน่งของ Graphic Area จะมี Cross Hair ที่ทำหน้าที่เป็นเหมือนกับ Cursor
2. Cross Hair : ทำหน้าที่คล้ายกับ Cursor จะใช้แสดงตำแหน่งบน Graphic Area เคลื่อนที่ไปตามการเลื่อนของ Mouse เปรียบเทียบได้กับปากกาที่ใช้ในการเขียนแบบตามคำสั่ง
3. Command Line : คือ บรรทัดคำสั่ง ซึ่งจะอยู่บริเวณด้านล่างของจอภาพเป็นตัวอักษร 3 บรรทัด มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้งาน AutoCAD ซึ่งจะมีคำสั่งในการใช้งานที่ต้องอาศัยการโต้ตอบกับคำสั่งผ่าน Command Line
4. Coordinate Display : ใช้แสดงตำแหน่งของ Cross Hair ซึ่งค่าที่ได้จะแสดงตามระยะจากแกน x, y, z เรียงตามลำดับ หากเป็นการใช้งาน 2 มิติ ค่าตัวเลขท้ายจะเป็น 0.000
5. Status Bar : ใช้แสดงสถานะภาพของคำสั่ง ที่จะช่วยในการเขียนแบบ เช่น GRID, ORTHO เป็นต้น โดยสามารถคลิกเลือกที่ปุ่มเพื่อเปลี่ยนแปลงสถานะภาพได้
6. Model and Layout Tab : เป็นส่วนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะการทำงานระหว่าง Model กับ Layout โดยอยู่ที่ส่วนล่างของจอภาพเหนือ Command Line ซึ่งจะใช้ Model Tab ในการออกแบบชิ้นงาน และ Layout Tab ใช้ในการจัดรูปแบบของการเสนอภาพชิ้นงานที่ออกแบบให้เหมาะสมกับกระดาษพิมพ์แบบ
7. Standard Toolbar : เป็นชุดมาตรฐานทั่วไปที่ใช้จัดการเกี่ยวกับไฟล์ เช่น New, Open, Save
8. Object Properties Toolbar : ใช้ในการแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของชิ้นงาน ว่าอยู่ในเลเยอร์ใด ลักษณะของเส้นเป็นอย่างไร ทำให้ทราบลักษณะของชิ้นงานที่กำลังสร้างอย่างละเอียด
9. Draw and Modify Toolbar : เป็น Toolbar ที่ใช้ในการสร้างภาพ แก้ไขและตั้งค่าที่ใช้สำหรับสร้างภาพ
10. Menu Bar : เป็นที่รวมของกลุ่มคำสั่งหลัก



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ User Interface ของ AutoCAD

2.4.4 การกำหนดตำแหน่ง กระทำด้วยเมาส์ (Mouse)

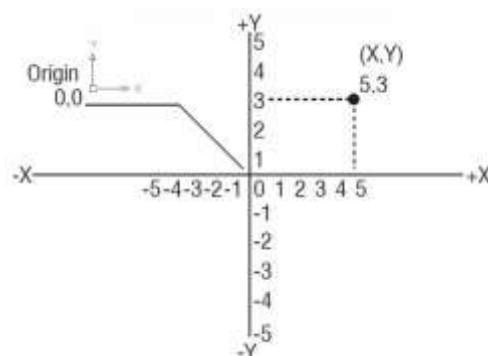
นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการใช้งาน AutoCAD เพื่อเข้าสู่คำสั่งกำหนดตำแหน่ง ฯลฯ ซึ่งจะมีหลักการในการใช้เมาส์ใน AutoCAD ดังนี้

ปุ่มซ้าย : ใช้ในการคลิกเลือกคำสั่ง และคลิกเพื่อเลือกตำแหน่งของหน้าจอภาพ

ปุ่มขวา : สามารถใช้ในระหว่างที่ใช้คำสั่งหนึ่งคำสั่งใดเหมือนกับการกดปุ่ม <Enter> เพื่อยอมรับค่าหรือเป็นการเข้าสู่ Shortcut Menu

ปุ่มกลาง : ใช้เหมือนกับคำสั่ง Pan เพื่อเลื่อนรูปภาพไปยังตำแหน่งที่ต้องการ หรือให้ล้อหมุนแสดงบนหน้าจอภาพ และย่อขยายภาพอีกด้วย

การอ้างอิงพิกัดใน AutoCAD การเคลื่อนที่ของเคอร์เซอร์ในโปรแกรมโดยทั่วไปจะเป็นตำแหน่งตามการเคลื่อนที่ของเมาส์หรือการเคลื่อนที่ตามการพิมพ์จากแป้นพิมพ์ โดยใน AutoCAD จะเป็นการเคลื่อนที่ของ Cross Hair บน Graphic Area ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการด้วยการคลิกเมาส์และการพิมพ์ตำแหน่ง



รูปที่ 2.5 การอ้างอิงพิกัดโดยใช้ตำแหน่งใน 2 มิติ

การอ้างอิงพิกัดโดยใช้มุมในงาน 2 มิติ สามารถกำหนดตำแหน่งได้โดยการระบุระยะและมุมของตำแหน่งที่ต้องการตามที่กำหนดโดยมีแกนที่ใช้ในการอ้างอิงดังรูปที่ 2.6



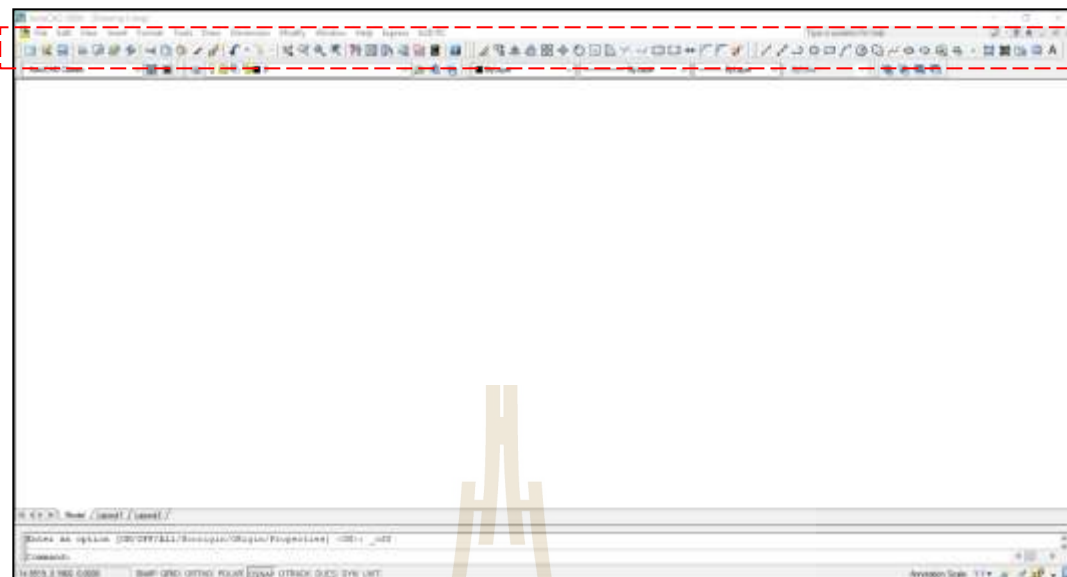
รูปที่ 2.6 การอ้างอิงพิกัดโดยใช้มุมในงาน 2 มิติ

โดยการอ้างอิงด้วยวิธีนี้จะใช้เครื่องหมาย "<" ในการบอกขนาดของมุม ซึ่งการบอกขนาด จะเริ่มจากการระบุระยะแล้วตามด้วยมุม ตัวอย่างเช่น @7<-45 หรือ @-5<90 เป็นต้น โดยการกำหนดทิศทางการหมุนจะสามารถกำหนดตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งจะกำหนดทิศทางดังกล่าวได้ด้วยการกำหนดค่าเป็นบวก (+) และลบ (-)

การกำหนดพิกัดโดยตรง คือ การกำหนดค่าในแนวแกน x, y ในงาน 2D และ x, y, z ในงาน 3D โดยใช้ Cross Hair เคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการด้วยเมาส์แล้วคลิก

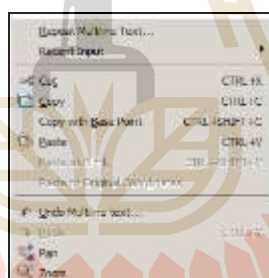
2.4.5 การเรียกคำสั่งใช้งาน AutoCAD นั้น มีด้วยกัน 6 วิธี คือ

1. Toolbar คือ ส่วนการใช้คำสั่งที่ใช้เมาส์คลิกไอคอนเพื่อเข้าสู่คำสั่งซึ่งเมื่อมีการใช้งานบ่อยครั้งก็จะเกิดความชำนาญและจำได้ไม่ยากนัก โดยเหมาะกับการใช้งานแบบที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เช่น คำสั่ง Copy, Line เป็นต้น



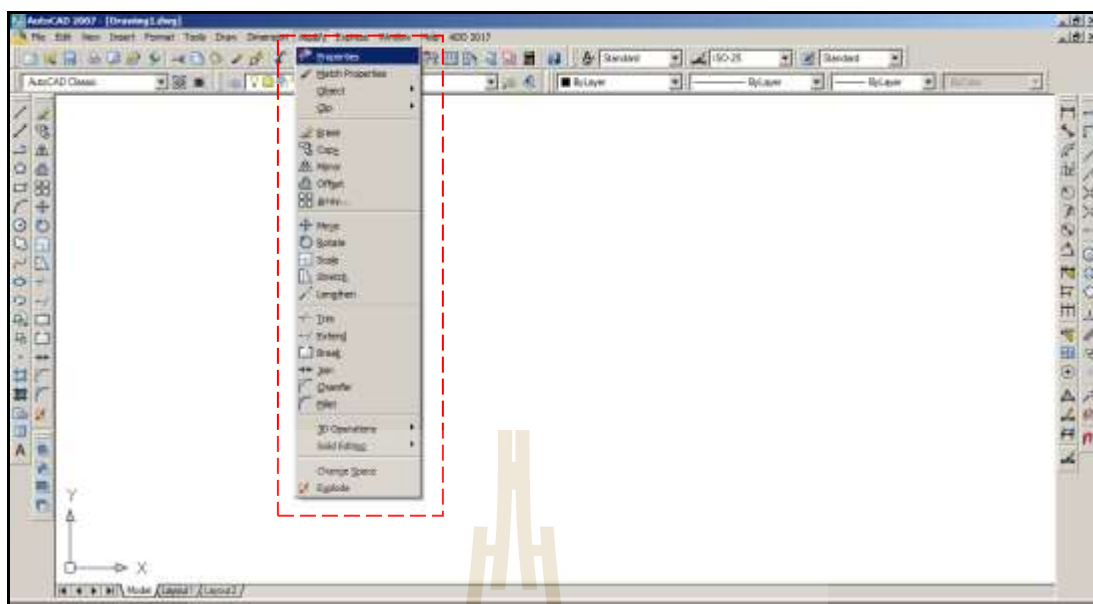
รูปที่ 2.7 การใช้งาน Toolbar

2. Screen Menu คือ เมนูที่จะปรากฏขึ้นต่อเมื่อมีการคลิกขวาที่เมาส์เท่านั้น



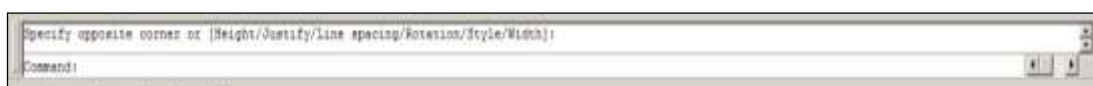
รูปที่ 2.8 การเรียกใช้งาน Screen Menu

3. Pull - Down Menu คือ การเข้าสู่คำสั่งโดยการคลิก Menu Bar ซึ่งจะมีตั้งแต่เมนูหลัก แยกเป็นหมวดหมู่ และมีเมนูย่อยแยกออกไปอีก เหมาะในการเข้าไปกำหนดค่าต่างๆ



รูปที่ 2.9 การเรียกใช้งาน Pull - Down Menu

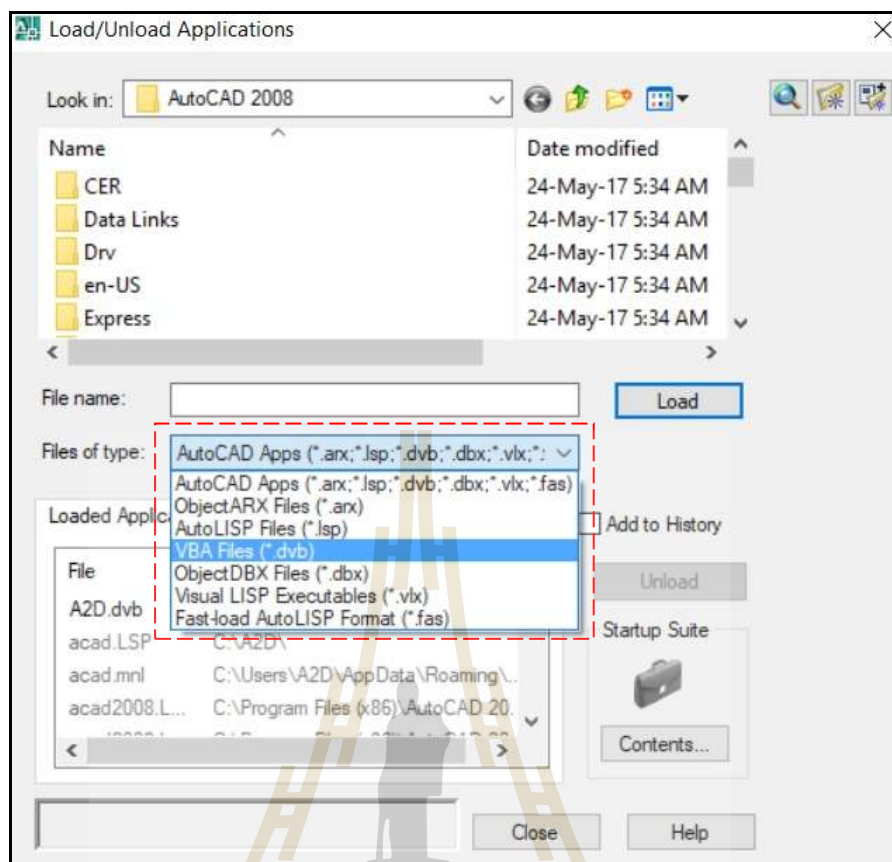
4. คีย์บอร์ด คือ การใช้งานคำสั่งผ่านทางคีย์บอร์ด โดยมีการใช้งานร่วมกันเพื่อเข้าสู่คำสั่ง เช่น <Ctrl> พร้อมกับ <Z> หรือ <Ctrl+Z> เพื่อใช้งานคำสั่ง Undo เป็นต้น และใช้งานในการพิมพ์ผ่านทาง Command Line อีกด้วย
5. Tablet Menu คือ การเข้าสู่คำสั่งโดยตารางคำสั่งบน Digitizing ด้วยการเลือกคำสั่งตามสัญลักษณ์ที่ปรากฏในตารางคำสั่ง แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้งานมากนัก เพราะต้องซื้ออุปกรณ์เสริมในการใช้งานคำสั่งนี้ ซึ่งอันที่จริงแล้วการเข้าสู่คำสั่งในวิธีการข้างต้นดังที่กล่าวมาแล้วสามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างครบถ้วนแล้ว
6. Command Line คือ บรรทัดคำสั่ง ซึ่งจะอยู่บริเวณด้านล่างของจอภาพ การใช้งานที่ต้องอาศัยการโต้ตอบกับคำสั่ง



รูปที่ 2.10 Command Line

2.5 การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA

AutoCAD เป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจากภาษา AutoLISP เป็นโปรแกรมที่เปิดกว้างให้กับผู้พัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้หลาย ๆ ภาษาในการพัฒนาได้ เช่น LISP, C, VBA

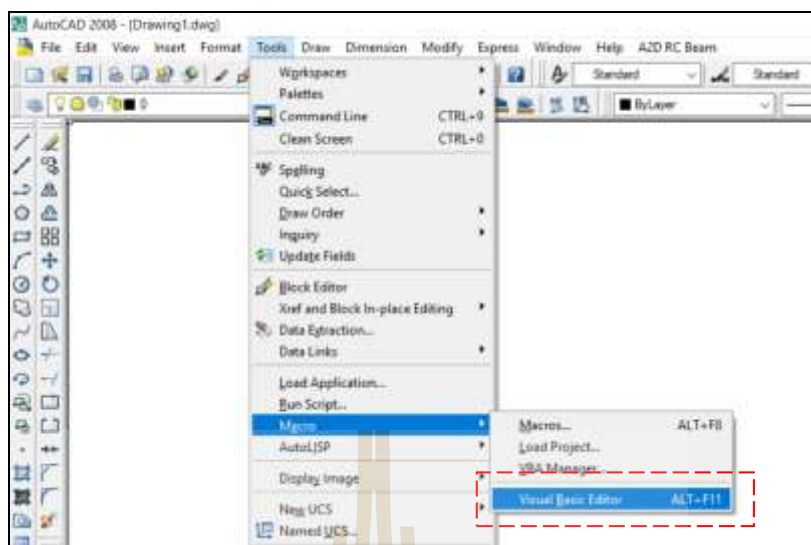


รูปที่ 2.11 รูปแบบภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบน AutoCAD

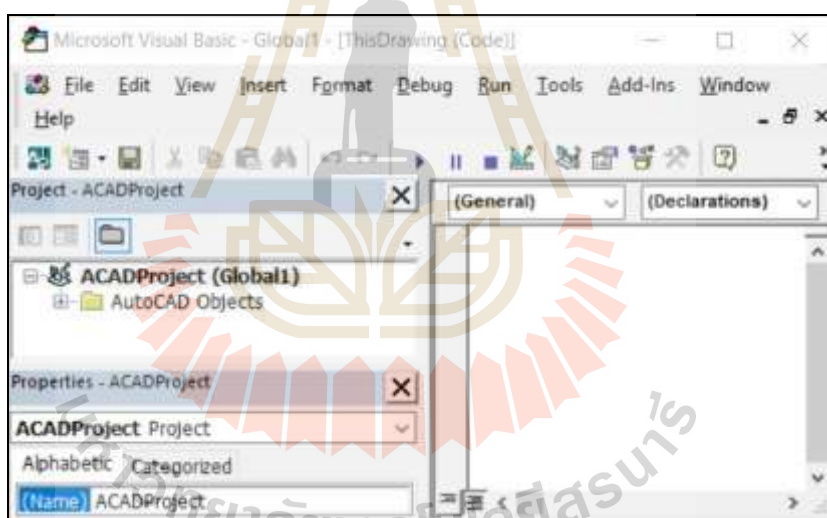
สำหรับ VBA ถือว่าเป็นภาษาที่เหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้น เพราะสามารถสร้าง Application ได้โดยไม่ต้องยากนัก สามารถนำมาใช้สร้างโปรแกรมประยุกต์ในการทำงานวิเคราะห์ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้

2.5.1 การเขียนชุดคำสั่ง VBA บน AutoCAD

ผู้ทำการศึกษาพัฒนาโปรแกรมมีความรู้เกี่ยวกับภาษา Visual Basic เป็นพื้นฐานอยู่แล้วจะต้องทำให้เข้าใจได้ง่ายในการเขียนชุดคำสั่ง VBA การเริ่มต้นการเขียนชุดคำสั่ง VBA ทำได้โดยการเปิดโปรแกรม AutoCAD จากนั้นก็เข้าสู่เมนู Tools > Macro > Visual Basic Editor ดังรูปที่ 2.11 หรือกดคีย์ลัด <Alt> + <F11> ก็จะพบ VBA Editor ดังรูปที่ 2.12

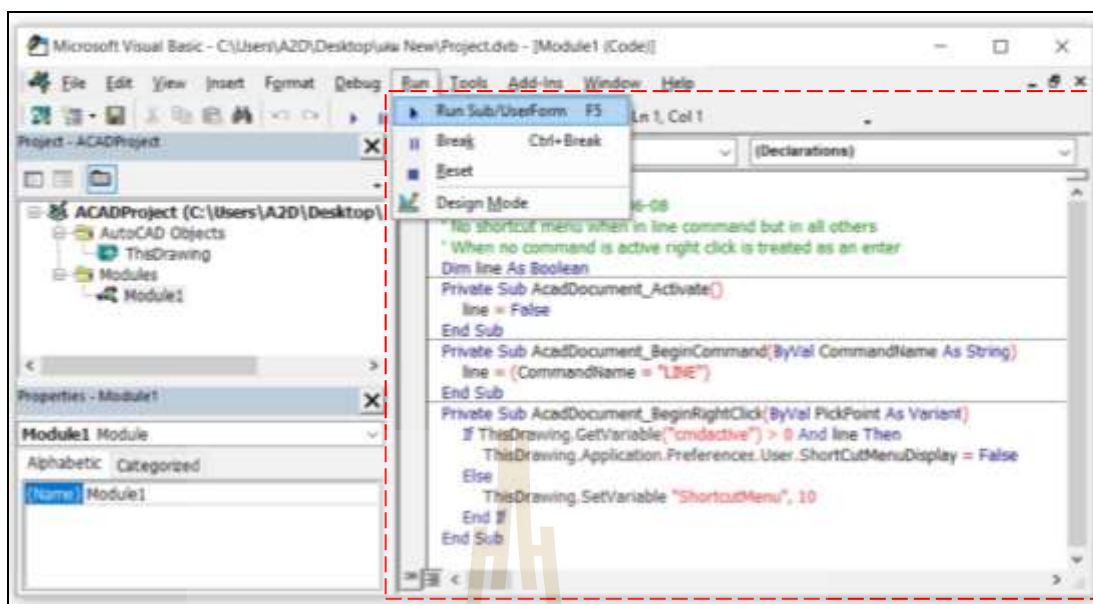


รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการเข้าสู่ Visual Basic Editor



รูปที่ 2.13 Visual Basic Editor

หน้าต่าง Visual Basic Editor จะประกอบด้วยตัว Tool ต่าง ๆ ทางซ้ายมือก็จะมี List ของ Project ให้ถือว่า Drawing ที่ได้จากการ New file เปิด AutoCAD เป็นส่วนหนึ่งโปรเจกต์ด้วย ส่วนด้านล่างจะเป็น Properties module คือสิ่งแรกที่สามารถสร้าง Application ได้ เมื่อคลิกขวาจะมีการ Insert UserForm, Module, Class module เมื่อดำเนินการเขียนชุดคำสั่ง VBA แล้วเสร็จ จากนั้นก็ทำการรันเพื่อทดสอบโปรแกรม ทำได้โดยกด F5 ดังรูปที่ รูปที่ 2.14

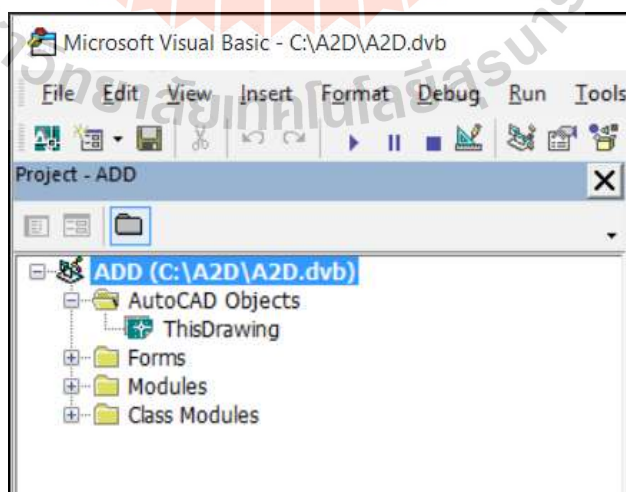


รูปที่ 2.14 การเขียนชุดคำสั่ง VBA และการทดสอบโปรแกรม

2.5.1.1 ความรู้พื้นฐานของคำสั่ง VBA บน AutoCAD

คำสั่งพื้นฐานและรูปแบบของคำสั่งในด้านของการสร้าง Class การสร้าง Function และคำสั่งอื่นๆ ที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้าง Application มีดังต่อไปนี้

1. การสร้าง Module โมดูลมีลักษณะเป็น global โปรแกรม AutoCAD จะบังคับในลักษณะที่เป็น module ที่อยู่ภายใต้ drawing ถ้าต้องการให้เป็น global กดปุ่มคำสั่ง Vbmanager กดปุ่มคำสั่ง extract ตั้งชื่อ project



รูปที่ 2.15 Global Module ของ VBA บน AutoCAD

2. การสร้าง Function ฟังก์ชันมีประโยชน์คือสามารถแบ่งงานออกเป็นโปรแกรมส่วนย่อยที่มีการ return ค่าได้ผ่านฟังก์ชันนั้น ๆ ส่วน subroutine จะเป็น process การทำงานที่ return ค่าไม่ได้ หากต้องการให้ return ค่าได้ ต้องดำเนินการผ่าน global variable

```
Sub Hello()
    Dim var1
    Dim var2, Var3
    Dim ret
    var1 = 20
    var2 = 40
    var3 = var1+var2
    ret = MsgBox(factorial(5),vbOkOnly)
End Sub

Function factorial(n as Integer) As Integer
    Dim i
    Do While n>=1
        i = i*n
        n = n -1
    Loop
    factorial=i
End Function
```

3. การสร้าง Function แบบ Call by reference/Value การสร้างฟังก์ชันนี้ทำหน้าที่กำหนดค่าในการทำงานของ subroutine หรือฟังก์ชันให้สามารถ return ในลักษณะที่กลับมาเป็น reference ได้ และทำการเปรียบเทียบค่ากับ Call By Value

```
Sub Test()
    Dim v1 As Integer
    Dim v2 As Integer
    Dim ret
    v1 = 10
    v2 = 20
    Call swap(v1,v2)
    ret = MsgBox(v1,VbOkOnly)
End Sub

Sub swap(ByRef a As Integer,ByRef b As Integer)
    Dim c
    c=b
    b=a
    a=c
End Sub
```

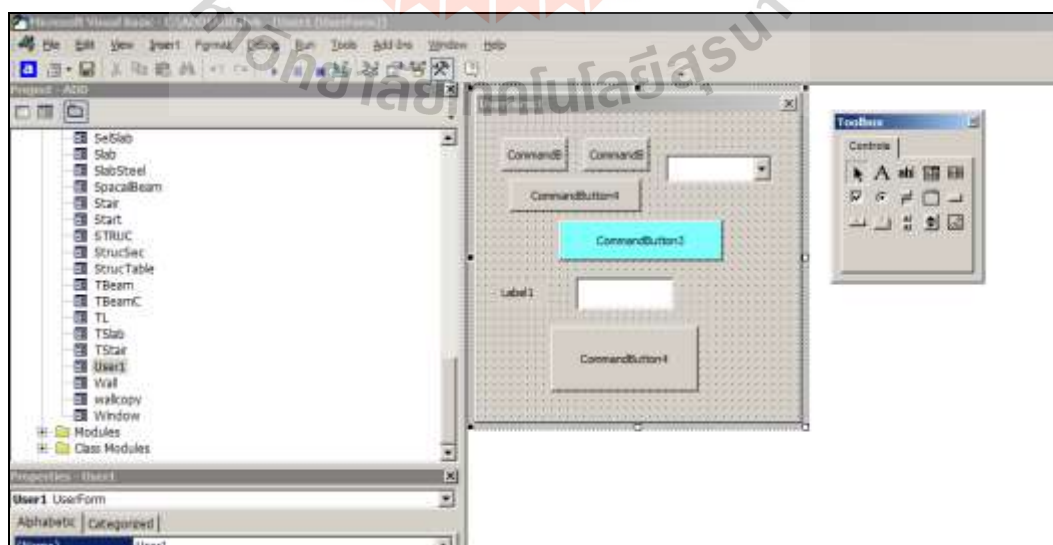
4. การสร้าง Class คลาสทำหน้าที่เปรียบเสมือนระบบ database ที่ใช้ใน รูปแบบหน่วยความจำหรือไฟล์ก็ได้ เปรียบเทียบได้กับบ้านพักอาศัยที่มี component เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ที่ดิน ต้นไม้ ซึ่งใช้รูปแบบ Class กัน บ่อยในระบบจัดเก็บข้อมูล ฟังก์ชันใน Class จะถูกเรียกใช้เมื่อ component ที่ assign ชื่อฟังก์ชัน และปิดท้ายด้วย End Function
5. คำสั่ง Set เซตเป็นคำสั่งที่ใช้ในการอ้างอิงโดยที่ตัวแปรที่ตัวหนึ่งจะไม่มีเนื้อในอยู่จำเป็นต้องอาศัยอ้างอิงเนื้อในจากตัวแปรตัวอื่น ซึ่งคำสั่ง Set นี้มีประโยชน์ในการ Transfer ระหว่าง Object

```

sub testform1()
    Dim adlg As New form1
    Dim str As String
    Dim adlg2 As Form1
    Set adlg2 = adlg
        adlg.name1 = "hello"
    adlg.Engble = True
    adlg2.name1 = "Hi"
    adlg.Show
    Str=adlg.name1
    ThisDrawing.Utility.Prompt(str)
end sub

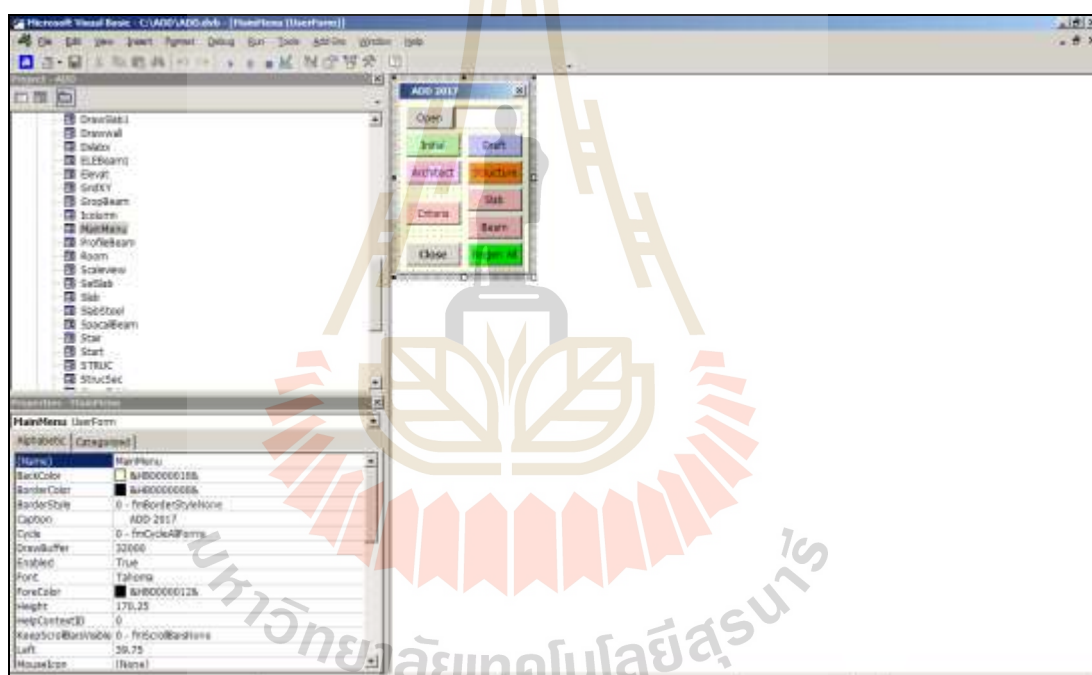
```

6. การสร้าง Form ฟอรัมเป็นคำสั่งหลักในการสร้าง Dialog Box ซึ่งประกอบด้วย Control ต่าง ๆ เช่น Listbox CheckBox Frame รวมทั้งการใช้งาน Active X



รูปที่ 2.16 การสร้าง Form ของ VBA

7. User Interface มีหน้าที่รับ information จากผู้ใช้งานมาดำเนินการมีองค์ประกอบสำคัญที่เรียกว่า toolbox การสร้าง create เช่น การ access แบบพื้นฐาน ทำโดยการเรียกไปที่ module แล้วใช้ตัว variable ที่สร้างไว้ตั้งแต่ตอนแรก .(dot) ตามด้วยชื่อ object ที่เราต้องการได้
8. Dialog Box เป็นส่วนหนึ่งที่เรียกว่า form ใน visual basic ส่วนประกอบที่สำคัญของ form คือชื่อของ formcaption คือชื่อที่อยู่บน title bar การเรียกตัว form ของ VBA ใน AutoCAD ต้องสร้าง module ขึ้นมาโดยเรียกเปรียบเสมือน variable แล้วจึงใช้คำสั่ง adlg.show ก็คือ ตัว variable.show

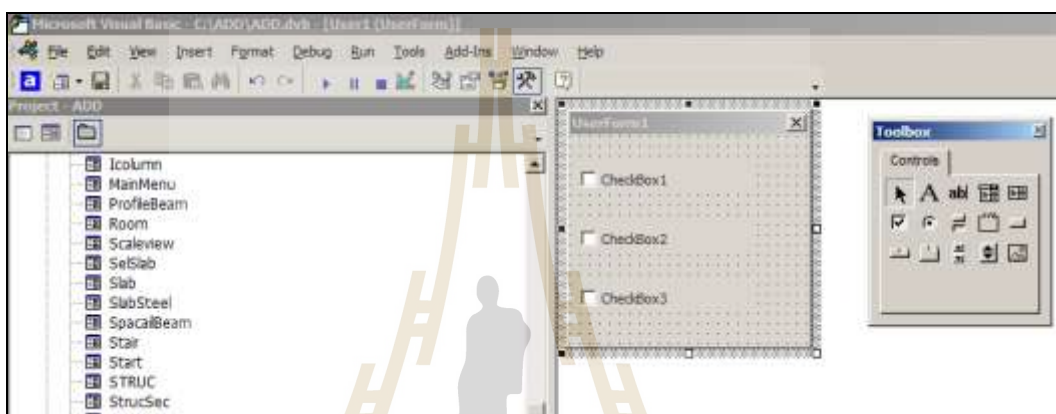


รูปที่ 2.17 Dialog Box ของ VBA

9. Listbox ลิขบ็อกเป็นเครื่องมือพื้นฐานทำหน้าที่เก็บข้อมูลใน list มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ การเขียนโปรแกรม access ให้ dialog แสดงผลและได้ output ออกมาแล้วนำไป process ส่วนอีกกระบวนการก็คือการ process ภายใน dialog เอง
10. Frame & Option Button(radioButton) เฟรมทำหน้าที่จัดให้ Option Button เชื่อมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ถ้าหากไม่ได้ Option Button ใน frame ก็

จะถือว่าเชื่อมรวมกันทั้ง form และในกรณีที่ใช้ frame ก็จะสามารถเพิ่ม OptionButton ได้อีกหลายกลุ่มด้วยการใช้ OptionButton สามารถ get เป็น state ได้ว่า true หรือ false

11. CheckBox เช็คบ็อกทำหน้าที่เป็น parameter ที่เหมือนกับเป็น status ตัวอย่างการกำหนด property ของ checkbox Name = Enable Caption = Enable



รูปที่ 2.18 CheckBox ของ VBA

12. Active X ช่วยทำให้เขียน โปรแกรมได้ง่ายขึ้น มีลักษณะเป็น component เสริมในรูปแบบของ form เช่น tool ที่เรียกว่า web browser ประโยชน์ของมัน เช่น ต้องการเขียน help หรือ information ของ product เกี่ยวกับการใช้งาน เราอาจจะบอกเป็น URL ของ web site ไว้ เวลา update ก็จะ update ได้ทันที

```
Private Sub Go_Click()
Dim addr As String
addr = Me.TextBox1.Text
Me.WebBrowser1.Navigate (addr)
End Sub

-----

Sub web()
Dim awb As New UserForm1
awb.TextBox1 = " http://eng.sut.ac.th/ce/"
awb.Show
End Sub
```

2.5.1.2 การนำเข้าข้อมูล

คำสั่งในการ Input ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็น ตัวเลข อักขระ จุด มุมหรืออื่น ๆ โดยประกอบด้วยรูปแบบฟังก์ชันในการ Input ดังต่อไปนี้

1. Input Integer สามารถทำได้โดยใช้ Function GetInteger ซึ่งเป็น Function ใน Sunclass Utility ซึ่งจะต้องกำหนดตัวแปร เพื่อมารับค่าที่รับเข้ามาโดยมีรูปแบบดังนี้ GetInteger (ตัวอักขระที่ต้องการแสดงบน Prompt)

```
Sub inputint()
    Dim count,i
    count = ThisDrawing.Utility.GetInteger("Enter Int")
    For i=0 To count
        ThisDrawing.Utility.Prompt (Str(i)+vbLf)
    Next i
```

2. Input Real เป็นรูปแบบการนำเข้าข้อมูลในรูปตัวเลข ที่มีทศนิยมมีขั้นตอนคือ สร้าง Sub Program ขึ้นมา จากนั้นกำหนดตัวแปรเพื่อเก็บค่าของตัวเลข โดยการรับค่าตัวเลขทศนิยมนั้นจะต้องใช้ Function Getreal โดยมีรูปแบบดังนี้คือ Getreal (อักขระที่ต้องการแสดงบน Prompt)

```
Sub inputReal()
    Dim r
    r = ThisDrawing.Utility.GetReal("Enter Real")
    ThisDrawing.Utility.Prompt (Str(r)+vbLf)
End Sub
```

3. Input Point ใช้ในการกำหนดตัวแปรทำหน้าที่เก็บจุดที่รับเข้ามา โดยจะต้องกำหนดเป็น Array 3 มิติ เพื่อให้เหมาะสมกับพิกัดของจุดซึ่งเป็นพิกัด 3 มิติ จากนั้นจึงใช้ Function GetPoint ของ Sunclass Utility เพื่อรับข้อมูลจุดนั้นๆ โดยมีรูปแบบดังนี้ Get Point (จุดเริ่มต้น,ข้อความที่ต้องการแสดงบน Prompt) ซึ่งในส่วนของจุดเริ่มต้นนั้นเราสามารถที่จะกำหนดหรือไม่ก็ได้

```

Sub inputpoint()
    Dim pt1(0 to 2) As Double
    Dim pt2(0 to 2) As Double
    Dim tmppt As Variant

    tmppt = ThisDrawing.Utility.GetPoint("Enter Point")
    pt1(0) = tmppt(0)
    pt1(1) = tmppt(1)
    ThisDrawing.Utility.Prompt(Str(pt1(0))+"", "+Str(pt1(1))+vbLf)

End Sub

```

4. Input Keyword มีขั้นตอนดำเนินการโดย Initialize UserInput ซึ่งเป็น SubClass หนึ่งของ ThisDrawing เพื่อกำหนดข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการ และ คีย์เวิร์ดสำหรับข้อมูลนั้น ๆ โดย initialize UserInput มีรูปแบบ ดังนี้ Initialize User Input ลำดับของตัวอักษรของข้อมูลที่จะกำหนดให้เป็น Keyword, List ของข้อมูล

```

Sub inpKey()
    Dim KwordList As String
    Dim ret
    kwordList = "Width Height Depth"
    ThisDrawing.Utility.InitializeUserInput 1, kwordList
    Dim returnString As String
    returnString = ThisDrawing.Utility.GetKeyWord("Enter
a KeyWord (Height) (Width) (Depth) ")
    ret = MsgBox(returnString, vbOkOnly)

End Sub

```

5. Input String สามารถทำได้โดยใช้ Function GetString ซึ่งเป็น Subclass Utility โดยมีรูปแบบดังนี้ GetString (ให้กำหนดว่าอักขระที่รับเข้ามามีช่องว่างหรือไม่โดยกำหนดเป็น True หรือ False, ข้อความที่ต้องการแสดงบน Prompt)

```

Sub Basicinput()
    Dim name As String
    Dim ret
    name = ThisDrawing.Utility.GetString(True, "Enter Name")
    name = "hello" + name
    ret = MsgBox(name, vbOkOnly)

End Sub

```

6. GetCorner เป็นการกำหนดมุมของสี่เหลี่ยม โดยจะต้องกำหนดตัวแปรเพื่อมารับค่าของมุมที่รับเข้ามา โดยมีรูปแบบคือ GerCorner (จุดเริ่มต้น, อักขระที่ต้องการแสดงเป็น Prompt)

```
Sub inputCorner()

    Dim pt1(0 to 2) As Double
    Dim pt2(0 to 2) As Double
    Dim tmppt As Variant

    tmppt = ThisDrawing.Utility.GetCorner("Enter Point")
    pt1(0) = tmppt(0)
    pt1(1) = tmppt(1)
    ThisDrawing.Utility.Prompt(Str(pt1(0)) + ", " + Str(pt1(1)) + vbLf)

End Sub
```

7. Input Angle ทำได้โดยใช้ Function Getangle ใน Subclass Utility ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Class ThisDrawing โดยมีรูปแบบของ Function คือ Getangle(จุดเริ่มต้น, อักขระที่ต้องการแสดงเป็น Prompt) ในการใช้ Function นี้จะมีสิ่งที่ควรทราบไว้คือ ในการรับค่าโดยการ click แล้วลากเส้นเพียงมุมที่ได้จะเป็นค่า

```
Sub inpAng()
    Dim angl As Double
    angl = ThisDrawing.Utility.GetAngle(, "Enter Angle")
    ThisDrawing.Utility.Prompt(Str(angl) + vbLf)
End Sub
```

8. Casting คือขั้นตอนการใช้งาน entities แล้วเอาตัวข้อมูลมาใช้งาน มีขั้นตอนที่แทรกอยู่เรียกว่า casting ทำหน้าที่แปลงจาก data type หนึ่งไปอีก type หนึ่ง
9. Entity and Drawing Database ภายใน AutoCAD ทำหน้าที่เก็บข้อมูลแบบ hierarchy โดยจะเก็บในลักษณะ AutoCAD object มีการจัดเก็บเป็น 2 model คือ เก็บในรูปแบบของ model space ก็คือ model ที่ใช้เขียนแบบทั่วไป อีกรูปแบบหนึ่งก็คือเก็บใน paperspace ซึ่งการเขียนแบบส่วนใหญ่จะใช้รูปแบบแรกเป็นหลักหากต้องการค้น information กระทำได้โดยกำหนดให้ model space เป็น table และสามารถ access database ได้

10. Selection Set ทำหน้าที่เลือกข้อมูลที่อยู่บนหน้า Scene นำไปดำเนินการเปลี่ยนแปลงโดย AutoCAD จะมีตัวแปรที่ชื่อว่า AcadSelectionSet สามารถกำหนดได้ 2 ลักษณะคือ ถ้าไม่เคยถูกเรียกใช้มาก่อนต้องดำเนินการ Add ก่อนด้วย Keyword หากเคยเรียกใช้มาก่อนแล้วก็ให้ใช้วิธี Item

2.5.1.3 การกำหนด Entity

การกำหนด Entity ต่างๆ ของ AutoCAD โดยใช้คำสั่งของ Visual Basic มีดังนี้

1. AcadLine ใช้สำหรับการสร้างเส้นตรง ในแนวคิดของ VBA บน AutoCAD มีพื้นฐานคำสั่งการสร้างเส้นมาจาก Command Addline ตัวอย่างเช่นเมื่อต้องการสร้างวงกลมจาก Command Addcircle ต้องการสร้าง arc command Addarc ก็เป็นการบอกเส้นโค้งวิธีการสร้างเส้นโดยใช้รูปแบบคำสั่งดังนี้

```
Retval=object.Addline(StartPoint,EndPoint)
```

2. AcadArch ใช้สำหรับการสร้างเส้นโค้ง สามารถทำได้โดยใช้ Function AddArc ใน SubClassModelSpace โดยมีรูปแบบคำสั่ง ดังนี้

```
AddArc(Center,Radius,StartAngle,EndAngle)
```

โดยที่ Center คือ จุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง โดยจะต้องกำหนดเป็น Array 3 มิติ Radius คือ รัศมีของส่วนโค้ง StartAngle คือมุม เริ่มต้นของส่วนโค้ง EndAngle คือ มุมที่เคลื่อนที่จากมุมเริ่มต้น

3. AcadCircle การสร้างวงกลม มีลักษณะคล้ายวิธีการพิมพ์คำสั่ง Addcircle รูปแบบคำสั่ง

```
Retval=object.AddCircle(Center,Radius)
```

4. AcadText การ Addtext เป็นรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลด้วยตัวอักษร
ข้อความ วิธีการทำ Addtext ต้องมีการกำหนด Style รูปแบบคำสั่ง

Retval = object.Addtext(Textstring,Insertpoint,Height) TextString

ข้อความที่เราต้องการ Add เข้าไป Insertpoint = การกำหนดตำแหน่ง
เริ่มต้นของตัวหนังสือปกติ คือ ซ้ายล่าง Height คือ ความสูงของตัวหนังสือ

5. การ Add Block คือการนำเข้าข้อมูลโดยการจัดทำ Block ขึ้นมา ข้อมูล
นี้จะประกอบด้วย Attribute 1 ตัว โดยใช้คำสั่ง Insert Box ซึ่งเราจะทำ
การ GetAttribute ออกมาโดยใช้คำสั่ง GetAttribut

2.5.1.4 การควบคุม Layer และ Entity

คือการกำหนดและควบคุมลักษณะต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. การควบคุม Layer เป็นกระบวนการที่ใช้ในการควบคุมการเขียนแบบ
วิธีการอยู่ใน Component acadlayer หลัก layer เป็นส่วนประกอบหนึ่ง
ของ Drawing จึงเป็นส่วนหนึ่งของ Database ของ Drawing การ
ควบคุม Layer เป็นสิ่งที่ใช้บ่อยในการจัดทำ Application ต่างๆ Layer
เป็นตัวควบคุมในเรื่องของการ - Linetype - Color - Print หรือ Plot ใน
ส่วนที่เป็น Lineobj สามารถกำหนด Layer ได้ต้องสร้าง Layer ขึ้นมา
ก่อน
2. การควบคุม Entity การควบคุมเส้นและเอนิตตี้ใดๆ ให้มีคุณสมบัติตาม
ต้องการ เช่น Layer, Color เมื่อเราทำการกำหนด Add line เข้าไปยัง
Database ที่เราเขียนแบบหรือ Drawing ของ AutoCAD Lineobj ที่เกิด
จากการ Set สามารถกำหนดคุณสมบัติได้ โดย lineObj.Color= 1 (คือ สี
แดง)
3. กระบวนการ Zoom เป็นกระบวนการที่ใช้บ่อยในการทำ User Interface
โดย Function ที่ใช้นิยมใช้กันคือ Function Zoom Window ซึ่งเป็น
Function หนึ่งใน SubClass Application ของ Class ThisDrawing

2.5.1.5 การสร้าง Application

การเขียนชุดคำสั่ง VBA บน AutoCAD ให้เชื่อมโยงกับโปรแกรม
Microsoft Excel เพื่อช่วยในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน สามารถดำเนินการได้ดังนี้

1. กำหนดให้โปรแกรมมีลักษณะการทำงานเป็นแบบ window โดย excel เป็น object อยู่ภายนอก จะมีการ declare MyXL คำสั่งสำคัญคือ GetObject สามารถที่จะทำการคำนวณวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างที่ซับซ้อนไปไว้ใน excel ได้ แล้วค่อยส่งผลการคำนวณกลับมาที่ AutoCAD

```

Sub GetExcel()
    Dim MyXL As Object ' Variable to hold reference
    Dim avar As String

    ' to Microsoft Excel.
    Dim ExcelWasNotRunning As Boolean ' Flag for final release.
    ' Test to see if there is a copy of Microsoft Excel already
    running.
    On Error Resume Next ' Defer error trapping.
    Set MyXL = GetObject(, "Excel.Application")
    If Err.Number <> 0 Then ExcelWasNotRunning = True
    Err.Clear ' Clear Err object in case error occurred.
    Set MyXL = GetObject("c:\book1.XLS")
    MyXL.Application.Visible = True
    MyXL.Parent.Windows(1).Visible = True
    avar = MyXL.Worksheets(1).Cells(2, 1).Value
    MyXL.Worksheets(1).Cells(2, 1).Value = 12
    MyXL.Worksheets(1).Cells(3, 1).Value = "=A1"
    ' close
    If ExcelWasNotRunning = True Then
        MyXL.Application.Quit
    End If
    Set MyXL = Nothing ' Release reference to the
    ' application and spreadsheet.
End Sub

```

2. ดำเนินการนำเข้าข้อมูลใน AutoCAD โดยเขียนชุดคำสั่ง EOF เพื่ออ่านจนหมด file และวิธีการอ่านจะใช้ line input อ่านเป็นบรรทัดเข้ามา และจะใช้วิธีการ scan บรรทัดนั้นที่เข้ามา string ที่เข้ามาจะมีการแบ่งโดยใช้ space เป็นตัวกัน
3. ดำเนินการเชื่อมโยงฐานข้อมูล (Database) โดยเขียนชุดคำสั่ง VBA เรียกใช้ DataBase Object ที่เรียกว่า DAO ซึ่งเป็น Object ที่พัฒนาขึ้นมาอีกระดับ จากเดิมที่ใช้ ODBC และการใช้ DAO มีวิธีการติดต่อกับฐานข้อมูลที่ง่ายขึ้นด้วย

เมื่อผู้ศึกษาได้เรียนรู้และมีความเข้าใจประวัติความเป็นมา ความจำเป็น โครงสร้างพื้นฐาน คำสั่งต่างๆ และหลักการใช้งาน Editor ของ VBA สำหรับ AutoCAD แล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการศึกษาและลงมือเขียนชุดคำสั่งเพื่อพัฒนาโปรแกรมด้วยตัวเอง

2.5.2 การเขียนชุดคำสั่ง VBA บน Microsoft Excel

Microsoft Excel มีคุณลักษณะการทำงานที่รองรับการคำนวณที่ซับซ้อนได้ จึงมีความเหมาะสมนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำการคำนวณวิเคราะห์โครงสร้างและออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้ ด้วยคุณสมบัติของโปรแกรม Excel ในการบันทึกการทำงาน (Macro) หรือการเขียนรหัสชุดคำสั่ง Visual Basic for Application (VBA)

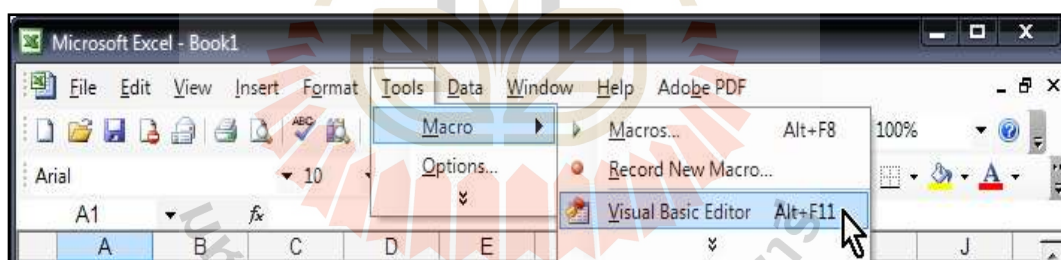
2.5.2.1 ส่วนประกอบของหน้าต่าง Visual Basic Editor

หน้าต่างหลัก Visual Basic Editor ใช้ในการสร้าง การแก้ไขฟอร์มต่างๆ

1) การกำหนดคุณสมบัติของวัตถุ

ในการสร้างรหัสคำสั่ง VBA ในโปรแกรม Excel นั้น จะกระทำในหน้าต่าง Visual Basic Editor ซึ่งการเรียกหน้าต่างออกมานั้น ทำได้ดังนี้

1. คลิกที่เมนูบาร์เลือก Tools>Macro>Visual Basic Editor
2. จากนั้นหน้าต่าง Visual Basic Editor จะปรากฏขึ้น



รูปที่ 2.19 หน้าต่าง Visual Basic Editor

2) ส่วนประกอบ Window ของ Visual Basic Editor

2.1) เมนูบาร์

2.2) Project Explorer คือ หน้าต่างของโปรเจก

2.3) Properties Window คือ หน้าต่างคุณสมบัติของออฟเจกต่างๆ

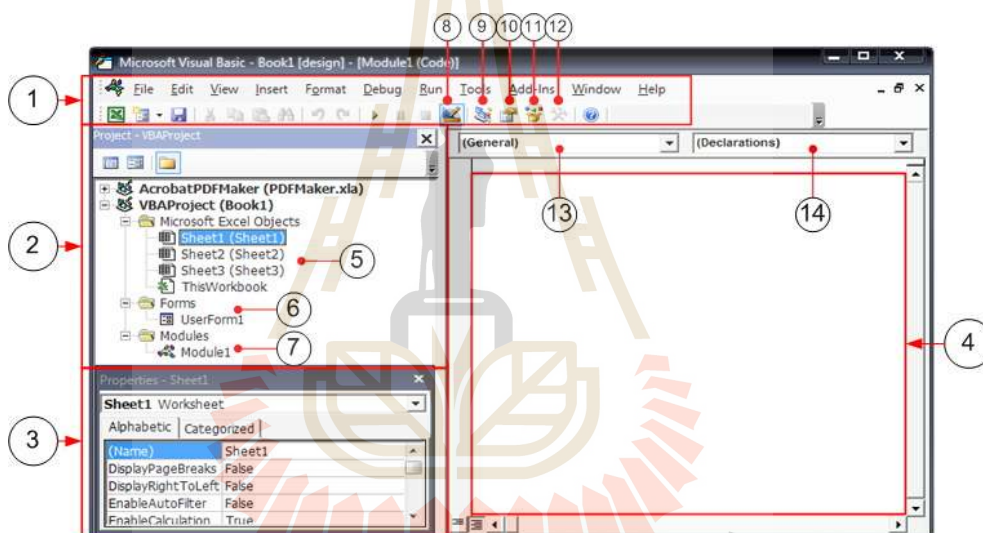
2.4) คือพื้นที่สำหรับเขียนรหัสคำสั่ง

2.5) ออฟเจกของสมุดงาน

2.6) ฟอร์มต่างๆ ที่สร้างขึ้น

2.7) Module คือ ที่เก็บรหัสคำสั่งต่างๆที่เขียนขึ้นมา

- 2.8) ปุ่ม Design mode
- 2.9) ปุ่มใช้แสดงหน้าต่าง Project Explorer
- 2.10) ปุ่มใช้แสดงหน้าต่าง Properties Window
- 2.11) ปุ่มใช้แสดงหน้าต่าง Object Browser
- 2.12) ปุ่ม Toolbox คือ กล่องเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างองค์ประกอบ ของฟอร์ม
- 2.13) ปุ่ม DropDownList ของ Object
- 2.14) ปุ่ม DropDownList ของ Procedure
- 3) การเขียนชุดคำสั่ง



รูปที่ 2.20 ส่วนประกอบ Visual Basic Editor

2.5.2.2 การสร้างชุดคำสั่ง

สามารถทำได้ 2 วิธี โดย

1. การบันทึกการทำงาน (Macro) งานคำนวณวิเคราะห์ออกแบบ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีความซับซ้อน อาจก่อให้เกิดความ ล่าช้าและเกิดความผิดพลาดที่เรียกว่า human error ดังนั้นการสร้าง Macro จะช่วยให้ปัญหาต่างๆ เหล่านั้นลดน้อยลงไป การเขียนมาโคร นั้น แท้จริงแล้วก็คือการสร้างรหัสคำสั่งนั่นเอง เพราะเนื้อหาของ มาโครก็คือรหัสคำสั่ง VBA แต่เป็นการสร้างรหัสคำสั่งที่ไม่ต้องเขียน

คำสั่ง เพียงแต่ใช้การบันทึกการทำงาน จากนั้นโปรแกรมก็จะแปลงเป็นรหัสคำสั่งให้อัตโนมัติ ซึ่งมีความสะดวก รวดเร็วและเหมาะกับผู้ใช้ที่ไม่สามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งได้ แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของความยืดหยุ่น ความซับซ้อน เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้มีเงื่อนไขต่างๆ ในการประมวลผล

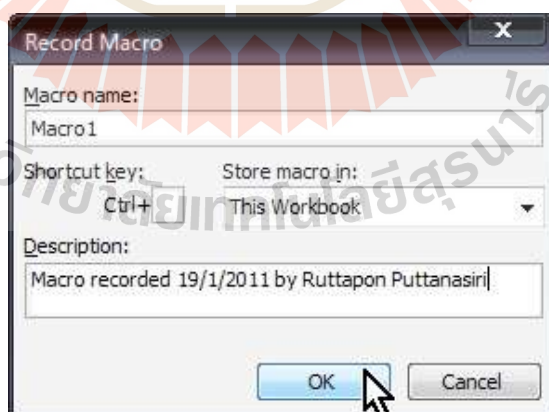
1.1 การบันทึกมาโครสามารถทำได้ดังนี้

1. คลิกที่เมนูบาร์เลือก Tools>Macro>Record New Macro...



