การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น

นายภัทรพล วัชรเมธากุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) TOOLS TO CALCULATE THE STORMWATER RUNOFF IN PRELIMINARY DESIGN STAGE.

Mr. Pattarapol Watcharamaethakul

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Architecture
Department of Architecture
FACULTY OF ARCHITECTURE
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น
โดย	นายภัทรพล วัชรเมธากุล
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภัทรพล วัชรเมธากุล : การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น. (DEVELOPMENT OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) TOOLS TO CALCULATE THE STORMWATER RUNOFF IN PRELIMINARY DESIGN STAGE.) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร

ในปัจจุบันปัญหาน้ำท่วมขังเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว อาทิ เช่น กรุงเทพมหานคร ทำให้ มีเกณฑ์ในการออกแบบต่าง ๆ เช่น เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว LEED เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว TREES และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อออกแบบจัดการการระบายน้ำฝนไม่ให้ท่วมขังภายในพื้นที่ โดยมีแนวคิดของเกณฑ์ในการออกแบบคือ การหน่วงน้ำภายในพื้นที่ของโครงการให้ได้ปริมาณ หรืออัตราการไหลที่สามารถชะลอให้น้ำภายนอกโครงการระบายลงสู่ระบบสาธารณะได้ทัน ทำให้มีความจำเป็นในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนในปัจจุบัน เช่น การคำนวณมือ การใช้ตาราง Microsoft Excel หรือการใช้โปรแกรมเฉพาะทางที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำฝน มีความซับซ้อน และยุ่งยากแก่นักออกแบบ อีกทั้งยังต้องใช้ความรู้ด้านการจัดการน้ำฝนเพื่อใช้งานเครื่องมือ ซึ่งในปัจจุบันมีการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เข้ามาใช้ในการออกแบบโครงการต่าง ๆ โดยโปรแกรมที่ได้รับความนิยมมากในประเทศไทยได้แก่ โปรแกรม Revit ซึ่งภายในจะมีโปรแกรมเสริม Dynamo ที่มีความสามารถในการดึงข้อมูลจากแบบจำลองโปรแกรม Revit มาใช้ในการคำนวณข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน

งานวิจัยนี้ได้เลือกพัฒนาเครื่องมือเสริมโดยใช้โปรแกรม Revit และ โปรแกรมเสริม Dynamo ที่สามารถคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้อย่างอัตโนมัติ และทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา และการถอดปริมาณพื้นที่จากโปรแกรม Revit เพื่อนำมาคำนวณในโปรแกรม Microsoft Excel

เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนาประกอบด้วยไฟล์โปรแกรมต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ไฟล์โปรแกรม Revit, ไฟล์โปรแกรม Dynamo และไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการคำนวณสูงสุดประมาณ ±2.52% ซึ่งเป็นผลมาจากข้อจำกัดในการสร้างแบบจำลองอาคารที่มีผลต่อการใช้งานชุดคำสั่งภายในโปรแกรม Dynamo โดยเฉพาะองค์ประกอบ (Component) ที่มีพื้นผิวจำนวนมาก อาทิเช่น พื้นดิน (Topography) ซึ่งเมื่อใช้งาน Dynamo script เพื่อคำนวณหาพื้นที่รับน้ำที่ขนานกับผิวโลก จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่มากขึ้น

สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6270028625 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD: Stormwater Runoff, Building Information Modeling, Preliminary Design Stage

Pattarapol Watcharamaethakul : DEVELOPMENT OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) TOOLS TO CALCULATE THE STORMWATER RUNOFF IN PRELIMINARY DESIGN STAGE.. Advisor: Assoc. Prof. ATCH SRESHTHAPUTRA, Ph.D.

Currently, flooding is a problem that occurs frequently. It mostly occurs in developed areas such as Bangkok. This has led to a developments of various design criteria, such as LEED, TREES, and EIA, in order to retain water within the project area. The water runoff from the project area could then be discharged to public systems in time. It is necessary to calculate the amount of stormwater runoff volume and discharge rate. The stormwater runoff volume calculation methods nowadays, using manual calculations, Microsoft Excel worksheets or stormwater management software programs, are complex and difficult for designers to use. It also requires knowledge of stormwater management in order to use these tools. Currently, Building Information Model (BIM) is becoming useful in the design of various building projects. The most popular program in Thailand is Revit, which has an add-on program called Dynamo that can retrieve data from Revit to calculate complex mathematical data.

Therefore, in this research, Revit and Dynamo were used to develop a stormwater runoff calculation tool that can automatically calculate the stormwater runoff volume and discharge rate. The process to develop the tools consists of, user survey, tools developing, tools validation, and tools testing by users. By comparing the calculation result from the proposed tools with the result from the manual calculation in Microsoft Excel.

The developed tool includes 3 types of files which are Revit, Dynamo, and Excel. It appears that the tool has the maximum error of ± 2.52% which occurs from the limitations of the model creation method in Revit which affects the running of Dynamo script especially the component that has a large number of surfaces such as topography component type which using the Dynamo script to calculate the drainage area will cause more error.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Architecture	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ ความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดช่วงการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร ที่กรุณาสละเวลาและให้เกียรติมาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสละเวลาอันมีค่า ในการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์แก่การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัว และบุคคลรอบข้าง ที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เป็นที่บ่มเพาะความรู้ตลอด 6 ปี ตั้งแต่การศึกษาในระดับปริญญาตรี จนถึงปริญญาโท

ภัทรพล วัชรเมธากุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 5

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 6

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย 7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายและเกณฑ์ในการออกแบบสำหรับอาคารเขียว เพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก 9

2.1.1 กฎหมายผังเมืองรวม กรุงเทพมหานคร 9

2.1.2 เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว LEED โดย USGBC 10

2.1.2.1 เกณฑ์การให้คะแนน 10

2.1.2.1.1 เกณฑ์ LEED ND - Rainwater Management 10

2.1.2.1.2 เกณฑ์ LEED BD+C - Rainwater Management 11

2.1.2.2 วิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (Small Storm Hydrology Method) 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.3 เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว TREES โดย สถาบันอาคารเขียวไทย 13
2.1.3.1 เกณฑ์การให้คะแนน 13
2.1.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม EIA (Environmental impact assessment) 14
2.1.4.1 การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากโดยวิธีหลักและเหตุผล (Rational Method) 14
2.1.4.2 สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Coefficient) 15
2.2 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก 17
2.2.1 การศึกษาโปรแกรม WinSLAMM 17
2.2.1.1 การสร้างแบบจำลองการจัดการน้ำฝน 18
2.2.2 การศึกษาโปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary 18
2.3 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 20
2.3.1 การศึกษาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling) 20
2.3.1.1 ระดับขั้นของการพัฒนา หรือ LOD (Level of Development) 21
2.3.2 การศึกษาโปรแกรม Autodesk Revit 22
2.3.2.1 ข้อดีของ Revit 22
2.3.2.2 ข้อเสียของ Revit 23
2.3.2.3 การสร้างแบบจำลองสารสนเทศบนโปรแกรม Revit 23
2.3.2.4 การศึกษาการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Parameters 24
2.4 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำเครื่องมือเสริม 32
2.4.1 การศึกษาส่วนเสริม Dynamo 32
2.4.2 การศึกษาโปรแกรม Microsoft Visual Studio 34
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35
2.6 สรุปแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง 36
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 การศึกษาทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 38
3.2 การสำรวจความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน 39
3.2.1 กลุ่มตัวอย่างวิชาชีพสถาปนิก 39
3.2.2 กลุ่มตัวอย่างวิชาชีพภูมิสถาปนิก 39
3.2.3 กลุ่มตัวอย่างนักวิจัย และที่ปรึกษาอาคารเขียว 39
3.3 การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 40
3.3.1 การกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ 41
3.3.1.1 การกำหนดวิธีการคำนวณ 41
3.3.1.2 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Co-efficient) 42
3.3.1.3 การกำหนดข้อมูลน้ำฝน 44
3.3.1.3.1 ความเข้มฝน 44
3.3.1.3.2 ปริมาณน้ำฝน 44
3.3.2 การกำหนดเครื่องมือในการพัฒนาเครื่องมือ 45
3.3.2.1 เครื่องมือประเภท Software 45
3.3.2.2 เครื่องมือประเภท Hardware 45
3.3.3 การเตรียมฐานข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ 46
3.3.3.1 ฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel 46
3.3.3.2 ฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในไฟล์โปรแกรม Revit 48
3.3.3.2.1 การจัดเตรียม Parameters 48
3.3.3.2.2 การจัดเตรียม Materials 51
3.3.3.2.3 การโอนถ่าย Project Standards 54
3.3.3.3 ฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในไฟล์โปรแกรมเสริม Dynamo 54
3.3.4 การพัฒนา Dynamo Script 57
3.3.4.1 การสร้าง Dynamo Script ในการสร้างส่วนกักเก็บน้ำ 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.4.2 การสร้าง Dynamo Script ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก..... 60
3.3.4.3 การสร้าง Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล..... 66
3.3.4.4 การสร้าง Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้าง..... 67
3.3.4.5 การสร้าง Custom Node..... 69
3.3.4.5.1 CalculationSurfaceMultiOverlap..... 69
3.3.4.5.2 GetIndexFromSlope..... 71
3.3.4.6 Node ที่ใช้งานภายในเครื่องมือ..... 73
3.3.4.7 Python Script ที่ใช้งานภายในเครื่องมือ..... 76
3.3.5 การแสดงผลการคำนวณในโปรแกรม Autodesk Revit..... 79
3.3.6 การพัฒนาตาราง Microsoft Excel เพื่อแสดงผลการคำนวณ..... 82
3.3.7 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ..... 86
3.3.7.1 ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือ..... 87
3.3.7.2 ขั้นตอนภายในโปรแกรม Revit..... 89
3.3.7.3 ขั้นตอนภายในโปรแกรม Dynamo..... 97
3.3.7.3.1 ขั้นตอนการใช้งาน Dynamo Player..... 100
3.3.7.4 การแสดงผลการคำนวณ..... 102
3.3.7.4.1 ส่วนแสดงผลภายในโปรแกรม Revit..... 102
3.3.7.4.1 ส่วนแสดงผลภายในโปรแกรม Microsoft Excel..... 103
3.3.8 ปัญหาและข้อจำกัดของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น..... 105
3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม..... 107
3.4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารขนาดเล็ก..... 107
3.4.2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารบ้านพักอาศัย..... 108
3.4.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา
..... 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา 111
3.4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารสูงพร้อมผนังเอียง 112
3.4.6 ปัญหาที่พบในขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ 113
3.4.6.1 ปัญหาที่พบในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย 114
3.4.6.2 ปัญหาที่พบในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา 115
3.4.6.2.1 การแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม Dynamo 117
3.5 การสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง 119
บทที่ 4 ผลการวิจัย 120
4.1 ผลการสำรวจความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน 120
4.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือเสริม 126
4.2.1 ไฟล์ Autodesk Revit Template (.rte) 126
4.2.2 ไฟล์ Material Library (.adsklib) 126
4.2.3 ไฟล์ Shared Parameter (.txt) 126
4.2.4 ไฟล์ Microsoft Excel Worksheet (.xlsx) 126
4.2.5 ไฟล์ Dynamo Workspace (.dyn) 126
4.2.6 ไฟล์ Dynamo Custom Node (.dyf) 127
4.2.7 สรุปผลการพัฒนาเครื่องมือเสริม 127
4.3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม 128
4.3.1 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารขนาดเล็ก 129
4.3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา 131
4.3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา 132
4.3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมผนังเอียง 133
4.3.6 สรุปผลการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม 134
4.3.6.1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ย 135
4.3.6.2 พื้นที่ผิวที่รับน้ำ 135
4.3.6.3 ค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลาก 135
4.3.6.4 ค่าอัตราการไหลหลากสูงสุด 135
4.4 ผลการสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง 136
4.4.1 ความยากงานในการใช้งานเครื่องมือ 136
4.4.2 ประโยชน์ของเครื่องมือต่อการทำงาน 136
4.4.3 การพิจารณาในการใช้เครื่องมือเสริม 136
4.4.4 ข้อเสนอแนะ และคำถามเพิ่มเติม 137
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 138
5.1 สรุปผลการวิจัย 138
5.1.2 เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา 138
5.1.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ 140
5.1.4 การสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง 141
5.2 ข้อเสนอแนะ 141
5.2.1 การจัดทำฐานข้อมูลวัสดุ 141
5.2.2 การพิจารณาในการนำงานวิจัยนี้กลับมาทำใหม่อีกครั้งในอนาคต 141
5.2.3 การเพิ่มคุณสมบัติของเครื่องมือ 142

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.4 การผลักดันในการใช้เทคโนโลยี BIM 142
บรรณานุกรม 143
ภาคผนวก ก 148
ภาคผนวก ข 151
ประวัติผู้เขียน 160

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2. 1 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว LEED ND 10
ตารางที่ 2. 2 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว LEED BD+C..... 11
ตารางที่ 2. 3 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝนประเภท Zero Lot Line เกณฑ์อาคารเขียว LEED BD+C 11
ตารางที่ 2. 4 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว TREES..... 13
ตารางที่ 2. 5 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว TREES..... 13
ตารางที่ 2. 6 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน..... 15
ตารางที่ 2. 7 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน..... 16

ตารางที่ 3. 1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ตามลักษณะพื้นที่ผิว..... 42
ตารางที่ 3. 2 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ตามลักษณะพื้นที่ผิว (ต่อ)..... 43
ตารางที่ 3. 3 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน..... 43
ตารางที่ 3. 4 ค่าความเข้มฝนของกรุงเทพมหานคร..... 44
ตารางที่ 3. 5 ค่าเปอเซ็นไทล์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝน..... 45
ตารางที่ 3. 6 Parameter ที่ใช้ในเครื่องมือ..... 49
ตารางที่ 3. 7 Node ที่ใช้ภายในเครื่องมือ..... 73
ตารางที่ 3. 8 Custom Node ที่ใช้ภายในเครื่องมือ..... 76
ตารางที่ 3. 9 ความหมายของค่า Input ภายในไฟล์ Dynamo Script..... 101
ตารางที่ 3. 10 ปัญหาที่พบ กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย..... 114
ตารางที่ 3. 11 ปัญหาที่พบ กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา..... 115

ตารางที่ 4. 1 เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา..... 127
ตารางที่ 4. 2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารขนาดเล็ก..... 129

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4. 3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย 130

ตารางที่ 4. 4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา 131

ตารางที่ 4. 5 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารตั้งอยู่บนเนินเขา 132

ตารางที่ 4. 6 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมผนังเอียง 133

ตารางที่ 4. 7 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือเสริม 134

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2. 1 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม WinSLAMM 17
ภาพที่ 2. 2 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary 19
ภาพที่ 2. 3 แนวคิดการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร BIM 20
ภาพที่ 2. 4 ระดับขั้นของการพัฒนา LOD (Level of Development) 21
ภาพที่ 2. 5 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Revit 23
ภาพที่ 2. 6 การตรวจสอบค่าพื้นที่ผิวของ พื้น ผนัง และหลังคา ภายในโปรแกรม Revit 24
ภาพที่ 2. 7 การตรวจสอบค่าพื้นที่ผิวของพื้นดิน ภายในโปรแกรม Revit 25
ภาพที่ 2. 8 ฐานข้อมูลวัสดุ (Material Browser) ภายในโปรแกรม Revit 26
ภาพที่ 2. 9 ส่วน Identity ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit 27
ภาพที่ 2. 10 ส่วน Graphics ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit 28
ภาพที่ 2. 11 ส่วน Appearance ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit 29
ภาพที่ 2. 12 ส่วน Physical ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit 29
ภาพที่ 2. 13 ส่วน Thermal ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit 30
ภาพที่ 2. 14 การทำงานของโปรแกรมเสริม Dynamo 32
ภาพที่ 2. 15 การเรียกใช้งานโปรแกรมเสริม Dynamo 32
ภาพที่ 2. 16 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรมเสริม Dynamo 33
ภาพที่ 2. 17 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Microaoft Visual Studio 34

ภาพที่ 3. 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเสริม 40
ภาพที่ 3. 2 ค่าความเข้มฝนที่ถูกจัดเก็บในไฟล์ Microsoft Excel 46
ภาพที่ 3. 3 ค่าเปอเซ็นไทล์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ถูกจัดเก็บไว้ในไฟล์ Microsoft Excel 47
ภาพที่ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินที่ถูกจัดเก็บไว้ในไฟล์ Microsoft Excel 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3. 5 การสร้าง Shared Parameter 50
ภาพที่ 3. 6 การเพิ่ม Shared Parameter ลงใน Project Parameter..... 51
ภาพที่ 3. 7 ข้อมูล Material ของฐานข้อมูลภายในโปรแกรม Revit..... 52
ภาพที่ 3. 8 การนำเข้าและใช้งาน Material Library 53
ภาพที่ 3. 9 การโอนถ่าย Project Standards 54
ภาพที่ 3. 10 ฐานข้อมูลภายในไฟล์โปรแกรม Dynamo (.dyn) 55
ภาพที่ 3. 11 การทำงานของฐานข้อมูลภายในไฟล์ Dynamo 56
ภาพที่ 3. 12 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ 58
ภาพที่ 3. 13 การสร้าง Dynamo Script ในการสร้างส่วนกักเก็บน้ำ..... 58
ภาพที่ 3. 14 การทำงานของ Dynamo Script การสร้างส่วนกักเก็บน้ำ 59
ภาพที่ 3. 15 ภาพรวมของเครื่องมือที่ได้พัฒนาในงานวิจัยชิ้นนี้..... 60
ภาพที่ 3. 16 การทำงานของ Dynamo Script ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก 61
ภาพที่ 3. 17 การเลือกหมวดหมู่ของข้อมูลที่จะนำเข้าภายใน Dynamo Script 62
ภาพที่ 3. 18 การคัดกรองข้อมูลรวมอยู่ในการคำนวณภายใน Dynamo Script 62
ภาพที่ 3. 19 การคัดกรองข้อมูลตาม Phase ภายใน Dynamo Script..... 62
ภาพที่ 3. 20 การดึงข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณจากแบบจำลองภายใน Dynamo Script..... 63
ภาพที่ 3. 21 การกำหนดค่าข้อมูลน้ำฝนภายใน Dynamo Script..... 63
ภาพที่ 3. 22 การนำเข้าข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินภายใน Dynamo Script 64
ภาพที่ 3. 23 การดึงข้อมูลปริมาตรบ่อหน่วงน้ำภายใน Dynamo Script 64
ภาพที่ 3. 24 การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากภายใน Dynamo Script 64
ภาพที่ 3. 25 การแสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินภายใน Dynamo Script..... 65
ภาพที่ 3. 26 การนำออกข้อมูลไปยังโปรแกรม Microsoft Excel 65
ภาพที่ 3. 27 การสร้าง Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล..... 66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3. 28 การทำงานของ Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล 66
ภาพที่ 3. 29 การทำงานของ Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล ภายในโปรแกรม Revit . 66
ภาพที่ 3. 30 การสร้าง Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้าง 67
ภาพที่ 3. 31 การทำงานของ Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้าง 68
ภาพที่ 3. 32 ภาพรวมของ Custom Node CalculationSurfaceMultiOverlap 69
ภาพที่ 3. 33 การทำงานของ Custom Node CalculationSurfaceMultiOverlap 70
ภาพที่ 3. 34 ภาพรวมของ Custom Node GetIndexFromSlope 72
ภาพที่ 3. 35 การใช้ Python Script ภายใน Custom Node GetIndexFromSlope 72
ภาพที่ 3. 36 การใช้ Python Script แปลงค่าคาบปีเป็น Index 77
ภาพที่ 3. 37 การใช้ Python Script แปลงค่าคาบเวลาเป็น Index 77
ภาพที่ 3. 38 การใช้ Python Script ในการควบคุมการไหลของข้อมูล 78
ภาพที่ 3. 39 การใช้ Python Script ในการคัดกรองรายการที่ว่างเปล่า 78
ภาพที่ 3. 40 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Dynamo Script 79
ภาพที่ 3. 41 การทำงานของ Dynamo Script การแสดงผลผ่านโปรแกรม Revit 79
ภาพที่ 3. 42 สีที่แสดงผลสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน 80
ภาพที่ 3. 43 ที่แสดงผลสำหรับค่าพื้นที่ผิว และค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลาก 80
ภาพที่ 3. 44 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Revit รูปแบบ Hidden line 80
ภาพที่ 3. 45 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Revit รูปแบบ Shaded 81
ภาพที่ 3. 46 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Revit รูปแบบ Hidden Line และการเปิดค่า Transparency 81
ภาพที่ 3. 47 ส่วนรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการคำนวณจากโปรแกรม Dynamo ภายใน Microsoft Excel 82
ภาพที่ 3. 48 ส่วนรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจากแบบจำลองโปรแกรม Revit ภายใน Microsoft Excel 83
ภาพที่ 3. 49 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3. 50 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel 85
ภาพที่ 3. 51 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ 86
ภาพที่ 3. 52 การแตกไฟล์โดยใช้ Winrar 87
ภาพที่ 3. 53 การแตกไฟล์โดยใช้ Winrar 87
ภาพที่ 3. 54 การคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานเครื่องมือ 88
ภาพที่ 3. 55 การคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานเครื่องมือ 88
ภาพที่ 3. 56 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template 89
ภาพที่ 3. 57 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template - การสร้าง Project ใหม่ 89
ภาพที่ 3. 58 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template - การสร้าง Project ใหม่ 90
ภาพที่ 3. 59 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template - การเลือกไฟล์ Template 90
ภาพที่ 3. 60 การ Transfer Project Standard จาก Template 91
ภาพที่ 3. 61 องค์ประกอบภายในแบบจำลอง Revit ที่สามารถนำไปคำนวณในเครื่องมือได้ 91
ภาพที่ 3. 62 การสร้างบ่อหน่วงน้ำด้วย Topography 92
ภาพที่ 3. 63 การตรวจสอบค่าปริมาตรบ่อหน่วงน้ำ โดยใช้ Topography 93
ภาพที่ 3. 64 การสร้างบ่อหน่วงน้ำโดยใช้ Room และ Dynamo Script 93
ภาพที่ 3. 65 การใช้งาน Dynamo Player เพื่อการสร้างบ่อหน่วงน้ำ 94
ภาพที่ 3. 66 การตั้งค่าสำหรับการสร้างบ่อหน่วงน้ำโดยใช้ Room และ Dynamo script 94
ภาพที่ 3. 67 การกำหนดค่า Parameter Phasing 95
ภาพที่ 3. 68 การกำหนดค่า Parameter ภายใน Type ของ Element 96
ภาพที่ 3. 69 การกำหนดค่า Parameter ที่เป็น Instance 96
ภาพที่ 3. 70 การเปิดไฟล์ Dynamo Script 97
ภาพที่ 3. 71 การใช้งาน Dynamo Script 98
ภาพที่ 3. 72 การใช้ Custom Node ที่อยู่ภายใน Packages ที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ 98
ภาพที่ 3. 73 ตัวอย่าง Custom Node ที่อยู่ภายใน Packages 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3. 74 การใช้งาน Dynamo Player 100
ภาพที่ 3. 75 การตั้งค่า Input ภายใน Dynamo Player 101
ภาพที่ 3. 76 การแสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินภายใน Revit รูปแบบ Hidden line 102
ภาพที่ 3. 77 สีที่แสดงผลสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน 102
ภาพที่ 3. 78 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel 103
ภาพที่ 3. 79 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel 104
ภาพที่ 3. 80 ข้อจำกัดกัดในการดึงข้อมูลของพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นโค้งสองทาง 106
ภาพที่ 3. 81 ข้อจำกัดในการดึงข้อมูลของพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นโค้งสองทาง 106
ภาพที่ 3. 82 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารขนาดเล็ก 107
ภาพที่ 3. 83 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารขนาดเล็ก 108
ภาพที่ 3. 84 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารบ้านพักอาศัย 108
ภาพที่ 3. 85 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารบ้านพักอาศัย 109
ภาพที่ 3. 86 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา 109
ภาพที่ 3. 87 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา 110
ภาพที่ 3. 88 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา 111
ภาพที่ 3. 89 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา 111
ภาพที่ 3. 90 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารสูงผนังเอียง 112
ภาพที่ 3. 91 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารสูงผนังเอียง 113
ภาพที่ 3. 92 ข้อจำกัดในการสร้างแบบจำลอง และแนวทางแก้ไข 114
ภาพที่ 3. 93 ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในโปรแกรม Dynamo 116
ภาพที่ 3. 94 การแก้ไขข้อผิดพลาดข้อโปรแกรม Dynamo โดยใช้ Python Script 117
ภาพที่ 3. 95 ภาพรวมของชุดคำสั่งเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม Dynamo 118
ภาพที่ 3. 96 การทำงานของ Dynamo Script ที่ใช้แก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม Dynamo 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4. 1 ผลการสำรวจโปรแกรมสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ผู้ใช้งานใช้ 120
ภาพที่ 4. 2 ผลการสำรวจประโยชน์ที่ผู้ใช้งานคาดว่าจะได้รับในการใช้งาน BIM 121
ภาพที่ 4. 3 ผลการสำรวจการใช้งาน Visual Programming 122
ภาพที่ 4. 4 ผลการสำรวจจำนวนผู้ใช้งานที่รู้จักวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากของผู้ใช้งาน 122
ภาพที่ 4. 5 ผลการสำรวจประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก 123
ภาพที่ 4. 6 ผลการสำรวจอุปสรรคในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก 124
ภาพที่ 4. 7 ผลการสำรวจประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการพัฒนาเครื่องมือเสริม 124
ภาพที่ 4. 8 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารขนาดเล็ก 129
ภาพที่ 4. 9 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย 130
ภาพที่ 4. 10 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา 131
ภาพที่ 4. 11 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา 132
ภาพที่ 4. 12 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมผนังเอียง 133

ภาพที่ 5. 1 การทำงานโดยใช้วิธีทั่วไป 139
ภาพที่ 5. 2 การทำงานโดยใช้โปรแกรมการคำนวณเฉพาะทาง 139
ภาพที่ 5. 3 การทำงานโดยใช้เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาน้ำท่วมขังเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง เนื่องด้วยสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณ 1,572.5 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยทั่วประเทศสูงถึง 135 วันต่อปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562) ส่งผลให้ในบางพื้นที่มีการระบายน้ำไม่ทัน โดยพื้นที่ที่มีผลกระทบมากที่สุด คือพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้วซึ่งมีการออกแบบ และปรับปรุงพัฒนาพื้นที่ให้มีอาคารบ้านเรือนต่าง ๆ อาทิเช่น กรุงเทพมหานคร ที่มีผู้คนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก และนับเป็นพื้นที่ที่พัฒนาแล้วมากที่สุดในประเทศไทย ปัญหาส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ที่พัฒนาแล้ว คือ ปัญหาการจัดเตรียมพื้นที่ซึมน้ำภายในที่ตั้งของอาคารที่มีปริมาณน้อยเกินไป หรือมีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณพื้นที่ซึมน้ำเดิมก่อนที่จะทำการออกแบบและสร้างอาคาร ทำให้เกิดการระบายน้ำฝนออกจากที่ตั้งที่เร็วเกินไป จนไม่สามารถระบายลงสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะได้ทัน ส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขัง หรือน้ำไหลนอง (ดำรงศักดิ์ และรุจิโรจน์, 2560)

การออกแบบผังบริเวณต้องมีการคำนึงถึงการจัดการน้ำฝน เพื่อให้ปริมาณการไหลหลากของน้ำฝนที่ออกนอกที่ตั้งน้อยกว่า หรือเทียบเท่าปริมาณเดิมก่อนที่จะทำการออกแบบ โดยในปัจจุบันได้มีเกณฑ์ในการออกแบบต่าง ๆ ที่มีการบังคับใช้ หรือเป็นแนวทางในการออกแบบผังบริเวณของสถาปนิก และภูมิสถาปนิก เช่น กฎหมายผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร, เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ของ USGBC, เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว TREES (Thai's Rating of Energy and Environmental. Sustainability) ของสถาบันอาคารเขียวไทย และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม EIA (Environmental Impact Assessment) ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นหน้าที่ของ สถาปนิก ภูมิสถาปนิก หรือที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม ในการคำนวณ และออกแบบเพื่อให้บรรลุตามเกณฑ์ที่นำมาใช้ แต่ในกระบวนการทำงานที่มีการทำงานร่วมกันของหลากหลายฝ่าย ทำให้เกิดความล่าช้าอันเนื่องจาก ปัญหาที่เป็นผลมาจากสถาปนิกออกแบบผังบริเวณ ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ในการออกแบบผังบริเวณเพื่อจัดการน้ำฝน ทำให้ภูมิสถาปนิกหรือผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านการออกแบบผังบริเวณเพื่อจัดการน้ำฝน ต้องทำการแก้ไขแบบให้สอดคล้องกับเกณฑ์ในการออกแบบ และทำการส่งแบบกลับไปยังสถาปนิกเพื่อทำการออกแบบต่อไป ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นหลายครั้งในการ

ทำงานโครงการหนึ่ง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการโครงการเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ล่าช้า ดังนั้นการให้สถาปนิกมีส่วนร่วมในการออกแบบผังบริเวณเพื่อการจัดการน้ำฝนที่มากขึ้นจะช่วยลดความล่าช้า และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

สำหรับสถาปนิก การคำนวณปริมาณการไหลหลากของน้ำฝนเป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากไม่ใช่ด้านที่เชี่ยวชาญโดยตรง ทำให้ไม่สามารถทำการคำนวณได้ เนื่องจากไม่เข้าใจสูตรและวิธีการคำนวณ ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยสถาปนิกในการคำนวณ และการออกแบบ เช่น Microsoft Excel, WinSLAMM, Autodesk Storm and Sanitary Analysis, Autodesk Civil 3D ฯลฯ โดยแต่ละโปรแกรมจะมีวิธีใช้งาน และข้อดี-ข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป

โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับจัดการและคำนวณข้อมูลในรูปแบบตาราง ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายสำหรับสถาปนิก เพราะเป็นโปรแกรมที่บุคคลทั่วไปสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย โดยวิธีการทำงานของโปรแกรม คือการใส่ข้อมูลลงตาราง และใส่สูตรการคำนวณเพื่อคำนวณออกมาเป็นผลลัพธ์ ในกรณีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก คือการใส่ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณลงไปในตารางของโปรแกรม Microsoft Excel ได้แก่ ค่าพื้นที่ของพื้นผิวที่รับน้ำ ซึ่งได้มาจากการคำนวณมือ หรือการคำนวณผ่านโปรแกรม AutoCAD และค่าสัมประสิทธิ์การไหลหลากของวัสดุ แต่เนื่องด้วยเป็นโปรแกรมที่อาศัยการใส่ข้อมูลโดยมนุษย์ ทำให้ทำงานได้ช้าและเกิดความคลาดเคลื่อน (Human Error) ได้ง่าย และหากมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล จะต้องทำการใส่ข้อมูลใหม่ทั้งหมดเพื่อผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในช่วงปลายปี ค.ศ.1970 ได้มีการพัฒนาโปรแกรม WinSLAMM โดย PV & Associates, LLC เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่มาของมลพิษของน้ำไหลหลาก และคุณภาพของน้ำไหลหลาก ภายในบริเวณตัวเมือง ตัวโปรแกรมนั้นมีพื้นฐานมาจากการสำรวจภาคสนามจริงโดยอาศัยกระบวนการทางทฤษฎี มีวิธีการคำนวณโดยใช้ Small Storm Hydrology Method ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความแม่นยำ และได้รับการยอมรับจากเกณฑ์ LEED ให้ใช้ในการคำนวณปริมาณการไหลหลากของน้ำฝนตามเกณฑ์ LEED ND (LEED for Neighborhood Development) และ LEED BD+C (LEED Building Design + Construction) ในหัวข้อการจัดการน้ำฝน โดยวิธีการใช้งานโปรแกรมในการคำนวณ คือการสร้างแบบจำลองน้ำไหลหลากขึ้นภายในตัวโปรแกรม หรือนำเข้าข้อมูลทาง GIS (Geographic Information System) เข้ามาใช้เป็นแบบจำลอง ซึ่งในกระบวนการ

ออกแบบจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงของแบบอยู่บ่อยครั้ง ส่งผลให้หากมีการเปลี่ยนแปลงของแบบจะทำให้เกิดความล่าช้า เนื่องจากจะต้องทำการสร้างแบบจำลองขึ้นใหม่ในทุก ๆ ครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง

โปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary เป็นโปรแกรมที่ครอบคลุม และการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ระบบอุทกวิทยาการ และการวิเคราะห์ระบบไฮโดรลิก ที่สามารถช่วยในการวางแผนและออกแบบระบบระบายน้ำภายในเมือง ท่อระบายน้ำฝน (รวมถึงระบบระบายน้ำบนทางหลวง) และท่อระบายน้ำสุขาภิบาล โดยสามารถคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้จากการนำเข้าแบบจำลองจากโปรแกรม Autodesk Civil 3D และนำแบบจำลองมาใส่ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการคำนวณ ซึ่งโปรแกรม Autodesk Civil 3D เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในงานวิศวกรรม ทำให้ต้องมีความรู้ด้านวิศวกรรมระดับหนึ่ง เพื่อสามารถสร้างแบบจำลองได้ หรือหากใช้วิธีการนำเข้าแบบจำลองจากโปรแกรมอื่นเข้ามา จะต้องใช้เวลาในการปรับแก้แบบจำลองก่อนนำมาใช้ในการคำนวณมาก จึงทำให้การใช้ Autodesk Storm and Sanitary ในการคำนวณน้ำฝนไหลหลากสำหรับสถาปนิกยังเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสมทั้งในแง่ความเชี่ยวชาญและเวลา

BIM (Building Information Modeling) หรือ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้าง โดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองนั้น ๆ จำลองการก่อสร้างอาคารจริง แนวคิดของ BIM ได้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Charles M. Eastman ตีพิมพ์ในวารสารเอไอเอ (AIA Journal) เมื่อปี ค.ศ. 1975 ในครั้งแรกใช้ชื่อว่า “Building Description System” จนเมื่อปี ค.ศ.1986 จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า “Building Information Modeling” ที่นำเสนอโดย Robert Aish ปัจจุบันมีการนำ BIM มาใช้กับงานออกแบบสถาปัตยกรรมมากขึ้น เนื่องจากความสามารถในการผนวกการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรม ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคาร และข้อมูลต่าง ๆ ในแบบจำลองอาคารไปใช้ในการทำงานขั้นต่อ ๆ ไป (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558) ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร อยู่หลายผลิตภัณฑ์ เช่น Autodesk Revit, ArchiCAD, Vectorworks, Allplan Architecture, AECOsim Building Designer ฯลฯ (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

Revit เป็นผู้นำตลาดที่เป็นที่รู้จักมากที่สุดสำหรับโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยได้ออกวางจำหน่ายโดยบริษัท Autodesk ในปี ค.ศ. 2002 ซึ่งโปรแกรม Autodesk Revit เป็นแพลตฟอร์มที่แยกออกมาจาก Autodesk AutoCAD โดยมีลักษณะโครงสร้างของไฟล์ที่มีความแตกต่างกัน โดยโปรแกรม Revit ประกอบไปด้วย โปรแกรม Revit Architecture, Revit Structure และ Revit MEP การใช้งานโปรแกรมสามารถใช้บนระบบปฏิบัติการ Windows และ Macs โดยใช้งานผ่าน Windows Bootcamp Plug-in ทั้งระบบแบบ 32 บิต และ 64 บิต (Eastman, Teicholz, Sacks and Liston, 2011)

ปัจจุบัน ในประเทศไทยมีการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit อย่างแพร่หลายทั้งในงานวิศวกรรม และงานสถาปัตยกรรม แต่เนื่องจากตัวโปรแกรมยังมีขีดจำกัดในการทำงานอยู่ ซึ่งโปรแกรมมีจุดด้อยในการสร้างแบบจำลองที่มีซับซ้อนสูงเนื่องจากโปรแกรมมีการทำงานโดยใช้ระบบอ้างอิงจากระนาบการทำงาน (Work Plane) เพื่อสร้างแบบจำลอง หรือการนำข้อมูลจากแบบจำลองมาใช้ในการวิเคราะห์ที่ยังไม่ครอบคลุมในทุกด้าน ยกตัวอย่างเช่น การนำแบบจำลองมาคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก เป็นสิ่งที่โปรแกรม Revit ยังไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจำเป็นจะต้องคำนวณพื้นที่ผิวที่รับน้ำโดยคำนวณพื้นที่ผิวที่ถูกกดให้อยู่ในระนาบเดียวกับผิวโลก และคำนวณเฉพาะส่วนที่รับน้ำ ซึ่งโปรแกรม Revit ยังไม่สามารถทำได้ ผนวกกับจำนวณข้อมูลวัสดุที่เยอะเกินไปหากมีการจัดทำฐานข้อมูลวัสดุที่มีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน จึงมีการนำเครื่องมือเสริมที่ชื่อว่า Autodesk Dynamo Studio มาช่วยเพิ่มขีดจำกัดของโปรแกรม ให้สามารถทำงานในส่วนที่นอกเหนือความสามารถของโปรแกรม โดยความสามารถของ Autodesk Dynamo Studio คือการเขียนสคริปต์ ซึ่งมีอินเตอร์เฟสการใช้งานที่คนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย ทำให้ผู้ที่ไม่ได้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ สามารถใช้งานได้

Dynamo พัฒนาโดยบริษัท Autodesk inc. เพื่อใช้กับโปรแกรม Revit เป็นโปรแกรมที่ทำให้ผู้ที่ไม่ได้เรียนมาในสาขาคอมพิวเตอร์ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแบบ 3 มิติ ได้อย่างที่ต้องการ โดยใช้การกำหนดเป็น Diagram ของแนวความคิด โดยย่อการทำงานเป็นจุดเรียกว่า Node เมื่อต้องการทำงานอะไรก็ให้ไปหา Node ที่ต้องการมาในการสร้างโปรแกรม และในแต่ละ Node ก็จะบอก Input และ Output เป็นรูปภาพ (ThaiBIMpro, 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทำงานออกแบบโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในปัจจุบันเริ่มเป็นที่นิยมในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ โดยเฉพาะโครงการอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่ต้องการความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อการประเมินราคาการก่อสร้างที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แต่ในปัจจุบันยังไม่สามารถใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารในการจัดการน้ำฝนได้ ผนวกกับโปรแกรม Revit ที่ยังไม่สามารถคำนวณพื้นที่รับน้ำ และจัดเก็บฐานข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินอย่างมีประสิทธิภาพได้ อีกทั้งสถาปนิกที่ขาดความรู้ความเข้าใจในวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากเพื่อการจัดการน้ำฝน เนื่องจากยังขาดเครื่องมือในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เพื่อเป็นประโยชน์แก่สถาปนิก และเพื่อนำเครื่องมือไปใช้ในการพัฒนาเมืองต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และการคำนวณอัตราการไหลหลากสูงสุด

2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการคำนวณการไหลหลากของน้ำฝน ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น

3. เพื่อทดสอบ และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น ด้วยการเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

2. ศึกษาวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และการคำนวณอัตราการไหลหลากสูงสุด โดยใช้วิธีการคำนวณตามเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว LEED, TREES และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม EIA

3. ศึกษากระบวนการการออกแบบในช่วงการออกแบบขั้นต้น (Preliminary Design)

4. ศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก โดยผ่านเครื่องมือเสริม Dynamo ภายในโปรแกรม Revit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม งานวิจัย ทฤษฎี ข้อกำหนด และข้อกฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำฝน ทั้งกรณีศึกษาจากทั้งในและต่างประเทศ เพื่อศึกษาแนวคิดและจัดวางแนวทางในการทำงาน
2. ศึกษาการทำงานโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผ่านโปรแกรม Autodesk Revit เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางในการกำหนดข้อมูลและตัวแปรเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากตามเกณฑ์ LEED, TREES และ EIA
3. ศึกษาเครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากในปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของเครื่องมือ และนำข้อดี ข้อเสีย มาประยุกต์การพัฒนาเครื่องมือในการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
4. สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อสำรวจปัญหาในการทำงานในปัจจุบัน และความต้องการของผู้ใช้งาน
5. พัฒนาและจัดทำเครื่องมือเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และแสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เพื่อช่วยในการตัดสินใจของนักออกแบบ หรือสถาปนิก
6. ตรวจสอบความถูกต้อง แม่นยำโดยเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณโดยใช้ Microsoft Excel
7. สาธิตการใช้งานเครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริงเพื่อการประเมินผล
8. สรุปผลการศึกษาพร้อมข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาเครื่องมือในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องมือที่สามารถช่วยสถาปนิกในการตัดสินใจออกแบบผังบริเวณเพื่อการจัดการน้ำฝน ในช่วงขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการทำงานที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดของสถาปนิกในการออกแบบให้ถูกต้องตามหลักการในการจัดการน้ำฝน
2. ได้เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนในการทำงานบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงาน และเพิ่มความนิยมในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารให้มากยิ่งขึ้น
3. ได้เผยแพร่เครื่องมือแก่สถาปนิก บุคคลที่เกี่ยวข้องกับวงการการออกแบบ และสาธารณชน ให้ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการน้ำฝน เพื่อลดการเกิดปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว
4. ได้ทราบถึงความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือ ข้อดี-ข้อเสีย และข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำฝน และการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากสำหรับพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว อาทิเช่น กรุงเทพมหานคร จึงสามารถแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อ ดังนี้

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายและเกณฑ์ในการออกแบบสำหรับอาคารเขียว เพื่อการคำนวณปริมาณน้ำในไหลหลาก
2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก
3. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
4. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำเครื่องมือเสริม
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายและเกณฑ์ในการออกแบบสำหรับอาคารเขียว เพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

2.1.1 กฎหมายผังเมืองรวม กรุงเทพมหานคร

ตามกฎกระทรวงให้บังคับใช้ผังเมืองกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 หมวดที่ 3 ข้อ 50 (4) ระบุไว้ว่า ส่งเสริมการจัดให้มีพื้นที่รับน้ำเพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม จึงมีมาตรการในการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR Bonus) ตามข้อ 55 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหากเจ้าของที่ดินหรือผู้ประกอบการได้จัดให้มีพื้นที่รับน้ำในแปลงที่ดินที่ขออนุญาต ที่กักเก็บน้ำได้ในสัดส่วนไม่น้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ต่อพื้นที่ดิน 50 ตารางเมตร ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มได้ไม่เกินร้อยละห้า ถ้าสามารถกักเก็บน้ำได้มากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มได้ตามสัดส่วน แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกินร้อยละยี่สิบ

2.1.2 เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว LEED โดย USGBC

เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว LEED สามารถแบ่งเกณฑ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามประเภทของโครงการ ซึ่งในแต่ละประเภทจะมีหัวข้อ และการให้คะแนนที่แตกต่างกัน โดยประเภทที่มีเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก สำหรับโครงการที่ออกแบบ และก่อสร้างใหม่ ได้แก่

1. LEED ND (LEED for Neighborhood Development) ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวสำหรับโครงการขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยโครงการมากกว่าหนึ่งโครงการรวมกันเป็นชุมชน ในหัวข้อ Green Infrastructure and Building - Rainwater Management
2. LEED BD+C (LEED for Building Design + Construction) ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียนสำหรับโครงการที่ทำการออกแบบและสร้างใหม่ ในหัวข้อ Sustainable Site - Rainwater Management

สำหรับหัวข้อ Rainwater Management มีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณไหลหลากของน้ำฝนและเพิ่มคุณภาพของน้ำด้วยการจำลองอุทกวิทยาทางธรรมชาติ และการรักษาสมดุลของน้ำภายในที่ตั้ง โดยอิงจากเงื่อนไข และสภาพเดิมของระบบนิเวศภายในบริเวณโดยรอบของที่ตั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2.1 เกณฑ์การให้คะแนน

การให้คะแนนประเมินจากการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในตำแหน่งเปอเซ็นไทล์ต่าง ๆ ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากที่สามารถกักเก็บ หรือหน่วงเหนี่ยวไว้ได้ในช่วงเวลาที่ฝนตก โดยหากใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในตำแหน่งเปอเซ็นไทล์ที่สูง ก็จะได้คะแนนยิ่งมาก

2.1.2.1.1 เกณฑ์ LEED ND - Rainwater Management

ตารางที่ 2. 1 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว LEED ND

Percentile rainfall event	Points
80^{th}	1
85^{th}	2
90^{th}	3
95^{th}	4

2.1.2.1.2 เกณฑ์ LEED BD+C - Rainwater Management

สำหรับการให้คะแนนในเกณฑ์ LEED BD+C จะแบ่งตามประเภทของโครงการ โดยโครงการประเภท Healthcare จะมีคะแนนเต็มที่น้อยกว่าโครงการอื่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. BD+C: New Construction (1-3 points)
2. BD+C: Core and Shell (1-3 points)
3. BD+C: Schools (1-3 points)
4. BD+C: Retail (1-3 points)
5. BD+C: Data Centers (1-3 points)
6. BD+C: Warehouses and Distribution Centers (1-3 points)
7. BD+C: Hospitality (1-3 points)
8. BD+C: Healthcare (1-2 points)

ตารางที่ 2. 2 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว LEED BD+C

Percentile of Rainfall Retained	Points	Points Healthcare
80th Percentile	1	1
85th Percentile	2	2
90th Percentile	3	-

(ที่มา: U.S. Green Building Council, 2020)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หากเป็นโครงการประเภท Zero Lot Line (โครงการที่มีขอบเขตของอาคารชิด หรือเป็นแนวเดียวกันกับขอบเขตของที่ดิน) จะใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ต่ำลงตามตารางที่ 2. 3

ตารางที่ 2. 3 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝนประเภท Zero Lot Line เกณฑ์อาคารเขียว LEED BD+C

Percentile of Rainfall Retained	Points	Points Healthcare
70th Percentile	1	1
75th Percentile	2	2
80th Percentile	3	-

(ที่มา: U.S. Green Building Council, 2020)

2.1.2.2 วิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (Small Storm Hydrology Method)

เป็นวิธีการคำนวณโดยใช้ค่าเปอเซ็นไทล์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนย้อนหลังอย่างน้อย 10 ปี ของตำแหน่งที่ตั้งโครงการ โดยสามารถคำนวณได้จากสูตรคำนวณ ดังนี้

ในกรณีที่มีพื้นผิวรูปแบบเดียว

$$Runoff\ Volume = \frac{P}{1000} \times R_v \times A \quad (1)$$

ในกรณีที่มีพื้นผิวหลากหลายรูปแบบ

$$Runoff\ Volume = \sum_{i=1}^{n} \left\{ \left(\frac{P}{1000} \times R_{v_i} \times A_i \right) + \left(\frac{P}{1000} \times R_{v_{i+1}} \times A_{i+1} \right) + \ldots + \left(\frac{P}{1000} \times R_{v_n} \times A_n \right) \right\} \quad (2)$$

ถ้ากำหนดให้ใช้ข้อมูลเปอเซ็นไทล์ที่ 95 ของปริมาณน้ำฝน ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (Runoff Volume)

P = เปอเซ็นไทล์ที่ 95 ของปริมาณน้ำฝน (มม.)

R_v = สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน จาก Small Storm Hydrology Method

A = พื้นที่รับน้ำ (ตารางเมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.3 เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว TREES โดย สถาบันอาคารเขียวไทย

เกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ได้แก่ หัวข้อการซึมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม ซึ่งมีจุดประสงค์ในการลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาพื้นที่ที่มีการลดปริมาณพื้นที่ซึมน้ำ โดยการเพิ่มพื้นที่ซึมน้ำ หรือการสร้างบ่อหน่วงน้ำเพื่อชะลอการไหลหลากของน้ำฝน ก่อนปล่อยสู่พื้นที่ภายนอกที่ตั้ง

2.1.3.1 เกณฑ์การให้คะแนน

ทางเลือกที่ 1 ประเมินจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนดินเฉลี่ย (Area-Weighted Average Runoff Coefficient) ของพื้นที่ผิวทั้งโครงการ (ไม่นับรวมพื้นที่บ่อหน่วงน้ำ) ค่าที่ได้เทียบเป็นคะแนนได้จากตารางดังนี้

ตารางที่ 2. 4 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว TREES

สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ย	**คะแนน**
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70	1
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.60 แต่น้อยกว่า 0.70	2
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 แต่น้อยกว่า 0.60	3
น้อยกว่า 0.50	4

(ที่มา: สถาบันอาคารเขียวไทย, 2557)

ทางเลือกที่ 2 ประเมินจากการเปรียบเทียบทั้งปริมาณ และอัตราการไหลสูงสุด ของน้ำฝนไหลหลากที่ออกจากพื้นที่โครงการระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาโครงการ ปริมาณ และอัตราการไหลหลากสูงสุดที่คงเดิม หรือลดลงหลังการพัฒนาโครงการเทียบเป็นคะแนนได้จากตารางดังนี้

ตารางที่ 2. 5 เกณฑ์การให้คะแนนการจัดการน้ำฝน เกณฑ์อาคารเขียว TREES

ผลต่างของปริมาณและอัตราการไหลหลากสูงสุด ระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาโครงการ		**คะแนน**
กรณีที่ 1 เมื่อสัมประสิทธ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยก่อนการพัฒนาโครงการ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5	คงเดิม	4
กรณีที่ 2 เมื่อสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยก่อนการพัฒนาโครงการ มากกว่า 0.5	ลดลงร้อยละ 10	1
	ลดลงร้อยละ 15	2
	ลดลงร้อยละ 20	3
	ลดลงร้อยละ 25	4

(ที่มา: สถาบันอาคารเขียวไทย, 2557)

การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากของเกณฑ์ TREES ใช้วิธีหลักและเหตุผล (Rational Method) ซึ่งสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 2.1.4.1 ทั้งนี้ให้คำนวณปริมาณ และอัตราการไหลสูงสุดของน้ำฝนไหลหลากจากข้อมูลทางสถิติของพายุฝนที่มีคาบการเกิด 2 ปีและตกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หากไม่มีข้อมูลของพื้นที่โครงการให้ใช้ข้อมูลของกรุงเทพฯ

2.1.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม EIA (Environmental impact assessment)

ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการ ซึ่งต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ให้สอดคล้องกับ พระราชบัญญัติ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยมีการออกประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณปริมาณน้ำไหลหลาก ดังนี้

2.1.4.1 การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากโดยวิธีหลักและเหตุผล (Rational Method)

อัตราน้ำไหลหลากสูงสุดเป็นปัจจัยสำคัญต่อการออกแบบขนาดของท่อระบายรวมและท่อระบายน้ำฝน การหาอัตราน้ำไหลหลากสูงสุดมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันและมีความแม่นยำพอสมควร ได้แก่ วิธีหลักเหตุผล (Rational Method) จากสมการดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$q_p = C \times i \times A_d \quad (3)$$

q_p = อัตราน้ำไหลหลากสูงสุด (ลบ.ม./ชั่วโมง)
C = สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน
i = ความเข้มฝน (เมตร/ชั่วโมง)
A_d = พื้นที่ระบายน้ำ (ตร.ม.)