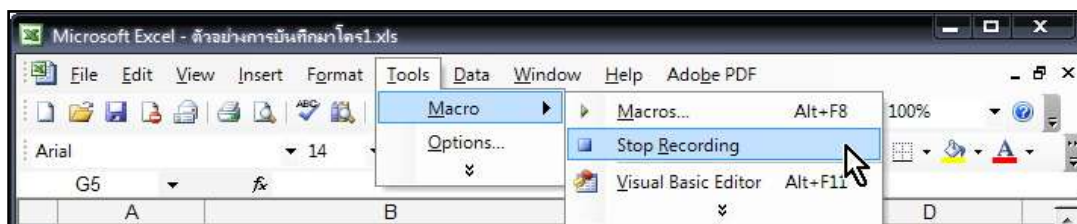
รูปที่ 2.21 การบันทึก Macro

2. จะปรากฏไดอะล็อก Record Macro ขึ้นมา ที่ช่อง Macro name ให้ตั้งชื่อมาโคร ตามที่ต้องการหรือจะใช้ชื่อ Macro1 ก็ได้ แล้วกดปุ่ม OK เพื่อเริ่มต้นการบันทึกมาโคร



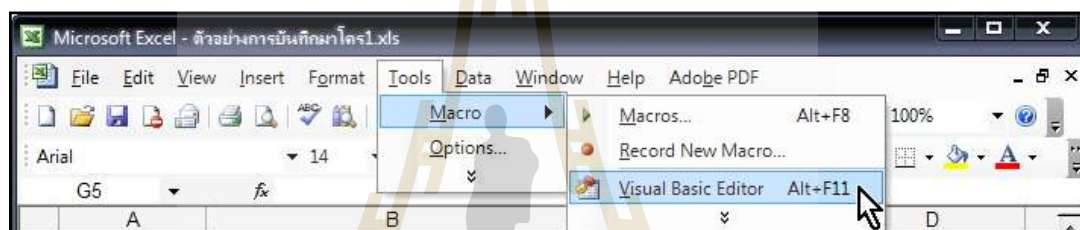
รูปที่ 2.22 การตั้งชื่อ Macro

3. ดำเนินการบันทึก การทำงานใดๆ บนแผ่นงาน (work sheet)
4. หยุดการบันทึกมาโคร Tools>Macro>Stop Recording ดังรูป



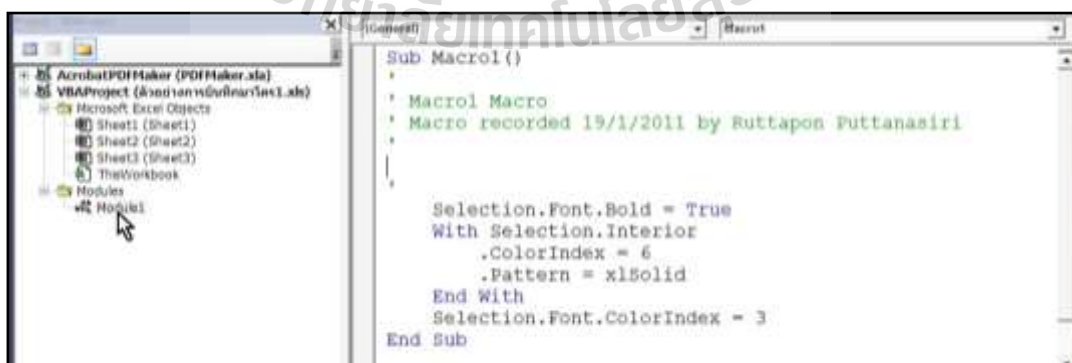
รูปที่ 2.23 หยุดการบันทึก Macro

5. เมื่อหยุดการบันทึกแล้ว คลิกเลือกที่เมนูบาร์เลือก Tools>Macro> Visual Basic Editor ดังรูป เพื่อเข้าไปดูรหัสชุดคำสั่ง



รูปที่ 2.24 การเข้าดูรหัสชุดคำสั่ง VBA

6. เมื่อหน้าต่าง Visual Basic Editor ปรากฏขึ้น ให้สังเกตทางด้านซ้ายของหน้าต่างจะมีหน้าต่าง Project Explorer ให้คลิกที่โฟลเดอร์ Modules > Module1 รหัสคำสั่ง VBA ที่ถูกสร้างจากการบันทึกก็จะปรากฏขึ้นมาดังรูป



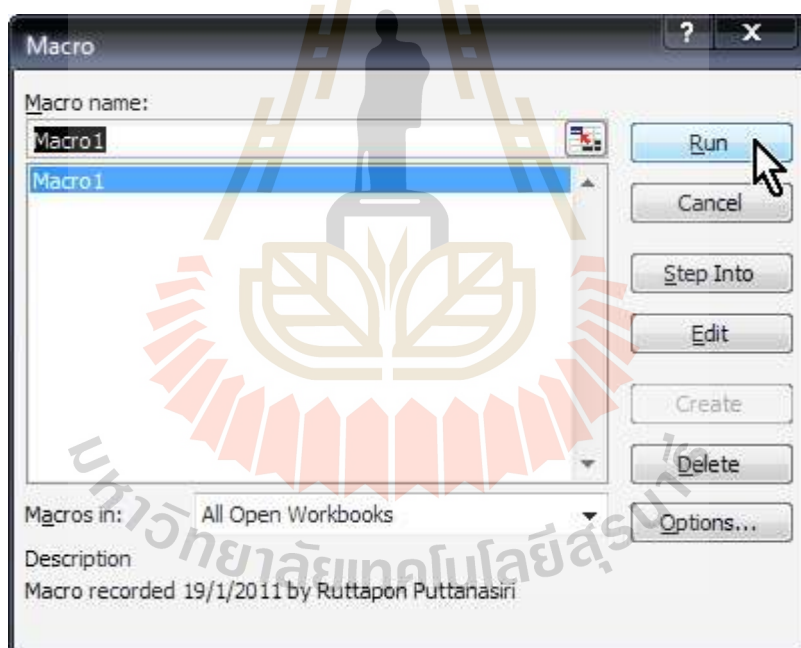
รูปที่ 2.25 ชุดคำสั่ง VBA

7. ขั้นตอนการเรียกมาโครมาใช้งาน นั้นมีอยู่ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 คลิกเลือกเซลล์หรือช่วงของเซลล์ที่ต้องการใช้มาโคร แล้วไปที่เมนูบาร์ คลิกเลือก Tools>Macro>Macros... จากนั้นได้อะลือก Macro จะปรากฏขึ้นมาให้เลือกมาโครที่ต้องการ แล้วคลิกที่ปุ่ม Run มาโครที่บันทึกไว้ก็จะทำงานทันทีดังรูป

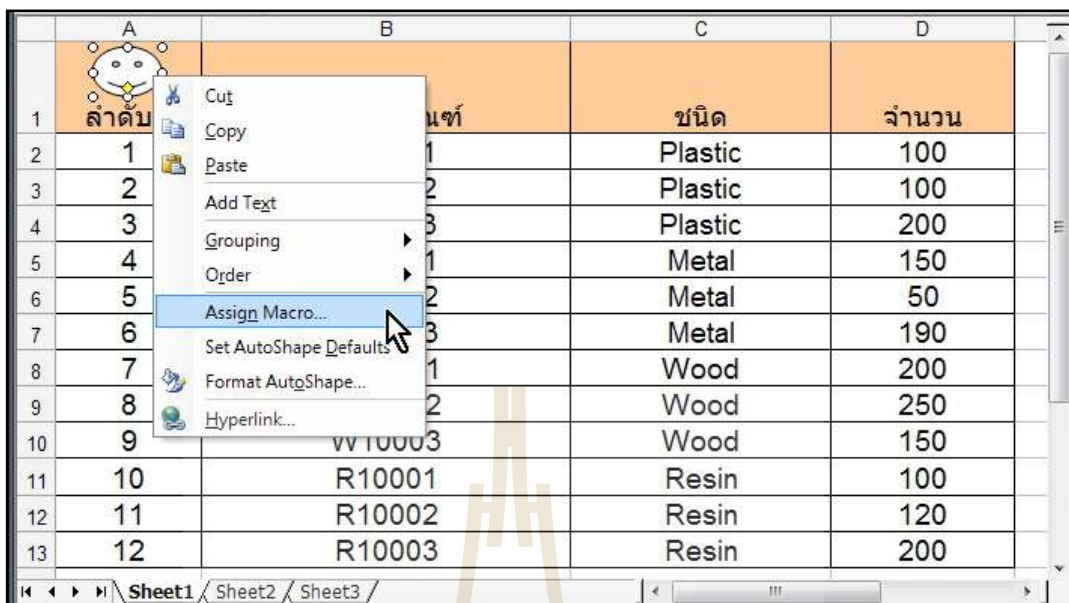


รูปที่ 2.26 การเรียกใช้ Macro วิธีที่ 1

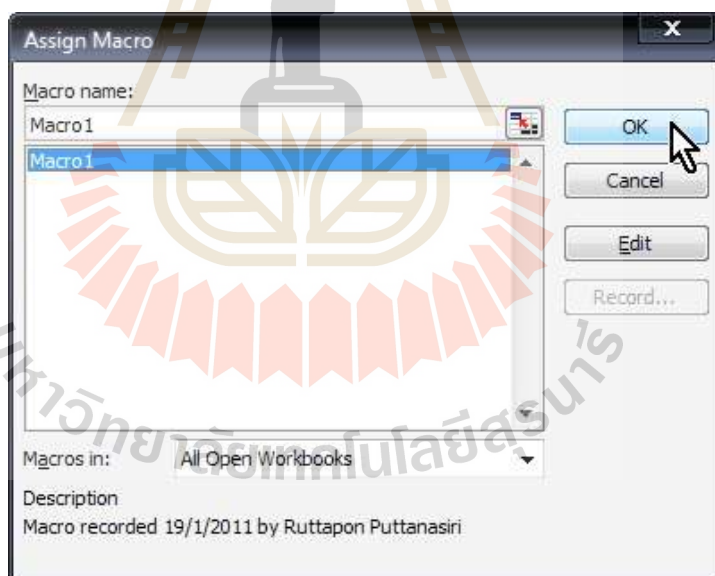


รูปที่ 2.27 การ Run Macro

วิธีที่ 2 ดำเนินการโดยกำหนดมาโครให้กับวัตถุ (Object) ต่างๆ เช่น รูปภาพ ปุ่ม ไอคอน เป็นต้น จากตัวอย่างจะเลือกใส่รูปหน้ายิ้มจาก AutoShapes นำมาวางลงบนแผ่นงาน จากนั้นให้คลิกขวาที่รูปเพื่อกำหนดมาโครให้กับรูปจากนั้นได้อะลือก Assign Macro จะปรากฏขึ้นให้คลิกเลือกชื่อมาโครที่ต้องการให้ทำงาน แล้วกดปุ่ม OK



รูปที่ 2.28 กำหนดมาโครให้กับวัตถุ (Object)



รูปที่ 2.29 การ Assign Macro

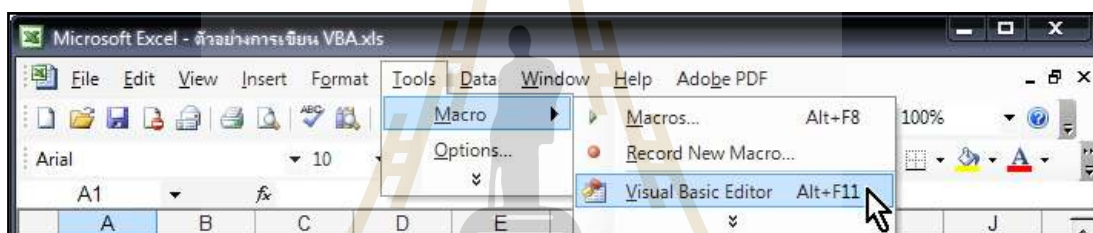
หลังจากที่กำหนดมาโครให้กับวัตถุ เช่น รูปภาพ ปุ่ม หรือ ไอคอนที่เราสร้างขึ้นมาแล้ว จะสังเกตเห็นว่าเมื่อเอาเมาส์ไปวางไว้ที่รูปเคอร์เซอร์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือ แสดงให้ทราบว่าวัตถุนี้ได้มีการกำหนดมาโครแล้ว

8. ขั้นตอนการทดสอบมาโคร หลังจากที่กำหนดมาโครให้กับรูปภาพแล้ว ให้ทดลองใช้มาโครด้วยการเลือกเซลล์หรือช่องของเซลล์ หรือเลือกทั้งแถวแล้วคลิกที่รูปภาพ จะเห็นว่าช่วงของเซลล์ที่เราเลือกจะมีการเปลี่ยนคุณสมบัติของเซลล์ ตามที่บันทึกไว้

2. การสร้างชุดคำสั่งด้วยการเขียน VBA

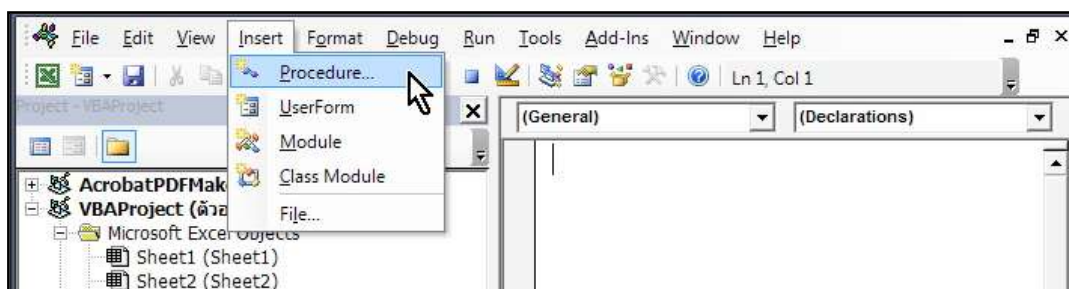
เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาโปรแกรมให้สามารถตอบสนองให้โปรแกรมทำงานได้ตามต้องการและมีความยืดหยุ่นและซับซ้อนได้มากกว่าการบันทึกมาโคร โดยมีวิธีการดังนี้

1. เปิดหน้าต่าง Visual Basic Editor ขึ้นมา โดยการคลิกที่เมนูบาร์เลือก Tools>Macro>Visual Basic Editor ดังรูป

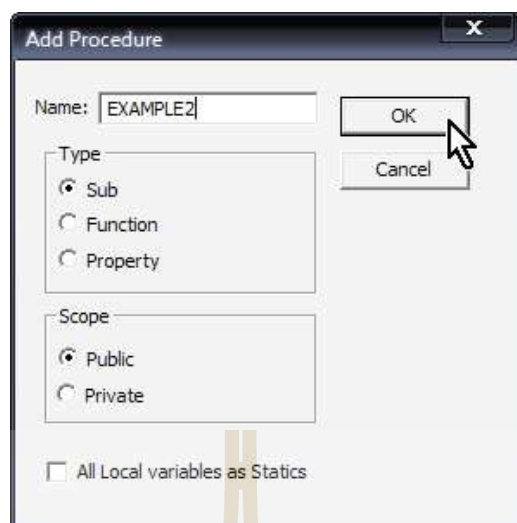


รูปที่ 2.30 การเปิดหน้าต่าง Visual Basic Editor

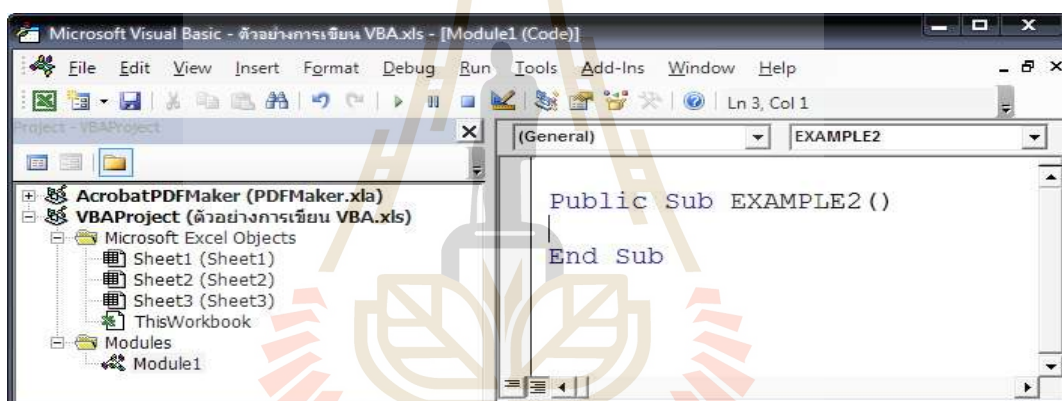
2. เมื่อหน้าต่าง Visual Basic Editor ปรากฏขึ้นมา ให้คลิกเลือก Insert>Module จะมี Module1 ปรากฏขึ้นมา ให้คลิกที่เมนูบาร์อีกครั้ง คลิกเลือก Insert>Procedure จะมีไดอะล็อก Add Procedure ปรากฏขึ้นมา ให้ตั้งชื่อโปรแกรมในช่อง Name ซึ่งในตัวอย่างตั้งชื่อเป็น EXAMPLE2



รูปที่ 2.31 การ Add Procedure



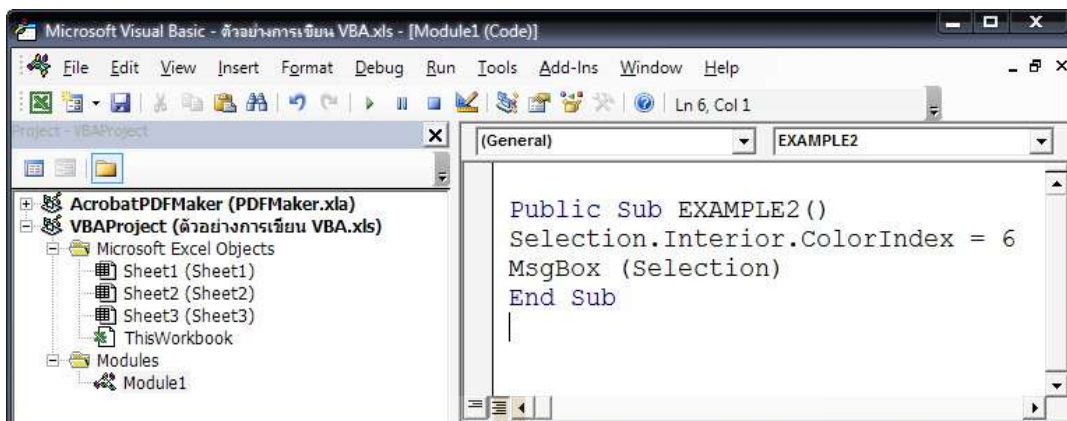
รูปที่ 2.32 การตั้งชื่อโปรแกรม



รูปที่ 2.33 คำเริ่มต้นของโปรแกรม EXAMPLE2

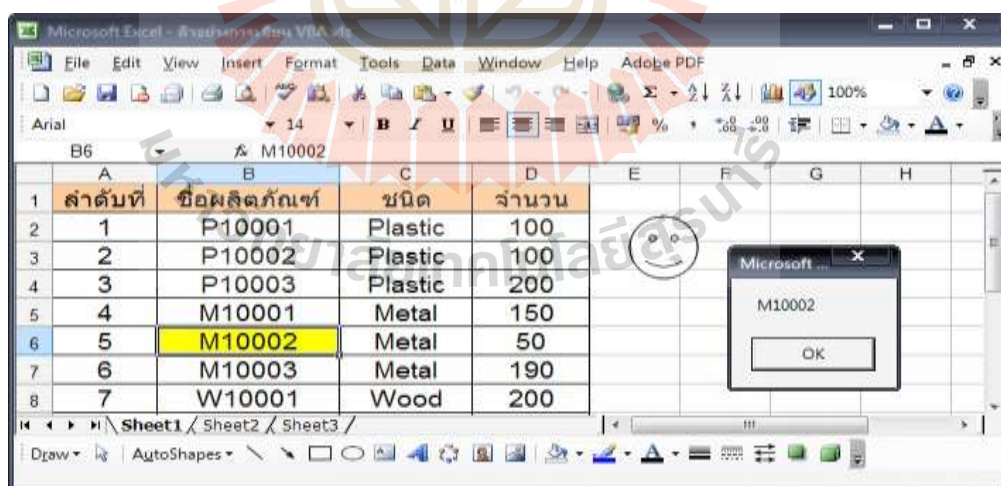
3. ให้พิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องว่าง ระหว่าง Public Sub EXAMPLE2() กับ End Sub

```
Public Sub EXAMPLE2()
    Selection.Interior.ColorIndex = 6
    MsgBox (Selection)
End Sub
```



รูปที่ 2.34 ชุดคำสั่งโปรแกรม EXAMPLE2

4. กลับไปที่หน้าต่างเวิร์กชีทอีกเซลล์ เพื่อทดสอบโปรแกรมด้วยการสร้างวัตถุ เช่น รูปหน้ายิ้ม ปุ่ม หรือไอคอนต่างๆ แล้วกำหนดโปรแกรมให้กับวัตถุ ซึ่งมีวิธีการเหมือนกับตัวอย่างที่ 1 จากนั้นลองคลิกเลือกชื่อผลิตภัณฑ์ในข้อมูลตัวอย่าง แล้วกดที่รูปหน้ายิ้ม จะเห็นว่าเซลล์ที่คลิกเลือกจะมีสีที่เซลล์และมีไอคอนแสดงข้อความที่อยู่ในเซลล์ที่เลือก

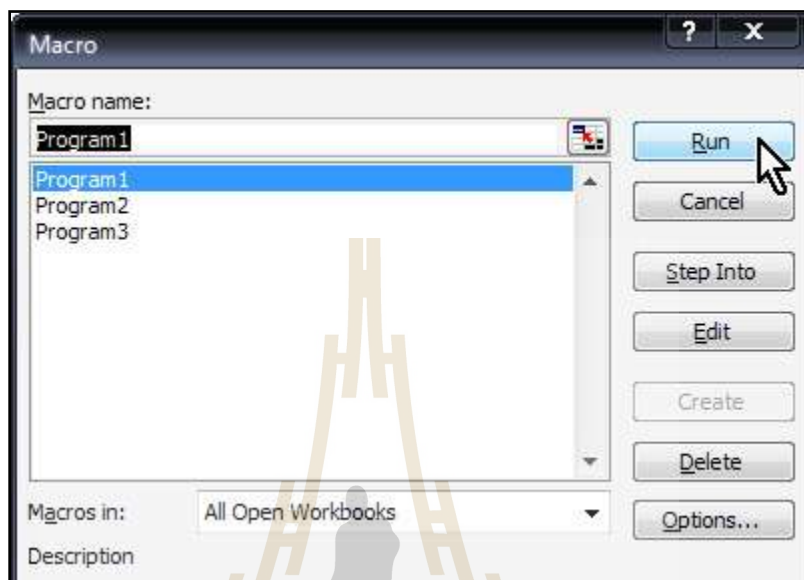


รูปที่ 2.35 การ Run โปรแกรม EXAMPLE2

2.5.2.3 การเรียกใช้หรือทดสอบโปรแกรมได้โดยมีวิธีการดังนี้

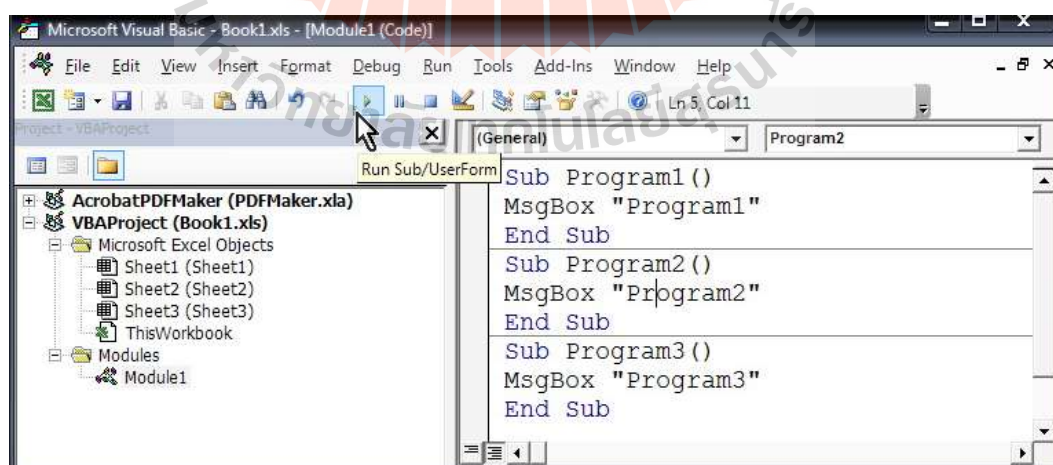
1. วิธีใช้ปุ่มคำสั่ง Run

- 1.1 ใช้ปุ่มคำสั่ง Run ที่หน้าต่างเวิร์กชีตเอ็กเซล โดยที่เมนูบาร์คลิกเลือก Tools>Macro>Macros จะมีไดอะล็อก Macro ขึ้นมาให้กดปุ่ม Run



รูปที่ 2.36 การ Run โปรแกรม 1

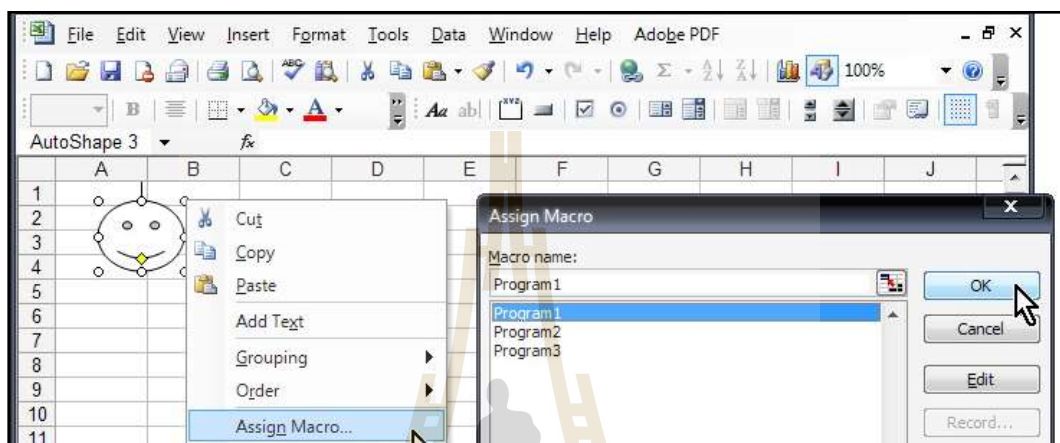
- 1.2 ใช้ปุ่ม Run ที่หน้าต่าง Visual Basic Editor เมื่อต้องการเรียกใช้โปรแกรมใด ให้เอาเมาส์ไปคลิกในพื้นที่ส่วนของโปรแกรมที่ต้องการใช้งาน จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Run Sub/UserForm ดังรูป



รูปที่ 2.37 การ Run โปรแกรมที่หน้าต่าง Visual Basic Editor

2. การกำหนดโปรแกรมให้กับวัตถุ

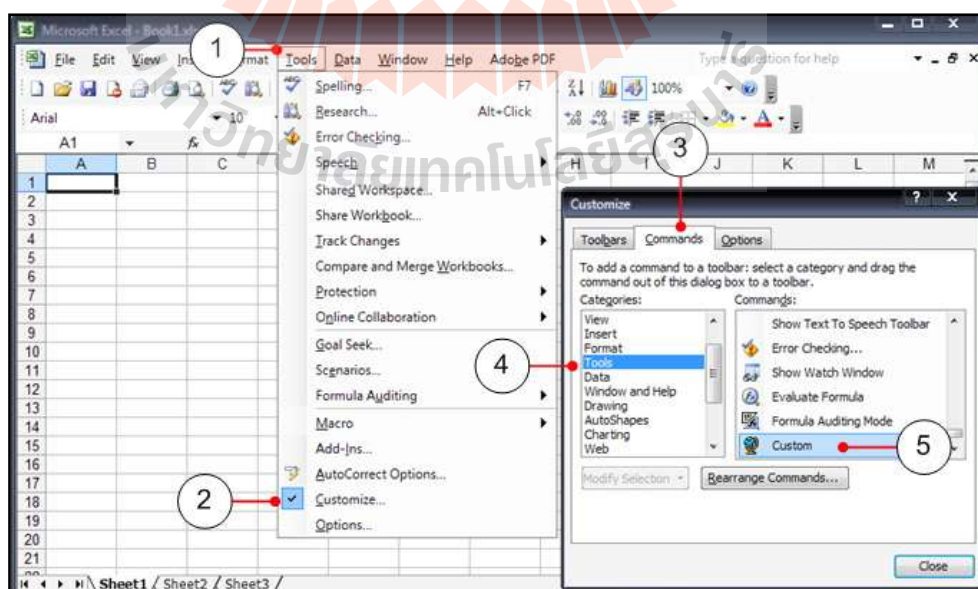
โดยกำหนดโปรแกรมให้กับวัตถุ เช่น รูปภาพ ปุ่ม หรือไอคอนต่างๆ ตัวอย่าง เช่น กำหนดโปรแกรม ชื่อ Program1 ให้กับรูปหน้ายิ้มหลังจากที่สร้างโปรแกรมเสร็จแล้ว ให้กลับไปหน้าเวิร์คชีทเพื่อใส่รูปหน้ายิ้ม จากนั้นให้คลิกขวาที่รูปจะมีเมนูขึ้นมา ให้เลือกคำสั่ง Assign Macro ก็จะมีไอคอน Assign Macro ขึ้นมาให้เลือกโปรแกรมที่ต้องการใช้ แล้วกดปุ่ม OK



รูปที่ 2.38 การ Run โปรแกรม

3. การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ (Menu Bar)

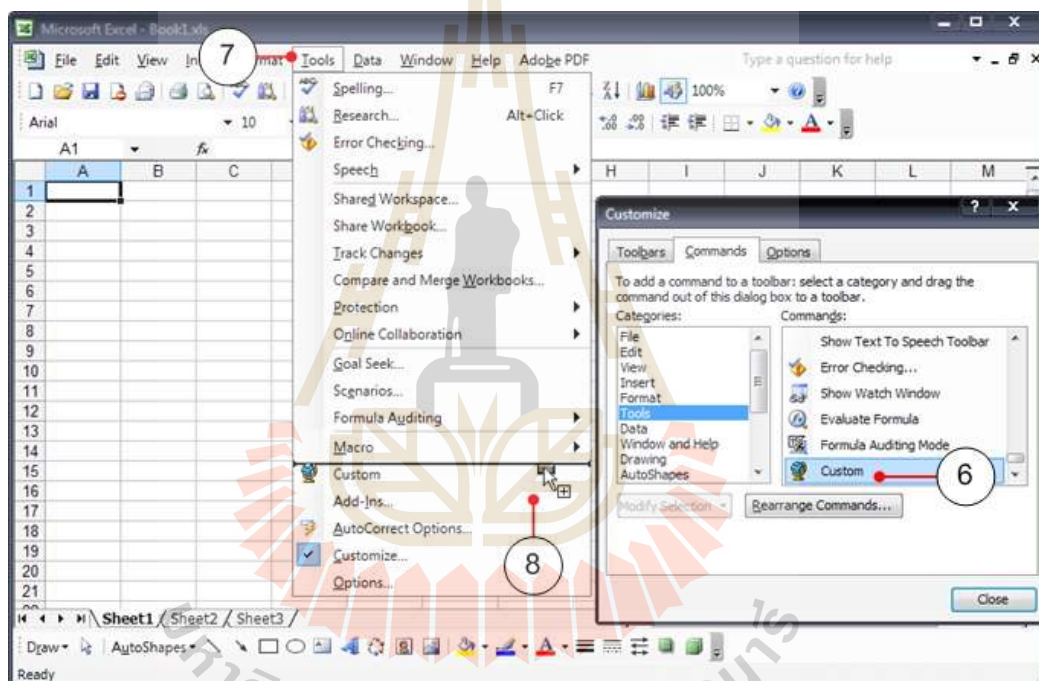
อีกวิธีหนึ่งสำหรับการเรียกใช้งานโปรแกรมหรือมาโครที่สร้างไว้ ก็คือ สร้างเป็นคำสั่งในเมนูบาร์ ซึ่งในตัวอย่างนี้จะเรียกใช้โปรแกรม Program1



รูปที่ 2.39 การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ ขั้นตอนที่ 1 – 5

จากรูปที่ 2.39 การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ (Menu Bar) สามารถทำได้โดยการสร้างเป็นคำสั่งแทรกไว้ในเมนู Tools ดังนี้

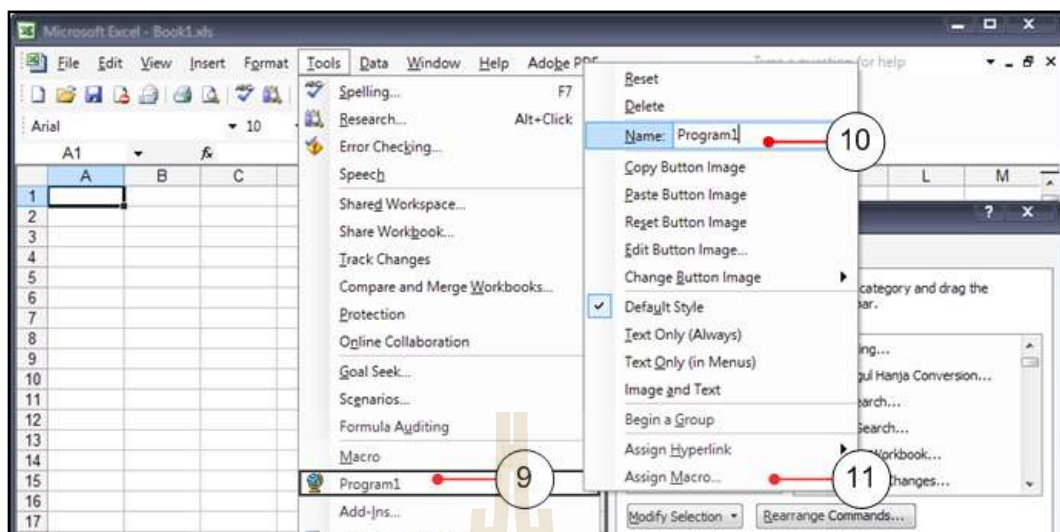
1. คลิกเลือก Tools
2. คลิกเลือก Customize...
3. เมื่อใดจะเลือก Customize เปิดขึ้นมาให้คลิกเลือกแท็บ Commands
4. ในช่อง Categories ให้คลิกเลือก Tools
5. ที่ช่อง Commands ให้คลิกเลือก Custom



รูปที่ 2.40 การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ ขั้นตอนที่ 6 – 8

จากรูปการสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ (Menu Bar) สามารถทำได้โดยการสร้างเป็นคำสั่งแทรกไว้ในเมนู Tools ดังนี้

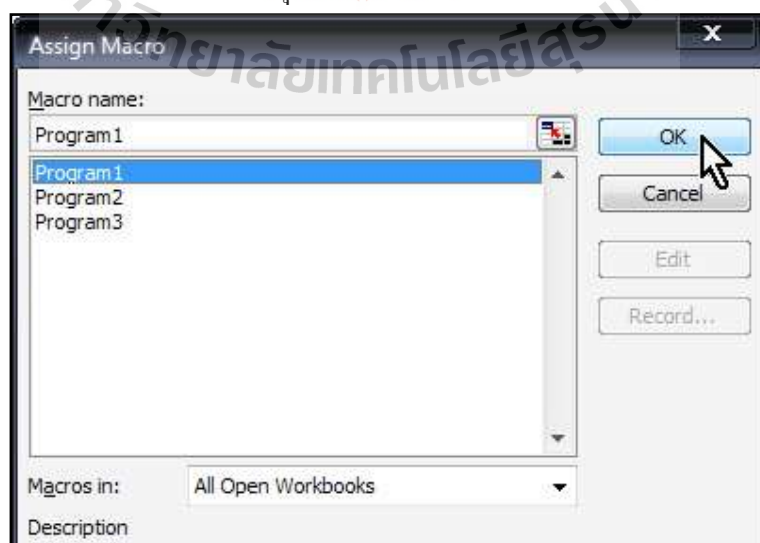
6. คลิกเมาส์ที่ Custom ค้างเอาไว้แล้วลากไปที่เมนู Tools
7. จากตำแหน่ง Tools ให้ลากเมาส์ลงมาในตำแหน่งที่ต้องการ
8. ในตัวอย่างนี้ จะลากเมาส์วางไว้ได้คำสั่ง Macro จากนั้นให้ปล่อยเมาส์จะได้ Custom มาอยู่ในเมนูแล้ว



รูปที่ 2.41 การสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ ขั้นตอนที่ 9 – 11

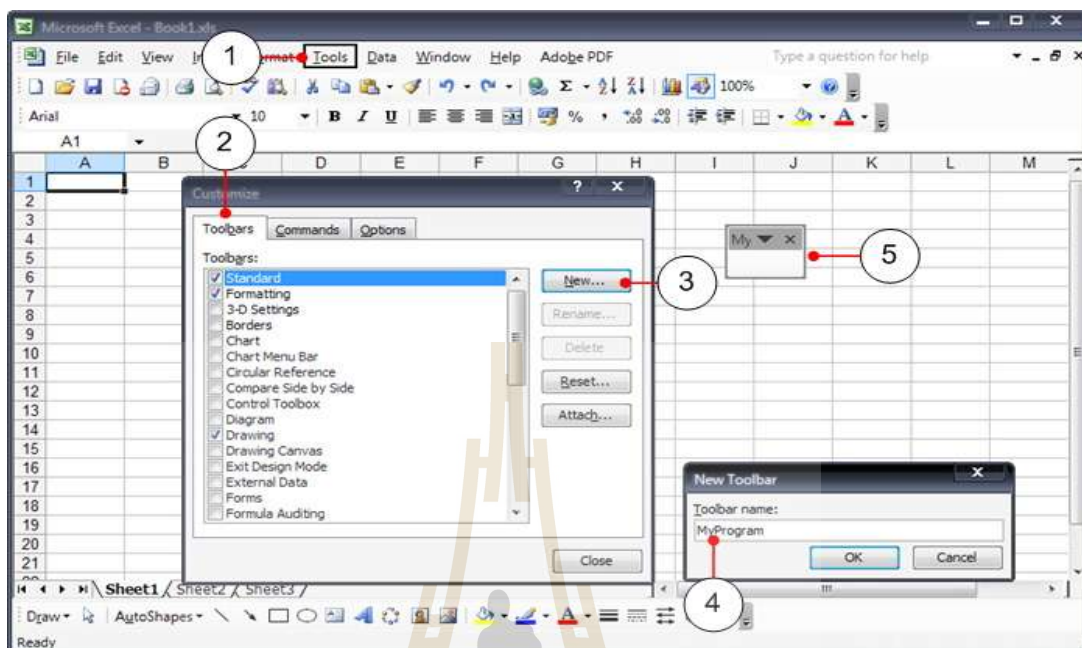
จากรูปการสร้างคำสั่งในเมนูบาร์ (Menu Bar) สามารถทำได้โดยการสร้างเป็นคำสั่งแทรกไว้ในเมนู Tools ดังนี้

9. คลิกขวาที่ Custom เพื่อทำการเปลี่ยนชื่อ
10. 10. จะมีเมนูปรากฏขึ้นให้คลิกที่ Name: เพื่อเปลี่ยนชื่อเป็น Program1
11. จากนั้นคลิกเลือกที่คำสั่ง Assign Macro...
12. 12. ใคจะคลิก Assign Macro จะปรากฏขึ้นให้คลิกเลือกโปรแกรมที่ได้สร้างไว้ ซึ่งในตัวอย่างนี้ให้เลือก โปรแกรม Program1 แล้วกดปุ่ม OK



รูปที่ 2.42 การติดตั้งคำสั่งในเมนูบาร์

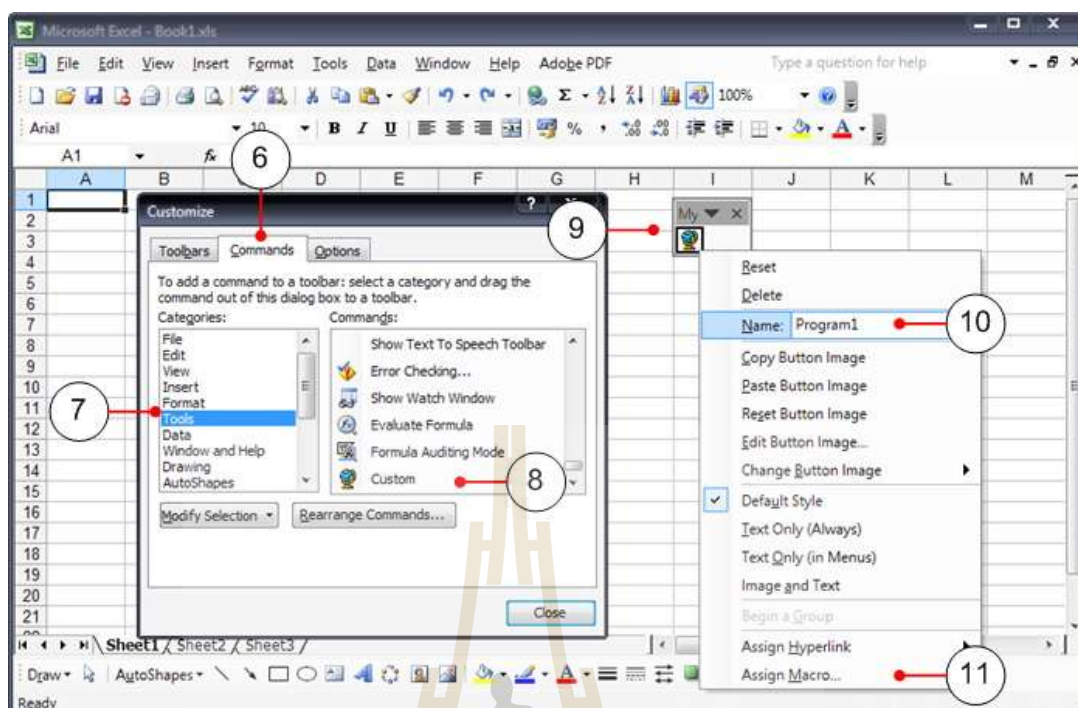
4. วิธีการสร้างทูลบาร์ (Tool Bar) ขึ้นมาใหม่



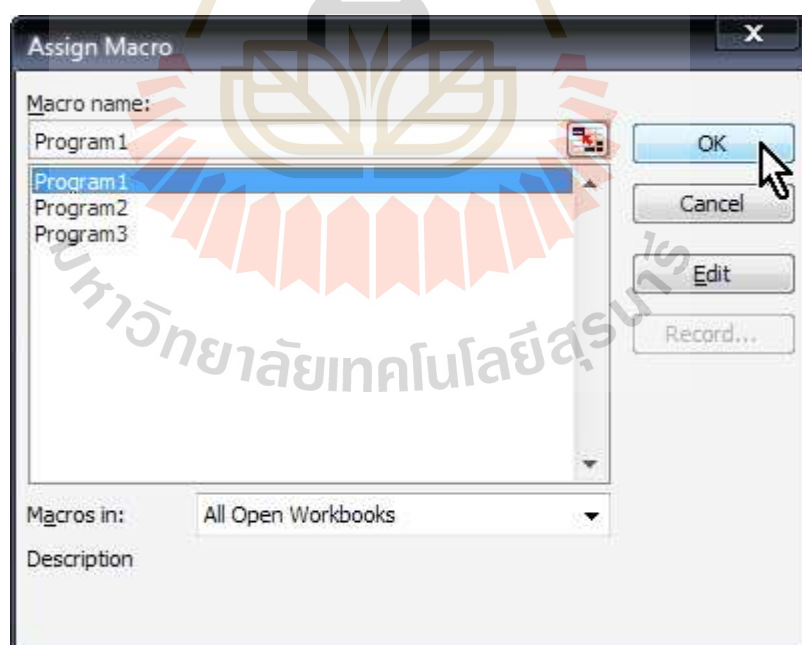
รูปที่ 2.43 การสร้างคำสั่งทูลบาร์ ขั้นตอนที่ 1 – 5

เพื่อความสะดวกรวดเร็วสามารถทำได้โดย

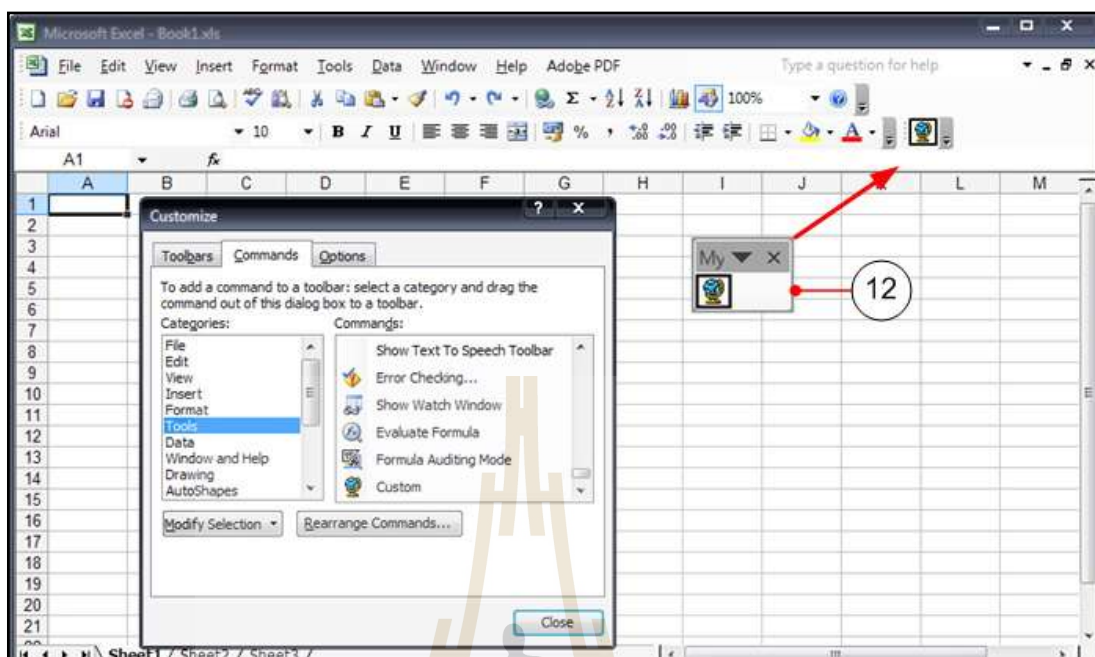
1. ที่เมนูบาร์ให้คลิก Tools>Customize
2. เมื่อใดจะลือก Customize ปรากฏให้คลิกแท็บ Toolbars
3. 3. คลิกปุ่ม New... เพื่อสร้างทูลบาร์ใหม่
4. ใดจะลือก New Toolbar จะปรากฏขึ้น ให้ตั้งชื่อให้กับทูลบาร์ ในตัวอย่างนี้ตั้งชื่อเป็น MyProgram จากนั้นให้คลิกปุ่ม OK
5. จะได้ทูลบาร์ใหม่ขึ้นมา
6. 6. คลิกที่แท็บ Commands
7. ในช่อง Categories ให้เลือก Tools
8. ในช่อง Commands ให้เลือกปุ่ม Custom ลากไปไว้ที่ทูลบาร์ใหม่
9. ที่ทูลบาร์ใหม่มีปุ่มคำสั่งขึ้นมาแล้ว ให้คลิกขวาที่ปุ่ม Custom
10. จะปรากฏเมนูขึ้นมาให้เลือกที่ Name ตั้งชื่อให้ปุ่มเป็น Program 1
11. ให้คลิกเลือกคำสั่ง Assign Macro.. จะมีใดจะลือกขึ้นมาให้คลิกเลือกโปรแกรม Program 1



รูปที่ 2.44 การสร้างคำสั่งทูลบาร์ ขั้นตอนที่ 6 – 11



รูปที่ 2.45 การติดตั้งคำสั่งในทูลบาร์



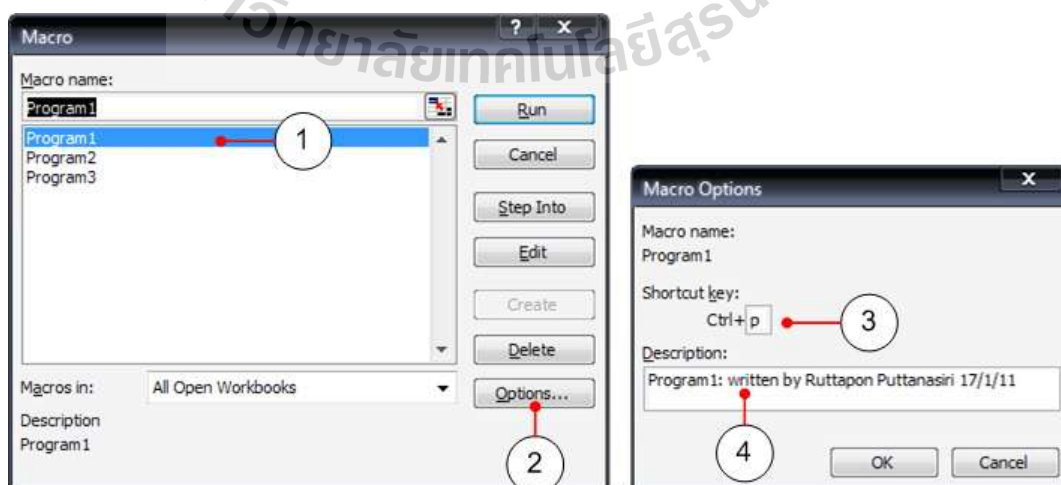
รูปที่ 2.46 ทูลบาร์

12. เมื่อได้กำหนดโปรแกรมให้กับปุ่มแล้ว ให้คลิกซ้ายที่ทูลบาร์ค้างเอาไว้ แล้วลากไปไว้ที่แถบทูลบาร์ด้านบน

5. วิธีการสร้างคีย์ลัด (Shotcut Key)

การเรียกใช้โปรแกรมอีกวิธีหนึ่งคือ การสร้างคีย์ลัด ด้วยการกดปุ่ม

Ctrl+ปุ่มอักษร



รูปที่ 2.47 การติดตั้งคีย์ลัด (Shotcut Key)

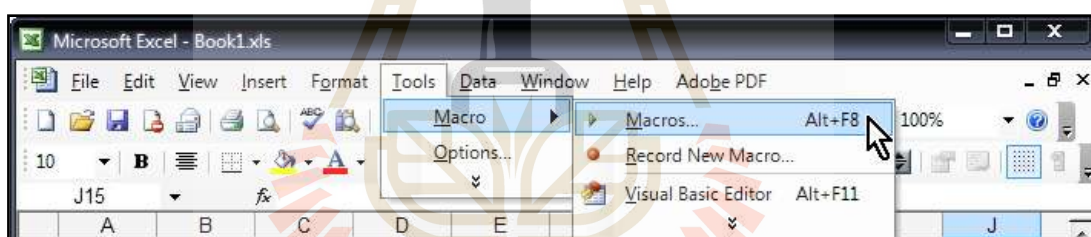
1. ที่เมนูให้คลิก Tools>Macro>Macros..จะปรากฏไดอะล็อก Macro ขึ้นมาให้เลือกโปรแกรมที่ต้องการสร้างคีย์ลัด ในตัวอย่างนี้เลือกโปรแกรม Program1
2. จากนั้นให้เลือกปุ่ม Options ก็จะมีไดอะล็อก Macro Options ปรากฏ
3. กำหนดอักษรที่จะใช้ในการเรียกโปรแกรม
4. ในช่อง Description: ให้พิมพ์ประโยคที่ใช้อธิบายความหมายของโปรแกรมเสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม OK ก็จะได้คีย์ลัดสำหรับเรียกใช้โปรแกรมแล้ว

2.5.2.4 ขกเลิกการติดตั้งมาโคร

การลบมาโครหรือ VBA ที่ไม่ต้องการใช้งานสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

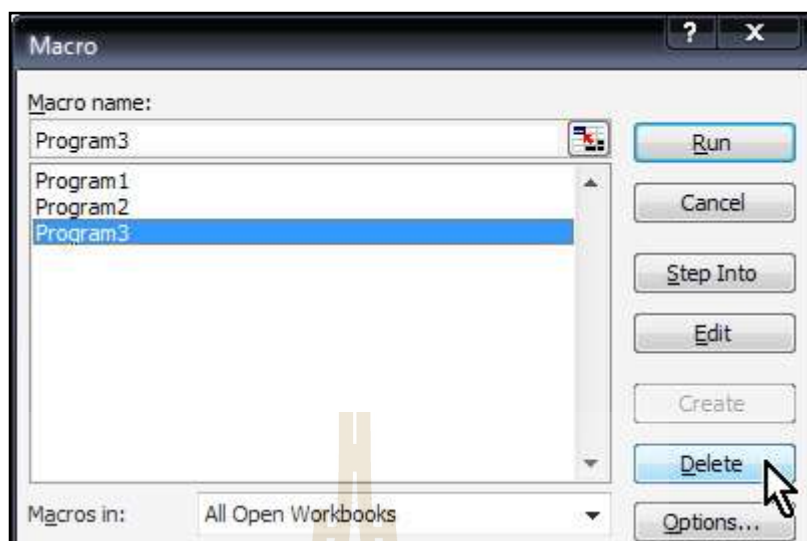
1. ลบโดยผ่านไดอะล็อก Macros

1.1 ที่เมนูบาร์ให้คลิกเลือก Tools>Macro>Macros



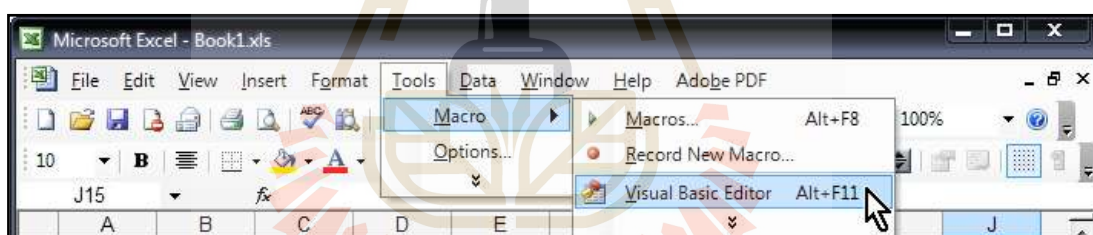
รูปที่ 2.48 ขกเลิกการติดตั้งมาโคร ผ่านไดอะล็อก Macros

- 1.2 ไดอะล็อก Macro จะปรากฏขึ้นมา ให้คลิกเลือกชื่อมาโครหรือโปรแกรมที่ต้องการลบ จากนั้นให้คลิกปุ่ม Delete จากรูปตัวอย่างต้องการลบมาโครที่ชื่อ Program3



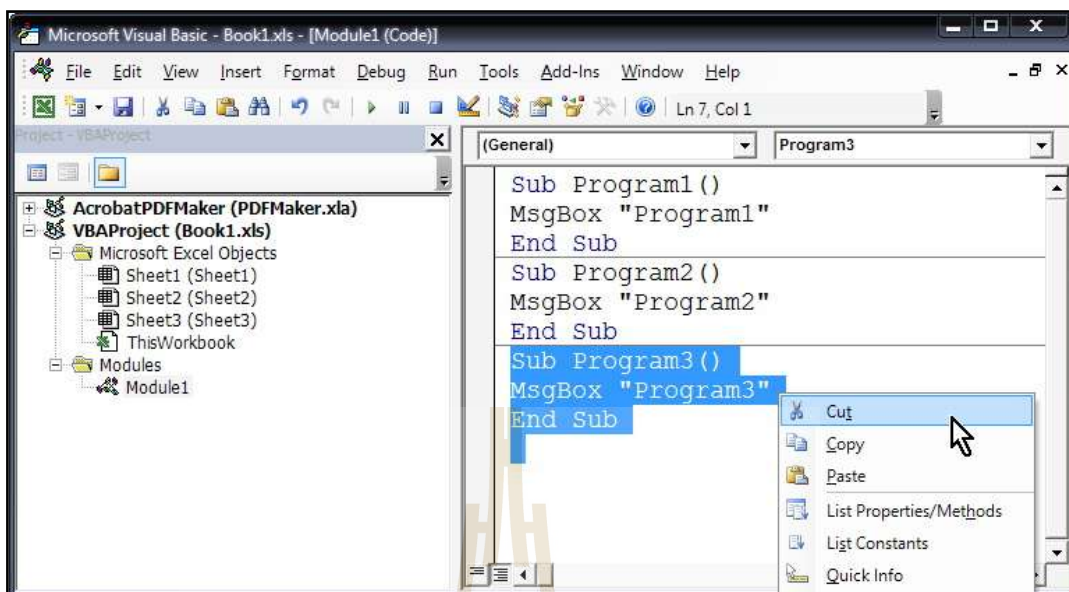
รูปที่ 2.49 การลบ Macros หรือ VBA

2. ลบมาโครหรือ VBA โดยเข้าไปลบที่หน้าต่าง Visual Basic Editor
 - 2.1 ที่เมนูบาร์ให้คลิกเลือก Tools>Macro>Visual Basic Editor