การหาอัตราไหลน้ำไหลหลากสูงสุดด้วยวิธีหลักเหตุผล มีสมมติฐานว่าความเข้มฝนและช่วงเวลาที่ฝนตกมีค่าคงที่ตลอดทั่วทั้งพื้นที่ระบายน้ำ แต่ในความเป็นจริง ความเข้มฝนและช่วงเวลาที่ฝนตกมีค่าไม่เท่ากันตลอดทั่วทั้งพื้นที่ระบายน้ำ ดังนั้นถ้าพื้นที่ระบายน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น ก็จะทำให้

อัตราน้ำไหลหลาก ที่คำนวณได้โดยวิธีนี้มีความแม่นยำน้อยลงหรือมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง ทำให้วิธีการคำนวณด้วยวิธีหลักและเหตุผล จึงเหมาะที่จะใช้คำนวณในงานสถาปัตยกรรมที่มีพื้นที่ขนาดไม่ใหญ่มาก

2.1.4.2 สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Coefficient)

สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ มากมาย เช่น ความลาดของพื้นที่ระบายน้ำ สิ่งปกคลุมพื้นผิว ชนิดดิน ความชื้นในดิน เวลาที่ฝนตก ฯลฯ ในกรณีที่ทราบข้อมูลลักษณะพื้นผิวของพื้นที่ระบายน้ำผู้ออกแบบสามารถกำหนดสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินได้จากตารางดังนี้

ตารางที่ 2. 6 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน

ลักษณะพื้นที่ผิว	*สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Coefficient)*
ส่วนปูพื้น	
- ยางมะตอยหรือคอนกรีต	0.70 – 0.95
- อิฐ หรือ อิฐตัวหนอน	0.70 – 0.85
หลังคา	0.70 – 0.95
สนาม (ดินทราย)	
- เรียบ - ลาด 2%	0.05 – 0.10
- ลาด 2 – 7 %	0.10 – 0.15
- ลาด 7 % ขึ้นไป	0.15 – 0.20
สนาม (ดินแน่น)	
- เรียบ - ลาด 2%	0.13 – 0.17
- ลาด 2 – 7 %	0.18 – 0.22
- ลาด 7 % ขึ้นไป	0.25 – 0.35

(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แต่ถ้าไม่ทราบข้อมูลลักษณะพื้นผิว ผู้ออกแบบอาจกำหนดสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่จากตารางดังนี้

ตารางที่ 2. 7 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	*สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Coefficient)*
เขตธุรกิจ	
- หนาแน่น	0.70 – 0.95
- รอบ ๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.50 – 0.70
เขตที่พักอาศัย	
- ครอบครัวเดี่ยว	0.30 – 0.50
- หลายครอบครัว (แยกกัน)	0.40 – 0.60
- หลายครอบครัว (ติดกัน)	0.60 – 0.75
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25 – 0.40
เขตอพาร์ทเมนท์	0.50 – 0.70
เขตอุตสาหกรรม	
- เบา	0.50 – 0.80
- หนัก	0.60 – 0.90
สวนสาธารณะ	0.10 – 0.25
สวนเด็กเล่น	0.20 – 0.35
สถานีรถไฟ , ชุมทาง	0.20 – 0.35
ที่รกร้าง	0.10 – 0.30

(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

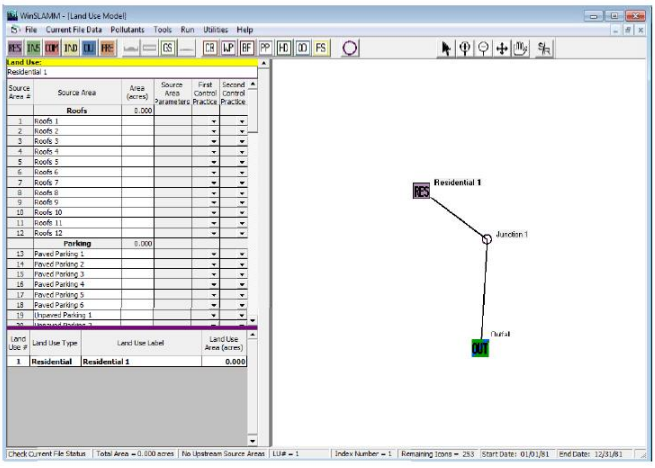
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

ในปัจจุบัน มีเครื่องมือสำหรับการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น DR3M-QUAL, HSPF, ILLUDAS, Penn State, Statistical, STORM, SWMM, TR55, HEC-1, WinSLAMM, Autodesk Storm and Sanitary ฯลฯ โดยเครื่องมือที่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ โปรแกรมWinSLAMM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการรับรองจากเกณฑ์อาคารเขียว LEED และโปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary โดย Autodesk ที่เป็นผู้นำตลาดด้านโปรแกรมสร้างแบบจำลอง 3 มิติ เช่น Autocad, 3dsmax, Maya และ Revit เป็นต้น

2.2.1 การศึกษาโปรแกรม WinSLAMM

โปรแกรม WinSLAMM ได้รับการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปลายปี ค.ศ. 1970 เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งที่มาของมลพิษของน้ำไหลหลาก และคุณภาพของน้ำไหลหลาก ภายในบริเวณตัวเมือง ตัวโปรแกรมนั้นมีพื้นฐานมาจากการสำรวจภาคสนามจริงโดยอาศัยกระบวนการทางทฤษฎี มีวิธีการคำนวณโดยใช้ Small Storm Hydrology ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความแม่นยำ และได้รับการยอมรับจากเกณฑ์ LEED ให้ใช้ในการคำนวณปริมาณการไหลหลากของน้ำฝนตามเกณฑ์ LEED ND และ LEED BD+C ในหัวข้อ การจัดการน้ำฝน



ภาพที่ 2. 1 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม WinSLAMM

(ที่มา : http://www.winslamm.com/docs/01%20WinSLAMM%20v%2010.2%20User%27s%20Guide%20-%20Introduction.pdf)

2.2.1.1 การสร้างแบบจำลองการจัดการน้ำฝน

วิธีการใช้งานโปรแกรมในการสร้างแบบจำลองการจัดการน้ำฝน คือการสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ผ่านเครื่องหมาย RES, INS, COM, IND, OU, FRE โดยมีความหมายแทนลักษณะการใช้พื้นที่ เช่น พื้นที่อยู่อาศัย, พื้นที่อุตสาหกรรม, พื้นที่พาณิชยกรรม ฯลฯ จากนั้นทำการเชื่อมพื้นที่เข้าด้วยกันให้กลายเป็นเครือข่าย โดยใส่ข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณเข้าไปในองค์ประกอบแต่ละตัว เพื่อทำการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และอื่น ๆ

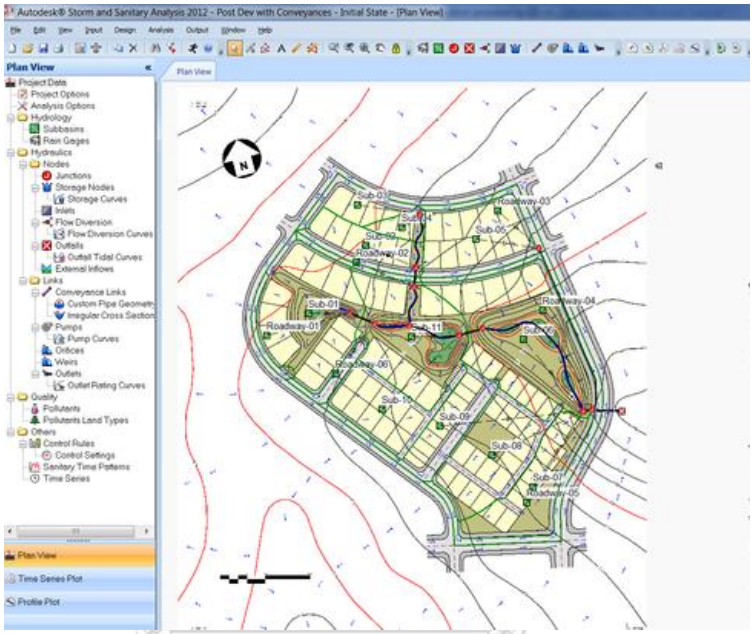
2.2.2 การศึกษาโปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary

โปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary เป็นโปรแกรมที่ครอบคลุม และการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ระบบอุทกวิทยาการ และการวิเคราะห์ระบบไฮโดรลิก ที่สามารถช่วยในการวางแผนและออกแบบระบบระบายน้ำภายในเมือง ท่อระบายน้ำฝน (รวมถึงระบบระบายน้ำบนทางหลวง) และท่อระบายน้ำสุขาภิบาล โดยสามารถคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้จากการนำเข้าแบบจำลองจากโปรแกรม Autodesk Civil 3D และนำแบบจำลองมาใส่ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการคำนวณ โดยวิธีการคำนวณที่โปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary รองรับมี 8 วิธี ได้แก่

1. NRCS (SCS) TR-55
2. NRCS (SCS) TR-20
3. US Army Corps HEC-1
4. Rational Method
5. Modified Rational Method
6. UK Modified Rational (Wallingford Procedure)
7. DeKalb Rational Method
8. Santa Barbara Unit Hydrograph

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โปรแกรม Autodesk Civil 3D เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในงานวิศวกรรม ทำให้ต้องมีความรู้ด้านวิศวกรรมระดับหนึ่ง เพื่อสามารถสร้างแบบจำลองได้ หรือหากใช้วิธีการนำเข้าแบบจำลองจากโปรแกรมอื่นเข้ามา จะต้องใช้เวลาในการปรับแก้แบบจำลองก่อนนำมาใช้ในการคำนวณมาก จึงทำให้การใช้ Autodesk Storm and Sanitary ในการคำนวณน้ำฝนไหลหลากสำหรับสถาปนิกยังเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสมทั้งในแง่ความเชี่ยวชาญ และเวลา



ภาพที่ 2. 2 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary

(ที่มา : https://beingcivil.typepad.com/my_weblog/2011/08/introduction-to-autodesk-storm-and-sanitary-analysis-ssa.html)

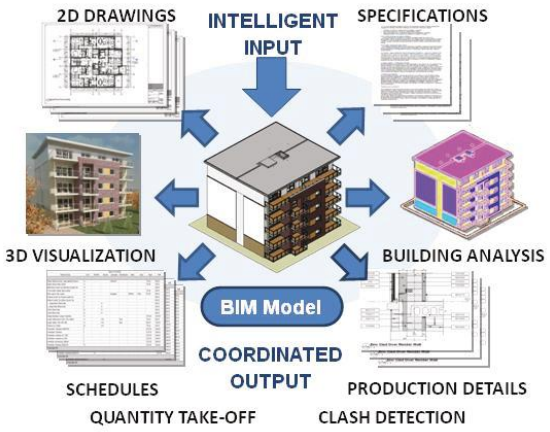
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

2.3.1 การศึกษาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling)

BIM (Building Information Modeling) หรือ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้าง โดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองนั้น ๆ จำลองการก่อสร้างอาคารจริง แนวคิดของ BIM ได้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Charles M. Eastman ตีพิมพ์ในวารสารเอไอเอ (AIA Journal) เมื่อปี ค.ศ. 1975 ในครั้งแรกใช้ชื่อว่า “Building Description System” จนเมื่อปี ค.ศ.1986 จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า “Building Information Modeling” ที่นำเสนอโดย Robert Aish ปัจจุบัน BIM ถูกนำมาใช้กับงานออกแบบสถาปัตยกรรมมากขึ้น เนื่องจากความสามารถในการผนวกการทำงานออกกแบบสถาปัตยกรรม ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคาร และข้อมูลต่าง ๆ ในแบบจำลองอาคารไปใช้ในการทำงานขั้นต่อ ๆ ไป (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558) ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร อยู่หลายผลิตภัณฑ์ เช่น Autodesk Revit, ArchiCAD, Vectorworks, Allplan Architecture, AECOsim Building Designer ฯลฯ (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558) โดยโปรแกรมที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศไทยได้แก่ Autodesk Revit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2. 3 แนวคิดการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร BIM
(ที่มา : http://surveyorsblog.wordpress.com/2013/02/19/building-information-modelling)

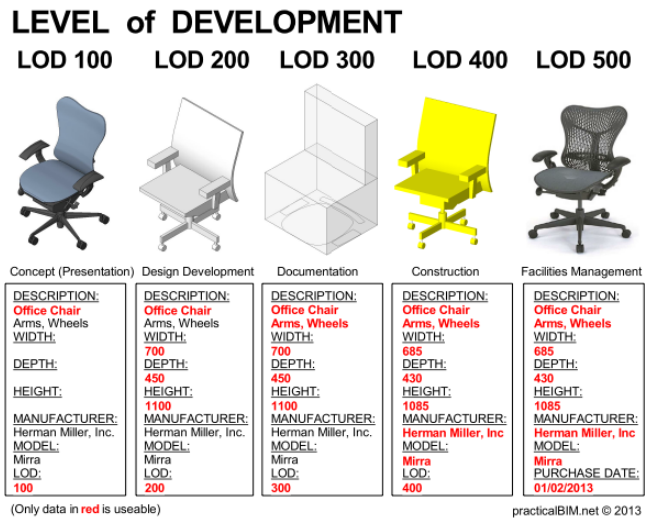
2.3.1.1 ระดับขั้นของการพัฒนา หรือ LOD (Level of Development)

ในการทำงานด้วย BIM โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง (Model) และการบันทึกข้อมูล (Information) ลงบนแบบจำลองนั้น ในมาตรฐานของหลายประเทศ มักจะมีการกำหนดสิ่งที่เรียกว่า ระดับขั้นในการพัฒนา หรือ LOD (Level of Development) โดย LOD เป็นตัวกำหนดข้อมูลในการสร้างแบบจำลองว่า จำเป็นจะต้องสร้างแบบจำลองที่มีความละเอียดในระดับใด โดยจะอ้างอิงกับกระบวนการหรือขั้นตอนของการทำงานของวิชาชีพ และกำหนด LOD ออกมาเป็นระดับขั้นต่าง ๆ (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

ในต่างประเทศมักจะมีการกำหนดระดับ LOD เป็นค่าตัวเลขต่าง ๆ เช่น LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350 เป็นต้น และจะมีการกำหนดนิยามของลักษณะตัวแบบจำลอง (Model) และข้อมูลที่ประกอบแบบจำลอง (Information) (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

ขั้นตอนการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรมในประเทศไทย โดยทั่วไปจะมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนแนวคิดในการออกแบบและการทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design)
2. ขั้นตอนการพัฒนาแบบ (Design Development)
3. ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้าง (Construction Documents)
4. ขั้นตอนการจัดทำแบบเพื่อทำงานในสถานที่ก่อสร้าง (Shop Drawing)
5. ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ตามที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว (As-built Drawing)



ภาพที่ 2. 4 ระดับขั้นของการพัฒนา LOD (Level of Development)

(ที่มา : http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html)

2.3.2 การศึกษาโปรแกรม Autodesk Revit

Revit เป็นผู้นำตลาดที่เป็นที่รู้จักมากที่สุดสำหรับโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยได้ออกวางจำหน่ายโดยบริษัท Autodesk ในปี ค.ศ. 2002 ซึ่งโปรแกรม Autodesk Revit เป็นแพลตฟอร์มที่แยกออกมาจาก Autodesk AutoCAD โดยมีลักษณะโครงสร้างของไฟล์ที่มีความแตกต่างกัน โดยโปรแกรม Revit ประกอบไปด้วย โปรแกรม Revit Architecture, Revit Structure และ Revit MEP การใช้งานโปรแกรมสามารถใช้บนระบบปฏิบัติการ Windows และ Macs โดยใช้งานผ่าน Windows Bootcamp Plug-in ทั้งระบบแบบ 32 บิต และ 64 บิต (Eastman, Teicholz, Sacks and Liston, 2011)

Autodesk Revit เป็นโปรแกรมที่ช่วยเพิ่มความแม่นยำ และความเร็วในการทำงาน เนื่องจากตัวโปรแกรมมีหลักการทำงานแบบ BIM ที่เป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) โดยจะประกอบขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร (Building Component) ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ จะประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟฟิก (Graphic) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิก (Non-Graphic) โดยโปรแกรมสามารถแสดงผลแบบจำลองอาคารให้อยู่ในรูปของมุมมองลักษณะต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามการใช้งานได้ เช่น ผังพื้น รูปด้าน รูปตัด มุมมองรูป 3 มิติ เป็นต้น (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

ในด้านการใช้งาน Revit มีส่วนติดต่อผู้ใช้งานง่าย เมนูมีการจัดระเบียบตามขั้นตอนการทำงานออกแบบ การแก้ไขแบบสามารถทำได้จากทั้งแบบ 2 มิติ และจากแบบจำลอง โปรแกรม Revit สามารถวัตถุที่ประกอบด้วยตัวแปร (Parametric) ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ และสร้างกฎความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ (ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ, 2556)

2.3.2.1 ข้อดีของ Revit

คือ เรียนรู้ได้ง่าย จากการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (Interface) ที่เข้าใจง่าย มีแหล่งดาวน์โหลดวัตถุต่าง ๆ มากมาย เนื่องจาก Revit เป็นผู้นำตลาด และการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแบบจำลองสามารถทำได้ทั้งจาก มุมมอง 2 มิติ และมุมมอง 3 มิติ (ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ, 2556)

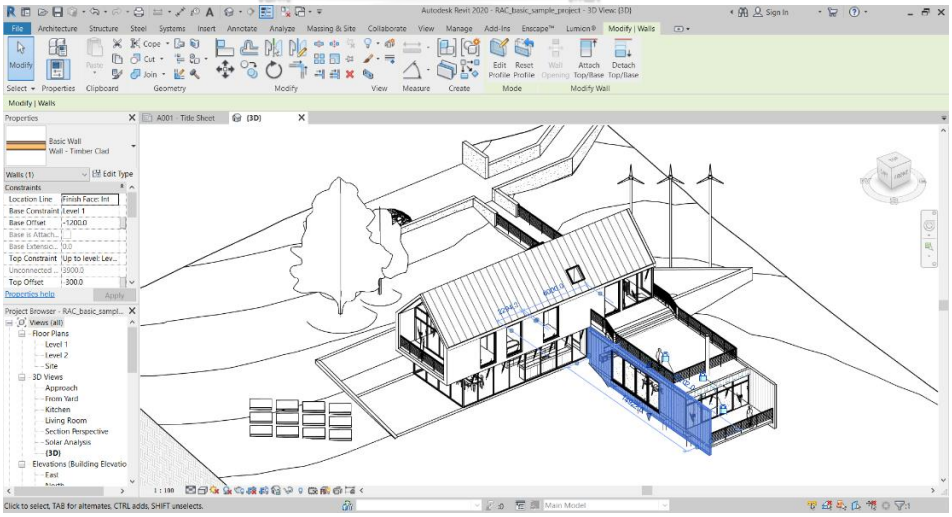
2.3.2.2 ข้อเสียของ Revit

Revit จะทำงานช้าลงสำหรับไฟล์ที่ใหญ่เกิน 300 MB และ Revit มีข้อจำกัดในการสร้างตัวแปร (Parametric) อยู่บ้าง นอกจากนี้ Revit ยังมีข้อจำกัดในการสร้างพื้นผิวที่ซับซ้อนมาก ๆ (ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ, 2556)

2.3.2.3 การสร้างแบบจำลองสารสนเทศบนโปรแกรม Revit

การสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Revit จะเป็นการสร้างแบบจำลองที่มีข้อมูลอยู่ภายใน ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบของแบบจำลองจะมีข้อมูล เช่น ประเภทขององค์ประกอบ, วัสดุที่ใช้, พื้นที่ผิว, ปริมาตรของวัสดุ, ตำแหน่งที่ตั้ง, จำนวนชิ้น ฯลฯ ดังนั้นเครื่องมือการสร้างแบบจำลองของแต่ละองค์ประกอบจะมีวิธีใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างองค์ประกอบนั้น โดยชนิดขององค์ประกอบภายในโปรแกรม Revit มีทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่

1. System Family หมายถึง องค์ประกอบที่มีการกำหนดรูปแบบการสร้างที่ตายตัว เช่น ผนัง, พื้น, หลังคา, ฝ้าเพดาน, บันได เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ไม่สามารถนำเข้ามาใช้งานจากไฟล์ที่บันทึกไว้ได้
2. Loadable Family หมายถึง องค์ประกอบที่สามารถนำเข้าจากไฟล์ที่บันทึกไว้เพื่อนำมาใช้งานได้ เช่น ประตู, หน้าต่าง, เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น
3. In place Family หมายถึง องค์ประกอบที่สร้างขึ้นใหม่ภายในไฟล์ที่ทำงานอยู่



ภาพที่ 2. 5 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Revit

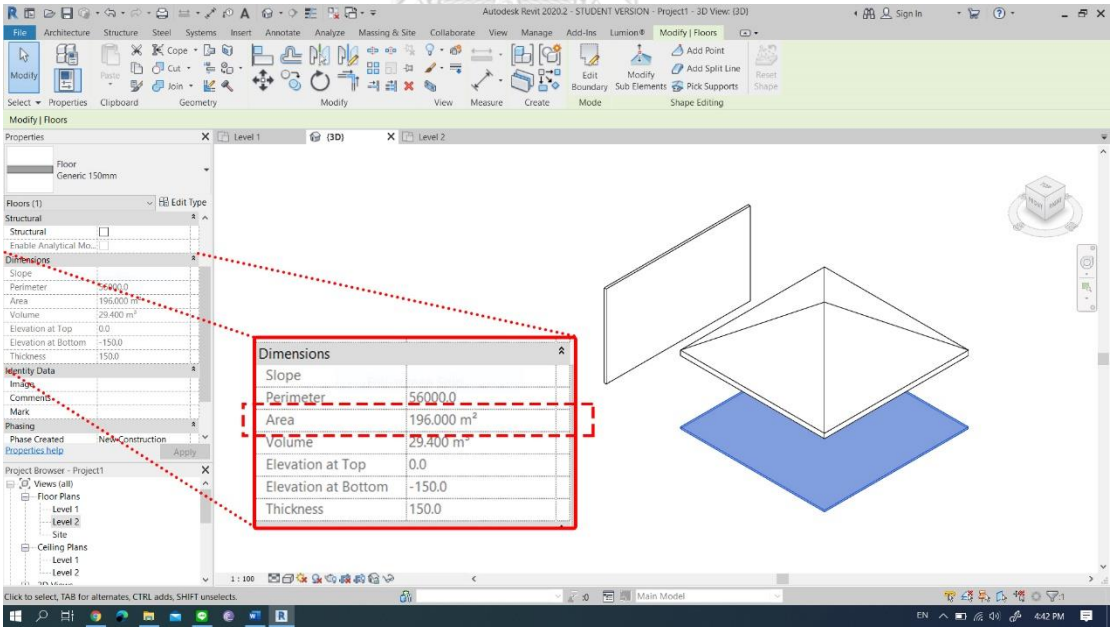
(ที่มา: ผู้วิจัย)

2.3.2.4 การศึกษาการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Parameters

ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากมีตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงอยู่ 3 ตัวแปรหลักๆ ซึ่งตัวแปรเหล่านั้นจะจัดเก็บเป็นข้อมูลอยู่ในรูปแบบของ Parameters ภายในโปรแกรม Revit ซึ่งจากการศึกษาการจัดเก็บข้อมูล พบรายละเอียดดังนี้

1. พื้นที่ผิวรับน้ำ (Area)

การจัดเก็บข้อมูลพื้นที่ผิวภายในโปรแกรม Revit จะจัดเก็บอยู่ภายในแต่ละองค์ประกอบ (Elements) ของแบบจำลองอาคาร ซึ่งองค์ประกอบที่สามารถใช้เพื่อคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากมีทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ได้แก่ พื้น (Floor), ผนัง (Wall), หลังคา (Roof) และ พื้นดิน (Topography) โดยในส่วนของ พื้น ผนัง และหลังคา จะสามารถตรวจสอบค่าพื้นที่ผิวได้โดยเลือกที่องค์ประกอบชิ้นนั้นและเข้าไปที่ Properties -> Dimensions -> Area (ภาพที่ 2. 6) แต่ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจำเป็นจะต้องใช้ค่าพื้นที่ผิวเฉพาะส่วนที่รับน้ำ และพื้นที่ผิวนั้นจะต้องเป็นพื้นที่ผิวที่คำนวณขนานกับผิวโลก ทำให้ค่าพื้นที่ผิวที่อยู่ภายในโปรแกรม Revit ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้

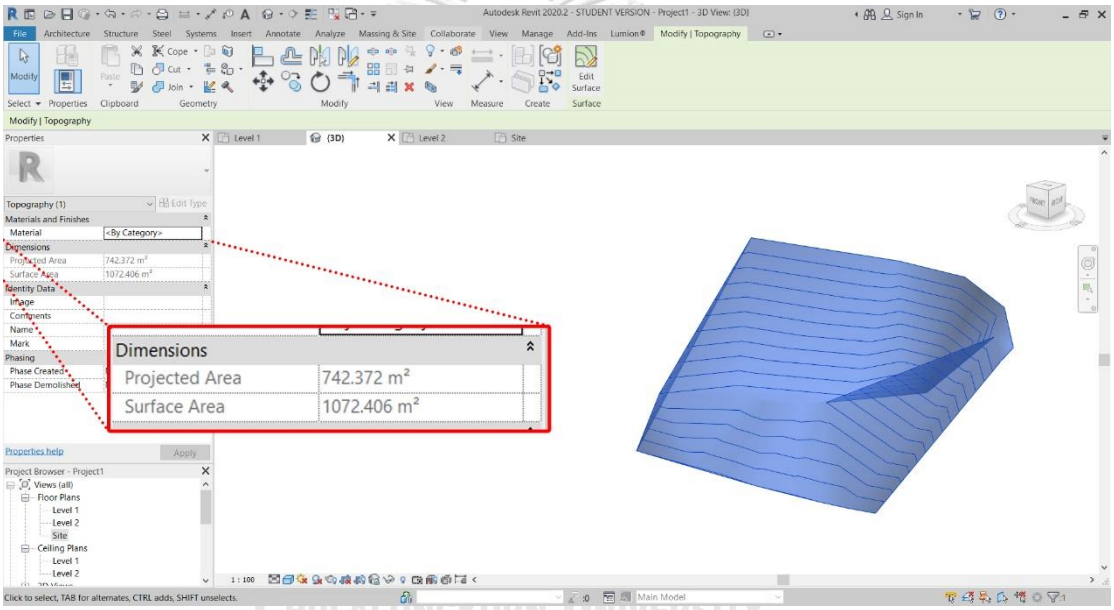


ภาพที่ 2. 6 การตรวจสอบค่าพื้นที่ผิวของ พื้น ผนัง และหลังคา ภายในโปรแกรม Revit

ในส่วนของการตรวจสอบค่าพื้นที่ผิวขององค์ประกอบประเภทพื้นดิน (Topography) สามารถตรวจสอบได้โดยเลือกที่องค์ประกอบชิ้นนั้นและเข้าไปที่ Properties -> Dimensions (ภาพที่ 2. 7) จะพบกับค่าพื้นที่ผิวอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่

1. Projected Area หมายถึง พื้นที่ผิวที่ทำการคำนวณขนานกับผิวโลก
2. Surface Area หมายถึงพื้นที่ผิวของพื้นดิน

ซึ่งในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจะต้องใช้พื้นที่ผิวที่คำนวณขนานกับผิวโลกจึงสามารถใช้ค่า Projected Area มาใช้ในการคำนวณได้ แต่หากมีส่วนของพื้นดินที่ไม่รับน้ำฝน จะทำให้ค่า Projected Area ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณได้ทันที

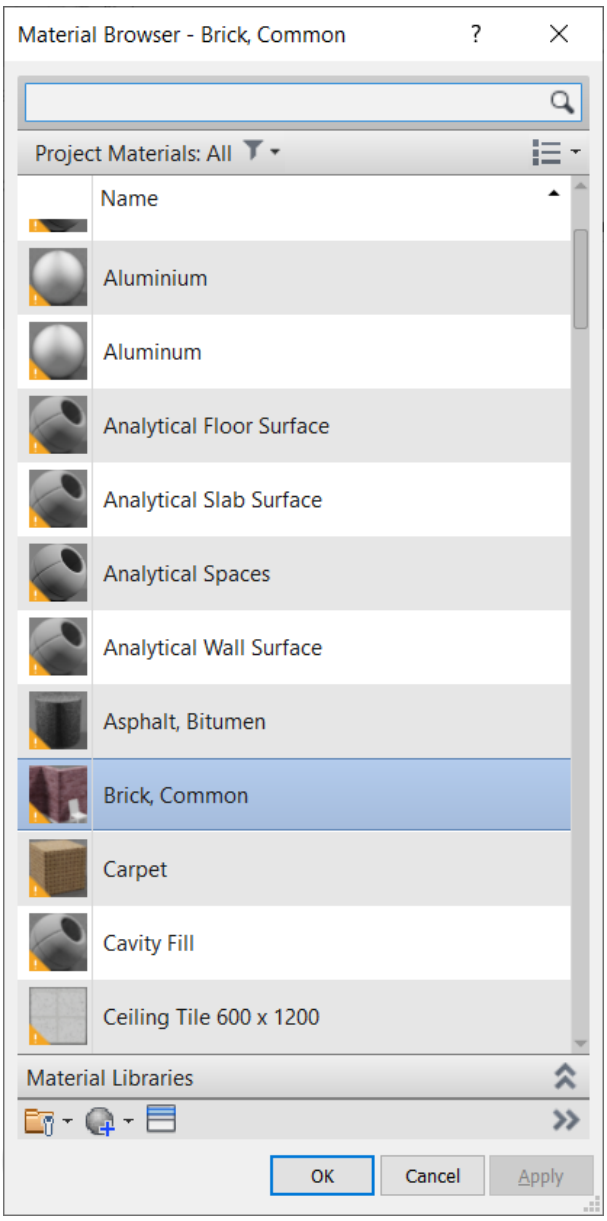


ภาพที่ 2. 7 การตรวจสอบค่าพื้นที่ผิวของพื้นดิน ภายในโปรแกรม Revit

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Co-efficient)

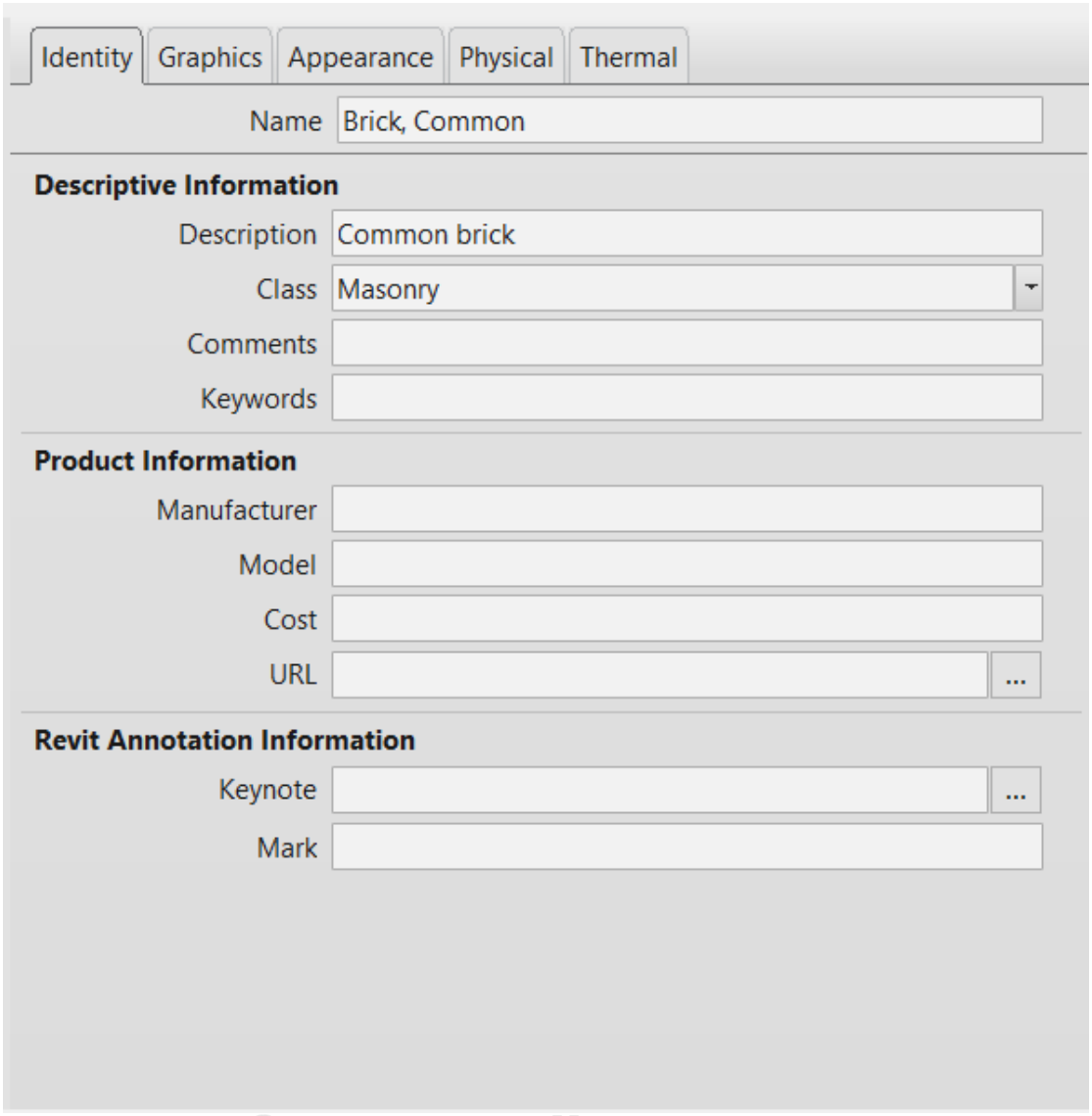
ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเป็นค่าที่ถูกกำหนดเฉพาะในแต่ละวัสดุ ซึ่งภายในโปรแกรม Revit จะมีส่วนของฐานข้อมูลวัสดุ (Materials) โดยสามารถเข้าไปดูได้โดยเข้าไปที่ Manage -> Settings -> Materials (ภาพที่ 2. 8)



ภาพที่ 2. 8 ฐานข้อมูลวัสดุ (Material Browser) ภายในโปรแกรม Revit

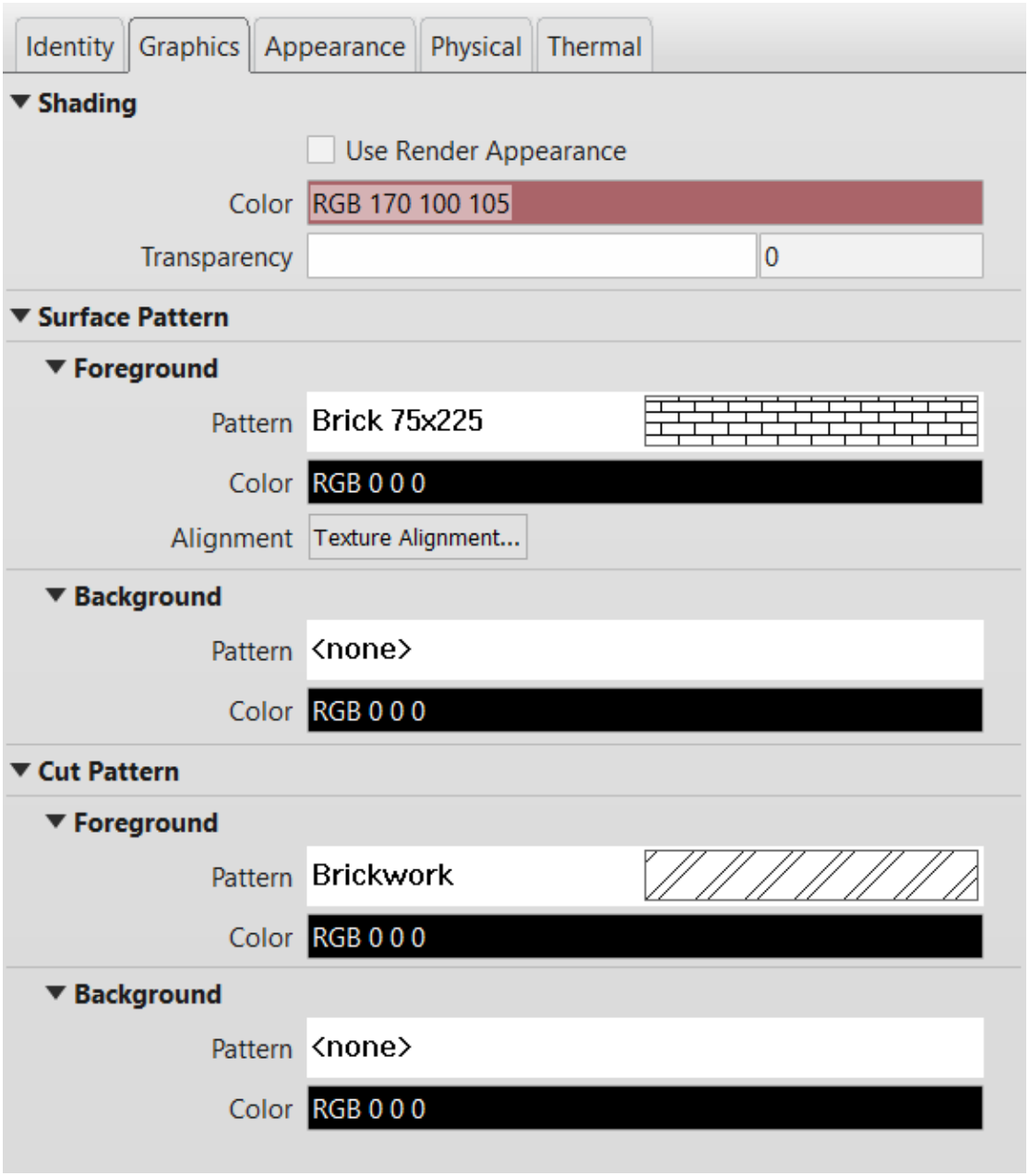
ซึ่งภายในแต่ละวัสดุจะสามารถประกอบไปด้วยข้อมูล 5 ส่วน ได้แก่

1. Identity เป็นส่วนระบุข้อมูลพื้นฐานของวัสดุ
2. Graphics เป็นส่วนระบุข้อมูลกราฟฟิกที่จะแสดงผลภายในแบบจำลอง
3. Appearance เป็นส่วนระบุข้อมูลการแสดงผลสำหรับการสร้างภาพเสมือนจริง
4. Physical เป็นส่วนระบุข้อมูลทางกายภาพของวัสดุ
5. Thermal เป็นส่วนระบุข้อมูลทางการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ

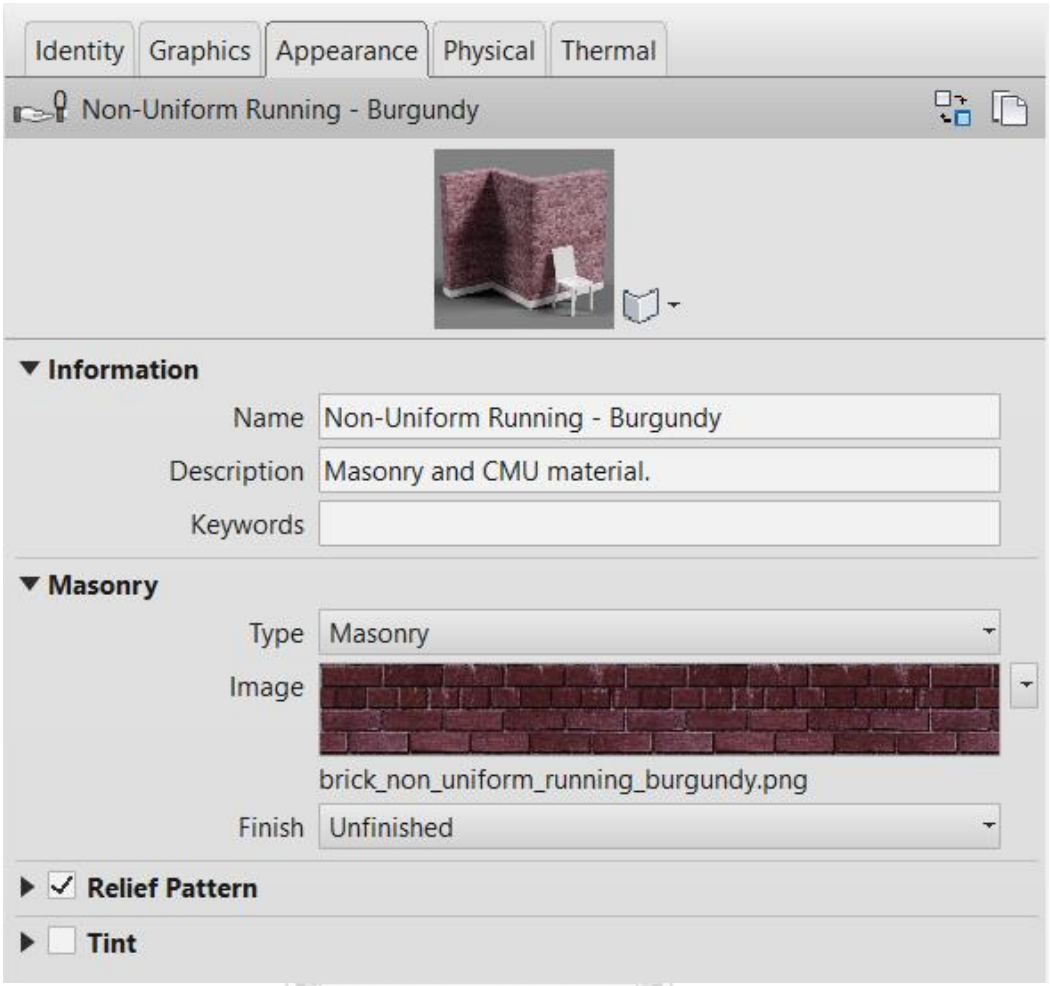


CHULALONGKORN UNIVERSITY

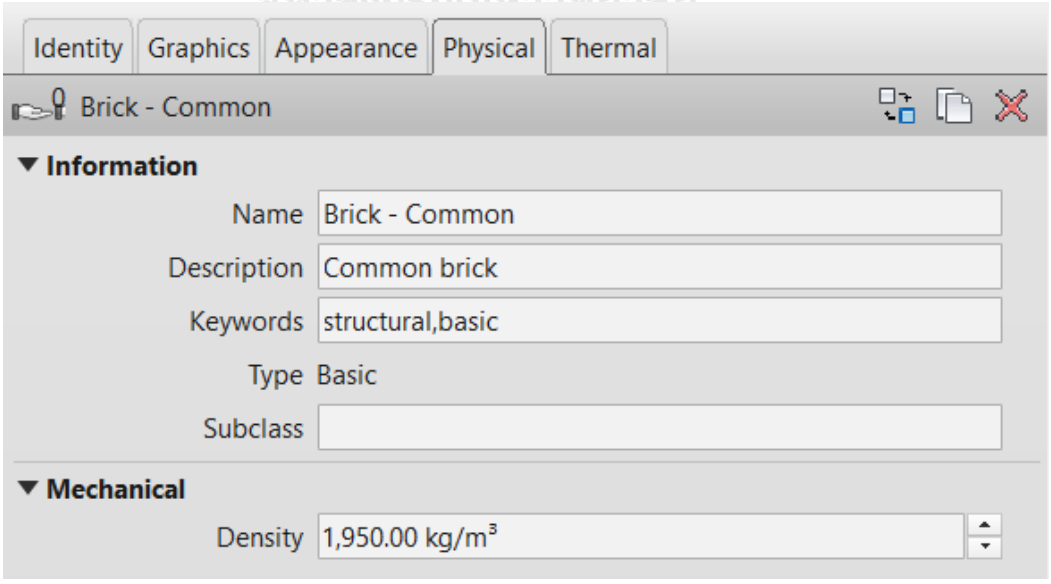
ภาพที่ 2. 9 ส่วน Identity ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit



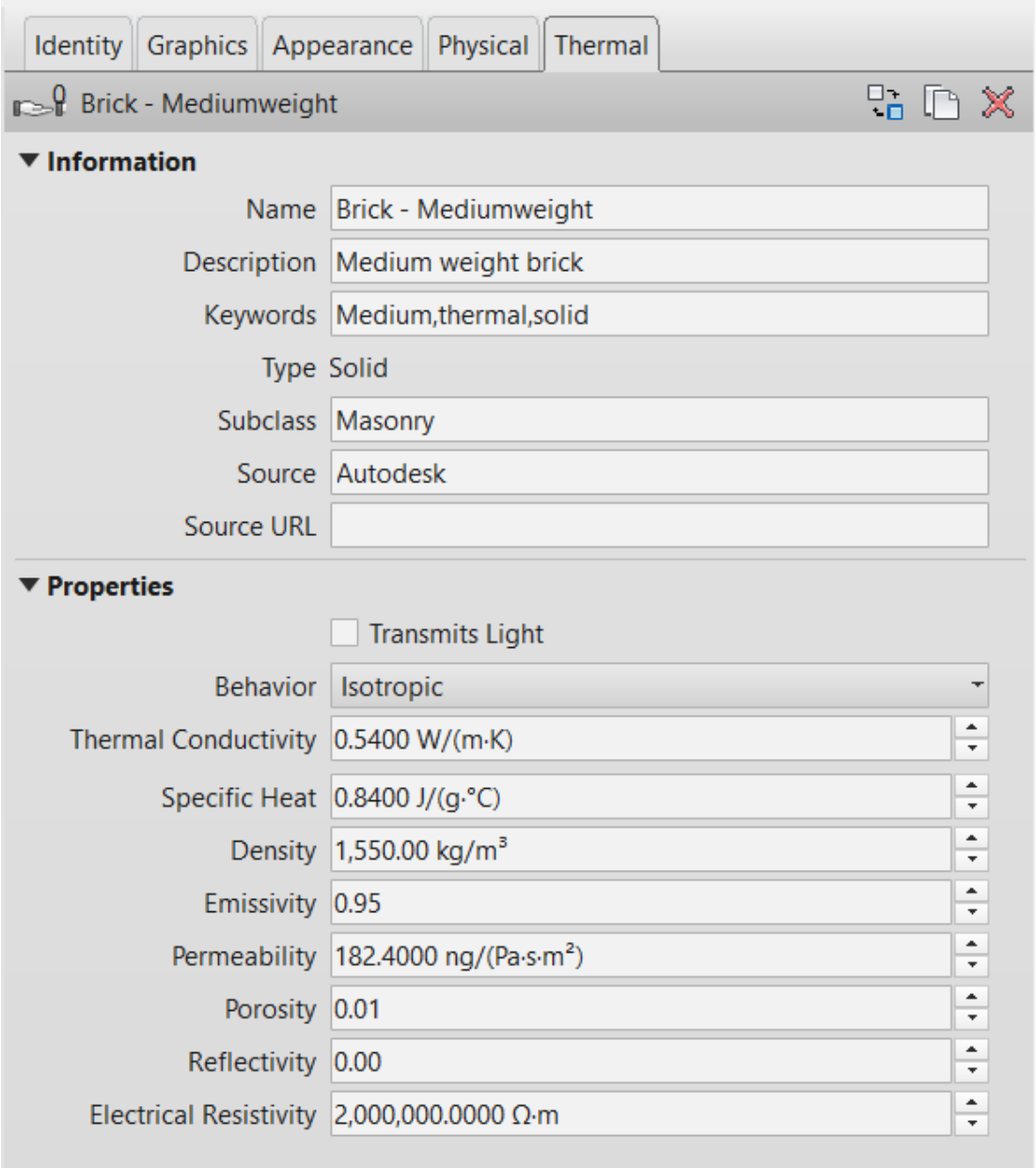
ภาพที่ 2. 10 ส่วน Graphics ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit



ภาพที่ 2. 11 ส่วน Appearance ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit



ภาพที่ 2. 12 ส่วน Physical ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit



ภาพที่ 2. 13 ส่วน Thermal ของวัสดุภายในโปรแกรม Revit

จากการศึกษาส่วนฐานข้อมูลวัสดุภายในโปรแกรม Revit พบว่าข้อมูลที่สามารถกำหนดให้แก่วัสดุชนิดต่าง ๆ ไม่มีส่วนที่สามารถกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Co-efficient) ส่งผลให้หากต้องการเพิ่มข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินให้แก่วัสดุชนิดต่าง ๆ จะต้องทำการสร้าง Parameters ใหม่ภายใต้ประเภท Materials เพื่อทำการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน แต่ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเป็นค่าที่มีปัจจัยด้านความลาดชันของพื้นผิวเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งถ้าหากสร้างฐานข้อมูลของวัสดุที่มีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน จะทำให้จำนวณของวัสดุที่อยู่ภายในฐานข้อมูลมีจำนวณที่มากเกินความจำเป็น เนื่องจากต้องแยกวัสดุชนิดเดียวกันแต่มีความลาดชันไม่เท่ากันออกเป็นวัสดุคนละชนิด

3. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

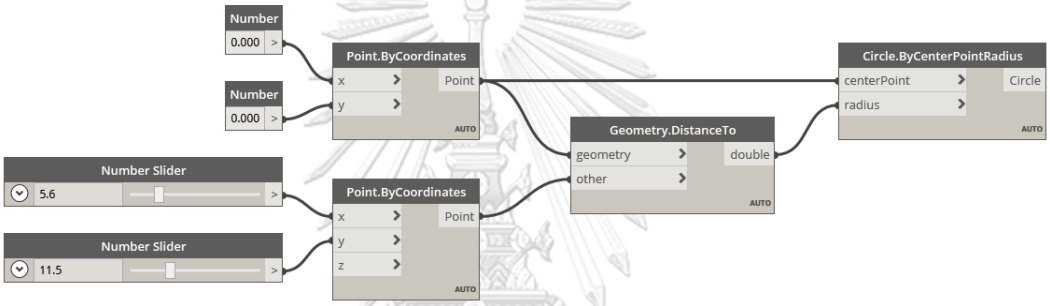
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากตามวิธี Rational Method และ Small Storm Hydrology Method มีทั้งหมด 2 ส่วน ได้แก่ 1. ค่าความเข้มฝน 2. ค่า Percentile Rainfall Event โดยข้อมูลทั้งสองส่วนจะจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของตาราง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าภายในโปรแกรม Revit ไม่สามารถสร้างตารางเพื่อจัดเก็บข้อมูลได้ ทำให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำเครื่องมือเสริม

2.4.1 การศึกษาส่วนเสริม Dynamo

Dynamo คือเครื่องมือเสริมที่เป็น Visual Programming ซึ่งหมายถึงการเขียนโปรแกรมด้วยภาพ พัฒนาโดยบริษัท Autodesk inc. เพื่อใช้กับ โปรแกรม Revit เป็นโปรแกรมที่ทำให้ผู้ที่ไม่ได้เรียนมาใน สาขาคอมพิวเตอร์ ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแบบ 3 มิติ ได้อย่างที่ต้องการโดยใช้การกำหนด เป็น Diagram ของแนวความคิด โดยย่อการทำงานเป็นจุด เรียกว่า Node เมื่อต้องการทำงานอะไร ก็ให้ไปหา Node ที่ต้องการมาในการสร้างโปรแกรม และในแต่ละ Node ก็จะบอก Input และ Output เป็นรูปภาพ (ThaiBIMpro, 2015)



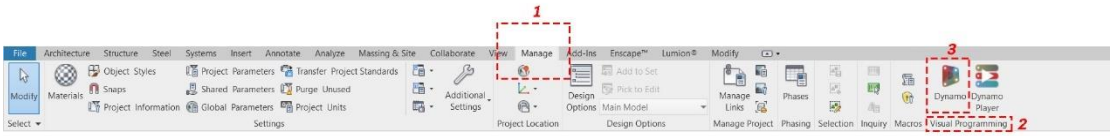
ภาพที่ 2. 14 การทำงานของโปรแกรมเสริม Dynamo

(ที่มา : https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/1-1_what_is_visual_programming.html)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

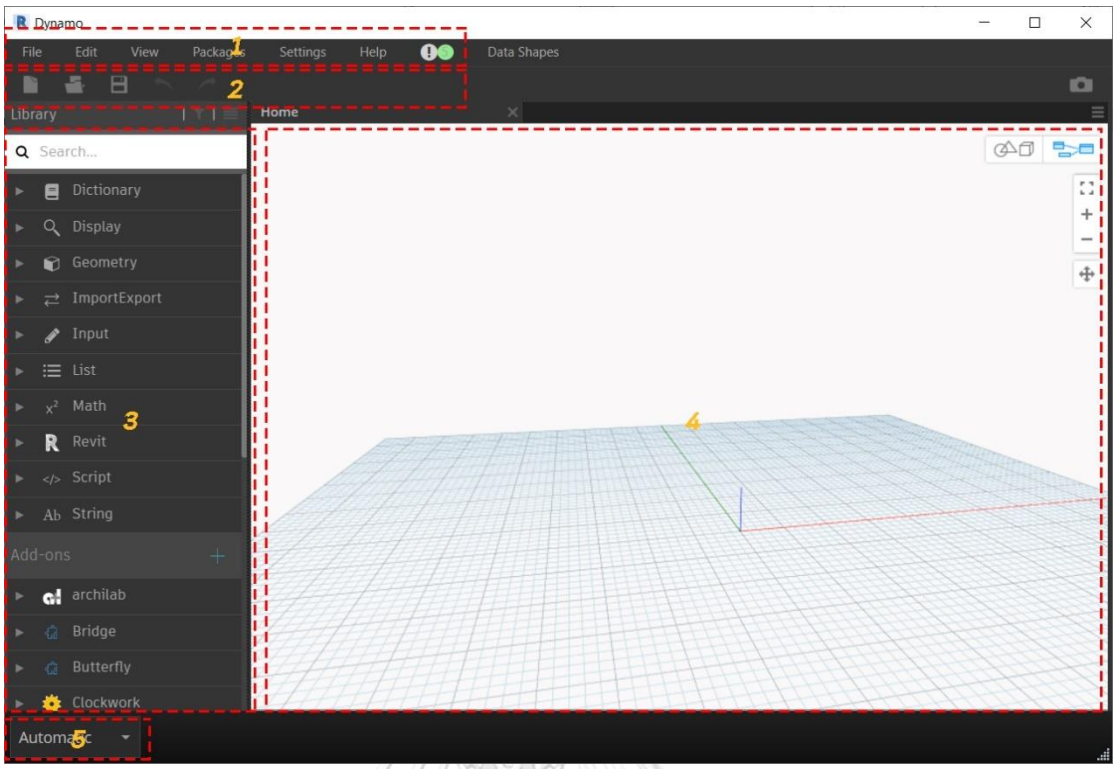
2.4.1.1 การใช้งานโปรแกรม Dynamo

ในโปรแกรม Revit 2020 ขึ้นไป จะมีการติดตั้งเครื่องมือเสริม Dynamo โดยอัตโนมัติตั้งแต่ติดตั้งโปรแกรม Revit ซึ่งสามารถเรียกใช้งานได้โดยเข้าไปที่ Manage -> Visual Programming -> Dynamo



ภาพที่ 2. 15 การเรียกใช้งานโปรแกรมเสริม Dynamo

(ที่มา: ผู้วิจัย)



ภาพที่ 2. 16 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรมเสริม Dynamo

ส่วนประกอบของ User Interface

1. Menus คือแถบที่รวบรวมเครื่องมือพื้นฐานของโปรแกรม
2. Toolbar คือแถบที่รวบรวมเครื่องมือใช้บ่อยไว้ด้วยกัน
3. Library คือส่วนที่เก็บรวบรวม Node ที่สามารถใช้งานได้
4. Workspace คือส่วนพื้นที่สำหรับสร้างชิ้นงาน
5. Execution Bar คือส่วนในเปิดใช้งานสคริปต์ที่เขียนขึ้นมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.1.1 ข้อดีของ Dynamo

มี Interface ที่เข้าใจได้ง่าย ใช้งานได้ง่าย และสามารถเรียนรู้เองได้ เป็นโปรแกรมที่เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นเขียนโปรแกรม หรือบุคคลที่ไม่มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม

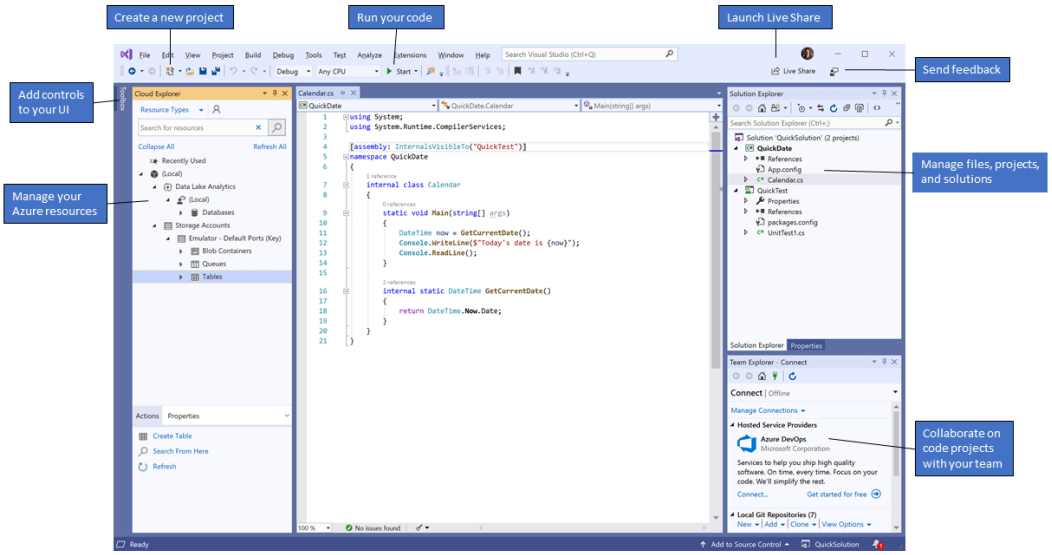
2.4.1.2 ข้อเสียของ Dynamo

เมื่อทำงานบนไฟล์ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 Mb ขึ้นไป โปรแกรมจะประมวลผลได้ช้าลง ในบางกรณีอาจใช้เวลานานถึง 1 ชั่วโมงในการใช้งานสคริปต์

2.4.2 การศึกษาโปรแกรม Microsoft Visual Studio

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์คำสั่ง (Compile) หรือช่วยตรวจสอบจุดผิด (Debug) จากชุดสั่งที่เขียนลงไปได้เพื่อช่วยจำลองโปรแกรมก่อนที่จะนำไปใช้งานจริงซึ่งจากโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับ BIM อย่าง Revit นั้น จำเป็นต้องใช้ส่วนนี้ในการเขียนโปรแกรมเสริมซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีภาษาของโปรแกรมที่ต่างกัน โดย Autodesk Revit จะใช้ภาษา C# เป็นหลัก ส่วน ArchiCAD ใช้ภาษา C++ ซึ่งทั้งสองภาษาล้วนมีรากฐานมาจากภาษา C แต่ถูกพัฒนาไปในคนละแบบและมีชื่อเรียกคำสั่งที่แตกต่างกันออกไป

การใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual Studio จำเป็นจะต้องเข้าใจภาษาที่ใช้ในการเขียน เช่น C#, C++, F#, JavaScript, Python เป็นต้น อีกทั้งหากต้องการใช้ในการทำเครื่องมือเสริมบน Revit จำเป็นจะต้องรู้วิธีการเรียนใช้ Revit API (Application Programming Interface) ทำให้ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือมีความซับซ้อน



ภาพที่ 2. 17 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม Microaoft Visual Studio

(ที่มา : https://docs.microsoft.com/th-th/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อนำข้อมูลทางสารสนเทศอาคารมาต่อยอดใช้ในการคำนวณค่าต่าง ๆ พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

อภิเกียรติ เจริญสุทธิโยธิน (2560) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เพื่อคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น โดยใช้หลักเกณฑ์การคำนวณตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550 โดยนำแบบจำลองโปรแกรม Revit ร่วมกับการพัฒนาเครื่องมือผ่านส่วนเสริม Dynamo และทำการเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้ กับโปรแกรม BEC V.1.0.6 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือ ได้เครื่องมือในการคำนวณค่า OTTV ที่มีความคลาดเคลื่อนประมาณ 1-3% เนื่องจากลักษณะการประมาณเชิงค่าเชิงเส้นตรงที่ต่างกัน และขาดการคิดให้อุปกรณ์บังแดดบังการกระจายรังสีของดวงอาทิตย์จากท้องฟ้า

ธัญพร ค้ำไพโรจน์ (2560) ได้ศึกษาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศที่ช่วยในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของอาคารตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น กรณีศึกษา อาคารพักอาศัย โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง Revit มาคำนวณผ่านส่วนเสริม Dynamo ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือ เครื่องมือที่มีความแม่นยำ และการลดระยะเวลาการทำงาน

ณัชชา เอกร่าเริงแสน (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคารโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง Revit มาคำนวณผ่านส่วนเสริม Dynamo โดยใช้ Node ที่ชื่อว่า Curves.ShortestWalk จาก Package Lunchbox for Dynamo และทำการกำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ เช่น ขนาดของประตูหนีไฟ, ชนิดการของประตู เป็นต้น

วรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร: กรณีศึกษา อาคารที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้โปรแกรม Revit และ Dynamo มาวิเคราะห์กฎหมายอาคาร เช่น จำนวนบันไดหนีไฟในอาคารสูง, ความกว้างทางเดิน, ความกว้างห้องนอน, ระยะห่างบันไดหนีไฟ เป็นต้น

ณัฐรดา บุญถัด (2560) ได้ศึกษาการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด ของอุปกรณ์บังแดด (SC) ด้วยโปรแกรม Revit & Dynamo ตามหลักเกณฑ์การคำนวณของกฎหมายพลังงาน (BEC) ผลการวิจัยปรากฏว่า เมื่อเปรียบเทียบความแม่นยำโดยเปรียบเทียบระหว่าง BEC และ Revit ตามวิธีใหม่นี้ได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9833 ด้วยวิธีการนี้จึงมีความแม่นยำ สามารถนำไปใช้กับการออกแบบอุปกรณ์บังแดดชนิดใด ๆ ก็ได้ เพื่อประสิทธิภาพการคำนวณ SC ที่ดีกว่าและประหยัดเวลาได้มากกว่า

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร พบว่าการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารในแต่ละงานวิจัยได้พัฒนาผ่านโปรแกรม Revit และเลือกที่จะเพิ่มศักยภาพของโปรแกรม Revit โดยใช้โปรแกรมเสริม Dynamo เพื่อเขียนชุดคำสั่ง เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูง และสามารถลดระยะเวลาในการทำงานได้มาก แต่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการสร้างแบบจำลองอาคารเพื่อให้ได้ผลการคำนวณหรือวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำ

2.6 สรุปแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว LEED และ TREES ในหัวข้อการจัดการน้ำฝน เพื่อเพิ่มพื้นที่ซึมน้ำ และลดปัญหาน้ำท่วม และการศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม EIA พบว่ามีวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากอยู่ทั้งหมด 2 วิธี ได้แก่ 1. Rational Method และ 2. Small Storm Hydrology Method ซึ่งทั้งสองวิธีจำเป็นจะต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในการคำนวณ ทำให้สถาปนิกส่วนใหญ่ไม่สามารถทำการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากด้วยตนเองได้

Microsoft Excel เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้ ซึ่งผู้ใช้งานที่ไม่มีความรู้ด้านการจัดการน้ำฝนก็สามารถทำการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้ ผ่านการกรอกข้อมูลลงตาราง Template ที่มีผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจด้านการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจัดเตรียมไว้ก่อนหน้า ซึ่งผลลัพธ์การคำนวณจะมีความแม่นยำสูง จึงสามารถนำโปรแกรม Microsoft Excel มาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริมที่จะทำการพัฒนาขึ้นได้ แต่เป็นวิธีที่ใช้เวลานาน เนื่องจากต้องอาศัยการกรอกข้อมูลลงตารางโดยมนุษย์ และหากมีการเปลี่ยนแปลงของแบบก่อสร้าง จะต้องทำการกรอกค่าใหม่ทั้งหมด

โปรแกรม WinSLAMM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้การแนะนำจากเกณฑ์ประเมินอาคารเขียว LEED และ Autodesk Storm and Sanitary เป็นโปรแกรมเฉพาะทางในการคำนวณด้านการจัดการน้ำฝน ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานที่ซับซ้อนและยุ่งยาก ทำให้ผู้ที่ขาดความรู้ความเข้าใจการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจะไม่สามารถทำการคำนวณได้ เครื่องมือเสริมที่จะทำการพัฒนาขึ้นจึงต้องมีขั้นตอนการใช้งานที่ง่าย โดยสามารถใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้มาก่อน และได้รับความรู้ความเข้าใจภายหลังจากการใช้งานเครื่องมือเสริมที่ได้พัฒนาขึ้น

ปัจจุบันมีการใช้งานโปรแกรม Revit อย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีหลักการทำงานแบบ BIM ซึ่งมีความแม่นยำสูง แต่เนื่องจาก Revit ยังขาดคำสั่งในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จึงได้มีการใช้ Dynamo เพื่อเพิ่มศักยภาพของโปรแกรม Revit ในการเขียนชุดคำสั่งเพื่อช่วยในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก หรือช่วยในการวิเคราะห์ในด้านอื่น ๆ ได้ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าได้มีการนำโปรแกรม Revit และโปรแกรมเสริม Dynamo มาใช้ในการคำนวณด้านต่าง ๆ ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยประเภทการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) ที่มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
2. การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง
3. การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศ
4. การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม
5. การสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง

3.1 การศึกษาทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและทบทวนวรรณกรรม งานวิจัย ทฤษฎี ข้อกำหนด ข้อกฎหมายต่าง ๆ กรณีศึกษาจากทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำฝน และการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากสำหรับพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว เพื่อศึกษาแนวคิด และแนวทางในการทำงาน ที่มาและความสำคัญ ในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น โดยแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อ ดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายและเกณฑ์ในการออกแบบสำหรับอาคารเขียวเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำในไหลหลาก

3.1.1 กฎหมายผังเมืองรวม กรุงเทพมหานคร และ กฎกระทรวงให้บังคับใช้ผังเมืองกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556

3.1.2 เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว LEED โดย USGBC

3.1.3 เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว TREES โดยสถาบันอาคารเขียวไทย

3.1.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม EIA (Environmental impact assessment)

3.2 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

3.2.1 การศึกษาโปรแกรม WinSLAMM

3.2.2 การศึกษาโปรแกรม Autodesk Storm and Sanitary

3.3 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

3.3.1 การศึกษาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling)

3.3.2 การศึกษาโปรแกรม Autodesk Revit

3.4 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำเครื่องมือเสริม

3.4.1 การศึกษาส่วนเสริม Dynamo

3.4.2 การศึกษาโปรแกรม Microsoft Visual Studio

3.5 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 การสำรวจความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องการความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง เพื่อสำรวจความต้องการ และปัญหาในการทำงานในปัจจุบัน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการสัมภาษณ์ออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างวิชาชีพสถาปนิก

เป็นสถาปนิกที่มีประสบการณ์การใช้งานโปรแกรม Revit และโปรแกรมส่วนเสริม Dynamo โดยนุ่งเน้นการสำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และการจัดการน้ำฝน จำนวน 20 คน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างวิชาชีพภูมิสถาปนิก

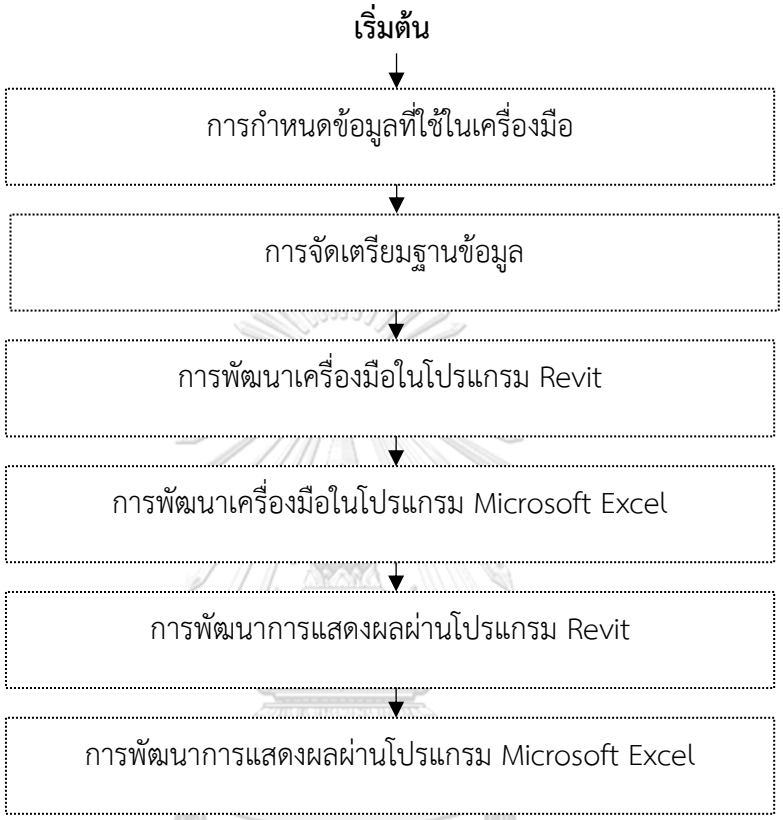
เป็นภูมิสถาปนิกที่มีความรู้ด้านการจัดการน้ำฝน ซึ่งเข้าใจวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และรู้จักกระบวนการทำงานโดยใช้โปรแกรม Revit เพื่อสำรวจความต้องการ และปัญหาของผู้ใช้งานจริง จำนวน 10 คน

3.2.3 กลุ่มตัวอย่างนักวิจัย และที่ปรึกษาอาคารเขียว

เป็นนักวิจัย หรือที่ปรึกษาอาคารเขียวที่มีความรู้ในด้านการจัดการน้ำฝน และการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และมีความเข้าใจในเกณฑ์อาคารเขียว เช่น LEED, TREES เป็นต้น จำนวน 3 คน

3.3 การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ได้มีการวางแผนในการทำงานโดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3. 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเสริม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.1 การกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

3.3.1.1 การกำหนดวิธีการคำนวณ

การพัฒนาเครื่องมือเสริมในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก เพื่อทำการประเมินเกณฑ์อาคารเขียว LEED, TREES และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ดังนั้นวิธีการคำนวณจึงเลือกใช้วิธีตามการประเมินต่าง ๆ ได้แก่ Rational Method และSmall Storm Hydrology Method ซึ่งทั้งสองวิธีการจะได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันโดยมีสมการการคำนวณดังนี้

1. Rational Method

$$q_p = C \times i \times A_d \quad (3)$$

q_p = อัตราน้ำไหลหลากสูงสุด (ลบ.ม./ชั่วโมง)

c = สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน

i = ความเข้มฝน (เมตร/ชั่วโมง)

A_d = พื้นที่ระบายน้ำ (ตร.ม.)

2. Small Storm Hydrology Method

ในกรณีที่มีพื้นผิวรูปแบบเดียว

$$Runoff\ Volume = \frac{P}{1000} \times R_v \times A \quad (1)$$

ในกรณีที่มีพื้นผิวหลากหลายรูปแบบ

$$Runoff\ Volume = \sum_{i=1}^{n} \left\{ \left(\frac{P}{1000} \times R_{v_i} \times A_i \right) + \left(\frac{P}{1000} \times R_{v_{i+1}} \times A_{i+1} \right) + \ldots + \left(\frac{P}{1000} \times R_{v_n} \times A_n \right) \right\} \quad (2)$$

ถ้ากำหนดให้ใช้ข้อมูลเปอเซ็นไทล์ที่ 95 ของปริมาณน้ำฝน ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (Runoff Volume)

P = เปอเซ็นไทล์ที่ 95 ของปริมาณน้ำฝน (มม.)

R_v = สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน จาก Small Storm Hydrology Method

A = พื้นที่รับน้ำ (ตารางเมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.1.2 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Co-efficient)

การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจาก 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ, AFPRO (Action for Food Production), MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology)[1] ซึ่งครอบคลุมสำหรับการออกแบบทั่วไปสำหรับการออกแบบพื้นที่ใช้สอยภายนอกอาคาร โดยโดยสามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3. 1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ตามลักษณะพื้นที่ผิว

ลักษณะพื้นที่ผิว	*สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน*	*แหล่งอ้างอิง*
ส่วนปูพื้น		
- ยางมะตอยหรือคอนกรีต	0.70 – 0.95	กรมควบคุมมลพิษ
- อิฐ หรือ อิฐตัวหนอน	0.70 – 0.85	กรมควบคุมมลพิษ
- หินกรวด	0.30 – 0.70	MEXT (A
- พื้นทางเดินทั่วไป	0.70 – 0.90	MEXT
- พื้นทางเดินน้ำซึมผ่านได้ อาทิเช่น คอนกรีตซึมน้ำ	0.30 – 0.40	MEXT
หลังคา		
- แผ่นเหล็กชุบสังกะสี	0.90	AFPRO
- แผ่นใยหิน	0.80	AFPRO
- แผ่นกระเบื้อง	0.75	AFPRO
- คอนกรีต	0.70	AFPRO
ไหล่ทางลาด และยอดทางลาด		
- ดินเนื้อละเอียด	0.40 – 0.65	MEXT
- ดินเนื้อหยาบ	0.10 – 0.30	MEXT
- หินแข็ง	0.70 – 0.85	MEXT
- หินอ่อน	0.50 – 0.75	MEXT
สนาม (ดินทราย)		
- เรียบ - ลาด 2%	0.05 – 0.10	กรมควบคุมมลพิษ
- ลาด 2 – 7 %	0.10 – 0.15	กรมควบคุมมลพิษ
- ลาด 7 % ขึ้นไป	0.15 – 0.20	กรมควบคุมมลพิษ

[1] Atsushi Tsutsumi, Kenji jinno and Berndtsson, R. (2004). Surface and subsurface water balance estimation by the groundwater recharge model and a 3-D two-phase flow model.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3. 2 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ตามลักษณะพื้นที่ผิว (ต่อ)

ลักษณะพื้นที่ผิว	*สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน*	*แหล่งอ้างอิง*
สนาม (ดินแน่น)		
- เรียบ - ลาด 2%	0.13 – 0.17	กรมควบคุมมลพิษ
- ลาด 2 – 7 %	0.18 – 0.22	กรมควบคุมมลพิษ
- ลาด 7 % ขึ้นไป	0.25 – 0.35	กรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 3. 3 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	*สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Coefficient)*	*แหล่งอ้างอิง*
เขตธุรกิจ		
- หนาแน่น	0.70 – 0.95	กรมควบคุมมลพิษ
- รอบ ๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.50 – 0.70	กรมควบคุมมลพิษ
เขตที่พักอาศัย		
- ครอบครัวเดี่ยว	0.30 – 0.50	กรมควบคุมมลพิษ
- หลายครอบครัว (แยกกัน)	0.40 – 0.60	กรมควบคุมมลพิษ
- หลายครอบครัว (ติดกัน)	0.60 – 0.75	กรมควบคุมมลพิษ
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25 – 0.40	กรมควบคุมมลพิษ
เขตอพาร์ทเมนท์	0.50 – 0.70	กรมควบคุมมลพิษ
เขตอุตสาหกรรม		
- เบา	0.50 – 0.80	กรมควบคุมมลพิษ
- หนัก	0.60 – 0.90	กรมควบคุมมลพิษ
สวนสาธารณะ	0.10 – 0.25	กรมควบคุมมลพิษ
สวนเด็กเล่น	0.20 – 0.35	กรมควบคุมมลพิษ
สถานีรถไฟ , ชุมทาง	0.20 – 0.35	กรมควบคุมมลพิษ
ที่รกร้าง	0.10 – 0.30	กรมควบคุมมลพิษ
สนามกีฬา	0.40 – 0.80	MEXT
ภูเขาลาดเรียบ	0.30	MEXT
ภูเขาลาดชัน	0.50	MEXT
ท้องนา	0.70 – 0.80	MEXT
พื้นที่เกษตรกรรม	0.10 – 0.30	MEXT

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3.1.3 การกำหนดข้อมูลน้ำฝน

งานวิจัยชิ้นนี้ได้กำหนดขอบเขตของการศึกษา ได้แก่ พื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว อาทิเช่น กรุงเทพมหานคร ข้อมูลน้ำฝนจึงใช้ข้อมูลของกรุงเทพมหานครเป็นหลัก

3.3.1.3.1 ความเข้มฝน

ค่าความเข้มฝนของกรุงเทพมหานคร ได้ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493-2537 โดยอ้างอิงจากสถานี 41111 - ดุสิต จ.กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 3. 4 ค่าความเข้มฝนของกรุงเทพมหานคร

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2yr	5yr	10yr	25yr	50yr	100yr	200yr	500yr	1000yr
0.25	101.4	128.3	146.1	168.6	185.2	201.8	218.3	240.1	256.5
0.5	78.7	100.5	114.9	133.1	146.6	160.0	173.3	191.0	204.3
0.75	63.2	82.4	95.1	111.1	123.0	134.8	146.6	162.1	173.9
1	53.7	71.3	82.9	97.7	108.6	119.4	130.2	144.5	155.2
2	32.1	42.6	49.6	58.4	65.0	71.4	77.9	86.5	92.9
3	23.0	31.1	36.5	43.3	48.3	53.3	58.3	64.9	69.9
6	12.1	17.4	20.9	25.3	28.6	31.8	35.1	39.4	42.6
12	6.4	9.6	11.7	14.3	16.3	18.3	20.3	22.8	24.8
24	3.5	5.4	6.6	8.1	9.3	10.4	11.5	13.0	14.1

(ที่มา : พิสิษฐ และจิรา, 2554)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.1.3.2 ปริมาณน้ำฝน

เกณฑ์อาคารเขียว LEED ได้กำหนดให้ใช้ข้อมูลในการคำนวณเป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนย้อนหลังอย่างน้อย 10 ปี ของตำแหน่งที่ตั้งโครงการ โดยใช้ข้อมูลตามตำแหน่งเปอเซ็นไทล์ อ้างอิงจากสถานี 455201 - กรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ปี พ.ศ.2529-2558 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 3. 5 ค่าเปอเซ็นไทล์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝน

Percentile Rainfall Event of Bangkok (mm)	
80%	29.1
85%	34.2
90%	42.6
95%	56.165

3.3.2 การกำหนดเครื่องมือในการพัฒนาเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนด และใช้เครื่องมือในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.2.1 เครื่องมือประเภท Software

1. ระบบปฏิบัติการ Window 10 64bit
2. โปรแกรม Autodesk Revit 2020.2
    1) Autodesk Revit Template (.rte) โดยใช้ไฟล์ Template ของสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ASA Template for Autodesk Revit)
3. โปรแกรมเสริม Dynamo 2.3
4. โปรแกรม Microsoft Excel for Office 365

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3.2.2 เครื่องมือประเภท Hardware

Laptop Computer โดยมีรายละเอียดดังนี้

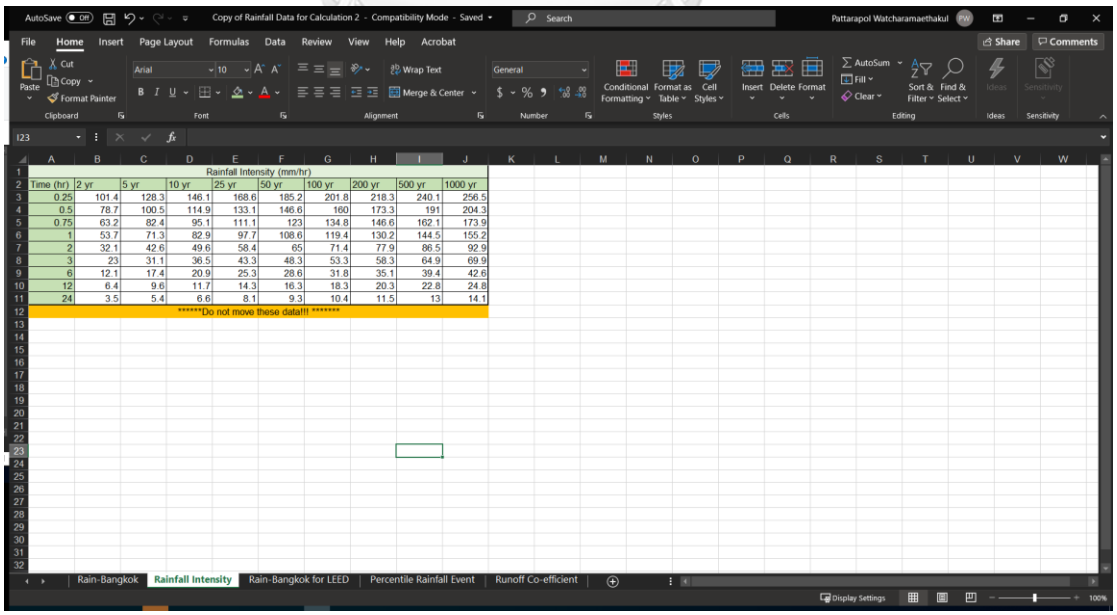
1. CPU - AMD Ryzen 5 3550H (2.10 GHz, 4MB L3 Cache, up to 3.70 GHz)
2. GPU - AMD Radeon RX560X (4GB GDDR5)
3. Ram – 24 GB DDR4
4. Storage – SSD WD Black SN750 PCIe M.2 NVMe 500GB

3.3.3 การเตรียมฐานข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

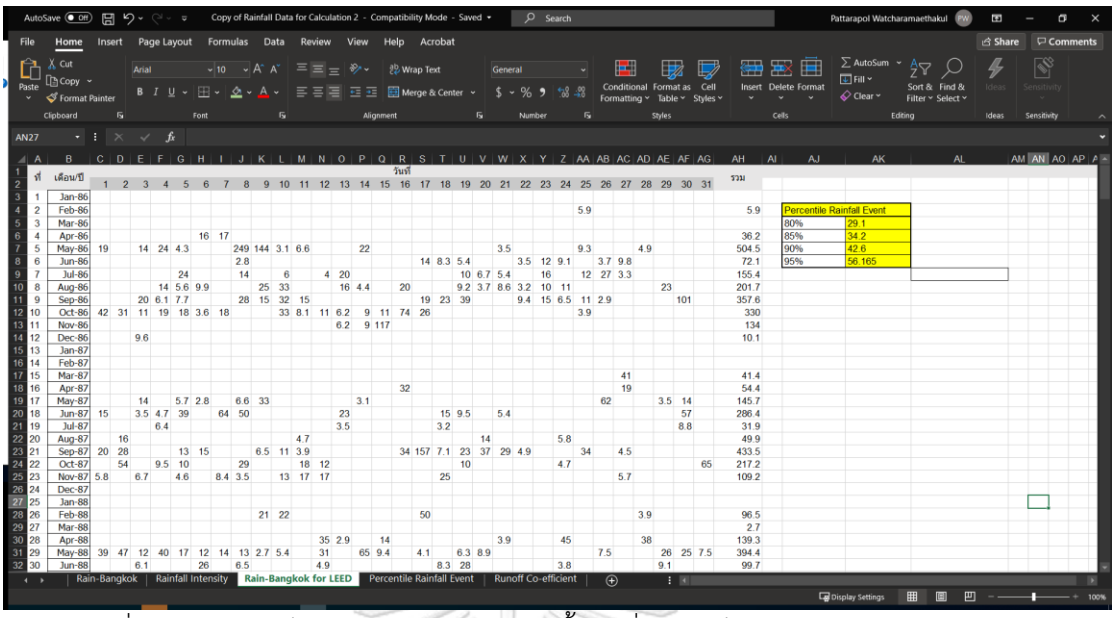
การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก มีปริมาณข้อมูลที่จำเป็นแก่การคำนวณอยู่มาก ทำให้การจัดเตรียมฐานข้อมูลจะเพิ่มความสะดวก และความเร็วในการใช้งานเครื่องมือ โดยสามารถจำแนกประเภทของฐานข้อมูลตามสกุลไฟล์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.3.1 ฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel

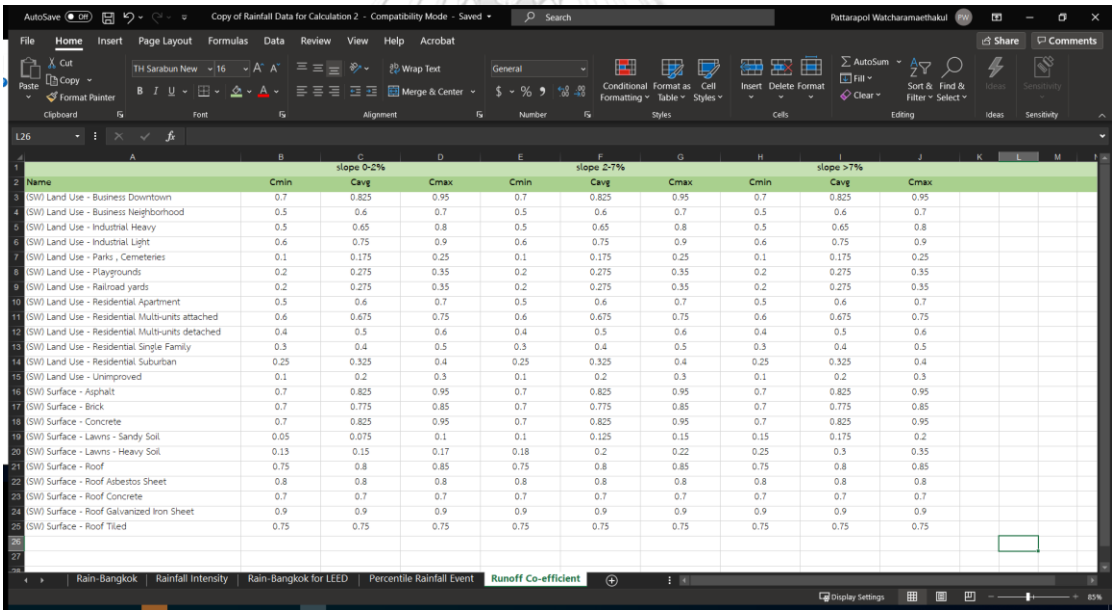
1. ค่าความเข้มฝน (Rainfall Intensity ; i) โดยใช้ค่าความเข้มฝนของกรุงเทพมหานคร
2. ค่าเปอเซ็นไทล์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝน (Percentile Rainfall Event ; P) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนย้อนหลังของกรุงเทพมหานครตั้งแต่ปี พ.ศ.2529-2558 นำมาจัดเรียงข้อมูลใหม่ โดยตัดค่าปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่า 2.5 มม. ออก เพื่อการคิดค่าเปอเซ็นไทล์ตามเกณฑ์อาคารเขียว LEED
3. ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (Runoff Coefficient ; R_v C) โดยใช้ค่าจากตารางที่ 3.1 นำมาจัดเรียงโดยตั้งชื่อให้สอดคล้องกัน เพื่อการจัดกลุ่ม และการเรียกใช้งานที่ง่าย



ภาพที่ 3. 2 ค่าความเข้มฝนที่ถูกจัดเก็บในไฟล์ Microsoft Excel



ภาพที่ 3. 3 ค่าเปอเซ็นไทล์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ถูกจัดเก็บไว้ในไฟล์ Microsoft Excel



ภาพที่ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินที่ถูกจัดเก็บไว้ในไฟล์ Microsoft Excel

ข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมเป็นฐานข้อมูลเป็นข้อมูลที่เป็นค่าคงที่ต่าง ๆ ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยฐานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในไฟล์ Microsoft Excel (.xlsx) จะสามารถเรียกใช้งานผ่านโปรแกรมเสริม Dynamo หรือ Dynamo Player เพื่อดึงข้อมูลที่จัดเก็บไว้มาใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และผู้ใช้งานสามารถทำการแก้ไขค่าต่าง ๆ ภายในไฟล์ฐานข้อมูลได้

3.3.3.2 ฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในไฟล์โปรแกรม Revit

เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมเสริมเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จึงได้จัดเตรียมฐานข้อมูลภายในโปรแกรม Revit ให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างแบบจำลองจากฐานข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ โดยจัดเก็บในรูปแบบ Revit Template Files (.rte) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.3.2.1 การจัดเตรียม Parameters

ประเภทของ Parameter ในโปรแกรม Revit มีทั้งหมด 4 ประเภท ดังนี้

1. Family Parameter หมายถึง Parameter ที่จัดเก็บอยู่ภายใน Family ชิ้นต่าง ๆ
2. Project Parameter หมายถึง Parameter ที่สร้างขึ้นใหม่ และใช้งานเฉพาะ 1 ไฟล์ โดยสามารถกำหนดชนิดของ Parameter และ Category ของสิ่งของที่สามารถใช้ Parameter ที่สร้างขึ้นใหม่ได้
3. Shared Parameter หมายถึง Parameter ที่สร้างขึ้นใหม่ และสามารถแบ่งบันการใช้งานกับหลายไฟล์ได้ โดยสามารถกำหนดชนิดของ Parameter และ Category ของสิ่งของที่สามารถใช้ Parameter ที่สร้างขึ้นใหม่ได้ และสามารถแสดงผลเป็นรายการใน Schedule ได้
4. Global Parameter หมายถึง Parameter ที่สร้างขึ้นใหม่ และใช้งานเฉพาะ 1 ไฟล์ ซึ่งไม่สามารถกำหนดชนิดของ Parameter หรือ Category ได้ ใช้สำหรับการเชื่อมโยงกันของ Family Parameter หรือการสร้าง Constraint ของสิ่งของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

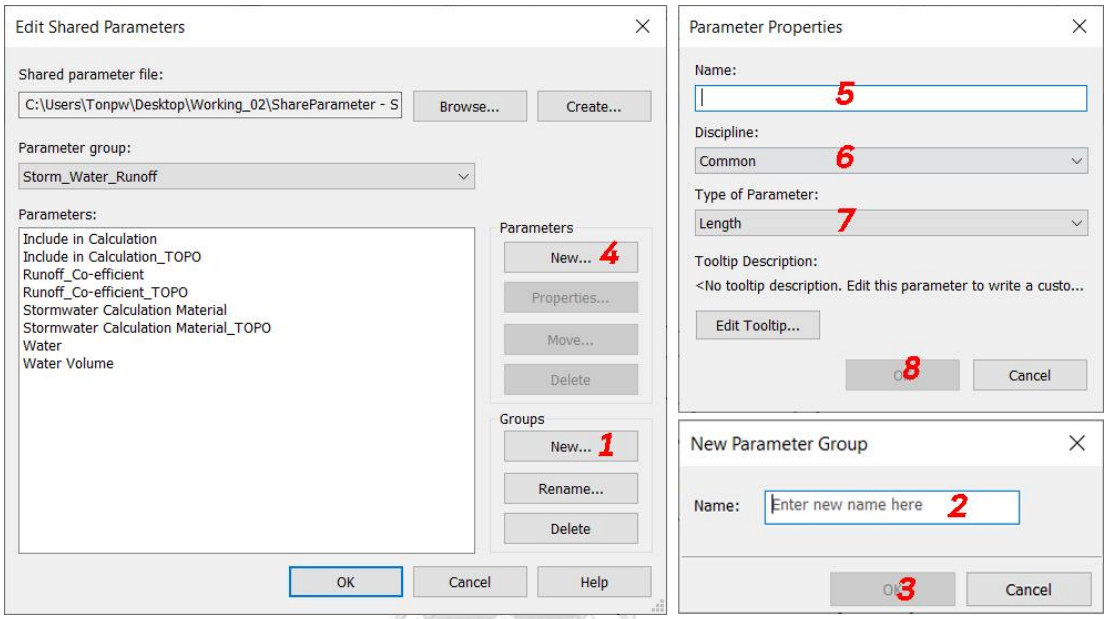
งานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้ค่า Parameter ที่มีอยู่แล้วภายในโปรแกรม และ Parameter ที่สร้างขึ้นใหม่ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 3. 6 และได้ทำการบันทึก Parameter ที่สร้างใหม่เป็นประเภท Shared Parameter ในรูปแบบไฟล์ (.txt) สำหรับการนำไปใช้งานในอนาคต

ตารางที่ 3. 6 Parameter ที่ใช้ในเครื่องมือ

Parameter Name	Category	Type /Instance	Parameter Type	Exist /Created
Phase Created	Floor, Roof, Wall, Topography	Instance	Family	Exist
Phase Demolished	Floor, Roof, Wall, Topography	Instance	Family	Exist
Cost	Floor, Roof, Wall	Type	Family	Exist
Area	Floor, Roof, Wall	Instance	Family	Exist
Include in Calculation	Floor, Roof, Wall	Type	Shared	Created
Include in Calculation_TOPO	Topography	Instance	Shared	Created
Runoff_Co-efficient	Floor, Roof, Wall	Type	Shared	Created
Runoff_Co-efficient_TOPO	Topography	Instance	Shared	Created
Stormwater Calculation Material	Floor, Roof, Wall	Type	Shared	Created
Stormwater Calculation Material_TOPO	Topography	Instance	Shared	Created
Water	Generic	Instance	Shared	Created
Water Volume	Generic	Instance	Shared	Created

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนในการสร้าง Shared Parameter สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ Manage -> Settings -> Shared Parameters จากนั้นทำการสร้าง Group และ Parameter ใหม่โดยการกดปุ่ม New และกำหนดการตั้งค่าต่าง ๆ หรือหากต้องการนำเข้าข้อมูล Shared Parameter จากไฟล์ (.txt) สามารถทำได้โดยกดที่ปุ่ม Browse (ภาพที่ 3. 5)

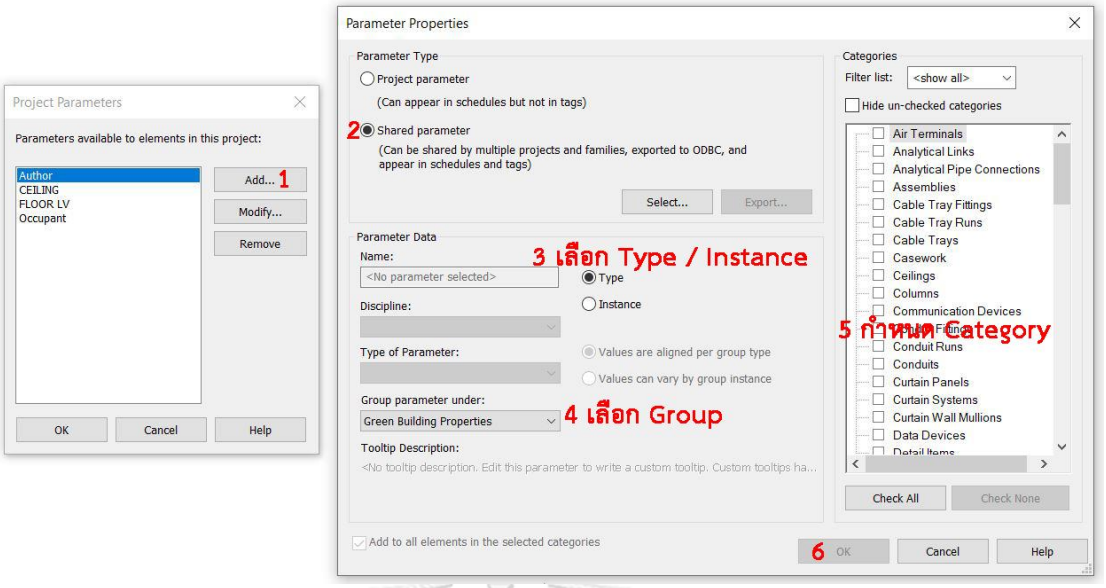


ภาพที่ 3. 5 การสร้าง Shared Parameter

วิธีการทำให้ Shared Parameter สามารถใช้ได้จริงในไฟล์ที่ทำงานอยู่ คือการเพิ่ม Shared Parameter เข้าไปใน Project Parameter สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ Manage -> Setting -> Project Parameters จากนั้นทำการเพิ่ม Parameter ใหม่โดยการกดปุ่ม Add พร้อมทั้งกำหนดการตั้งค่าเป็นแบบ Shared Parameter และทำการกำหนดค่าต่อไปนี้ Type/Instance, Category และ Group เป็นอันเสร็จสิ้นการเพิ่ม Shared Parameter

ความแตกต่างระหว่าง Type และ Instance คือ ถ้าหากตั้งค่าเป็น Type จะทำให้ Parameter ที่สร้างขึ้นมาใหม่จะเป็นตัวแปรที่ครอบคลุมทุกชิ้นของ Type นั้น แต่ถ้าหากตั้งค่าเป็น Instance จะทำให้ Parameter ที่สร้างขึ้นมาจะเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ต่างกันในแต่ละชิ้นของ Type

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

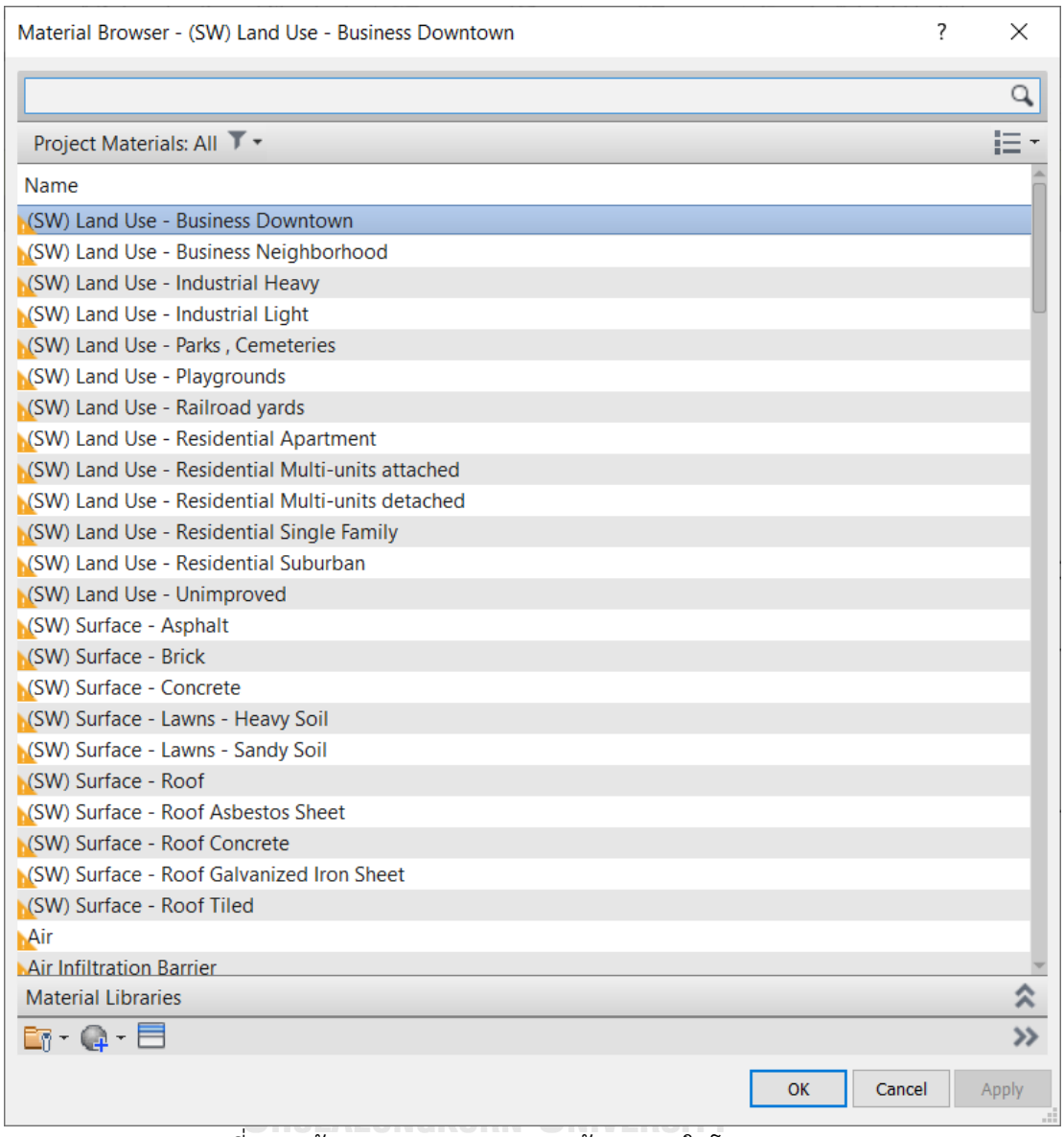


ภาพที่ 3. 6 การเพิ่ม Shared Parameter ลงใน Project Parameter

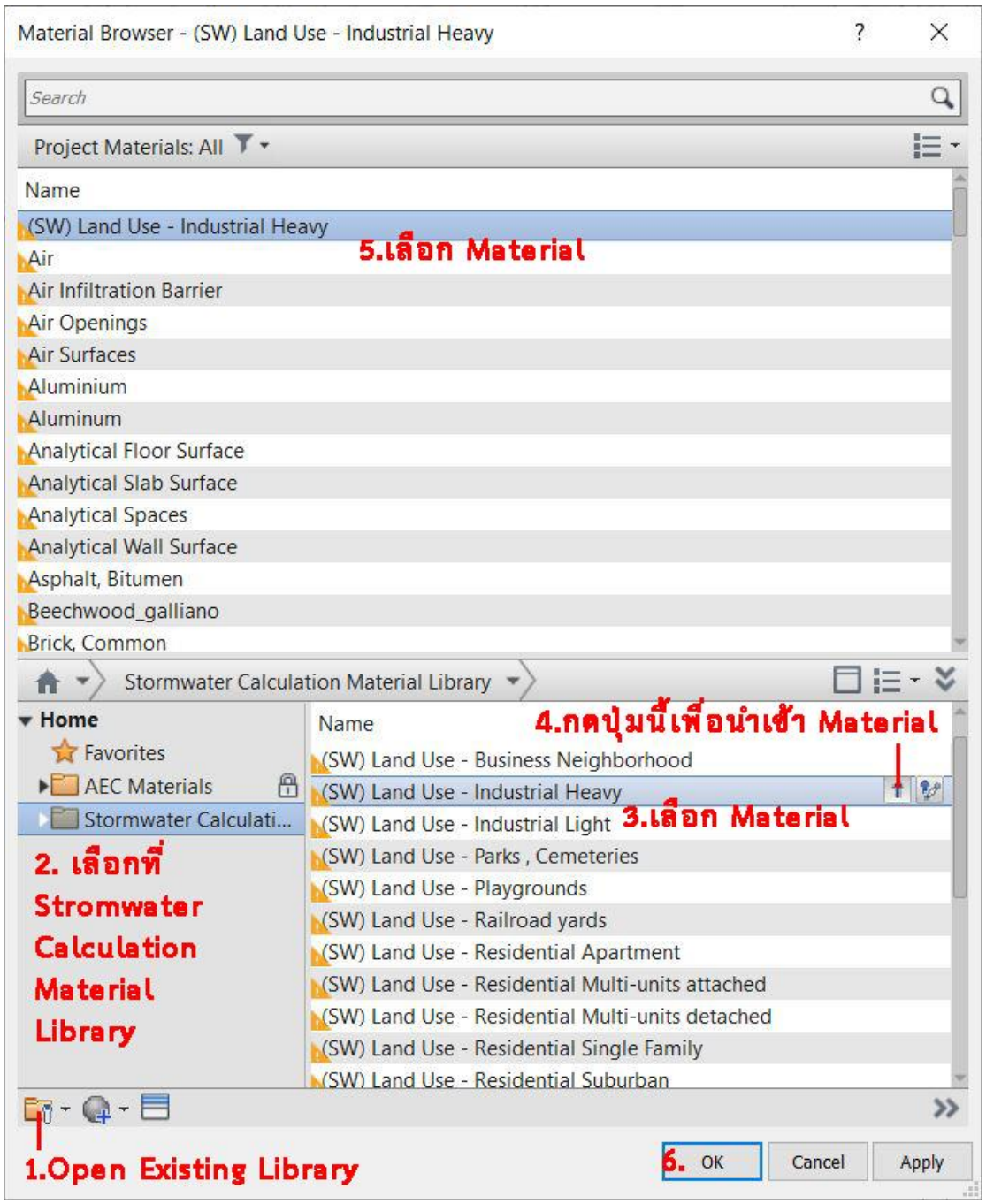
3.3.3.2.2 การจัดเตรียม Materials

งานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้าง Material โดยตั้งชื่อของ Material สอดคล้องกับชื่อของค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินภายในฐานข้อมูลที่อยู่ใน Microsoft Excel (ภาพที่ 3.4) เพื่อเป็นการอ้างอิงในการเรียกใช้ข้อมูลในการคำนวณภายในโปรแกรมเสริม Dynamo (ภาพที่ 3. 7) และได้ทำการบันทึก Material ที่สร้างใหม่เป็น Library ในรูปแบบไฟล์ (.adsklib) สำหรับการนำไปใช้งานในอนาคตซึ่งสามารถทำได้โดย เข้าไปที่ Manage -> Settings -> Materials -> - > Create New Library

สำหรับการนำเข้า Library ของ Material ที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อนำไปใช้ในไฟล์อื่น ให้เข้าไปที่ Manage -> Settings -> Materials -> - > Open Existing Library และทำการเลือกไฟล์ที่บันทึกไว้



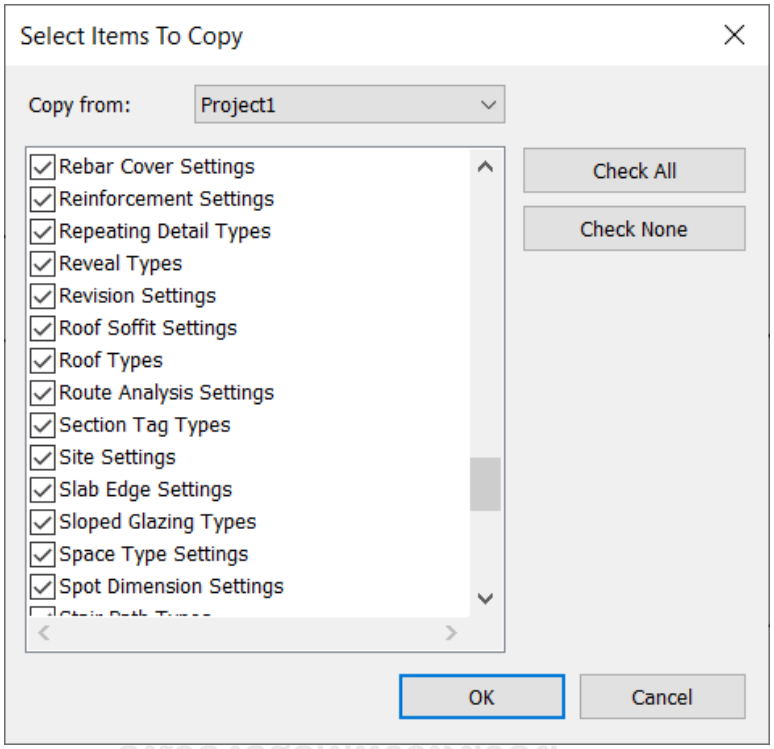
ภาพที่ 3. 7 ข้อมูล Material ของฐานข้อมูลภายในโปรแกรม Revit



ภาพที่ 3. 8 การนำเข้าและใช้งาน Material Library

3.3.3.2.3 การโอนถ่าย Project Standards

เพื่อการดึงฐานข้อมูลไปใช้ในไฟล์ที่ไม่ได้เริ่มสร้างผ่าน Revit Template ที่ทางผู้วิจัยได้พัฒนาไว้ จำเป็นจะต้องทำการโอนถ่ายข้อมูล โดยใช้เครื่องมือ Transfer Project Standards ภายใต้แถบ Settings ในแถบ Manage ซึ่งจะสามารถโอนข้อมูลเช่น Project Parameter, Material ฯลฯ (ภาพที่ 3.6)