รูปที่ 2.50 การลบมาโครหรือ VBA ผ่าน Visual Basic Editor

- 2.2 เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Visual Basic Editor แล้ว ให้เลือกโปรแกรมที่ต้องการลบโดยการคลิกลากส่วนของโปรแกรม แล้วคลิกขวาเพื่อเลือกคำสั่ง Cut โปรแกรมก็จะถูกลบทันที

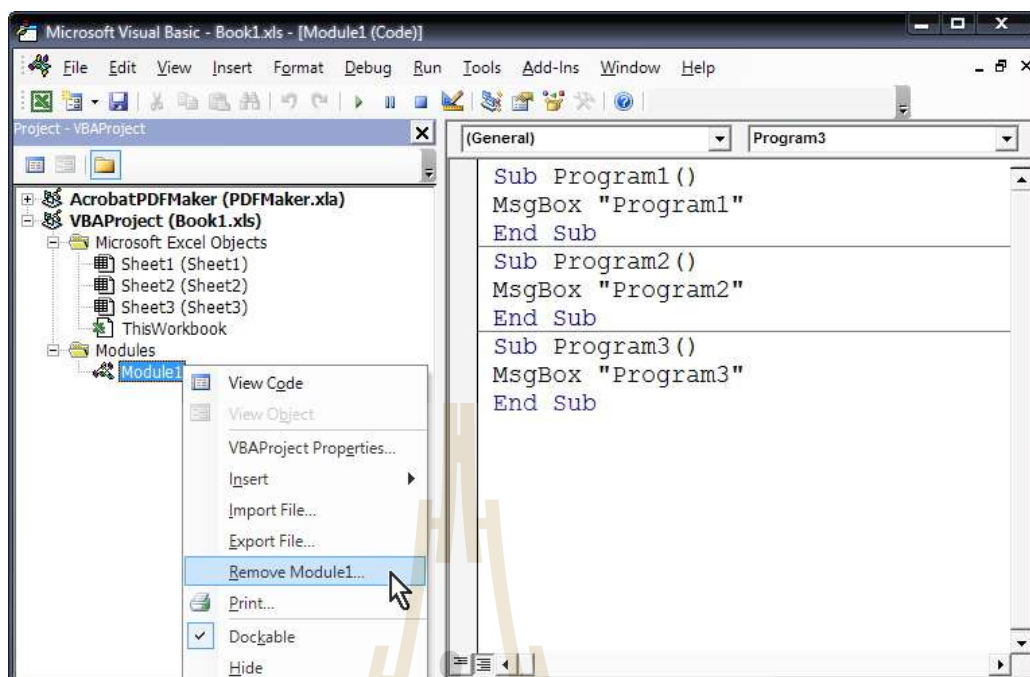


รูปที่ 2.51 การลบมาโครที่บรรทัดชุดคำสั่งของ Visual Basic Editor

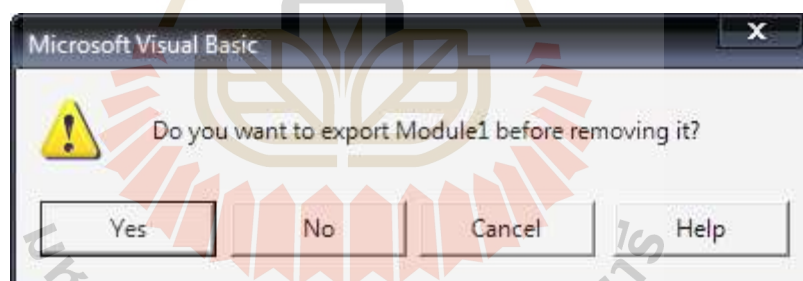
2.5.2.5 การลบโมดูล

โมดูล Module เป็นที่เก็บมาโคร หรือโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ ซึ่งอาจมีหลายโปรแกรมที่เขียนเก็บไว้ เช่น Module1 เก็บโปรแกรมไว้ 3 โปรแกรม ดังนั้นการลบ Module1 ก็เท่ากับได้ลบโปรแกรมทั้งหมดในโมดูลไปด้วย ดังนั้นก่อนการลบโมดูลแต่ละครั้งต้องตรวจสอบให้ถี่ถ้วนก่อน การลบโมดูลนั้นสามารถทำได้ดังนี้

1. เปิดหน้าต่าง Visual Basic Editor ด้วยการคลิกเลือก Tools> Macro> Visual Basic Editor
2. ที่หน้าต่าง Visual Basic Editor ให้เลือกคลิกขวา เลือกโมดูลที่ต้องการลบแล้วเลือกคำสั่ง Remove Module



รูปที่ 2.52 การลบโมดูลผ่านหน้าต่าง Visual Basic Editor



รูปที่ 2.53 ยืนยันการลบโมดูล

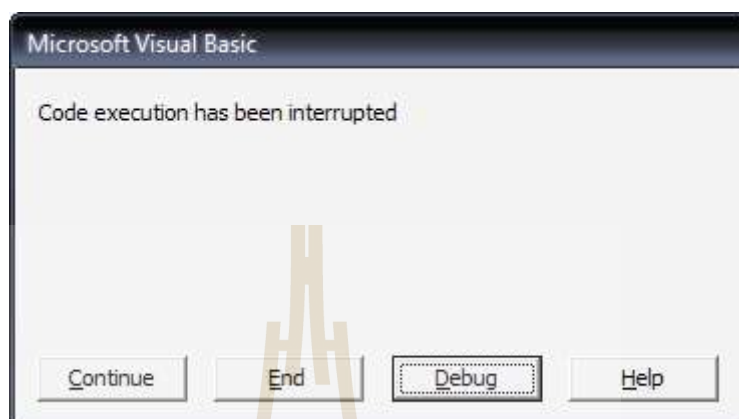
3. เมื่อคลิกเลือกคำสั่ง Remove Module1 จะปรากฏไดอะล็อกขึ้นมาถ้าเลือกปุ่ม Yes คือ ลบโมดูลโดยมีการส่งออกโมดูลไปเก็บไว้ที่อื่น ถ้าเลือกปุ่ม No คือ ลบโมดูลโดยไม่มีการส่งออกโมดูลไปเก็บไว้ที่อื่น

2.5.2.6 การหยุดโปรแกรม

กรณีต้องการหยุดโปรแกรมเนื่องจากโปรแกรมทำงานไม่ออกจากรูปหรือต้องการหยุดการทำงาน หรือหยุดเพื่อดูค่าของตัวแปรต่างๆ สามารถทำได้โดยกดปุ่ม <control> + <break> ในขณะที่โปรแกรมกำลังทำงาน

Continue หมายถึง ให้โปรแกรมทำงานต่อไป

End	หมายถึง ให้โปรแกรมจบการทำงาน
Debug	หมายถึง ให้โปรแกรมแสดงคำสั่ง Source code
Help	หมายถึง ส่วนให้ความช่วยเหลือ



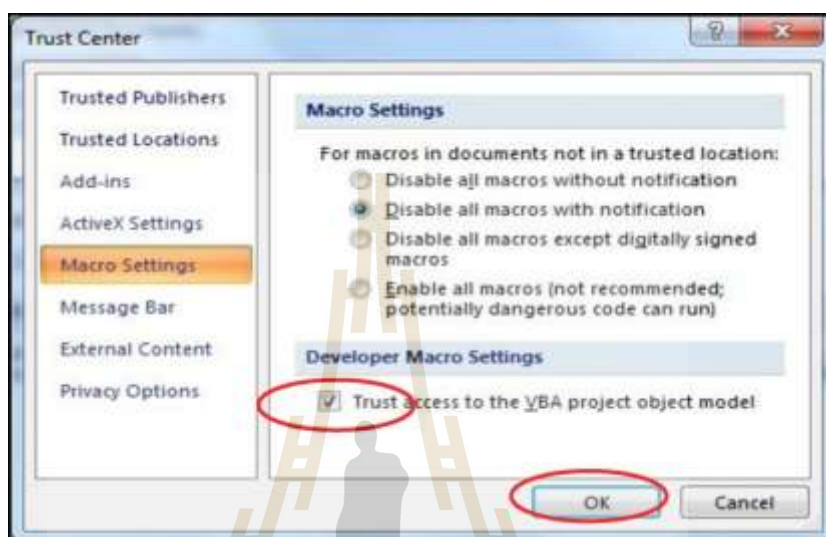
รูปที่ 2.54 การหยุดโปรแกรม

2.5.2.7 การป้องกันมาโคร (enable and disable macro)

ถึงแม้ว่า การเขียนคำสั่ง VBA หรือการสร้างมาโคร จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาการทำงานของโปรแกรมก็ตาม แต่อีกด้านหนึ่งการเปิดใช้ความสามารถของคำสั่ง ก็เป็นการเปิดช่องให้ไวรัสต่างๆที่เขียนด้วยคำสั่ง VBA เข้ามาก่อความหรือทำอันตรายกับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไฟล์งานที่ได้ทำไว้ได้เหมือนกัน ดังนั้นการป้องกันการดำเนินงานของคำสั่ง VBA หรือมาโคร ก็เป็นเรื่องสำคัญที่ผู้ใช้งานจำเป็นต้องทราบเพื่อหาทางป้องกัน ในโปรแกรมเอ็กเซลล์สามารถป้องกันการดำเนินงานของรหัสคำสั่ง VBA หรือมาโครไม่ให้ทำงานได้โดยการกำหนดค่าดังนี้

1. คลิกที่เมนูบาร์ File>Options
2. เลือกแท็บ Trust Center คลิกที่ปุ่ม Trust Center Setting
3. ทางเลือกของระดับความปลอดภัย 4 ระดับ คือ
 - 3.1 Disable all macros without notification หมายถึง ยกเลิกการรันโค้ดและไม่มีการแจ้งเตือน ถือเป็นการป้องกันแบบเด็ดขาด
 - 3.2 Disable all macros with notification หมายถึง ยกเลิกการรันโค้ด แต่มีการแจ้งเตือนเพื่อให้เราเป็นผู้เลือก เป็นตัวเลือกที่ควรใช้งาน
 - 3.3 Disable all macros except digitally signed macros หมายถึง ยกเลิกการรันโค้ด ยกเว้นมาโครที่มีลายเซ็น

3.4 Enable all macros (not recommended; potentially dangerous code can run) หมายถึง ให้รันโค้ดได้ทันทีที่เปิดไฟล์ Excel เป็นตัวเลือกที่ไม่ควรเลือกเป็นอย่างยิ่ง ยกเว้นเพียงกรณีเดียวเท่านั้น คือ เปิดไฟล์ที่น่าเชื่อถือว่าเป็นปลอดภัย



รูปที่ 2.55 การตั้งค่า Security Level



บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วย VBA บน AutoCAD และ Microsoft Excel มีขั้นตอนวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 กำหนดตัวอย่างแบบก่อสร้างเพื่อใช้ในการศึกษา

ภายใต้ขอบเขตของการศึกษา ได้กำหนดตัวอย่างแบบก่อสร้างเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าจากการเขียนแบบแปลนอาคาร ในรูปแบบของกราฟิกและตัวเลข โดยการอ้างอิงแบบมาตรฐานบ้านเพื่อประชาชน พ.ศ.2559 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย จำนวน 2 แบบ ดังนี้

1. แบบบ้านครอบครัวไทยร่วมสมัย 2 พื้นที่ใช้สอย 120 ตารางเมตร
2. แบบบ้านครอบครัวไทยร่วมสมัย 6 พื้นที่ใช้สอย 70 ตารางเมตร

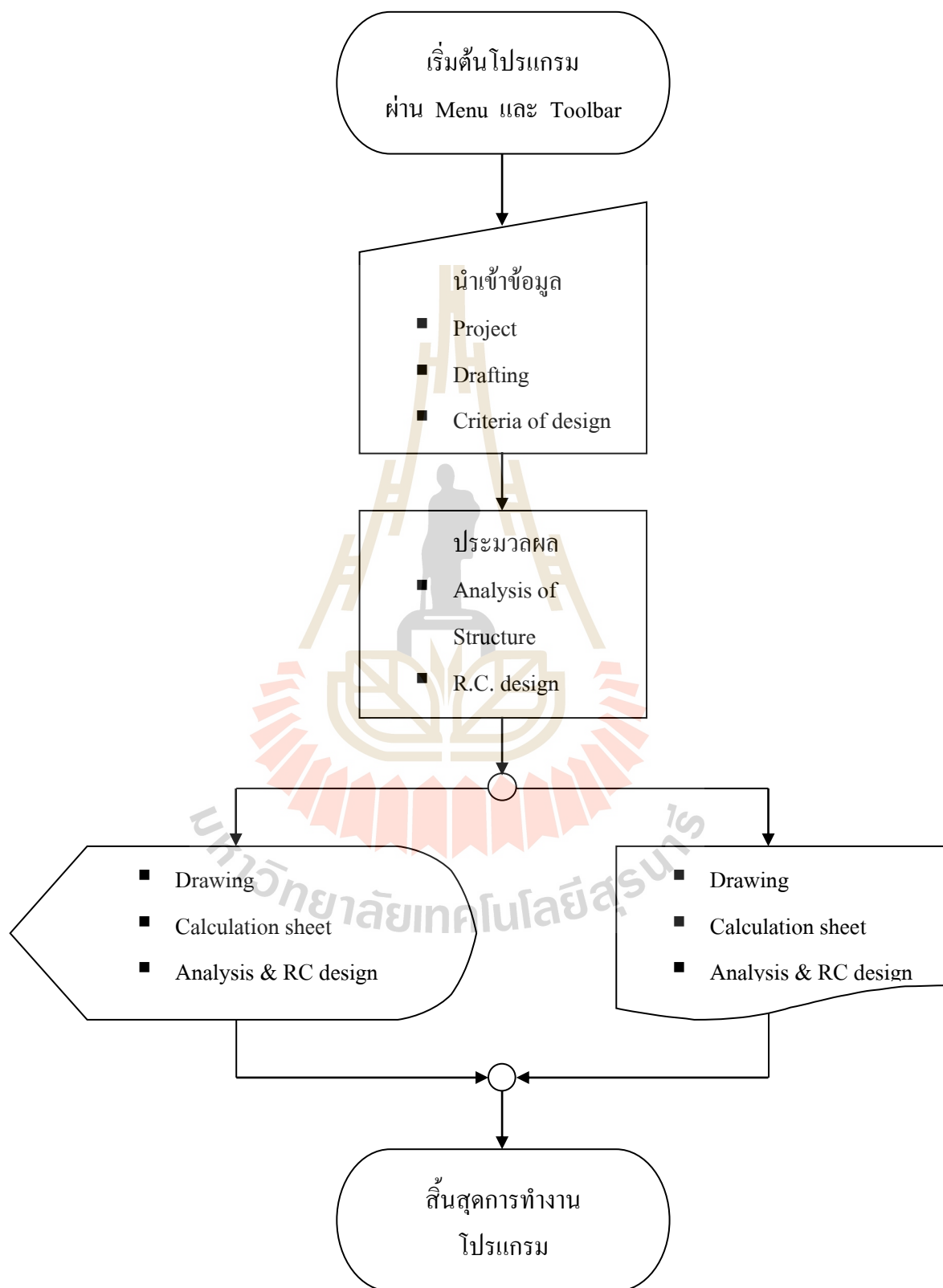


รูปที่ 3.1 ตัวอย่างแบบก่อสร้างเพื่อใช้ในการศึกษา

3.2 การพัฒนาโปรแกรม

3.2.1 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากก่อนที่จะพัฒนาโปรแกรมใดก็ตาม จะต้องวิเคราะห์ระบบงานปัจจุบันและความต้องการของระบบงานใหม่ เพื่อนำมาเป็นรายละเอียดในการพัฒนาโปรแกรม โดยเขียนขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย Data Flow Diagram (DFD) ใช้สัญลักษณ์รูปภาพแสดงการไหลของข้อมูลระหว่างกระบวนการต่างๆ ในระบบ ทำให้เห็นภาพรวมว่าข้อมูลที่นำเข้ามาจากแหล่งไหนและปลายทางจะไปที่ใด แผนผังดังกล่าวเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในอนาคตสามารถช่วยให้ผู้ที่สนใจศึกษาการทำงานของระบบได้ง่าย ช่วยลดระยะเวลาในการศึกษาเพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมได้อย่างต่อเนื่อง

แผนผัง DFD โปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก



3.2.2 การออกแบบ (Design) คือ ขั้นตอนที่น่าผลจากการวิเคราะห์มาใช้ในการออกแบบโปรแกรมตามที่ต้องการ

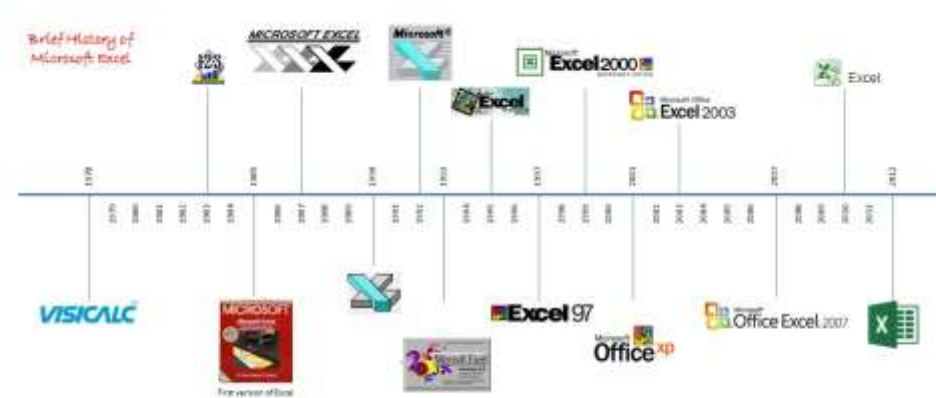
3.2.3 การพัฒนา (Development) คือ ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ โดยเลือกใช้ภาษาและฐานข้อมูลที่มีความเหมาะสมและง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไขภายหลัง

3.2.4 การทดสอบ (Testing) เมื่อทำการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะนำไปติดตั้งเพื่อใช้งานจริงจะต้องทำการทดสอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ผู้ศึกษาเลือกพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ชุดคำสั่ง VBA บน AutoCAD และ Microsoft Excel (ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในวงการวิศวกรรม ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีทักษะพื้นฐานการใช้งานอยู่บ้างแล้ว และเปิดโอกาสให้ผู้มีความสนใจพัฒนาโปรแกรม) ให้มีคุณลักษณะที่ใช้งานได้ง่ายและคุ้นเคยเหมือนขั้นตอนการทำงานวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบก่อสร้างปกติทั่วไป โดยใช้ข้อมูลจากการเขียนแปลนนำเข้าข้อมูลในรูปแบบกราฟิกและป้อนตัวเลข เพื่อใช้วิเคราะห์คำนวณโครงสร้างคานโดยวิธี Moment Distribution จากนั้นก็ดำเนินการออกแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน(WSD) เมื่อได้ปริมาณเหล็กเสริมพร้อมทั้งหน้าตัดพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เหมาะสม ก็จะนำมาแสดงและเขียนแบบได้โดยอัตโนมัติบน AutoCAD

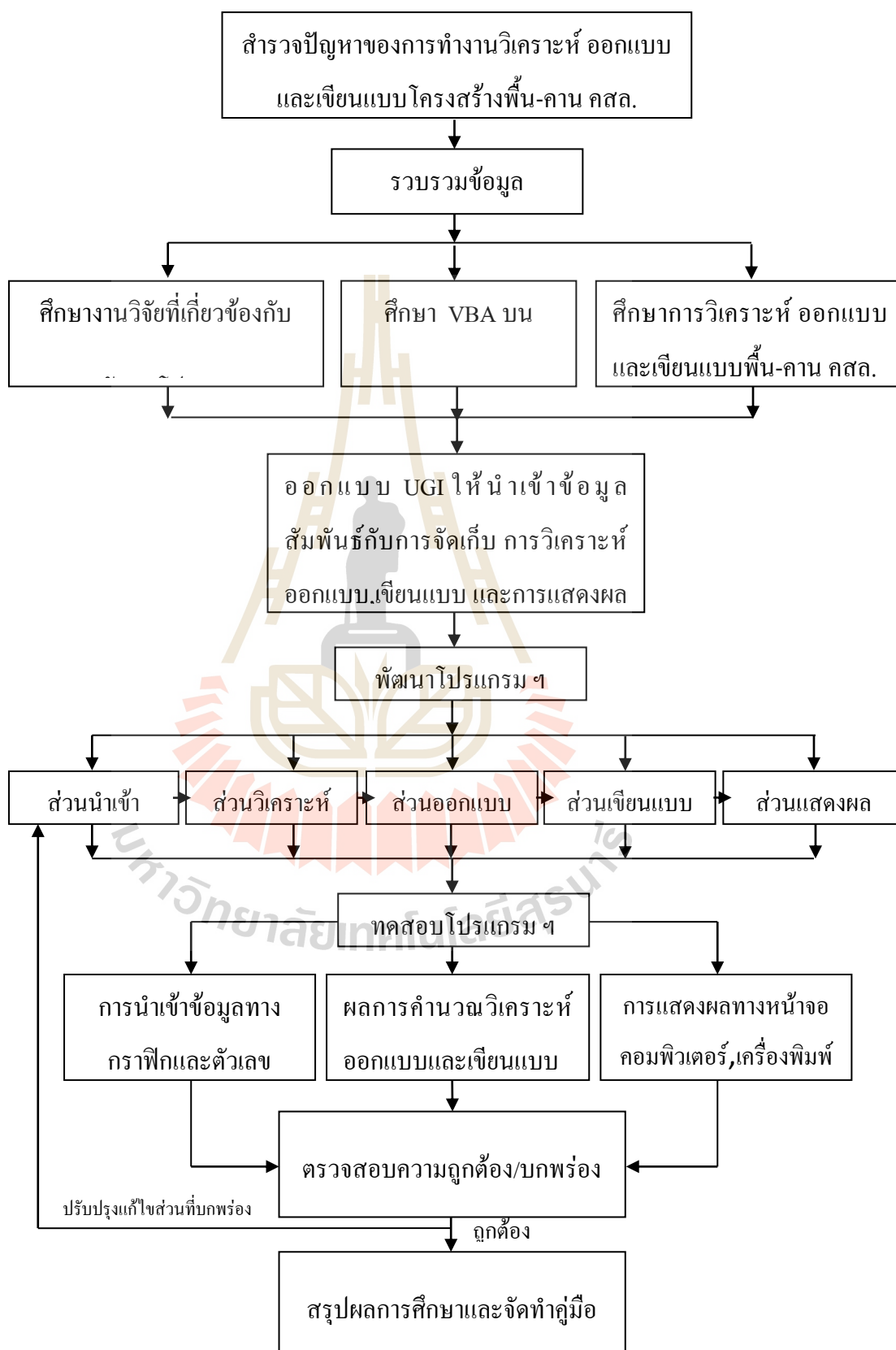


รูปที่ 3.2 AutoCAD Release History



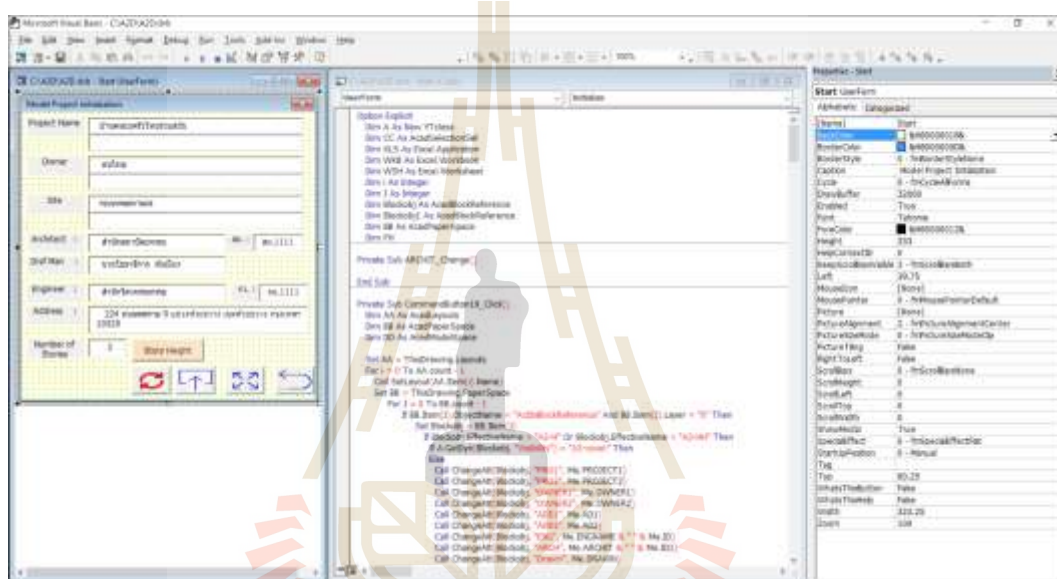
รูปที่ 3.3 Microsoft Excel Release History

แผนผังการพัฒนาโปรแกรม

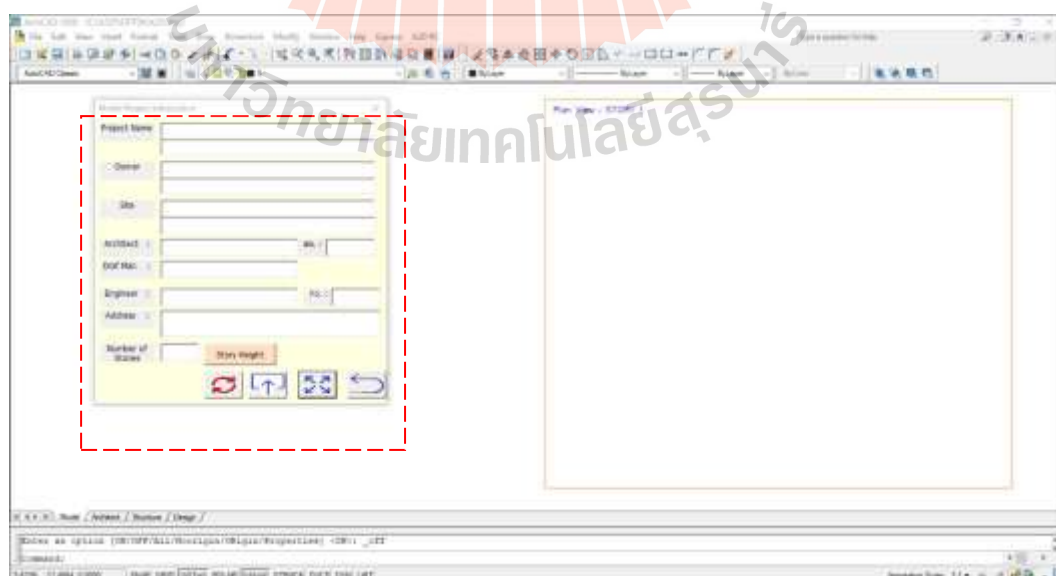


3.3 การสร้างชุดคำสั่ง VBA

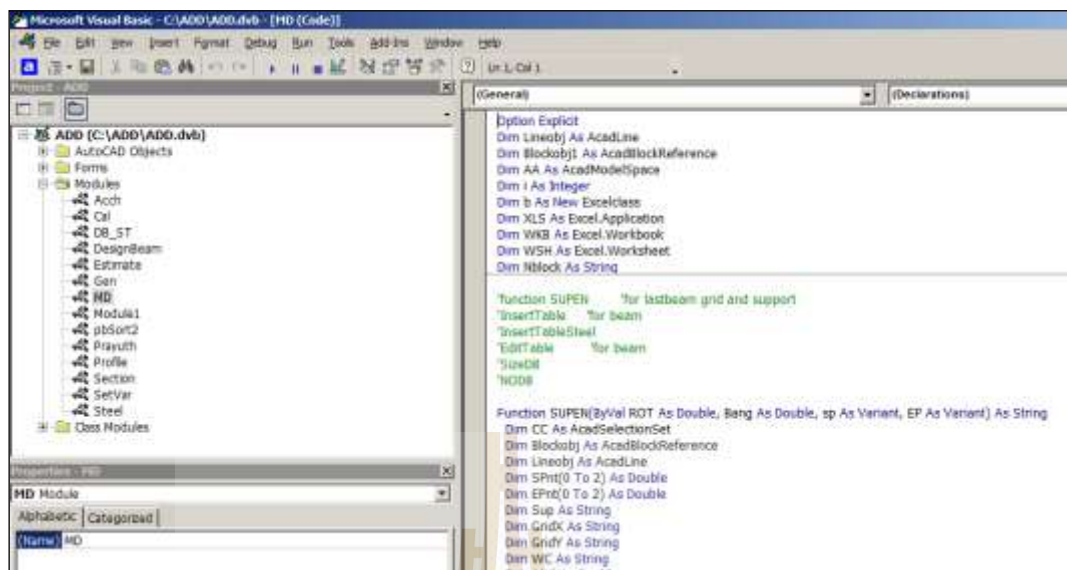
เป็นขั้นตอนที่ผู้ศึกษาต้องดำเนินการสร้างชุดคำสั่ง VBA ด้วยตนเอง ในส่วนการนำเข้าข้อมูล ส่วนคำนวณ ส่วนเชื่อมโยงข้อมูลโครงการ และส่วนแสดงผล บน AutoCAD และ Excel เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ขณะสร้างชุดคำสั่ง โดยทำการป้อนข้อมูลโดยใช้แบบมาตรฐานบ้านเพื่อประชาชน พ.ศ.2559 ของกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย จำนวน 2 แบบ เพื่อใช้ในการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยโปรแกรม ควบคู่กับการคำนวณด้วยมือและวิธีการทำงานปกติ



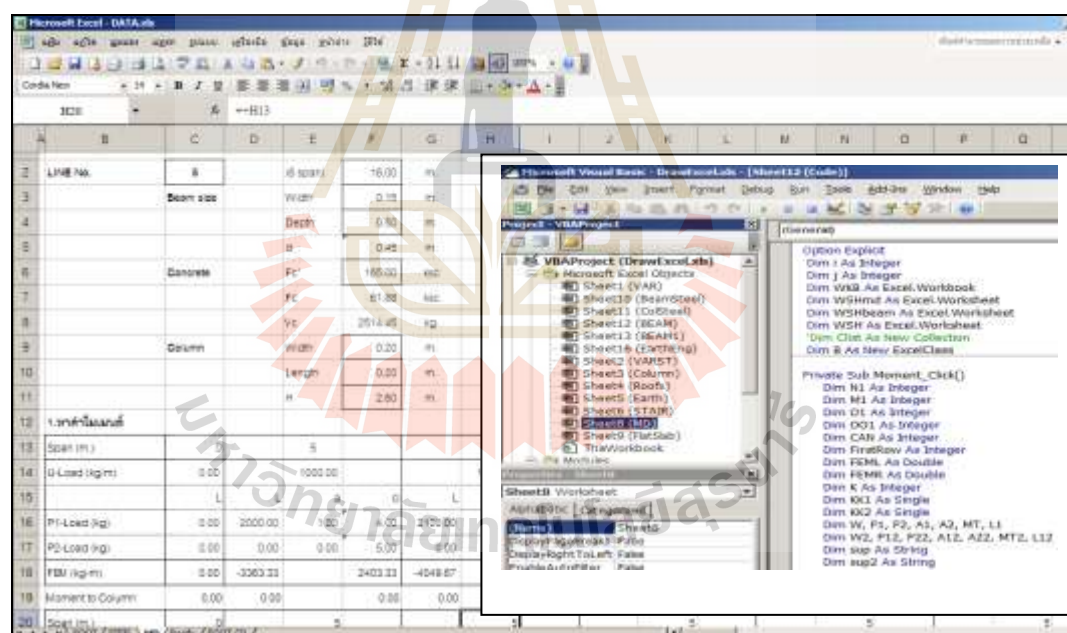
รูปที่ 3.4 สร้างชุดคำสั่งบน VBA Editor ใน AutoCAD



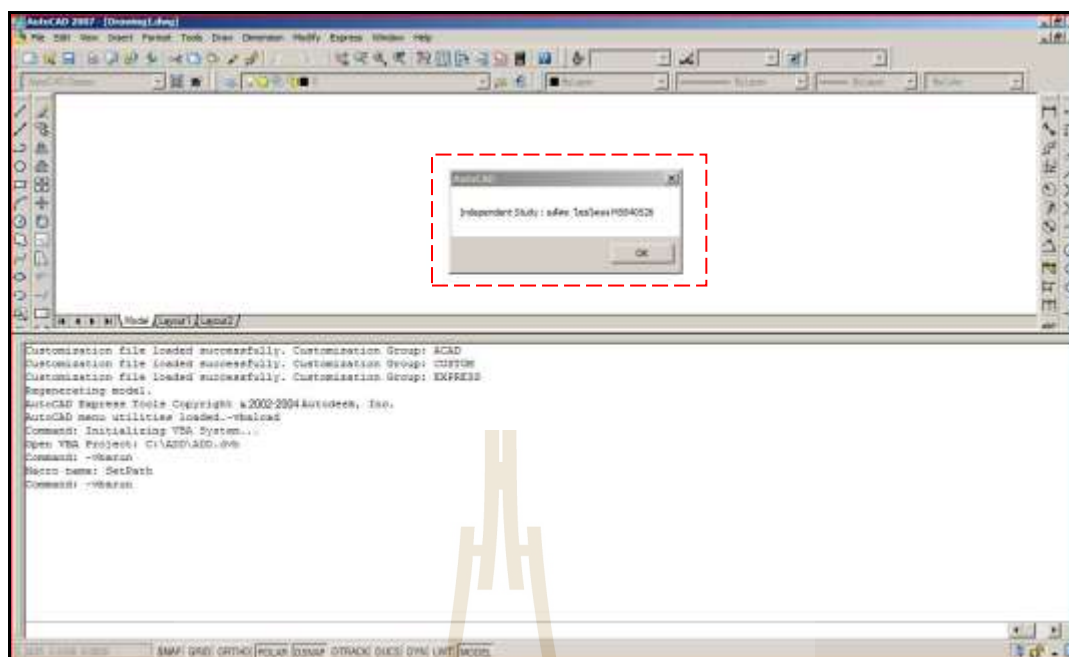
รูปที่ 3.5 สร้างชุดคำสั่ง Form เพื่อรับข้อมูลในโปรแกรม AutoCAD



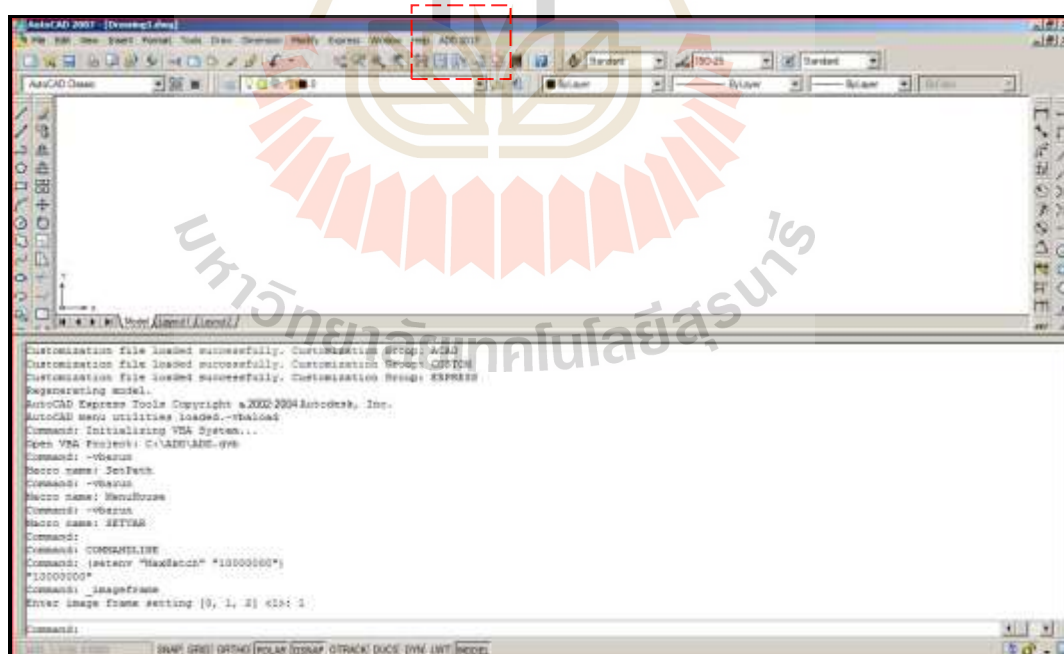
รูปที่ 3.6 สร้างชุดคำสั่ง VBA บน AutoCAD ให้ทำการถ่ายหน้าครบทุก



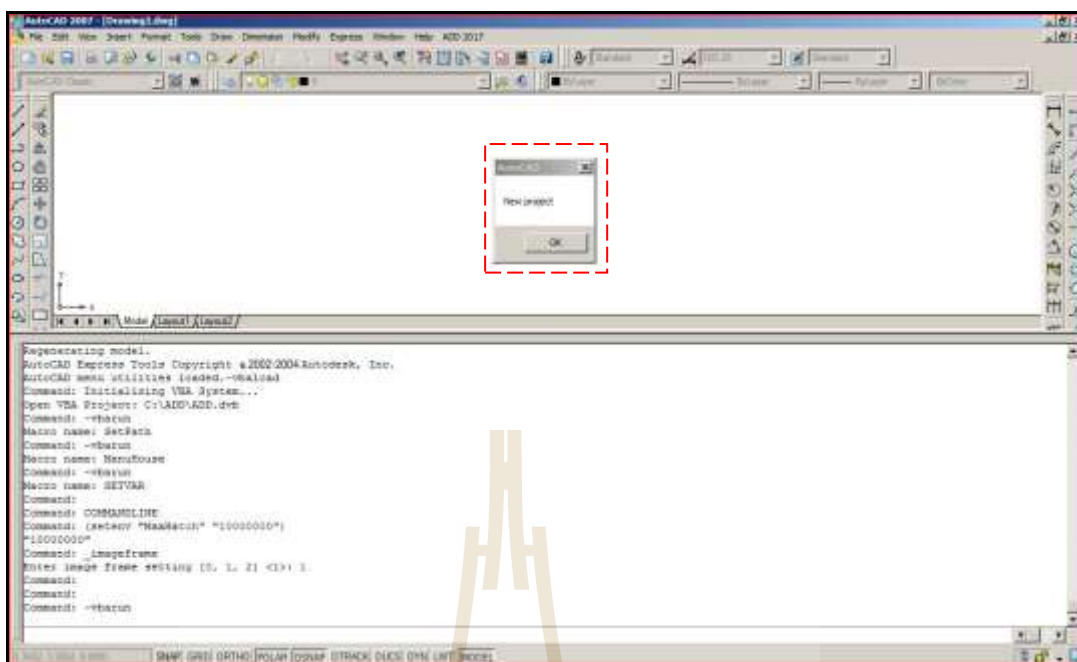
รูปที่ 3.7 สร้างชุดคำสั่ง VBA บน Excel ให้ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง



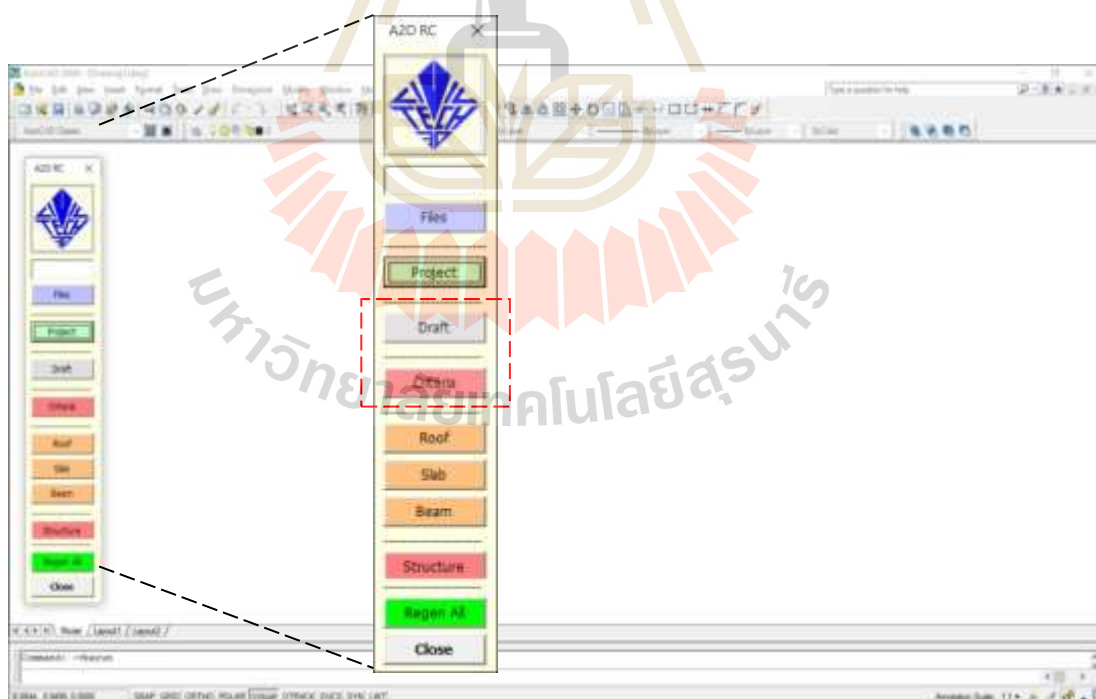
รูปที่ 3.8 สร้างข้อความแจ้งสิทธิการใช้งานโปรแกรม



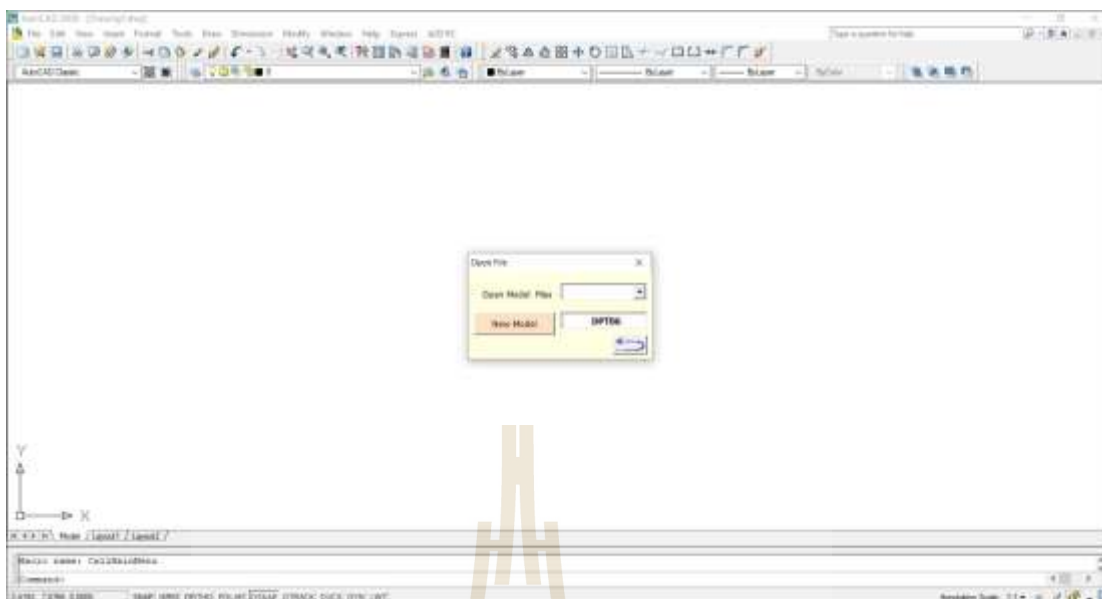
รูปที่ 3.9 สร้างเมนูบาร์ชื่อ A2D RC บน AutoCAD



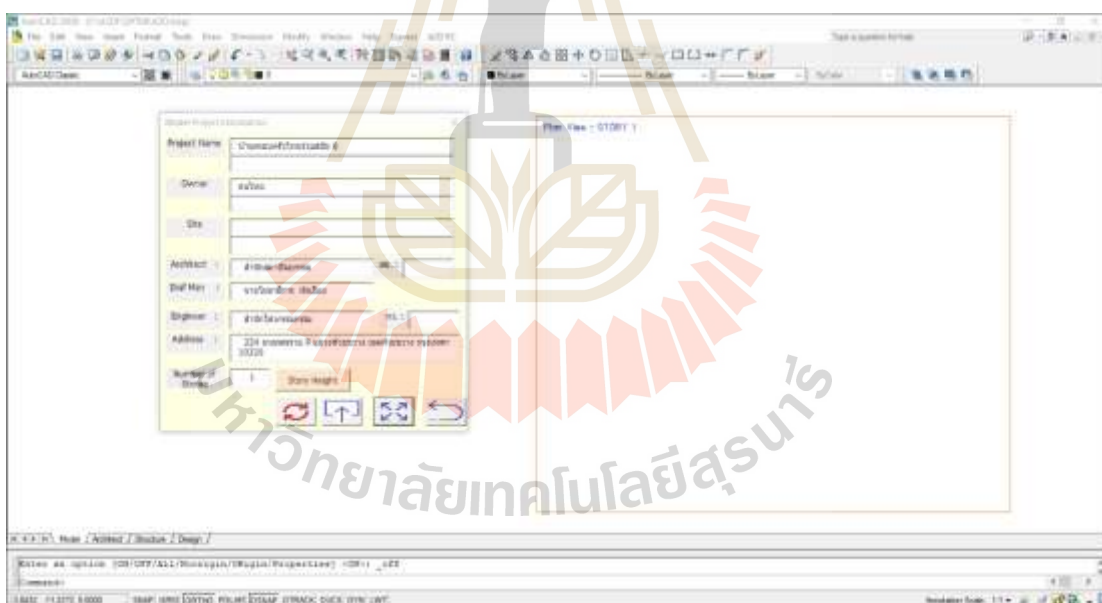
รูปที่ 3.10 สร้างส่วนแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโปรแกรม



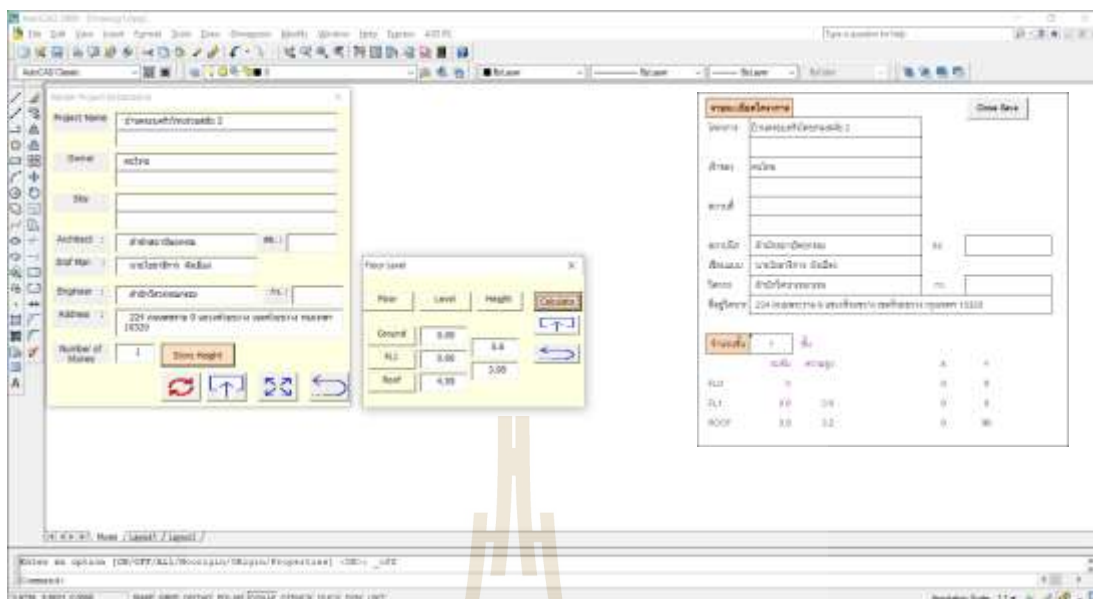
รูปที่ 3.11 สร้างส่วนแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโปรแกรม



รูปที่ 3.12 สร้างปุ่ม Files เพื่อเปิดไฟล์งานเก่าหรือตั้งชื่องานใหม่



รูปที่ 3.13 สร้างปุ่ม Project เพื่อจัดเก็บข้อมูลต่างโครงการ



รูปที่ 3.14 สร้างการเชื่อมโยงข้อมูลโครงการ ด้วย VBA จาก AutoCAD ไป Excel

3.4 การทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

เมื่อทำการสร้างชุดคำสั่ง VBA บน Editor ของ AutoCAD และ Microsoft Excel เสร็จสิ้นแล้ว ต้องทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมว่าสามารถนำเข้าข้อมูล สามารถวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ โครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก พร้อมทั้งแสดงผลผังทาง จอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ ได้หรือไม่ โดยทำการทดสอบส่วนต่างๆ ของโปรแกรม แบ่ง ออกเป็น 4 ส่วน หลักๆ ได้แก่

1. ทดสอบการนำเข้าข้อมูลทางกราฟิกและตัวเลข

เป็นส่วนที่ผู้ใช้โปรแกรมฯ ป้อนข้อมูลรายละเอียดที่จำเป็น โดยศึกษาจากแบบตัวอย่าง ที่ได้กำหนดไว้ทางด้านสถาปัตย์และวิศวกรรมโครงสร้าง เพื่อไม่ให้สับสนและใช้งานได้ง่าย จึง จัดเก็บข้อมูลผ่านไดอะล็อกบ็อก (Graphic User Interface ; GUI) เพื่อนำข้อมูลที่จัดเก็บลงใน แผ่นงานชื่อ Project ใน Microsoft Excel (work sheet data) ได้แก่ ชื่อโครงการ จำนวนชั้นที่ ออกแบบ ความสูงของอาคาร ซึ่งในส่วนนี้จะมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่รับเข้ามาในโปรแกรมฯ นำไปสู่การคำนวณและแสดงผลผัง ในการพัฒนาโปรแกรมฯ ได้ออกแบบให้ผู้ใช้งานป้อนข้อมูล น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยการเลือกใช้ข้อมูลเท่ากับความต้องการในการคำนวณ แล้วส่งความ เชื่อมโยงไปสู่การเก็บข้อมูล การคำนวณข้อมูลและแสดงผลให้ครบถ้วนที่สุด

2. ทดสอบส่วนเก็บข้อมูลและคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ

2.1 ส่วนจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ เป็นฐานข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณ เช่น พารามิเตอร์ในการออกแบบ น้ำหนักบรรทุกตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร โดยแยกเป็นแผ่นงาน เช่น แผ่นงานโครงการ Project แผ่นงานพารามิเตอร์ แผ่นงานพื้น แผ่นงานคานใน Microsoft Excel work sheet data โดยแต่ละแผ่นงานส่วนเก็บข้อมูลนี้จะใช้มาโคร (Macro) และ VBA ทำการเชื่อมโยงกับส่วนรับข้อมูล ส่วนคำนวณข้อมูล ส่วนแสดงผล

2.2 ส่วนคำนวณวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างพื้น-คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของโปรแกรม ฯ เนื่องจากจะทำหน้าที่รับข้อมูลที่ป้อนจากส่วนป้อนข้อมูล เพื่อนำไปอ้างอิงกับส่วนเก็บข้อมูล แล้วจึงทำการประมวลผล จากนั้นจะส่งผลไปแสดงค่าในส่วนแสดงผล ในขั้นตอนนี้จะทำการสร้างสูตรในการคำนวณข้อมูลเรียกใช้ฟังก์ชัน (Function) การกำหนดมาโคร (Macro) และการใช้ Visual Basic Application (VBA) ที่มีอยู่ใน AutoCAD และ Microsoft Excel ออกมาใช้งาน เพื่อใช้ในการคำนวณและนำไปสู่การแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ซึ่งสูตรคำนวณเหล่านี้จะอยู่ภายในแผ่นงาน ส่วนป้อนข้อมูล แผ่นงานเก็บข้อมูล และแผ่นงานแสดงผล โดยจะตั้งค่าการป้องกันเซลล์ที่ป้อนสูตรคำนวณไว้ไม่ให้ผู้ใช้แก้ไขได้ เพื่อป้องกันการกรอกข้อมูลผิดพลาด

2.3 ส่วนการเขียนแบบ โครงสร้างพื้น-คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นขั้นตอนที่ต้องทดสอบหาข้อผิดพลาดนำมาปรับปรุงพัฒนาโปรแกรม โดยหลังจากที่ได้นำเข้าข้อมูล และประมวลผลการวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้าง พื้น-คาน ค.ส.ล. แล้วเสร็จ มาดำเนินการสร้างแบบแปลน สร้างรูปตัดขยาย

3. ทดสอบส่วนแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์

เป็นส่วนที่แสดงผลในลำดับขั้นตอนสุดท้ายของโปรแกรม จะทำการแสดงผลผลลัพธ์ของการคำนวณวิเคราะห์โครงสร้าง การออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก แสดงแบบทางวิศวกรรมโครงสร้าง รวมถึงรายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง สามารถแสดงผลลัพธ์และดูรายละเอียดทางจอภาพ เมื่อจะนำไปใช้งานก็เพียงสั่งพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน

4. ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขจุดบกพร่อง

เมื่อดำเนินการพัฒนาโปรแกรม ฯ เสร็จสิ้นแล้วจะทำการทดสอบการใช้งานว่ามีจุดบกพร่องหรือข้อผิดพลาดหรือไม่ โดยจะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

- 4.1 ใช้แบบมาตรฐานบ้านเพื่อประชาชน พ.ศ.2559 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย จำนวน 2 แบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าและตรวจสอบ เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับการคำนวณด้วยมือ
- 4.2 กรณี พบข้อผิดพลาด (Error and Bug) ต้องดำเนินการย้อนกลับไปแก้ไข ข้อบกพร่องตามผังขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม
- 4.3 กรณีโปรแกรมแล้วเสร็จสมบูรณ์ ไม่พบข้อผิดพลาด ให้ดำเนินการสรุปการศึกษา และข้อเสนอแนะพร้อมจัดทำคู่มือการใช้งาน

3.5 จัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม

การจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของโปรแกรม เนื่องจากไม่ว่าโปรแกรมจะทำงานได้ดีเพียงใด แต่หากผู้ใช้ไม่เข้าใจขั้นตอนการใช้งานก็ไม่สามารถนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ตั้งไว้ คู่มือการใช้งานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ โครงสร้างพื้น - คานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยจะจัดทำเป็นรูปเล่มแสดงเป็นภาพสี เพื่อให้สะดวกในการใช้งานและมีรูปแบบที่เป็นไฟล์เอกสารบันทึกลงในแผ่นซีดีรอม สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการเปิดอ่านได้ มีแนวทางในการจัดทำ ดังนี้

1. บรรยายขั้นตอนให้ผู้ใช้ดำเนินการได้จนบรรลุวัตถุประสงค์ของการใช้งาน
2. เนื้อหาในคู่มือการใช้งาน จะประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม
3. มีการแนะนำการป้อนข้อมูลที่จำเป็นต่างๆอย่างชัดเจน
4. มีการอธิบายถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง
5. แสดงตัวอย่างการป้อนข้อมูลจากแบบที่ใช้ในการศึกษาพัฒนาโปรแกรม