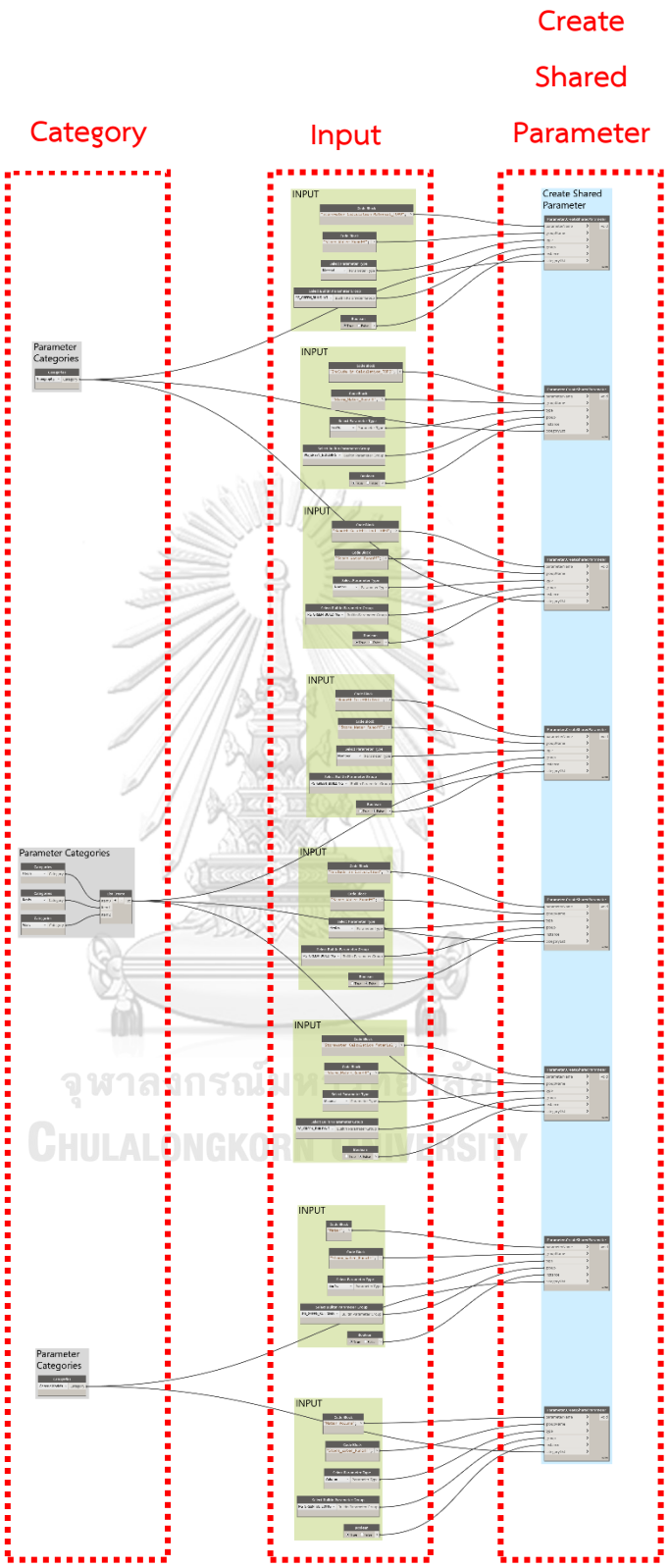


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

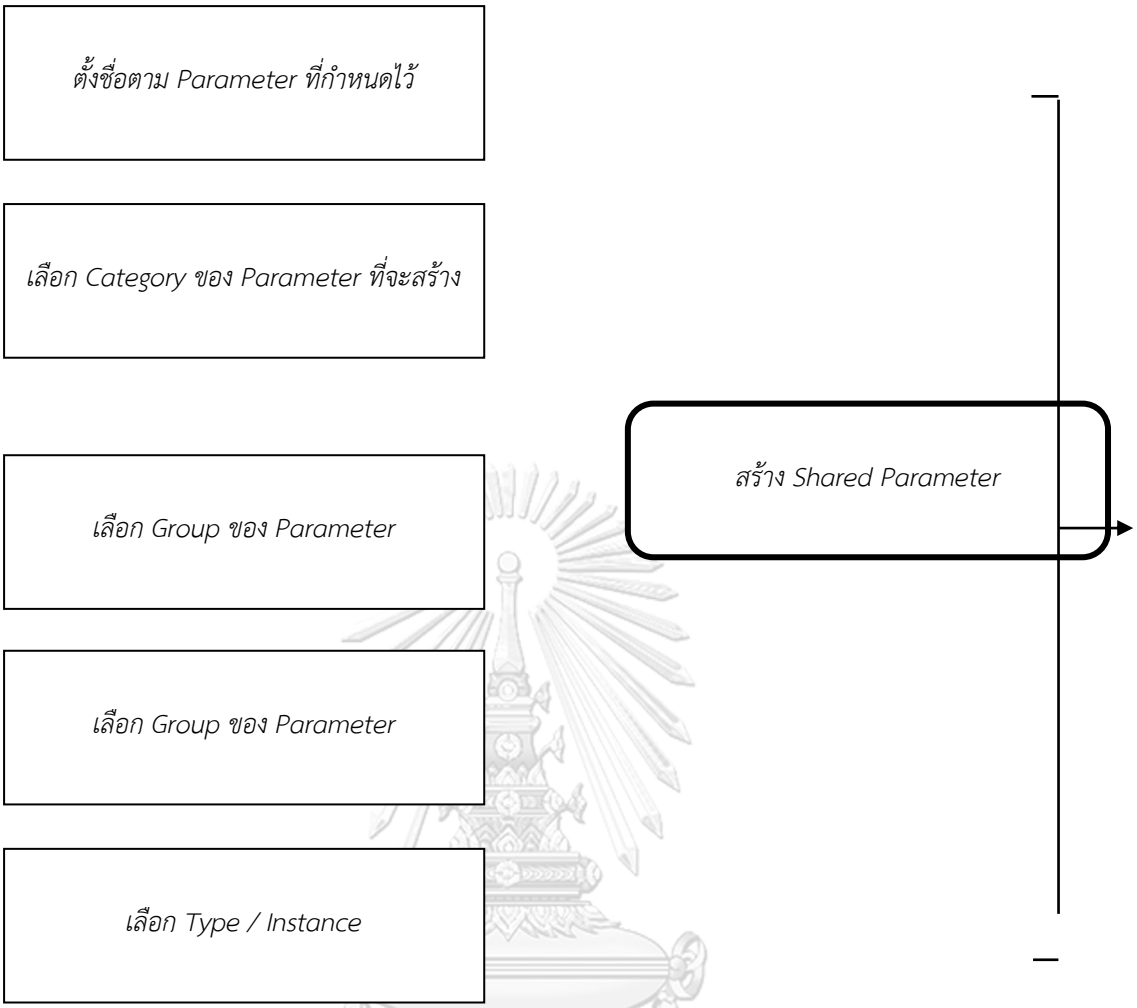
ภาพที่ 3. 9 การโอนถ่าย Project Standards

3.3.3.3 ฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในไฟล์โปรแกรมเสริม Dynamo

เพื่อให้เครื่องมือเสริมที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้โดยไม่ใช้ Template ที่จัดเตรียมไว้ จึงได้มีการจัดเตรียมฐานข้อมูลที่เป็นค่า Parameters ภายในโปรแกรม Revit ซึ่งจัดเตรียมอยู่ภายในไฟล์โปรแกรม Dynamo ให้ผู้ใช้งานสามารถสร้าง Parameters ที่จำเป็นต่อการใช้เครื่องมือเสริมเพื่อคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจากการเปิดใช้งาน Script (ภาพที่ 3. 10) โดยรายละเอียดของ Parameter ตามตารางที่ 3. 6



ภาพที่ 3. 10 ฐานข้อมูลภายในไฟล์โปรแกรม Dynamo (.dyn)



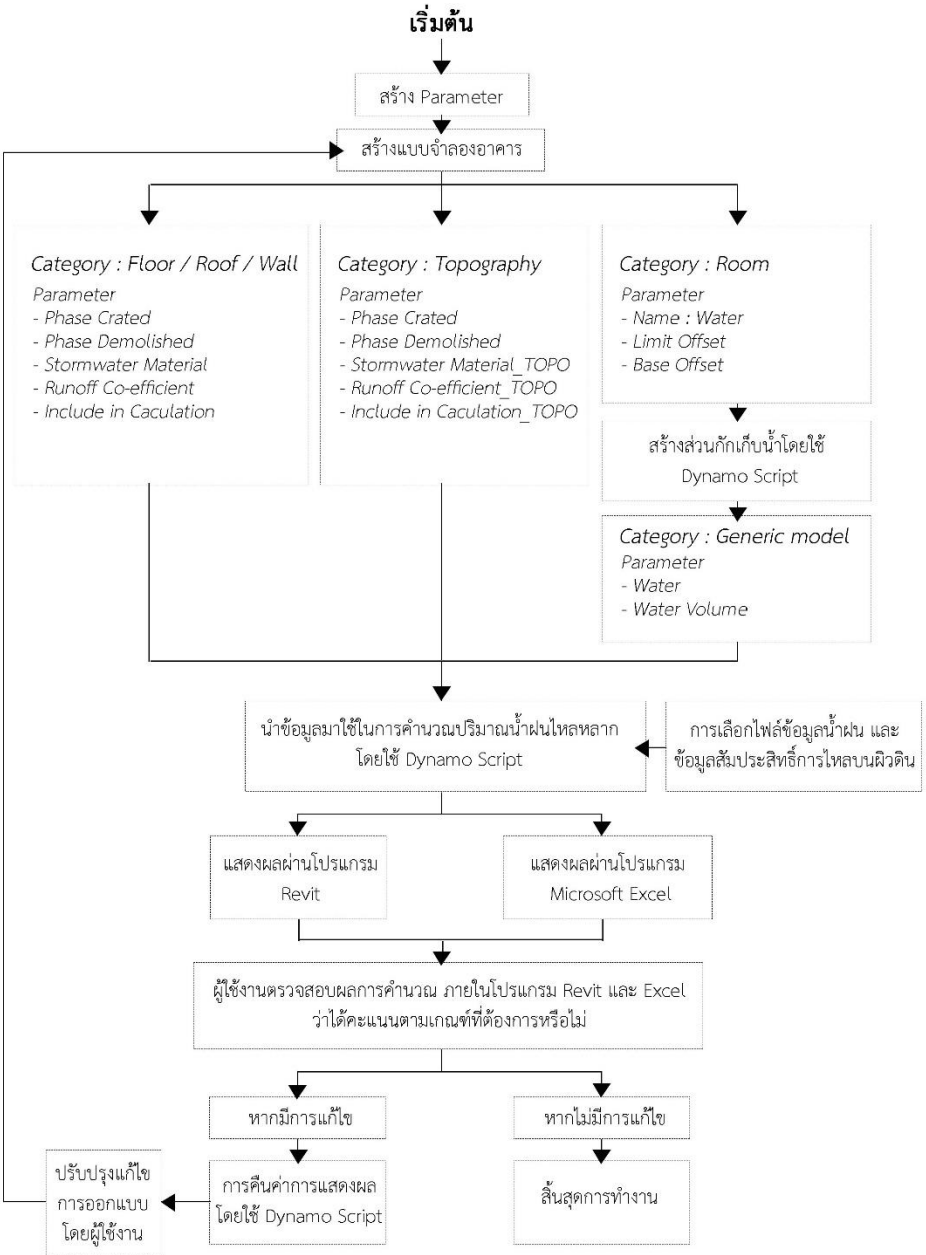
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3. 11 การทำงานของฐานข้อมูลภายในไฟล์ Dynamo

3.3.4 การพัฒนา Dynamo Script

การพัฒนาเครื่องมือเสริมในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากบนโปรแกรมเสริม Dynamo ได้พัฒนา Dynamo Script รวมทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่

1. Dynamo Script ในการสร้างส่วนกักเก็บน้ำ
2. Dynamo Script ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก
3. Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล
4. Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้าง

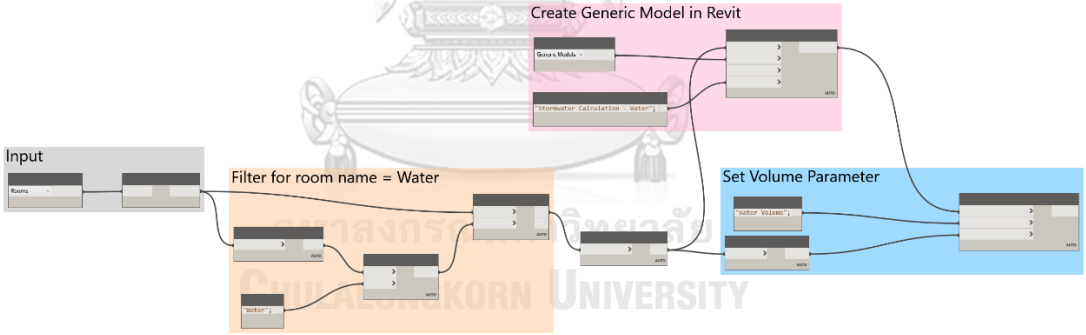


ภาพที่ 3. 12 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ

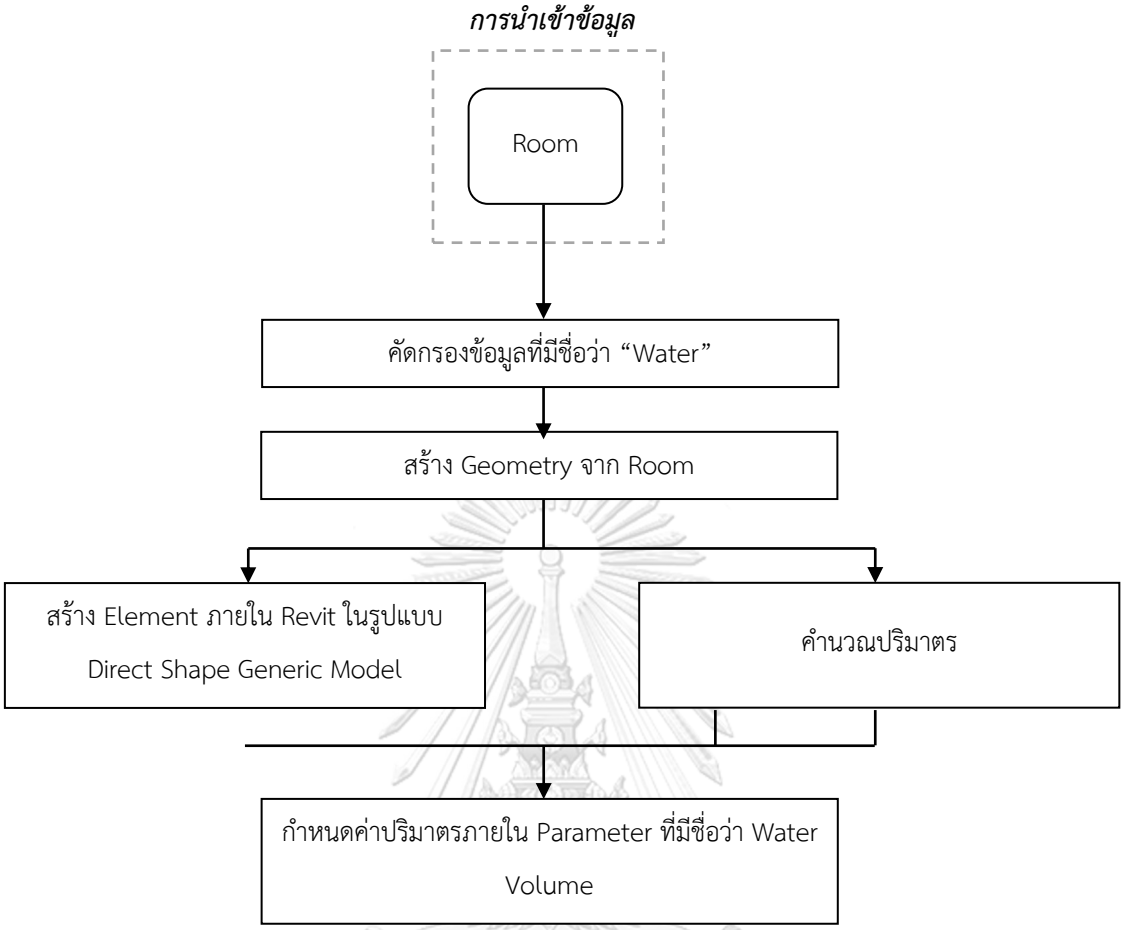
3.3.4.1 การสร้าง Dynamo Script ในการสร้างส่วนกักเก็บน้ำ

การสร้างส่วนกักเก็บน้ำในบางกรณีสามารถเป็นอุปสรรคในการทำงานได้ เช่น การสร้างน้ำภายในสระว่ายน้ำที่มีขั้นบันไดอยู่ภายใน , การสร้างน้ำภายในสระว่ายน้ำที่มีร่างร่างซับซ้อน ฯลฯ ทำให้มีความจำเป็นต้องสร้าง Dynamo Script เพื่อสร้างส่วนกักเก็บน้ำ โดยใช้ข้อมูลจาก Parameter ที่ชื่อว่า Room ภายในแบบจำลองเดิม เพื่อสร้างเป็นองค์ประกอบภายในโปรแกรม Revit และถอดปริมาตรเพื่อใช้ในการประเมินเกณฑ์อาคารเขียว LEED ได้

วิธีการทำงานของตัว Dynamo Script คือการดึงองค์ประกอบประเภท Room ทั้งหมดภายในแบบจำลอง Revit มาคัดกรองให้เหลือเฉพาะ Room ที่มีชื่อว่า Water จากนั้นทำการแปลงให้กลายเป็นรูปทรงจริงที่เกิดขึ้นภายในแบบจำลอง Revit พร้อมทั้งใส่ค่าปริมาตรของรูปทรงเข้าไปใน Parameter ที่มีชื่อว่า Water Volume เพื่อให้แบบจำลองมีข้อมูลที่จำเป็นต่อการประเมินเกณฑ์อาคารเขียว LEED ในขั้นตอนการคำนวณ



ภาพที่ 3. 13 การสร้าง Dynamo Script ในการสร้างส่วนกักเก็บน้ำ

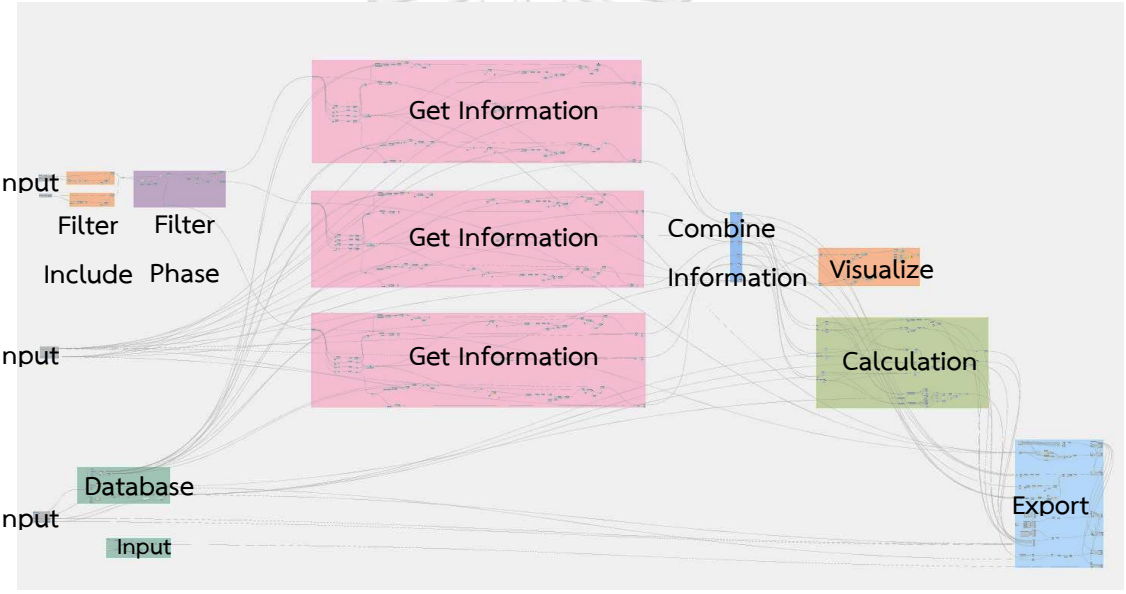


ภาพที่ 3. 14 การทำงานของ Dynamo Script การสร้างส่วนกักเก็บน้ำ

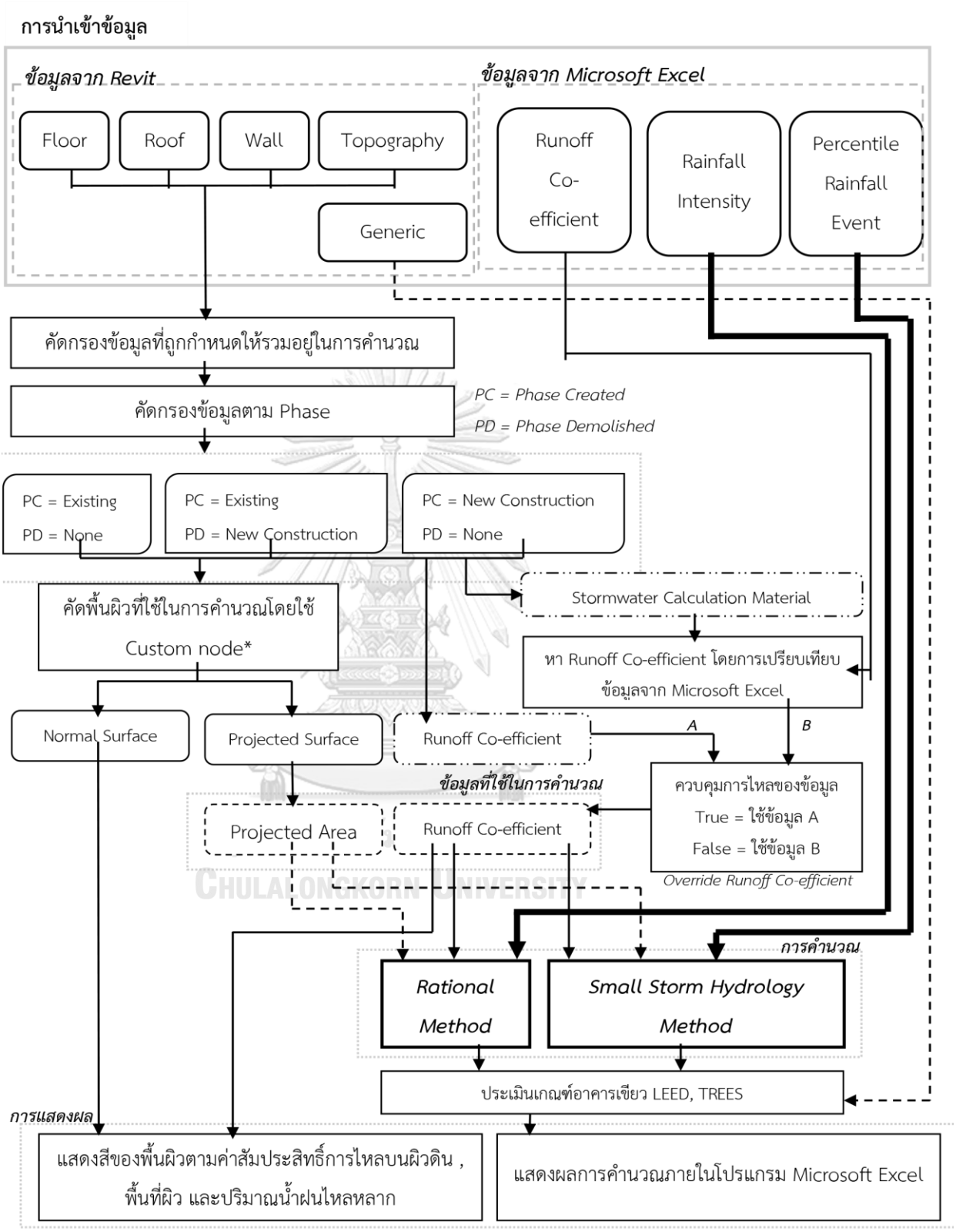
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3.4.2 การสร้าง Dynamo Script ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

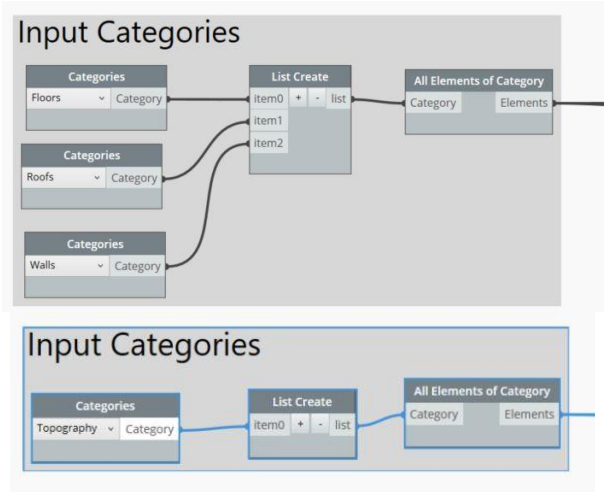
ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการสร้าง Dynamo Script เพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารภายในโปรแกรม Revit มาใช้ในการคำนวณ โดยมีการคัดแยกข้อมูลตาม Parameter ต่าง ๆ ได้แก่ Include in Calculation, Phase Created และ Phase Demolished และได้มีการนำเข้าข้อมูลน้ำฝน และสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินจากไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel พร้อมทั้งแสดงผลค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินผ่านโปรแกรม Revit และแสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากผ่านโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำผลการคำนวณไปใช้ในการประเมินงานออกแบบได้ในภายหลัง



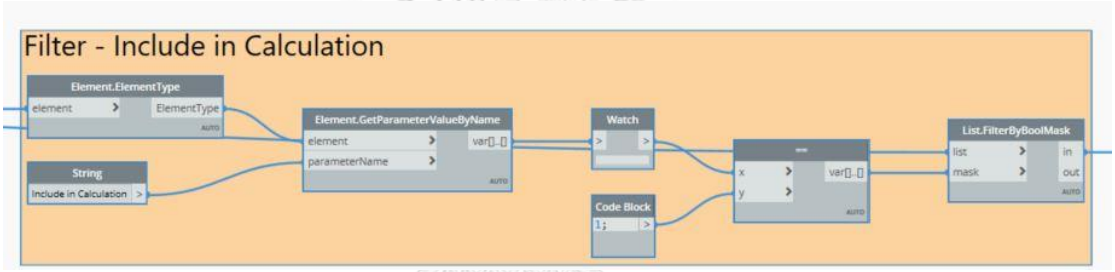
ภาพที่ 3. 15 ภาพรวมของเครื่องมือที่ได้พัฒนาในงานวิจัยชิ้นนี้



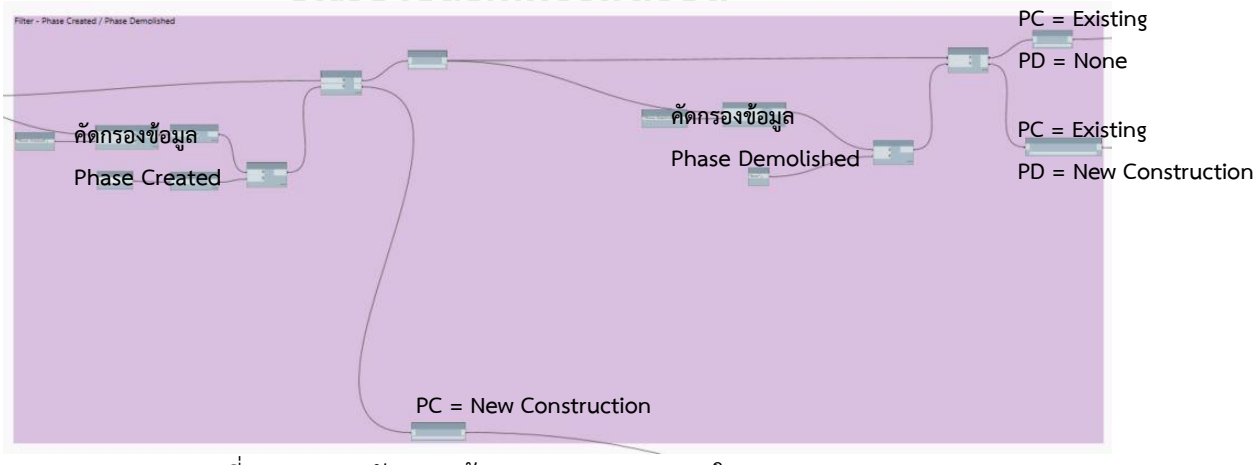
ภาพที่ 3. 16 การทำงานของ Dynamo Script ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก



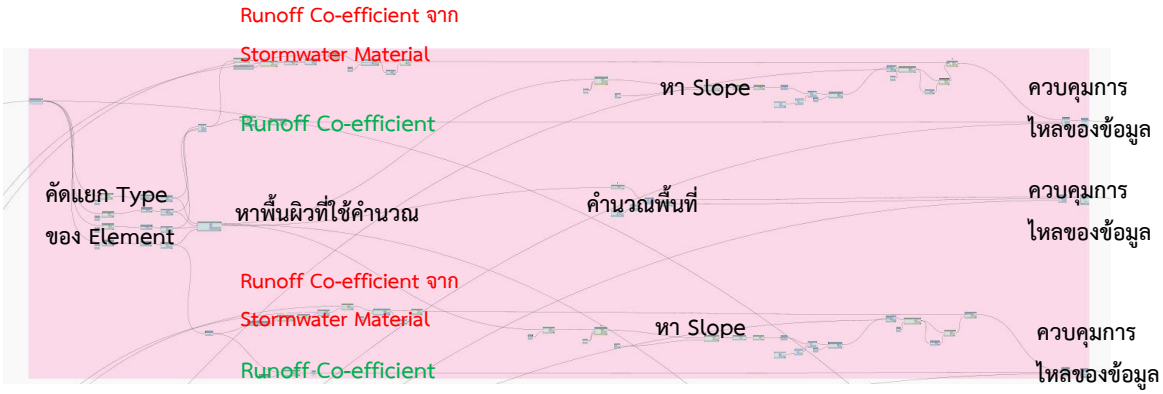
ภาพที่ 3. 17 การเลือกหมวดหมู่ของข้อมูลที่จะนำเข้าภายใน Dynamo Script



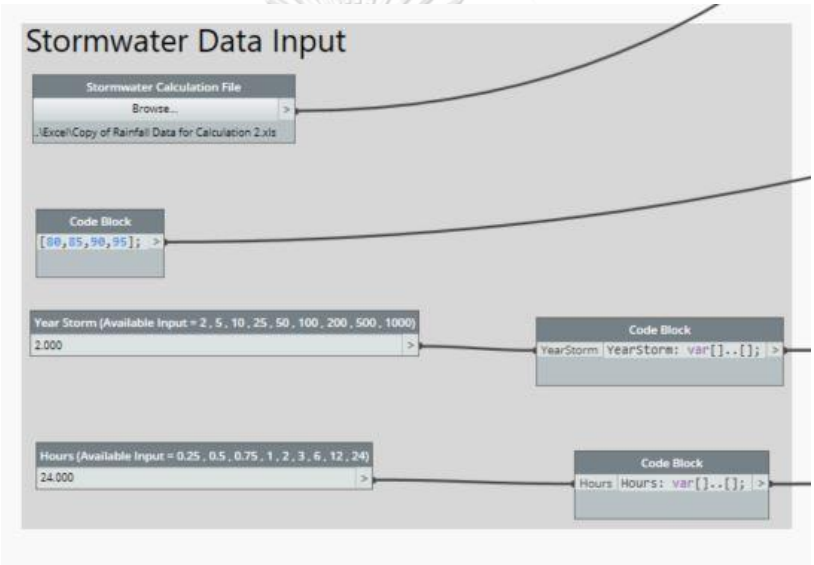
ภาพที่ 3. 18 การคัดกรองข้อมูลรวมอยู่ในการคำนวณภายใน Dynamo Script



ภาพที่ 3. 19 การคัดกรองข้อมูลตาม Phase ภายใน Dynamo Script

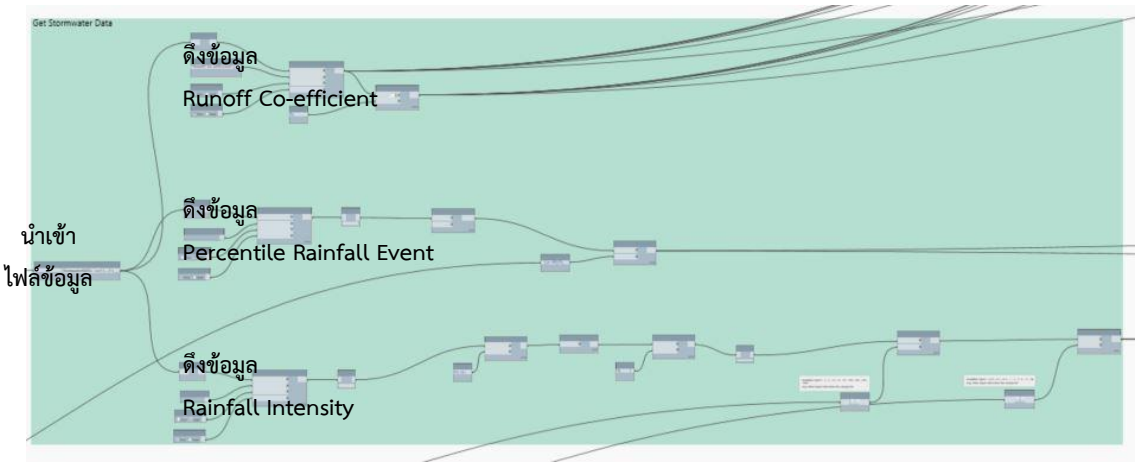


ภาพที่ 3. 20 การดึงข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณจากแบบจำลองภายใน Dynamo Script

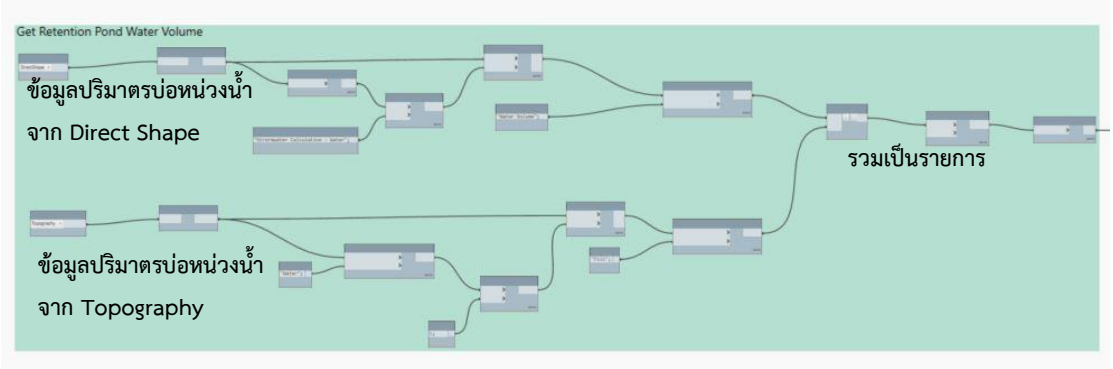


ภาพที่ 3. 21 การกำหนดค่าข้อมูลน้ำฝนภายใน Dynamo Script

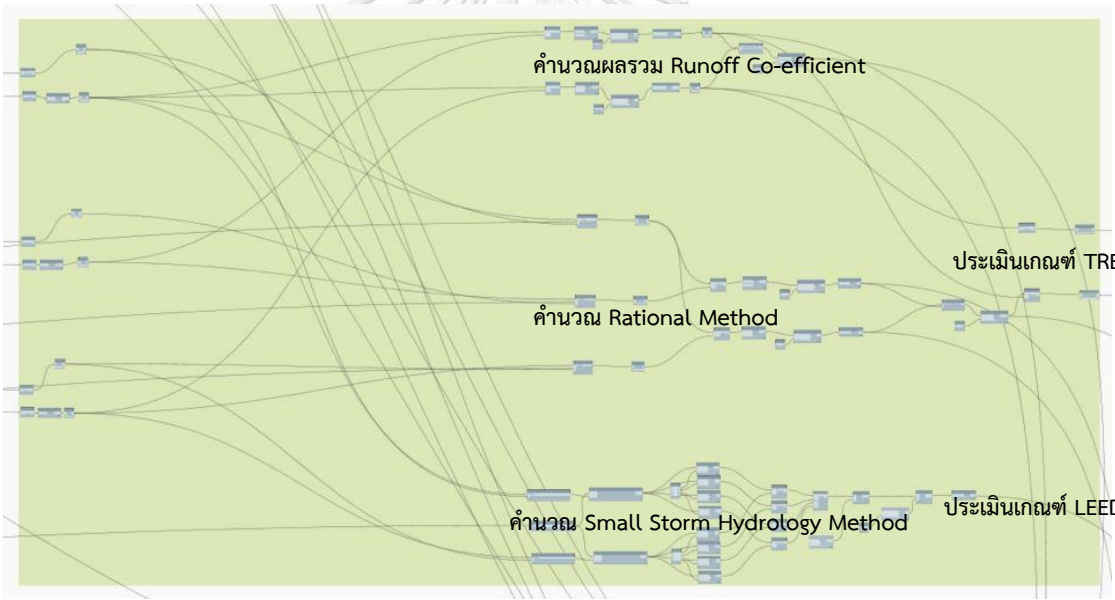
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



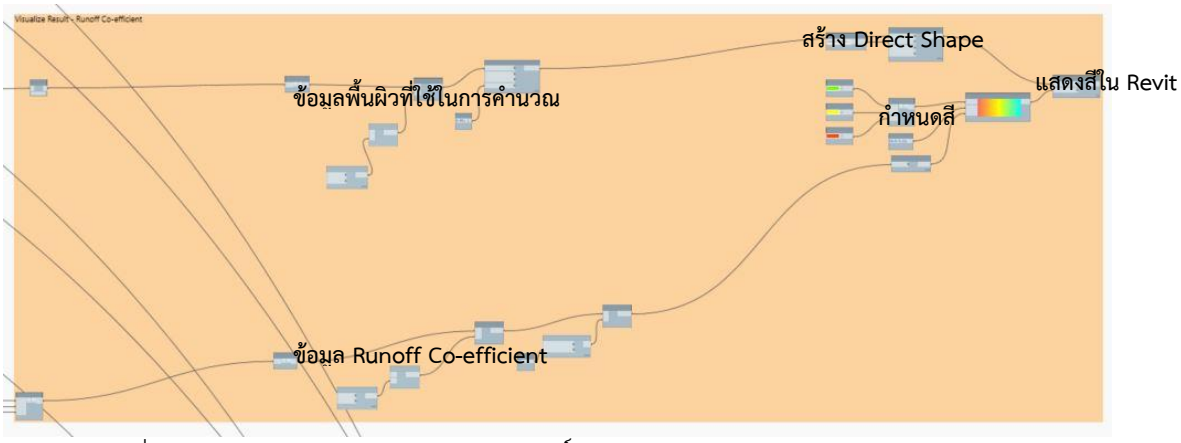
ภาพที่ 3. 22 การนำเข้าข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินภายใน Dynamo Script



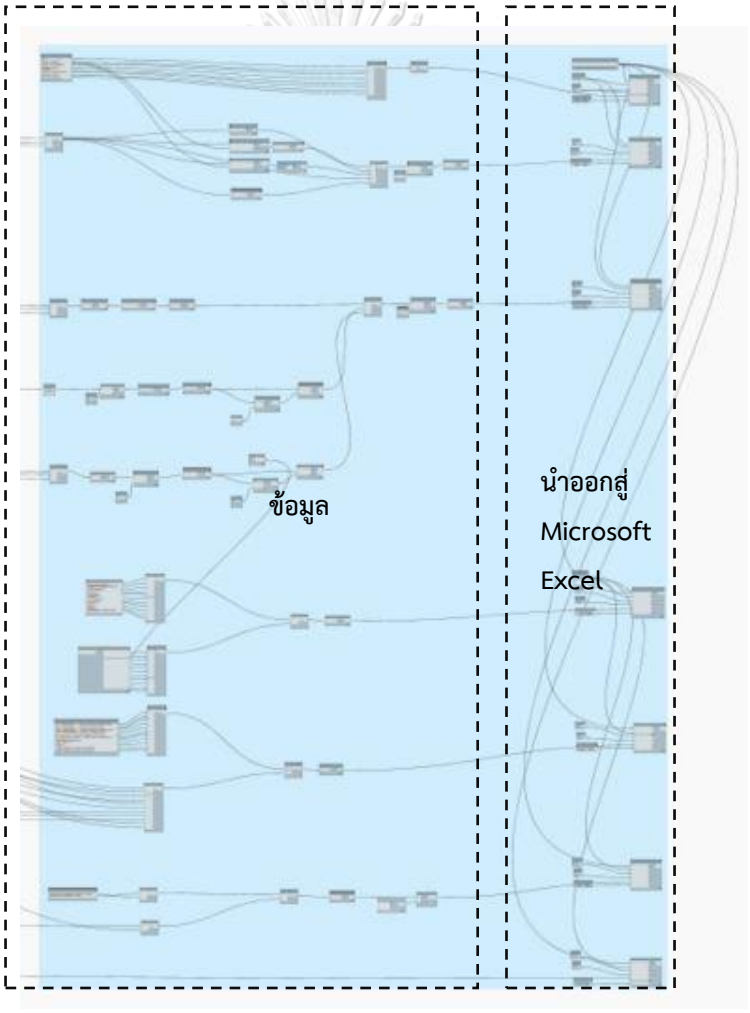
ภาพที่ 3. 23 การดึงข้อมูลปริมาตรบ่อหน่วงน้ำภายใน Dynamo Script



ภาพที่ 3. 24 การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากภายใน Dynamo Script



ภาพที่ 3. 25 การแสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินภายใน Dynamo Script

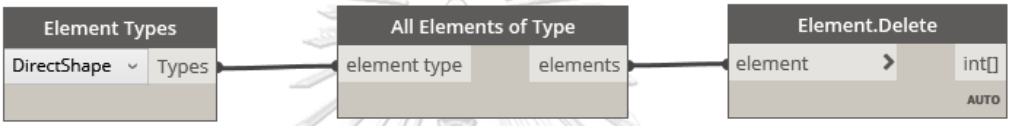


ภาพที่ 3. 26 การนำออกข้อมูลไปยังโปรแกรม Microsoft Excel

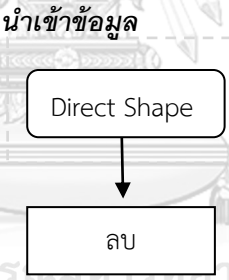
3.3.4.3 การสร้าง Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล

เนื่องจากภายใน Dynamo Script ที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจะมีการแสดงผลค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเป็นลักษณะสีบนพื้นผิวต่าง ๆ ภายในแบบจำลองโปรแกรม Revit ทำให้เมื่อต้องการแก้ไขปรับปรุงแบบจำลอง ตัวโปรแกรมจะยังแสดงผลของการคำนวณครั้งก่อนอยู่ ดังนั้นต้องทำการคืนค่าการแสดงผล โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้สร้าง Dynamo Script ที่สามารถคืนค่าการแสดงผลได้

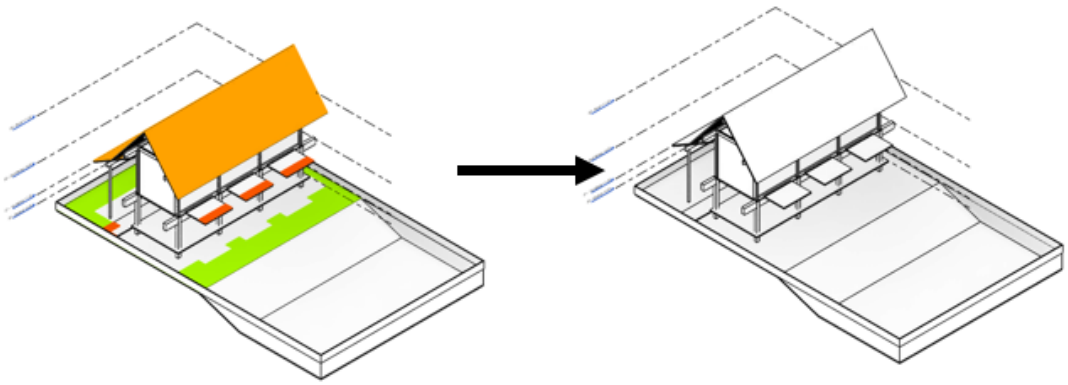
วิธีการทำงานของตัว Dynamo Script คือการดึงข้อมูลขององค์ประกอบประเภท Direct Shape ทั้งหมดที่มีอยู่ภายในแบบจำลอง และทำการลบออก



ภาพที่ 3. 27 การสร้าง Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล



ภาพที่ 3. 28 การทำงานของ Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล

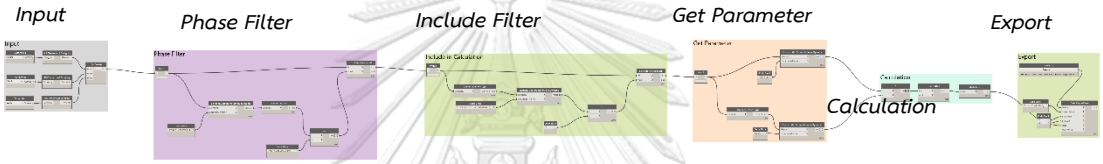


ภาพที่ 3. 29 การทำงานของ Dynamo Script ในการคืนค่าการแสดงผล ภายในโปรแกรม Revit

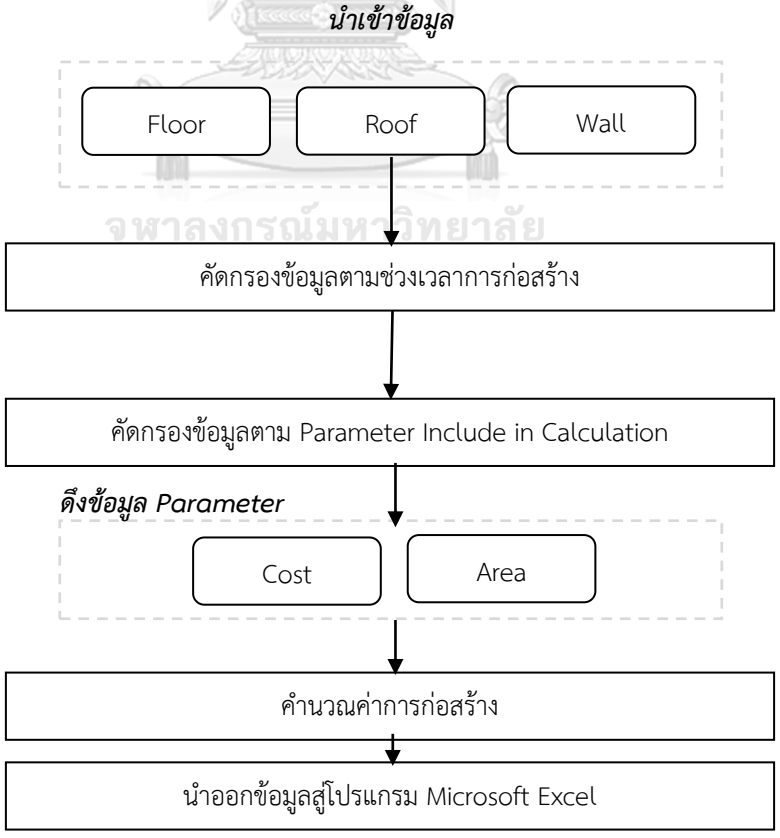
3.3.4.4 การสร้าง Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้าง

เนื่องจากการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากมีผลมาจากการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ รวมถึงขนาดของพื้นที่ ดังนั้นจึงมีความเกี่ยวข้องกับงบประมาณในการก่อสร้างที่จะมีความคุ้มค่ามากที่สุด ทำให้มีความจำเป็นในการสร้าง Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้างจากข้อมูลจากแบบจำลองภายในโปรแกรม Revit โดยให้ผู้ใช้งานเครื่องมือเสริมเป็นผู้กำหนดค่าราคาวัสดุ เพื่อใช้ในการคำนวณ

วิธีการทำงานของตัว Dynamo Script คือการดึงข้อมูลจากแบบจำลอง Revit คัดกรองตามช่วงเวลาการก่อสร้าง และดึงค่า Parameter ได้แก่ Cost, Area มาคำนวณ เพื่อนำออกไปยังโปรแกรม Microsoft Excel



ภาพที่ 3. 30 การสร้าง Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้าง



ภาพที่ 3. 31 การทำงานของ Dynamo Script ในการคำนวณค่าการก่อสร้าง

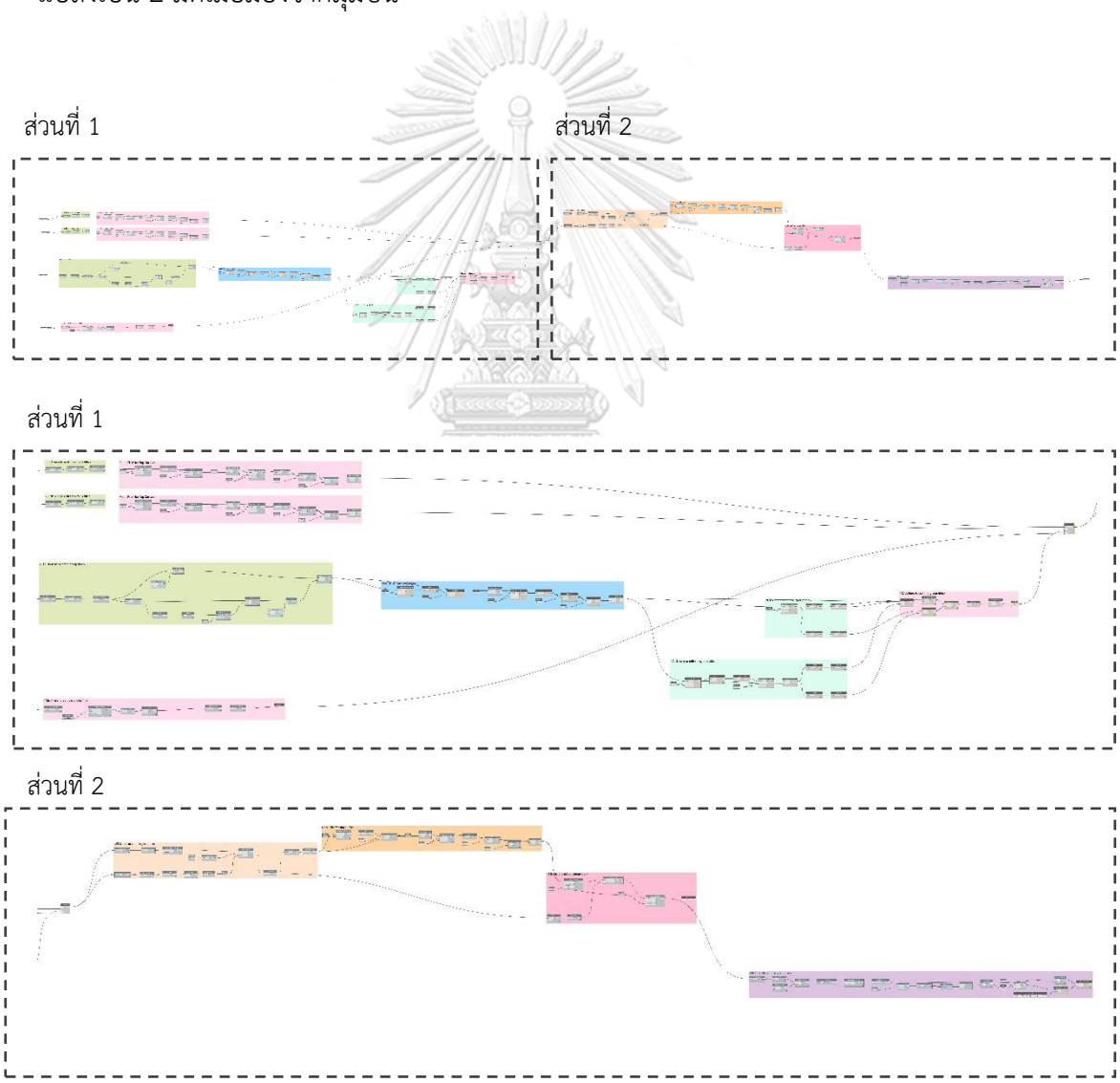
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.4.5 การสร้าง Custom Node

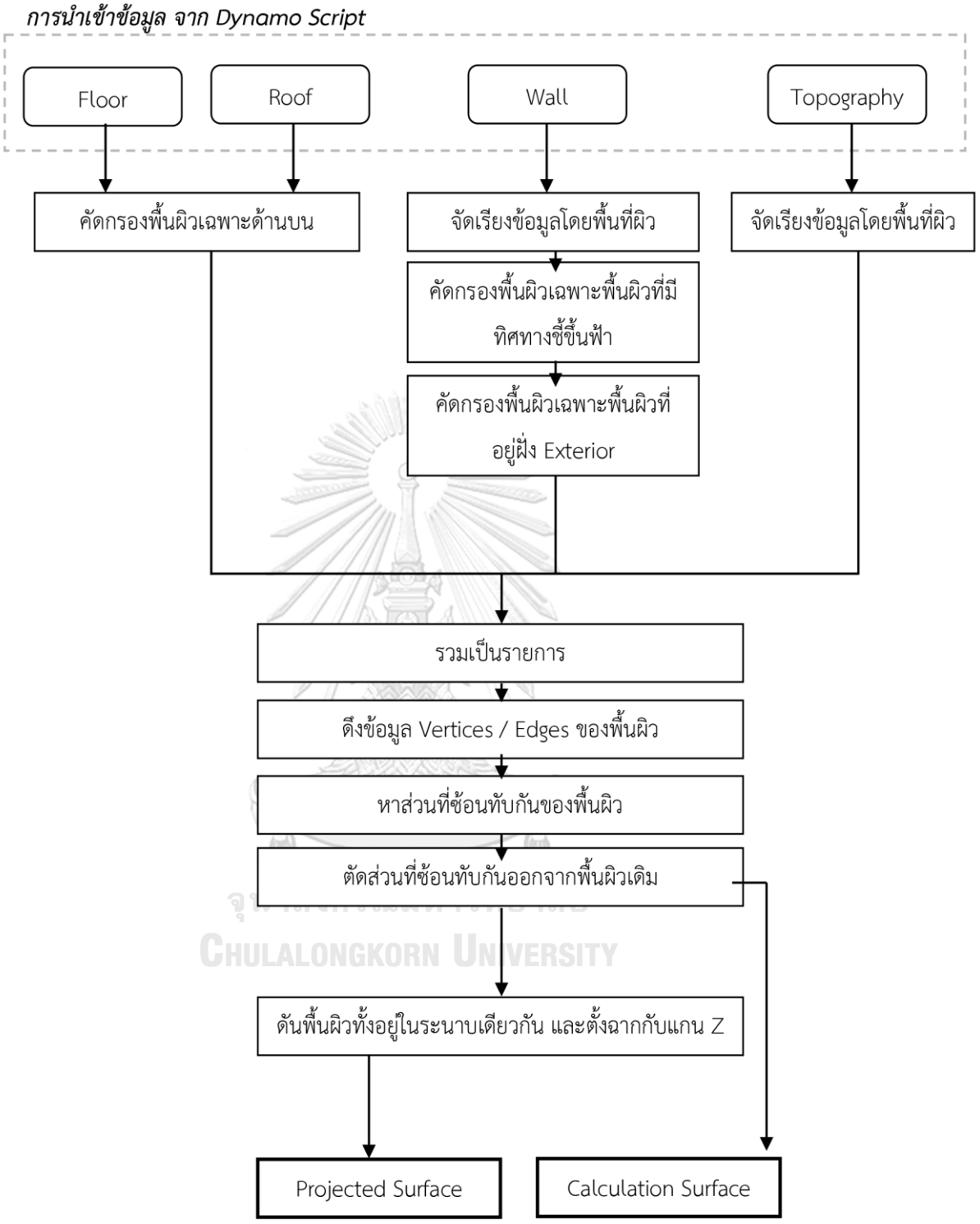
เพื่อลดเวลาในการประมวลผลของเครื่องมือ และเป็นการลดขนาดไฟล์ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือในรูปแบบ Custom Node ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.4.5.1 CalculationSurfaceMultiOverlap