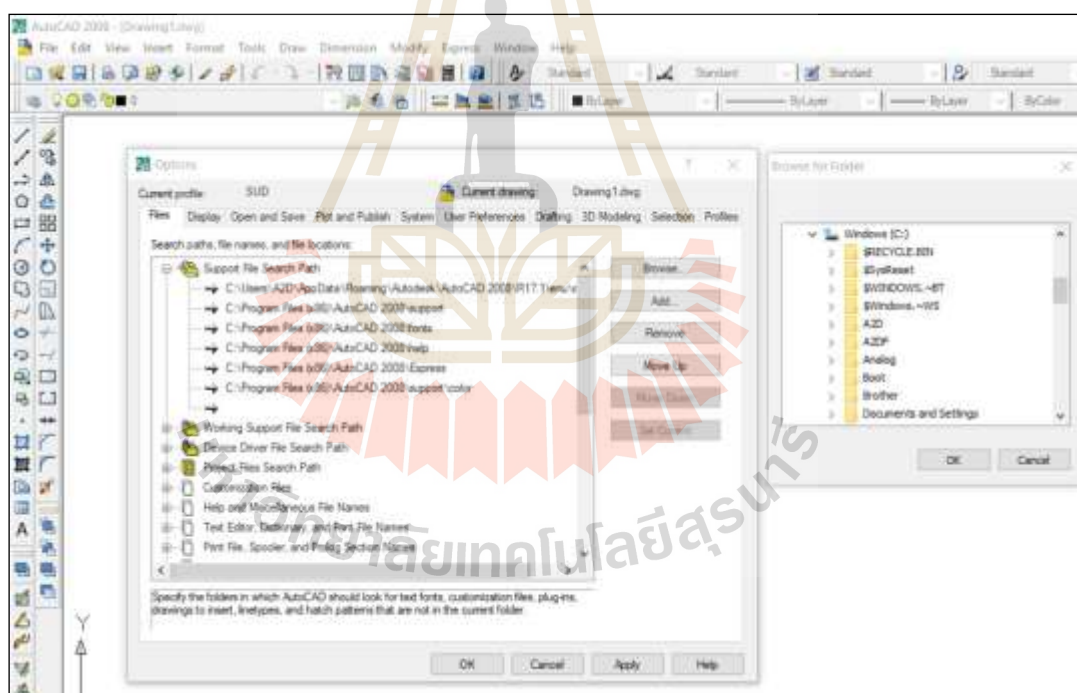
บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การติดตั้งโปรแกรม

ก่อนทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลต้องติดตั้งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเสียก่อน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการ Copy Folder “A2D” และ “A2DF” นำไปไว้ที่ Drive C:\
2. ทำการบอกเส้นทางการเรียกใช้ Files เข้าที่โปรแกรม AutoCAD เลือกที่ Menu bar>Tools>Options> ที่ Tab Files ให้เลือก Support Files Search Path> Click เลือกปุ่ม Add> Click เลือกปุ่ม Browse จากนั้นให้เลือกเส้นทางติดตั้งโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เส้นทางการเรียกใช้ Files โปรแกรม A2D RC ใน AutoCAD

C:\A2D C:\A2D\ HATCH

C:\A2D\ Block C:\A2D\ ICON

C:\A2D\ FONT C:\A2DF

เมื่อติดตั้งจนครบแล้ว ให้ Click เลือกปุ่ม OK



รูปที่ 4.4 เมนูบาร์โปรแกรม A2D RC บน AutoCAD

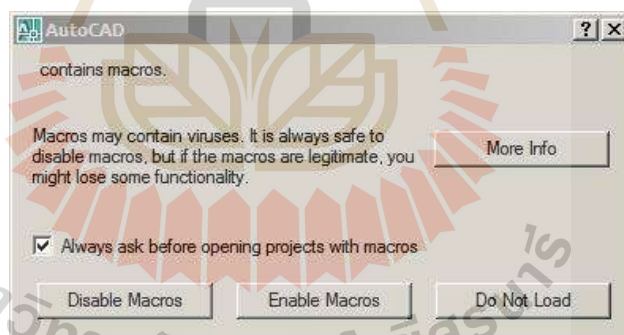
4.2 การตั้งค่าสภาพแวดล้อม และการเรียกใช้งาน A2D RC

ก่อนที่จะเริ่มต้นการใช้งาน A2D RC จำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องเตรียมความพร้อมในการกำหนดค่าสภาพแวดล้อมในการทำงานของโปรแกรมบน AutoCAD และ Microsoft Excel ให้มีความเหมาะสม เพื่อลดปัญหาข้อผิดพลาดในขณะใช้งาน

โปรแกรม AutoCAD และ Microsoft Excel อาจมองว่าชุดคำสั่ง VBA ของ A2D RC เป็นอันตราย จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกำหนดค่ายอมรับความปลอดภัยของ Macro ให้เหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 AutoCAD Macro

VBA Macros ของ AutoCAD เตือนให้กำหนดค่าความปลอดภัย ให้เลือกเอาเครื่องหมายถูกออกจาก ☒ Always ask before opening project with macro แล้วเลือก Enable Macros



รูปที่ 4.5 Security Macro บน AutoCAD

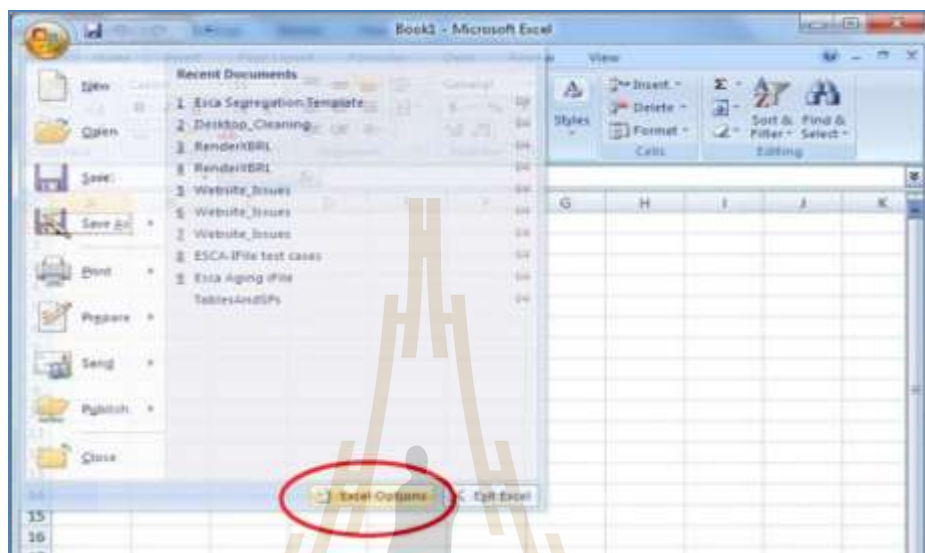


รูปที่ 4.6 Enable Macro บน AutoCAD

4.2.2 Microsoft Excel Macro

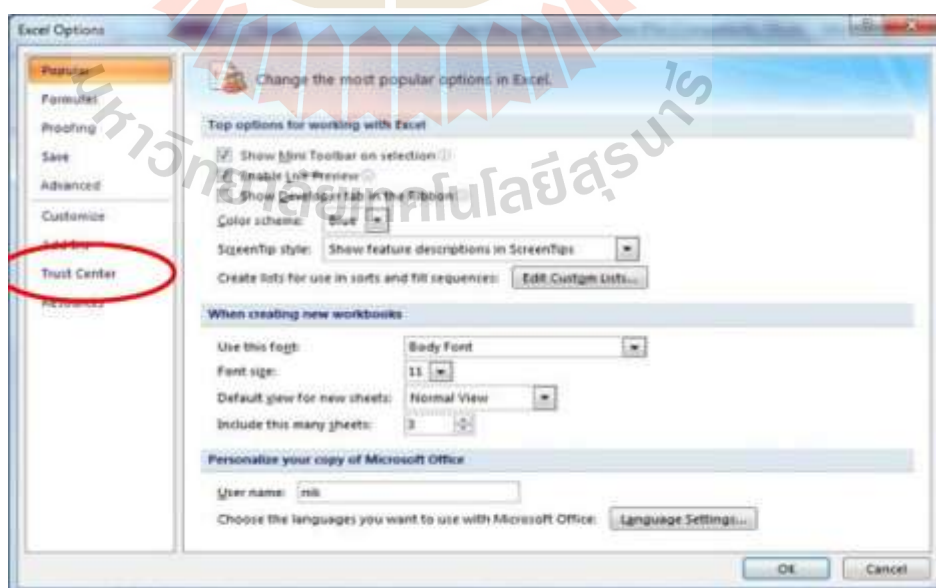
สำหรับ Excel 2007 ต้องตั้งค่าความปลอดภัย (Trust Center) มีขั้นตอนดังนี้

1. ไปที่เมนู (Menu) และกดเลือกตัวเลือก Excel (Excel Options)



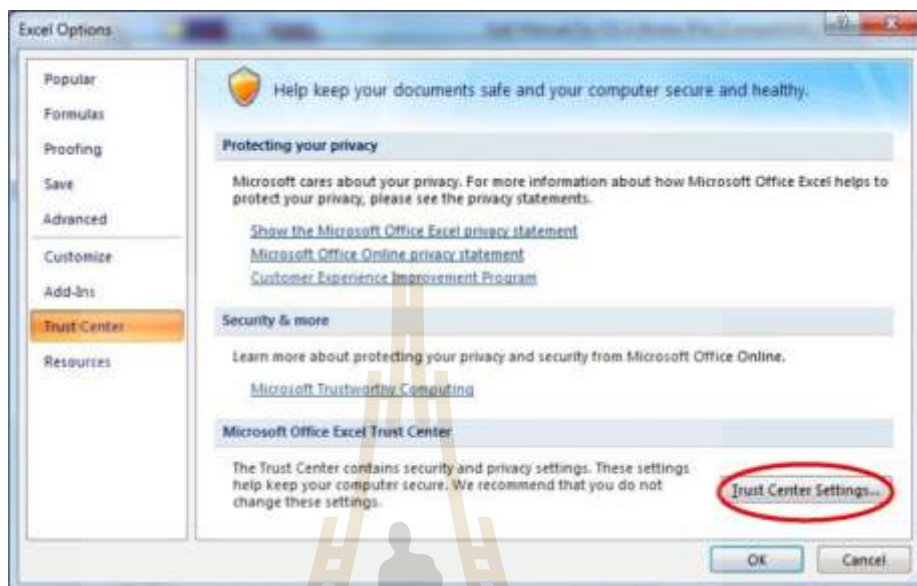
รูปที่ 4.7 เลือก Excel Options

2. หลังจากกดเลือก ตัวเลือก Excel (Excel Options) จะแสดงหน้าจอดังนี้ และเลือกศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center)



รูปที่ 4.8 เลือก Trust Center

3. กดเลือก ศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center) จะแสดงหน้าจอดังนี้ กดเลือกการตั้งค่าศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center Settings)



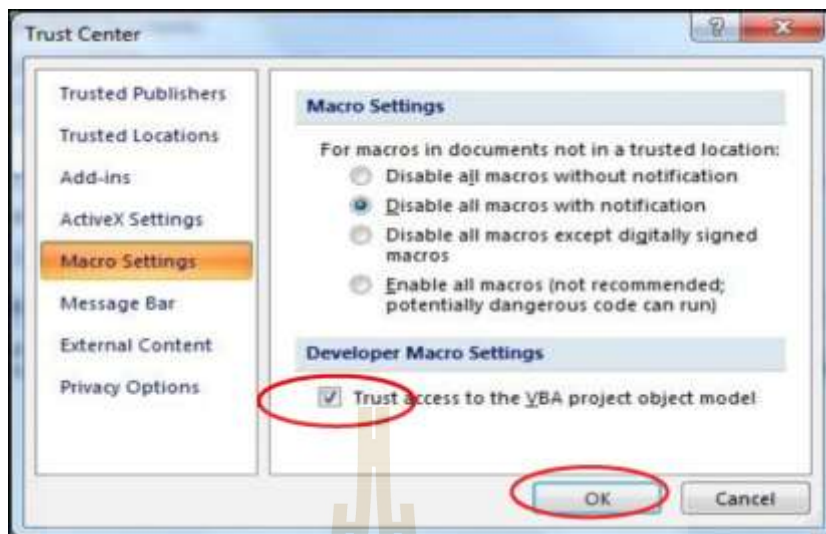
รูปที่ 4.9 เลือก Trust Center Settings

4. กดเลือก การตั้งค่าศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center Settings) จะแสดงภาพดังนี้ กดเลือก การตั้งค่า มาโคร (Macro Settings)



รูปที่ 4.10 เลือก Macro Setting

5. การตั้งค่ามาโคร (Macro Settings) โดยกดเลือก ☒ เชื่อถือการเข้าถึงรูปแบบวัตถุของโครงการ VBA (Trust access to VBA project object model) และกดตกลง (OK)



รูปที่ 4.11 การตั้งค่ามาโคร (Macro Settings)

6. หลังจากติดตั้งตามที่กล่าวมาเรียบร้อยแล้ว สามารถติดตั้งและเปิดใช้งาน Macro บน Microsoft Excel ได้

4.3 เปิด-ปิดการใช้งาน A2D RC

เมื่อได้ติดตั้งโปรแกรมและกำหนดตั้งค่าสภาพแวดล้อมในการทำงานของ A2D RC บน AutoCAD และ Microsoft Excel ให้มีความเหมาะสมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดลองใช้งาน โดยการเปิดและปิดโปรแกรมสามารถทำได้ผ่าน ไอคอนหรือเมนูบาร์ (ขั้นตอนการการตั้งค่าสภาพแวดล้อมและการเรียกใช้งาน A2D RC โดยละเอียด สามารถศึกษาได้จากบทที่ 2 คู่มือการใช้งานโปรแกรม A2D RC ในภาคผนวก ก)



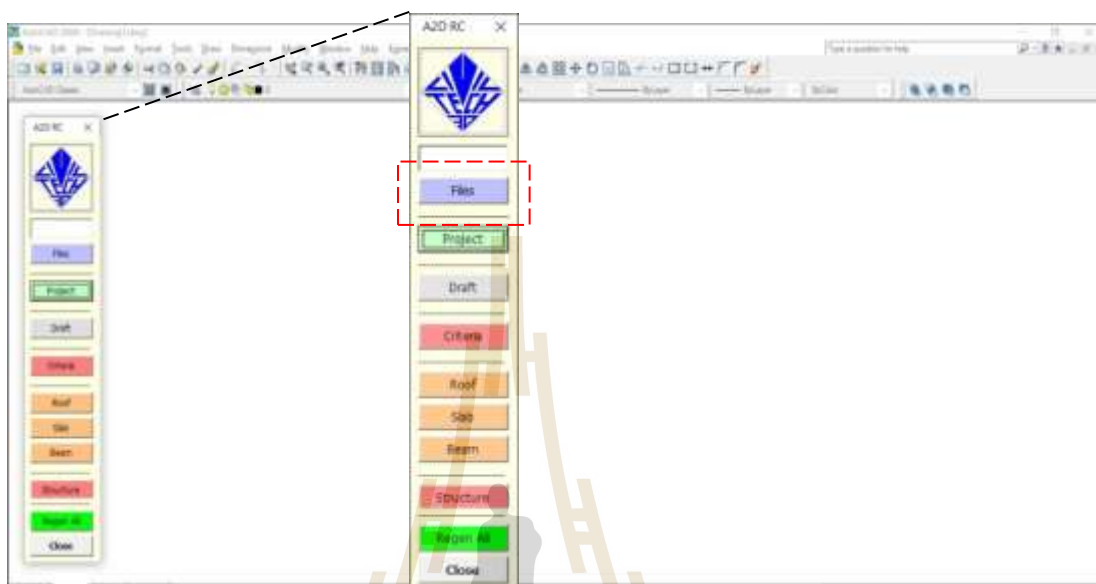
รูปที่ 4.12 ไอคอนเปิด-ปิด A2D RC

4.4 การจัดการข้อมูล

เมื่อโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นได้ถูกติดตั้งแล้วเสร็จ จากนั้นก็คือขั้นตอนการใช้งานโดยที่โปรแกรมได้จัดให้มีส่วนได้ตอบกับผู้ใช้งาน นำเข้าข้อมูลจากการเขียนแบบแปลนอาคาร ใน

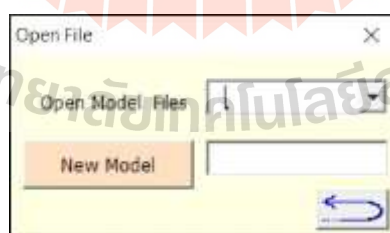
รูปแบบของกราฟิกและตัวเลข โดยสามารถอธิบายลำดับขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

4.4.1 เปิดโปรแกรม AutoCAD > เมนูบาร์ “A2D RC” > Slab – Beam ก็จะปรากฏ “A2D RC” บนจอภาพทางด้านซ้าย

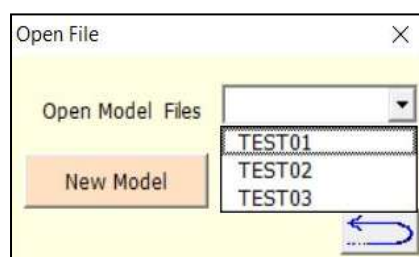


รูปที่ 4.13 เมนูหลัก A2D RC

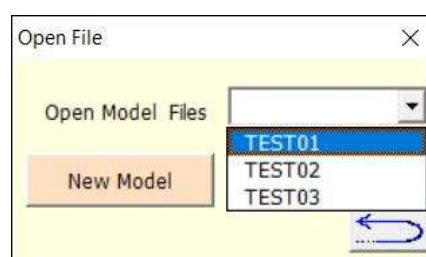
4.4.2 การเปิดไฟล์ของงานที่เคยถูกบันทึก Click ที่ปุ่มแรกเลือกที่คำสั่ง Files จะปรากฏเมนูย่อย “Open Files” อยู่ทางด้านตรงกลางของจอภาพ เพื่อเลือกกระทำการเปิดงานเก่าที่ถูกจัดเก็บข้อมูลไว้ หรือสร้างงานขึ้นมาใหม่



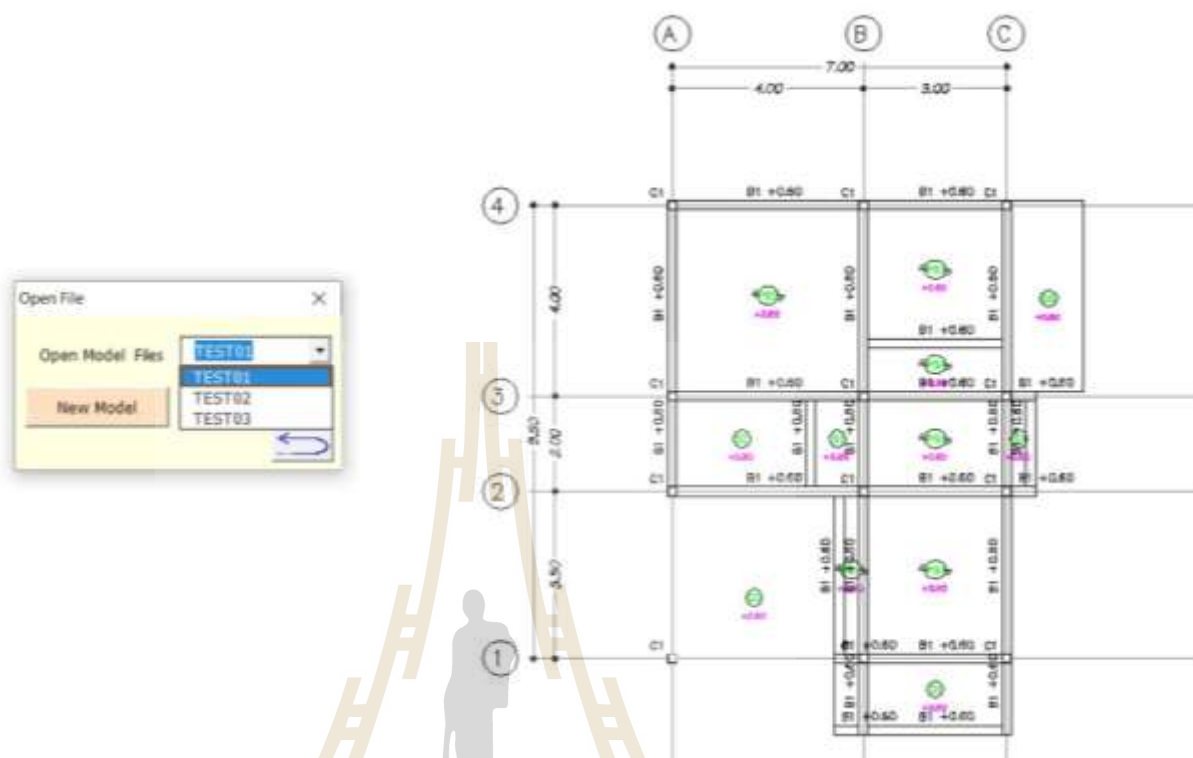
รูปที่ 4.14 ฟอรัม Open Files



รูปที่ 4.15 List Menu ชื่องานที่ถูกจัดเก็บ

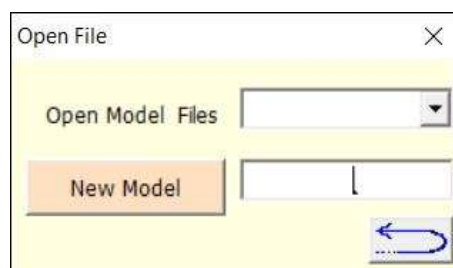


รูปที่ 4.16 เลือกเปิดไฟล์งาน TEST01

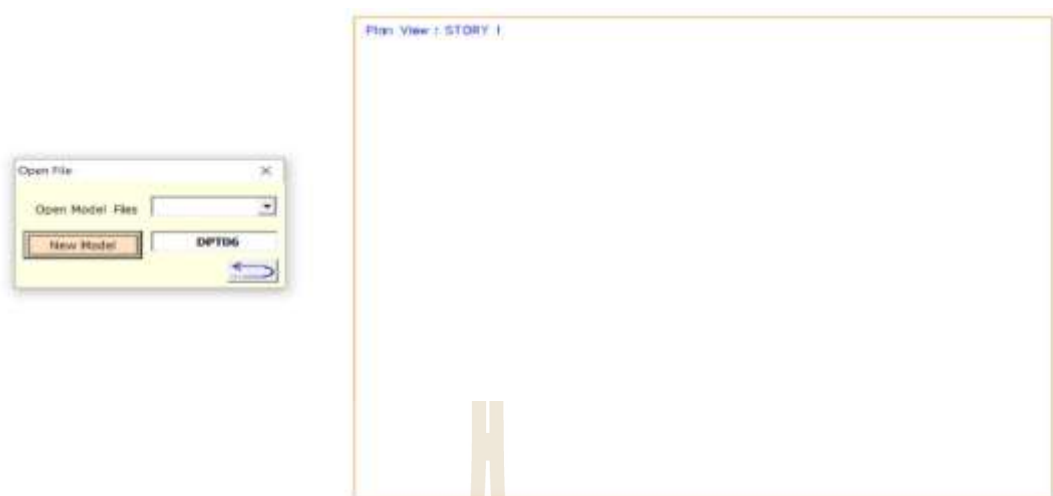


รูปที่ 4.17 ปรากฏชื่องาน “TEST01” และข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้

- 4.4.3 การสร้างไฟล์งานขึ้นมาใหม่ กรณีสร้างงานโครงการใหม่ ให้ตั้งชื่อแล้วกดปุ่ม New Model จะปรากฏ ชื่องานโครงการ “DCTP06” พร้อมพื้นที่ทำงาน (รายละเอียดเพิ่มเติม ของการจัดการและการป้อนข้อมูล สามารถศึกษาได้จากบทที่ 3 และ บทที่ 4 คู่มือการใช้งานโปรแกรม A2D RC ในภาคผนวก ก)



รูปที่ 4.18 ป้อนชื่องานใหม่ในช่องรับข้อมูล

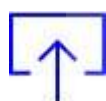


รูปที่ 4.19 ชื่อไฟล์และพื้นที่ทำงานถูกสร้างขึ้นใหม่

4.4.4 การควบคุม เปิด - ปิด มุมมอง และการนำเข้าข้อมูล ผ่านการใช้คำสั่งไอคอนเมนูทูลบาร์บนฟอร์ม,เมนูหลักและย่อย



Regeneration Layer



Input Data : การนำเข้าข้อมูล



Pan : การเลื่อนหน้าจอ พื้นที่ทำงาน



Return : การกลับสู่เมนูหลัก

4.4.5 การป้อนข้อมูลที่ได้จากการอ่านแบบแปลนก่อสร้าง อ้างอิงจากแบบมาตรฐานบ้านเพื่อประชาชน พ.ศ.2559 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย จำนวน 2 แบบ มีขั้นตอนดังนี้

4.4.5.1 สร้างไฟล์งานขึ้นมาใหม่

4.4.5.2 ป้อนข้อมูลโครงการ

4.4.2.3 ร่างแบบ

ก. กำหนดประเภทอาคาร

- ข. กำหนด Grid และ Dimension
- ค. สร้างเส้นร่าง (Guide Line)
- ง. กำหนดชั้นของอาคาร
- จ. ป้อนข้อมูล Column
- ฉ. ป้อนข้อมูล Beam
- ช. ป้อนข้อมูล Slab
- ซ. ป้อนข้อมูล Wall
- ณ. คัดลอกข้อมูลเสา, คาน, พื้น และผนัง
- ญ. ป้อนข้อมูล Roof

4.5 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น ค.ส.ล.

เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการร่างแบบและข้อมูลคุณสมบัติของ วัสดุ ที่ได้ดำเนินการและจัดเก็บข้อมูลใน Microsoft Excel ทำการวิเคราะห์ออกแบบ (พื้น 2 ทางใช้วิธีที่ 2 ว.ส.ท.9102) และเขียนแบบ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ขั้นตอนการใช้งาน โปรแกรมจะกล่าว โดยสังเขป รายละเอียดสามารถศึกษาได้จากบทที่ 5 และ บทที่ 6 คู่มือการใช้งานโปรแกรม A2D RC ในภาคผนวก ก)

4.5.1 กำหนดคุณสมบัติของวัสดุ

- 4.5.1.1 เลือกกำลังอัดประลัยของคอนกรีต
- 4.5.1.2 เลือกชั้นคุณสมบัติและแรงดึงประลัยของเหล็กเสริมคอนกรีต
- 4.5.1.3 จัดเก็บข้อมูล

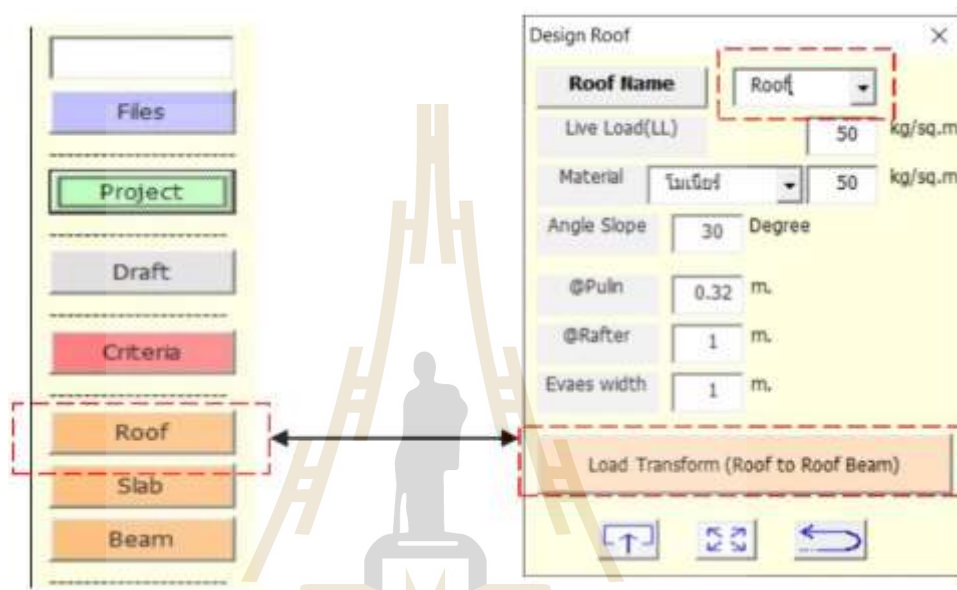
4.5.2 วิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น ค.ส.ล.

- 4.5.2.1 แก้ไขน้ำหนักบรรทุก (LL) และ Super imposed Dead Load (SDL)
- 4.5.2.2 วิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น ค.ส.ล.

- ก. กำหนดพื้นความหนาของแผ่นพื้นและวิเคราะห์ออกแบบ
- ข. แสดงผลในแบบกราฟิก และตารางคำนวณ (ปริมาณเหล็กเสริมและ หน้าตัดพื้น) ตารางคำนวณ
- ค. เขียนแบบขยายพื้น ค.ส.ล.
- ง. เปลี่ยนชื่อพื้นในแบบแปลน
- จ. สร้างแบบแปลนพื้น
- ฉ. สร้างแบบขยายพื้น

4.6 การถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากหลังคา

ก่อนจะมีการวิเคราะห์ และออกแบบคาน ค.ศ.ด. รับน้ำหนักบรรทุกทางโครงหลังคา (จันทันพราง) จำเป็นจะต้องมีการคำนวณเพื่อ คัดถ่ายน้ำหนักบรรทุกเสียก่อน A2S RC มีฟังก์ชันที่ช่วยงานดังกล่าว โดยทำการเลือกคำสั่ง Roof เพื่อเข้าสู่เมนู Design roof กดปุ่ม Listbox เลือกชื่อหลังคาที่เคยถูกตั้งเอาไว้แล้วในขั้นตอนการร่างแบบชั้น Roof กดปุ่ม Load Transform



รูปที่ 4.20 ขั้นตอนการถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากหลังคา

4.7 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างคาน ค.ศ.ด.

เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการร่างแบบและข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุที่ได้ดำเนินการและจัดเก็บข้อมูลใน Microsoft Excel ทำการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ คาน ค.ศ.ด. (รายละเอียด สามารถศึกษาได้จากบทที่ 5 และ บทที่ 6 คู่มือการใช้งานโปรแกรม A2D RC ในภาคผนวก ก)

ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องทำการวิเคราะห์และออกแบบพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กและทำการถ่ายน้ำหนักจากหลังคาลงสู่คานรับ โครงหลังคานให้เสร็จสิ้นเสียก่อน จึงจะทำการวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กได้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.7.1 การวิเคราะห์ ออกแบบ

4.7.1.1 กำหนดชั้นของอาคาร

4.7.1.2 ถ่ายน้ำหนักบรรทุกแบบแผ่กระจายเลือก Load on Beam

4.7.1.3 กำหนดคานแบบยื่น เลือก Cantilever

4.7.1.4 ถ่ายน้ำหนักบรรทุกแบบกระทำเป็นจุด เลือก Point Load

4.7.1.5 Trial Section

4.7.1.6 วิเคราะห์ออกแบบโครงสร้าง

4.7.1.7 แสดงผลการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบโครงสร้าง คาน ค.ส.ล. ในแบบกราฟิกและตารางคำนวณ (ปริมาณเหล็กเสริมและหน้าตัดคาน)

4.7.2 การเขียนแบบ และรายละเอียด

เป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างคาน ค.ส.ล. เป็นที่เรียบร้อยแล้ว (รายละเอียดสามารถศึกษาได้จากบทที่ 5 และ บทที่ 6 คู่มือการใช้งานโปรแกรม A2D RC ในภาคผนวก ก) มีขั้นตอนดังนี้

4.7.2.1 เขียนแบบคานแสดง 1 หน้าตัด

ก. ตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริมในคาน ค.ส.ล. บนคานช่วงเดียว

ข. จัดกลุ่มคาน

ค. เปลี่ยนชื่อคานในแบบแปลน

4.7.2.2 การเขียนแบบคาน แสดง 3 หน้าตัด

ก. ตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริมในคาน ค.ส.ล. บนคานต่อเนื่อง

ข. จัดกลุ่มคาน

ค. เปลี่ยนชื่อคานในแบบแปลน

4.7.2.3 การเขียนภาพตัดทางยาวของคาน ค.ส.ล. แบบต่อเนื่อง

4.7.2.4 การแก้ไขหน้าตัดคานในแบบ

4.7.2.5 การสร้างแบบข้อกำหนดทั่วไปทางวิศวกรรมโครงสร้าง

4.7.2.6 การสร้างแบบแปลนพื้น-คาน ค.ส.ล.

4.7.2.7 การสร้างแบบขยายโครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล.

4.7.3 รายการคำนวณ โครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล.

4.7.3.1 ภาพแรงน้ำหนักรวม (FBD)

4.7.3.2 ภาพแรงเฉือน (SFD)

4.7.3.3 ภาพโมเมนต์ดัด (BMD)

4.7.3.4 จุดและระยะดัดกลับของโมเมนต์ (Inflection point)

4.7.3.5 ตารางคำนวณวิเคราะห์ออกแบบพื้น-คาน ค.ส.ล.

4.7.3.6 หน้าตัดและรายละเอียดปริมาณเหล็กเสริม การจัดวาง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ A2D RC สามารถศึกษาได้จากบทที่ 5 และ บทที่ 6 คู่มือการใช้งานโปรแกรม A2D RC ในภาคผนวก ก)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กในครั้งนี้ ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ภายใต้ขอบเขตของการศึกษาที่ได้ตั้งไว้ ดังนี้

1. การใช้โปรแกรม ฯ โดยนำเข้าข้อมูลแบบมาตรฐานบ้านเพื่อประชาชน พ.ศ.2559 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย จำนวน 2 แบบ ได้ผลลัพธ์ที่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน ได้อย่างถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับผลการคำนวณด้วยมือ
2. โปรแกรม ฯ สามารถแสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วย ให้นำนักบรรทุก แผนภาพแรงปฏิกิริยา แผนภาพแรงเฉือน แผนภาพโมเมนต์คด แสดงระยะที่เป็นจุดดัดกลับของพฤติกรรมคาน พร้อมทั้งจัดทำรายการคำนวณ สามารถเขียนแบบแปลน รูปตัดและแสดงรายละเอียดแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยแสดงผลได้ทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์
3. ได้คู่มือเพื่อช่วยประกอบการเรียนรู้ประยุกต์ใช้งานโปรแกรม ฯ

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้คือได้โปรแกรม ฯ พร้อมคู่มือการใช้งาน ที่สามารถวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ช่วยประหยัดเวลา ลดจำนวนบุคลากรผู้ดำเนินการ ลดขั้นตอนการทำงานซ้ำๆ ลดข้อผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ แสดงผลได้ทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์

5.3 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรม ฯ สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดดังนี้

1. การประมวลผลคำนวณวิเคราะห์โครงสร้าง อาจเกิดความล่าช้าในกรณีที่มี Node ของโครงสร้างจำนวนมาก เนื่องจาก VBA เป็นภาษาแบบ Interpreter ที่ถูกพัฒนามบน Platform เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ 32 บิต ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป ควรพิจารณาเลือกใช้ภาษา VB.NET หรือ C# ซึ่งเป็นภาษาแบบ Compiler 64 บิต สามารถทำงานประมวลผลได้เร็วกว่า

2. การวิเคราะห์โครงสร้างเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่กระทำแบบกระจายค้อย ๆ แต่เพิ่มขึ้นไม่สามารถทำได้
3. การวิเคราะห์โครงสร้างเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่กระทำเป็นจุด ได้มากที่สุด 3 จุดต่อช่วงคาน (Span) หากเกินกว่านั้นจะคิดคำนวณโดยนำ Point load มารวมกันที่ระยะกึ่งกลางคาน
4. การวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างพื้น-คานคอนกรีตเสริมเหล็กด้านแผ่นดินไหว ไม่สามารถทำได้
5. ไม่สามารถวิเคราะห์ออกแบบและเขียนแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กนอกแกน X,Y ได้
6. ขนาดหน้าตัดคานที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบได้ คือ 0.40×0.80 เมตร และโปรแกรมไม่คิดคำนวณให้เสารับโมเมนต์จากคาน
7. ระดับหลังคานที่แตกต่างกันเกิน 0.20 เมตร โปรแกรมจะไม่คิดคำนวณเป็นคานต่อเนื่อง จะแยกคิดเป็นคานช่วงเดียว (Simple Beam)

สำหรับผู้สนใจจะพัฒนาโปรแกรม ฯ สามารถใช้การศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กส่วนอื่นๆ ได้ เช่น บันได เสา และฐานราก

เอกสารอ้างอิง

- กวี หวังนิเวศน์กุล. (2548). การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเบื้องต้น. กรุงเทพฯ ฯ : บริษัทซีเอ็ด-ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมโยธา. (2557). มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วย แรงใช้งาน(แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2). พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ ฯ : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.
- มงคล จิรวชิรเดช. (2543). การวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วย แรง ใช้งาน. กรุงเทพฯ ฯ : สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วิศัลย์ พัวรุ่งโรจน์. (2555). เจาะลึก Excel เทคนิคการเขียนโปรแกรม VBA กับการประยุกต์ใช้งาน. กรุงเทพฯ ฯ :1 บริษัทซีเอ็ด-ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- ศักดิ์ กตเวทวรักษ์. (2545). พัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์และออกแบบคานต่อเนื่องคอนกรีตเสริมเหล็ก. ปรินูญานิพนธ์ครุศาสตร์โยธา สาขาวิชาครุศาสตร์โยธา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สรกานต์ ศรีทองอ่อน และชัยธร ชาติพิทักษ์พันธ์. (2549). โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์โครงข้อมุมด้วยวิธีสตีเฟนส. ปรินูญานิพนธ์เทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สถาพร โภคา. (2544). การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน). กรุงเทพฯ ฯ : น้กงานหอสมุดศูนย์กลาง 09.
- Stephen Preton. AutoCAD. NET Developers Guide, USA, 2016.





คู่มือการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ
โครงสร้างพื้น-คานค.ส.ด.
A2D RC

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

โปรแกรมวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล. ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งานซึ่งเนื้อหาภายในคู่มือเล่มนี้ จะถูกเรียกชื่อสั้นว่า "A2D RC" โปรแกรมฯได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการทำงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว มีประสิทธิภาพช่วยประหยัดเวลา ลดจำนวนบุคลากรในการดำเนินการ ลดขั้นตอนการทำงาน ลดข้อผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ แสดงผลได้ทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์

การจัดทำคู่มือเล่มนี้ ขึ้นมา ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมฯ ที่มีความสำคัญเพราะเนื่องจากไม่ว่าจะออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่ทำงานตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ดีเพียงใด แต่ถ้าหากผู้ใช้ไม่เข้าใจขั้นตอนการใช้งานก็ไม่อาจนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ที่ตั้งไว้ได้ ผู้พัฒนาโปรแกรมจึงได้จัดทำคู่มือ ฯ เล่มนี้ขึ้นมาและคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เมื่อผู้ที่สนใจได้ศึกษาแล้วทำตามคู่มือจะสามารถใช้งานโปรแกรมฯ จนบรรลุวัตถุประสงค์ได้

นายอดิสร ไชยโคตร

ผู้ศึกษาและพัฒนาโปรแกรม

CM5840526@OUTLOOK.COM

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	๖
บทที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม A2D RC.....	1
1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์.....	1
1.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม A2D.....	1
1.2.1 ติดตั้ง AutoCAD และ Microsoft Excel	1
1.2.2 ถัดลอกไฟล์ ไปติดตั้งที่ Drive C:\.....	1
1.2.3 กำหนดเส้นทางเรียกใช้งาน A2 RC	2
1.2.4 ติดตั้ง A2D.dvb.....	3
บทที่ 2 สภาพแวดล้อม และเรียกใช้งาน A2D RC.....	7
2.1 ตั้งค่าความปลอดภัยของ Macro.....	7
2.1.1 AutoCAD Macro.....	7
2.1.2 Microsoft Excel Macro.....	8
2.2 เปิด-ปิดการใช้งาน A2D RC.....	10
บทที่ 3 การจัดการข้อมูล.....	13
3.1 การเปิดไฟล์ของงานที่เคยถูกบันทึก.....	13
3.2 การสร้างไฟล์งานขึ้นมาใหม่.....	15
3.3 การควบคุม เปิด-ปิด มุมมอง และการนำเข้าข้อมูล.....	15
บทที่ 4 การนำเข้าข้อมูล.....	16
4.1. โครงการ.....	16
4.1.1 เปิด AutoCAD > Menu bar “A2D RC ”.....	16
4.1.2 ป้อนข้อมูลของโครงการ A2D RC.....	17
4.2 ร่างแบบ.....	19
4.2.1 กำหนดประเภทอาคาร.....	19
4.2.2 กำหนด Grid Line และ Dimension	20
4.2.2.1 กดปุ่ม Define	20
4.2.2.2 กรณีกำหนด Node เสาเอง	23

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
4.2.3 สร้างเส้นร่าง (Guide Line)	25
4.2.4 กำหนดชั้นของอาคาร	26
4.2.5 การป้อนข้อมูล Column	27
4.2.6 การป้อนข้อมูล Beam	29
4.2.6.1 ป้อนข้อมูล Beam อัตโนมัติ	29
4.2.6.2 ป้อนและลบข้อมูล Beam ด้วยตัวเอง	30
4.2.7 การป้อนข้อมูล Slab	33
4.2.8 การป้อนข้อมูล Wall	33
4.2.9 การคัดลอกข้อมูลเสา, คาน, พื้น และผนัง	36
4.2.9.1 คัดลอกข้อมูลไปชั้น Footing และไปชั้นอื่น	36
4.2.9.2 คัดลอกไปยัง ชั้น Roof	36
4.2.10 การป้อนข้อมูล Roof	37
4.2.10.1 ป้อนข้อมูล Eaves Line	37
4.2.10.2 ป้อนข้อมูล Flashing	38
4.2.10.3 ป้อนข้อมูล Ride Line	39
4.2.10.4 ป้อนข้อมูล King Post	39
4.2.10.5 ป้อนข้อมูล Hip Rafter	40
4.2.10.6 ป้อนข้อมูล Vallay Rafter	40
4.2.10.7 ป้อนข้อมูล Distance Between Rafter	41
4.2.10.8 ป้อนข้อมูล Rafter	41
4.2.10.9 ป้อนข้อมูล Steel Beam	42
4.2.10.10 ป้อนข้อมูล Roof Material	42
บทที่ 5 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น – คาน ค.ส.ล.	44
5.1 การกำหนดคุณสมบัติของวัสดุ	44
5.1.1 กำหนดอัตราส่วนของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน	44
5.1.2 ชั้นคุณสมบัติและแรงดึงประลัยของเหล็กเสริมคอนกรีต	45
5.1.3 ระยะหุ้มของเหล็กเสริมในคอนกรีต	45

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
5.1.4 การจัดเก็บข้อมูล	45
5.2 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น ค.ส.ล.	46
5.2.1 การแก้ไขหน้าทับรกรก	47
5.2.2 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ ค.ส.ล.	48
5.2.2.1 ตารางคำนวณ	48
5.2.2.2 การเขียนแบบ	49
5.2.2.3 เปลี่ยนชื่อพื้นในแบบแปลน	49
5.2.2.4 แก้ไขรายการคำนวณพื้น	49
5.2.2.5 แก้ไขหน้าตัดพื้น และรายละเอียด	49
5.3 การถ่ายน้ำหนักรกรกจากหลังคา	51
5.4 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบ โครงสร้างคาน ค.ส.ล.	52
5.4.1 กำหนดชั้นของอาคาร	53
5.4.2 การแก้ไขระดับ , ชื่อ ของคาน	53
5.4.3 การถ่ายน้ำหนักรกรกแบบแผ่กระจาย	53
5.4.4 การกำหนดคานแบบอื่น เลือก Cantilever Beam	53
5.4.5 การถ่ายน้ำหนักรกรกแบบกระทำ เป็นจุด	53
5.4.6 การเลือกคานแบบต่อเนื่อง	54
5.4.7 การเพิ่มเติมน้ำหนักรกรก	54
5.4.8 การ Trial Section คาน	54
5.4.9 การแก้ไขหน้าตัดคาน	55
5.4.10 การวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้าง	55
5.4.11 รายการคำนวณโครงสร้าง และออกแบบคาน ค.ส.ล.	56
5.4.12 แสดงผลของแรงดัดพ้ ปริมาณเหล็กเสริมและหน้าตัดคาน	56
5.5 การเขียนแบบ โครงสร้างคาน ค.ส.ล. และแบบแสดงรายละเอียด	57
5.5.1 การเขียนแบบคาน แสดง 1 หน้าตัด	57
5.5.1.1 ตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริม ในคาน ค.ส.ล. บนคานช่วงเดียว	57
5.5.1.2 จัดกลุ่มคาน	58

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
5.5.1.3 เปลี่ยนชื่อคานในแบบแปลน.....	59
5.5.2 การเขียนแบบคาน แสดง 3 หน้าตัด.....	60
5.5.2.1 ตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริม ในคาน ค.ส.ล. บนคานต่อเนื่อง.....	60
5.5.2.2 แกะไขตารางคำนวณและออกแบบคาน.....	60
5.5.2.3 แกะไขขนาดหน้าตัดคาน.....	61
5.5.2.4 จัดกลุ่มคาน.....	61
5.5.2.5 เปลี่ยนชื่อคานในแบบแปลน.....	63
5.5.3 การเขียนภาพตัดทางยาวของคาน ค.ส.ล. แบบต่อเนื่อง.....	64
5.5.4 การแก้ไขหน้าตัดคานในแบบ.....	64
5.5.5 การสร้างแบบข้อกำหนดทั่วไปทางวิศวกรรมโครงสร้าง.....	65
5.5.5.1 ที่เมนู A2D RC เลือก Structure.....	65
5.5.5.2 ที่เมนูย่อย Structural Drawing เลือกที่ Tripical.....	65
5.5.6 การสร้างแบบแปลนพื้น-คาน ค.ส.ล.....	66
5.5.6.1 ที่เมนู A2D RC เลือก Structure Drawing.....	66
5.5.6.2 ที่เมนูย่อย Structural Drawing เลือกที่ List box.....	66
5.5.7 การสร้างแบบขยายโครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล.....	67
5.6 การสร้างรายการคำนวณ โครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล.....	69
สรุปผลที่ได้จากการใช้ A2D RC.....	70
6.1 แบบข้อกำหนดทั่วไปทางวิศวกรรมโครงสร้าง.....	70
6.2 แบบแปลน-ขยายโครงสร้างพื้นและคาน ค.ส.ล.....	71
6.3 รายการคำนวณ การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น – คาน ค.ส.ล.....	73

บทที่ 1

การติดตั้งโปรแกรม A2D RC

1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์

- 1.1.1 คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะหรือพกพา CPU 2 GHz ขึ้นไป
- 1.1.2 จอภาพขนาด ไม่ต่ำกว่า 15 นิ้ว (แนะนำ 17 นิ้ว จอแบน)
- 1.1.3 เมาส์และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น (แนะนำ optical mouse 3 ปุ่ม)
- 1.1.4 ระบบปฏิบัติการ Window XP , VISTA 7 , 8 และ 10
- 1.1.5 เครื่องพิมพ์ (Printer) สามารถพิมพ์กระดาษขนาด A3 ได้
- 1.1.6 โปรแกรม AutoCAD 2007 (AutoCAD ตั้งแต่ Version 2010 ต้องโหลด VBA Anable ที่เว็บไซต์ ของ Audesk มาติดตั้ง)



รูปที่ 1.1 คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และคอมพิวเตอร์แบบพกพา

1.2 ขั้นตอนการติดตั้ง A2D RC

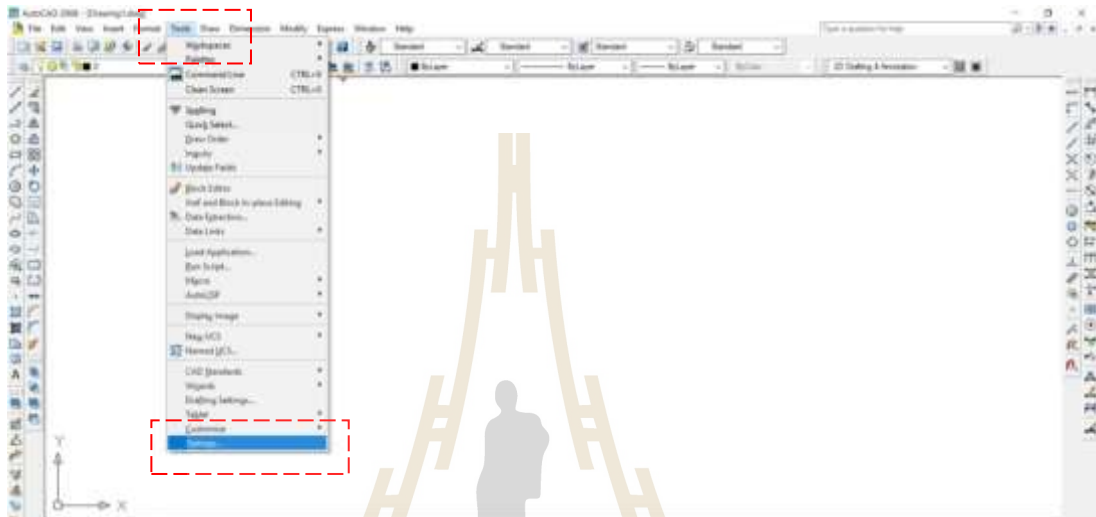
- 1.2.1 ติดตั้ง AutoCAD และ Microsoft Excel เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ หลังจากเข้าสู่ระบบปฏิบัติการแล้ว ถ้ายังไม่ได้ติดตั้ง AutoCAD 2007 หรือเวอร์ชันที่สูงกว่าลงในเครื่อง ให้ติดตั้งโปรแกรมลงไปก่อน หลังจากติดตั้งแล้ว ให้ใส่แผ่น CD ของ A2D RC ลงในเครื่อง CD Drive

1.2.2 คัดลอกไฟล์ไปติดตั้งที่ Drive C:\

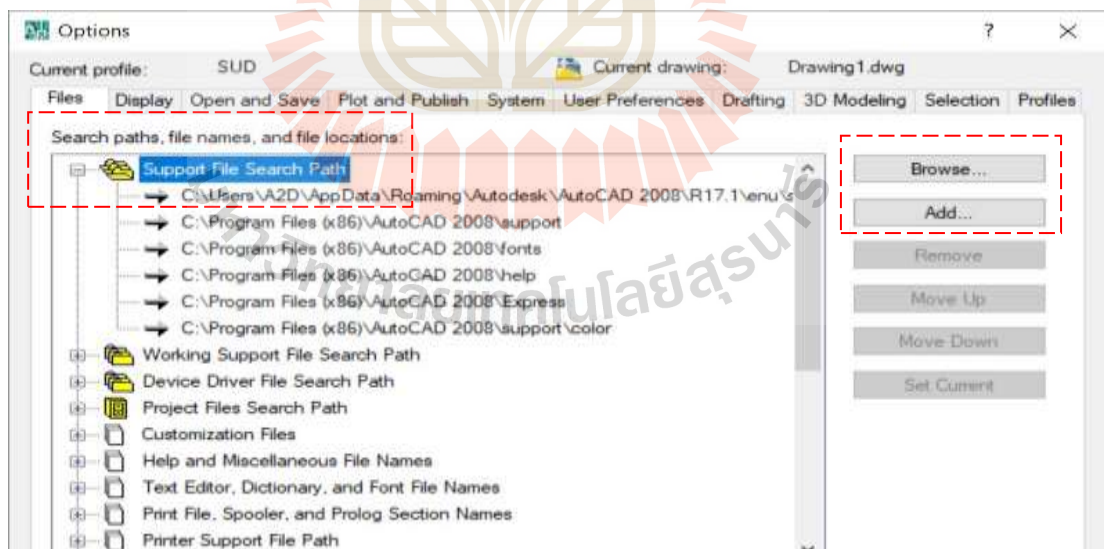
C:\A2D	C:\A2D\ HATCH
C:\A2D \BLOCK	C:\A2D\ ICON
C:\A2D\FONT	C:\A2DF

ติดตั้งครบแล้ว จึงดำเนินการในขั้นตอนถัดไป

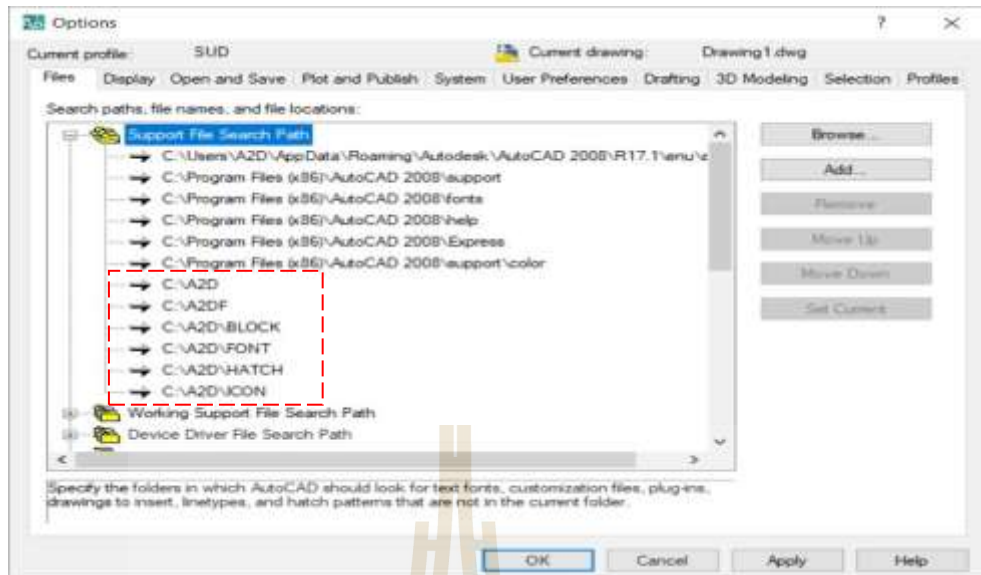
1.2.3 กำหนดเส้นทางเรียกใช้งาน A2D RC บน AutoCAD เลือก Menu bar>Tools>Options> ที่ Tab Files ให้เลือก Support Files Search Path> Click เลือกปุ่ม Add> Click เลือกปุ่ม Add และ Browse Path ตำแหน่งไปที่ C:\A2D, C:\A2D\BLOCK, C:\A2D\FONT, C:\A2D\HATCH, C:\A2D\ICON และ C:\A2DF



รูปที่ 1.2 เลือก Menu bar>Tools>Options

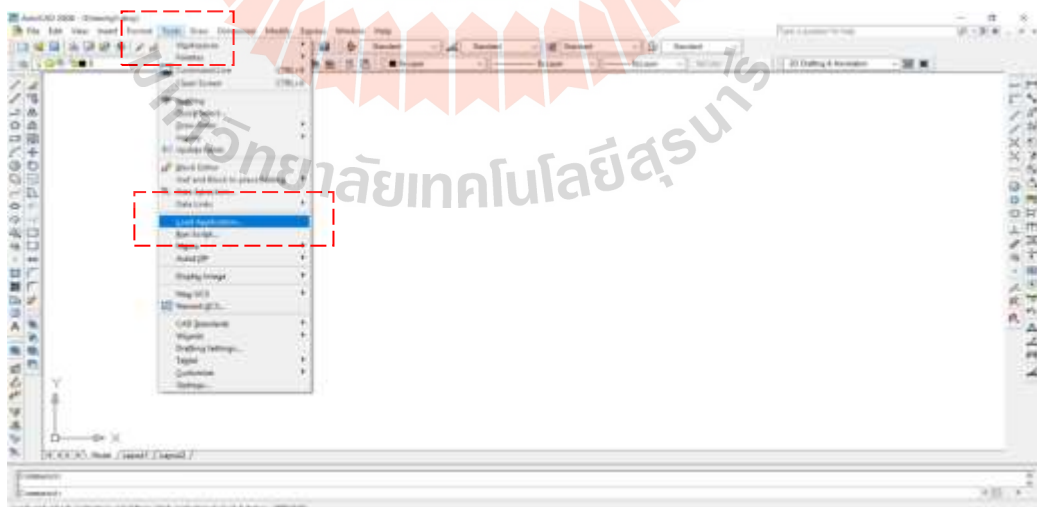


รูปที่ 1.3 เลือก Add และ Browse

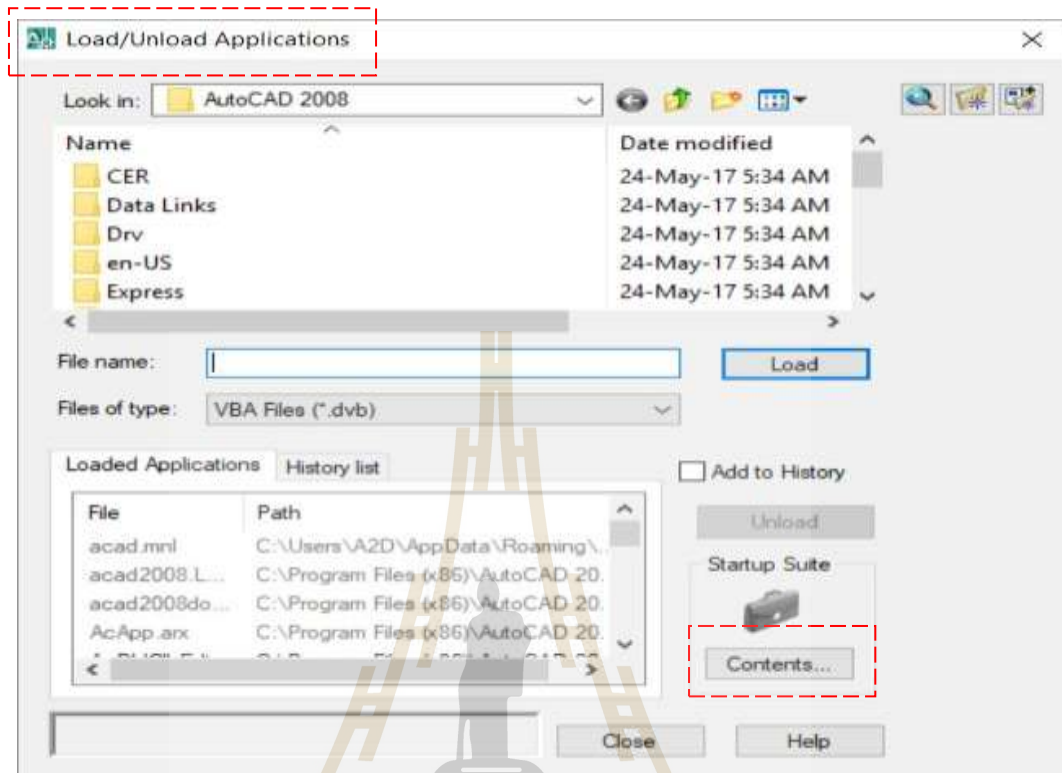


รูปที่ 1.4 เส้นทางเรียกใช้งานไฟล์ต่างๆ

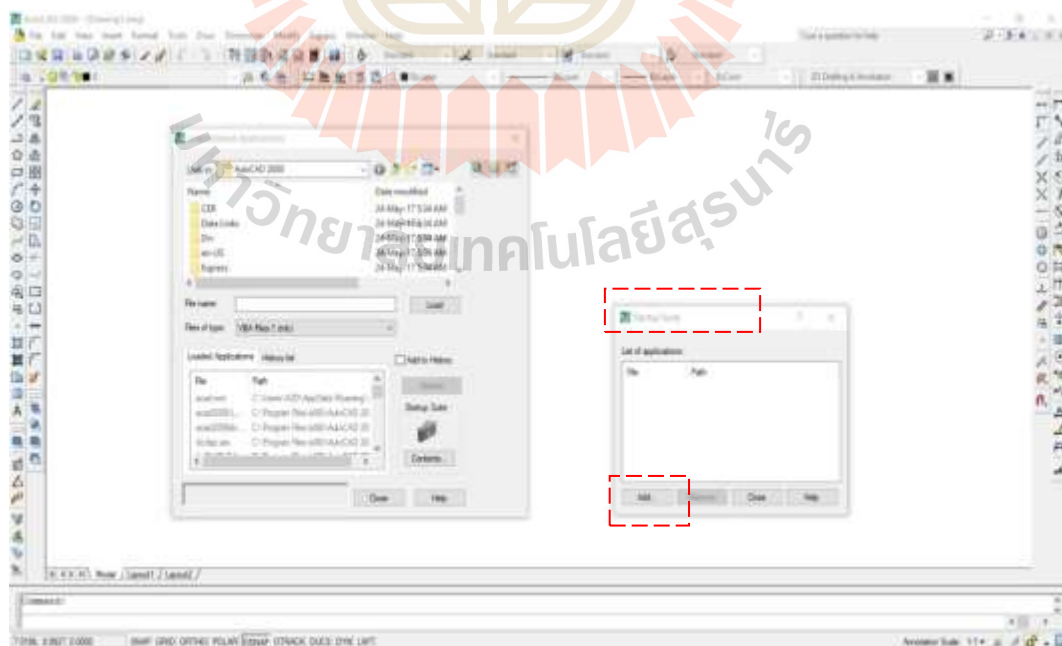
1.2.4 ติดตั้ง A2D.dvb โดยเข้าที่โปรแกรม AutoCAD เลือกที่ Menubar>Load Application>> ที่ Tab Load/Un Load ให้ Click เลือกปุ่ม Contets> Click เลือกปุ่ม Add> ให้เลือกไปยังตำแหน่งที่ตั้ง C:\A2D\ให้เลือก A2D.DVB แล้วกดปุ่ม Add> กดปุ่ม Close> จะปรากฏ Files A2D.dvb ใน dialogbox> ที่ Tab Load/Un Load ให้ Click เลือกปุ่ม Close จากนั้นก็ปิดโปรแกรม AutoCAD



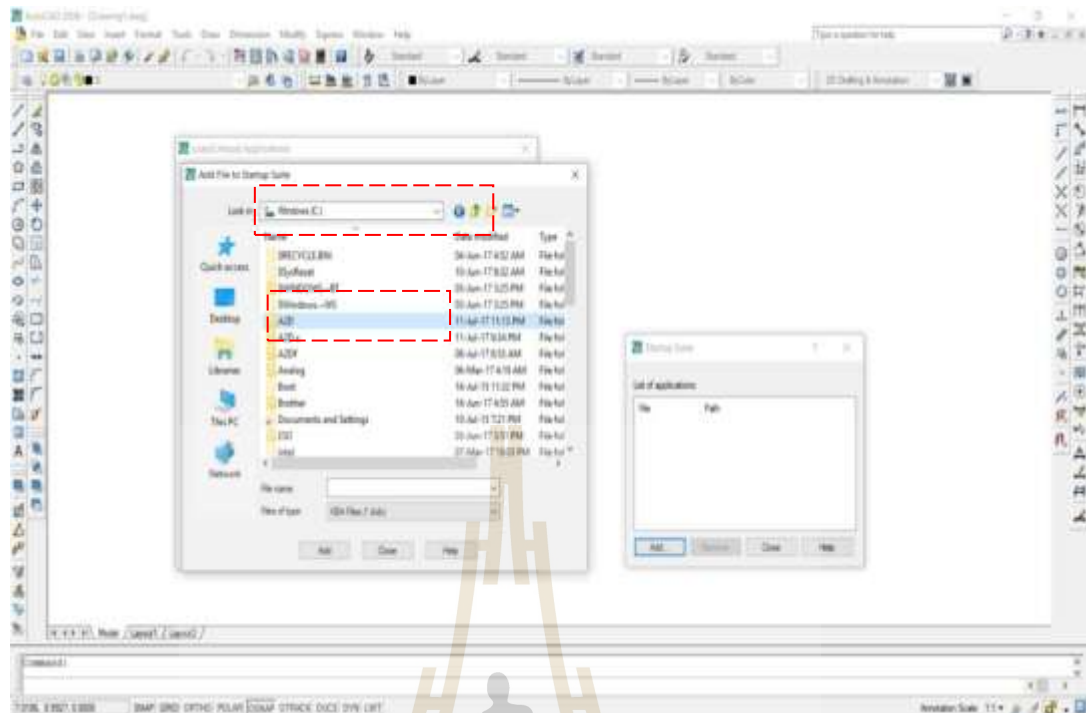
รูปที่ 1.5 เลือก Tools>Load Applications



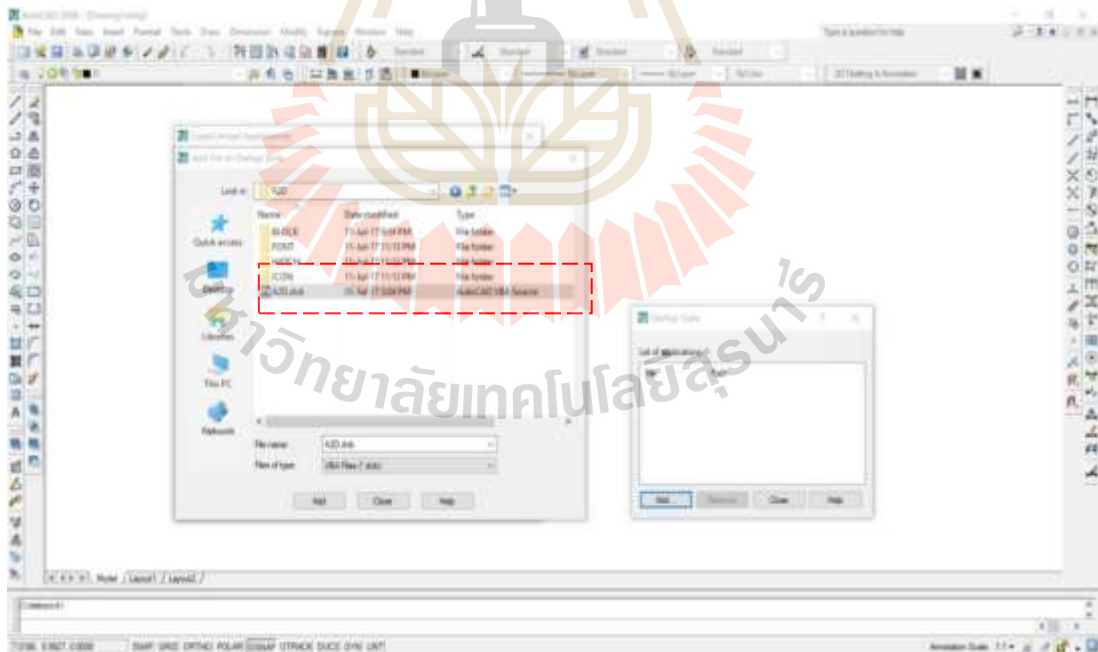
รูปที่ 1.6 ที่ Load /Unload Applications กดปุ่ม Contents



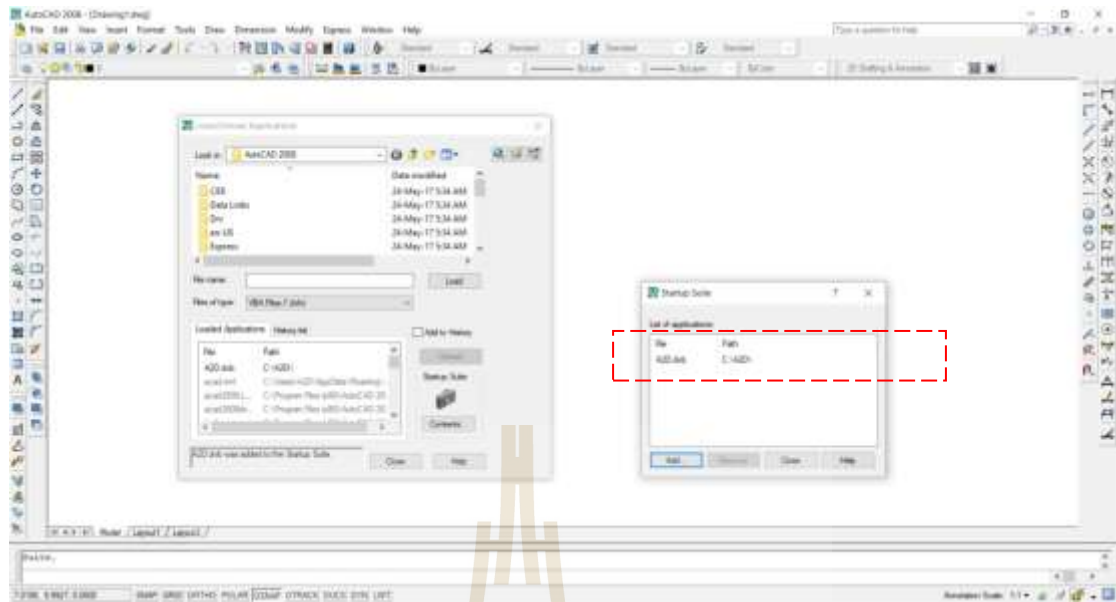
รูปที่ 1.7 ที่ Startup / Suite ให้กดปุ่ม Add



รูปที่ 1.8 Browse Path C:\A2D\.....



รูปที่ 1.9 เลือกไฟล์ A2D.dvb



รูปที่ 1.10 A2D.dvb ถูกติดตั้ง

บทที่ 2

สภาพแวดล้อมและเรียกใช้งาน A2D RC

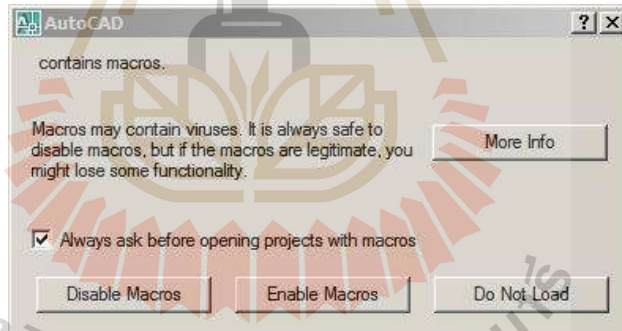
ก่อนที่จะเริ่มต้นการใช้งาน A2D RC จำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องเตรียมความพร้อมในการกำหนดค่าสภาพแวดล้อมในการทำงานของโปรแกรมบน AutoCAD และ Microsoft Excel ให้มีความเหมาะสม เพื่อลดปัญหาข้อผิดพลาดในขณะใช้งาน

2.1 ตั้งค่าความปลอดภัยของ Macro

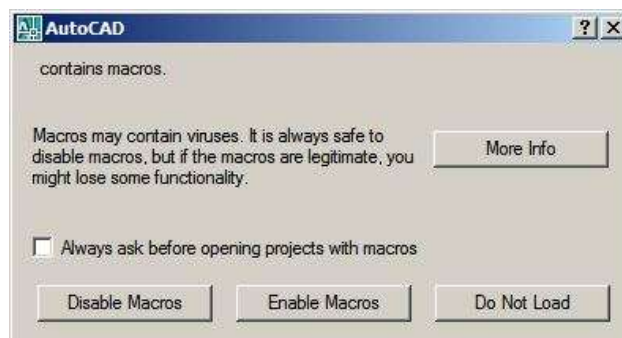
AutoCAD และ Microsoft Excel อาจจะมีมองว่าชุดคำสั่ง VBA ของ A2D RC เป็นอันตราย จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกำหนดค่ายอมรับความปลอดภัยให้เหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 AutoCAD Macro

VBA Macros ของ AutoCAD เตือนให้กำหนดค่าความปลอดภัย ให้เลือกเอาเครื่องหมายถูกออกจาก ☒ Always ask before opening project with macro แล้วเลือก Enable Macros



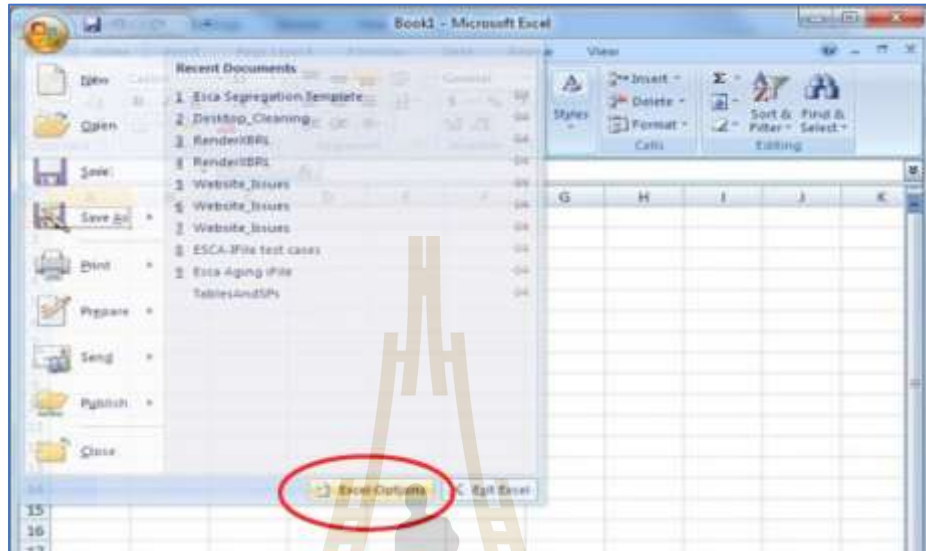
รูปที่ 2.1 Security Macro บน AutoCAD



รูปที่ 2.2 Enable Macro บน AutoCAD

2.1.2 Microsoft Excel Macro

สำหรับ Excel 2007 ต้องตั้งค่าความปลอดภัย (Trust Center) มีขั้นตอนดังนี้
1. ไปที่เมนู (Menu) และกดเลือกตัวเลือก Excel (Excel Options)



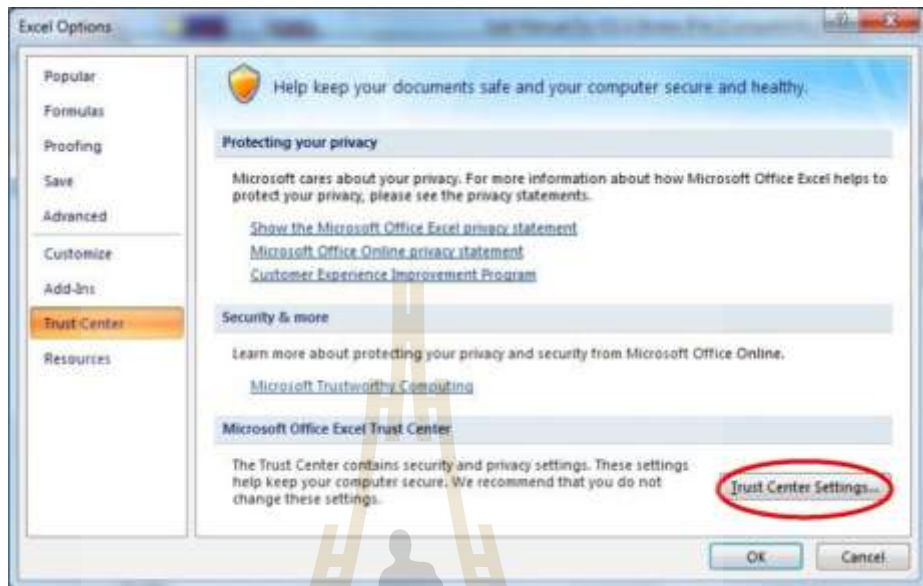
รูปที่ 2.3 เลือก Excel Options

2. หลังจากกดเลือก ตัวเลือก Excel (Excel Options) จะแสดงหน้าจอดังนี้ และเลือก ศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center)



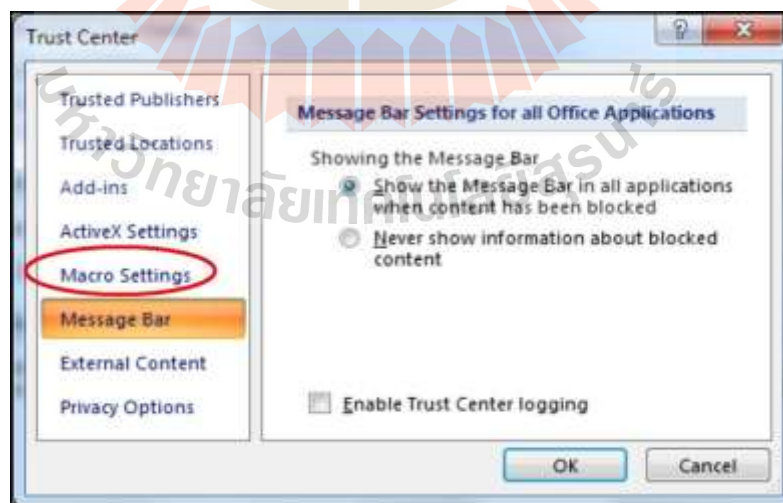
รูปที่ 2.4 เลือก Trust Center

3. กดเลือก ศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center) จะแสดงหน้าจอดังนี้ กดเลือกการตั้งค่า ศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center Settings)



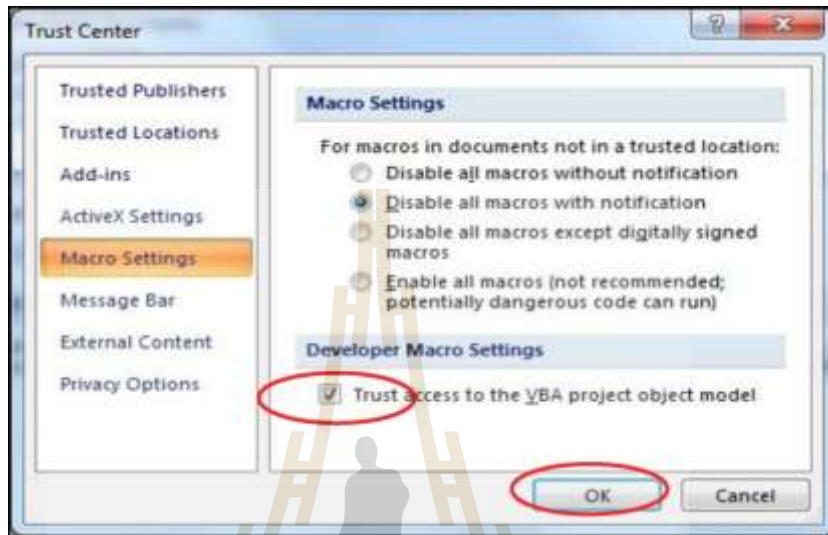
รูปที่ 2.5 เลือก Trust Center Settings

4. กดเลือก การตั้งค่าศูนย์ความเชื่อถือ (Trust Center Settings) จะแสดงภาพดังนี้ กดเลือก การตั้งค่า มาโคร (Macro Settings)



รูปที่ 2.6 เลือก Macro Setting

5. การตั้งค่ามาโคร (Macro Settings) โดยกดเลือก ☒ เชื่อถือการเข้าถึงรูปแบบวัตถุของโครงการ VBA (Trust access to VBA project object model) และกดตกลง (OK)



รูปที่ 2.7 การตั้งค่ามาโคร (Macro Settings)

6. หลังจากติดตั้งตามที่กล่าวมาเรียบร้อยแล้ว สามารถติดตั้งและเปิดใช้งาน Macro บน Microsoft Excel ได้

2.2 เปิด-ปิดการใช้งาน A2D RC

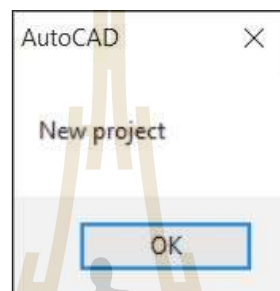
เมื่อได้ติดตั้งโปรแกรมและกำหนดตั้งค่าสภาพแวดล้อมในการทำงานของ A2D RC บน AutoCAD และ Microsoft Excel ให้มีความเหมาะสมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดลองใช้งาน โดยการเปิดและปิดโปรแกรมสามารถทำได้ผ่านไอคอนหรือเมนูบาร์



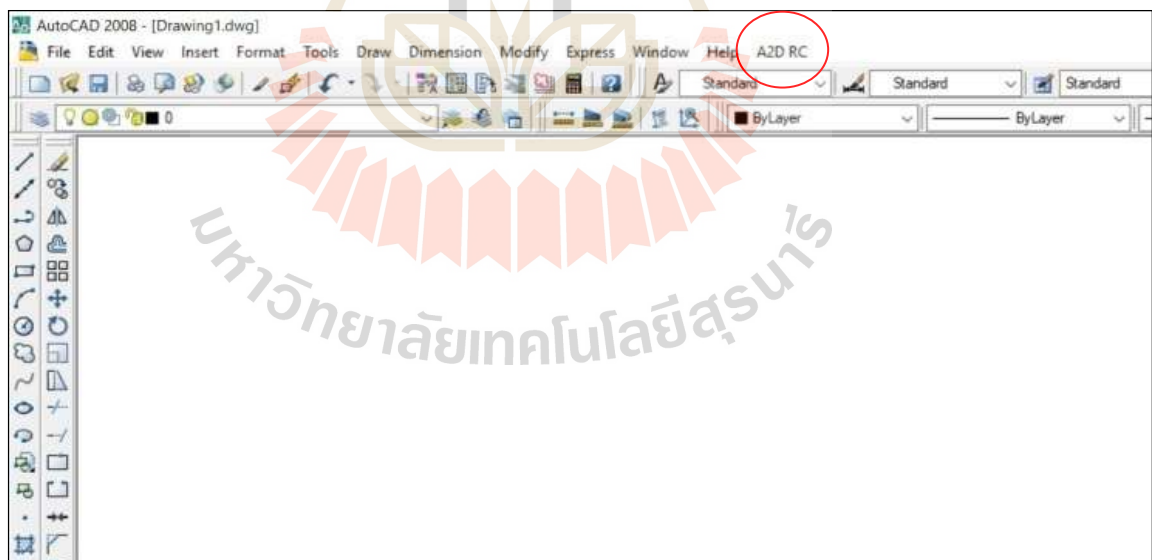
รูปที่ 2.8 ไอคอนเปิด-ปิด A2D RC



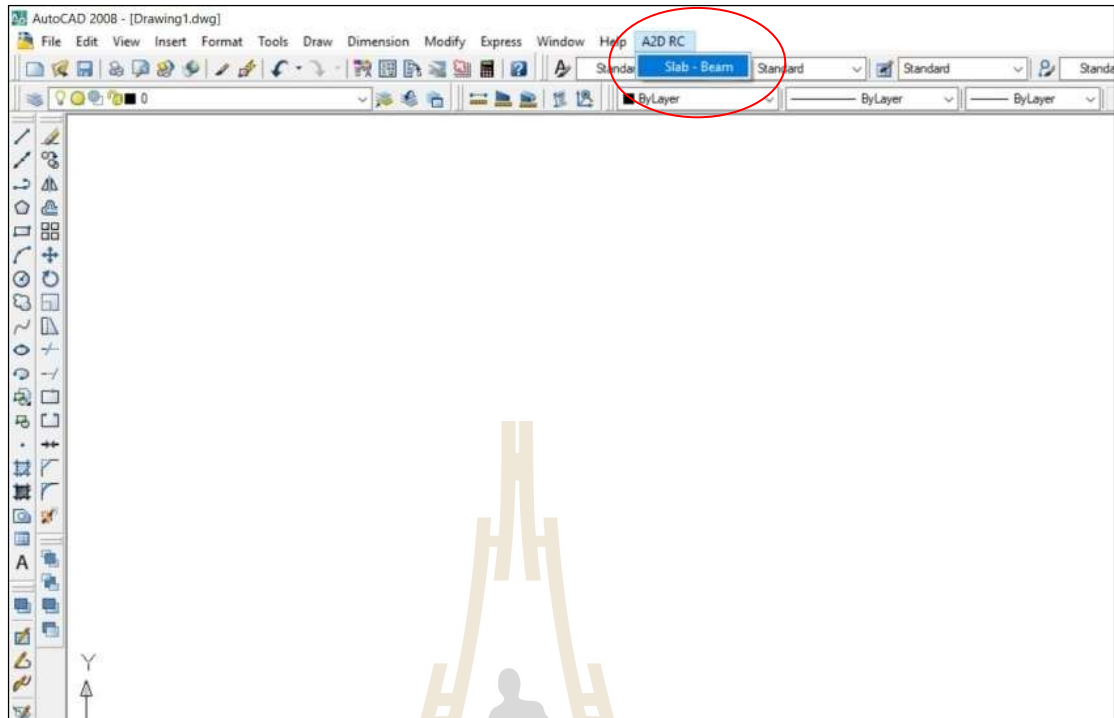
รูปที่ 2.9 เปิด A2D RC จะพบข้อความแรก



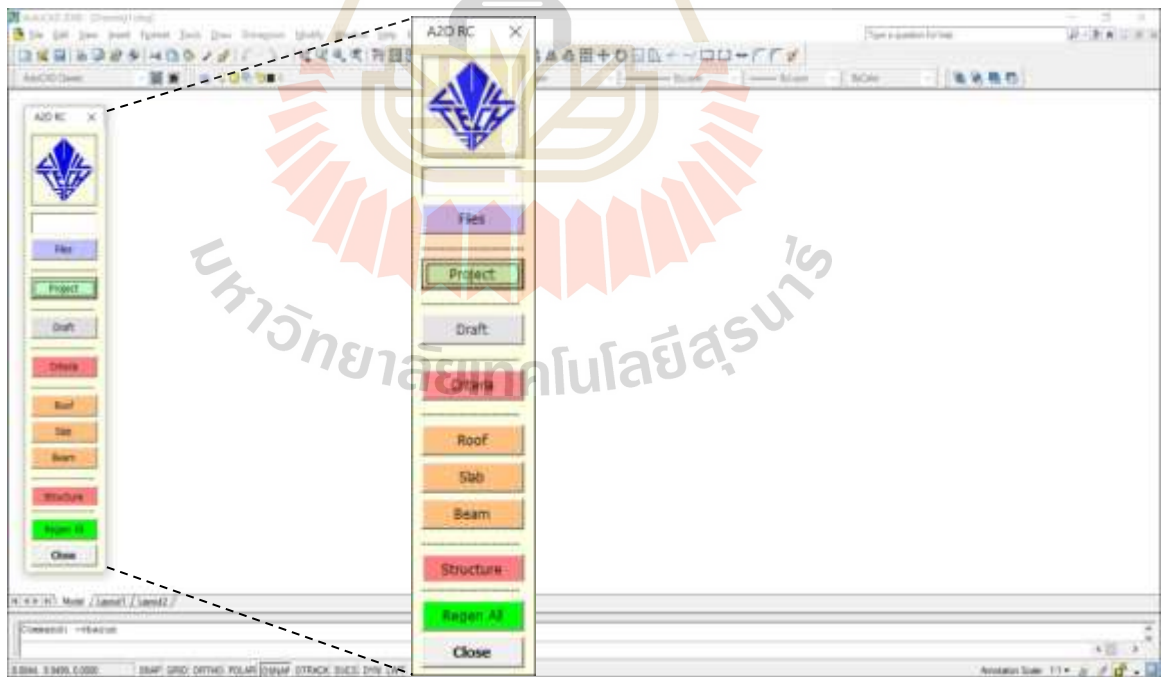
รูปที่ 2.10 ข้อความแจ้งให้สร้างโครงการ



รูปที่ 2.11 A2D RC ที่เมนูบาร์ของ AutoCAD



รูปที่ 2.12 เลือกเมนูย่อย Slab-Beam เปิดทูตบาร์ A2D RC



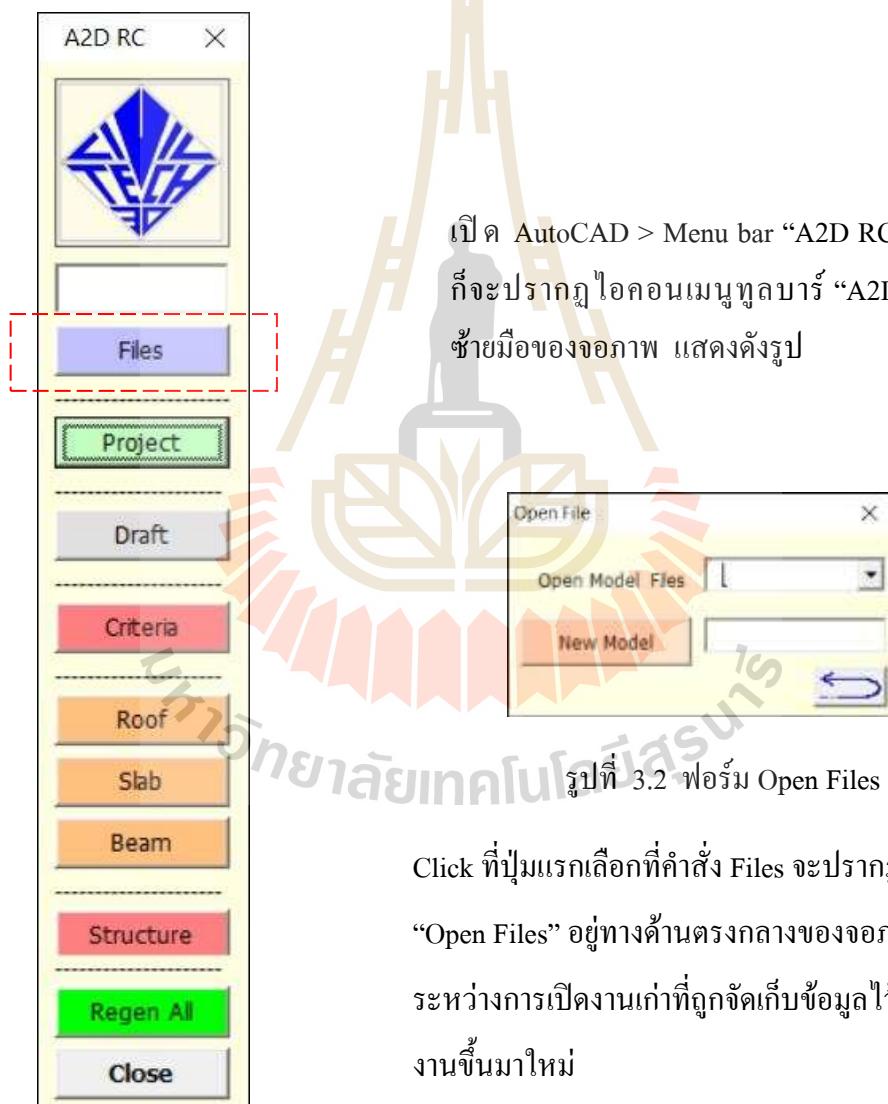
รูปที่ 2.13 เมนูทูตบาร์ A2D RC บริเวณทางซ้าย AutoCAD

บทที่ 3

การจัดการข้อมูล

ก่อนที่จะเริ่มต้นการใช้งาน A2D RC ในการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้าง พื้น-คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเรียนรู้การจัดการข้อมูลการทำงาน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การเปิดไฟล์ของงานที่เคยถูกบันทึก

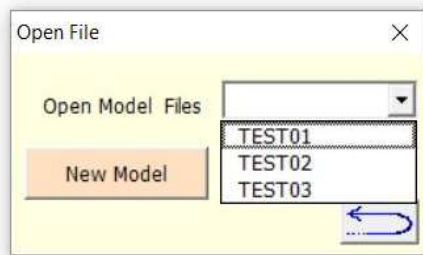


เปิด AutoCAD > Menu bar “A2D RC” > Slab-Beam
ก็จะปรากฏไอคอนเมนูทูลบาร์ “A2D RC” ทางด้าน
ซ้ายมือของจอภาพ แสดงดังรูป

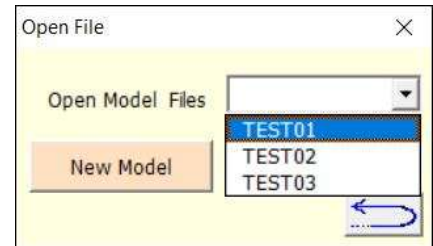
รูปที่ 3.2 ฟอรัม Open Files

Click ที่ปุ่มแรกเลือกที่คำสั่ง Files จะปรากฏ เมนูย่อย
“Open Files” อยู่ทางด้านตรงกลางของจอภาพ เพื่อเลือก
ระหว่างการเปิดงานเก่าที่ถูกจัดเก็บข้อมูลไว้ หรือสร้าง
งานขึ้นมาใหม่

รูปที่ 3.1 Main Menu ของ A2D RC

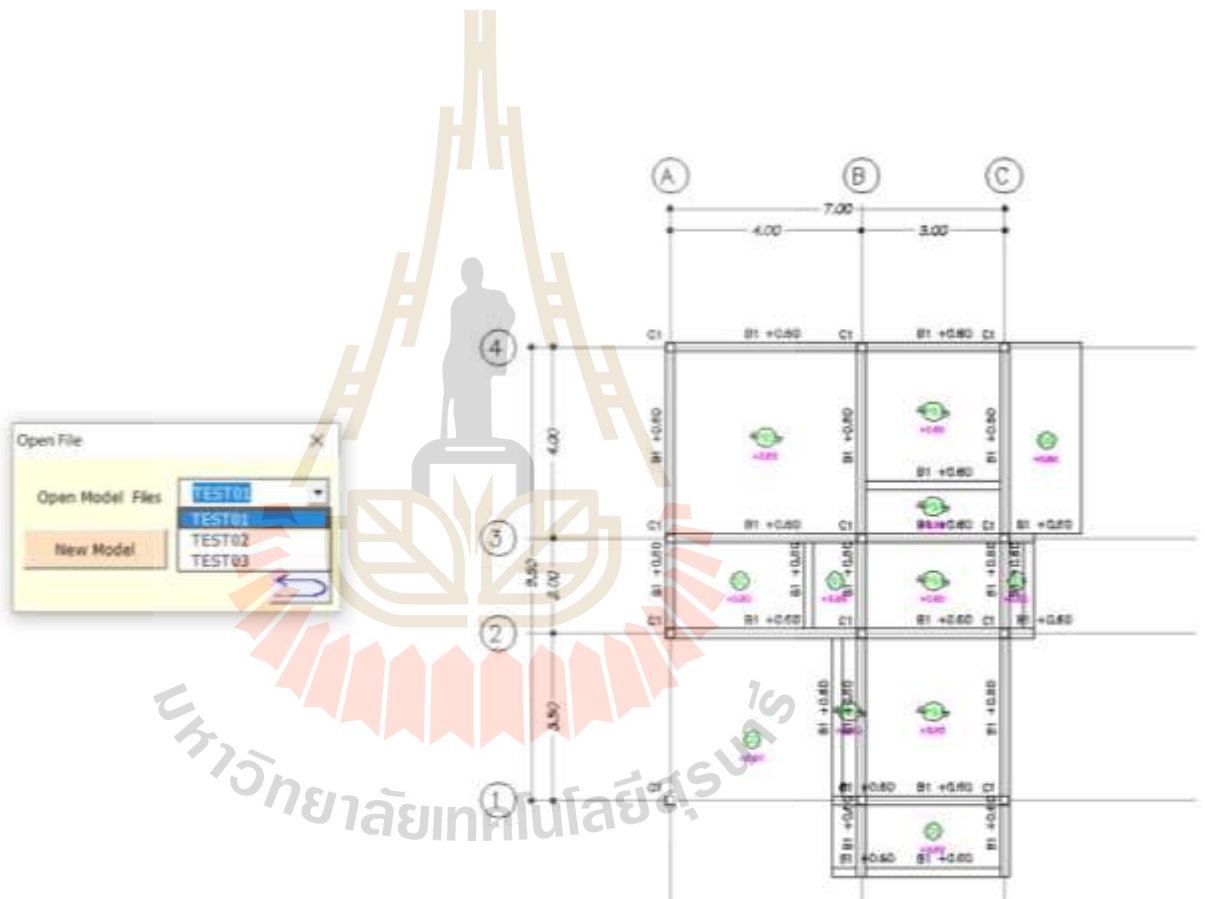


รูปที่ 3.3 List Menu ชื่องานที่ถูกจัดเก็บ



รูปที่ 3.4 เลือกเปิดไฟล์งาน

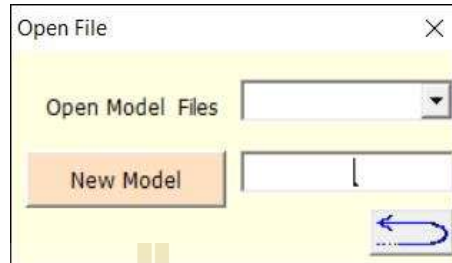
TEST01



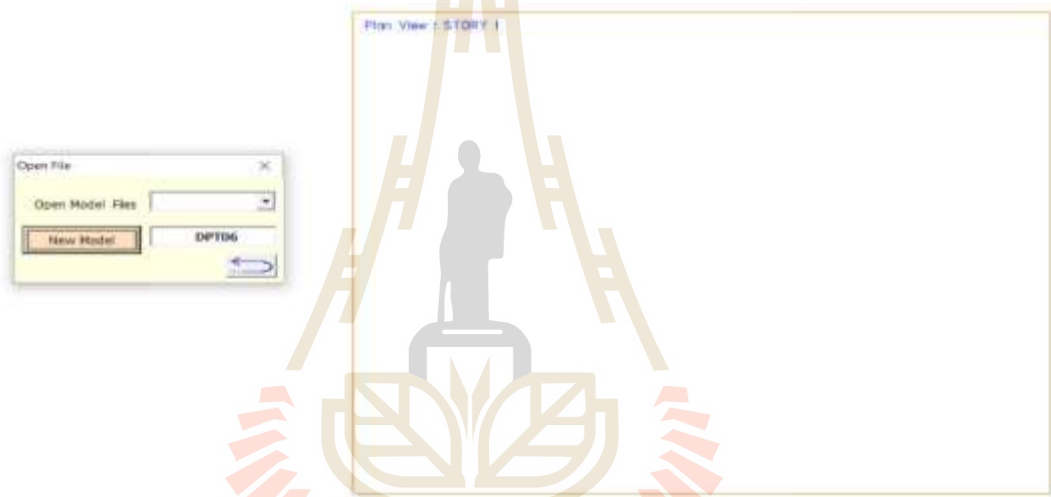
รูปที่ 3.5 ปราบภูชื่องาน “TEST01” และข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้

3.2 การสร้างไฟล์งานขึ้นมาใหม่

กรณีสร้างงานโครงการใหม่ ให้ตั้งชื่อแล้วกดปุ่ม New Model จะปรากฏ ชื่องานโครงการ “DCTP06” พร้อมพื้นที่ทำงาน



รูปที่ 3.6 ป้อนชื่องานใหม่ในช่องรับข้อมูล

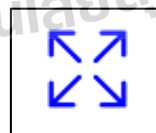


รูปที่ 3.7 ชื่อไฟล์และพื้นที่ทำงานถูกสร้างขึ้นใหม่

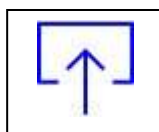
3.3 การควบคุม เปิด - ปิด มุมมอง และการนำเข้าข้อมูล



Regeneration
Layer ของ AutoCAD



Pan
การเลื่อนหน้าจอ พื้นที่ทำงาน



Input Data
การนำเข้าข้อมูล



Return
การกลับสู่เมนูหลัก

รูปที่ 3.8 ไอคอนเมนูทูลบาร์บนฟอร์ม,เมนูหลักและย่อย

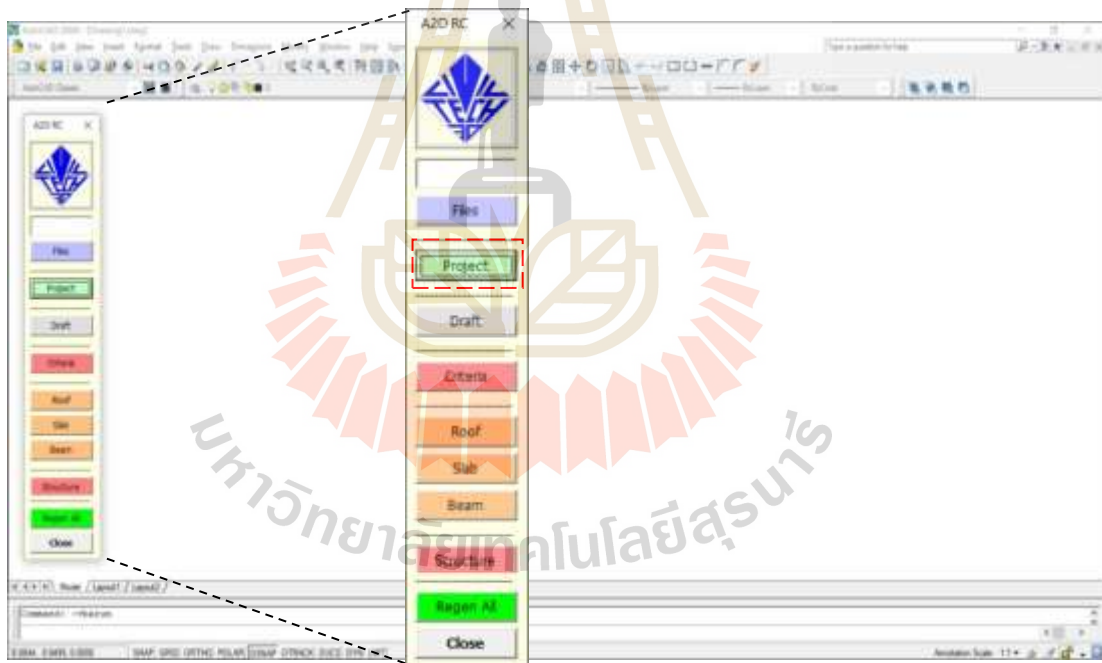
บทที่ 4

การนำเข้าข้อมูล

โปรแกรมมี GUI คือส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน เพื่อนำเข้าข้อมูลจากการเขียนแบบแปลนอาคาร ในรูปแบบของกราฟิกเป็นส่วนมาก มีส่วนน้อยที่เป็นการนำเข้าข้อมูลเป็นข้อความและตัวเลข มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

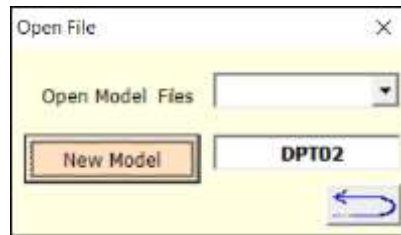
4.1. โครงการ

- 4.1.1** เปิด AutoCAD > Menu bar “A2D RC ” > Slab-Beam ก็จะปรากฏ “A2D RC ” ทางด้านซ้ายมือของจอภาพ ที่เมนูหลัก A2D RC กดปุ่ม File ตั้งชื่อ กด New Model กดปุ่ม Return กลับสู่ A2D RC



รูปที่ 4.1 A2D RC และพื้นที่ทำงานบน AutoCAD

โปรแกรมมีส่วนที่ช่วยแนะนำขั้นตอนการทำงาน โดยข้อความจะปรากฏเป็นลำดับ (1)... (2)... (3)... (4).... เมื่อนำ mouse ไปวางบนตำแหน่งไอคอนทูลบาร์



รูปที่ 4.2 ตั้งชื่อโครงการใหม่ “DPT02”

4.1.2 ป้อนข้อมูลโครงการที่ A2D RC กดปุ่ม Project จะปรากฏแบบฟอร์ม Model Project Initialization เพื่อป้อนข้อมูลของโครงการและจำนวนชั้นลงไปในช่วง เช่น Project Name.....ให้ครบแล้ว กดปุ่ม Story Height4 ที่ฟอร์ม Floor level ป้อนข้อมูลความสูงของแต่ละชั้น กดปุ่ม Calculate แล้ว กด Input ข้อมูลของโครงการจากการป้อนบน AutoCAD ได้นำมาจัดเก็บไว้ที่ Excel ให้ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แล้วกดปุ่ม Close-Save เพื่อกลับสู่เมนูย่อย Model Project Initialization ให้กดปุ่ม Regenerate เพื่อปรับเตรียมเลขอร์และข้อมูลให้พร้อมดำเนินการขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 4.3 กดปุ่ม Story Height

Model Project Initialization

Project Name: บ้านครอบครัวไทยร่วมสมัย 2

Owner: คนไทย

Site:

Architect : สำนักสถาปัตย์กรรม สด. :

Draf Man : นายโธชาติกร ผิงเมือง

Engineer : สำนักวิศวกรรม กว. :

Address : 224 ถนนพหลโยธิน 9 แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320

Number of Stories: 1 Story Height

Floor Level

Floor	Level	Height
Ground	0.00	0.6
FL1	0.60	3.15
Roof	3.75	

Buttons: Calculate, [Up Arrow], [Down Arrow]

รูปที่ 4.4 กดปุ่ม Calculate แล้ว กด Input ข้อมูล

รายละเอียดโครงการ Close-Save

โครงการ: บ้านครอบครัวไทยร่วมสมัย

เจ้าของ: คนไทย

สถานที่:

สถาปนิก: สำนักสถาปัตย์กรรม สด.

เขียนแบบ: นายโธชาติกร ผิงเมือง

วิศวกร: สำนักวิศวกรรม กว.