Custom Node ตัวนี้มีหน้าที่ในการคำนวณหาพื้นผิวที่โดนน้ำฝน หรือพื้นที่ว่าง โดยตัดพื้นที่ส่วนที่อยู่ภายใต้หลังคาออกไป ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ คือ 1. Surface ที่ใช้ในการคำนวณ 2. Surface ที่แปลงเป็น 2 มิติเมื่อมองจากมุมบน



ภาพที่ 3. 32 ภาพรวมของ Custom Node CalculationSurfaceMultiOverlap



ภาพที่ 3. 33 การทำงานของ Custom Node CalculationSurfaceMultiOverlap

3.3.4.5.2 GetIndexFromSlope

Custom Node ตัวนี้มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่า Index จากความลาดชันของพื้นผิวเพื่อนำไปเปรียบเทียบ และดึงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินจากโปรแกรม Microsoft Excel

โดยวิธีการทำงานของ Custom Node ตัวนี้คือการนำค่าความลาดชันและค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนพื้นดินมาเปรียบเทียบผ่าน Python Script ซึ่งชุดคำสั่งที่ใช้มีทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่

1. การใช้ for loop

ใช้สำหรับการเรียกใช้ค่า Input ทีละค่า ภายในแต่ละรายการ เช่น ถ้ากำหนดรายการเริ่มต้นเท่ากับ [1,2,3,4,5] และทำการใช้ for loop โดยกำหนดค่า output เท่ากับ var คูณ 2 ผลลัพธ์ที่ได้คือ [1x2,2x2,3x2,4x2,5x2] หรือเท่ากับ [2,4,6,8,10]

2. การใช้ If clause

ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการให้ใช้คำสั่งบางอย่างเมื่อเงื่อนไขนั้นเป็นจริง เช่น กำหนด input = 4, output = [] จากนั้นใช้คำสั่ง

```
if input > 2:
        output = input
Elif input <2:
        output = []
```

เมื่อใช้งานคำสั่งผลลัพธ์ที่ได้คือ output = 4 เนื่องจากข้อความ if เป็นจริง

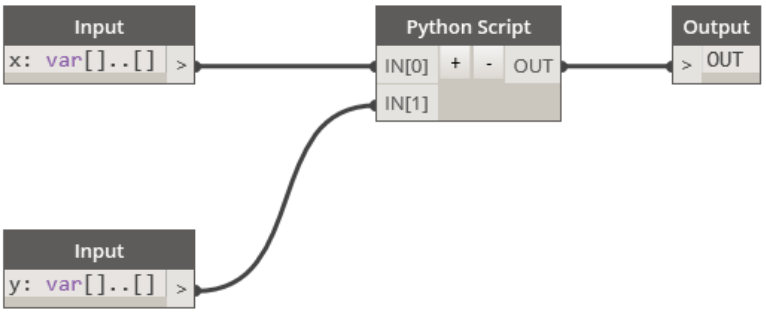
3. การใช้คำสั่ง append

ใช้ในกรณีที่ต้องการแทนค่าตัวแปร A ด้วย B เช่น กำหนด input = [2,3,4] output = [] เมื่อใช้คำสั่ง

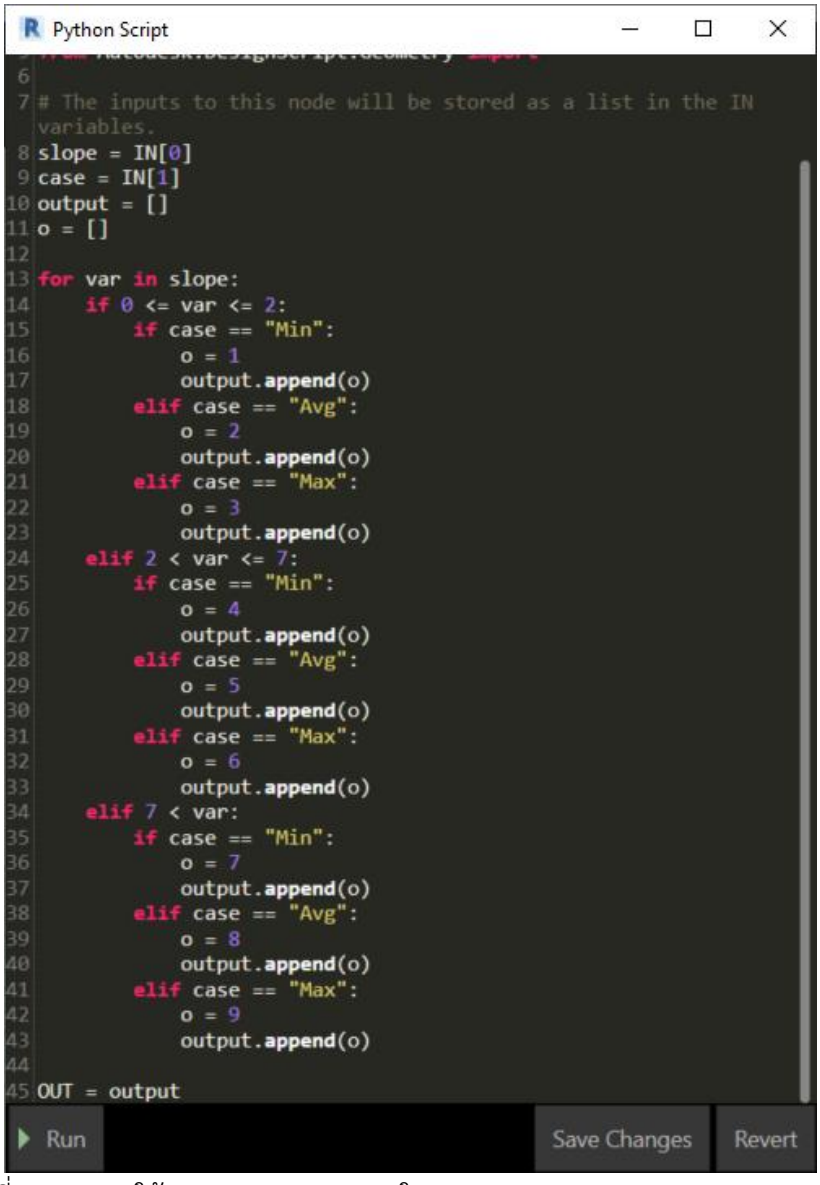
```
output.append(input)
```

ผลลัพธ์ที่ได้คือ output = [2,3,4]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3. 34 ภาพรวมของ Custom Node GetIndexFromSlope



ภาพที่ 3. 35 การใช้ Python Script ภายใน Custom Node GetIndexFromSlope

3.3.4.6 Node ที่ใช้งานภายในเครื่องมือ

การพัฒนาเครื่องมือเสริมเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ได้มีการใช้ชุดคำสั่ง(Node) และชุดคำสั่งดัดแปลง (Custom Node) ในการทำงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3. 7 Node ที่ใช้ภายในเครื่องมือ

Node	*คำอธิบาย*
!=	เปรียบเทียบว่า A ไม่เท่ากับ B
<=	เปรียบเทียบว่า A น้อยกว่าเท่ากับ B
==	เปรียบเทียบว่า A เท่ากับ B
All Elements of Category	เลือกองค์ประกอบทั้งหมดของหมวดหมู่
AxonometricView.ByEyePointAndTarget	สร้างมุมมอง 3 มิติแบบ Axonometric
Boolean	สร้างเงื่อนไข True/False
Categories	เลือกหมวดหมู่
Code Block	พื้นที่สำหรับเขียนคำสั่ง และCode ต่าง ๆ
Color Palette	เลือกสี
Color Range	ช่วงของสี
Curve.ExtrudeAsSolid	สร้าง Extrusion แบบ Solid จาก Curve
Curve.PullOntoPlane	ดึง Curve เข้าสู่ Plane
Data.ExportExcel	นำออกข้อมูลสู่ Microsoft Excel
Data.ImportExcel	นำเข้าข้อมูลจาก Microsoft Excel
DirectShape.ByGeometry	สร้าง Direct Shape ภายในโปรแกรม Revit
Edge.CurveGeometry	สร้าง Curve จาก Edge
Element.ElementType	ข้อมูลชนิดขององค์ประกอบ
Element.Geometry	สร้างรูปทรงจากองค์ประกอบ
Element.GetParameterValueByName	ข้อมูล Parameter ขององค์ประกอบ
Element.Id	ข้อมูล Id ขององค์ประกอบ
Element.Name	ชื่อขององค์ประกอบ
Element.OverrideColorInView	เปลี่ยนการตั้งค่าสีขององค์ประกอบภายใน View
Element.SetParameterByName	ตั้งค่า Parameter ขององค์ประกอบ
Face.SurfaceGeometry	สร้าง Surface จาก Face

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Node	*คำอธิบาย*
File From Path	เลือกไฟล์จากตำแหน่งที่ตั้งไฟล์
File Path	ตำแหน่งที่ตั้งไฟล์
Geometry.Translate	เคลื่อนย้ายรูปทรง
List Create	สร้างรายการ
List.AllIndicesOf	ข้อมูลดัชนีของรายการทั้งหมดจากข้อมูล ...
List.FilterByBoolMask	คัดกรองข้อมูล
List.Flatten	ลดระดับของรายการ
List.GetItemAtIndex	เลือกข้อมูลจากดัชนีรายการ
List.Indexof	ข้อมูลดัชนีจากข้อมูล ...
List.IsEmpty	ตรวจสอบว่ารายการว่างเปล่าหรือไม่?
List.Join	เชื่อมรายการ
List.Map	ใช้ Function ภายในระดับของรายการถัดไป
List.MaximumItem	ข้อมูลรายการที่มีค่ามากที่สุด
List.NormalizeDepth	เปลี่ยนค่าระดับของรายการ
List.Rank	ข้อมูลระดับของรายการ
List.Reverse	กลับข้อมูลรายการ
List.Sort	จัดเรียงข้อมูลรายการ
List.Transpose	สลับข้อมูลระหว่าง Column และ Row
Marh.Sum	ผลรวมของข้อมูล
Material.Name	ชื่อของวัสดุ
Math.Average	ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
Math.Round	ปัดเศษส่วน
Math.Sin	หาค่า Sin
Math.Tan	หาค่า Tan
Number	สร้างตัวเลข
Number Slider	สร้างตัวเลขโดยใช้ Slider Bar
Parameter.CreateSharedParameter	สร้าง Shared Parameter
Point.Z	หาค่า Z ของ Point
PolyCurve.ByJoinedCurves	สร้าง Polycurves สร้าง Curve ที่เชื่อมต่อกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Node	*คำอธิบาย*
Python Script	สร้าง Python Script
Select BulitIn Parameter Group	เลือก Built-in Parameter
Select Parameter Type	เลือก Parameter Type
Solid.ByUnion	สร้าง Solid โดยการ Union
Solid.Volume	หาปริมาตรของ Solid
String	สร้างข้อมูลประเภทข้อความ
String.ToNumber	แปลงข้อมูลข้อความเป็นตัวเลข
Surface.Area	หาพื้นที่ของ Surface
Surface.ByPatch	สร้าง Surface โดยวิธี Patch
Surface.ByPerimeterPoints	สร้าง Surface สร้างเส้นรอบรูป
Surface.Difference	ผลต่างของ Surface กับ ...
Surface.NormalAtParameter	หา Vector Normal ของ Surface จาก Parameterที่กำหนด
Surface.PointAtParameter	สร้าง Point ของ Surface จาก Parameter ที่กำหนด
Surface.SubtractFrom	ลบพื้นผิวออกจาก ...
Topology.Edges	ข้อมูล Edges ขององค์ประกอบ
Topology.Vertices	ข้อมูล Vertices ขององค์ประกอบ
Topolygy.Faces	ข้อมูล Faces ขององค์ประกอบ
Vector.AngleWithVector	วัดองศาระหว่าง Vector
Vector.ByTwoPoints	สร้าง Vector จาก Point 2 จุด
Vector.Reverse	สลับทิศทางของ Vector
Vector.X	หาค่า X ของ Vector
Vector.Y	หาค่า Y ของ Vector
Vector.Z	หาค่า Z ของ Vector
Vector.ZAxis	สร้าง Vector แกน Z
Watch	ดูข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3. 8 Custom Node ที่ใช้ภายในเครื่องมือ

Node	*Packages*	*คำอธิบาย*
ReplaceNullWithEmptyList	Stormwater.List	แทนที่ข้อมูล Null ด้วยรายการว่าง
CW.List.ReplaceEmptyLists	Synthesize	แทนที่รายการว่าง
ReplaceNull	Stormwater.List	แทนที่รายการ Null
CalculationSurfaceMultiOverlap	Stormwater	หาพื้นผิวที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก
GetIndexFromSlope	Stormwater	หา Index จากค่าความชัน
CW.List.ReplaceNull	Synthesize	แทนที่รายการ Null
ReplaceNull	Stormwater.List	แทนที่รายการ Null
Group Curves	archilab	จัดเรียงกลุ่มของ Curves ให้อยู่ในรายการเดียวกัน
ReplaceEmptyList	Stormwater.List	แทนที่รายการว่าง

3.3.4.7 Python Script ที่ใช้งานภายในเครื่องมือ

เนื่องจากโปรแกรมเสริม Dynamo ยังมีข้อจำกัดด้านเครื่องมือที่ยังไม่ครอบคลุมการใช้งาน ทำให้ในบางกรณีจึงไม่สามารถใช้คำสั่งที่มีอยู่ในโปรแกรมเพื่อแก้ไขปัญหาได้ หรือหากแก้ได้ ตัวไฟล์จะต้องมีความซับซ้อนมาก ดังนั้นการใช้ Python Script ซึ่งเป็นภาษาที่โปรแกรม Dynamo รองรับ พร้อมทั้งการใช้งานที่ง่าย มีคำสั่งที่ยืดหยุ่น สามารถประหยัดเวลาในการทำงาน และลดการประมวลผลข้อมูลได้ จึงเป็นทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม

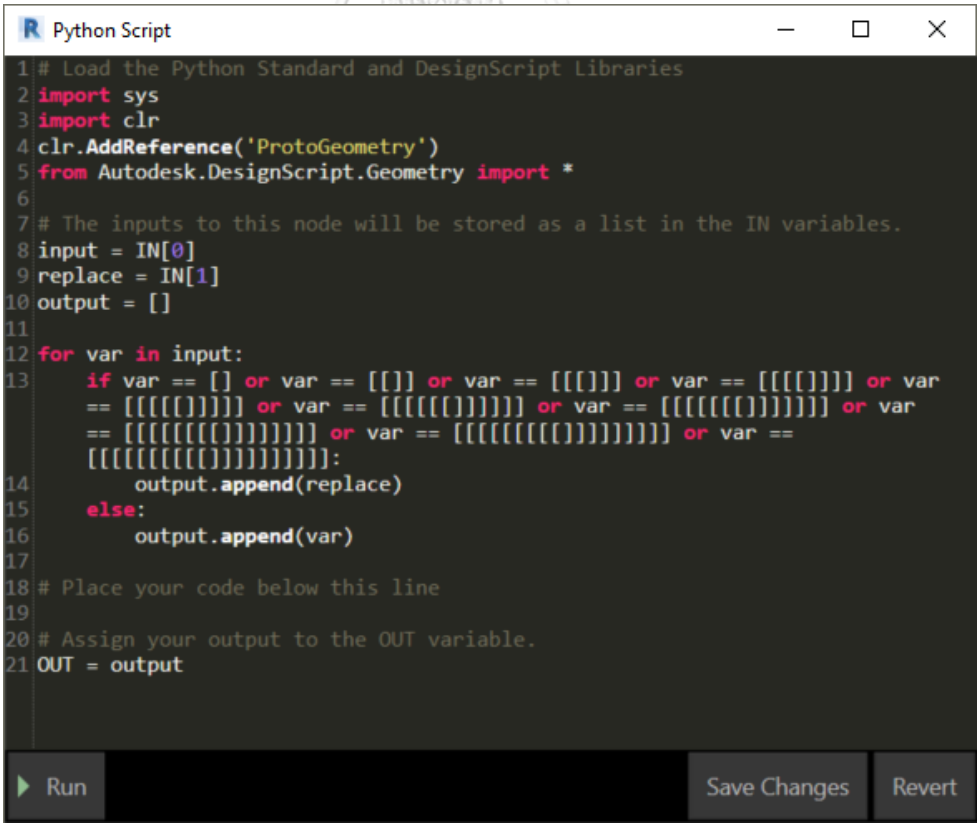
Python Script ที่ใช้ในเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 4 รายการ ได้แก่

1. การใช้ Python Script แปลงค่าคาบปีเป็น Index (ภาพที่ 3. 36)
2. การใช้ Python Script แปลงค่าคาบเวลาเป็น Index (ภาพที่ 3. 37)
3. การใช้ Python Script ในการควบคุมการไหลของข้อมูล (ภาพที่ 3. 38)
4. การใช้ Python Script ในการคัดกรองรายการที่ว่างเปล่า (ภาพที่ 3. 39)

ภาพที่ 3. 36 การใช้ Python Script แปลงค่าคาบปีเป็น Index

ภาพที่ 3. 37 การใช้ Python Script แปลงค่าคาบเวลาเป็น Index

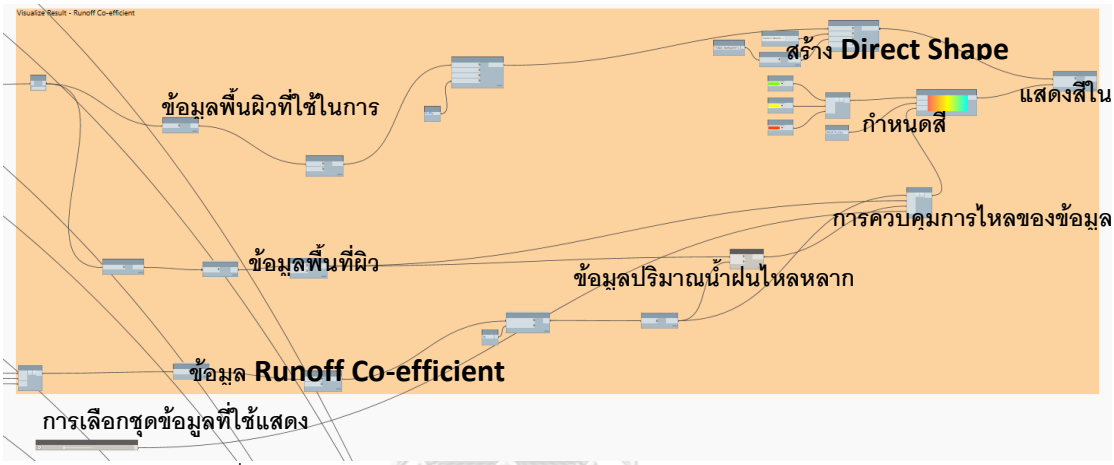
ภาพที่ 3. 38 การใช้ Python Script ในการควบคุมการไหลของข้อมูล



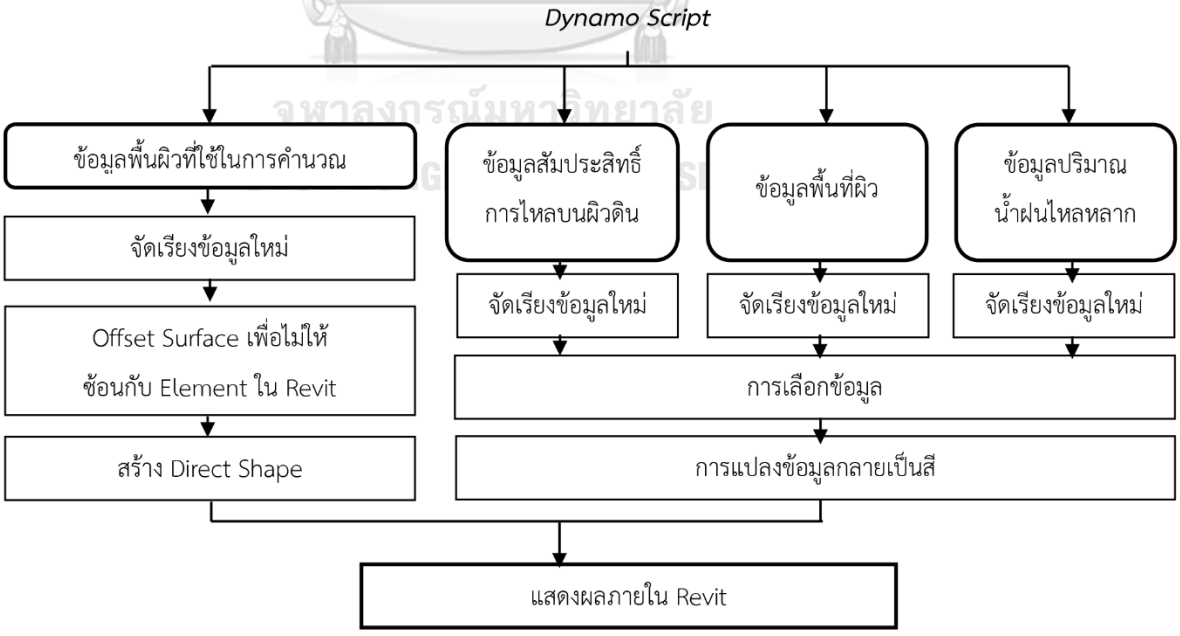
ภาพที่ 3. 39 การใช้ Python Script ในการคัดกรองรายการที่ว่างเปล่า

3.3.5 การแสดงผลการคำนวณในโปรแกรม Autodesk Revit

ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากโดยใช้เครื่องมือเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้งานได้มีความเข้าใจในผลลัพธ์ของการคำนวณมากที่สุด ดังนั้นการทำให้ผู้ใช้งานเห็นภาพของผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับงานออกแบบจะทำให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจในผลลัพธ์มากที่สุด ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้จัดทำระบบการแสดงผลการคำนวณของสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน, ค่าพื้นที่ผิวที่ใช้ในการคำนวณและค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลากในโปรแกรม Revit โดยใช้ Dynamo Script ในการสร้างการแสดงผล

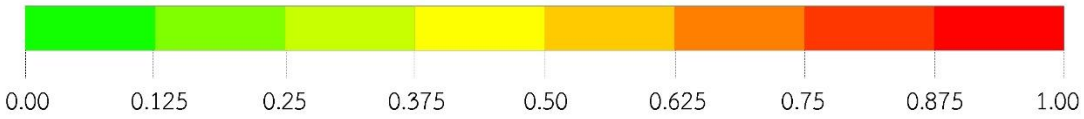


ภาพที่ 3. 40 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Dynamo Script



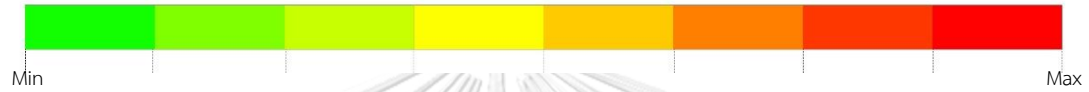
ภาพที่ 3. 41 การทำงานของ Dynamo Script การแสดงผลผ่านโปรแกรม Revit

ในส่วนของการแสดงผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง Revit ได้มีการกำหนดช่วงของสีโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินตั้งแต่ 0.00 – 1.00 และมีค่าสีตั้งแต่ สีเขียว - สีแดง



ภาพที่ 3. 42 สีที่แสดงผลสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน

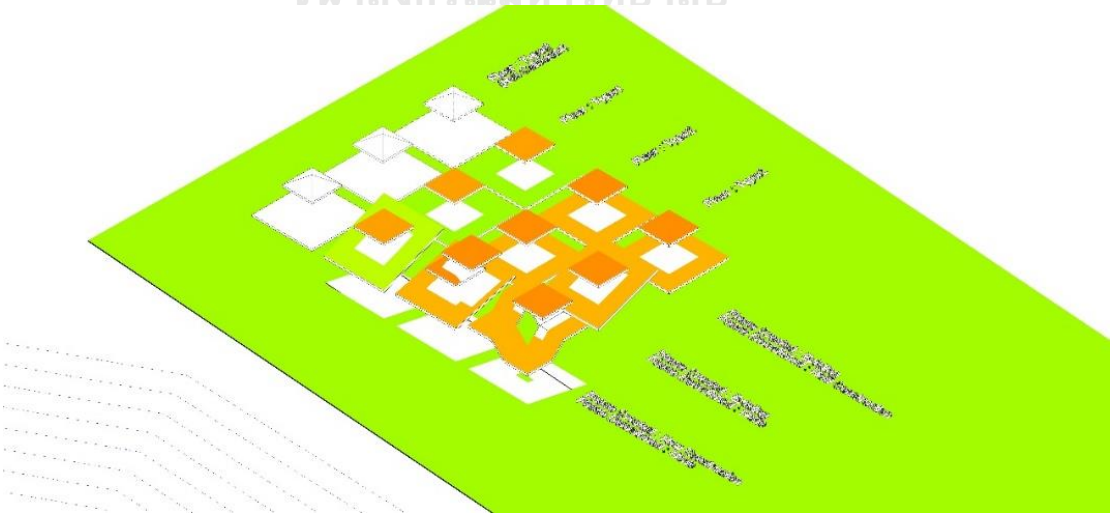
ในส่วนของการแสดงผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง Revit ได้มีการกำหนดช่วงของสีโดยมีค่าพื้นที่ผิว และค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลากจากต่ำสุดที่จนถึงค่าสูงสุด และมีค่าสีตั้งแต่ สีเขียว - สีแดง



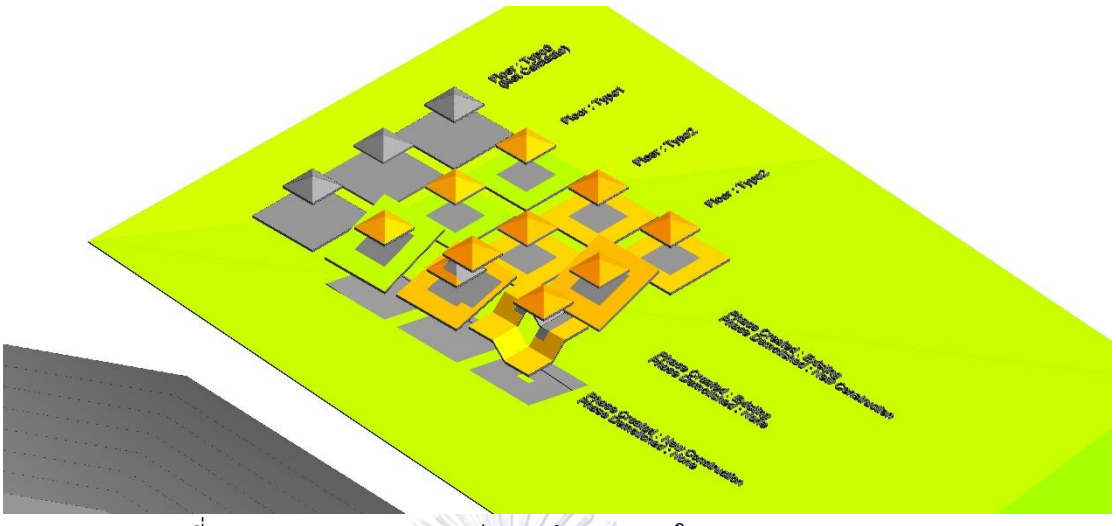
ภาพที่ 3. 43 ที่แสดงผลสำหรับค่าพื้นที่ผิว และค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

จากการศึกษาในส่วนของการแสดงผลในแบบจำลอง Revit พบว่า Model Display Style ที่มีค่าสีตรงกับค่าการคำนวณมากที่สุดคือ Hidden Line แต่การแสดงผลรูปแบบนี้จะมีข้อเสียคือการแสดงผลของเส้นขอบของ Element จะปรากฏไม่ชัด เนื่องจากการใช้ Node ที่มีชื่อว่า Element.OverrideColorInView ในการใส่สีให้กับแบบจำลอง จะทำให้สีของเส้นขอบและสีของพื้นผิวกลายเป็นสีเดียวกัน ดังนั้นหากต้องการแสดงให้เห็นเส้นขอบควรเป็นใช้งาน Model Display Style ในรูปแบบ Shaded หรือการเปิดค่า Transparency แต่จะแสดงผลค่าสีที่ไม่ตรงตามจริง

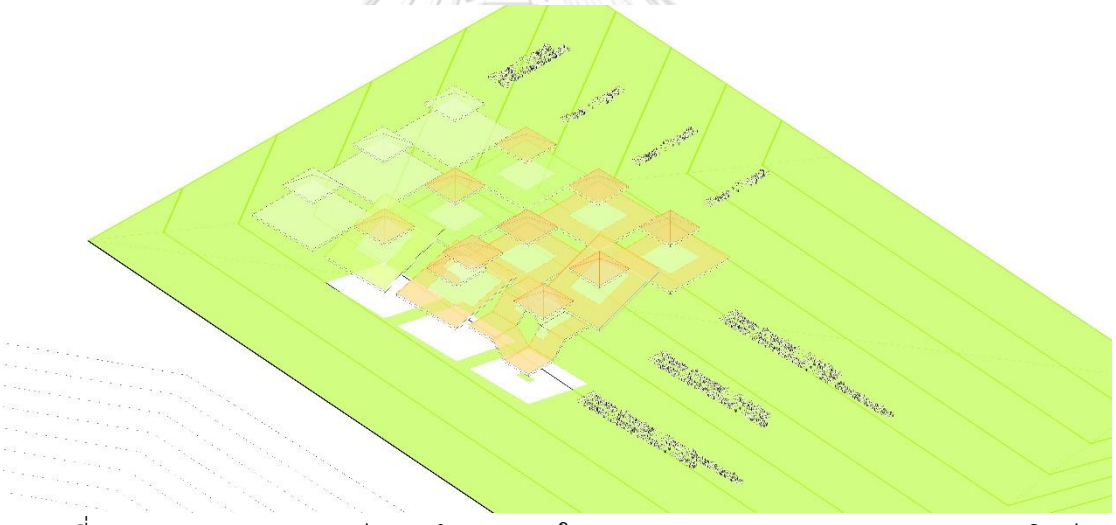
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3. 44 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Revit รูปแบบ Hidden line



ภาพที่ 3. 45 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Revit รูปแบบ Shaded

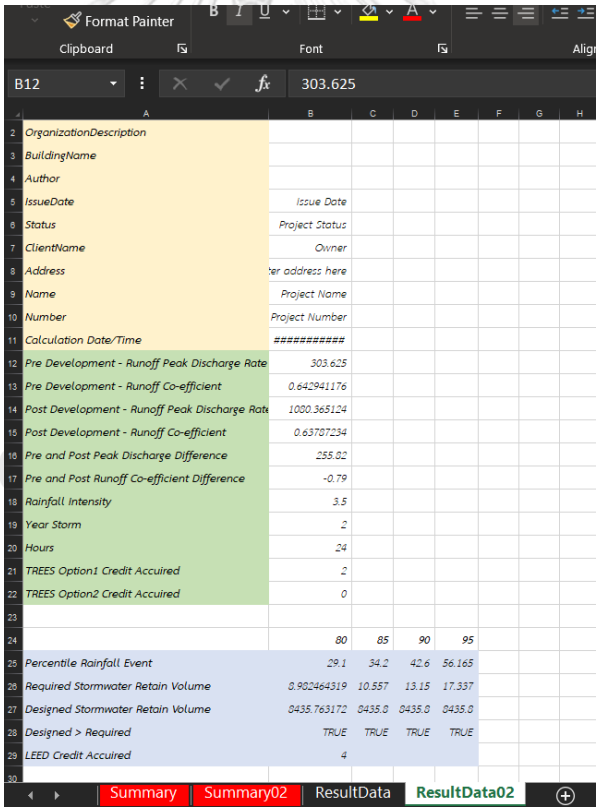


ภาพที่ 3. 46 การแสดงผลของค่าการคำนวณภายใน Revit รูปแบบ Hidden Line และการเปิดค่า Transparency

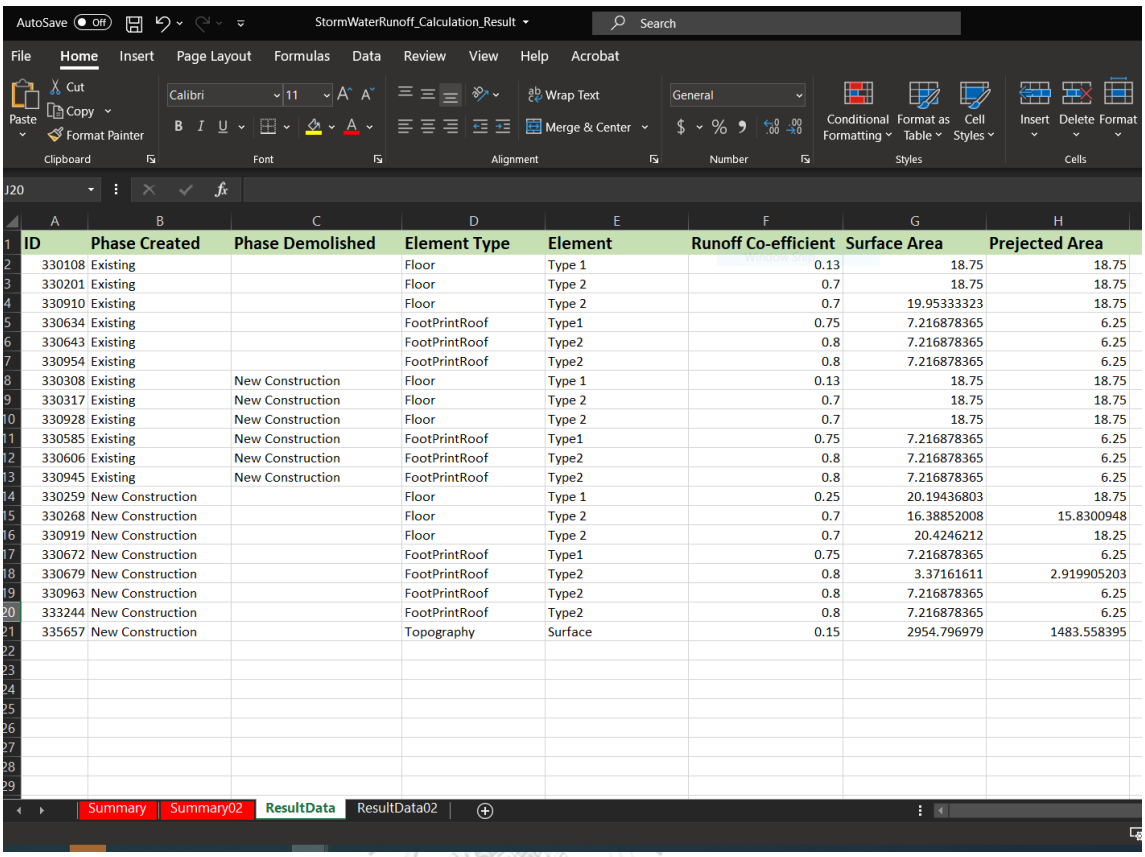
3.3.6 การพัฒนาตาราง Microsoft Excel เพื่อแสดงผลการคำนวณ

ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากโดยใช้เครื่องมือเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นมา ได้มีการแสดงผลการคำนวณผ่านตารางโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ผู้ใช้งานทำความเข้าใจ และนำผลที่ได้จากการคำนวณมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง ให้สามารถผ่านเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวได้ ในส่วนของตารางที่ได้พัฒนาขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

3. ส่วนรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นส่วนที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้มาจากการคำนวณผ่านโปรแกรม Dynamo และข้อมูลจากแบบจำลองโปรแกรม Revit ที่ใช้ในการคำนวณ
4. ส่วนสรุปข้อมูล เป็นส่วนที่นำข้อมูลจากส่วนรวบรวมข้อมูลมาสรุป และจัดทำเป็นแผนภูมิเพื่อให้ผู้ใช้งานทำความเข้าใจได้ง่าย



ภาพที่ 3. 47 ส่วนรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการคำนวณจากโปรแกรม Dynamo ภายใน Microsoft Excel



ID	Phase Created	Phase Demolished	Element Type	Element	Runoff Co-efficient	Surface Area	Projected Area
330108	Existing		Floor	Type 1	0.13	18.75	18.75
330201	Existing		Floor	Type 2	0.7	18.75	18.75
330910	Existing		Floor	Type 2	0.7	19.95333323	18.75
330634	Existing		FootPrintRoof	Type1	0.75	7.216878365	6.25
330643	Existing		FootPrintRoof	Type2	0.8	7.216878365	6.25
330954	Existing		FootPrintRoof	Type2	0.8	7.216878365	6.25
330308	Existing	New Construction	Floor	Type 1	0.13	18.75	18.75
330317	Existing	New Construction	Floor	Type 2	0.7	18.75	18.75
330928	Existing	New Construction	Floor	Type 2	0.7	18.75	18.75
330585	Existing	New Construction	FootPrintRoof	Type1	0.75	7.216878365	6.25
330606	Existing	New Construction	FootPrintRoof	Type2	0.8	7.216878365	6.25
330945	Existing	New Construction	FootPrintRoof	Type2	0.8	7.216878365	6.25
330259	New Construction		Floor	Type 1	0.25	20.19436803	18.75
330268	New Construction		Floor	Type 2	0.7	16.38852008	15.8300948
330919	New Construction		Floor	Type 2	0.7	20.4246212	18.25
330672	New Construction		FootPrintRoof	Type1	0.75	7.216878365	6.25
330679	New Construction		FootPrintRoof	Type2	0.8	3.37161611	2.919905203
330963	New Construction		FootPrintRoof	Type2	0.8	7.216878365	6.25
333244	New Construction		FootPrintRoof	Type2	0.8	7.216878365	6.25
335657	New Construction		Topography	Surface	0.15	2954.796979	1483.558395

ภาพที่ 3. 48 ส่วนรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจากแบบจำลองโปรแกรม Revit ภายใน Microsoft Excel

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Storm Water Runoff Calculation Summary Report 4/8/2020 15:28

Project Information

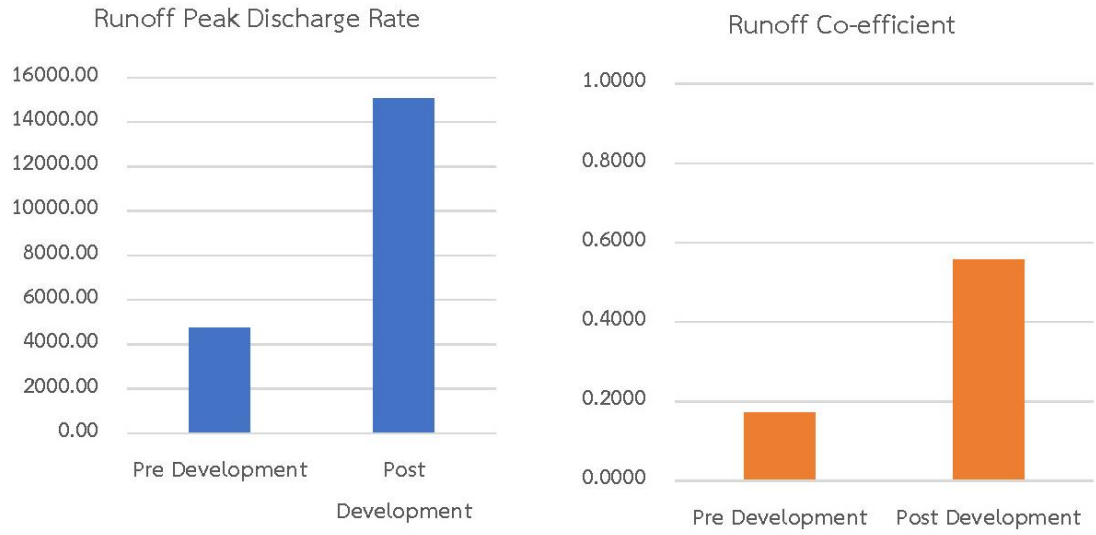
Project Name	Project Name
Project Number	Project Number
Project Stutus	Project Status
Client Name	Owner
Address	Enter address here

Calculation Information

Rainfall Intensity	3.5
Year Storm	2
Hours	24

Summary Result

	Pre Development	Post Development	Post Compare to Pre
Runoff Peak Discharge Rate (m^3/hr)	4765.06	15046.30	215.76 %
Area Weighted Average Runoff Co-efficient	0.1700	0.5550	226.49 %
Calculation Area (m^2)	8008.4975	7745.2775	

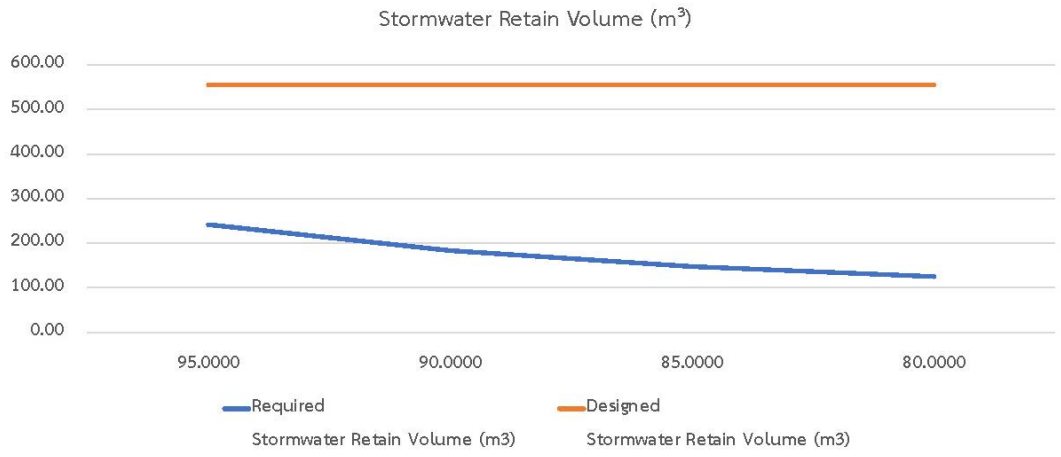


ภาพที่ 3. 49 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel

Storm Water Runoff Calculation Summary Report 02 4/8/2020 15:28

Stormwater Runoff Volume

Percentile	Percentile Rainfall Event	Required Stormwater Retain Volume (m^3)	Designed Stormwater Retain Volume (m^3)
95	56.17	241.45	555.60
90	42.60	183.14	555.60
85	34.20	147.02	555.60
80	29.10	125.10	555.60



LEED Credit Accuired	4	of 4
TREES Option 1 Credit Accuire(	3	of 4
TREES Option 2 Credit Accuire(	0	of 4

Design Guideline

Design the project that has infiltration surface. Select landscape materials such as grass blocks (which has grass area 50% of the surface area), floor planks with space between the planks, or flooring materials which have gap or hole and water can leak through the ground. Use retention pond which can be natural type or man-made type.

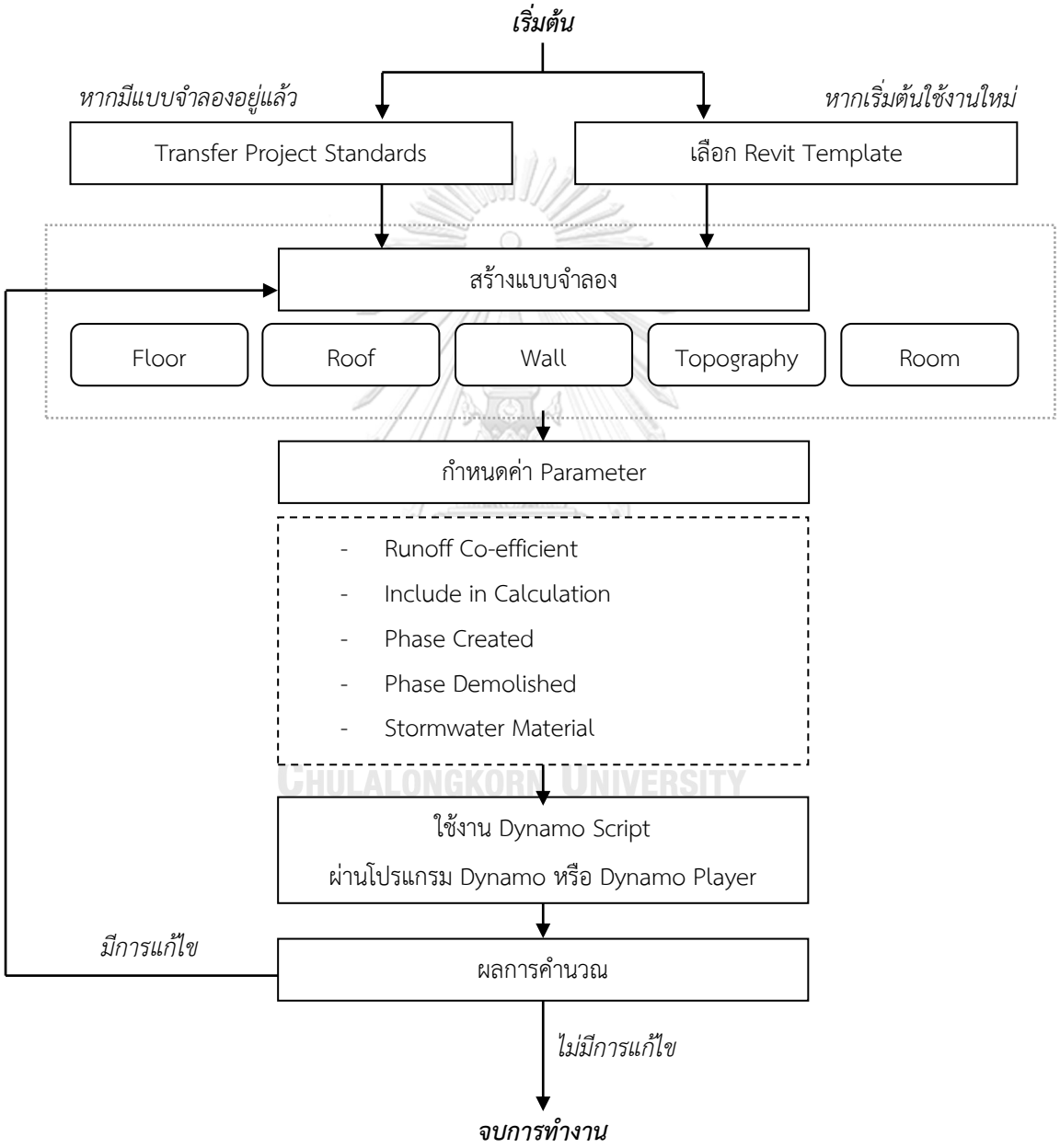
Thai Green Building Institute. (2017). Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for New Construction and Major Renovation and Core and Shell Building.