ที่อยู่วิศวกร: 224 ถนนพหลโยธิน 9 แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320

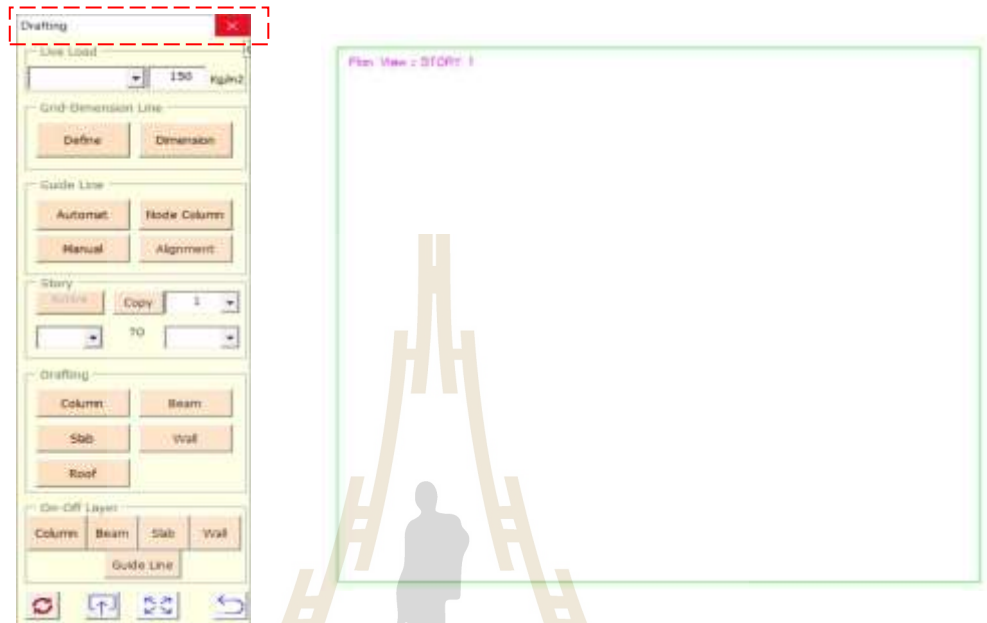
จำนวนชั้น: 1 ชั้น

	ระดับ	ความสูง	X	Y
FL0	0		0	0
FL1	0.6	0.6	0	0
ROOF	3.75	3.15	0	90

รูปที่ 4.5 ที่ Excel ตรวจสอบข้อมูล กดปุ่ม Close-Save

4.2 ร่างแบบ

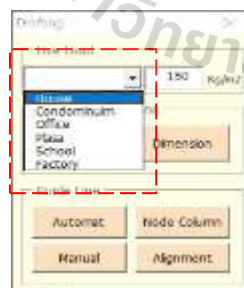
การร่างแบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการนำเข้าสู่ข้อมูลโครงการ โดยเริ่มจากการเลือกคำสั่ง Drafting บนเมนูหลักของ A2D RC จะปรากฏเมนูแบบร่าง ดังรูป



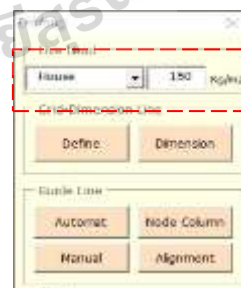
รูปที่ 4.6 เมนู Drafting พร้อมพื้นที่ทำงาน

4.2.1 กำหนดประเภทอาคาร

ที่เมนูหลัก Drafting จะมี List box อาคารแต่ละประเภท ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกทุกจร (Live Load; LL) ตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ให้เลือกดังรูป



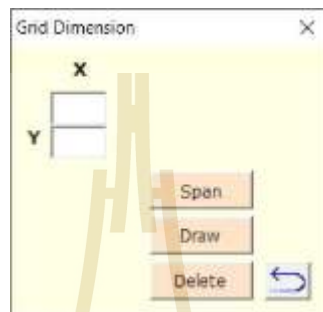
รูปที่ 4.7 List box อาคารแต่ละประเภท



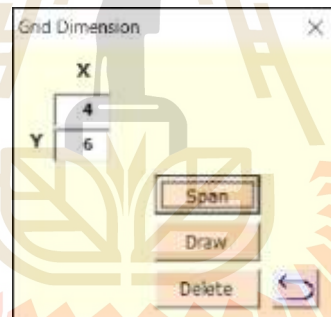
รูปที่ 4.8 อาคารบ้านพักอาศัยได้ถูกเลือก พร้อมน้ำหนักบรรทุก

4.2.2 กำหนด Gride และ Dimension

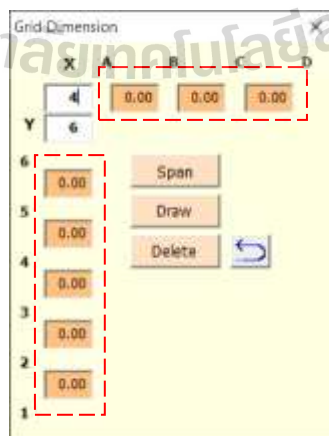
4.2.2.1 กดปุ่ม Define เพื่อนำเข้าข้อมูล Gride line บนแบบแปลน โดยดำเนินการป้อนข้อมูล Gride line และระยะระหว่าง Gride (span) โปรแกรมจะสร้าง Node เสาพร้อมทั้ง Gride Name และ Dimension โดยอัตโนมัติ หากไม่ต้องการ กดปุ่ม Delete เพื่อลบ Grid line



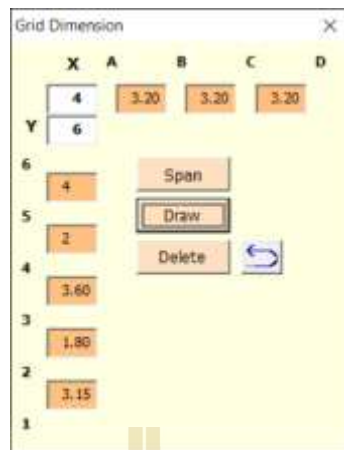
รูปที่ 4.9 From นำเข้าข้อมูล Gride line ระนาบ X-Y



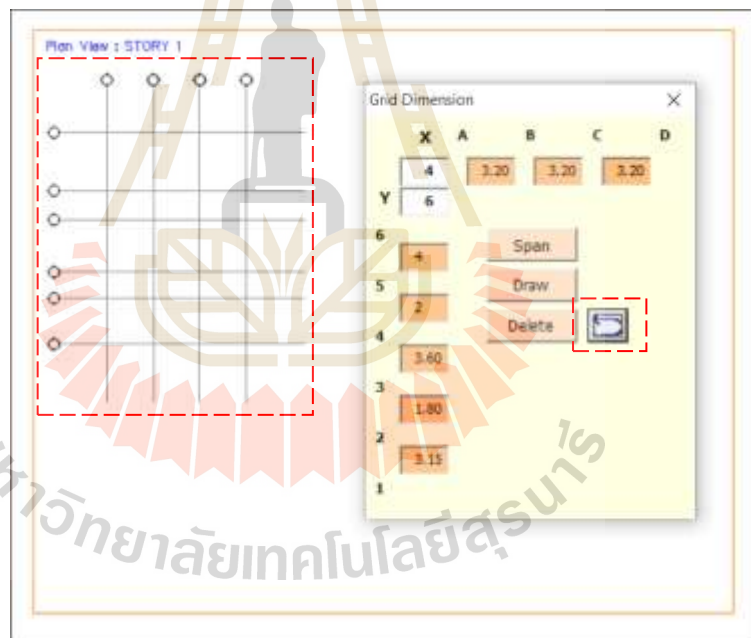
รูปที่ 4.10 ป้อนข้อมูลจำนวนของ Gride line X-Y แล้วกดปุ่ม Span



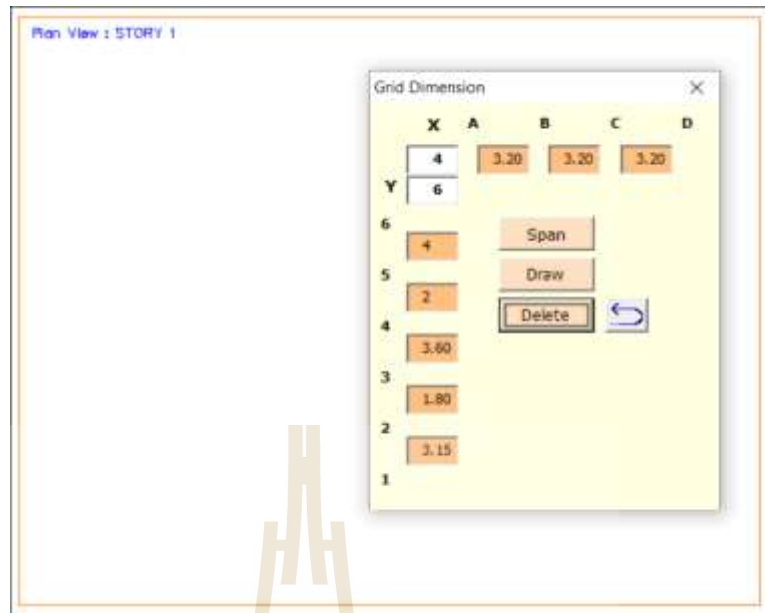
รูปที่ 4.11 ป้อนข้อมูลระยะ Span ในระนาบ X-Y



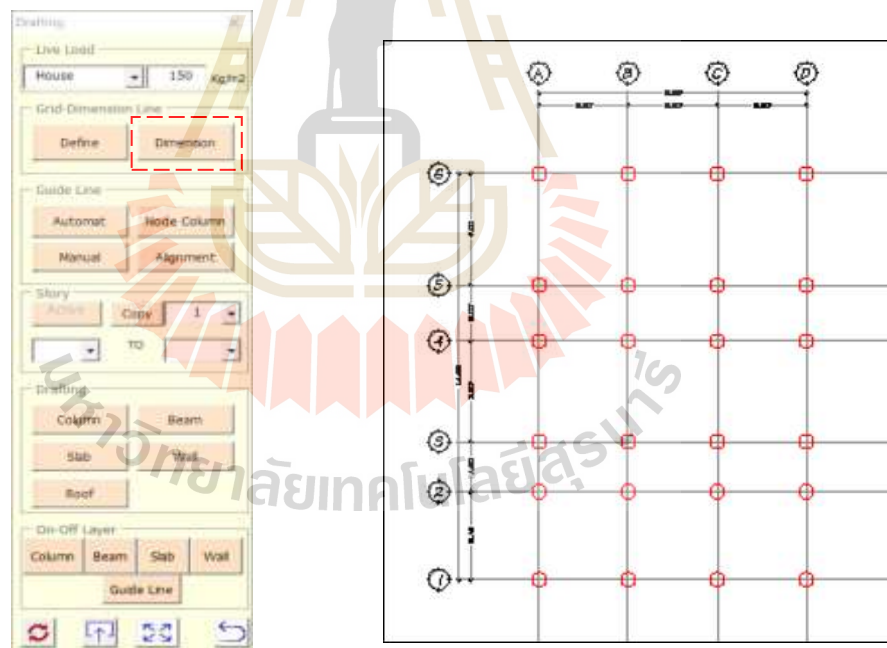
รูปที่ 4.12 กดปุ่ม Draw



รูปที่ 4.13 Gride line ถูกสร้างขึ้น กดปุ่ม Return กลับสู่เมนู Drafting

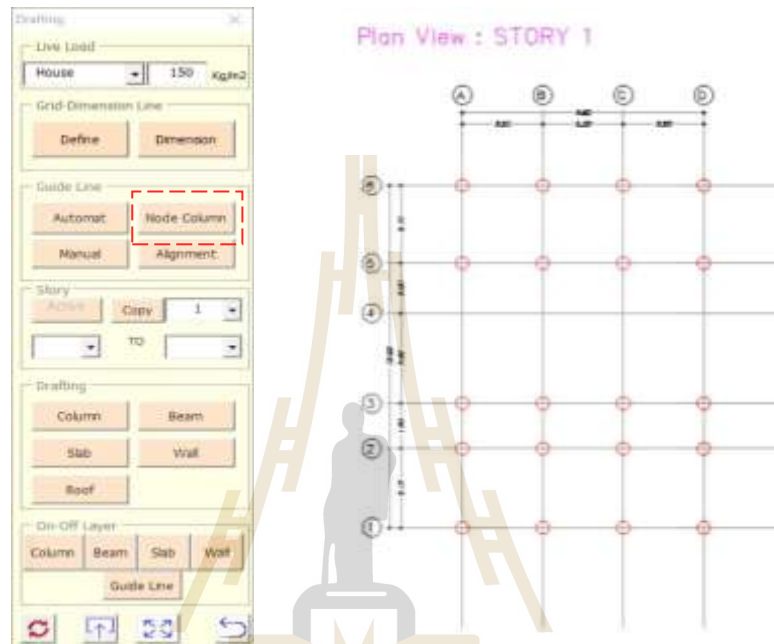


รูปที่ 4.14 กดปุ่ม Delete เพื่อลบ Grid line

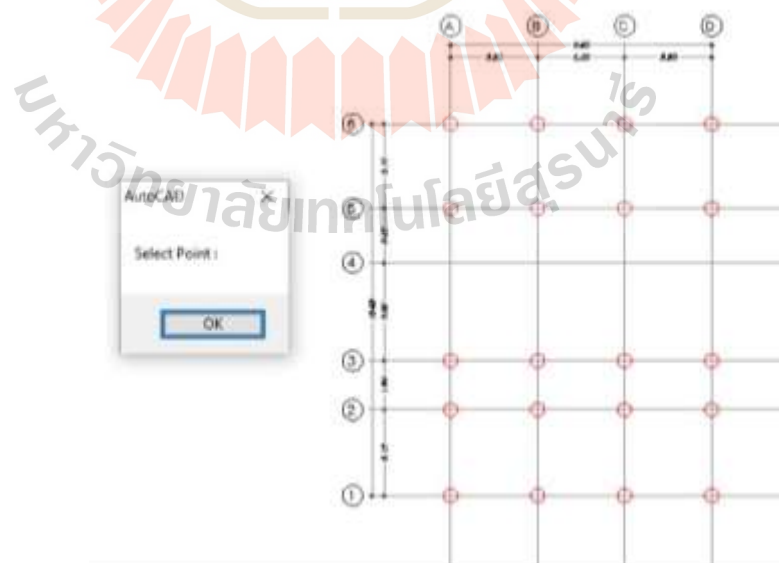


รูปที่ 4.15 กดปุ่ม Dimension ปรากฏระยะ Grid line , Nod เสา , Grid name อัตโนมัติ

4.2.2.2 กรณีกำหนด Node เอง โดยคลิกที่ปุ่ม Node Column เมื่อปรากฏข้อความ Select Point ให้เลือกที่ตำแหน่งจุดตัดของ Grid Line จะปรากฏ Node เสา ให้ดำเนินการจนครบตามที่ต้องการ แล้วกลับสู่เมนู Drafting โดยการคลิกเมา์ขวา

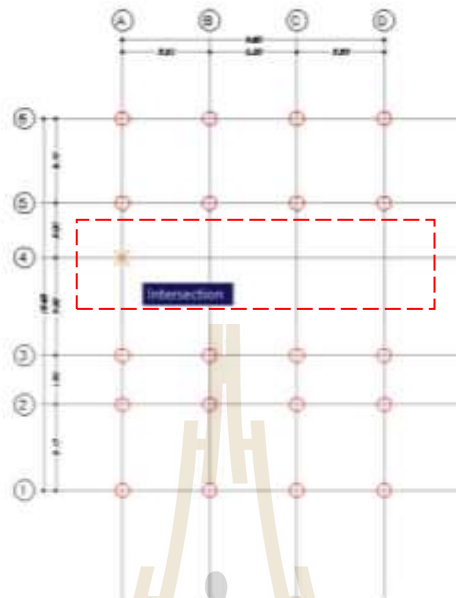


รูปที่ 4.16 เลือก Node Column

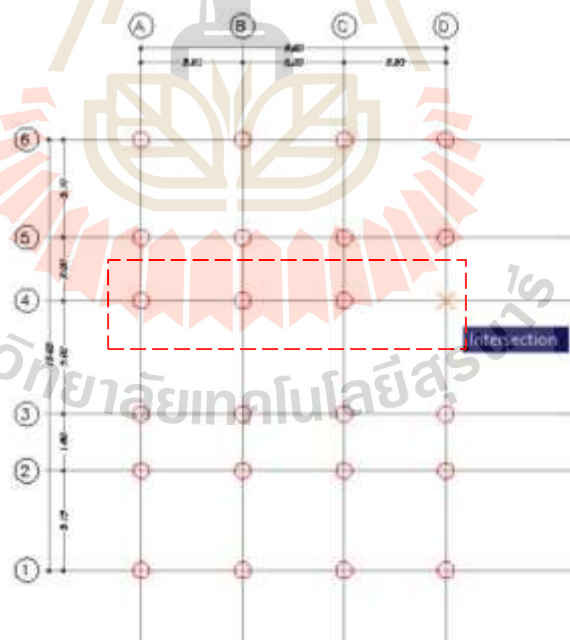


รูปที่ 4.17 กดปุ่ม OK เลือกตำแหน่งที่ต้องการ

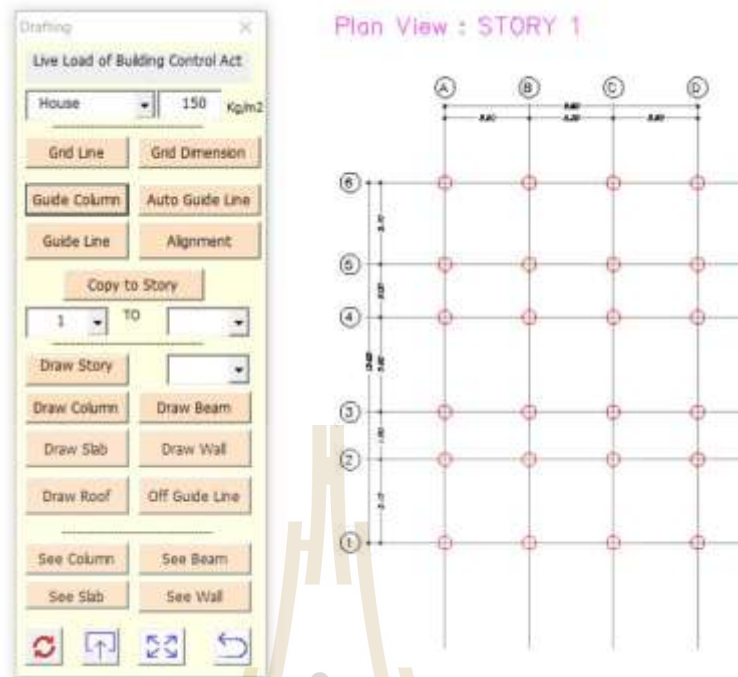
Plan View : STORY 1



รูปที่ 4.18 เลือกที่ตำแหน่งจุดตัด Grid line

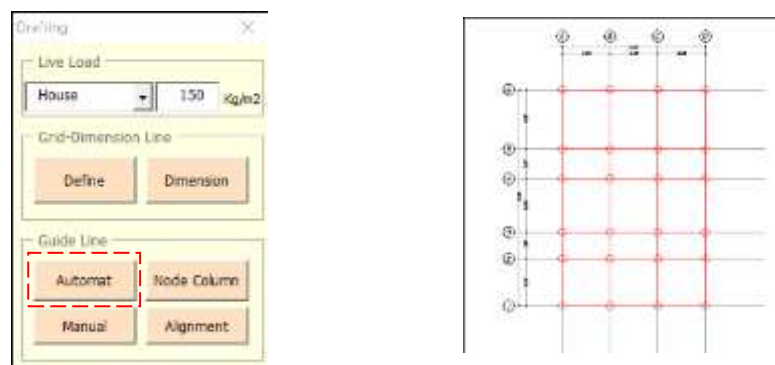


รูปที่ 4.19 Node เสาจากการเลือกที่ตำแหน่งจุดตัด Grid Line



รูปที่ 4.20 คลิกเมาส์ที่ปุ่มขวา กลับสู่ เมนู Drafting

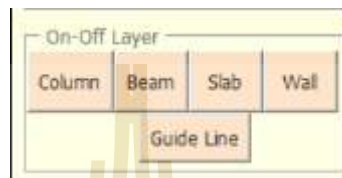
4.2.3 สร้างเส้นร่าง (Guide Line) เป็นเส้นสำคัญจำเป็นต้องมีขึ้นเพื่อช่วยในการร่างแบบ และกำหนดตำแหน่งของเสา, คาน, พื้น และผนัง ในทุกขั้นตอนของ A2D RC หากถูกลบไปจะทำให้ป้อนข้อมูลนำเข้าโปรแกรม ด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้อง ส่งผลต่อการวิเคราะห์ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. พื้น-คาน ผิดพลาดได้ เส้นร่างแบบจะถูกลบได้ก็ต่อเมื่อไม่ได้ใช้งานในส่วนของการคำนวณนั้นๆ หรือเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการร่างแบบ เข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบที่เมนูหลัก Drafting กดปุ่ม Automat ปรากฏสร้างเส้นร่างแบบ อัตโนมัติ



รูปที่ 4.21 กดปุ่ม Automat สร้างเส้นร่าง อัตโนมัติ

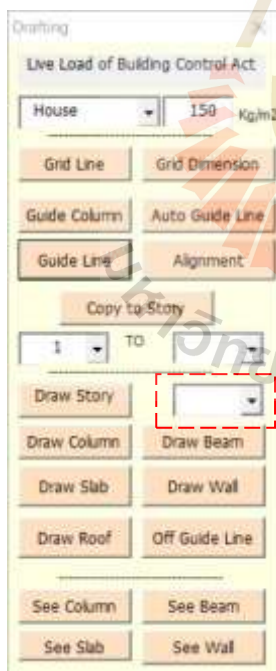
กรณีต้องการสร้างเส้นร่างด้วยตนเองในแนวคาน, พื้นหรือผนัง นอกเหนือจากที่โปรแกรมได้สร้างขึ้นให้อัตโนมัติ ทำได้โดยการเลือกที่ปุ่มคำสั่ง Manual แล้วทำการเขียนเส้นร่างได้ตามที่ต้องการ หากต้องการลบเส้นร่างแบบ ก็สามารถทำได้โดยคำสั่งพื้นฐาน AutoCAD ** A2D RC เวอร์ชัน 1.26 นี้ ยังไม่ถูกพัฒนาให้เขียนเส้นร่างแบบนอกเหนือระนาบของแกน X-Y ได้

Layer ต่างๆ ไม่จำเป็นที่ผู้ใช้งานต้องสร้างเอง A2D RC จะสร้างขึ้นให้อัตโนมัติ การ On-Off ทำได้ด้วยคำสั่งบนทูลบาร์ในแต่ละฟอร์ม และเมนูทูลบาร์หลัก, ย่อย

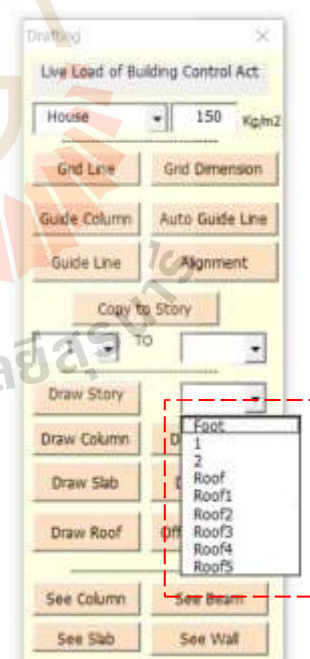


รูปที่ 4.22 คำสั่งเปิด-ปิด เลเยอร์ AutoCAD

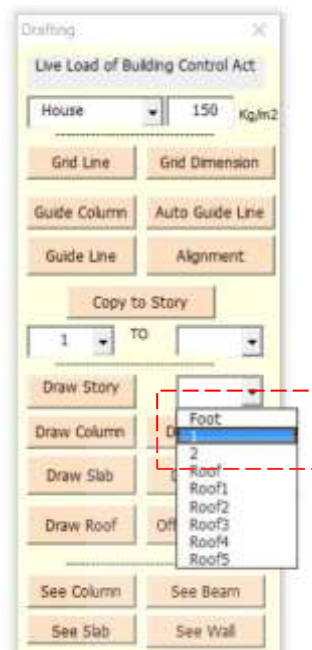
4.2.4 กำหนดชั้นของอาคาร เพื่อนำเข้าข้อมูลเสา, คาน, พื้นและผนัง ที่เมนูหลัก Drafting กดที่ List Box ปรากฏชั้นของอาคารทุกชั้นให้เลือกชั้นที่ 1 หรือชั้นอื่น ของอาคาร เพื่อเริ่มต้นการทำงานเป็นขั้นแรก



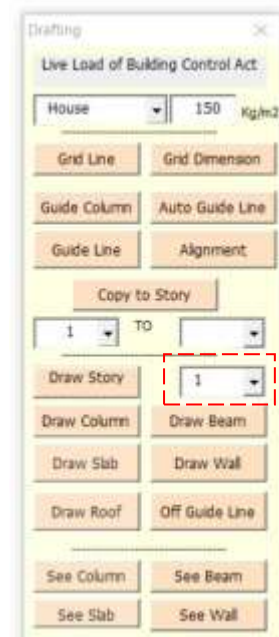
รูปที่ 4.23 กดที่ List Box



รูปที่ 4.24 ชั้นของอาคารทุกชั้น

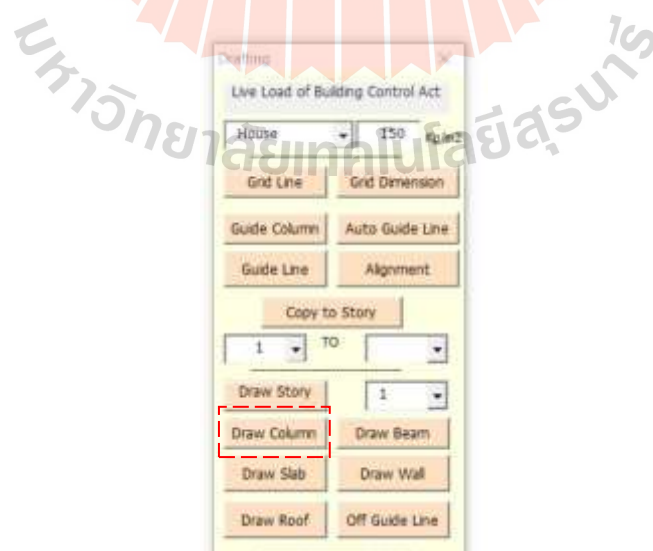


รูปที่ 4.25 เลือกชั้นที่ 1

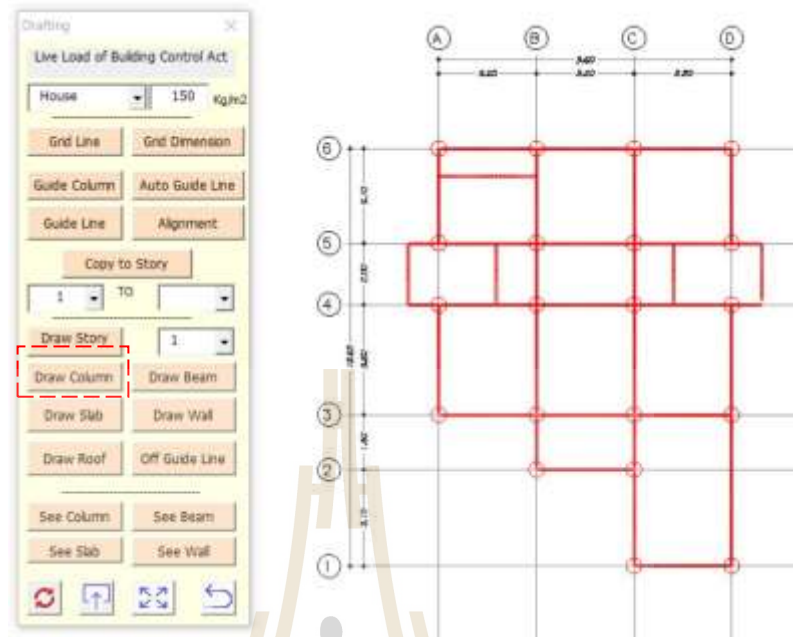


รูปที่ 4.26 ปรากฏชั้นที่ 1

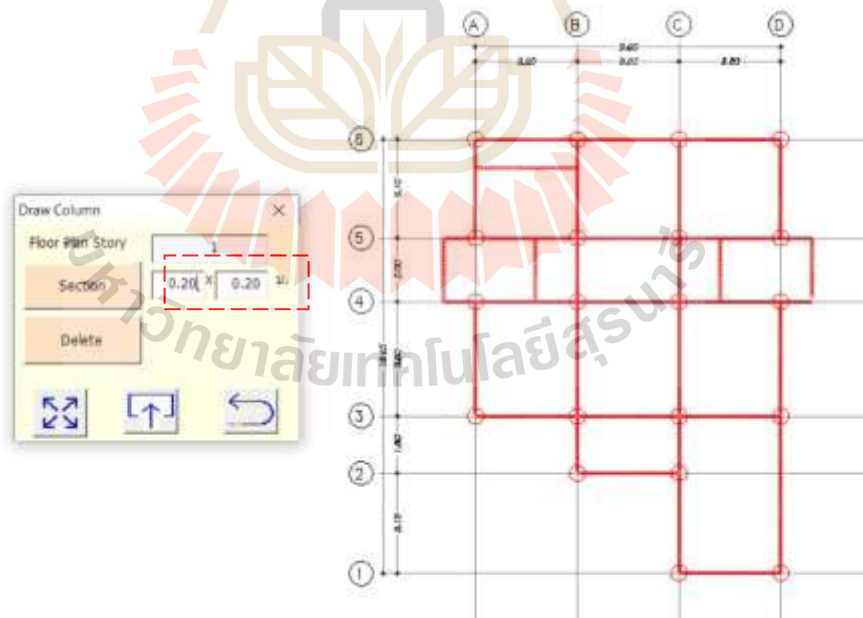
4.2.5 การป้อนข้อมูล Column เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลขนาดของเสา ที่ได้จากการอ่านแบบ หรือภาพร่างแบบ โดยกดปุ่ม Draw Column จะปรากฏพื้นที่ทำงานชั้นที่ 1 (ที่ได้เลือกชั้นทำงานเอาไว้แล้วในขั้นตอนกำหนดชั้นของอาคาร) เลือกปุ่ม Column ป้อนข้อมูลขนาดของเสา แล้วกดปุ่ม Section จะปรากฏ หน้าตัดเสาที่ได้กำหนดไว้ ณ ตำแหน่ง Node เสา



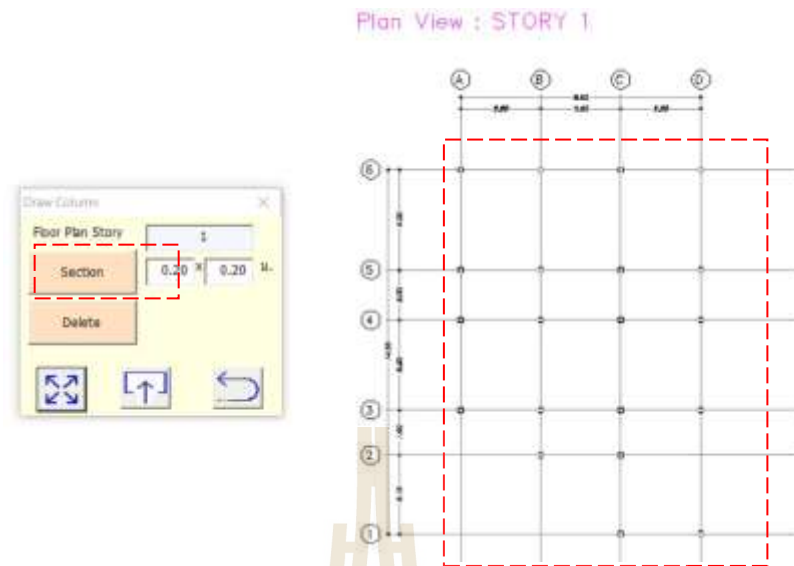
รูปที่ 4.27 กดปุ่ม Draw Column



รูปที่ 4.28 เลือกปุ่ม Column



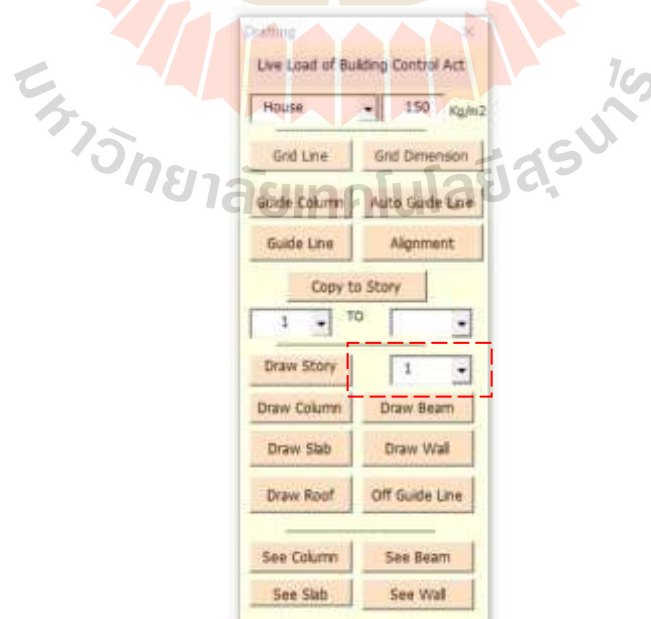
รูปที่ 4.29 ป้อนข้อมูลขนาดของเสา



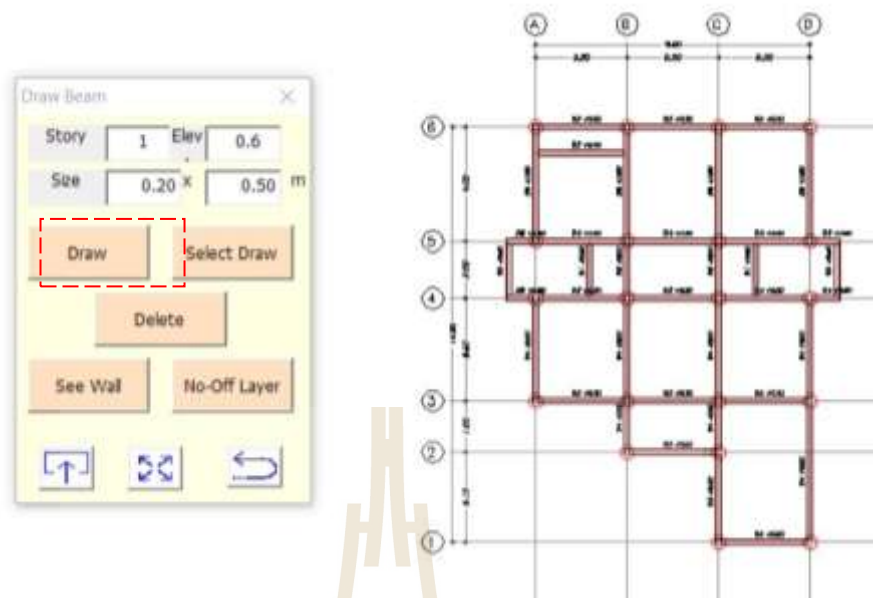
รูปที่ 4.30 กดปุ่ม Section ปรากฏหน้าต่างเสียบแบบร่าง

4.2.6 การป้อนข้อมูล Beam เป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลคานทั้งชั้นของอาคารโดยทำตามขั้นตอนดังนี้

4.2.6.1 ป้อนข้อมูล Beam อัตโนมัติ เป็นขั้นตอนการนำเข้า ข้อมูลคาน ที่ได้จากการอ่านแบบ โดยทำการกำหนดหน้าตัด Trial แล้วกดปุ่ม Draw โปรแกรมจะสร้างคานตามเส้นร่างให้อัตโนมัติ ทั้งชั้น



รูปที่ 4.31 เมนู Drafting กดปุ่ม Draw Beam



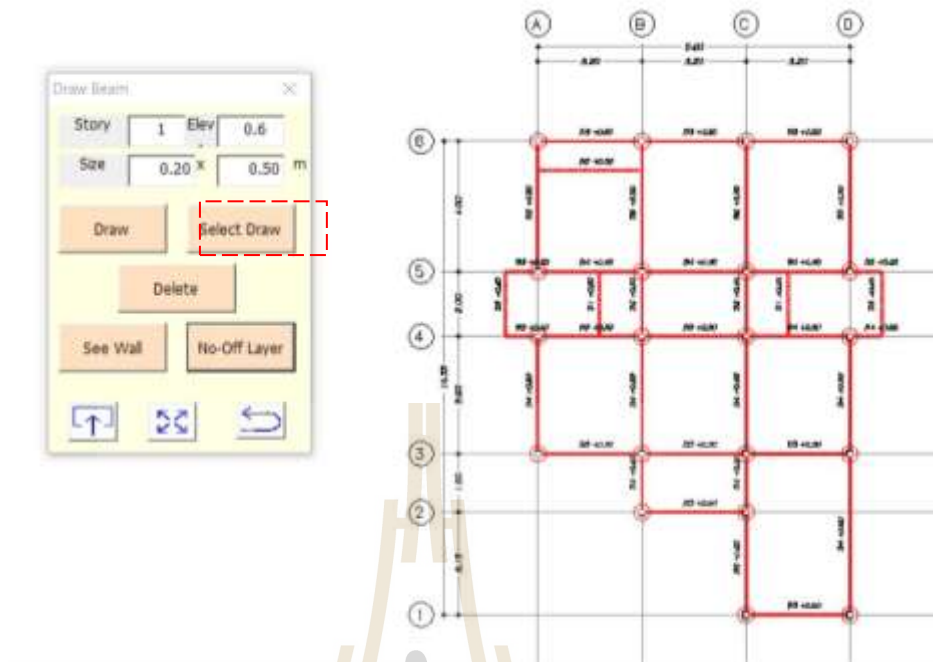
รูปที่ 4.32 กดปุ่ม Draw ปรากฏแนวคานบนแบบร่าง

4.2.6.2 ป้อนและลบข้อมูล Beam ด้วยตัวเอง

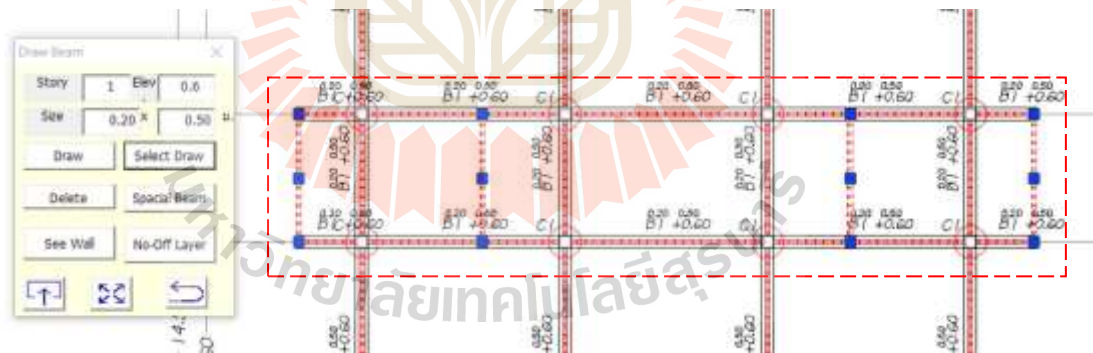
เป็นขั้นตอนการนำเข้าและลบข้อมูลคานด้วยตัวเอง



รูปที่ 4.33 กดปุ่ม Draw Beam



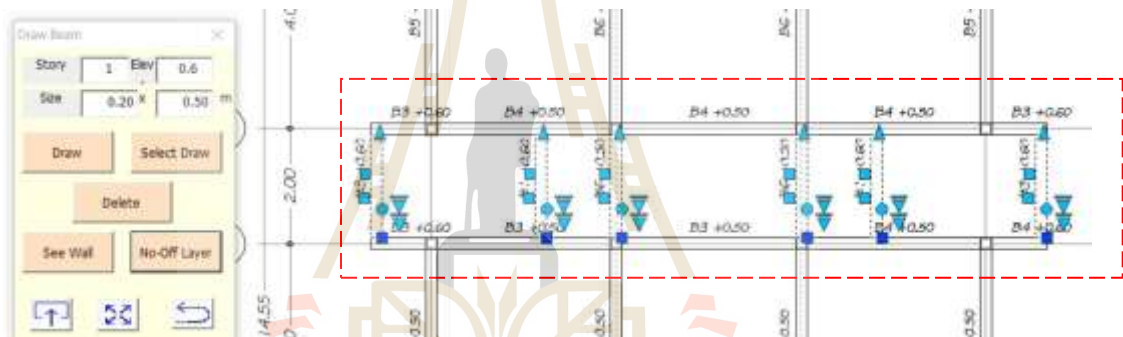
รูปที่ 4.34 กดปุ่ม Select draw



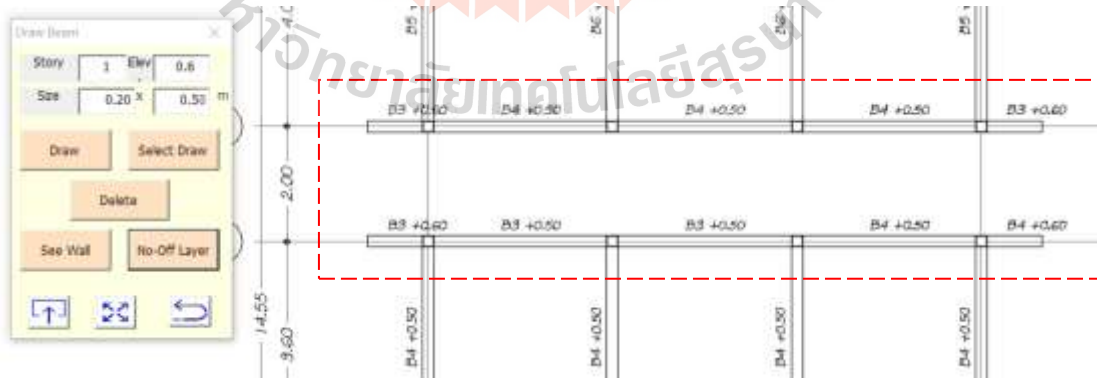
รูปที่ 4.35 เลือกเส้นร่าง (Guild Line)



รูปที่ 4.36 คานถูกสร้างขึ้นตามเส้นร่างที่ถูกเลือก

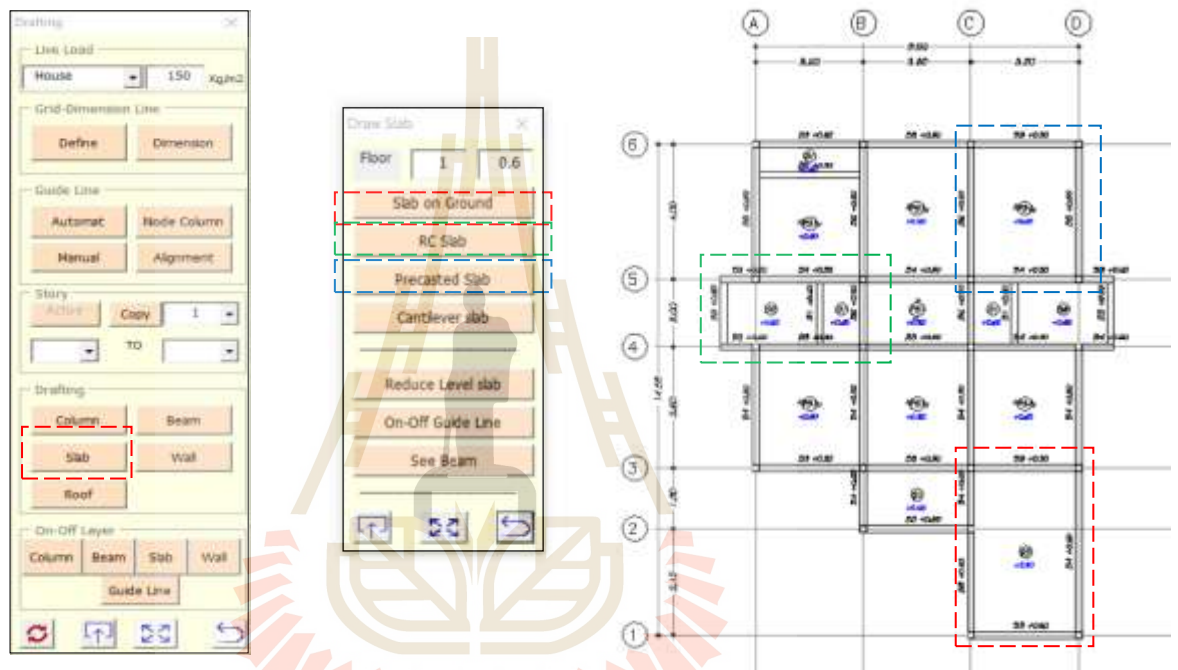


รูปที่ 4.37 เลือกคานที่ต้องการลบ



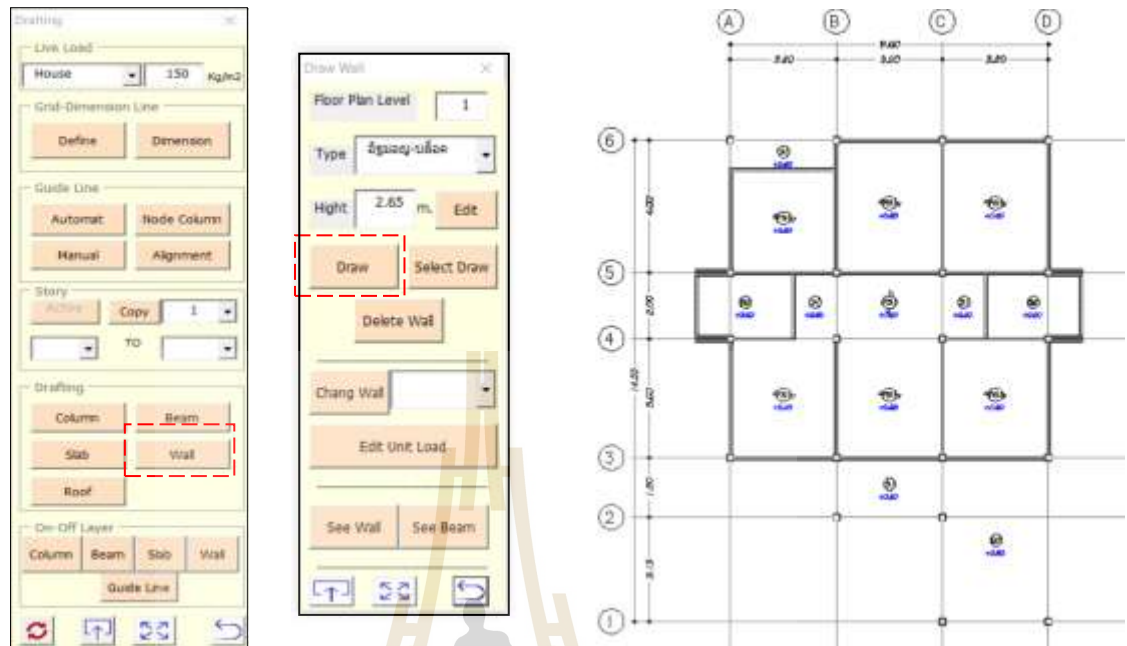
รูปที่ 4.38 กดปุ่มสั่ง Delete

4.2.7 การป้อนข้อมูล Slab เป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลพื้นที่ที่ได้จากการอ่านแบบโดยทำการกำหนดประเภทของพื้น แล้วเลือกกลงไปในขอบเขตรูปสี่เหลี่ยมของเส้นร่าง โปรแกรมจะสร้างพื้นให้อัตโนมัติ ในตำแหน่งที่เลือก กรณีที่เป็นพื้นวางบนดินหรือตำแหน่งที่โปรแกรมไม่พบเส้นร่างครบขอบเขตรูปสี่เหลี่ยมปิดสี่ด้าน โปรแกรมจะสร้างพื้นขนาด 1 ตารางเมตร ให้ทำการขยายขอบเขตพื้นให้ชนกันหรือแนวขอบอื่นให้ครบทั้งสี่ด้าน

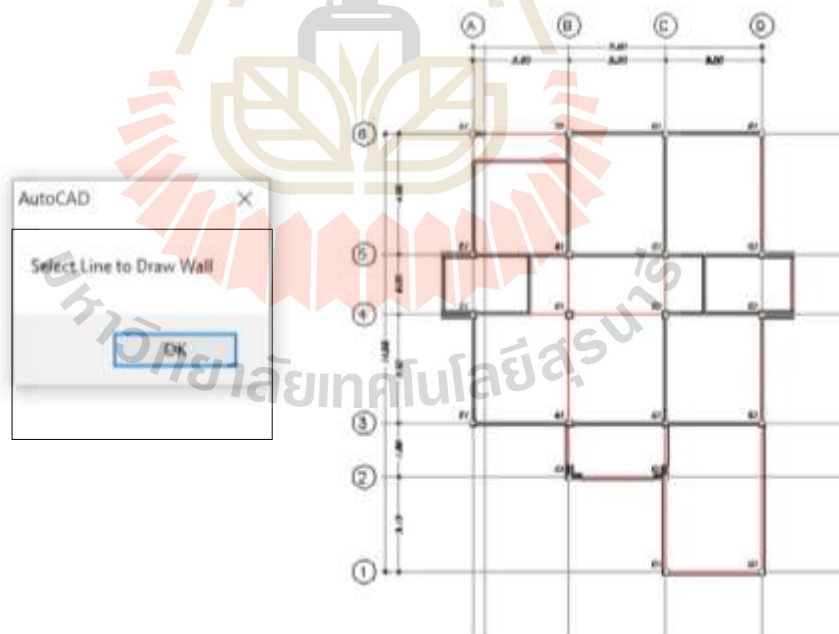


รูปที่ 4.39 กดปุ่ม Slab ที่เมนู Draw slab เลือกประเภทพื้น เลือกวางตำแหน่งของพื้นในแบบ

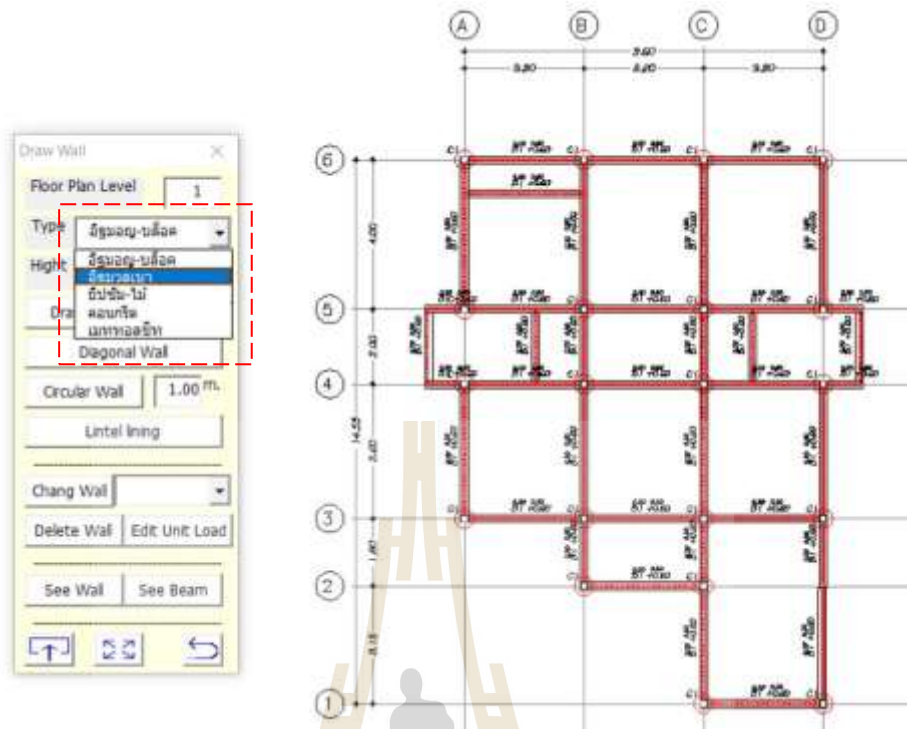
4.2.8 การป้อนข้อมูล Wall เป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลผนังที่ได้จากการอ่านแบบโดยทำการกำหนดประเภทและความสูงของผนัง แล้วกด Draw โปรแกรมจะสร้างผนังให้อัตโนมัติและสร้างผนังได้เองด้วย Select Draw เลือกที่เส้นร่าง ก็จะสร้างผนังได้เช่นกัน



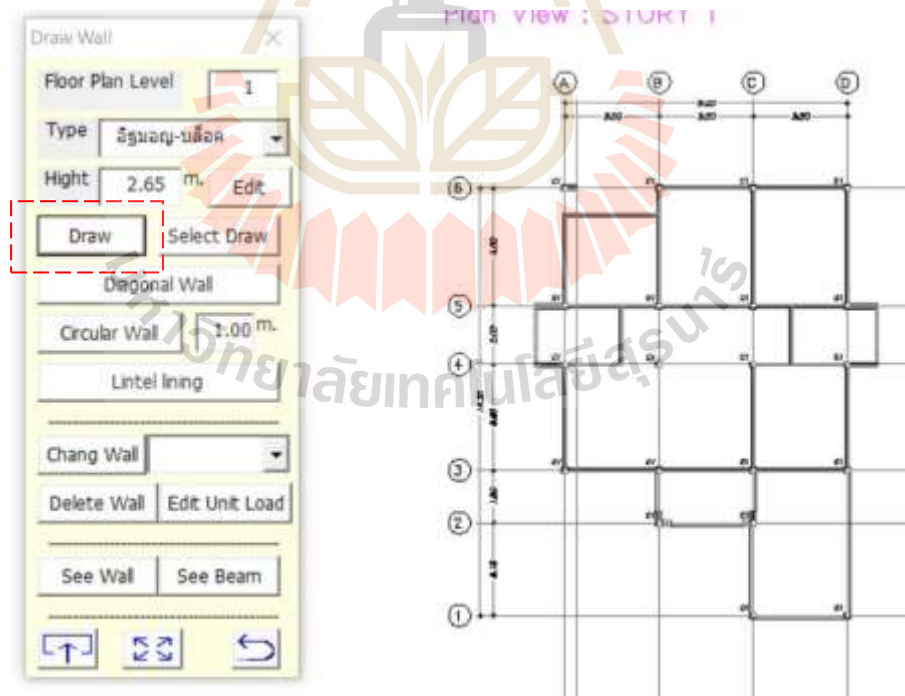
รูปที่ 4.40 กดปุ่ม Draw สร้างผนัง



รูปที่ 4.41 เลือกเส้นร่างที่ต้องการเขียนผนัง แล้วกด Draw Select



รูปที่ 4.42 เลือกชนิดของวัสดุผนังชั้นที่ 1

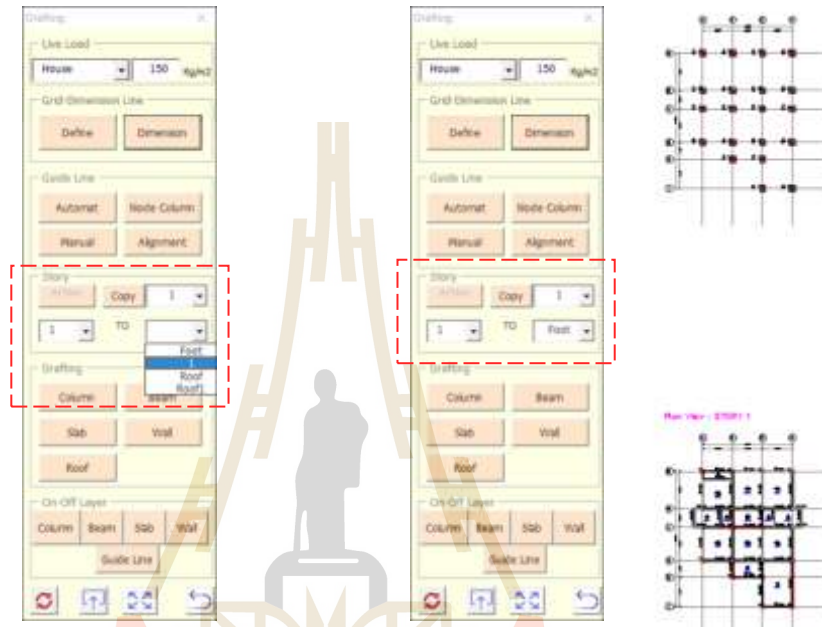


รูปที่ 4.43 กดปุ่ม Draw ปรากฏผนังตามเส้นร่างทั้งชั้น

4.2.9 การคัดลอกข้อมูลเสา, คาน, พื้น และผนัง

เป็นขั้นตอนเพื่อลดระยะเวลาการทำงาน ที่ไม่ต้องทำงานซ้ำๆ ในทุกชั้นของอาคาร โดยโปรแกรมสามารถคัดลอกข้อมูลกันระหว่างชั้นได้ มีขั้นตอนดังนี้

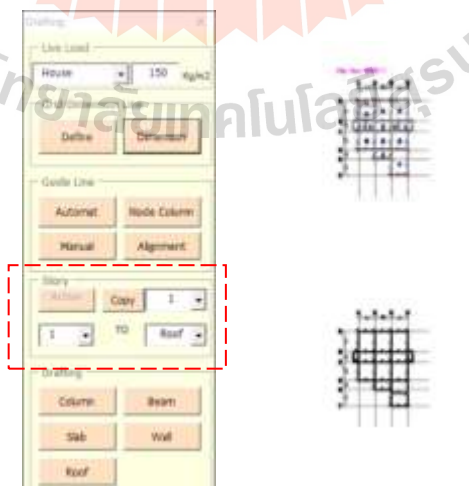
4.2.9.1 คัดลอกข้อมูลไปชั้น Footing และไปชั้นอื่น



รูปที่ 4.44 เลือกชั้นที่ต้องการคัดลอก

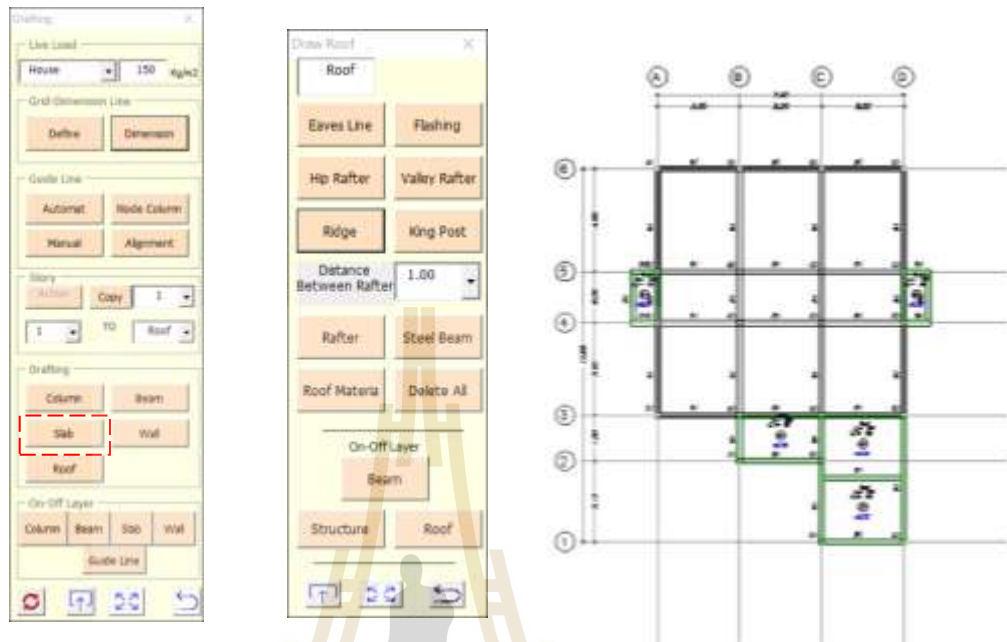
รูปที่ 4.45 คัดลอกข้อมูลไปชั้น Footing

4.2.9.2 คัดลอกไปยัง ชั้น Roof



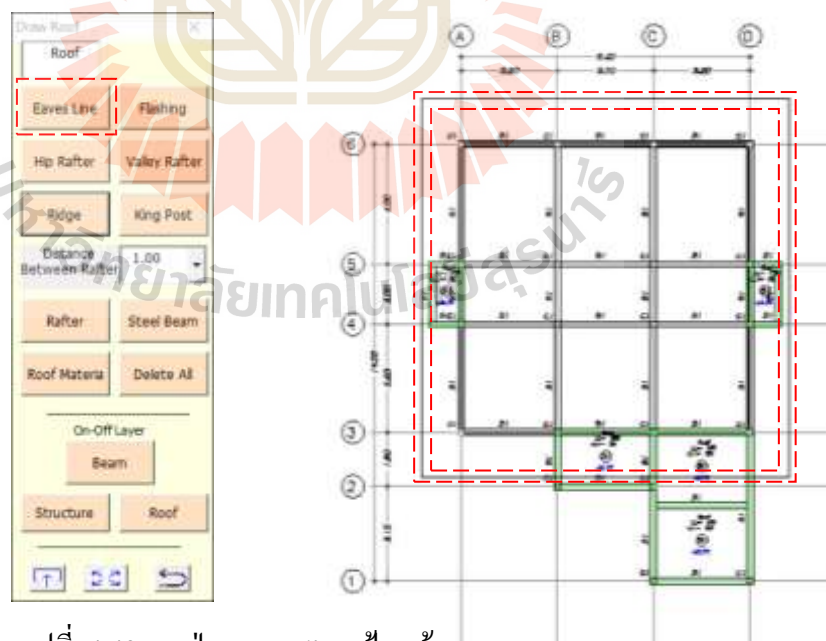
รูปที่ 4.46 ที่ชั้นที่ 1 กดปุ่ม Copy to Floor สำเนาไปยัง ชั้น Roof

4.2.10 การป้อนข้อมูล Roof เป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลชั้นหลังคา ดังนี้

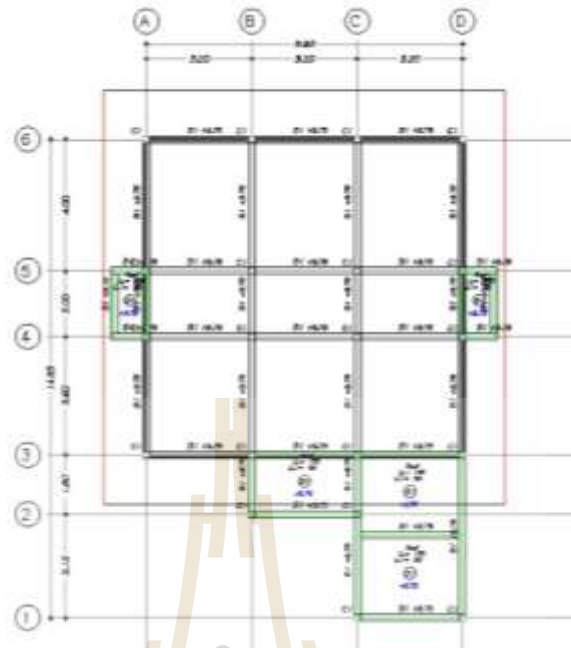


รูปที่ 4.47 กดปุ่ม Roof เพื่อนำเข้าข้อมูลหลังคา

4.2.10.1 ป้อนข้อมูล Eaves Line คือการนำเข้าข้อมูลขนาดของหลังคาทั่วไป

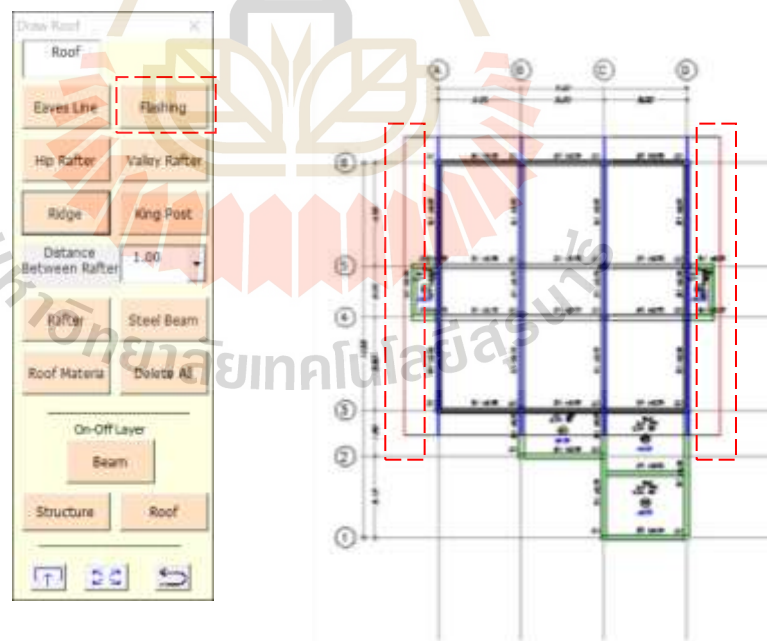


รูปที่ 4.48 กดปุ่ม Eaves line ป้อนข้อมูลขนาดของหลังคา



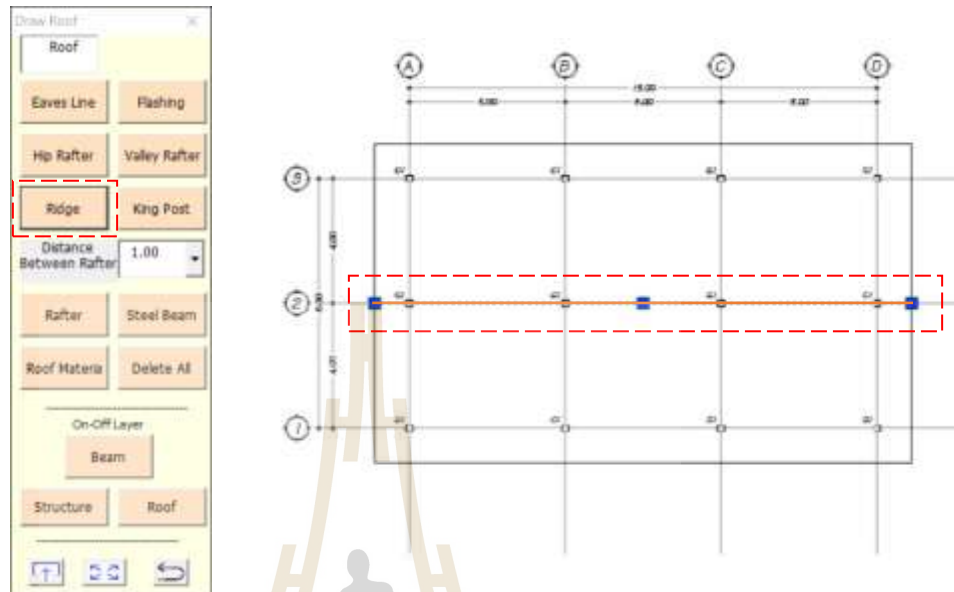
รูปที่ 4.49 เขียนเส้นชายคาให้ครบทุกด้าน

4.2.10.2 ป้อนข้อมูล Flashing คือการนำเข้าข้อมูลชายคาหลังคาแบบหมาแหงน



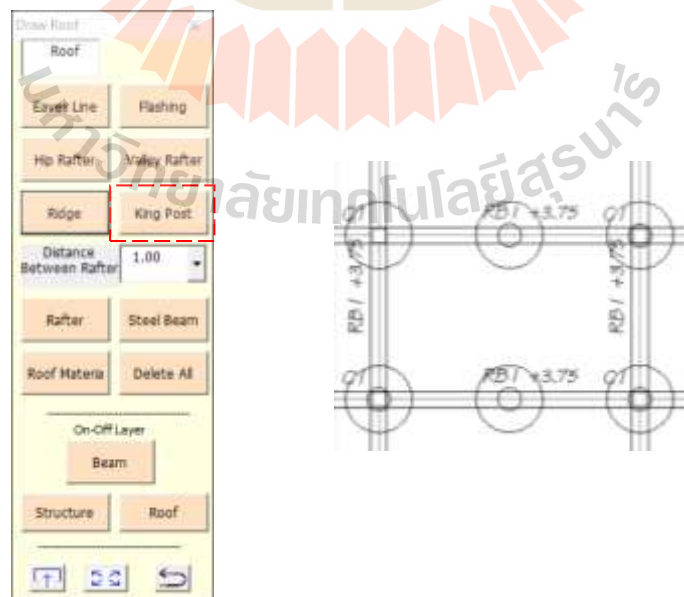
รูปที่ 4.50 ป้อนข้อมูล Flashing Line

4.2.10.3 ป้อนข้อมูล Ride Line คือการนำเข้าข้อมูลอกไก่ ของหลังคาทั่วไป



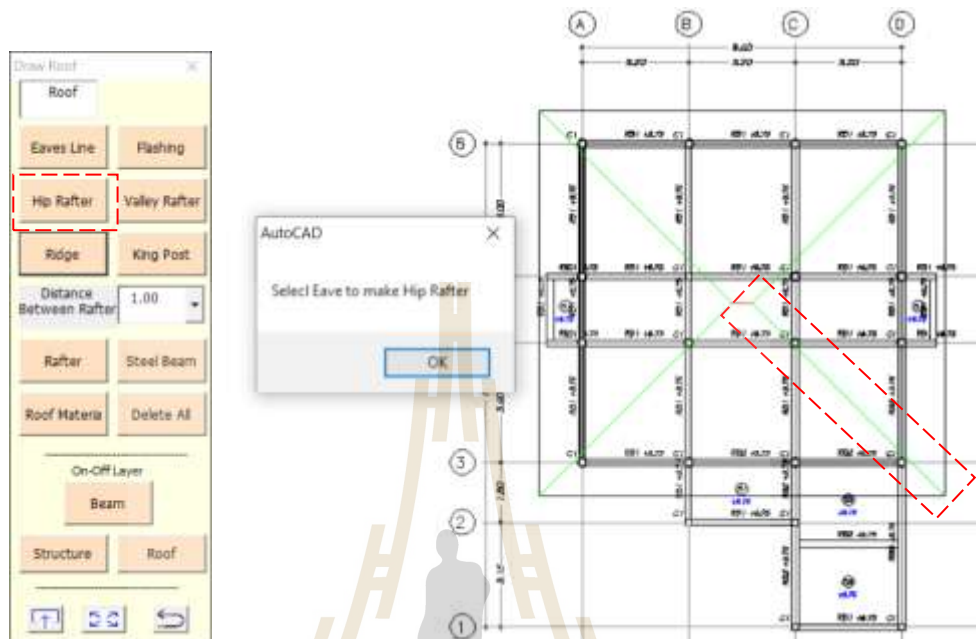
รูปที่ 4.51 ป้อนข้อมูล Ride Line

4.2.10.4 ป้อนข้อมูล King Post คือการนำเข้าข้อมูล โดยกำหนดตำแหน่งตั้งเพื่อใช้ ถ่ายน้ำหนักจากโครงสร้างหลังคา กระทำแบบ Point load ไปยังคานรับ โครงหลังคา (Roof Beam)



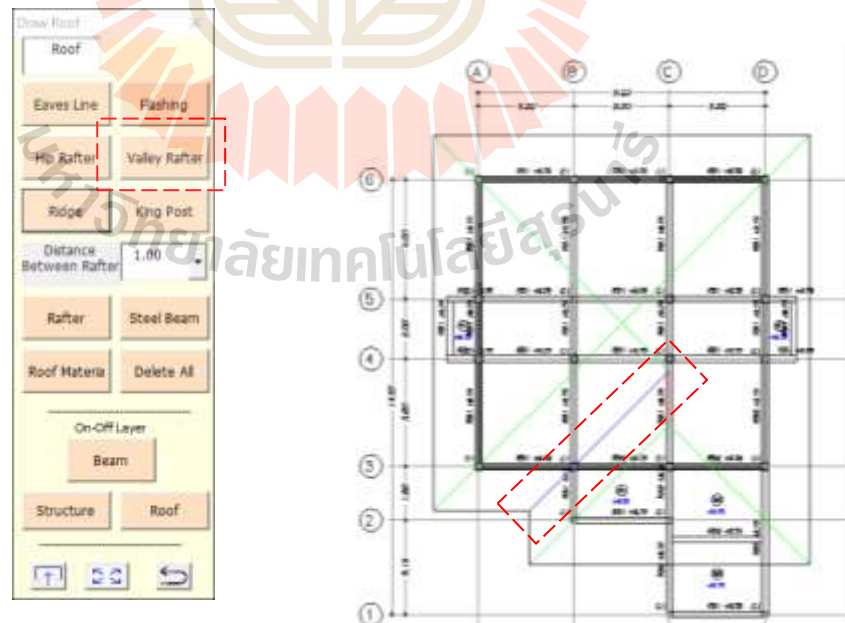
รูปที่ 4.52 ป้อนข้อมูลค้ำคาน King Post แล้วเลือกวางในแบบ

4.2.10.5 ป้อนข้อมูล Hip Rafter คือการนำเข้าข้อมูลตะเฒ่สัน ของหลังคาทรง ปั้นหยา



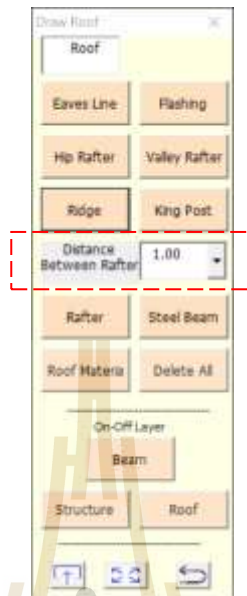
รูปที่ 4.53 ป้อนข้อมูล Hip Rafter (เส้นสีเขียว)

4.2.10.6 ป้อนข้อมูล Valley Rafter คือการนำเข้าข้อมูลตะเฒ่ราง ของหลังคาปั้นหยา



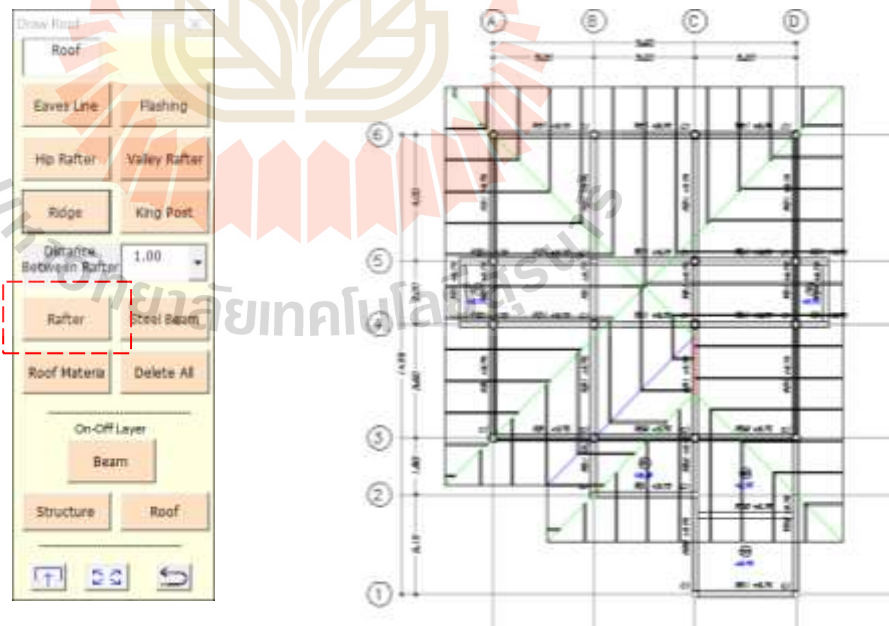
รูปที่ 4.54 ป้อนข้อมูล Valley Rafter (เส้นสีน้ำเงิน)

4.2.10.7 ป้อนข้อมูล Distance Between Rafter คือระยะห่างระหว่างจันทัน



รูปที่ 4.55 ป้อนข้อมูล ระยะห่างระหว่างจันทัน

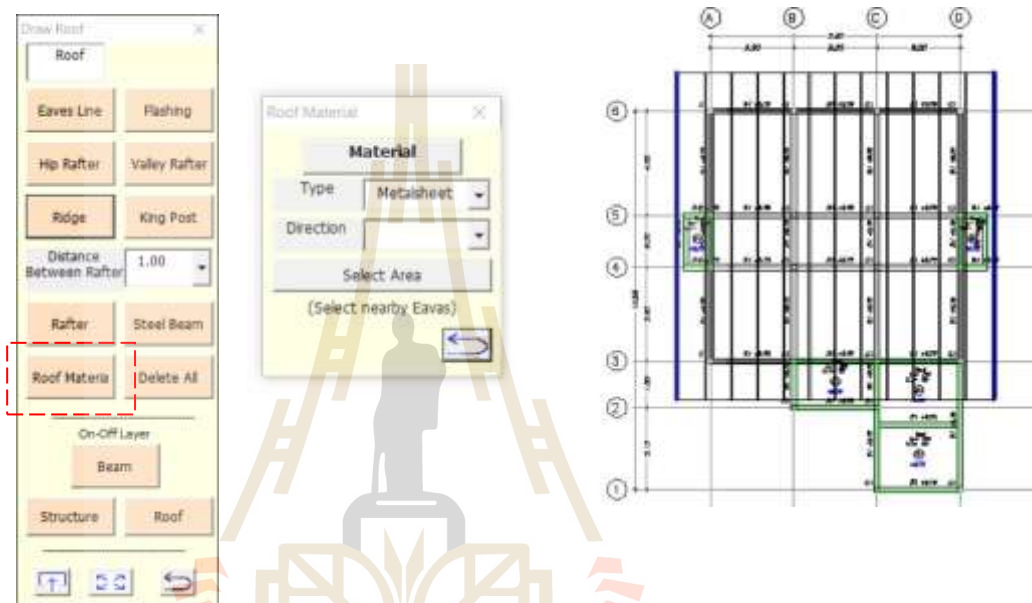
4.2.10.8 ป้อนข้อมูล Rafter คือการนำเข้าข้อมูลจันทัน ของหลังคาทั่วไป



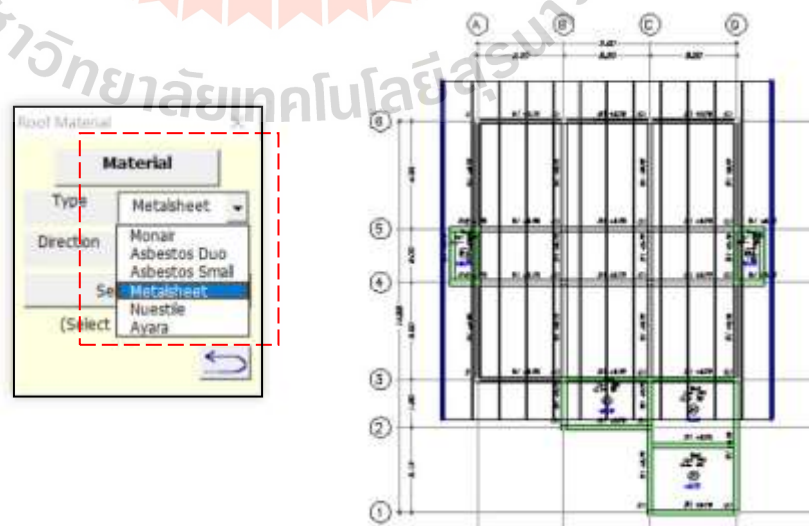
รูปที่ 4.56 กดที่ปุ่ม Rafter ป้อนข้อมูลจันทัน โดยอัตโนมัติ

4.2.10.9 ป้อนข้อมูล Steel Beam คือการนำเข้าข้อมูลอะเส ของหลังคาทั่วไป A2D RC สามารถวิเคราะห์ ออกแบบ ได้เพียงโครงสร้างคาน ค.ส.ล. ยังไม่ได้มีการรองรับการออกแบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

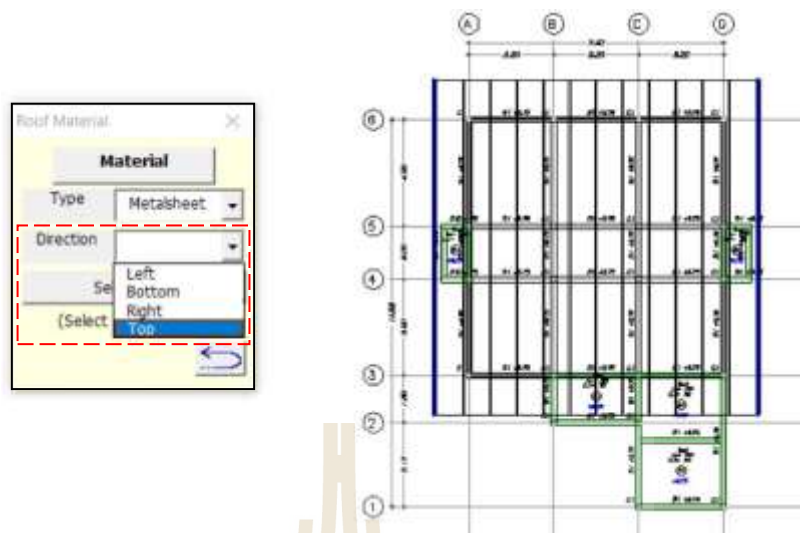
4.2.10.10 ป้อนข้อมูล Roof Material คือการกำหนดวัสดุคานหลังคา ทิศทางการมุง และองศา เพื่อใช้ในการถ่าน้ำหนักบรรทุกลงสู่โครงหลังคาต่อไป



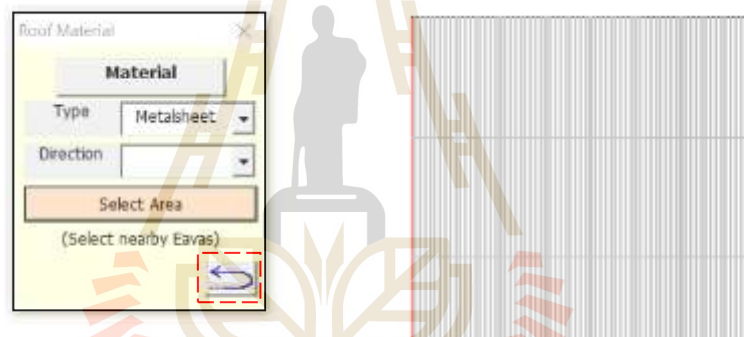
รูปที่ 4.57 เลือกปุ่ม Roof Material นำเข้าข้อมูลชนิดวัสดุและทิศทางการมุง



รูปที่ 4.58 เลือกวัสดุคาน



รูปที่ 4.59 เลือกทิศทางการมุง



รูปที่ 4.60 กดปุ่ม Return โปรแกรมก็จำคำนวณ Area ของชั้น Roof
เพื่อใช้ในการออกแบบ Roof Beam (RB)

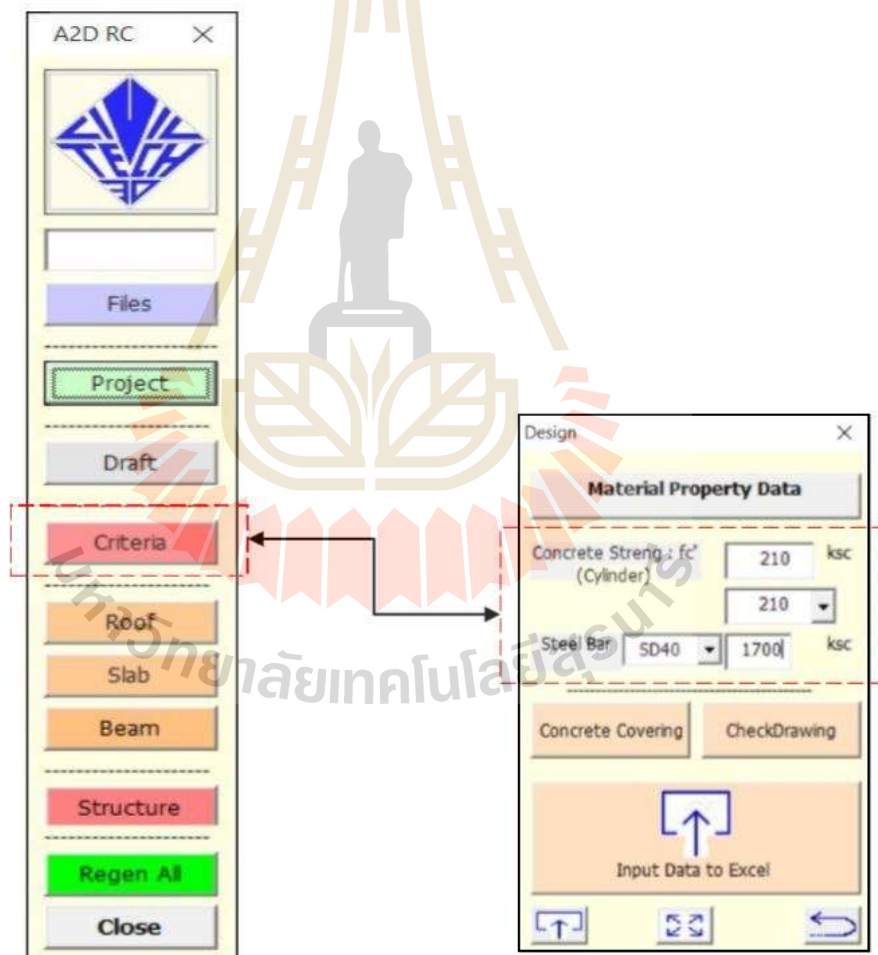
บทที่ 5

การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น-คาน ค.ส.ถ.

จากบทที่ 4 เมื่อได้นำเข้าข้อมูล จากการเขียนแบบแปลนอาคารแล้วเสร็จ ในบทนี้จะอธิบายขั้นตอนที่สำคัญในส่วนของ การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้าง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การกำหนดคุณสมบัติของวัสดุ

5.1.1 กำลังอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน



รูปที่ 5.1 เมนูหลัก เลือกปุ่มคำสั่ง Criteria

รูปที่ 5.2 เลือกกำลังอัดประลัยของคอนกรีต
รูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน

5.1.2 ขั้นตอนสมบัติและแรงดึงประลัยของเหล็กเสริมคอนกรีต เลือกได้ 2 ชนิดคือ

RB เป็นเหล็กเสริมที่ใช้ในโครงสร้างพื้นและเหล็กปลอกคานมีชั้นคุณภาพคือ SR 24 มีขนาด 6, 9 และ 12 มิลลิเมตร

SD เป็นเหล็กเสริมที่ใช้ในโครงสร้างคาน มีชั้นคุณภาพ คือ SD 30, 40 มีขนาด ตั้งแต่ 12 มิลลิเมตร ขึ้นไป

5.1.3 ระยะหุ้มของเหล็กเสริมในคอนกรีต เลือกที่ปุ่มคำสั่ง Conctrte covering เพื่อกำหนด

ระยะเหล็กเสริมหุ้มด้วยคอนกรีตใน Excel

Steel covering		
General case	2.50	cm.
Slab	2.00	cm.
Column-Beam	3.00	cm.
Footing	5.00	cm.

รูปที่ 5.3 ระยะเหล็กเสริมหุ้มด้วยคอนกรีต

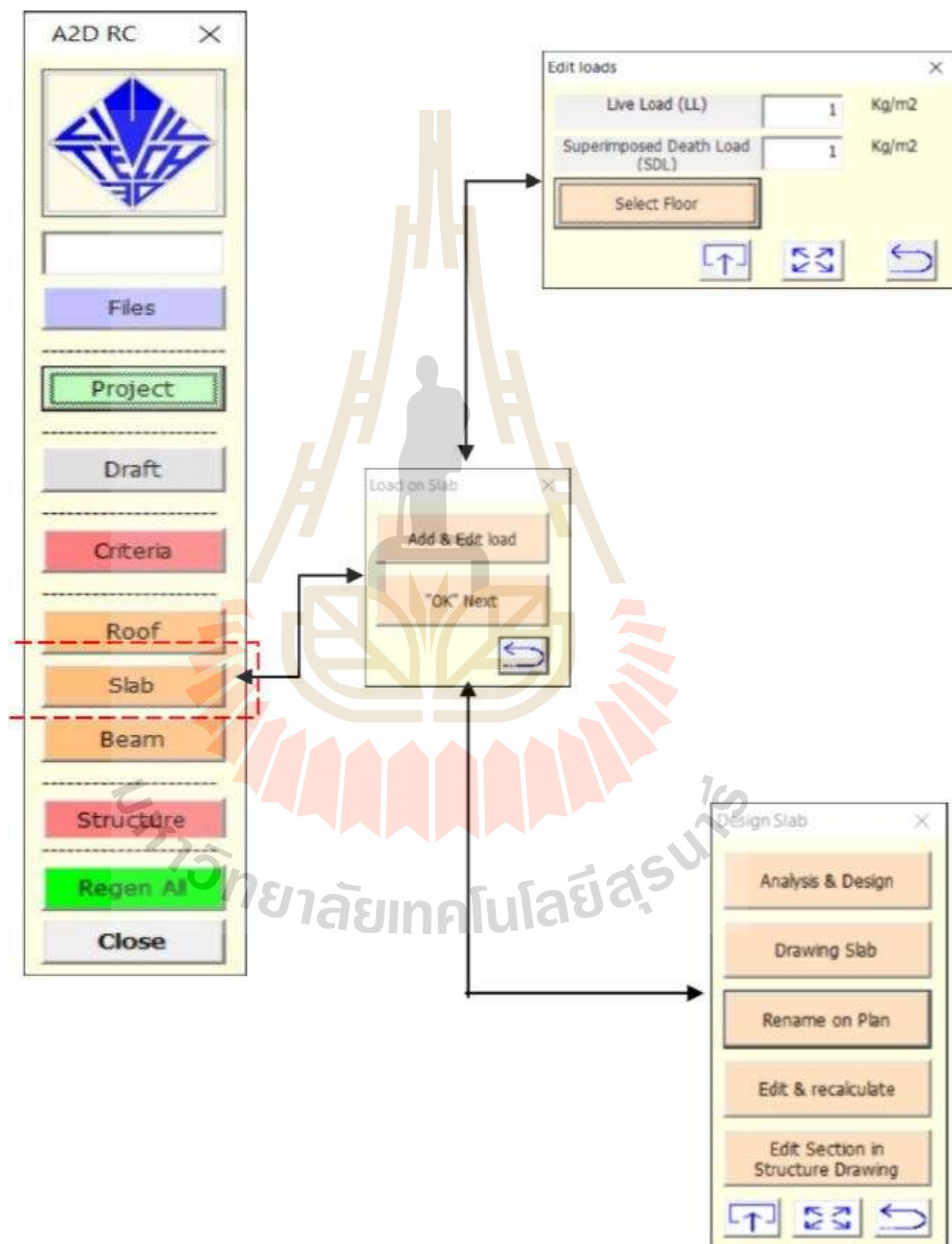
5.1.4 การจัดเก็บข้อมูล โดยเลือกที่ปุ่มคำสั่ง Input Data เพื่อให้ Excel เก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล. กด Close-Save กลับสู่ AutoCAD

Design Assumption				Close-Save			
f_c'	170	ksc	f_c	63.75	ksc		
Deform Bar	SD30		Round Bar	RB24			
f_y dp	3000	ksc	f_y rb	2400	ksc		
f_s	1500	ksc	f_s	1200	ksc		
n	10		n	10			
k	0.298		k	0.347			
j	0.901		j	0.884			
R	8.56	ksc	R	9.78	ksc		
Live Load	150.00	kg./sq.m.					
Topping Load	50.00	kg./sq.m.					
Material Roof	Monair						
Live Load Roof	50.00	kg./sq.m.					
DL =			LL =		WL =		Lbc =

รูปที่ 5.4 Excel ทำการเก็บข้อมูลจาก AutoCAD

5.2 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น ค.ส.ล.

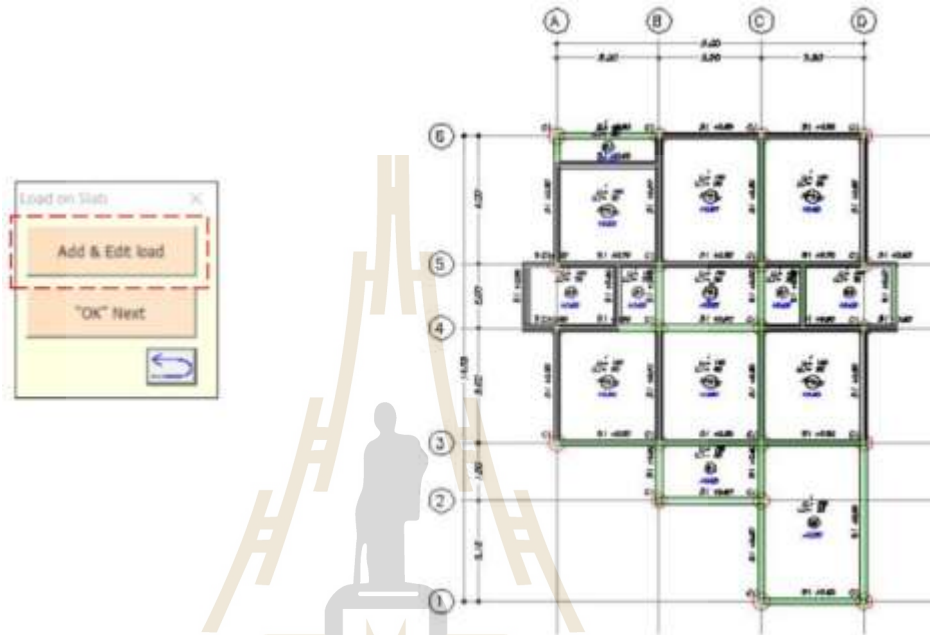
เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการร่างแบบ และข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุ ที่ได้ดำเนินการและจัดเก็บข้อมูลใน Microsoft Excel ทำการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น ค.ส.ล. มีขั้นตอนดังนี้



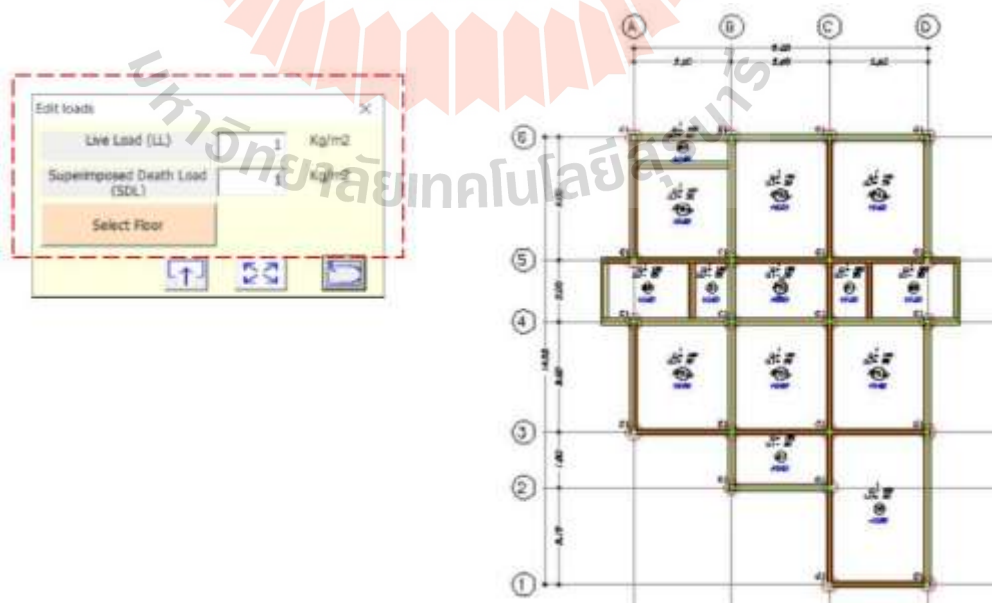
รูปที่ 5.5 ผังขั้นตอนการวิเคราะห์ การออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างพื้น ค.ส.ล.

5.2.1 การแก้ไขน้ำหนักบรรทุก

ที่เมนู Load on Slab เลือก Add & Edit load เพื่อทำการเพิ่มเติม แก้ไข น้ำหนักบรรทุกจร (LL) และ Super imposed Dead Load (SDL) เลือกพื้นที่ในแบบต้องการแก้ไขจนครบแล้ว Click mouse ขวา



รูปที่ 5.6 Add & Edit load



รูปที่ 5.7 กด Select floor เลือกพื้นที่ต้องการ

5.2.2 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น ค.ส.ล.

เมื่อได้กำหนดค่าพิกัดและพารามิเตอร์ต่างๆ แล้วเสร็จ ขั้นตอนต่อจากนี้ก็คือการวิเคราะห์หาแรงภายในของพื้น(ใช้วิธีที่ 2 กรณี ที่ 5 ตาม วสท. 9102) เพื่อคำนวณหาความหนาของแผ่นพื้นและปริมาณของเหล็ก

ตารางสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์ (C)

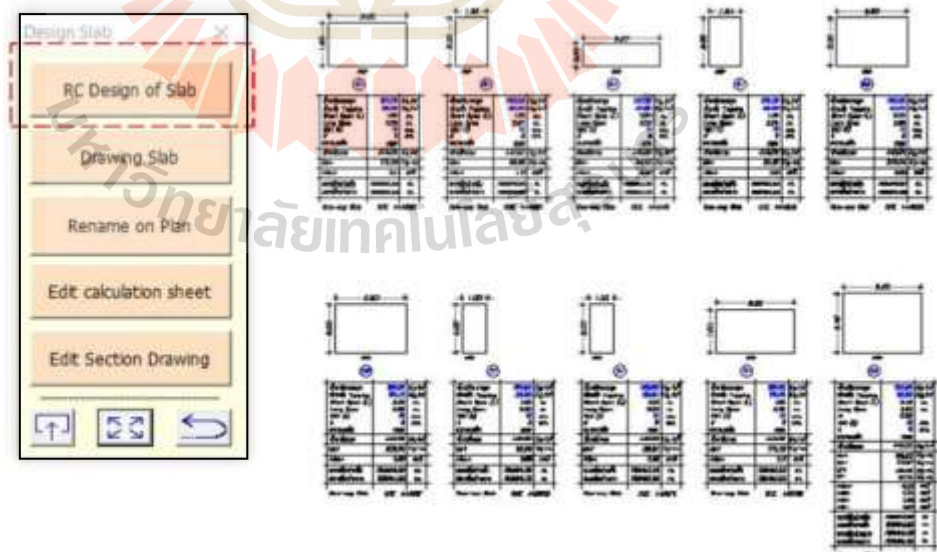
ลักษณะพื้น	ช่วงสั้น						ช่วงยาว
	ค่าต่างๆของ <i>m</i>						
	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	
พื้นไม่ต่อเนื่องสี่ด้าน							
โมเมนต์ลบ-ด้านต่อเนื่อง	-	-	-	-	-	-	-
-ด้านไม่ต่อเนื่อง	0.033	0.038	0.043	0.047	0.053	0.055	0.033
โมเมนต์บวกที่กลางช่วง	0.050	0.057	0.064	0.072	0.080	0.083	0.050

$$\text{ถ่ายน้ำหนักลงคานด้านสั้น} = \frac{ws}{3}$$

$$\text{ถ่ายน้ำหนักลงคานด้านยาว} = \frac{ws}{3} \left(\frac{3-m^2}{2} \right)$$

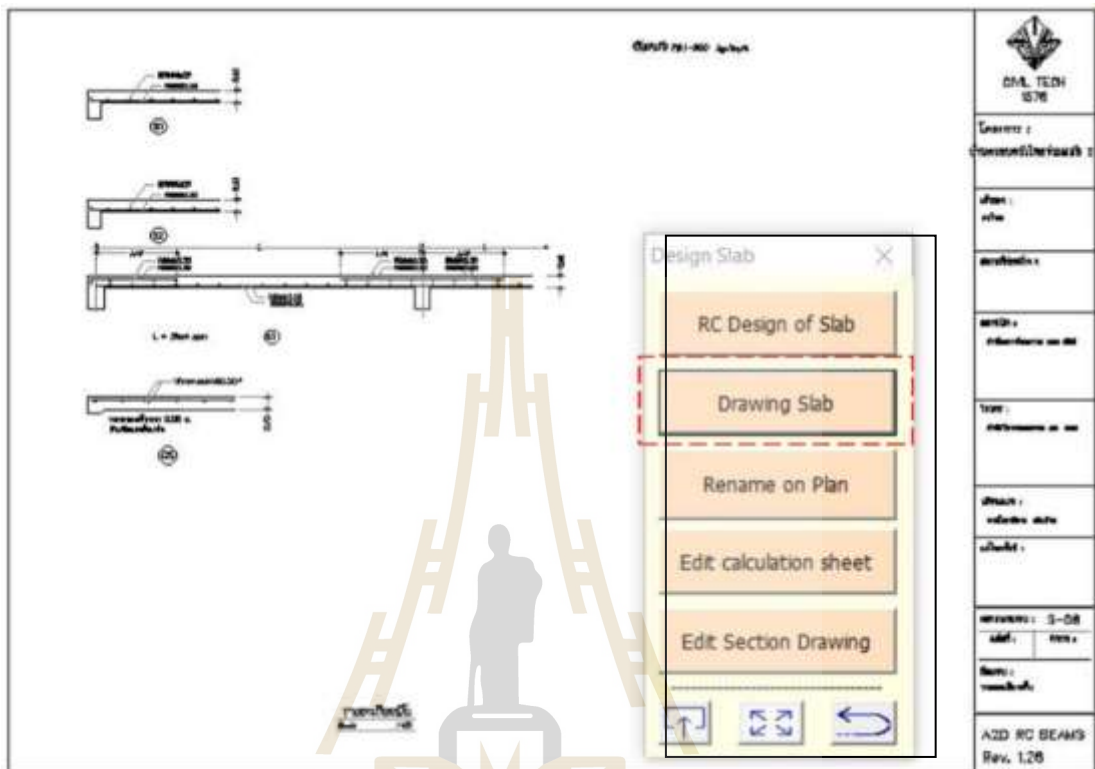
5.2.2.1 ตารางคำนวณ

ที่เมนู Select for design slab ให้เลือกปุ่มคำสั่ง RC Slab > RC Design of Slab



รูปที่ 5.8 แสดงผลการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบพื้นทางเดียว , พื้นสองทาง

5.2.2.2 การเขียนแบบ ขยายพื้น ค.ส.ด. ที่เมนู Design Slab ให้เลือกปุ่มคำสั่ง Drawing Slab

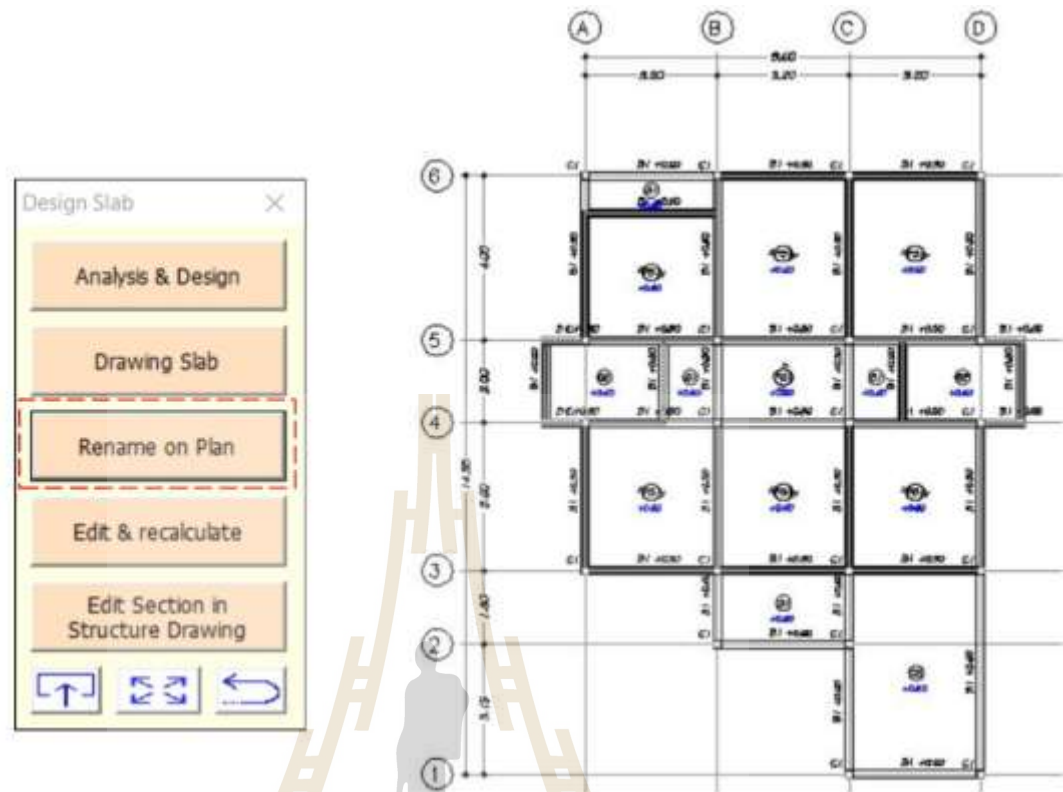


รูปที่ 5.9 แบบขยายพื้นและกรอบพร้อมพิมพ์

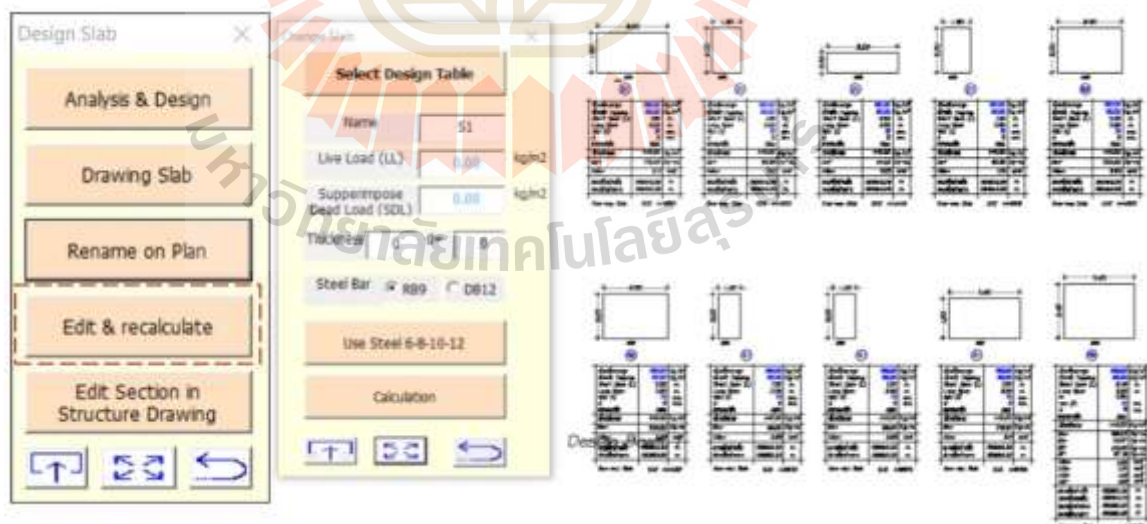
5.2.2.3 เปลี่ยนชื่อพื้นในแบบแปลน เมื่อได้หมายเลขกำกับตามที่ระบุในแบบขยายพื้นแล้ว โปรแกรมก็จะสามารถเปลี่ยนชื่อในแบบแปลนได้โดยการเลือกคำสั่ง Rename on Plan

5.2.2.4 แก้ไขรายการคำนวณพื้น ทำได้โดยไปที่เมนู Design Slab เลือกคำสั่ง Edit calculation sheet

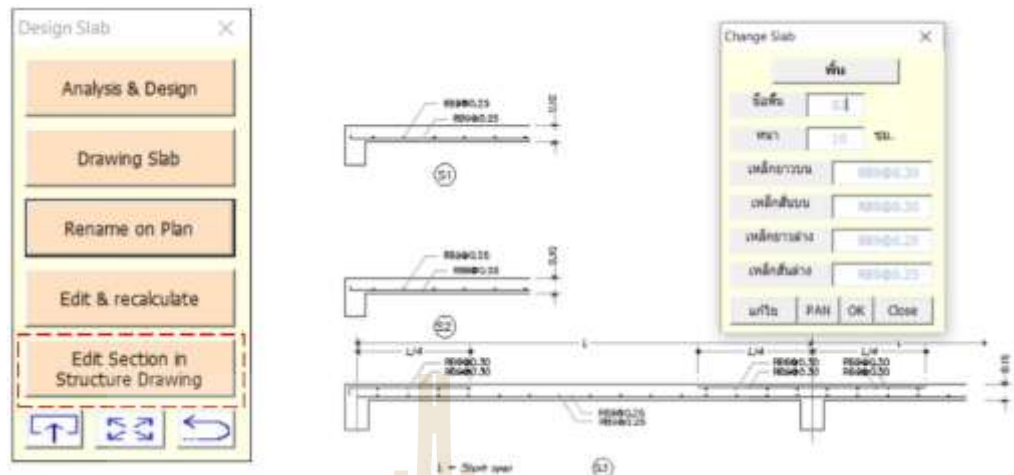
5.2.2.5 แก้ไขหน้าตัดพื้น และรายละเอียด การเสริมเหล็กในแบบกรณีที่ต้องการแก้ไข รายละเอียดของแบบขยายโครงสร้างพื้น ก็สามารถทำได้โดยไปที่เมนู Design Slab เลือกคำสั่ง Edit floor section drawing แล้วเลือกแบบหน้าตัดพื้น ที่ต้องการแก้ไขชื่อ , ความหนา, ระยะห่างและปริมาณ เหล็กเสริม



รูปที่ 5.10 เลือก Rename on Plan ตั้งชื่อพื้นในแปลนอัตโนมัติ



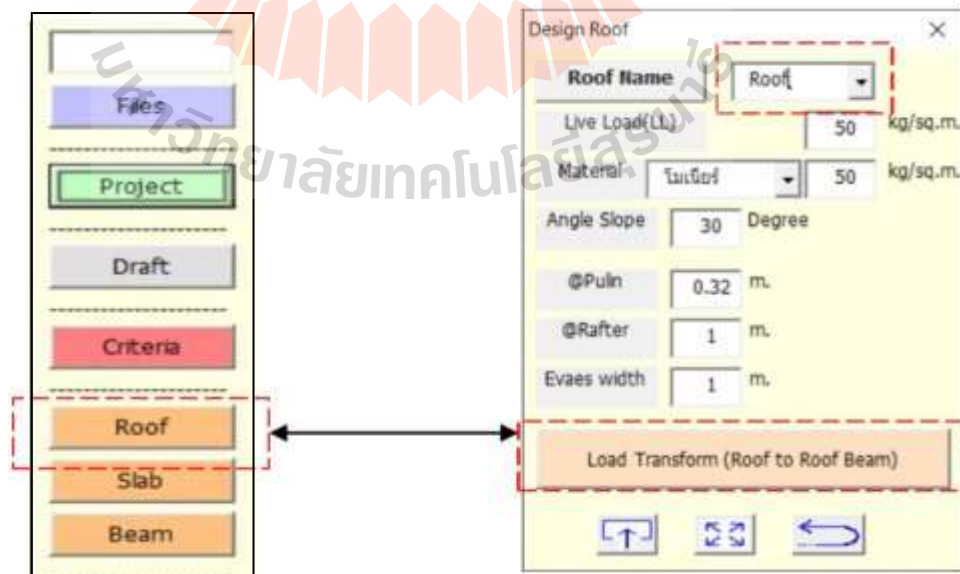
รูปที่ 5.11 Edit calculation แล้วเลือกตารางที่ต้องการแก้ไข



รูปที่ 5.12 Edit floor section drawing แก้ไขแบบขยายโครงสร้างพื้น

5.3 การถ่ายนําน้ำหนักบรรทุกจากหลังคา

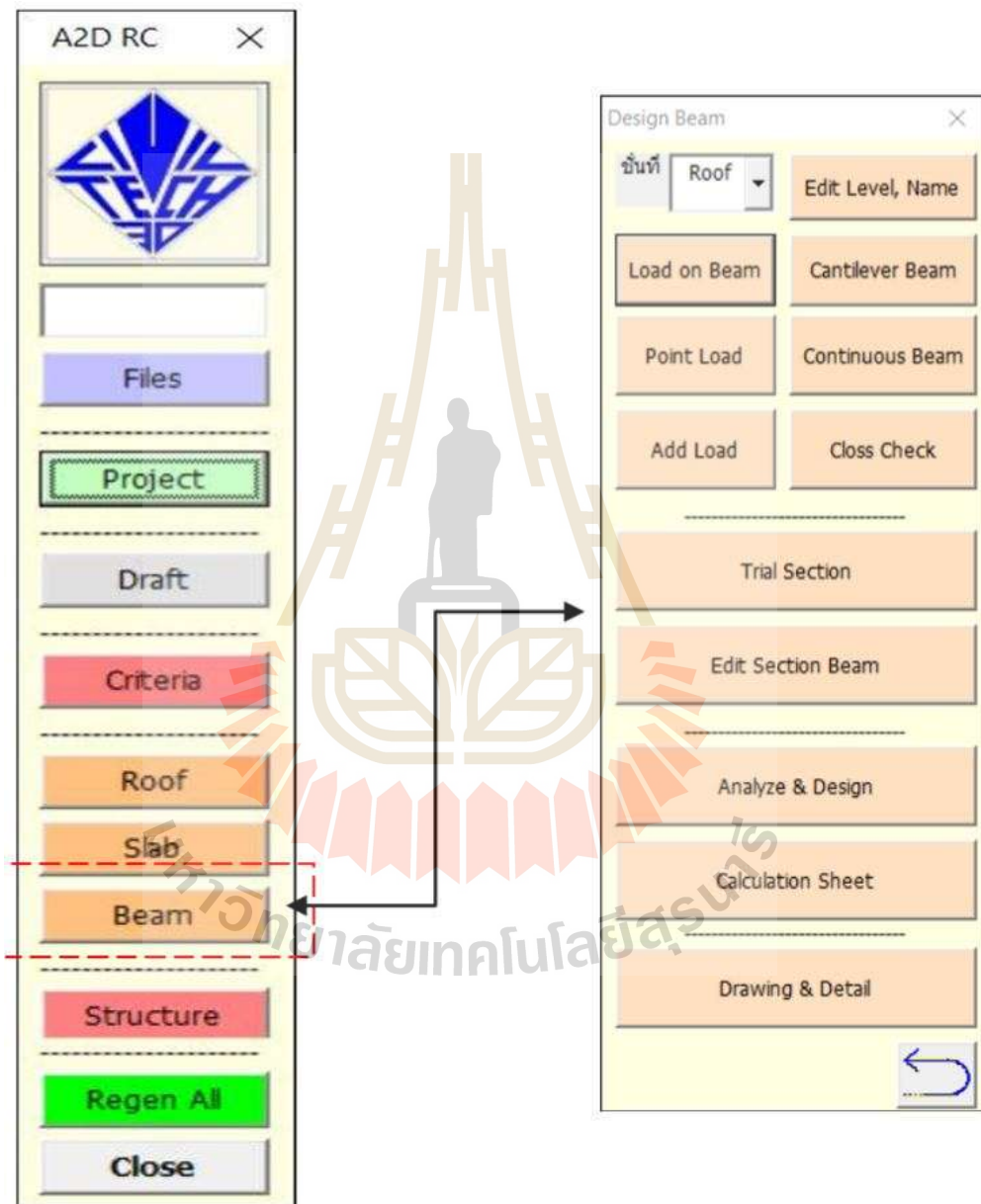
กรณีที่มีอาคารมีหลังคาทรงต่างๆ และมีวัสดุหลังคาที่แตกต่างกัน ก่อนจะมีการออกแบบคาน ค.ส.ถ. รับน้ำหนักบรรทุกทางโครงสร้าง (จันทันพราง) จำเป็นจะต้องมีการคำนวณเพื่อ คัดถ่ายนําน้ำหนักบรรทุกเสียก่อน A2S RC มีฟังก์ชันที่ช่วยงานดังกล่าวโดยทำการเลือกคำสั่ง Roof เพื่อเข้าสู่เมนู Design roof กดปุ่ม Listbox เลือกชื่อหลังคาที่เคยถูกตั้งเอาไว้แล้วในขั้นตอนการร่างแบบชั้น Roof กดปุ่ม Load Transform



รูปที่ 5.13 ขั้นตอนการถ่ายนําน้ำหนักบรรทุกจากหลังคา

5.4 การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างคาน ค.ส.ล.

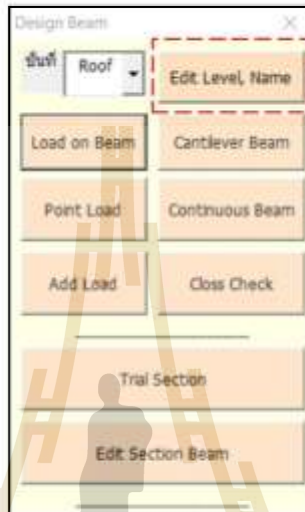
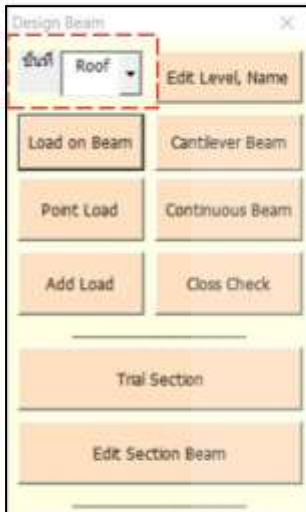
เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการร่างแบบ และข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุที่ได้ดำเนินการและจัดเก็บข้อมูลใน Microsoft Excel ทำการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบคาน ค.ส.ล. มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 5.14 ฟังก์ชันขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างคาน ค.ส.ล.

5.4.1 กำหนดชั้นของอาคาร เป็นขั้นตอนที่กำหนดให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ออกแบบ และเขียนแบบคาน ค.ส.ล. ชั้น Roof

5.4.2 การแก้ไขระดับ, ชื่อของคาน เลือก Edit level name จะปรากฏฟอร์ม Ele. and Scale กดปุ่ม Input เพื่อป้อนตัวเลขหรือคำที่ต้องการ จากนั้นก็เลือกในแบบร่างให้ตรงกับแบบทางสถาปัตยกรรม



รูปที่ 5.15 เลือกชั้นงาน

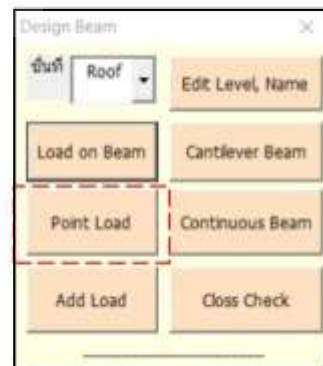
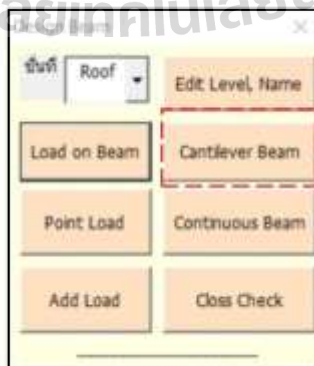
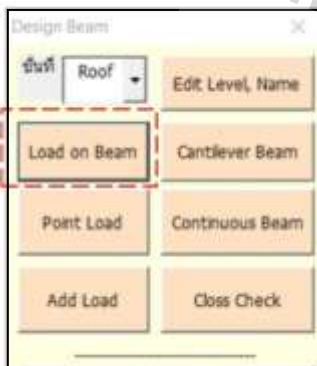
รูปที่ 5.16 Edit level name

รูปที่ 5.17 แก้ไขชื่อหรือค่าระดับ

5.4.3 การถ่ายน้ำหนักบรรทุกทุกแบบแผ่กระจาย เลือก Load on Beam

5.4.4 การกำหนดคานแบบยื่น เลือก Cantilever Beam

5.4.5 การถ่ายน้ำหนักบรรทุกทุกแบบกระทำเป็นจุด เลือก Point Load



รูปที่ 5.18 ถ่ายน้ำหนักลงบนคาน
แบบแผ่กระจาย

รูปที่ 5.19 เลือกจากคานยื่น
จากแบบ

รูปที่ 5.20 ถ่ายน้ำหนักลงคาน
กระทำเป็นจุด

5.4.6 การเลือกแบบคานต่อเนื่อง เลือก Continuouse Beam

5.4.7 การเพิ่มเติมน้ำหนักบรรทุก เลือก Add Load

The 'Design Beam' window shows a sidebar with several options. The 'Continuous Beam' option is highlighted with a red dashed border. Other options include 'Roof', 'Edit Level, Name', 'Load on Beam', 'Cantilever Beam', 'Point Load', 'Add Load', 'Class Check', 'Trial Section', 'Edit Section Beam', 'Analyze & Design', and 'Calculation Sheet'.