Construction Cost THB

ภาพที่ 3. 50 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel

3.3.7 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ

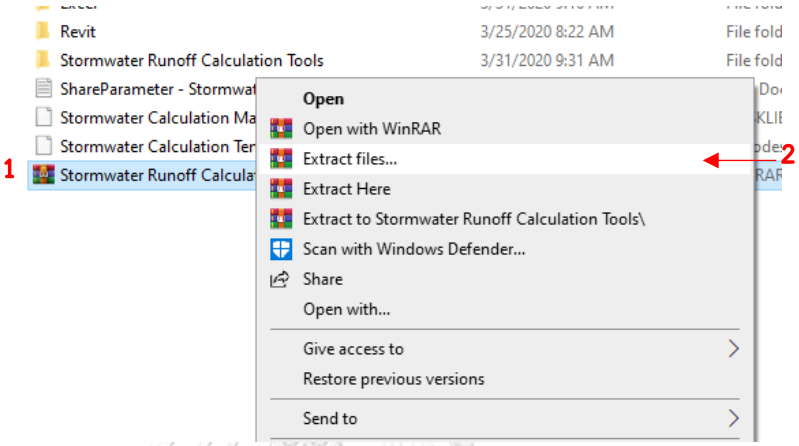
สำหรับการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ได้มีการออกแบบขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานให้สามารถใช้งานได้สะดวก และประหยัดการทำงานมากที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้



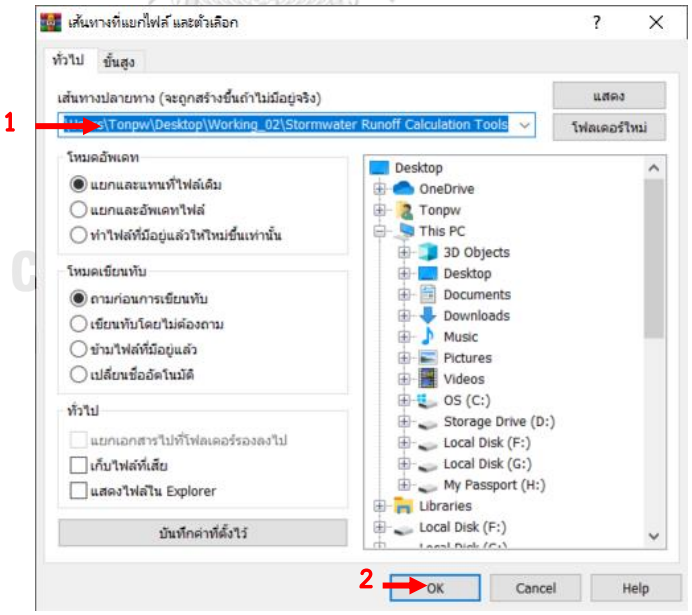
ภาพที่ 3. 51 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ

3.3.7.1 ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือ

ขั้นตอนแรกสำหรับการติดตั้งเครื่องมือ คือ การแตกไฟล์ที่ทางผู้วิจัยทำการบีบอัดไว้โดยใช้โปรแกรม Winrar หรือ Winzip ซึ่งสามารถทำได้โดย คลิกขวาที่ไฟล์แล้วเลือกที่ Extract Files (ภาพที่ 3. 52) จากนั้น เลือกตำแหน่งของโฟลเดอร์ที่ต้องการแตกไฟล์ และกด OK เพื่อยืนยัน เป็นอันเสร็จสิ้นการแตกไฟล์ (ภาพที่ 3. 53)

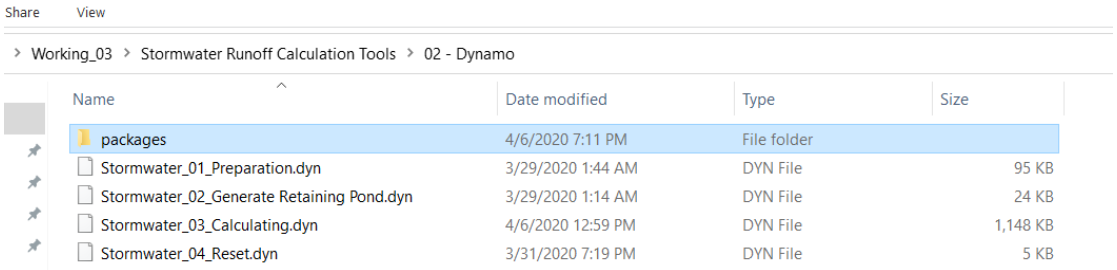


ภาพที่ 3. 52 การแตกไฟล์โดยใช้ Winrar

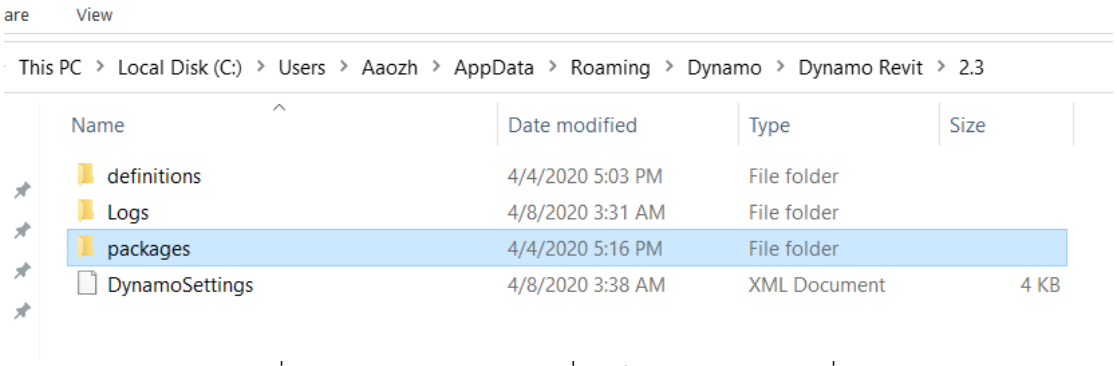


ภาพที่ 3. 53 การแตกไฟล์โดยใช้ Winrar

หลังจากการแตกไฟล์ ขั้นตอนต่อไปคือการคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งาน Dynamo Script โดยให้เข้าไปที่ ...\Stormwater Runoff Calculation Tools\02 - Dynamo และทำการคัดลอกโฟลเดอร์ที่ชื่อว่า packages (ภาพที่ 3. 54) และทำการนำไปไว้ที่โฟลเดอร์ C:\Users\[username]\AppData\Roaming\Dynamo\Dynamo Revit\2.xx เป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้งเครื่องมือ (ภาพที่ 3. 55)



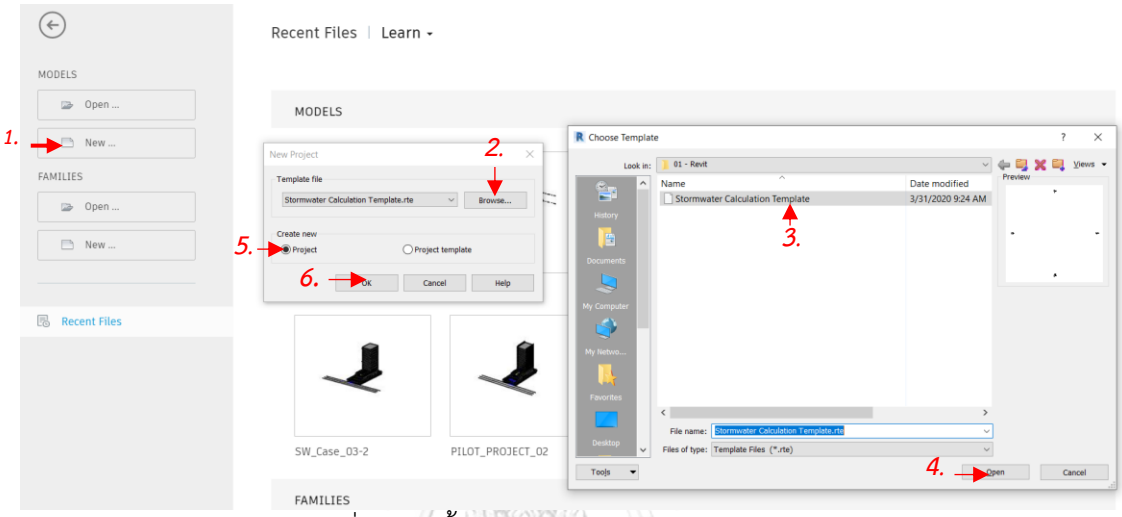
ภาพที่ 3. 54 การคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานเครื่องมือ



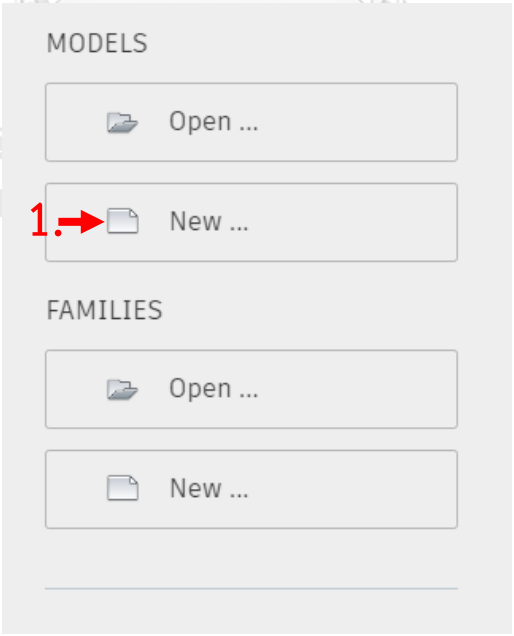
ภาพที่ 3. 55 การคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานเครื่องมือ

3.3.7.2 ขั้นตอนภายในโปรแกรม Revit

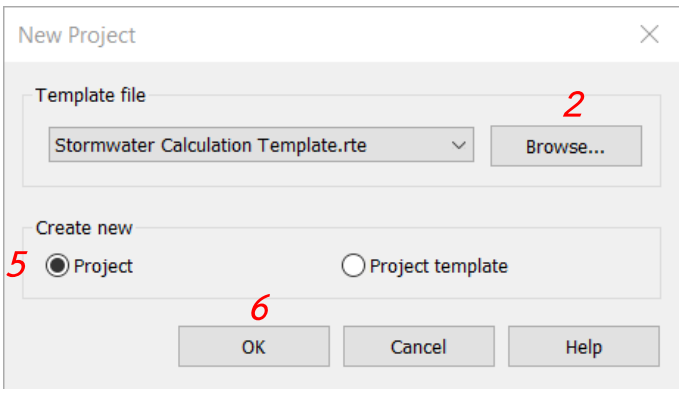
ขั้นตอนแรกสำหรับการใช้งานเครื่องมือในกรณีที่เริ่มต้นสร้างแบบจำลองใหม่ คือ การเลือกใช้งาน Revit Template ที่ทางผู้วิจัยได้มีการจัดเตรียมไว้ โดยการสร้าง Project ใหม่ และทำการเลือกไฟล์ Template โดยเข้าไปที่ ...\ Stormwater Runoff Calculation Tools \ 01 – Revit \ Stormwater Calculation Template.rte (ภาพที่ 3. 56)



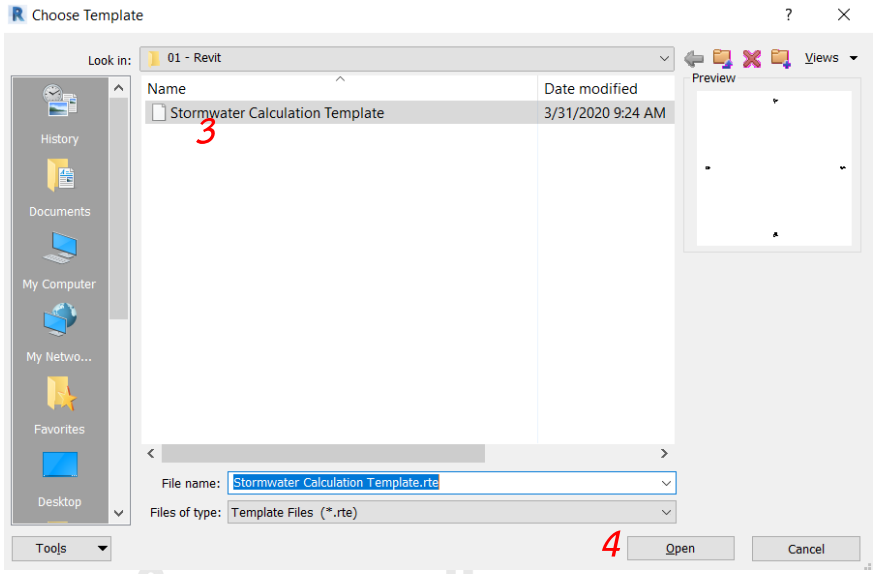
ภาพที่ 3. 56 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template



ภาพที่ 3. 57 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template - การสร้าง Project ใหม่



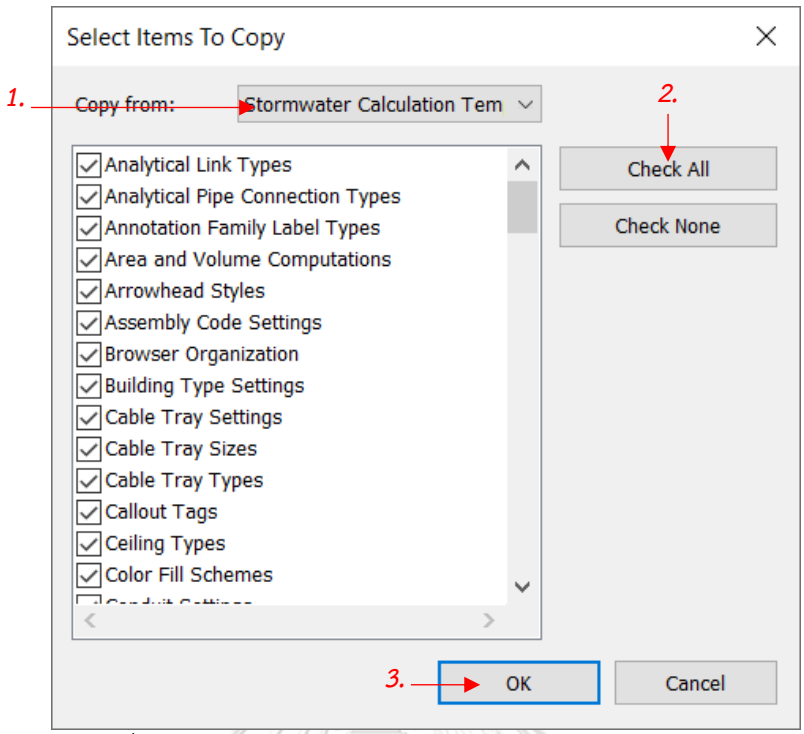
ภาพที่ 3. 58 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template - การสร้าง Project ใหม่



CHULALONGKORN UNIVERSITY

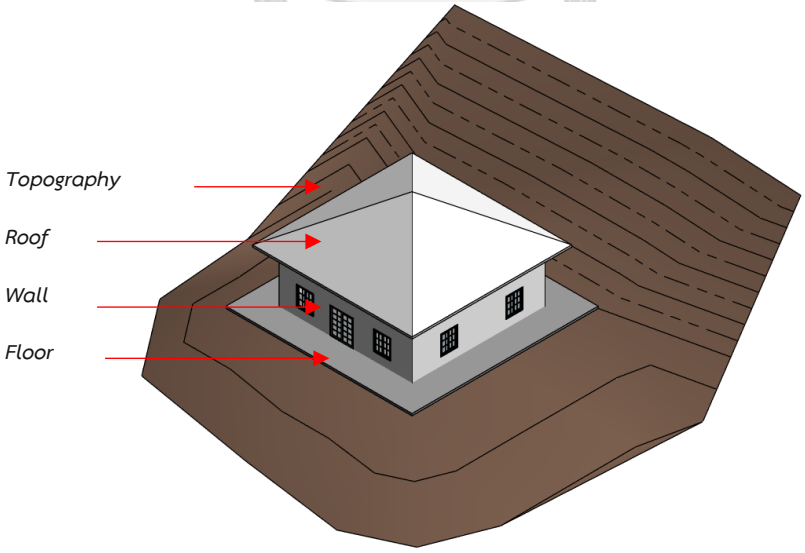
ภาพที่ 3. 59 ขั้นตอนการเลือกใช้ Revit Template - การเลือกไฟล์ Template

ในกรณีที่มีแบบจำลองที่สร้างไว้แล้ว ให้ทำการ Transfer Project Staผndards จาก Template ที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ โดยการเปิดไฟล์แบบจำลองที่สร้างไว้แล้ว พร้อมกับไฟล์ ...\ Stormwater Runoff Calculation Tools\ 01 – Revit \Stormwater Calculation Template.rvt โดยทำการเปิดหน้าต่างของแบบจำลองที่สร้างไว้แล้วทิ้งไว้ จากนั้นเข้าไปที่ Manage -> Settings -> Transfer Project Standards จากนั้นทำการเลือก Project ที่ต้องการโอนถ่ายข้อมูล ในกรณีนี้หมายถึง Stormwater Calculation Template จากนั้นทำการเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการโอนถ่าย และกด OK เพื่อเป็นการโอนถ่ายข้อมูล (ภาพที่ 3. 60)



ภาพที่ 3. 60 การ Transfer Project Standard จาก Template

ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง ซึ่งองค์ประกอบที่สามารถนำไปคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากต่อ ได้แก่ Floor, Roof, Wall และ Topography

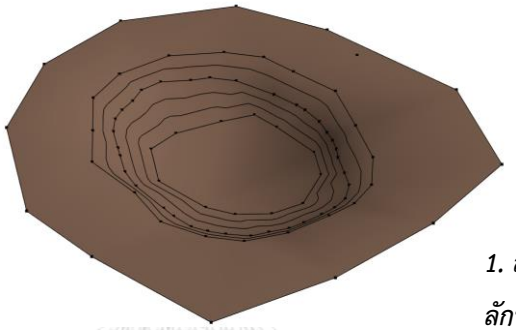


ภาพที่ 3. 61 องค์ประกอบภายในแบบจำลอง Revit ที่สามารถนำไปคำนวณในเครื่องมือได้

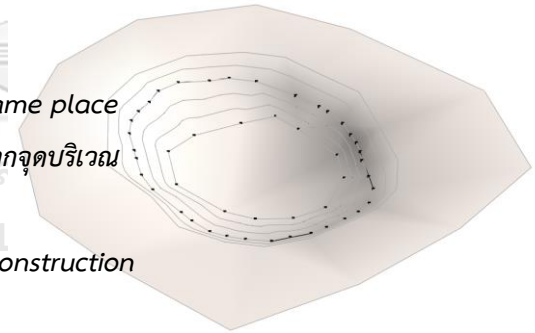
ในส่วนของการสร้างแบบจำลองบ่อหน่วงน้ำ มีวิธีการสร้าง 2 วิธี โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างบ่อหน่วงน้ำโดยใช้ Topography

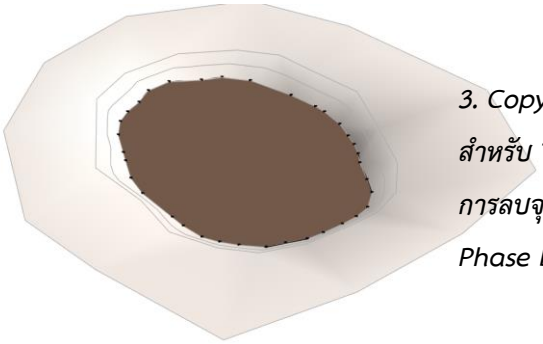
สามารถทำได้โดยสร้าง Topography ที่มีลักษณะเป็นแอ่งน้ำเพื่อรองรับน้ำ พร้อมสร้างจุดรอบบริเวณขอบบ่อ จากนั้นทำการ Copy และ Paste Aligned to Same Place และทำการลบจุดอื่นภายนอกบ่อหน่วงน้ำ พร้อมเปลี่ยนค่า Parameter ที่ชื่อว่า Phase Demolished ให้กลายเป็น New Construction จากนั้นทำการ Copy และ Paste Aligned to Same Place สำหรับ Topography ที่สร้างขึ้นมาใหม่ แล้วทำการลบจุดที่อยู่ภายในบ่อ และปรับ Phase Demolished ให้กลายเป็น None เป็นอันเสร็จสิ้นการสร้าง (ภาพที่ 3. 62) โดยสามารถดูค่าปริมาตรของบ่อหน่วงน้ำได้ที่ Parameter ที่มีชื่อว่า Fill (ภาพที่ 3. 63)



1. สร้าง Topography ลักษณะแอ่งน้ำ

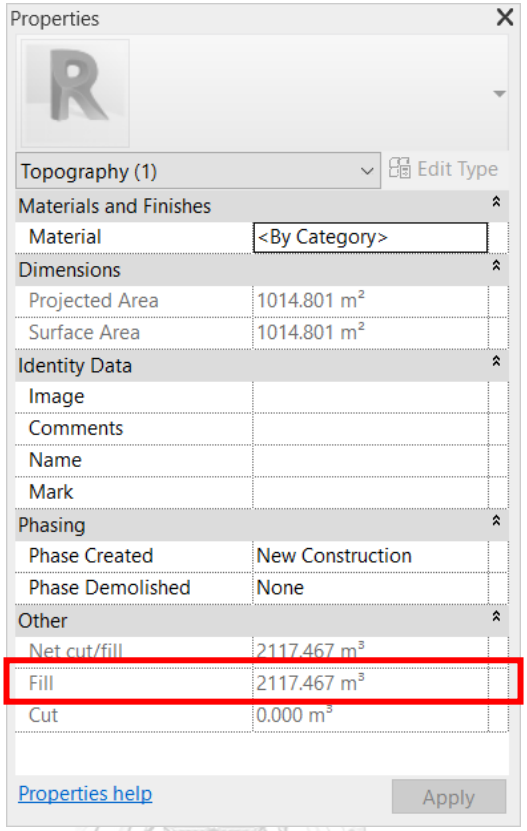


2. Copy/Paste aligned to same place และทำการลบจุดอื่นนอกเหนือจากจุดบริเวณขอบบ่อหน่วงน้ำ
Phase Demolished = New construction



3. Copy/Paste aligned to same place สำหรับ Topography ที่สร้างขึ้นมาใหม่ แล้วทำการลบจุดที่อยู่ภายในบ่อ
Phase Demolished = None

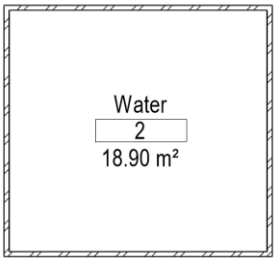
ภาพที่ 3. 62 การสร้างบ่อหน่วงน้ำด้วย Topography



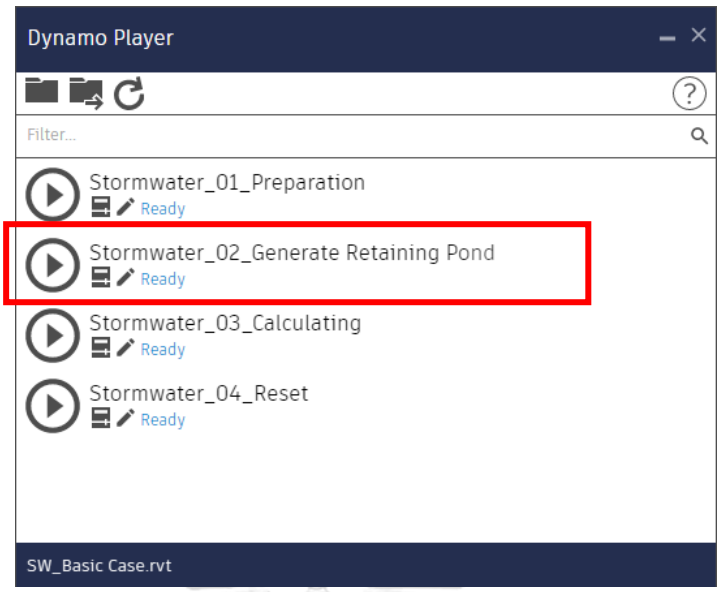
ภาพที่ 3. 63 การตรวจสอบค่าปริมาตรบ่อหน่วงน้ำ โดยใช้ Topography

2. การสร้างบ่อหน่วงน้ำโดยใช้ Room และ Dynamo Script

วิธีนี้เหมาะสำหรับบ่อหน่วงน้ำที่ถูกสร้างขึ้นโดยการหล่อคอนกรีต หรือบ่อหน่วงน้ำแบบสำเร็จรูป โดยวิธีการสร้างสามารถทำได้โดยการสร้าง Room พร้อมตั้งชื่อว่า Water จากนั้นทำการเปิดใช้งาน Dynamo Script ที่มีชื่อว่า Stormwater_02_Generate Retaining Pond.dyn (ภาพที่ 3. 65) เพื่อทำการสร้างบ่อหน่วงน้ำ

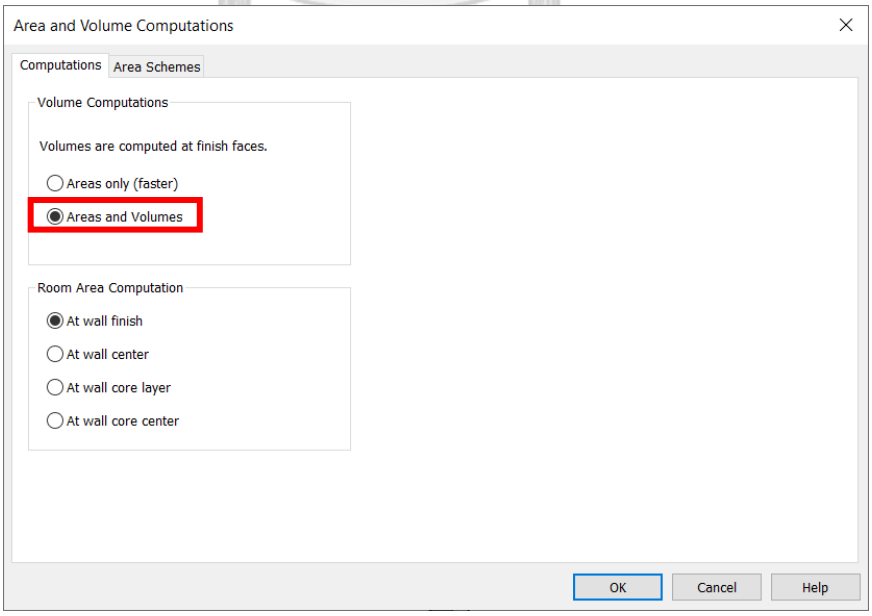


ภาพที่ 3. 64 การสร้างบ่อหน่วงน้ำโดยใช้ Room และ Dynamo Script



ภาพที่ 3. 65 การใช้งาน Dynamo Player เพื่อการสร้างบ่อหน่วงน้ำ

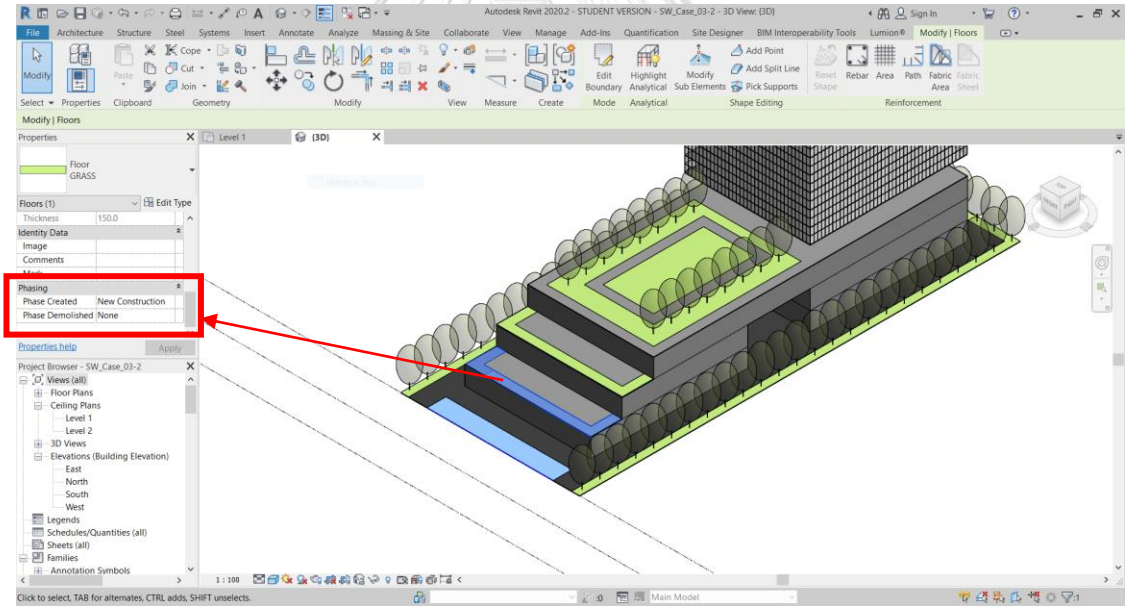
ข้อที่ต้องคำนึงในการสร้างบ่อหน่วงน้ำโดยใช้ Room และ Dynamo Script คือ หากบ่อหน่วงน้ำที่ต้องการสร้างมีรูปทรงที่ไม่ใช้ทรงลูกบาศก์ จะต้องทำการตั้งค่าเพิ่มเติมโดยเข้าไปที่ Architecture -> Room & Area -> Area and Volume Computations และทำการตั้งค่า Volumes are computed at finish faces ให้กลายเป็น Area and Volumes (ภาพที่ 3. 66)



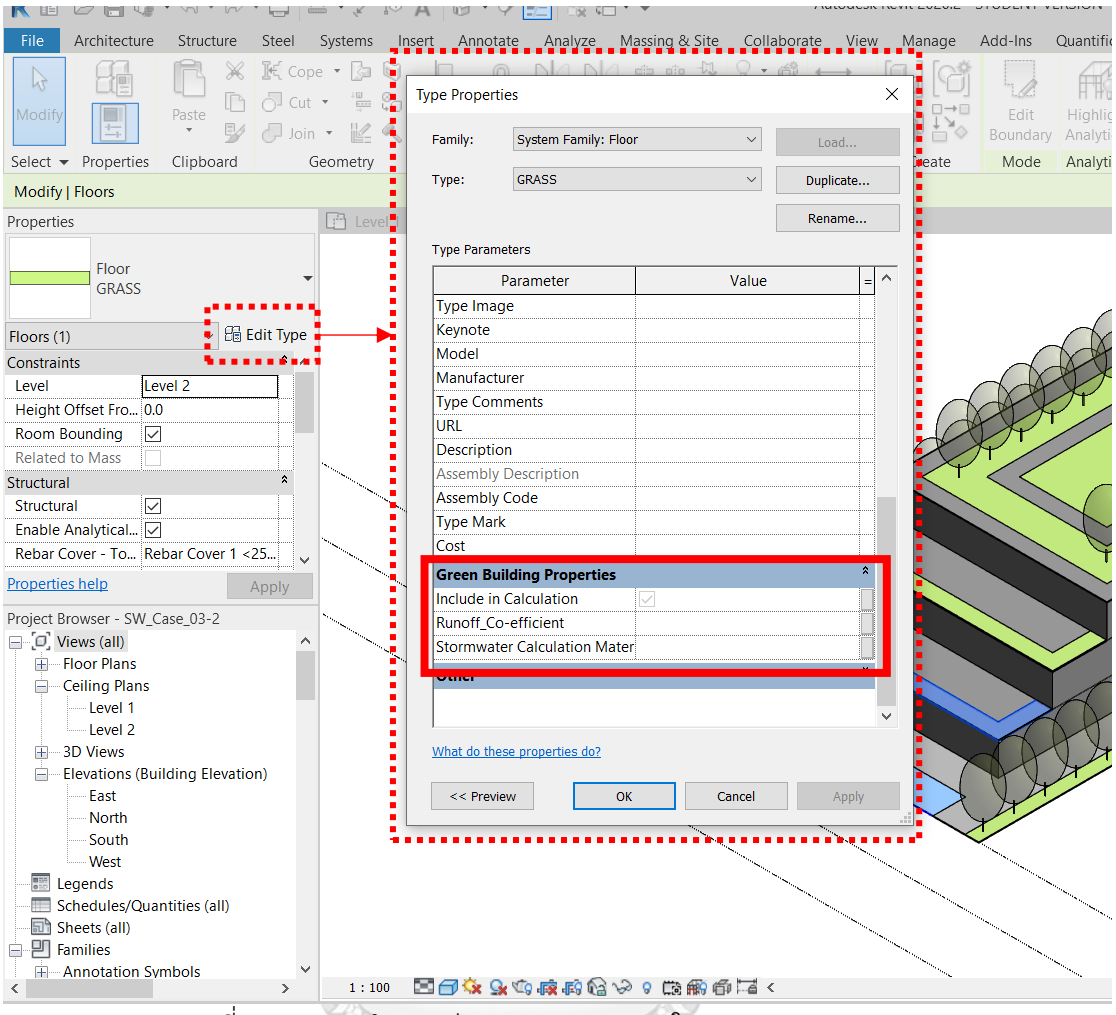
ภาพที่ 3. 66 การตั้งค่าสำหรับการสร้างบ่อหน่วงน้ำโดยใช้ Room และ Dynamo script

เมื่อทำการสร้างแบบจำลองเสร็จสิ้น ขั้นตอนถัดไปคือการกำหนดค่า Parameter ของแบบจำลอง อันเป็นการใส่ข้อมูลเข้าไปในตัวแบบจำลอง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการคำนวณต่อภายในโปรแกรม Dynamo ได้ โดยกำหนดค่า Parameter ดังต่อไปนี้

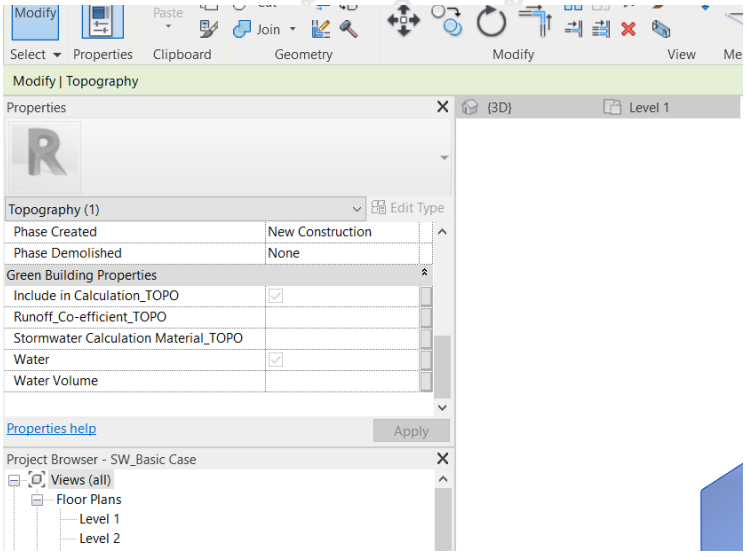
1. Phase Created หมายถึง ช่วงเวลาที่ถูกสร้าง
2. Phase Demolished หมายถึง ช่วงเวลาที่ถูกรื้อถอน
3. Runoff Co-efficient หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (หากไม่รู้ค่า ให้กำหนดค่า Stormwater Material แทน)
4. Stormwater Material หมายถึง ชนิดของพื้นผิว หรือลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่
5. Include in Calculation หมายถึง การตั้งค่าว่าองค์ประกอบชิ้นนั้นจะรวมอยู่ในการคำนวณหรือไม่
6. Water หมายถึง การตั้งค่าเพื่อระบุองค์ประกอบที่เป็นบ่อหน่วงน้ำ



ภาพที่ 3. 67 การกำหนดค่า Parameter Phasing



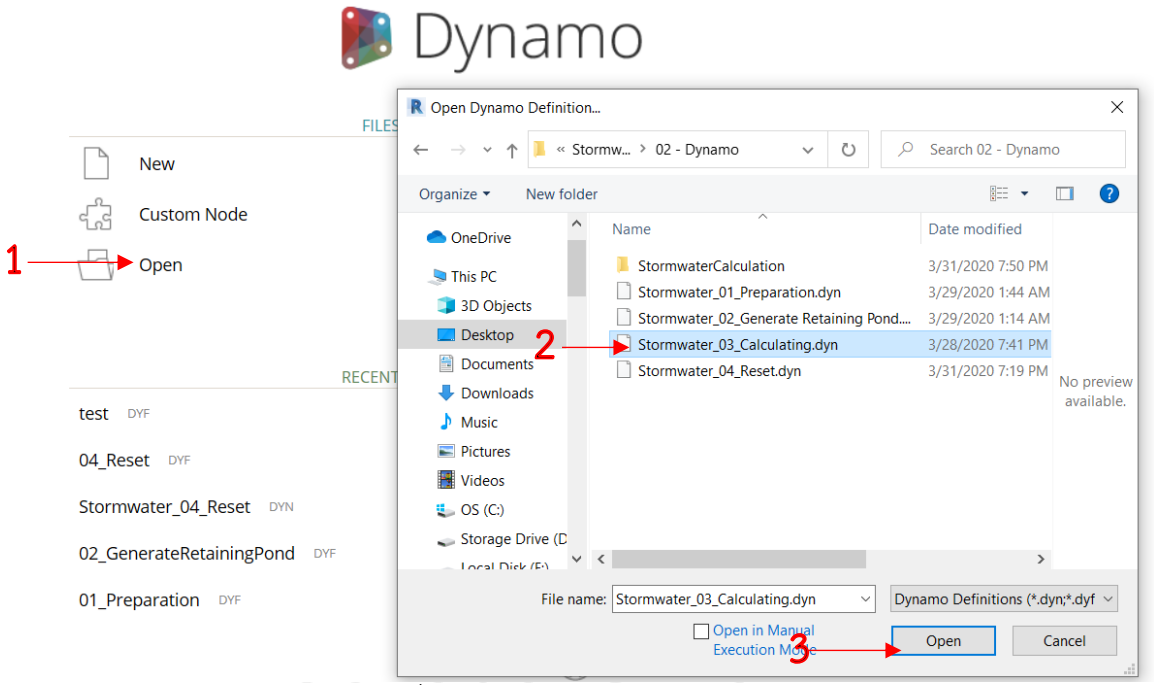
ภาพที่ 3. 68 การกำหนดค่า Parameter ภายใน Type ของ Element



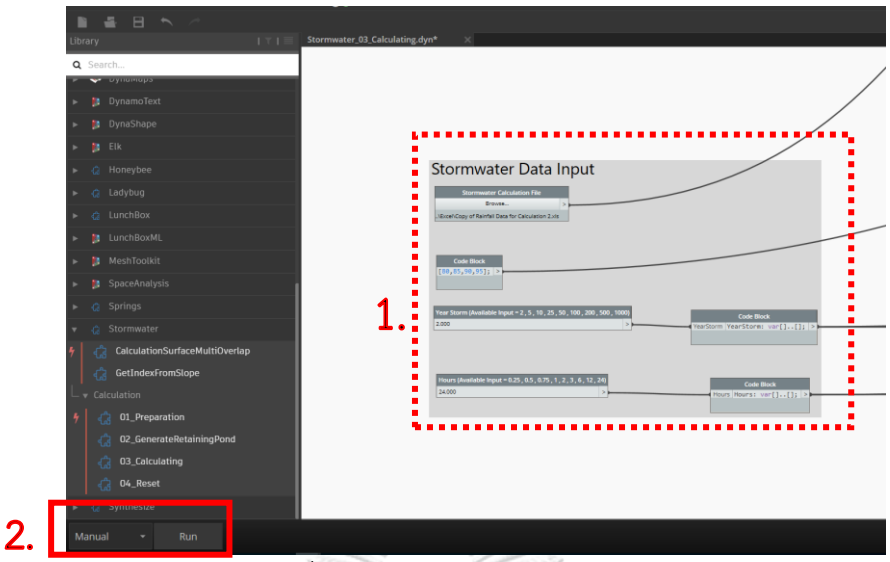
ภาพที่ 3. 69 การกำหนดค่า Parameter ที่เป็น Instance

3.3.7.3 ขั้นตอนภายในโปรแกรม Dynamo

การใช้งาน Dynamo สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ Manage -> Visual Programming -> Dynamo จากนั้นทำการเปิดไฟล์ Dynamo script ที่ทางผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ ได้แก่ 03_Calculation.dyn ภายในโฟลเดอร์ ... \ Stormwater Runoff Calculation Tools \ 02 – Dynamo (ภาพที่ 3. 70) เมื่อเปิดไฟล์ขึ้นมาจะพบกับ Script ที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ โดยให้ทำการเปลี่ยนค่า Input ต่าง ๆ เช่น ตำแหน่งของไฟล์ฐานข้อมูล หรือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน หลังจากนั้นให้ทำการเปิดการใช้งานโดยกดปุ่ม Run เป็นอันเสร็จสิ้นการใช้งาน

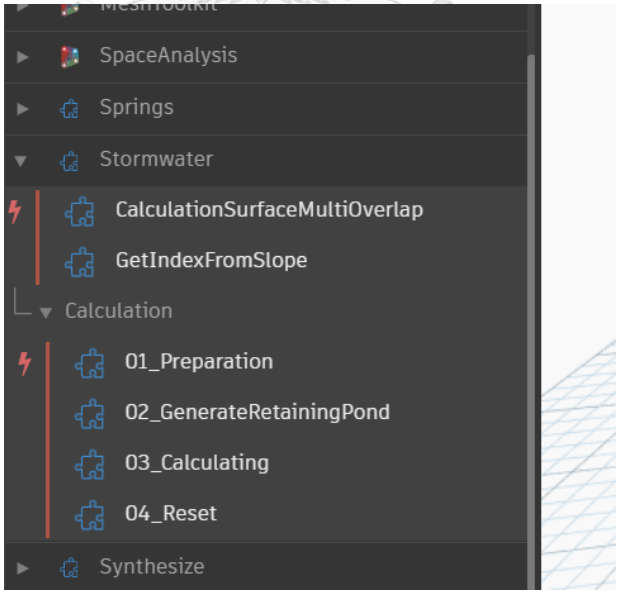


ภาพที่ 3. 70 การเปิดไฟล์ Dynamo Script

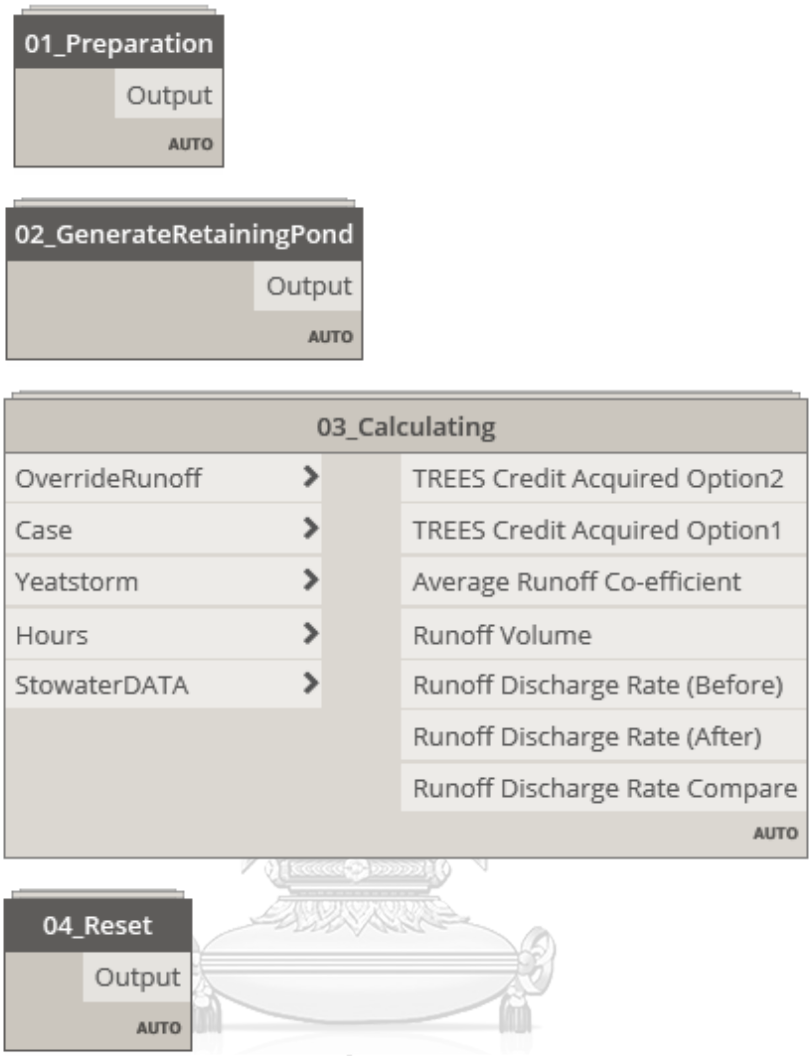


ภาพที่ 3. 71 การใช้งาน Dynamo Script

อีกวิธีในการใช้งาน Dynamo คือการใช้ Custom node ที่อยู่ภายใน Packages ที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ (ภาพที่ 3. 72) ซึ่งวิธีใช้จะเหมือนกับการใช้งาน Node ปกติ คือการเลือก Node มาวางต่อกัน และทำการกด Run เพื่อเปิดการใช้งานของ Dynamo Script (ภาพที่ 3. 73)



ภาพที่ 3. 72 การใช้ Custom Node ที่อยู่ภายใน Packages ที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้



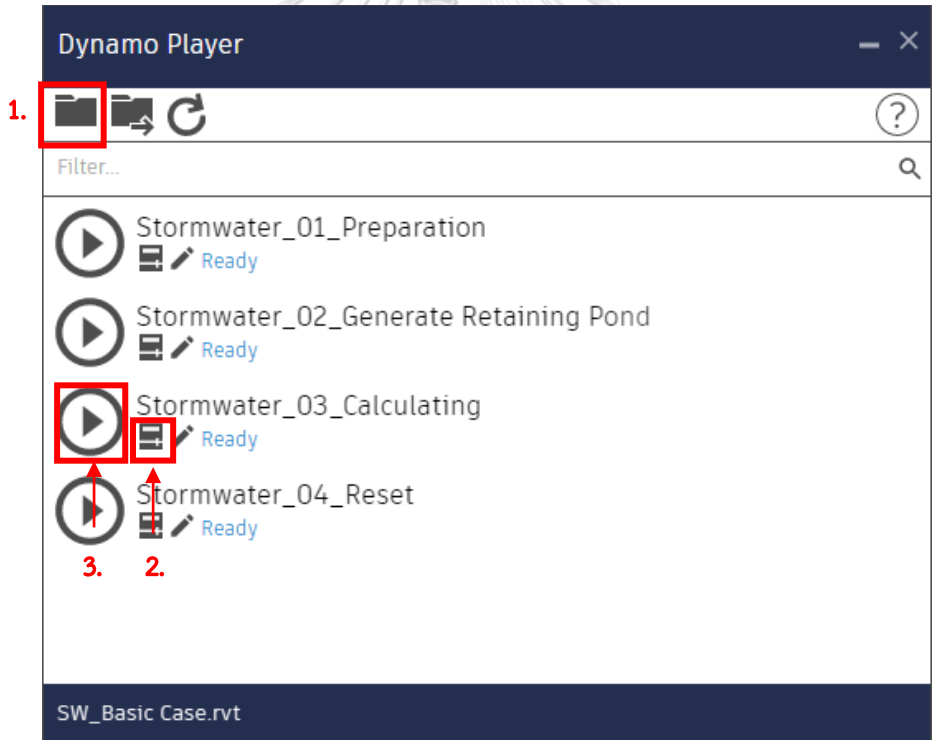
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3. 73 ตัวอย่าง Custom Node ที่อยู่ภายใน Packages

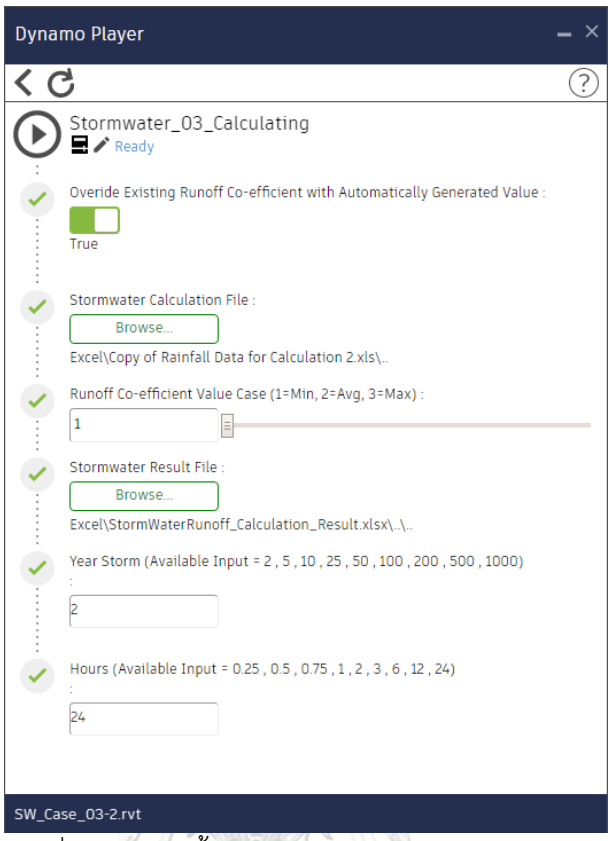
3.3.7.3.1 ขั้นตอนการใช้งาน Dynamo Player

การใช้งาน Dynamo Player สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ Manage -> Visual Programming -> Dynamo Player เพื่อเปิดการใช้งาน โดยขั้นตอนแรกให้ทำการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของไฟล์โปรแกรม Dynamo ก่อนโดยเข้าไปที่เครื่องหมาย จากนั้นทำการเลือกตำแหน่งที่ตั้งไฟล์ โดยไฟล์ที่ทางผู้วิจัยได้จัดทำไว้จะอยู่ภายในโฟลเดอร์ ... \ Stormwater Runoff Calculation Tools \ 02 – Dynamo

เมื่อกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของไฟล์แล้วจะปรากฏตามภาพที่ 3. 74 ซึ่งจะสามารถใช้งาน Dynamo Script ได้โดยการกดเครื่องหมาย หรือถ้าหากต้องการตั้งค่า Input ใหม่ให้เข้าไปที่ จากนั้นทำการแก้ไข Input ใหม่ก่อนเปิดใช้งาน (ภาพที่ 3. 75)



ภาพที่ 3. 74 การใช้งาน Dynamo Player



ภาพที่ 3. 75 การตั้งค่า Input ภายใน Dynamo Player

ในการใช้งานไฟล์ Dynamo script ภายใน Dynamo Player จำเป็นต้องมีความเข้าใจในความหมายของ Input ต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3. 9 ความหมายของค่า Input ภายในไฟล์ Dynamo Script

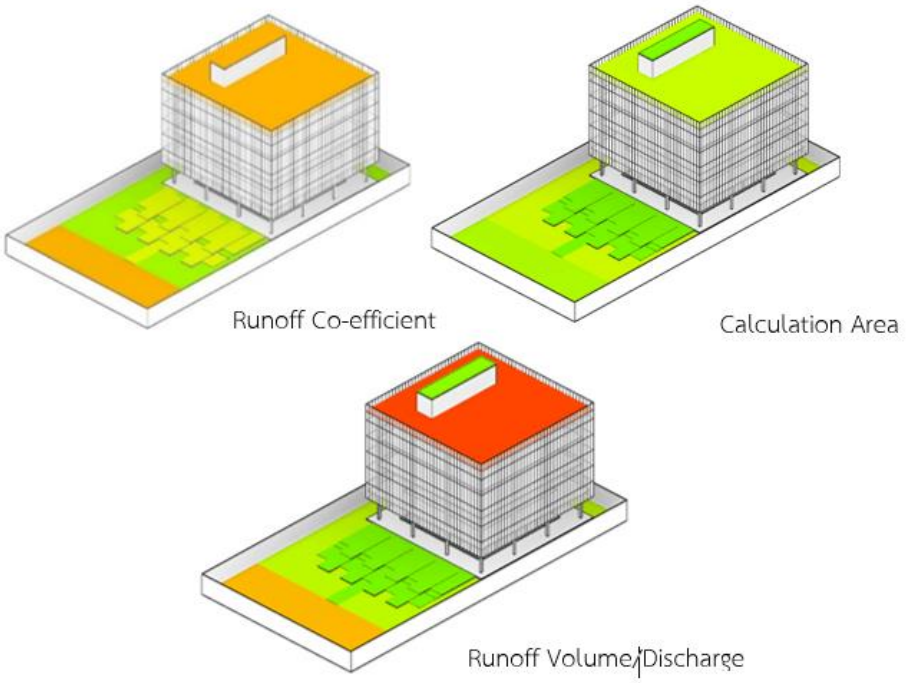
Input	คำอธิบาย
Override Existing Runoff Co-efficient with Automatically Generated Value	หากเปิดใช้งานจะเป็นการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินจากค่า Parameter ที่ชื่อว่า Stormwater Material
Stormwater Calculation File	ตำแหน่งไฟล์ฐานข้อมูล
Runoff Co-efficient Value Case	กำหนดว่าค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินที่เลือกใช้เป็นค่า Max, Min หรือ Avg
Stormwater Result File	ตำแหน่งไฟล์ผลการคำนวณ
Year Storm	คาบปี (ค่าความเข้มฝน)
Hours	คาบเวลา (ค่าความเข้มฝน)

3.3.7.4 การแสดงผลการคำนวณ

การแสดงผลการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จะแสดงผลโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงผลภายในโปรแกรม Revit และส่วนแสดงผลภายในโปรแกรม Microsoft Excel

3.3.7.4.1 ส่วนแสดงผลภายในโปรแกรม Revit

ในส่วนของการแสดงผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง Revit ได้ทำการแสดงผลค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ซึ่งได้มีการกำหนดช่วงของสีโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินตั้งแต่ 0.00 – 1.00 และมีค่าสีตั้งแต่ สีเขียว - สีแดง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินไล่ตั้งแต่ต่ำไปสูง โดยในส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินต่ำหมายความว่าน้ำฝนสามารถไหลผ่านพื้นผิวนั้นได้ช้า ส่งผลให้เกิดการหน่วงของน้ำเพื่อชะลอการระบายน้ำภายนอกโครงการ และในส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินสูงหมายความว่าน้ำฝนสามารถไหลผ่านพื้นผิวนั้นได้เร็ว ส่งผลให้น้ำฝนไหลออกจากพื้นที่นั้นได้เร็ว แต่จะทำให้มีปริมาณน้ำฝนภายนอกโครงการมากขึ้น จนทำให้เกิดการระบายน้ำไม่ทัน



ภาพที่ 3. 76 การแสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินภายใน Revit รูปแบบ Hidden line

ภาพที่ 3. 77 สีที่แสดงผลสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน

3.3.7.4.1 ส่วนแสดงผลภายในโปรแกรม Microsoft Excel

ในส่วนของการแสดงผลผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ได้มีแสดงผลโดยสรุปข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลของโครงการ, ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ, การสรุปผลข้อมูลปริมาณน้ำฝนไหลหลาก, ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำฝน, การประเมินเกณฑ์อาคารเขียว และแนวทางการออกแบบเบื้องต้น

Storm Water Runoff Calculation Summary Report 4/8/2020 15:28

Project Information

Project Name	Project Name
Project Number	Project Number
Project Stutus	Project Status
Client Name	Owner
Address	Enter address here

Calculation Information

Rainfall Intensity	3.5
Year Storm	2
Hours	24

Summary Result

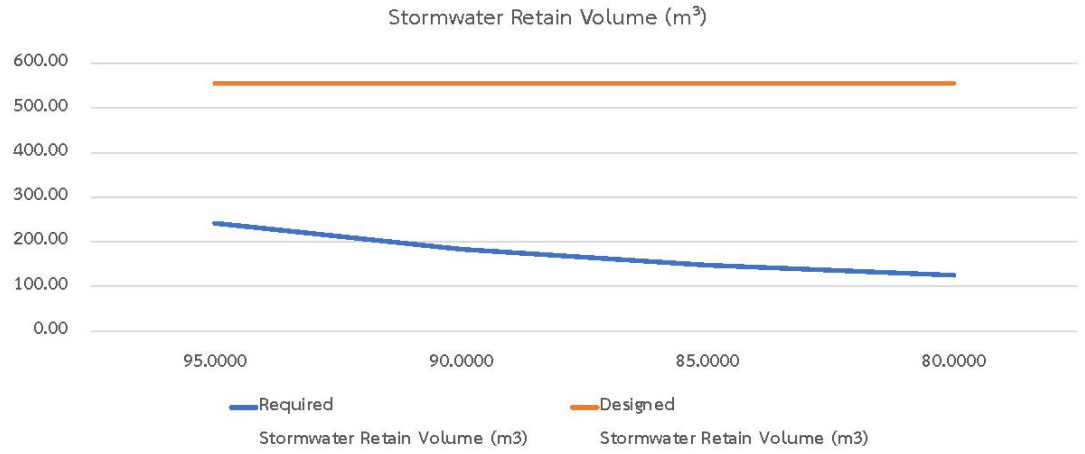
	Pre Development	Post Development	Post Compare to Pre
Runoff Peak Discharge Rate (m^3/hr)	4765.06	15046.30	215.76 %
Area Weighted Average Runoff Co-efficient	0.1700	0.5550	226.49 %
Calculation Area (m^2)	8008.4975	7745.2775	

ภาพที่ 3. 78 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel

Storm Water Runoff Calculation Summary Report 02 4/8/2020 15:28

Stormwater Runoff Volume

Percentile	Percentile Rainfall Event	Required Stormwater Retain Volume (m^3)	Designed Stormwater Retain Volume (m^3)
95	56.17	241.45	555.60
90	42.60	183.14	555.60
85	34.20	147.02	555.60
80	29.10	125.10	555.60



LEED Credit Accuired	4	of 4
TREES Option 1 Credit Accuirec	3	of 4
TREES Option 2 Credit Accuirec	0	of 4

Design Guideline

Design the project that has infiltration surface. Select landscape materials such as grass blocks (which has grass area 50% of the surface area), floor planks with space between the planks, or flooring materials which have gap or hole and water can leak through the ground. Use retention pond which can be natural type or man-made type.

Thai Green Building Institute. (2017). Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for New Construction and Major Renovation and Core and Shell Building.

Construction Cost THB

ภาพที่ 3. 79 ส่วนสรุปข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel

3.3.8 ปัญหาและข้อจำกัดของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น

ปัญหาที่พบในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก มีรายละเอียดดังนี้

1. โปรแกรมเสริม Dynamo มีการตอบสนองที่ช้า

เนื่องจากโปรแกรมเสริม Dynamo เป็นโปรแกรมการเขียนชุดคำสั่งแบบ Visual Programming ซึ่งเป็นการเขียนชุดคำสั่งด้วยภาพ ทำให้ข้อมูลภายในไฟล์ Dynamo จะประกอบด้วยข้อมูลชุดคำสั่ง และข้อมูลตำแหน่งของคำสั่งเพื่อแสดงผลเป็นภาพ ส่งผลให้เมื่อทำงานบนไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ที่มีจำนวนของชุดคำสั่ง (Node) ที่มาก จะทำให้โปรแกรมมีการตอบสนองที่ช้า รวมทั้งการประมวลผลในระหว่างการเปิดใช้งานก็จะช้าตามด้วย อีกทั้งยังส่งผลให้โปรแกรม Revit เกิดอาการค้าง และไม่สามารถแก้ไขจำลองได้ ทำให้กำหนดการการพัฒนาเครื่องมือไม่เป็นไปตามที่กำหนด และไม่สะดวกแก่การใช้งานของผู้ใช้งานอีกด้วย แนวทางการแก้ปัญหาคือการลดขนาดของไฟล์ลงโดยการลดจำนวณ Node ที่มีการทำงานซ้ำซ้อน และการแปลงชุดของ Node ที่มีการใช้ซ้ำหลายครั้งให้กลายเป็น Custom Node ซึ่งภายหลังจากที่ทราบพบข้อจำกัด ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ Dynamo มีการตอบสนองที่ดีขึ้น

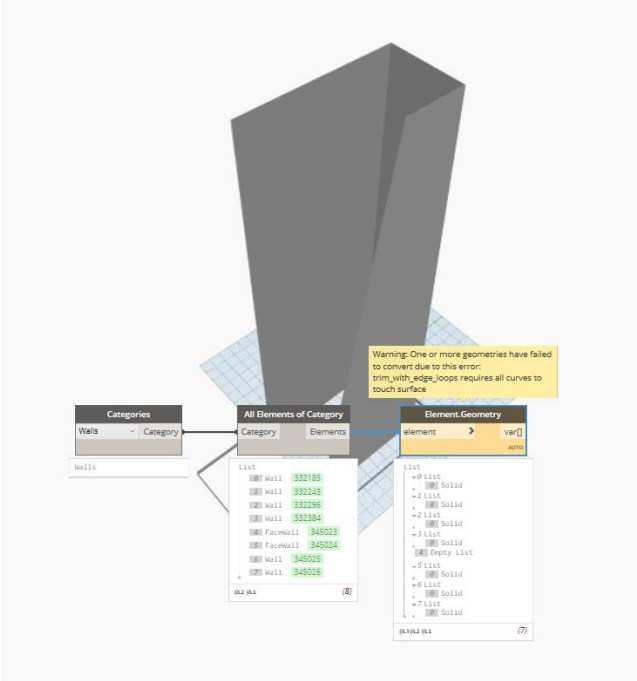
2. โปรแกรมเสริม Dynamo 2.3 ไม่มีชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับคำนวณพื้นที่ขนานกับผิวโลก

ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากต้องทำการคำนวณพื้นที่ผิวของพื้นที่รับน้ำโดยคิดเป็นพื้นที่ขนานกับผิวโลก ซึ่งภายในโปรแกรมเสริม Dynamo 2.3 ยังไม่มีชุดคำสั่งที่สามารถคำนวณให้ได้ภายในคำสั่งเดียว ทำให้ต้องใช้ชุดคำสั่งหลายชุดมารวมกัน ซึ่งส่งผลให้ไฟล์มีขนาดใหญ่และทำให้การทำงานช้าลง แนวทางการแก้ปัญหาคือการใช้ Custom Node ภายใน Packages ที่มีผู้พัฒนาอื่น ทำการพัฒนาไว้ก่อนแล้ว จะทำให้ลดการใช้งานชุดคำสั่ง และเพิ่มความรวดเร็วในการประมวลผล

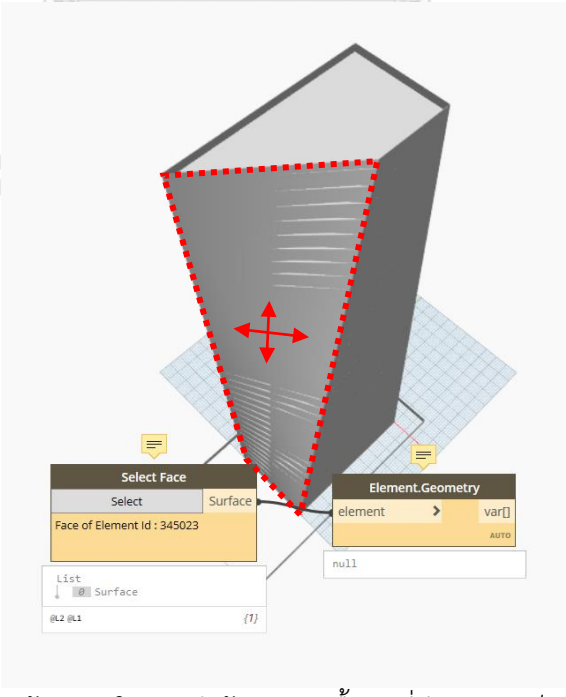
3. โปรแกรม Dynamo ไม่สามารถดึงข้อมูลของพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นโค้งสองทางได้

โปรแกรม Dynamo 2.3 ไม่สามารถดึงข้อมูลของพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นโค้งสองทางจากแบบจำลอง Revit 2020.1 ได้ ทำให้ไม่สามารถทำการคำนวณปริมาณน้ำฝนจากพื้นผิวลักษณะนี้ได้ หากผู้ใช้งานต้องการที่จะใช้พื้นผิวโค้งสองทางในการคำนวณ จะต้องทำการลดทอนรายละเอียดให้กลายเป็นพื้นผิวโค้งทางเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3. 80 ข้อจำกัดกัดในการดึงข้อมูลของพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นโค้งสองทาง



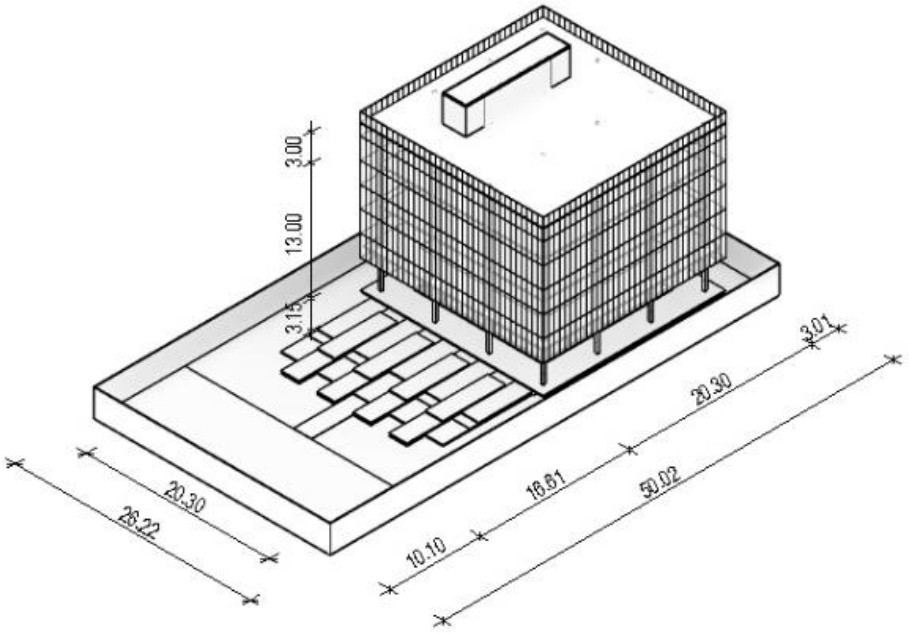
ภาพที่ 3. 81 ข้อจำกัดในการดึงข้อมูลของพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นโค้งสองทาง

3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม

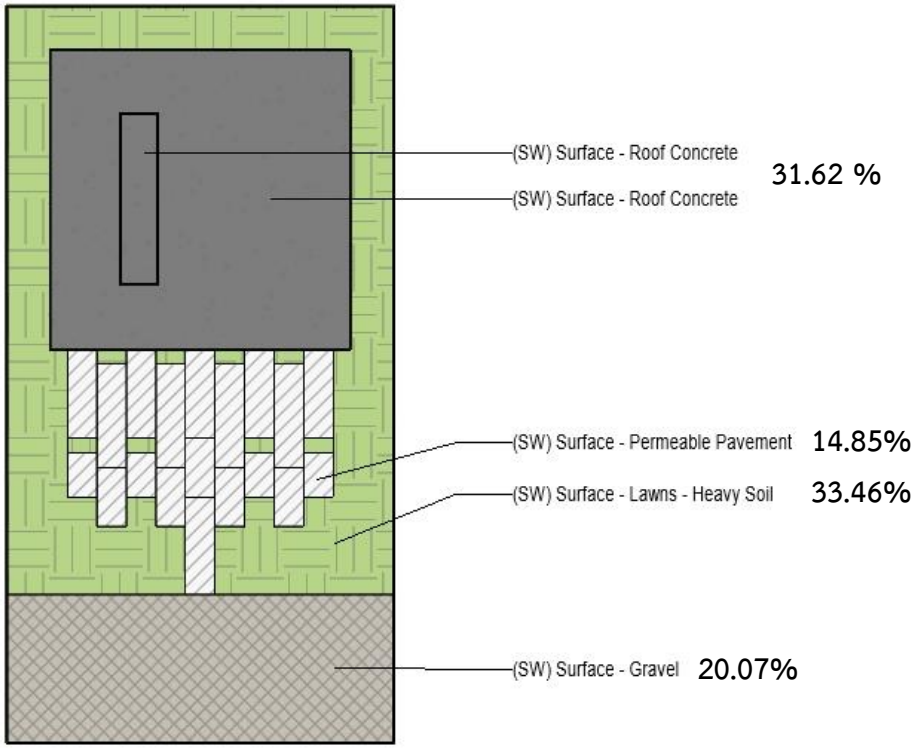
การตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือเสริมที่ได้พัฒนาขึ้น จะทำการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบระหว่างผลการคำนวณจากเครื่องมือเสริม และผลการคำนวณโดยวิธีการคำนวณพื้นที่ภายในแบบจำลอง Revit และใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อทำการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งแบบจำลองที่จะนำมาใช้เพื่อการเปรียบเทียบ จะมีความแตกต่างในด้านลักษณะขององค์ประกอบภายในแบบจำลอง และลักษณะการใช้งานของอาคาร ซึ่งในการสร้างแบบจำลอง Revit ได้มีการสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ และกำหนด Parameter ที่ชื่อว่า Stormwater Calculation Material เพื่อใช้สำหรับการดึงข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel มาใช้ในการคำนวณภายในโปรแกรม Dynamo โดยจะทำการเปรียบเทียบทั้งหมด 5 แบบจำลอง ได้แก่

3.4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารขนาดเล็ก

เป็นอาคารขนาดเล็กสูง 4 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 1,600 ตารางเมตร มีการใช้กระจกเป็น Façade ของตัวอาคาร ดาดฟ้าเป็นพื้นคอนกรีต และมีงานภูมิสถาปัตยกรรมอยู่บริเวณโดยรอบของอาคาร



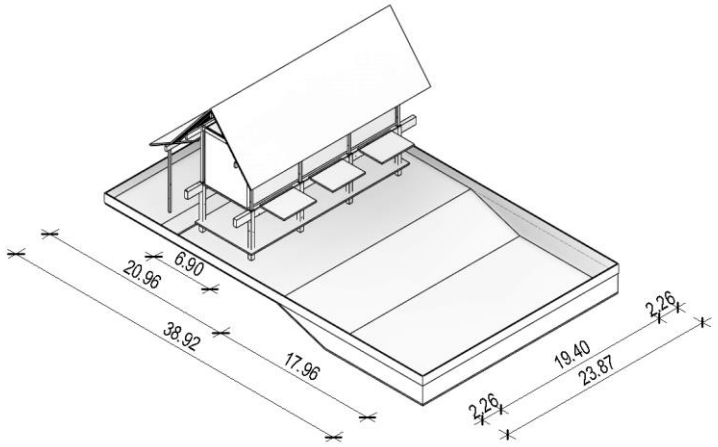
ภาพที่ 3. 82 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารขนาดเล็ก



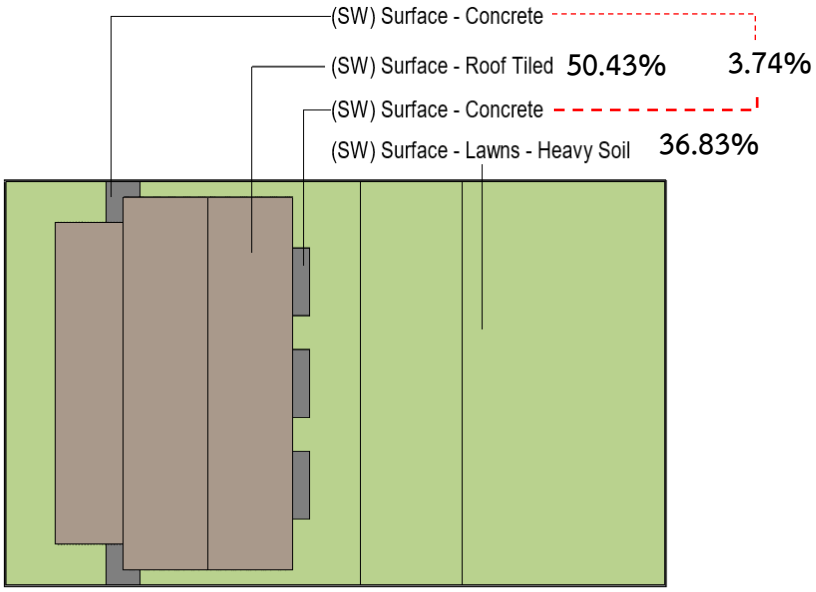
ภาพที่ 3. 83 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารขนาดเล็ก

3.4.2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารบ้านพักอาศัย

เป็นอาคารบ้านพักอาศัย 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอยประมาณ 140 ตารางเมตร มีลักษณะของหลังคาเป็นทรงจั่ว และมีงานภูมิสถาปัตยกรรมอยู่บริเวณโดยรอบของอาคาร



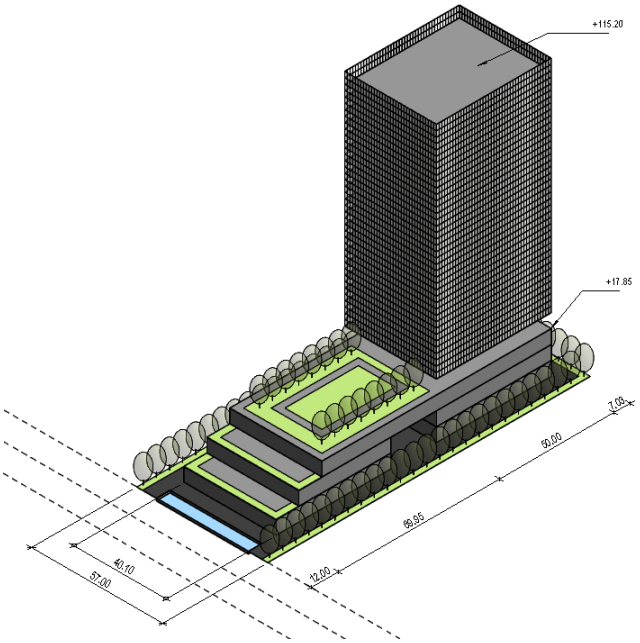
ภาพที่ 3. 84 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารบ้านพักอาศัย



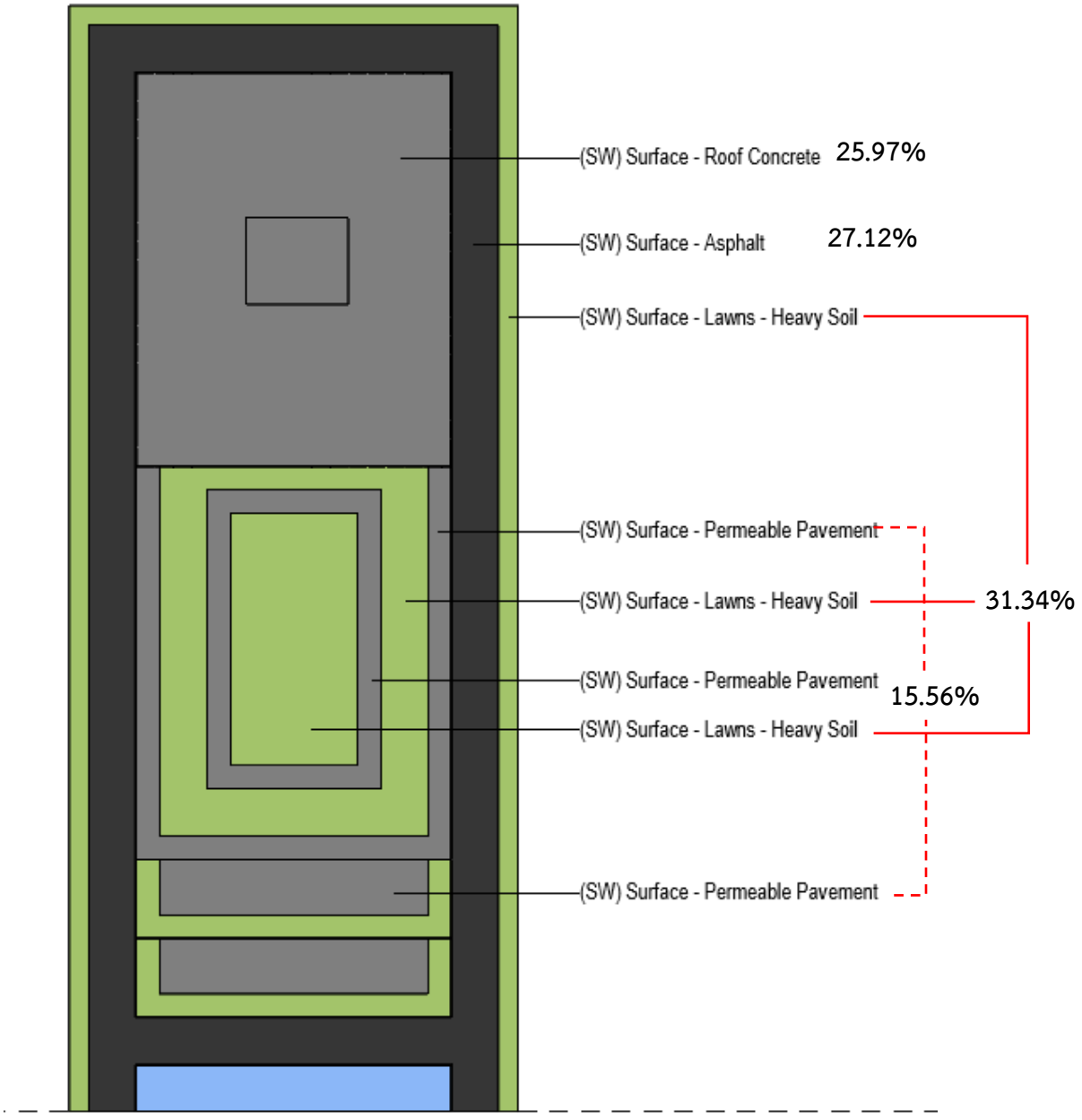
ภาพที่ 3. 85 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารบ้านพักอาศัย

3.4.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา

เป็นอาคารสูง 35 ชั้น ลักษณะเป็นอาคารกระจก หลังคาคอนกรีต โดยมีสวนหลังคาอยู่บริเวณชั้น 6 และมีงานภูมิสถาปัตยกรรมอยู่บริเวณโดยรอบของอาคาร



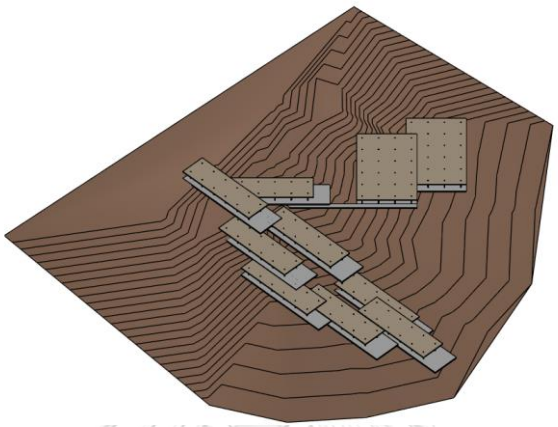
ภาพที่ 3. 86 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา



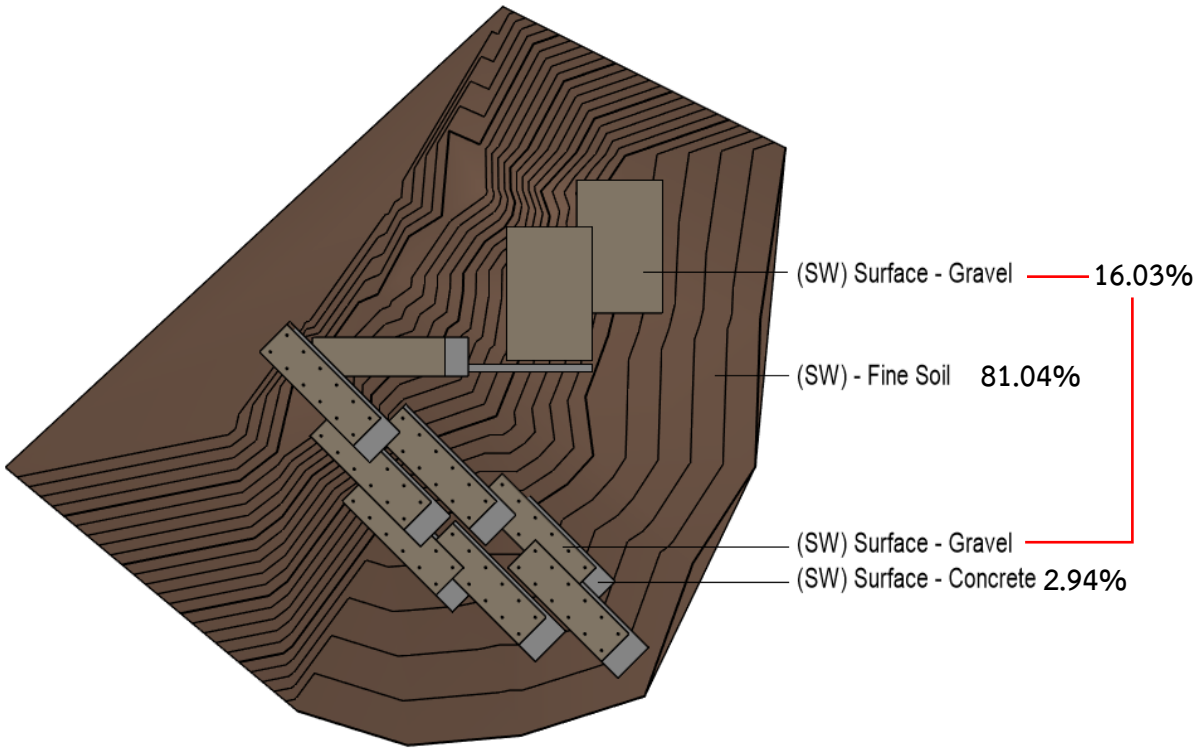
ภาพที่ 3. 87 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา

3.4.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา

เป็นกลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา โดยมีขนาดของที่ดินโดยประมาณ 23,500 ตารางเมตร หรือ 14.68 ไร่



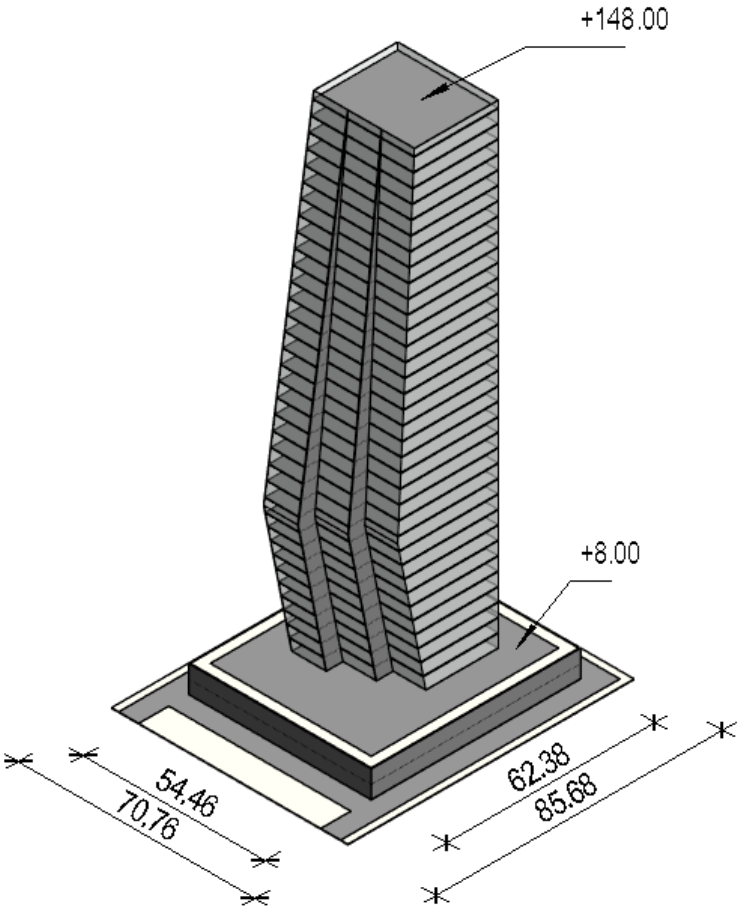
ภาพที่ 3. 88 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา



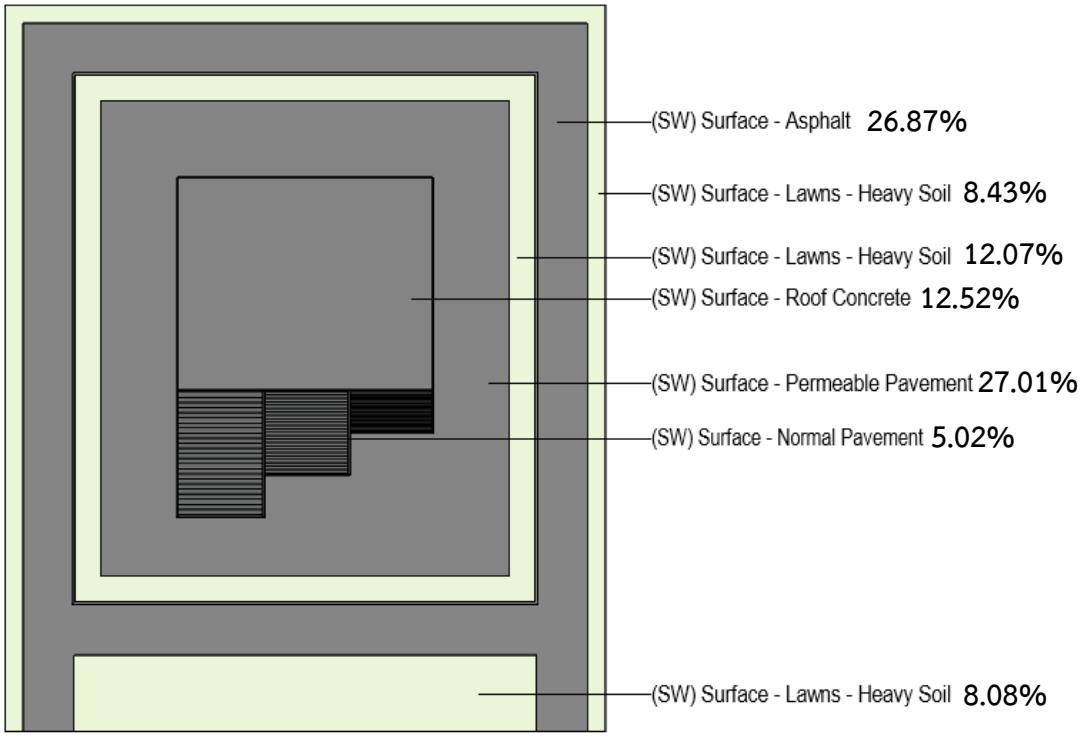
ภาพที่ 3. 89 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา

3.4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา : อาคารสูงพร้อมผนังเอียง

เป็นอาคารสูง 37 ชั้น ลักษณะเป็นอาคารกระจก หลังคาคอนกรีต มีผนังเอียง โดยมีสวนหลังคาอยู่บริเวณชั้น 3 และมีงานภูมิสถาปัตยกรรมอยู่บริเวณโดยรอบของอาคาร



ภาพที่ 3. 90 ไอโซเมตริกแสดงขนาดของอาคารกรณีศึกษา อาคารสูงผนังเอียง



ภาพที่ 3. 91 การกำหนดค่า Parameter กรณีศึกษา อาคารสูงผนังเอียง

3.4.6 ปัญหาที่พบในขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ

จากการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นพบว่า เกิดปัญหา และข้อผิดพลาดในการคำนวณที่สำคัญ ซึ่งทำให้ผลการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนสูง ผู้วิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบและแก้ไข เพื่อให้เครื่องมือเสริมที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องแม่นยำที่สุด โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

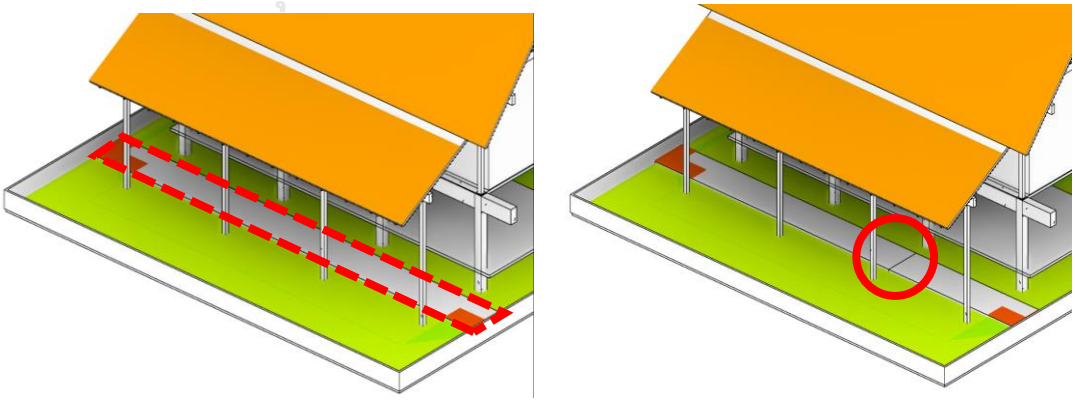
3.4.6.1 ปัญหาที่พบในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย

ตารางที่ 3. 10 ปัญหาที่พบ กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย

เครื่องมือ	*ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ*	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุดหลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
เครื่องมือเสริม	0.6375	501.36	15.07	939.03
Revit และ Excel	0.5439	498.08	15.21	948.12
ความคลาดเคลื่อน (%)	***17.21%***	0.66%	0.92%	0.96%

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณกรณีศึกษาบ้านพักอาศัย พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยที่สูงถึง 17.21% ผู้วิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือเสริม พบว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เกิดจากข้อจำกัดของเครื่องมือเสริมในการคำนวณพื้นผิวที่มีลักษณะถูกตัดขาดเมื่อมีพื้นผิวด้านบนบังน้ำฝนให้ ซึ่งแนวทางแก้ไขคือการสร้างพื้นผิวดังกล่าวแยกเป็น 2 ชิ้นตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3. 92 ข้อจำกัดในการสร้างแบบจำลอง และแนวทางแก้ไข

หลังจากการแก้ไขแบบจำลอง ได้ทำการเปรียบเทียบใหม่อีกครั้ง พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

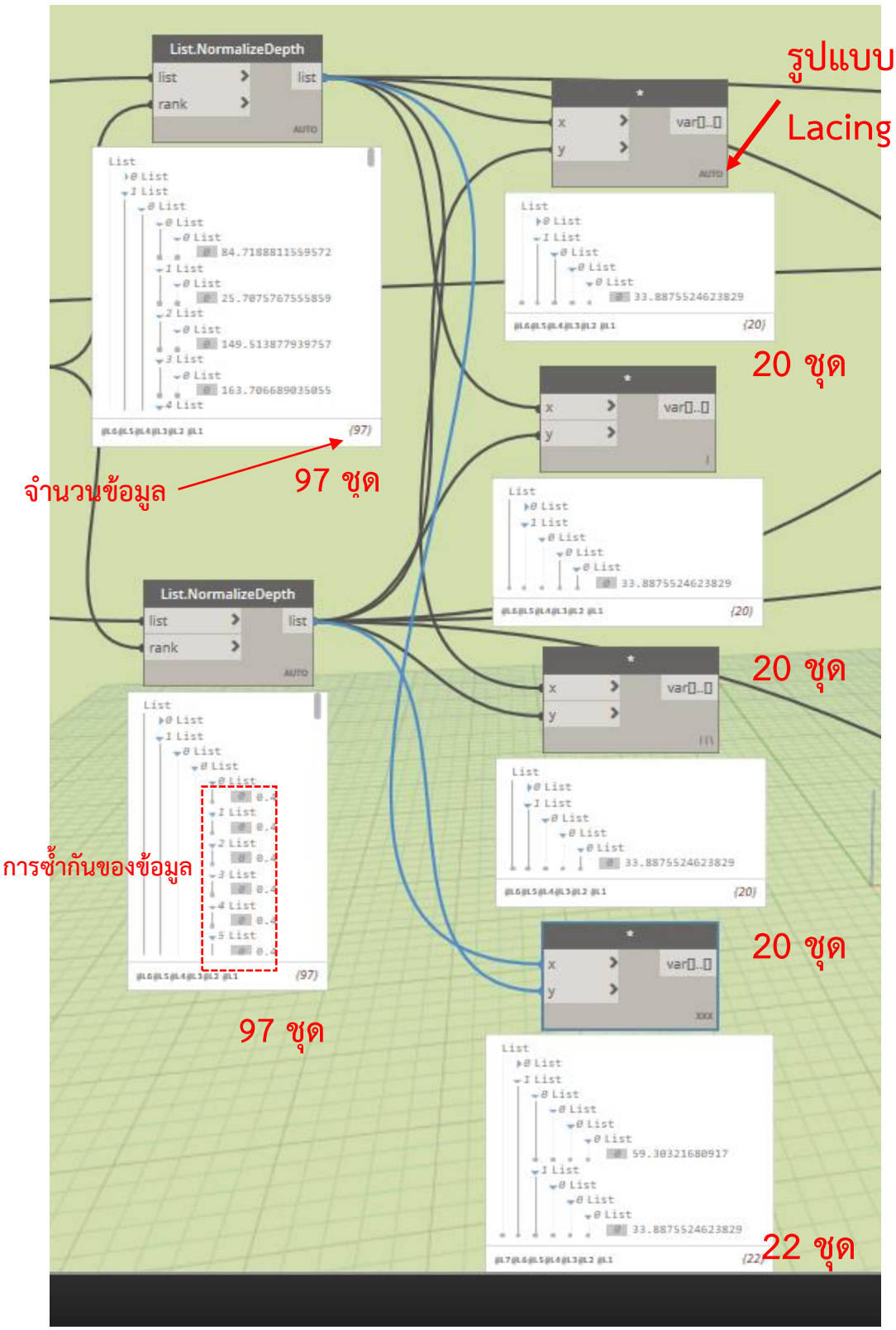
3.4.6.2 ปัญหาที่พบในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา

ตารางที่ 3. 11 ปัญหาที่พบ กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา

เครื่องมือ	*ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ*	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุด หลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
เครื่องมือเสริม	0.6670	23,173.77	187.97	11,713.68
Revit และ Excel	0.6668	23,508.59	880.45	54,866.18
ความคลาดเคลื่อน (%)	0.03%	1.42%	***78.65%***	***78.65%***

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณกรณีศึกษากลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลากเท่ากับ 78.65 % และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าอัตราการไหลสูงสุดเท่ากับ 78.65 % ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่สูงเกินกว่าจะยอมรับได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือเสริม พบว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เกิดจากความผิดพลาดของโปรแกรม Dynamo 2.3 ที่ทำการลดระดับขั้นของรายการ (List) ในคำสั่งการคูณ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการซ้ำกันของข้อมูลในรายการใดรายการหนึ่ง ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากการข้ามการประมวลผลในส่วนดังกล่าว (ภาพที่ 3. 93)

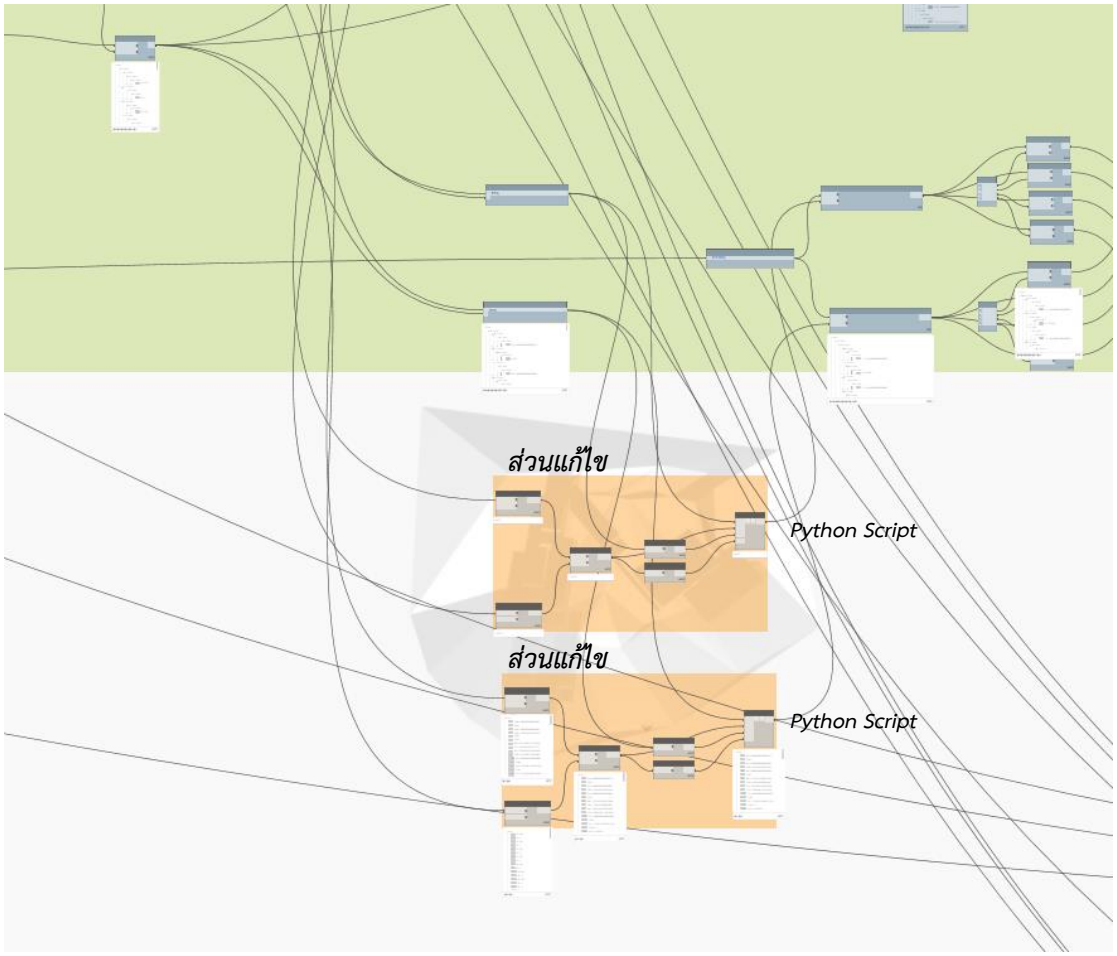
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



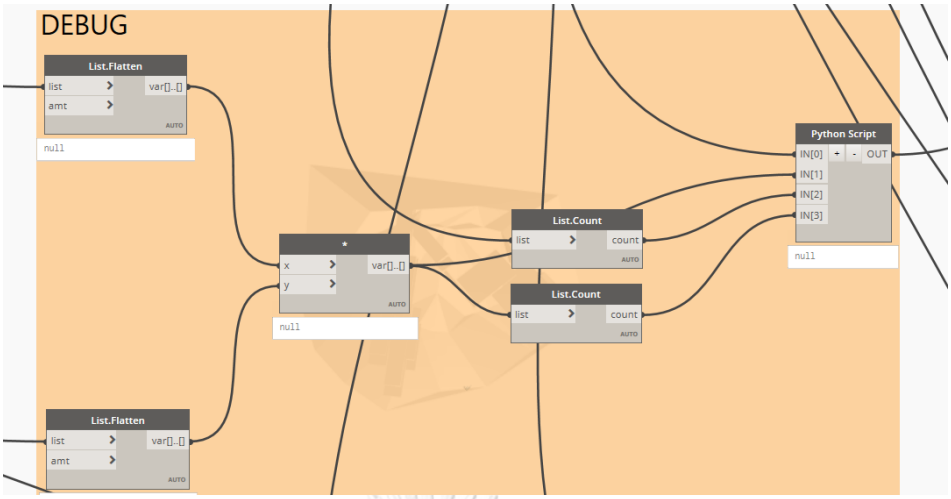
ภาพที่ 3. 93 ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในโปรแกรม Dynamo

3.4.6.2.1 การแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม Dynamo

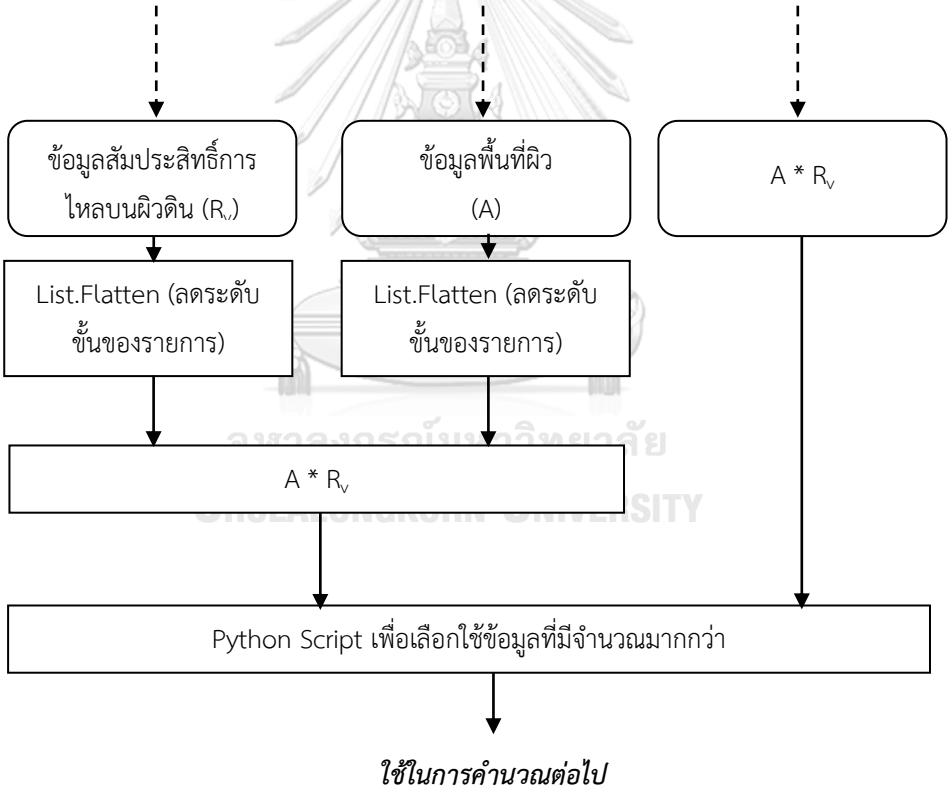
แนวทางการแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการแยกผลการคำนวณเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดผลการคำนวณแบบปกติ และชุดผลการคำนวณโดยใช้คำสั่ง List.Flatten ควบคู่ โดยมีการเขียน Python Script เพิ่มเติมเพื่อเลือกใช้ผลลัพธ์ที่มีจำนวนของข้อมูลที่มากกว่า



ภาพที่ 3. 94 การแก้ไขข้อผิดพลาดข้อโปรแกรม Dynamo โดยใช้ Python Script



ภาพที่ 3. 95 ภาพรวมของชุดคำสั่งเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม Dynamo



ภาพที่ 3. 96 การทำงานของ Dynamo Script ที่ใช้แก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม Dynamo

3.5 การสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง

การนำเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนามาสาธิตวิธีการใช้งานเครื่องมือให้แก่สถาปนิก ภูมิสถาปนิก และที่ปรึกษาอาคารเขียว เพื่อการประเมินผลการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง โดยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การนำเสนอเรื่องการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และเกณฑ์ในการประเมินอาคารเขียว 2. การสาธิตวิธีการใช้งานเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา 3. การสัมภาษณ์โดยใช้คำถามปลายเปิด

ในขั้นตอนการสัมภาษณ์โดยใช้คำถามปลายเปิด มีการตั้งถามเพื่อสอบถามความคิดเห็น ได้แก่ ความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือ, ความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการใช้งานภายในโปรแกรม Revit, ความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการใช้งานภายในโปรแกรม Dynamo, ข้อดี-ข้อเสียของเครื่องมือ, ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

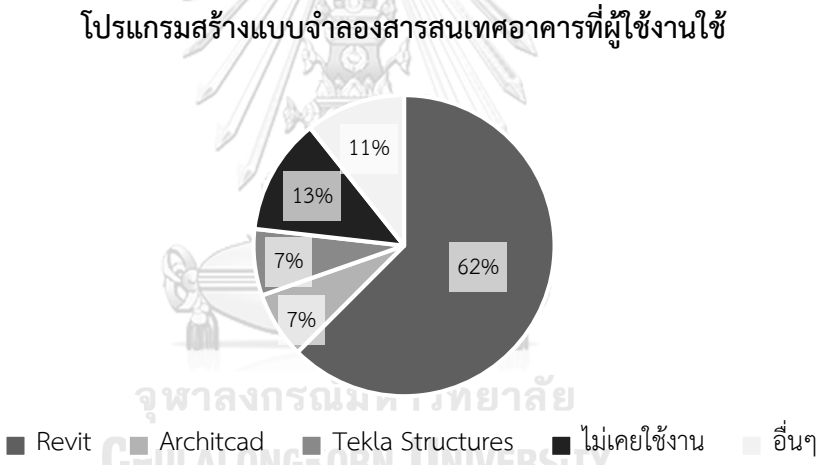
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น ได้ผลการวิจัยในด้านต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการสำรวจความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน

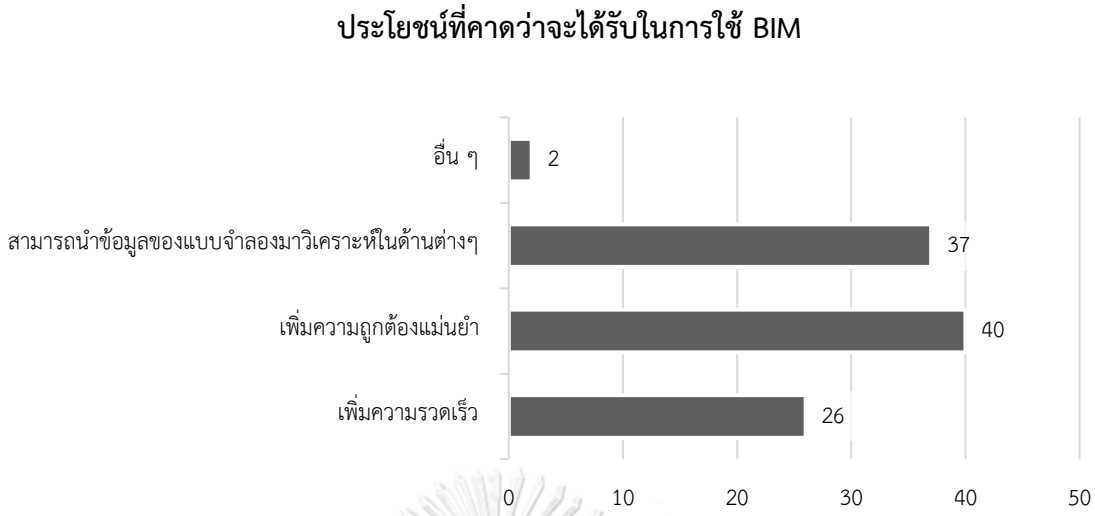
จากการสำรวจความต้องการของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน ได้แก่ สถาปนิก, ภูมิสถาปนิก, วิศวกร, และที่ปรึกษาอาคารเขียว เพื่อสอบถามความต้องการในการใช้เครื่องมือพร้อมทั้งสำรวจความรู้ด้านการจัดการน้ำฝน และการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากของผู้ใช้งาน จำนวนทั้งสิ้น 43 คน ได้ผลการสำรวจดังนี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4. 1 ผลการสำรวจโปรแกรมสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ผู้ใช้งานใช้

จากการสำรวจโปรแกรมสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ผู้ใช้งานใช้ พบว่าโปรแกรมที่กลุ่มตัวอย่างใช้มากที่สุดได้แก่ โปรแกรม Revit จำนวน 35 จาก 43 คน ประกอบด้วย สถาปนิก จำนวน 18 คน, ภูมิสถาปนิก 3 คน, วิศวกร 6 คน และอื่น ๆ อีก 8 คน เนื่องจากโปรแกรม Revit มีเครื่องมือและคำสั่งที่ครบครันในการทำงานสถาปัตย์ จึงเป็นที่นิยมใช้งานในกลุ่มสถาปนิก



ภาพที่ 4. 2 ผลการสำรวจประโยชน์ที่ผู้ใช้งานคาดว่าจะได้รับในการใช้งาน BIM

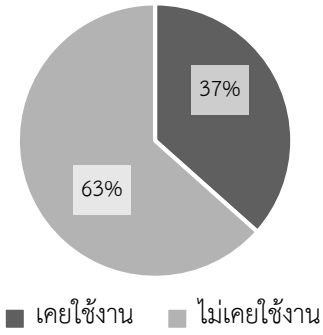
จากการสำรวจประโยชน์ที่ผู้ใช้งานคาดว่าจะได้รับในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) โดยผู้ใช้งานสามารถให้คำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ พบว่าผู้ใช้งานคาดว่าจะได้รับความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นมีจำนวน 40 จาก 43 คน เนื่องจากเป็นจุดแข็งของ BIM ที่ระบบเดิม อาทิเช่น CAD มีความด้อยกว่า

จำนวน 37 จาก 43 คน คาดว่าจะได้รับประโยชน์จากการนำข้อมูลจากแบบจำลองมาวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ เช่น การคำนวณราคาค่าก่อสร้าง, การวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ในอาคาร และการวิเคราะห์แสงสว่างภายในอาคาร เป็นต้น

จำนวน 26 จาก 43 คน คาดว่าจะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน เนื่องจากเป็นระบบที่แปลงข้อมูลจากแบบจำลองให้กลายเป็นแบบในแต่ละมุมมอง ซึ่งจะช่วยลดความซ้ำซ้อนในการทำงาน ต่างจากการทำงานในระบบ CAD ที่ต้องทำงานเขียนแบบในทุก ๆ ชั้น หรือทุก ๆ ด้านของอาคาร

ในส่วนของความคิดเห็นอื่นๆ จำนวน 2 จาก 43 คน ได้แก่ ประโยชน์ด้านการประสานงานกับทีมอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการสื่อสารข้ามหน่วยงานผ่าน BIM

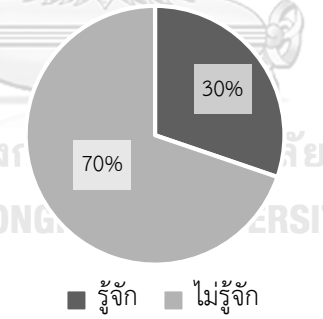
การใช้งาน Visual Programming



ภาพที่ 4. 3 ผลการสำรวจการใช้งาน Visual Programming

จากการสำรวจการใช้งาน Visual Programming พบว่าจำนวน 15 จาก 43 คน เคยใช้งานโปรแกรม Visual Programming เช่น Dynamo, Grasshopper เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนน้อยจากการสำรวจครั้งนี้ โดยผู้ที่เคยใช้งานให้เหตุผลว่า Visual Programming สามารถเพิ่มศักยภาพของโปรแกรมที่ใช้ทำงานในปัจจุบันได้อย่างมาก แต่สำหรับผู้ที่ไม่เคยใช้งานได้ให้เหตุผลในแง่ของการเรียนรู้โปรแกรม และโอกาสในการใช้งานที่น้อย

จำนวนผู้ใช้งานที่รู้จักวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

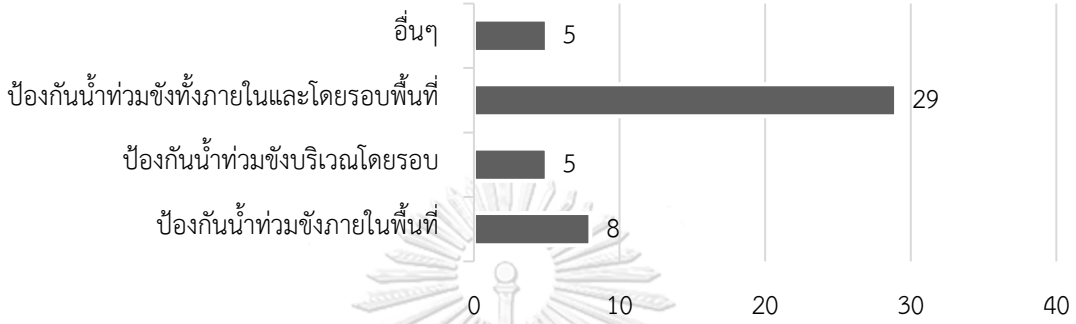


ภาพที่ 4. 4 ผลการสำรวจจำนวนผู้ใช้งานที่รู้จักวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากของผู้ใช้งาน

จากการสำรวจจำนวนผู้ใช้งานที่รู้จักวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก พบว่าจำนวน 13 จาก 43 คน รู้จักวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งมีอาชีพเป็นภูมิสถาปนิกจำนวน 4 คน, วิศวกรจำนวน 4 คน, สถาปนิกจำนวน 2 คน และอื่น ๆ จำนวน 3 คน

จำนวน 30 จาก 43 คน ไม่รู้จักวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จึงทำให้มีความจำเป็นในการพัฒนาเครื่องมือเสริมที่ทำให้คนที่ไม่มีความรู้ด้านการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากสามารถทำความเข้าใจ และใช้งานได้ง่าย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