รูปที่ 5.21 เลือกคานแบบ
ต่อเนื่อง

The 'Design Beam' window shows the 'Add Load' option highlighted with a red dashed border. The interface is identical to the previous screenshot, with the same sidebar options.

รูปที่ 5.22 เพิ่มน้ำหนัก
บรรทุก

The 'Detail of Beam' window shows various input fields for beam details. The 'Update Load' button is highlighted with a red dashed border. Fields include 'Name' (B1), 'Width', 'Lengt', 'W (Slab + Beam)', 'W (Wall)', 'P 1', 'Distant', 'P 2', 'Torsion', 'Add Uniform load', and 'Add PL'.

รูปที่ 5.23 ป้อนน้ำหนัก
บรรทุก

5.4.8 การ Trial Section คาน

The 'Design Beam' window shows the 'Edit Section Beam' option highlighted with a red dashed border. The interface is identical to the previous screenshots, with the same sidebar options.

รูปที่ 5.24 Trial Section

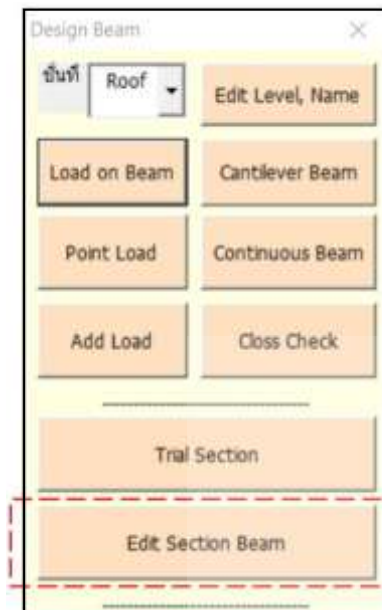
The 'Select Beam Size' window displays a table of beam sizes and their properties. The 'Define Section' button is highlighted with a red dashed border. The table has columns for 'Max Load', 'Roof', 'Before Section', 'L', 'Moment', and 'Wide x Depth'.

Max Load	Roof	Before Section	L	Moment	Wide x Depth
4.75	558.67	1,645.02	2,562.81	0.15 x 0.40	
2.95	558.67	1,645.02	1,294.98	0.15 x 0.40	
3.00	1,048.68	0.00	943.81	0.15 x 0.40	

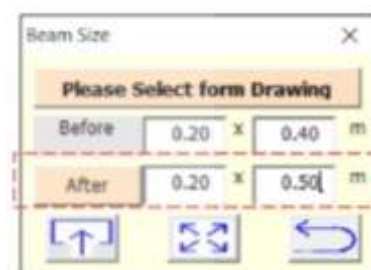
Below the table, the 'Define Section' button is highlighted with a red dashed border, showing the selected dimensions: 0.20 x 0.40.

รูปที่ 5.25 การกำหนดหน้าตัดคาน

5.4.9 การแก้ไขหน้าตัดคาน



รูปที่ 5.26 แก้ไขหน้าตัดคาน

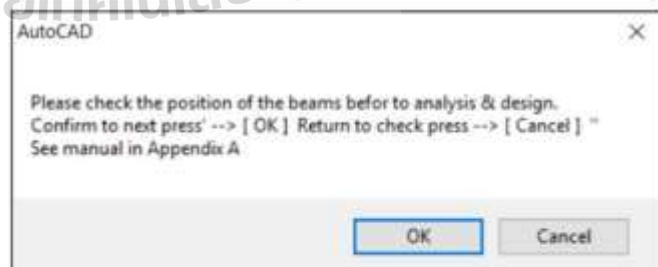


รูปที่ 5.27 กำหนดหน้าตัดที่ต้องการแก้ไข

5.4.10 การวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้าง



รูปที่ 5.28 วิเคราะห์และออกแบบ
คาน ค.ศ.ด.



รูปที่ 5.29 ข้อความเตือนให้ตรวจสอบ
ความถูกต้อง

5.4.11 รายการคำนวณโครงสร้างและออกแบบคาน ค.ส.ถ.

1.Moment Distribution													
Span (m.)	0	5			5			5			5		
U-Load (kg/m)	0.00	1000.00			1460.00			850.00			1460.00		
	L	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
P1-Load (kg)	0.00	2000.00	1.00	4.00	2100.00	3.00	2.00	3542.00	2.50	2.50	2000.00	2.00	3.00
P2-Load (kg)	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	5.00
FBM (kg-m)	0.00	-3363.33		2403.33	-4049.67		4553.67	-3984.56		3984.56	-4481.67		4001.67
Moment to Column	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
Span (m.)	0	5			5			5			5		
Ktop/Kcbottom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0.753		0.430	0.430		0.430	0.430		0.430	0.430		0.430
FBM	0.00	-3,363.33		2,403.33	-4,049.67		4,553.67	-3,984.56		3,984.56	-4,481.67		4,001.67
		2,532.24		707.13	707.13		-244.43	-244.43		213.50	213.50		-384.42
Clr1		353.56		1,266.12	-122.22		353.56	106.75		-122.22	-192.21		106.75
		-266.20		-491.32	-491.32		-197.71	-197.71		135.05	135.05		-216.96
Clr2		-245.66		-133.10	-98.96		-245.66	67.52		-98.96	-108.48		67.52
		184.96		99.63	99.63		76.51	76.51		89.05	89.05		-185.69
Clr3		49.81		92.48	38.26		49.81	44.53		38.26	-92.84		44.53
		-37.50		-56.15	-56.15		-40.52	-40.52		23.45	23.45		-42.96
sum	0.00	-782.12		3,888.11	-3,973.21		4,308.23	-4,171.93		4,262.82	-4,414.14		3,390.44

รูปที่ 5.30 แสดงตารางคำนวณวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีกระจายโมเมนต์

5.4.12 แสดงผลของแรงดัดพ้ ปริมาณเหล็กเสริมและหน้าตัดคาน

Design Beam

ชั้นที่

Roof

Edit Level, Name

Load on Beam

Cantilever Beam

Point Load

Continuous Beam

Add Load

Cross Check

Trial Section

Edit Section Beam

Analyze & Design

Calculation Sheet

ID	Width(m)	Depth(m)	Length(m)	Span(m)	Ele
B1	20	40	5.15	2.85	+5.75

Moment	Left	Middle	Right	
Moment	kg-m	0	786.56	1216.4
Max	kg-m	0	0	0
Min	kg-m	3415.89	3415.89	3415.89
Act	mm ²	0.00	2.85	0.00
เหล็กบน	mm ²	0	0	0
เหล็กล่าง	mm ²	0	0	0
Act (mm ²)	mm ²	2.85	2.85	0.00
Actb (mm ²)	mm ²	0.00	0.00	0.00
รวม MO	mm	0.00	0.00	0.00

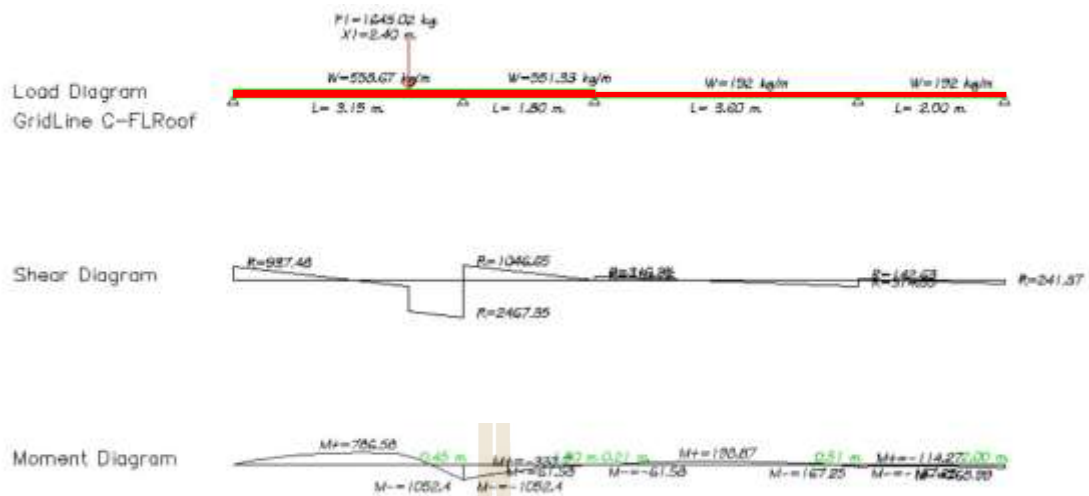
Stress	Left	Middle	Right	
R	kg	537.46	2467.55	
Rd	kg	747.59	3037.4	2277.4
Vb	kg	853.7	2667.7	2667.7
Rd-Vb	kg	0	0	0
เหล็กบน	mm ²	0.15	0.15	0.15
Vb	kg	1536.00	1536.00	1536.00

ID	Width(m)	Depth(m)	Length(m)	Span(m)	Ele
B1	20	40	1.20	1.80	+8.75

Moment	Left	Middle	Right	
Moment	kg-m	1216.4	388.7	67.56
Max	kg-m	0	0	0
Min	kg-m	3415.89	3415.89	3415.89
Act	mm ²	0.00	0.00	0.16
Actb	mm ²	0.00	0.00	0.00
เหล็กบน	mm ²	0	0	0
เหล็กล่าง	mm ²	0	0	0
Act (mm ²)	mm ²	0.00	0.00	0.16
Actb (mm ²)	mm ²	0.00	0.00	0.00
รวม MO	mm	0.00	0.00	1.80

Stress	Left	Middle	Right	
R	kg	1046.65	54.86	
Rd	kg	806.8	766.55	-198.19
Vb	kg	2667.7	2667.7	2667.7
Rd-Vb	kg	0	0	0
เหล็กบน	mm ²	0.15	0.15	0.15
Vb	kg	1536.00	1536.00	1536.00

รูปที่ 5.31 แสดงตารางคำนวณวิเคราะห์โครงสร้างและออกแบบคาน ค.ส.ถ.



รูปที่ 5.32 ภาพแรงน้ำหนักบรรทุก ภาพแรงเฉือน ภาพโมเมนต์คัตจุดและระยะคัตกลับ
(FBD ,SFD, BMD , Inflection point)

5.5 การเขียนแบบโครงสร้างคาน ค.ส.ถ. และแบบแสดงรายละเอียด

เป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ ออกแบบโครงสร้างคาน ค.ส.ถ. เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นคือการจัดทำแบบและรายละเอียดขยาย มีขั้นตอนดังนี้

5.5.1 การเขียนแบบคานแสดง 1 หน้าตัด

5.5.1.1 ตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริมในคาน ค.ส.ถ. บนคานช่วงเดียว



รูปที่ 5.33 Drawing & Detail

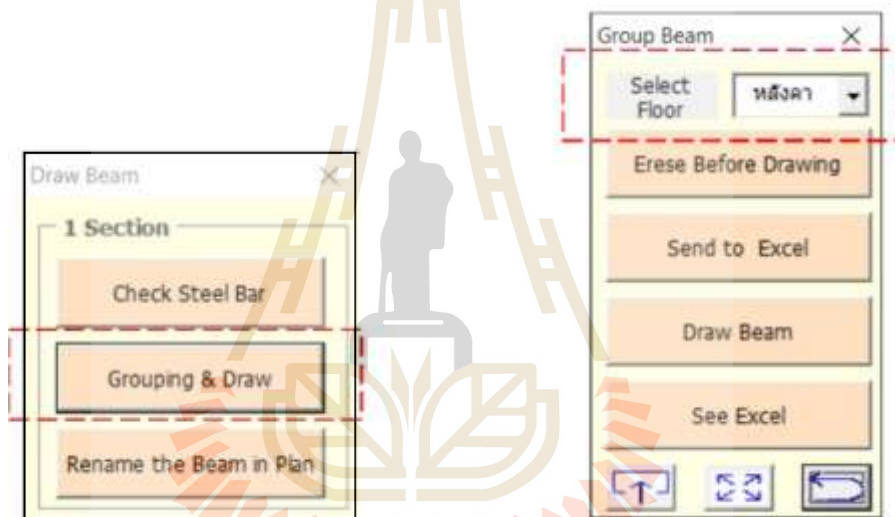


รูปที่ 5.34 เลือก Check steel bar

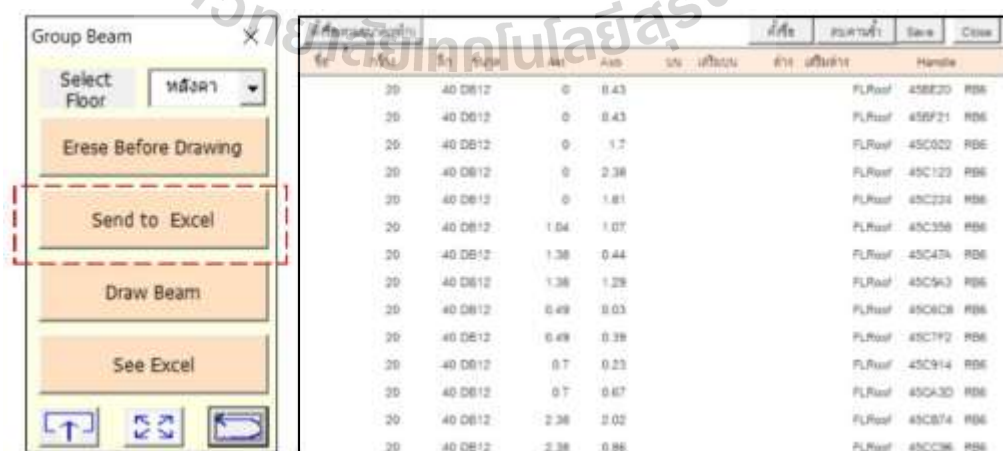


รูปที่ 5.35 ตรวจสอบพบว่าถูกต้อง

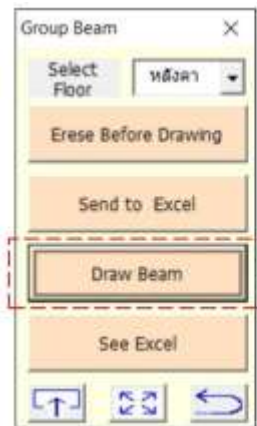
5.5.1.2 จัดกลุ่มคาน



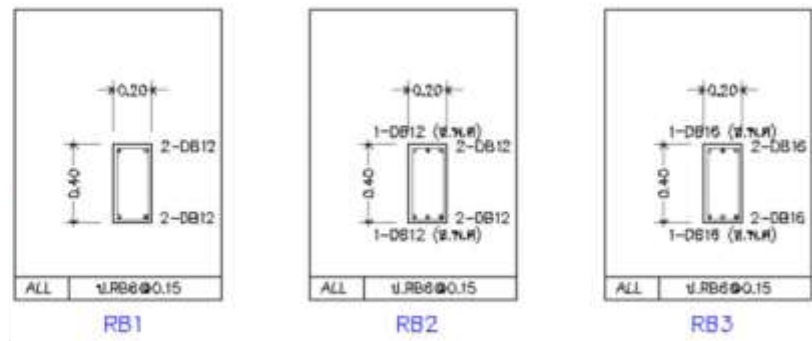
รูปที่ 5.36 จัดกลุ่มคานชั้นหลังคา



รูปที่ 5.37 Send to Excel , ตั้งชื่อ , ลบชื่อซ้ำ , Save-Close

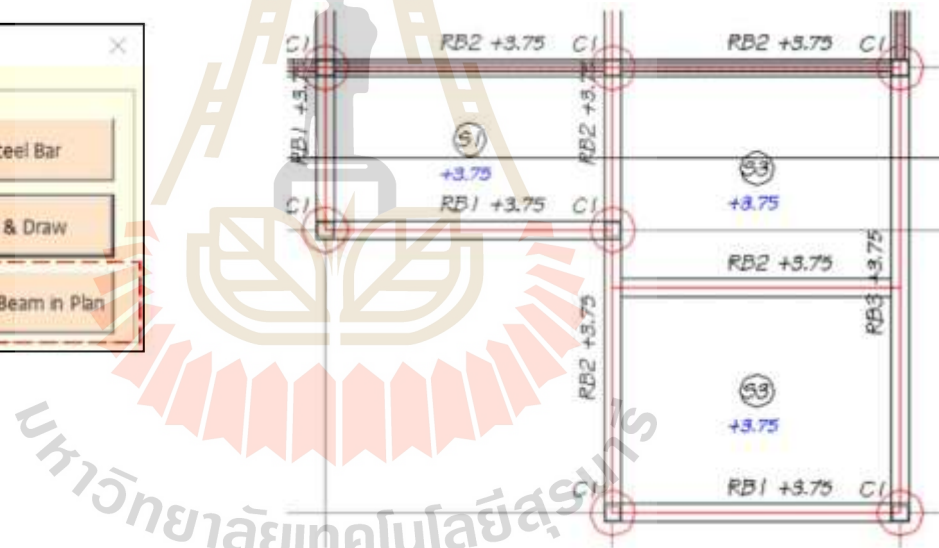


รูปที่ 5.38 Draw Beam



รูปที่ 5.39 หน้าตัดคานและรายละเอียดการเสริมเหล็ก

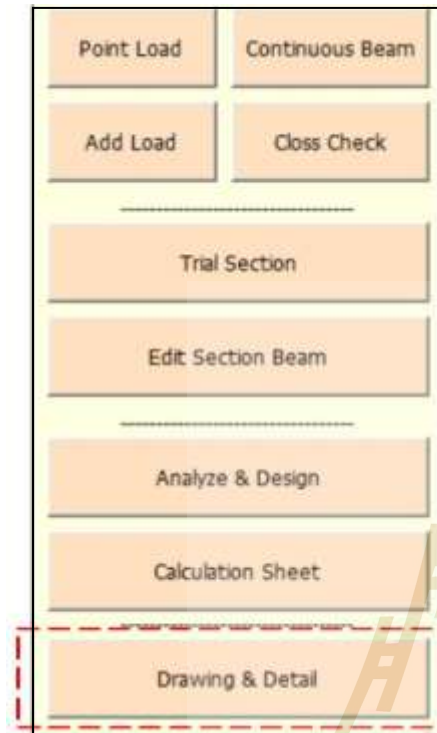
5.5.1.3 เปลี่ยนชื่อคานในแบบแปลน



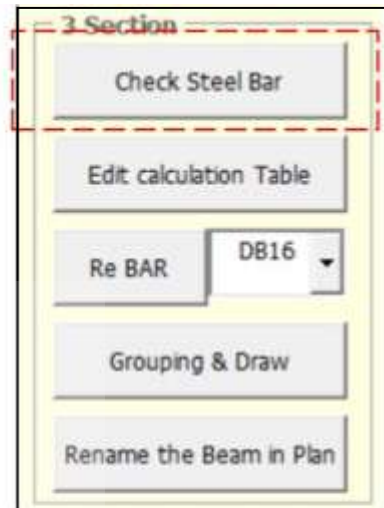
รูปที่ 5.40 ชื่อของคานในแบบแปลนจะเปลี่ยนตามการจัดกลุ่มคาน

5.5.2 การเขียนแบบคาน แสดง 3 หน้าตัด

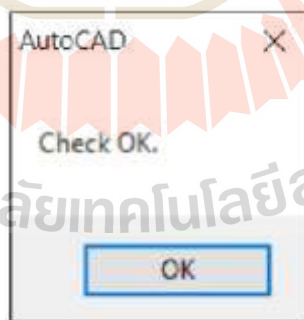
5.5.2.1 ตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริมในคาน ค.ส.ล. บนคานต่อเนื่อง



รูปที่ 5.41 Drawing & Detail



รูปที่ 5.42 เลือก Check steel bar

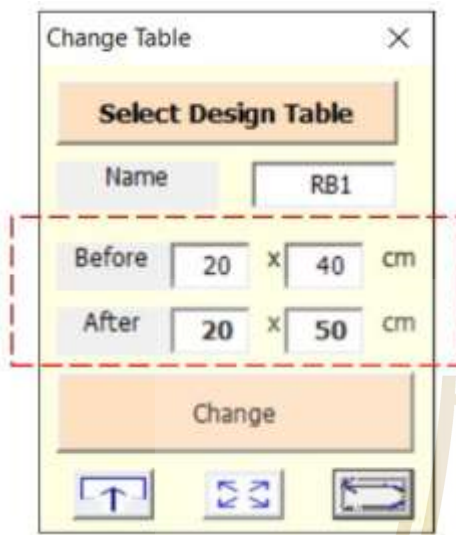


รูปที่ 5.43 ตรวจสอบพบว่าถูกต้อง

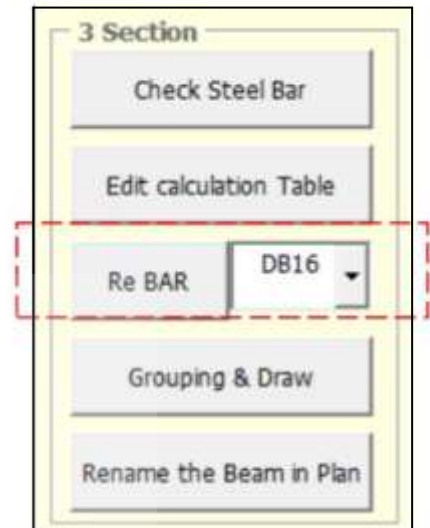
5.5.2.2 แก้ไขตารางคำนวณและออกแบบคาน

กรณีตรวจสอบแล้วไม่ผ่านให้ทำการเปลี่ยนหน้าตัดคานให้ลึกมากขึ้น หรือเปลี่ยนขนาดเหล็กเสริมให้ใหญ่ตลอดทั้งช่วงคานในกรณีคานนั้น เมื่อเปลี่ยนขนาดแล้วให้ใช้เมาส์ลากเลือกมุมทุกตารางทั้งบรรทัดที่ทำการปรับแก้

5.5.2.3 แก้ไขขนาดหน้าตัดคาน และปริมาณเหล็กเสริมในคาน ค.ส.ด.บนคาน ต่อเนื่อง

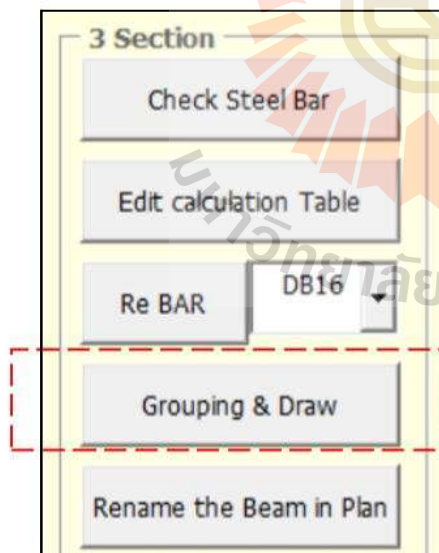


รูปที่ 5.43 ปรับขนาดคานให้ลึกขึ้น



รูปที่ 5.44 ปรับขนาดเหล็กเส้น

5.5.2.4 จัดกลุ่มคาน



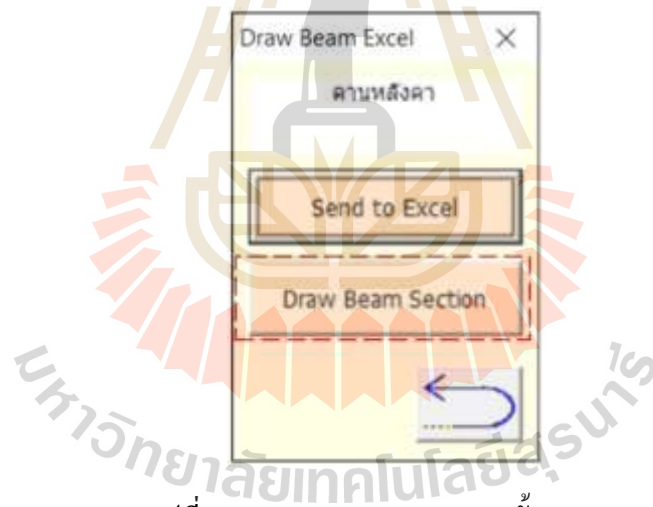
รูปที่ 5.45 จัดกลุ่มคาน



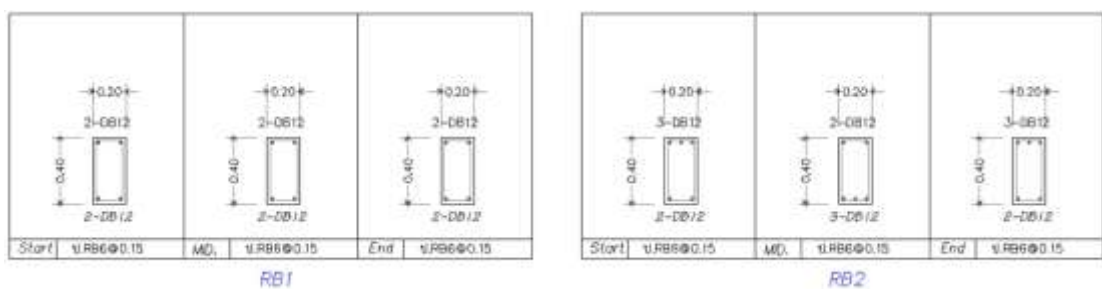
รูปที่ 5.46 Send to Excel

name	floor	width	depth	DBTL	DBTM	DBTR	DBBL	DBBM	DBBR	ตั้งชื่อคาน	ลบชื่อซ้ำ	Save	Close	Roof
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 44950A	RB6	0.15	0.15	-
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 44959B	RB6	0.15	0.15	-
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 44872C	RB6	0.15	0.15	-
B00	FLRoof	20	40 DB12	3	2	3	2	3	2	2 44947C	RB6	0.15	0.15	-
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 44822E	RB6	0.15	0.15	-
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 44900C	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 449244	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 44909A	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 448B9C	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 448C2A	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 448D46	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	2	2	2	2	2	2	2 448E62	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	3	2	3	2	3	2	2 448610	RB6	0.15	0.15	C
B00	FLRoof	20	40 DB12	3	2	3	2	3	2	2 44C77C	RB6	0.15	0.15	C

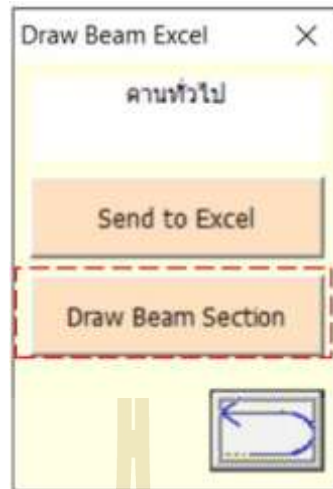
รูปที่ 5.47 ตั้งชื่อคาน, ลบชื่อซ้ำ, Save-Close



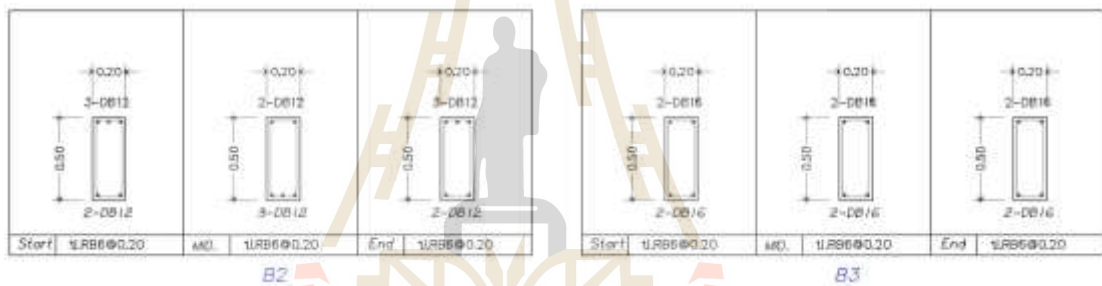
รูปที่ 5.48 Draw beam section ชั้น Roof



รูปที่ 5.49 แบบขยายรายละเอียดคาน RB

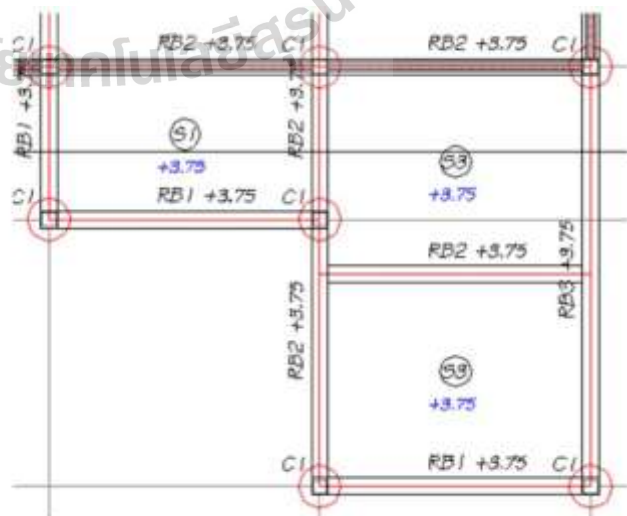
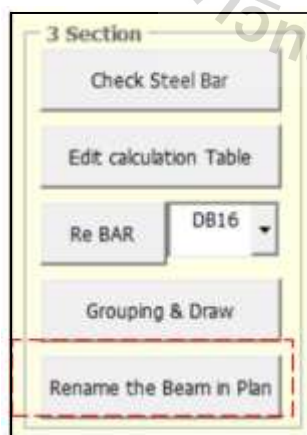


รูปที่ 5.50 Draw beam section ขึ้นทั่วไป



รูปที่ 5.51 แบบขยายรายละเอียดคาน B

5.5.2.5 เปลี่ยนชื่อคานในแบบแปลน

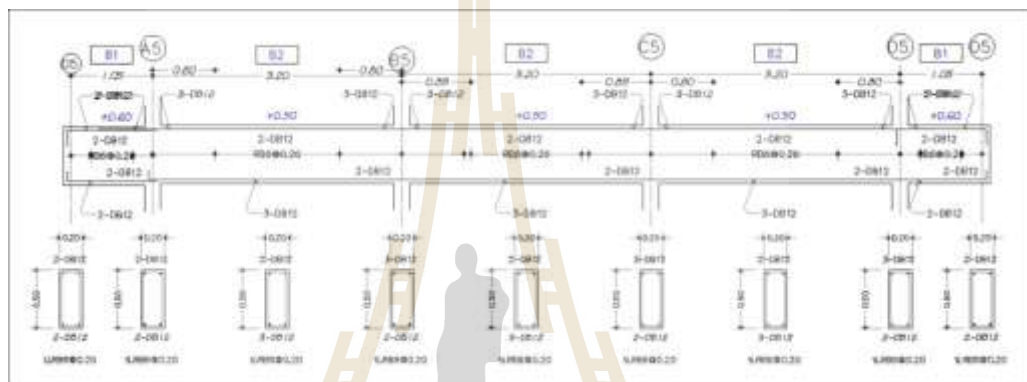


รูปที่ 5.52 ชื่อของคานในแบบแปลนจะเปลี่ยนตามการจัดกลุ่มคาน

5.5.3 การเขียนภาพตัดทางยาวของคาน ค.ศ.ด. แบบต่อเนื่อง



รูปที่ 5.53 Draw profile



รูปที่ 5.54 Profile and section

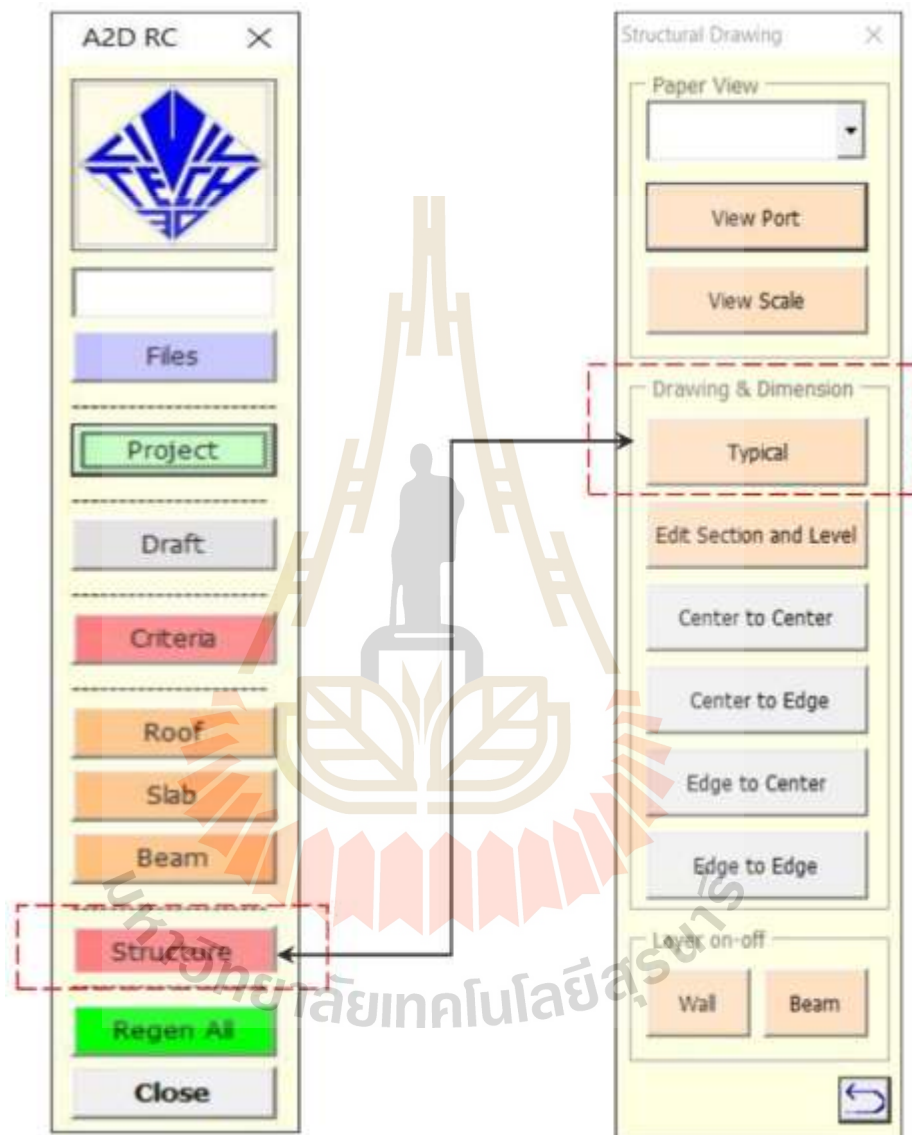
5.5.4 การแก้ไขหน้าตัดคานในแบบ

Name	Extra Steel Bar	Upper Steel Bar	Lower Steel Bar	Extra Steel Bar	Steel casing	Size
B1		2	2		RB6	20 x 50 cm

รูปที่ 5.55 Select Beams for Change

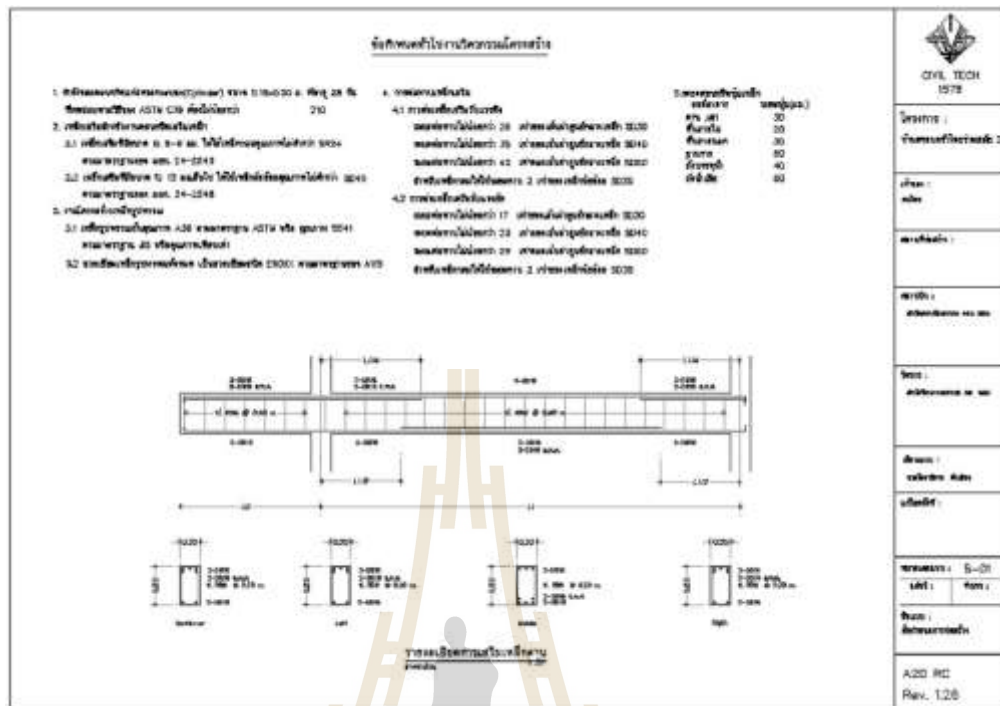
5.5.5 การสร้างแบบข้อกำหนดทั่วไปทางวิศวกรรมโครงสร้าง เป็นการดำเนินการจัดทำแบบเพื่อนำไปใช้งาน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.5.5.1 ที่เมนู A2D RC เลือก Structure ปรากฏเมนูย่อย Structure Drawing



รูปที่ 5.56 ฟังขั้นตอนการสร้างแบบข้อกำหนดทั่วไปทางวิศวกรรม

5.5.5.2 ที่เมนูย่อย Structural Drawing เลือกที่ Typical ของ Drawing & Dimension แล้วเลือกพื้นที่ว่างที่ต้องการ จะวางแบบข้อกำหนดทั่วไปทางวิศวกรรม กดเลือก จะปรากฏแบบพร้อมกรอบกระดาษแบบที่มีรายละเอียดครบ

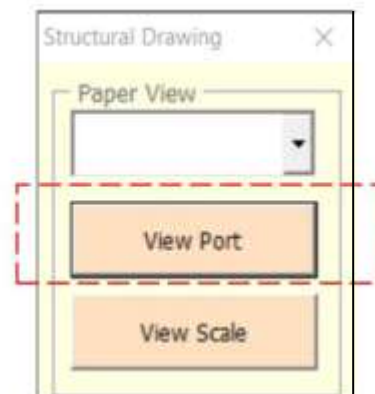
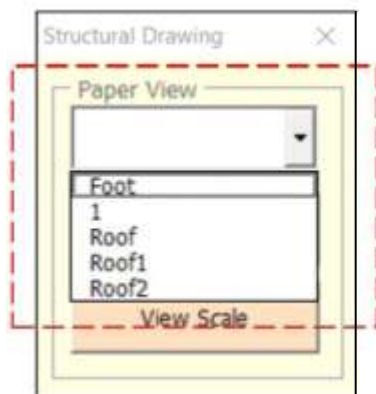


รูปที่ 5.57 แบบข้อกำหนดทั่วไปงานวิศวกรรมโครงสร้าง

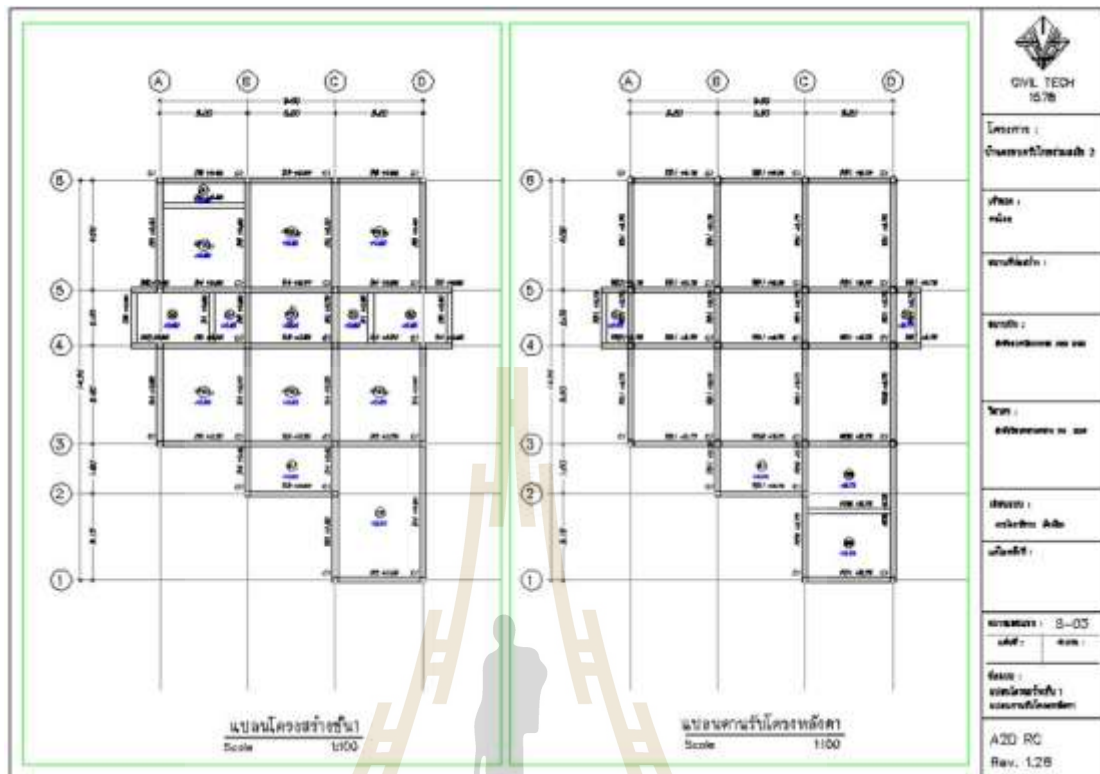
5.5.6 การสร้างแบบแปลนพื้น-คาน ค.ส.ด. เป็นการดำเนินการจัดทำแบบ เพื่อนำไปใช้งาน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.5.6.1 ที่เมนู A2D RC เลือก Structure Drawing

5.5.6.2 ที่เมนูย่อย Structural Drawing เลือกที่ List box ของ Paper view แล้วเลือก ชั้นโครงสร้างของอาคารที่ต้องการ กดเลือก View port จะปรากฏแบบพร้อมกรอบกระดาษแบบ (Titel Box) ให้ทำการจัดวางให้เหมาะสมในหน้ากระดาษ กดปุ่ม Regenerate เพื่อปิด View port

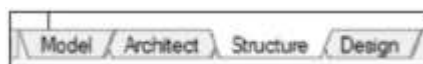


รูปที่ 5.59 เลือก View port

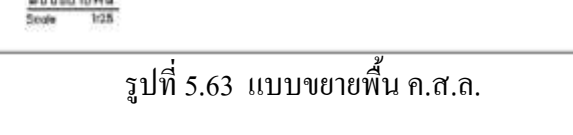


รูปที่ 5.60 View port พร้อมกรอบกระดาษแบบ

5.5.7 การสร้างแบบขยายโครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล. เป็นการดำเนินการจัดทำแบบเพื่อนำไปใช้งาน โดยเลือกที่ Tab ที่มีชื่อว่า Structure ของ AutoCAD บนพื้นที่ทำงานจะปรากฏแบบ ขยายพื้นและหน้าตัดคาน ค.ส.ล. ถูกสร้างไว้โดยอัตโนมัติ ให้ทำการตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว สามารถพิมพ์แบบนำไปใช้งานได้



รูปที่ 5.61 Tab ที่มีชื่อว่า Structure



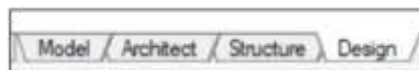
รูปที่ 5.63 แบบขยายพื้น ค.ส.ถ.



รูปที่ 5.64 แบบขยายรูปตัดคาน ค.ส.ล.

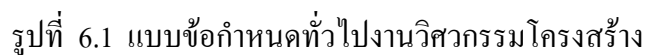
5.6 การสร้างรายการคำนวณโครงสร้างพื้น-คาน ค.ส.ล.

เป็นการดำเนินการจัดทำรายการคำนวณเพื่อนำไปใช้ตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ ออกแบบโครงสร้าง หรือใช้ประกอบการยื่นขออนุญาตก่อสร้างอาคารต่อหน่วยงานท้องถิ่น โดยเลือกที่ Tab ที่มีชื่อว่า Design ของ AutoCAD บนพื้นที่ทำงานจะปรากฏรายการคำนวณของพื้นและคาน ค.ส.ล. ถูกสร้างไว้โดยอัตโนมัติ ให้ทำการตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์แล้วสามารถพิมพ์ออกมา นำไปใช้งานได้



รูปที่ 5.65 Tab ชื่อว่า Disign

6.1 แบบข้อกำหนดทั่วไปทางวิศวกรรมโครงสร้าง

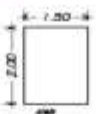
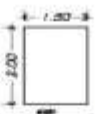
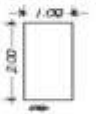
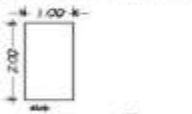
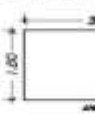


6.2 แบบแปลน-ขยายโครงสร้างพื้นและคาน ค.ส.ด.

รูปที่ 6.4 แบบขยายรูปตัดขวางโครงสร้างคาน ค.ส.ล.



6.3 รายการคำนวณ การวิเคราะห์ ออกแบบและเขียนแบบพื้น-คาน ค.ส.ด.

Design Slab		Design Slab		Design Slab		Design Slab	
 Slab S1		 Slab S2		 Slab S3		 Slab S4	
Slab S1 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 1.80 m Long Span (l) 3.00 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 778.20 Kg-m Min 2.00 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S2 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 1.30 m Long Span (l) 2.00 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 82.80 Kg-m Min 3.00 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S3 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 0.80 m Long Span (l) 2.50 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 44.55 Kg-m Min 0.53 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S4 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 1.30 m Long Span (l) 2.00 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 82.80 Kg-m Min 3.00 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m
 Slab S5		 Slab S6		 Slab S7		 Slab S8	
Slab S5 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 1.80 m Long Span (l) 3.00 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 778.20 Kg-m Min 2.00 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S6 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 1.30 m Long Span (l) 2.00 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 82.80 Kg-m Min 3.00 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S7 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 0.80 m Long Span (l) 2.50 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 44.55 Kg-m Min 0.53 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S8 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 1.30 m Long Span (l) 2.00 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 82.80 Kg-m Min 3.00 cm Bottom Short side R20@0.25 m Bottom Long side R20@0.25 m

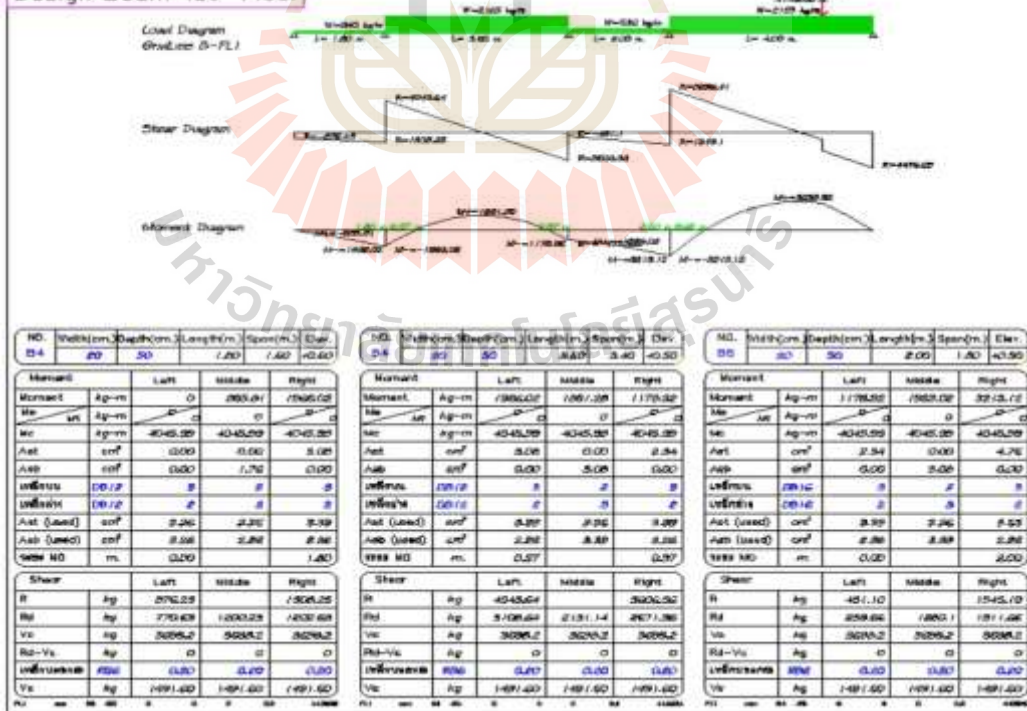
รูปที่ 6.7 รายการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบพื้นทางเดียว ค.ศ.ด.

Design Slab		Design Slab		Design Slab	
 Slab S9		 Slab S10		 Slab S11	
Slab S9 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 2.20 m Long Span (l) 2.50 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 220.00 Kg-m Min 3.80 cm Bottom Short side R20@0.20 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S10 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 60.00 Kg/m ² Short Span (s) 2.80 m Long Span (l) 3.50 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 640.00 Kg/m ² Max 778.20 Kg-m Min 1.40 cm Bottom Short side R20@0.30 m Bottom Long side R20@0.25 m	Slab S11 Live Load (LL) 150.00 Kg/m ² Superimpose Dead Load (SDL) 50.00 Kg/m ² Short Span (s) 2.45 m Long Span (l) 3.20 m Thickness (t) 10 cm Steel Bar R20	Total Load 440.00 Kg/m ² Max 715.67 Kg-m Min 1.34 cm Bottom Short side R20@0.30 m Bottom Long side R20@0.25 m

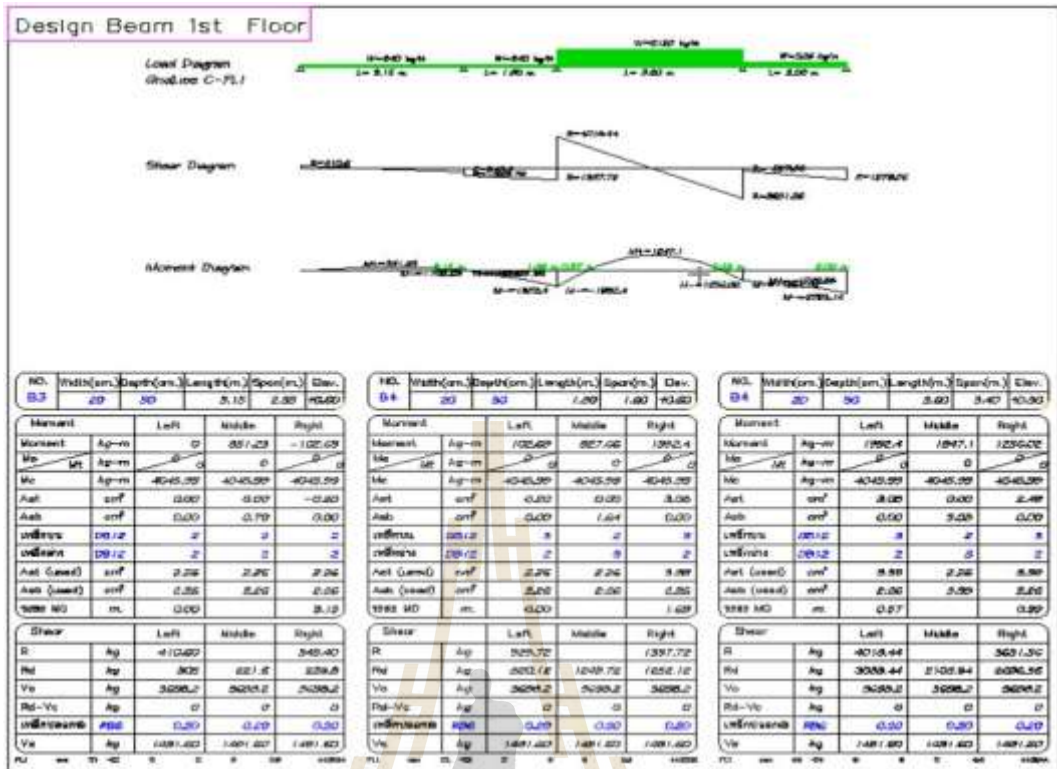
รูปที่ 6.8 รายการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบพื้นสองทาง ค.ศ.ด.

[illegible]

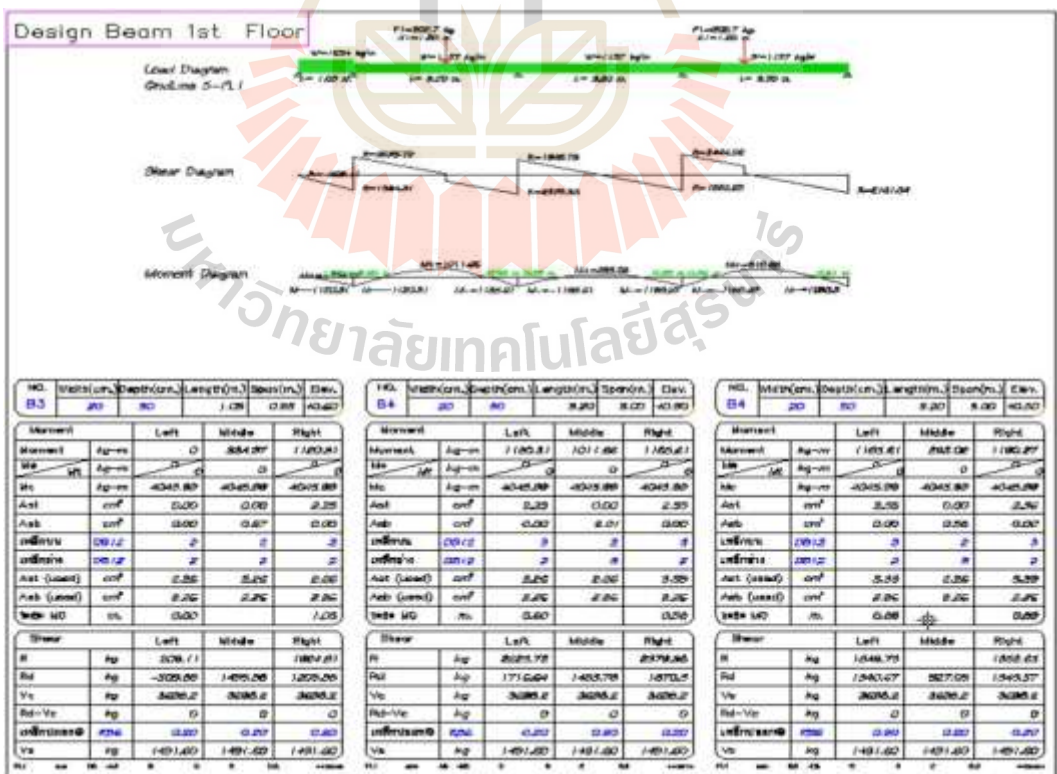
Design Beam 1st Floor



รูปที่ 6.10 รายการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบคาน ค.ส.ล.ช่วงต่อเนื่อง 1



รูปที่ 6.11 รายการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบคาน ค.ส.ล.ช่วงต่อเนื่อง 2



รูปที่ 6.12 รายการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบคาน ค.ส.ล.ช่วงต่อเนื่อง 3

Load Diagram

Shear Diagram

Moment Diagram

NO	Width (m)	Depth (m)	Length (m)	Spacer (m)	Bar
RS2	20	40	3.12	2.00	4E7.75

NO	Width (m)	Depth (m)	Length (m)	Spacer (m)	Bar
RS2	20	40	3.12	2.00	4E7.75

NO	Width (m)	Depth (m)	Length (m)	Spacer (m)	Bar
RS2	20	40	3.12	2.00	4E7.75

NO	Width (m)	Depth (m)	Length (m)	Spacer (m)	Bar
RS2	20	40	3.12	2.00	4E7.75

รูปที่ 6.14 รายการคำนวณวิเคราะห์ ออกแบบคาน ค.ส.ถ.ช่วงต่อเนื่อง 5

ภาคผนวก ข

แบบก่อสร้างเพื่อใช้ในการศึกษาของกรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2550

1. แบบบ้านครอบครัวไทยร่วมสมัย 2 พื้นที่ใช้สอย 120 ตารางเมตร
2. แบบบ้านครอบครัวไทยร่วมสมัย 6 พื้นที่ใช้สอย 70 ตารางเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายอดิศร ไชยโคตร เกิดวันที่ 26 สิงหาคม 2518 ที่อำเภอเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี สถานที่อยู่ปัจจุบัน 499 หมู่ที่ 4 ตำบลสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ด้านการศึกษาสำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างโยธา จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน จังหวัดนครราชสีมา