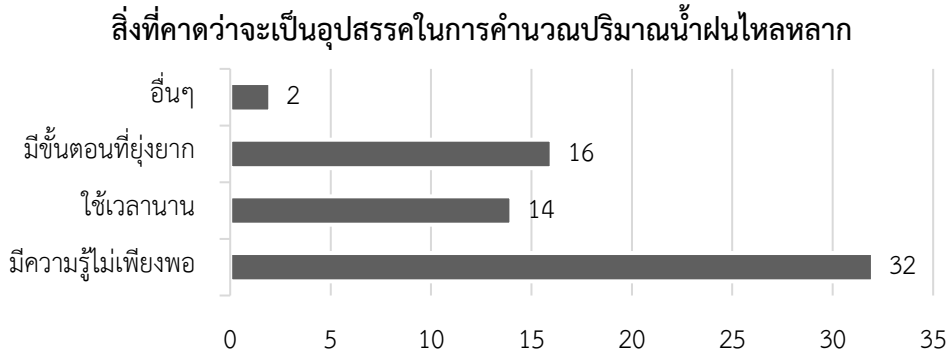


ภาพที่ 4. 5 ผลการสำรวจประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

จากการสำรวจประโยชน์ที่ผู้ใช้งานคาดว่าจะได้รับในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งเป็นการสำรวจความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งเป็นการจัดการน้ำฝนที่สามารถป้องกันน้ำท่วมขังทั้งภายใน และบริเวณโดยรอบพื้นที่ โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่สามารถตอบได้ครบถ้วนเป็นจำนวน 29 จาก 43 คน ซึ่งมีความความคาดหวังในประโยชน์ที่จะได้รับเพิ่มเติมที่น่าสนใจดังนี้

1. การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจะสามารถช่วยให้คิดโครงสร้างที่เหมาะสมกับการรองรับน้ำฝน
2. การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจะสามารถช่วยประเมินความเสียหายจากการพังทลายของหน้าดิน
3. การคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากจะช่วยในการออกแบบพื้นที่ซึมน้ำที่เพียงพอสำหรับการชะลอน้ำฝนภายในโครงการ
4. ปริมาณน้ำฝนไหลหลากที่ได้จากการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จะสามารถนำไปใช้ทำประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ ได้ อาทิเช่น การสร้างพลังงานทดแทนจากปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

Chulalongkorn University

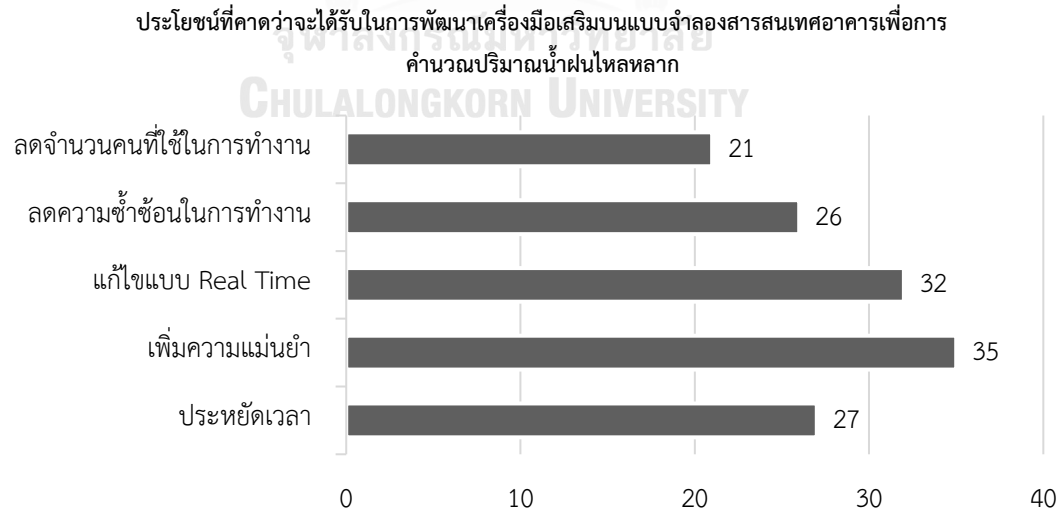


ภาพที่ 4. 6 ผลการสำรวจอุปสรรคในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

จากการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับอุปสรรคในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก พบว่า จำนวน 32 จาก 43 คน คาดว่าการมีความรู้ไม่เพียงพอจะเป็นอุปสรรคในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งทำให้เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนาจะต้องสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจในด้านการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้

จำนวน 16 จาก 43 คน คาดว่าอุปสรรคในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากคือขั้นตอนที่ยุ่งยาก ซึ่งทำให้เครื่องมือที่ได้จากการพัฒนาจะต้องมีขั้นตอนที่ง่ายและไม่ซับซ้อน

จำนวน 14 จาก 43 คน คาดว่าอุปสรรคในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากคือใช้เวลานาน เครื่องมือที่ได้จากการพัฒนาจึงควรจะใช้เวลาในการคำนวณที่รวดเร็ว



ภาพที่ 4. 7 ผลการสำรวจประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการพัฒนาเครื่องมือเสริม

จากการสำรวจประโยชน์ที่ผู้ใช้งานคาดว่าจะได้รับในการพัฒนาเครื่องมือเสริม พบว่า จำนวนที่มากที่สุด 35 จาก 43 คน คาดว่าจะช่วยเพิ่มความแม่นยำให้กับข้อมูล และช่วยลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากมนุษย์

จำนวน 32 จาก 43 คน คาดว่าจะสามารถปรับปรุงแก้ไขแบบได้แบบ Real Time เนื่องจากจะสามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจในด้านการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากให้แก่ผู้ใช้งาน และช่วยลดระยะเวลาในการทำงานได้

จำนวน 27 จาก 43 คน คาดว่าจะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานได้ เนื่องจากในบางโครงการจะใช้เวลาในการคำนวณมาก และหากมีการเปลี่ยนแปลงของแบบจะต้องทำการคำนวณใหม่ทั้งหมด

จำนวน 26 จาก 43 คน คาดว่าจะสามารถลดความซ้ำซ้อนในการทำงานได้ เนื่องจากการจะช่วยให้สถาปนิกสามารถทำการคำนวณได้ก่อนที่จะส่งให้หน่วยงานอื่นทำงานต่อ ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

จำนวน 21 จาก 43 คน คาดว่าจะช่วยลดจำนวนคนที่ใช้ในการทำงานในแต่ละโครงการได้ และจะช่วยในการลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการว่าจ้างบุคลากรในการทำการแต่ละโครงการได้

หลังจากการสำรวจความเห็นในแง่มุมต่างๆ ทางผู้วิจัยได้ทำการสอบความความเห็นในแง่ของความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง 43 จาก 43 คน ได้ให้คำตอบว่าสามารถเป็นไปได้ โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ในการพัฒนาเครื่องมือ หากมีการดึงข้อมูลปริมาณน้ำและระดับน้ำใต้ดินเข้ามาประกอบด้วยจะทำให้เครื่องมือมีความแม่นยำมากขึ้น
2. เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศที่แตกต่างกันใน 1 ปี ในวันที่ฝนตกวันแรกหลังจากไม่ตกมาเป็นระยะเวลานานจะมีปริมาณน้ำฝนที่มากทำให้มีการไหลหลากของน้ำที่เร็วและแรงกว่าปกติโดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นผิวดิน ดังนั้นการสร้างเครื่องมือควรพิจารณาปัจจัยเพิ่มเติม เช่น ความเร็วของน้ำ, การชะลอน้ำด้วยพื้นผิวหากจำเป็นจะต้องมีการไหลหลาก หรือการเตรียมพื้นที่รองรับน้ำฝน เป็นต้น
3. เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้แม่นยำตามพื้นที่เขตต่าง ๆ ได้ เครื่องมือเสริมที่จะทำการพัฒนาจึงควรรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่แม่นยำและสามารถเชื่อถือได้

4.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือเสริม

การพัฒนาเครื่องมือเสริมในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้ผลลัพธ์เป็นไฟล์โปรแกรมต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ไฟล์โปรแกรม Revit, ไฟล์โปรแกรม Dynamo และไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งแบ่งตามสกุลไฟล์ได้ทั้งหมด 6 สกุลไฟล์ ได้แก่

4.2.1 ไฟล์ Autodesk Revit Template (.rte)

เป็นไฟล์ตั้งต้นในการเริ่มการใช้งาน โดยมีการตั้งค่าพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้งานเครื่องมือการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ได้แก่ การตั้งค่าวัสดุ และการตั้งค่า Project Parameter

4.2.2 ไฟล์ Material Library (.adsklib)

เป็นไฟล์ที่เก็บรวบรวมข้อมูลและรายชื่อของวัสดุที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก โดยจะมีการเชื่อมโดยกับฐานข้อมูลภายในโปรแกรม Microsoft Excel

4.2.3 ไฟล์ Shared Parameter (.txt)

เป็นไฟล์ที่เก็บรวบรวม Shared Parameter ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก โดยสามารถนำเข้าข้อมูลของ Parameter เพื่อพัฒนาต่อยอด หรือนำไปใช้ในการสร้าง Template ใหม่ได้

4.2.4 ไฟล์ Microsoft Excel Worksheet (.xlsx)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในงานวิจัยชิ้นนี้มีไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel ทั้งหมด 2 ไฟล์ ได้แก่ ไฟล์ฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างแบบจำลองหรือการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และไฟล์ Template สำหรับการตั้งต้นในการบันทึกผลการคำนวณ

4.2.5 ไฟล์ Dynamo Workspace (.dyn)

เป็นไฟล์ที่เป็นพื้นที่การทำงานของ Script โดยจะแสดงการเชื่อมโยงของ Node หรือชุดสั่งทั้งหมดของเครื่องมือเสริม ซึ่งสามารถใช้ไฟล์ชนิดนี้ในการใช้งานใน Dynamo Player เพื่อความสะดวก และง่ายของการใช้เครื่องมือเสริม

4.2.6 ไฟล์ Dynamo Custom Node (.dyf)

เป็นไฟล์ Custom Node ที่สามารถนำเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนาไปประยุกต์ใช้ในการสร้าง Dynamo Script เพิ่มเติมได้ ทำให้มีความยืดหยุ่นในการทำงานมากขึ้น

4.2.7 สรุปผลการพัฒนาเครื่องมือเสริม

ตารางที่ 4. 1 เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา

โปรแกรม	*ไฟล์*	*คำอธิบาย*
Revit	Stormwater Calculation Template.rte	ไฟล์ตั้งต้นในการทำงาน
	Stormwater Calculation Material Library.adsklib	เก็บรวบรวมข้อมูลวัสดุ
	ShareParameter - Stormwater Runoff Calculation.txt	เก็บรวบรวมข้อมูล Shared Parameter ที่ใช้ภายในเครื่องมือ
Microsoft Excel	Stormwater Calculation Data.xlsx	เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ
	Stormwater Calculation - Result Template.xlsx	ไฟล์ตั้งต้นในการบันทึกผลการคำนวณ
Dynamo	***Dynamo Workspace***	
	Stormwater_01_Preparation.dyn	เตรียมการใช้งาน
	Stormwater_02_Generate Retaining Pond.dyn	สร้างบ่อหน่วงน้ำ
	Stormwater_03_Calculating.dyn	คำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก
	Stormwater_04_Reset.dyn	คืนค่าตั้งต้นของการแสดงผล
	Stormwater_05_Construction Cost Calculation.dyn	คำนวณค่าก่อสร้าง
	Dynamo Custom Node	
	01_Preparation.dyf	เตรียมการใช้งาน
	02_GenerateRetainingPond.dyf	สร้างบ่อหน่วงน้ำ
	03_Calculating.dyf	คำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก
	04_Reset.dyf	คืนค่าตั้งต้นของการแสดงผล
	05_ConstructionCostCalculation.dyf	คำนวณค่าก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม

การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริมจะทำการเปรียบเทียบค่าตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างผลการคำนวณจากเครื่องมือเสริม และผลการคำนวณจากการใช้โปรแกรม Revit และ Microsoft Excel ซึ่งตัวแปรที่จะนำมาเปรียบเทียบมีทั้งหมด 4 ตัวแปรได้แก่

1. ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ย หลังการพัฒนาโครงการ (ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก)
2. พื้นที่ผิวที่รับน้ำ หลังการพัฒนาโครงการ (พื้นที่ผิวที่ตั้งฉากกับแกนโลก)
3. ปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (ใช้ค่าตำแหน่ง Percentile Rainfall Event ที่ 95^{th} Percentile)
4. อัตราการไหลหลากสูงสุด

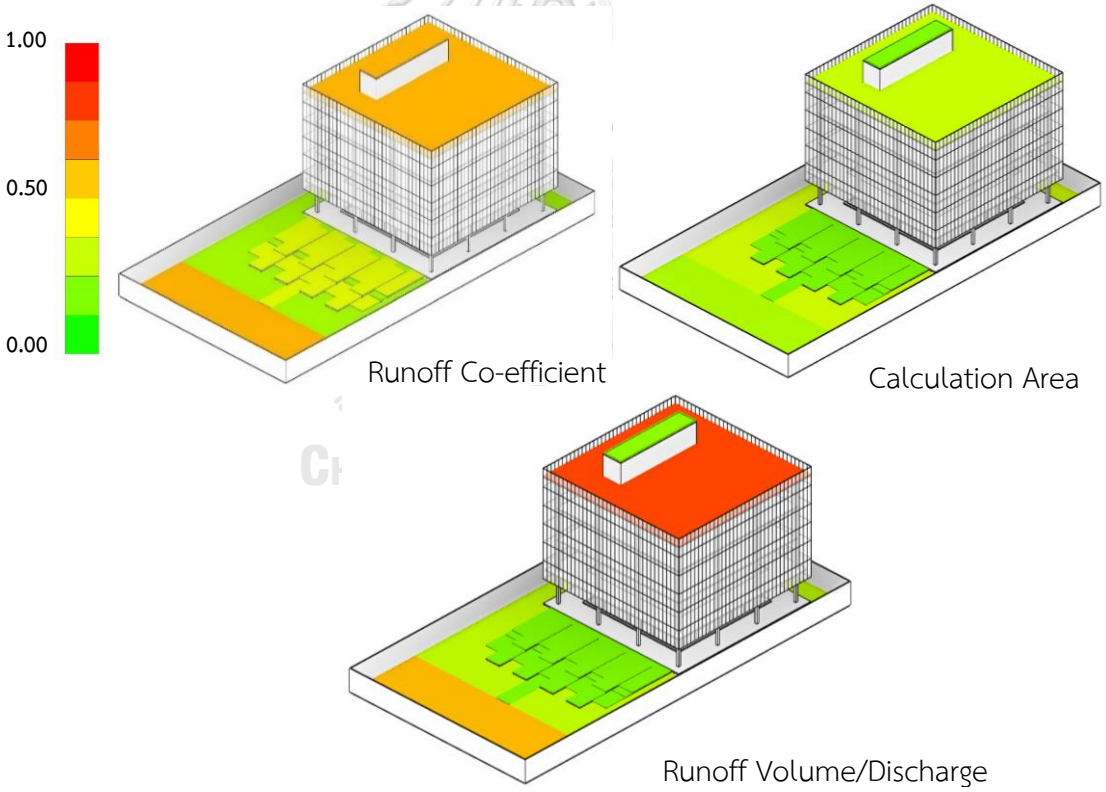
สำหรับการเปรียบเทียบผลการคำนวณเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในงานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบแบบจำลองทั้งหมด 5 แบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.1 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารขนาดเล็ก

ตารางที่ 4. 2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารขนาดเล็ก

เครื่องมือ	*ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ*	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุดหลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
เครื่องมือเสริม	0.4782	1,302.56	34.98	2,179.89
Revit และ Excel	0.4781	1,301.32	34.95	2,177.66
ความคลาดเคลื่อน (%)	0.02%	0.10%	0.09%	0.10%

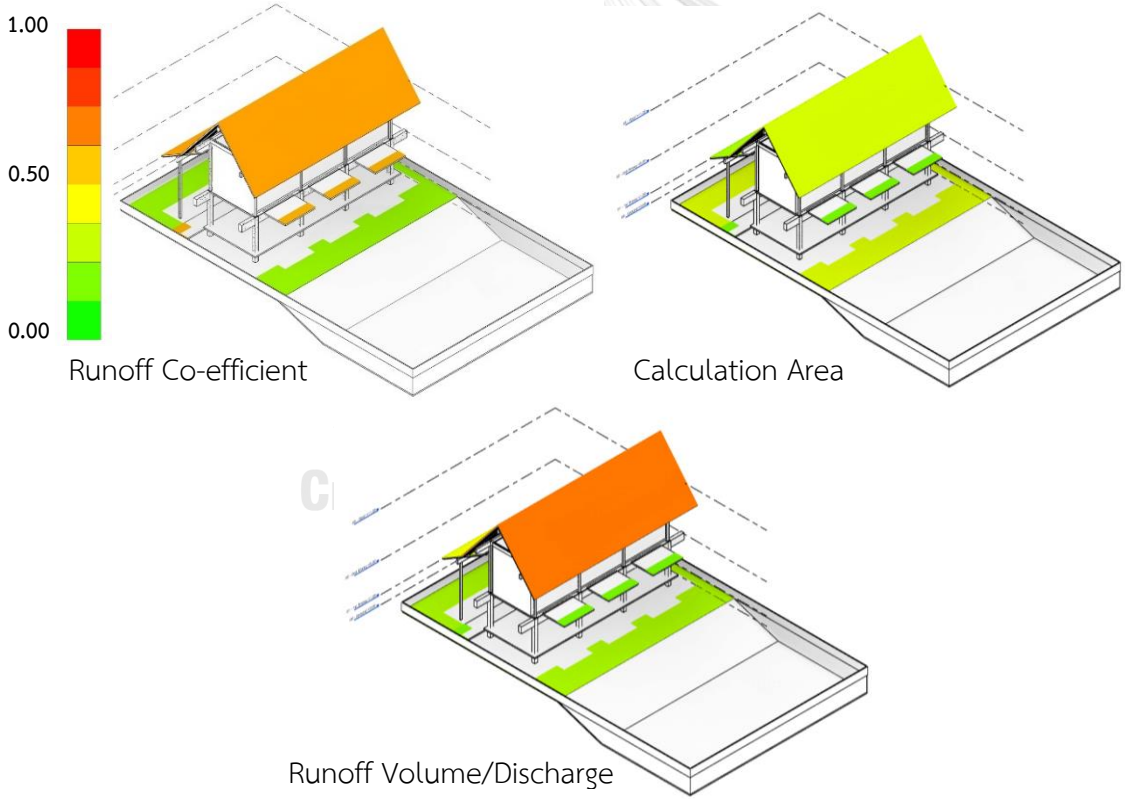


ภาพที่ 4. 8 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารขนาดเล็ก

4.3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย

ตารางที่ 4. 3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย

เครื่องมือ	*ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ*	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุดหลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
เครื่องมือเสริม	0.5414	501.36	15.25	950.07
Revit และ Excel	0.5439	498.08	15.21	948.12
ความคลาดเคลื่อน (%)	*0.46%*	0.66%	*0.26%*	*0.21%*

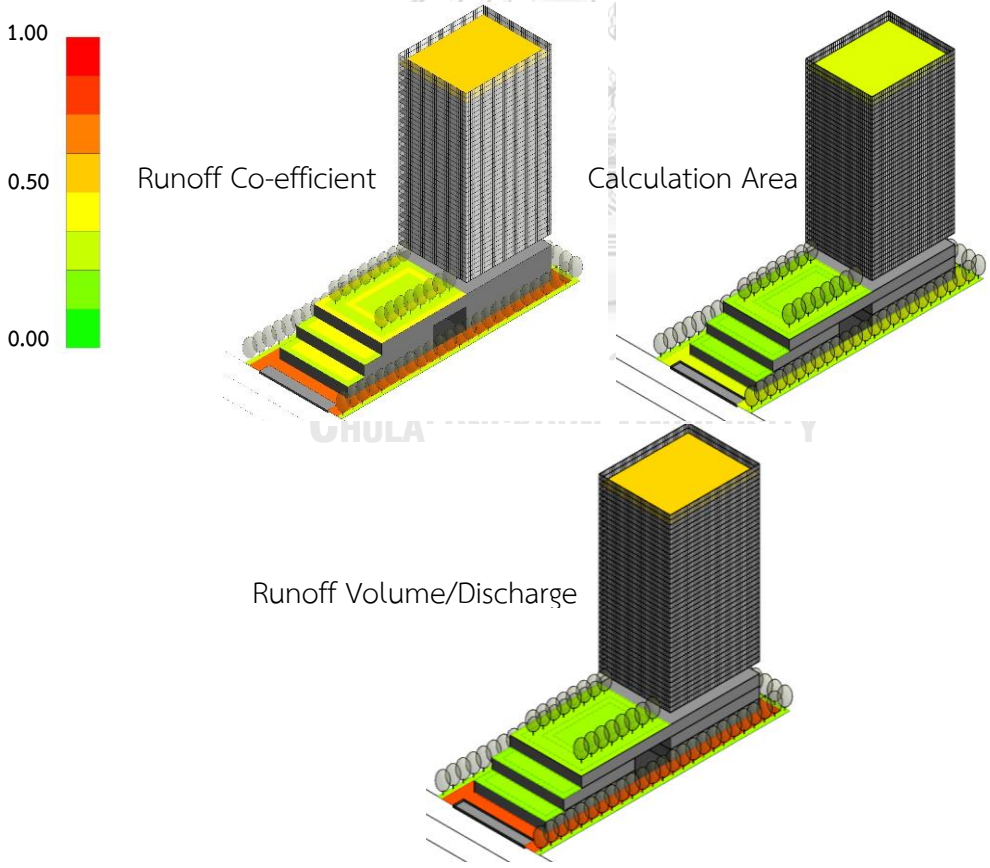


ภาพที่ 4. 9 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารบ้านพักอาศัย

4.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา

ตารางที่ 4. 4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา

เครื่องมือ	*ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ*	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุด หลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
เครื่องมือเสริม	0.5550	7,745.28	241.45	15,046.30
Revit และ Excel	0.5550	7,767.30	242.12	15,087.77
ความคลาดเคลื่อน (%)	0.00%	0.28%	0.28%	0.27%

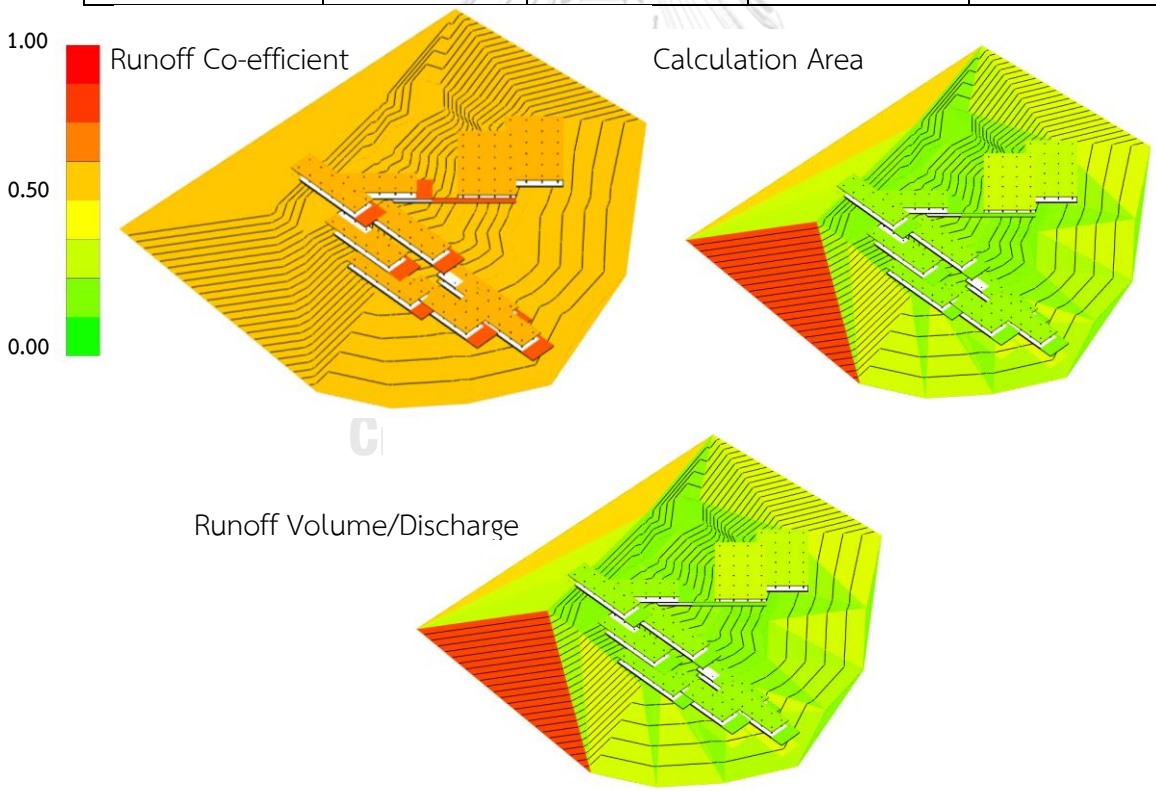


ภาพที่ 4. 10 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา

4.3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา

ตารางที่ 4. 5 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารตั้งอยู่บนเนินเขา

เครื่องมือ	*ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ*	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุด หลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
เครื่องมือเสริม	0.6670	23,173.77	868.20	53,482.03
Revit และ Excel	0.6668	23,508.59	880.45	54,866.18
ความคลาดเคลื่อน (%)	0.03%	1.42%	***1.39%***	***2.52%***

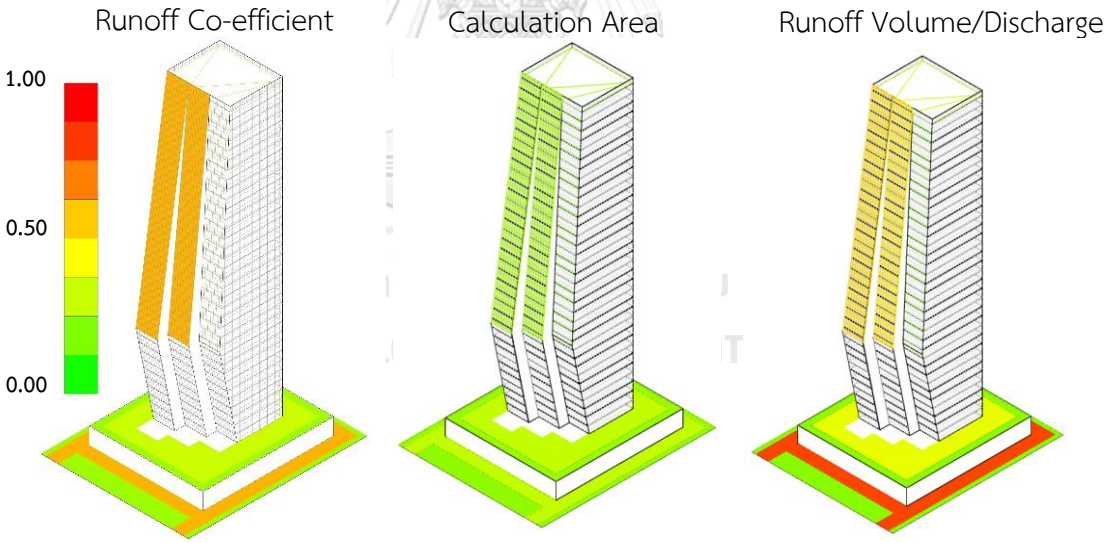


ภาพที่ 4. 11 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา

4.3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมผนังเอียง

ตารางที่ 4. 6 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมผนังเอียง

เครื่องมือ	*ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ*	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุด หลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
เครื่องมือเสริม	0.5467	6,015.17	184.70	11,509.60
Revit และ Excel	0.5447	6,062.72	185.48	11,558.24
ความคลาดเคลื่อน (%)	0.37%	0.78%	0.42%	0.42%



ภาพที่ 4. 12 ไอโซเมตริกแสดงค่าผลการคำนวณ กรณีศึกษา: อาคารสูงพร้อมผนังเอียง

4.3.6 สรุปผลการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริม

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณระหว่างการใช้เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา และการใช้ Revit ในการถอดพื้นที่เพื่อนำไปคำนวณใน Microsoft Excel พบว่าเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนามีความแม่นยำในการคำนวณอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4. 7 สรุปค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือเสริม

กรณีศึกษา	*ค่าความคลาดเคลื่อน (%)*			
	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยหลังการพัฒนาโครงการ	*พื้นที่ผิวที่รับน้ำหลังการพัฒนาโครงการ (m^2)*	*ปริมาณน้ำฝนไหลหลากหลังการพัฒนาโครงการ (m^3)*	*อัตราการไหลหลากสูงสุดหลังการพัฒนาโครงการ (m^3/hr)*
อาคารขนาดเล็ก	+ 0.02%	+ 0.09%	+ 0.09%	+ 0.10%
อาคารบ้านพักอาศัย	- 0.46%	+ 0.66%	+ 0.26%	+ 0.21%
อาคารสูงพร้อมสวนหลังคา	0.00%	- 0.28%	- 0.28%	- 0.27%
กลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา	+ 0.03%	- 1.42%	- 1.39%	- 2.52%
อาคารสูงพร้อมผนังเอียง	+ 0.37%	- 0.78%	- 0.42%	- 0.42%
ค่าต่ำสุด	± 0.00%	± 0.09%	± 0.09%	± 0.10%
ค่าสูงสุด	± 0.46%	± 1.42%	± 1.39%	± 2.52%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.6.1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ย

ในส่วนของการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ย พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.00-0.46% ซึ่งจากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่าเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยมีการคำนวณโดยใช้ค่าพื้นที่ผิวที่รับน้ำถ่วงน้ำหนัก ดังนั้นความคลาดเคลื่อนของค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินเฉลี่ยเกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนของพื้นที่ผิวที่รับน้ำ

4.3.6.2 พื้นที่ผิวที่รับน้ำ

ในส่วนของการคำนวณค่าพื้นที่ผิวที่รับน้ำ พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.09–1.42% ซึ่งจากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่าเกิดขึ้นจากการคำนวณพื้นที่จากชุดคำสั่งภายในโปรแกรม Dynamo ที่มีจำกัด ทำให้มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อคำนวณพื้นที่ผิวที่ถูกหลังคาบัง (**Error! R eference source not found.**) หรือการคำนวณพื้นที่ผิวที่ซับซ้อนจะทำให้มีประสิทธิภาพต่ำเช่นกัน

4.3.6.3 ค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

ในส่วนของการคำนวณค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลาก พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.09 – 1.39% ซึ่งจากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่าเกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนของค่าพื้นที่ผิวที่รับน้ำ

4.3.6.4 ค่าอัตราการไหลหลากสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในส่วนของการคำนวณค่าอัตราการไหลหลากสูงสุด พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.10 - 2.52% ซึ่งจากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนดังกล่าว พบว่าเกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนของค่าพื้นที่ผิวที่รับน้ำ

4.4 ผลการสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง

จากการสาธิตการใช้งานเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง ได้แก่ 1. สถาปนิก 2. ภูมิสถาปนิก 3.นักวิจัย และที่ปรึกษาอาคารเขียว 4. วิศวกร จำนวนทั้งหมด 9 คน โดยสามารถสรุปประเด็นจากการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

4.4.1 ความยากงานในการใช้งานเครื่องมือ

เครื่องมือที่ได้จากการพัฒนามีความยากง่ายในการใช้งานตั้งแต่ ง่ายถึงปานกลาง โดยจำนวน 6 จาก 9 คน ได้มีความเห็นว่าเครื่องมือมีขั้นตอนการใช้งานที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และจำนวน 3 จาก 9 คน ได้มีความเห็นว่าเครื่องมือมีขั้นตอนการใช้งานที่ไม่ยาก แต่อาจต้องใช้เวลาในการเรียนรู้จึงจะใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

4.4.2 ประโยชน์ของเครื่องมือต่อการทำงาน

กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริงได้มีความเห็นว่าเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนามีประโยชน์ต่อการใช้ทำงานออกแบบโครงการต่าง ๆ สำหรับ สถาปนิก ภูมิสถาปนิก และ วิศวกร เนื่องจากสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานเห็นภาพรวมของการจัดการน้ำฝนและเป็นตัวช่วยในการออกแบบให้ผ่านเกณฑ์ อีกทั้งยังช่วยในการลดเวลาการทำงาน แต่สำหรับที่ปรึกษาอาคารเขียวมีความเห็นว่าเรื่องการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากมีวิธีการคำนวณที่ค่อนข้างง่ายจึงเป็นประโยชน์ค่อนข้างน้อยสำหรับที่ปรึกษาอาคารเขียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.3 การพิจารณาในการใช้เครื่องมือเสริม

กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานส่วนใหญ่ได้มีความเห็นว่าจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนาไปใช้ในการทำงานจริง เนื่องจากเหตุผลได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาน้ำท่วม ความสามารถในการประหยัดเวลาในการทำงาน ความแม่นยำที่สูง และมีการอธิบายด้วยแผนภาพซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

ในส่วนของผู้ที่ไม่พิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงาน มีเหตุผลอันเนื่องมาจากความนิยมในการใช้ BIM ที่ยังไม่เป็นที่นิยมมากนักสำหรับสถาปนิก และภูมิสถาปนิก โดยเฉพาะการทำงานในช่วงขั้นตอนการออกแบบขั้นต้นจนถึงขั้นตอนการพัฒนาแบบสำหรับภูมิสถาปนิก เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) อาทิเช่น Revit ยัง

มีเครื่องมือหรือชุดคำสั่งที่ไม่เอื้อต่อการทำงานของภูมิสถาปนิกมากนัก แต่หากในอนาคตมีความนิยมในการใช้งานที่มากขึ้น ก็จะพิจารณาในการใช้งานเครื่องมือเสริม

4.4.4 ข้อเสนอแนะ และคำถามเพิ่มเติม

กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยสามารถสรุปเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

1. หากนำเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนาไปใช้ในการศึกษารูปแบบของพื้นที่หน่วงน้ำแล้ว จะทำให้เป็นฐานข้อมูลความรู้ต่อไปได้ในอนาคตเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอิทธิพลของน้ำและฝนสูง
2. การพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือเสริม ถ้าสามารถเรื่องน้ำใต้ดินเข้ามาเป็นปัจจัยในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความละเอียด แม่นยำมากขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำใต้ดินมีผลต่อการซึมน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

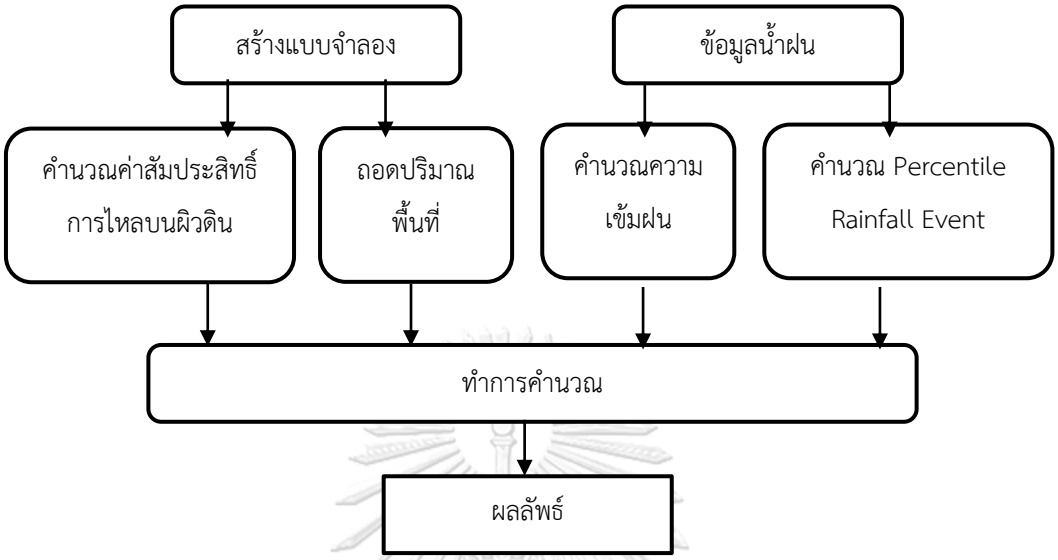
5.1 สรุปผลการวิจัย

เนื่องจากปัญหาน้ำท่วมขังที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว และมีการก่อสร้างโครงการต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา อาทิเช่น กรุงเทพมหานคร ทำให้ในปัจจุบันมีเกณฑ์ในการออกแบบต่าง ๆ เช่น เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว LEED โดย USGBC, เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว TREES โดยสถาบันอาคารเขียวไทย และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อการจัดการการระบายน้ำฝนไม่ให้ท่วมขังภายในพื้นที่ โดยมีแนวคิดของเกณฑ์ในการออกแบบคือ การหน่วงน้ำภายในพื้นที่ของโครงการให้ได้ปริมาณ หรืออัตราการไหลที่สามารถชะลอให้น้ำภายนอกโครงการระบายลงสู่ระบบสาธารณะได้ทัน ทำให้มีความจำเป็นในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนในปัจจุบัน เช่น การคำนวณมือ การใช้ตาราง Microsoft Excel หรือการใช้โปรแกรมเฉพาะทาง (SWMM, WinSLAMM, Autodesk Storm and Sanitary) มีความซับซ้อนและยุ่งยากแก่นักออกแบบ อีกทั้งยังต้องใช้ความรู้ด้านการจัดการน้ำฝนเพื่อใช้งานเครื่องมือ ซึ่ ง ในปัจจุบันมีการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เข้ามาใช้ในการออกแบบโดยโปรแกรมที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศไทยได้แก่ โปรแกรม Revit ซึ่งภายจะมีโปรแกรมเสริม Dynamo ที่มีความสามารถในการเพิ่มความสามารถของโปรแกรม Revit ในการสร้างแบบจำลอง หรือคำนวณข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ทำให้มีความจำเป็นและความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้

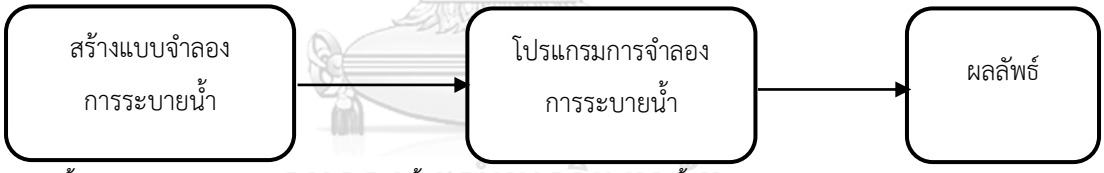
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1.2 เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา

การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารโดยใช้โปรแกรม Revit และโปรแกรมเสริม Dynamo ทำให้มีความสามารถในการดึงข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อนำมาใช้ในการถอดปริมาณและคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งสามารถแก้ไขอุปสรรคในการทำงานระหว่างสถาปนิก และผู้อื่นได้ เช่น การลดระยะเวลาในการทำงาน การแก้ไขแบบเพื่อความสอดคล้องกับเกณฑ์ในการออกแบบเพื่อการจัดการน้ำฝน หรือการใช้เครื่องมือเสริมเพื่อคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากโดยปราศจากผู้เชี่ยวชาญ (ภาพที่ 5. 1, ภาพที่ 5. 2, ภาพที่ 5. 3)



ภาพที่ 5. 1 การทำงานโดยใช้วิธีทั่วไป



*****วิธีนี้ต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการจัดการน้ำฝน และการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก*****

ภาพที่ 5. 2 การทำงานโดยใช้โปรแกรมการคำนวณเฉพาะทาง

ภาพที่ 5. 3 การทำงานโดยใช้เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา

เครื่องมือที่ได้จากการพัฒนาสามารถใช้งานผ่านโปรแกรม Revit 2020 และโปรแกรมเสริม Dynamo 2.3 ขึ้นไป ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้มีการจัดเตรียมฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ, AFPRO (Action for Food Production) และ MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology) และข้อมูลปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง พ.ศ.2529-2558 ของกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ที่พัฒนาแล้วมากที่สุดในประเทศไทย และเพื่อให้ผู้ใช้งานเครื่องมือเสริมสามารถใช้งานได้ง่าย และสะดวกที่สุดจึงได้มีการพัฒนาไฟล์ตั้งต้นในการสร้างแบบจำลอง (Revit Template) ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลวัสดุ และข้อมูลตัวแปร Parameter ที่จำเป็นเอาไว้

5.1.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ

การเปรียบเทียบผลการคำนวณระหว่างการใช้เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา และการใช้ Revit ในการถอดพื้นที่เพื่อนำไปคำนวณใน Microsoft Excel เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนา สามารถสรุปได้ดังนี้

จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน ค่าพื้นที่ผิวที่รับน้ำ ค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลาก และค่าอัตราการไหลหลากสูงสุด พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ±2.52% จากกรณีศึกษากลุ่มอาคารที่ตั้งอยู่บนเนินเขา ซึ่งเป็นผลมาจากความคลาดเคลื่อนของค่าพื้นที่ผิวที่รับน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นจากการคำนวณพื้นที่จากชุดคำสั่งภายในโปรแกรม Dynamo ที่มีจำกัด ทำให้มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อคำนวณพื้นที่ผิวที่ถูกหลังคาบัง (**Error! Reference source not found.**) หรือการคำนวณพื้นที่ผิวที่ซับซ้อนจะทำให้มีประสิทธิภาพต่ำเช่นกัน

5.1.4 การสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง

จากการสาธิตเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนากับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจริง เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้งานจริงที่มีต่อเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนา และสามารถนำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมมาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือเสริมในอนาคตได้ โดยสามารถสรุปความคิดเห็นจากการสาธิตได้คือ เครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานในระดับที่ง่ายถึงปานกลาง และมีประโยชน์ในการทำงานจริง แต่การทำงานในปัจจุบันยังมีความนิยมในการใช้เทคโนโลยี BIM ที่น้อยทำให้ผู้ใช้งานบางกลุ่มไม่สามารถพิจารณาในการใช้งานเครื่องมือเสริมนี้ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่ได้จากการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และคาดว่าจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องมือ หรือการทำการวิจัยต่อไปในอนาคตมีดังนี้

5.2.1 การจัดทำฐานข้อมูลวัสดุ

ควรมีการจัดทำฐานข้อมูลของวัสดุสำหรับการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากเพิ่มเติม เนื่องจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันมีปริมาณที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดของวัสดุที่มีอยู่ภายในปัจจุบัน ทำให้ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

5.2.2 การพิจารณาในการนำงานวิจัยนี้กลับมาทำใหม่อีกครั้งในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื่องจากโปรแกรม Dynamo 2.3 ที่ใช้สร้างเครื่องมือเสริมในงานวิจัยชิ้นนี้ ไม่มีคำสั่งที่จำเป็นแก่การพัฒนาเครื่องมือ กล่าวคือคำสั่งการดึงพื้นผิวลงสู่อีกพื้นผิวหนึ่ง ส่งผลให้งานวิจัยชิ้นนี้ต้องใช้คำสั่งที่มากกว่าเดิมหลายเท่า ทำให้การประมวลผลช้าลง และเพิ่มโอกาสในการทำงานที่ผิดพลาดของโปรแกรมให้มากยิ่งขึ้น

โปรแกรม Grasshopper เป็นอีกทางเลือกที่ดีสำหรับการพัฒนาเครื่องมือเสริม เนื่องจากชุดคำสั่งที่ครอบคลุมการใช้งานหลากหลายรูปแบบ และมีการประมวลผลที่รวดเร็ว แต่เนื่องจากในปัจจุบันยังขาดการเชื่อมโยงในการทำงานระหว่างข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศ ทำให้เป็นข้อเสียที่ต้องพิจารณาในการเลือกใช้

5.2.3 การเพิ่มคุณสมบัติของเครื่องมือ

การเพิ่มคุณสมบัติของเครื่องมือเสริมในการคำนวณค่าอื่น ๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการไหล, การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินจากค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลาก หรือการแสดงผลค่าปริมาณน้ำฝนไหลหลากในรูปแบบสี เป็นต้น

5.2.4 การผลักดันในการใช้เทคโนโลยี BIM

เนื่องจากความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ใช้งานส่วนหนึ่งระบุว่า ความนิยมในการใช้งาน BIM ในการออกแบบโครงการในปัจจุบันยังมีไม่มากนัก ทำให้มีการพิจารณาในการใช้เครื่องมือเสริมที่ได้จากการพัฒนาน้อย จึงมีความจำเป็นในการผลักดันให้การออกแบบโครงการต่าง ๆ ใช้งาน BIM ในการออกแบบตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการจัดการอาคารหลังการก่อสร้าง เพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการออกแบบโครงการ และเพื่อเพิ่มความแม่นยำของการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

AFPRO. *Manual on Construction and Maintenance of Household Based Rooftop Water Harvesting Systems. Report prepared by AFPRO (Action for Food Production for UNICEF.*

Atsushi Tsutsumi, Kenji Jinno, & Berndtsson, R. (2004). Surface and subsurface water balance estimation by the groundwater recharge model and a 3-D two-phase flow model.

Autodesk. (2019). What Is Autodesk Storm and Sanitary Analysis? [Online]. Retrieved from https://knowledge.autodesk.com/support/civil-3d/troubleshooting/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Installation-Civil3D/files/GUID-A4080DA5-3C5C-47E3-9396-F42FD24DBF2C-htm.html. Retrieved [2019, November 19]

Bruce K. Ferguson. (1998). *Introduction to Stormwater*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Krygiel, E. (2008). *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Thai Green Building Institute. (2017). *Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for New Construction and Major Renovation and Core and Shell Building*.

ThaiBIMpro. (2015). การเขียนโปรแกรมด้วยการวาดโปรแกรมDynamo [Online]. Retrieved from http://thaibimpro.blogspot.com/2015/12/dynamo.html Retrieved [2019,

November 18]

The Dynamo Primer. (2019). What is Visual Programming? [Online]. Retrieved from https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/1-1_what_is_visual_programming.html. Retrieved [2019, November 19]

U.S. Green Building Council. (2014). *LEED Reference Guide for Neighborhood Development*.

Water Environment Federation American Society of Civil Engineers. (1992). *Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems*. New York: American Society of Civil Engineers.

เดชา บุญค้ำ. (2557). การวางผังบริเวณและงานบริเวณ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมควบคุมมลพิษ. (2558). พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 กฎ ประกาศ และระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). ปริมาณน้ำฝน [Online]. Retrieved from https://tmd.go.th/info/info.php?FileID=55 Retrieved [2019, November 18]

ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ. (2556). การตรวจสอบแนวทางการประยุกต์ใช้วิธีการจัดระดับขั้นความละเอียดของข้อมูลสำหรับแบบจำลองสารสนเทศอาคารของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน กับวิธีการหาปริมาณงานสถาปัตยกรรมในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ณัชชา เอกร่าเริงแสน. (2559). การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร. (วิทยานิพนธ์ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ณัฐรดา บุญถัด. (2560). การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (*SC*) ด้วยโปรแกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Revit & Dynamo ตามหลักเกณฑ์การคำนวณของกฎหมายพลังงาน (*BEC).* (วิทยานิพนธ์ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

ดำรงศักดิ์ รินชุมภู. (2560). การกำหนดค่าการซึมน้ำฝนไหลนองบนสวนซับน้ำฝนสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร,

ธัญธร ค้ำไพโรจน์. (2560). เครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศที่ช่วยในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของอาคาร ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น กรณีศึกษา อาคารพักอาศัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

พิสิษฐ และจิรา. (2554). ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน - ช่วงเวลา - ความถี่ฝน และเปอร์เซนต์การแพร่กระจายของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ภาคกลาง: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์. (2559). การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา: อาคารที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,

สถาบันอาคารเขียวไทย. (2557). เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมสำหรับการเตรียมความพร้อมการก่อสร้างและอาคารปรับปรุงใหม่.

สมาคมสถาปนิกสยามฯ. (2558). คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (*Thailand BIM Guideline)*. กรุงเทพฯ: สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์.

อภิเกียรติ เจริญสุทธิโยธิน. (2560). แนวทางการพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (*BIM)* เพื่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (*OTTV)* ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามความต้องการข้องผู้ใช้งาน

แบบสอบถามเรื่อง การพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามดังกล่าวจัดทำขึ้นเพื่อการสอบถามความคิดเห็นในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก ในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการทำงานระหว่างสถาปนิก ภูมิสถาปนิก วิศวกร และผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม

โปรดเติมข้อความในช่องว่างหรือขีดเครื่องหมาย ✓ลงใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ระดับการศึกษาสูงสุด

   ☐ 1.ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ 2. ปริญญาตรี ☐ 3. ปริญญาโท ☐ 4.ปริญญาเอก

1. อาชีพปัจจุบัน

   ☐ 1.สถาปนิก ☐ 2. ภูมิสถาปนิก ☐ 3. วิศวกร

   ☐ 7. ที่ปรึกษาอาคารเขียว ☐ 5. อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

2. ประสบการณ์การทำงาน

   ☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 2. 1-5 ปี ☐ 5

ตอนที่ 2 ข้อมูลการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)

5. โปรแกรม BIM ที่ท่านเคยใช้งาน (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1. Revit ☐ 2. Archicad ☐ 3. Vectorworks ☐ 4. AECOsim Building Designer
☐ 5. Tekla Structures ☐ 6. ไม่เคยใช้งาน ☐ 7. อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

6. ท่านคิดว่าอะไรคือประโยชน์ในการใช้งาน BIM (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1. เพิ่มความรวดเร็ว
☐ 2. เพิ่มความถูกต้องแม่นยำ
☐ 3. สามารถนำข้อมูลของแบบจำลองมาวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ได้
☐ 4. อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

7. ท่านเคยใช้งาน Visual Programming หรือไม่ ? (เช่น Grasshopper, Dynamo)

☐ 1. เคยใช้งาน ☐ 1. ไม่เคยใช้งาน

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

8. ท่านรู้จักวิธีการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากหรือไม่?

☐ 1. รู้จัก ☐ 2. ไม่รู้จัก

9. ท่านคิดว่าอะไรคือประโยชน์ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1. ป้องกันการเกิดน้ำท่วมขังภายในพื้นที่
☐ 2. ป้องกันการเกิดน้ำท่วมขังบริเวณโดยรอบ
☐ 3. อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

10. ท่านคิดว่าอะไรคืออุปสรรคในการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1. มีความรู้ไม่เพียงพอ
☐ 2. ใช้เวลานาน
☐ 3. มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก
☐ 4. อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 ข้อมูลความต้องการในการใช้งานเครื่องมือ

11. ท่านคิดว่าอะไรคือประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1. ประหยัดเวลา
☐ 2. เพิ่มความแม่นยำ
☐ 3. สามารถเห็นปรับปรุงแก้ไขแบบได้แบบ Real time
☐ 4. ลดการซ้ำซ้อนในการทำงาน
☐ 5. ลดจำนวณบุคลากรที่ใช้ในกระบวนการทำงาน
☐ 6. อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

12. ท่านคิดว่าการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก จะสามารถเป็นไปได้หรือไม่ ?

☐ 1.ได้ ☐ 2. ไม่ได้

13. ตัวแปรที่ท่านคิดว่าเป็นประโยชน์ต่อการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลาก

.....
.....
.....
. . . . . .
.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

14. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....
.....
.....
. . . . . .
.....

------ ขอขอบพระคุณที่กรุณาสละเวลาเพื่อให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์แก่การวิจัยครั้งนี้ -------

ภาคผนวก ข

ผลการสาธิตการใช้งานเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนา

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 1

อาชีพปัจจุบัน

- สถาปนิก

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- ตึกสูง

ประสบการณ์การทำงาน

- น้อยกว่า 1 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- น้อยกว่า 1 ปี

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- ปานกลาง

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มี ทำให้คำนวนได้แม่นยำมากขึ้น คิดเป็นภาพรวมง่ายขึ้น

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- พิจารณา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 2

อาชีพปัจจุบัน

- สถาปนิก

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- บริษัทสถาปนิกขนาดกลาง

ประสบการณ์การทำงาน

- น้อยกว่า 1 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- น้อยกว่า 1 ปี

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- ปานกลาง

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มี

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- ตอนนี้ยังไม่ถึงระดับที่จะต้องใช้ แต่ถ้ามีโอกาสก็น่าสนใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 3

อาชีพปัจจุบัน

- นักศึกษาภูมิสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต (ภูมิสถาปนิก)

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- การศึกษาภูมิทัศน์

ประสบการณ์การทำงาน

- น้อยกว่า 1 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- น้อยกว่า 1 ปี

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- เครื่องมือสามารถทำตามได้ง่าย หากมีแบบที่ข้อมูลและแบบที่ชัดเจน จึงจะสามารถนำมาคำนวนตามที่วีดีโอสอนได้

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มีประโยชน์ต่อการออกแบบมาก เนื่องจากในอนาคตการสร้างอาคารควรมีการคำนึงถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เข้าไปด้วย โดยการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยในการคำนวนได้

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- พิจารณาว่าน่าสนใจสำหรับสภาปนิก และภูมิสถาปนิก และภาครัฐเพื่อนำมาประยุกต์ในการจัดการปัญหาน้ำต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ หรือคำถามเพิ่มเติม

- เป็นงานที่น่าสนใจและมีประโยชน์ หากนำไปศึกษาต่อถึงรูปแบบของพื้นที่หน่วงน้ำแล้วจะทำให้เป็นฐานความรู้ต่อไปได้ในอนาคตเนื่องจากประเทศไทย เป็นประเทศที่มีอิทธิพลของน้ำและฝนสูงครับ

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 4

อาชีพปัจจุบัน

- วิศวกร

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- ออกแบบบ้าน

ประสบการณ์การทำงาน

- 5-10 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- ไม่เคยใช้

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- ง่ายดี ไม่ยุ่งยากเท่าไหร่

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มีประโยชน์มาก เพราะสำมารถคำนวณเบื้องต้นได้

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- ใช้แน่นอน เพราะปกติก็ใช้ Revit เขียนแบบอยู่แล้ว ยิ่งมีเครื่องมือช่วยก็ยิ่งทำให้น่าใช้งาน

ข้อเสนอแนะ หรือคำถามเพิ่มเติม

1. ในอนาคต ถ้าพัฒนาให้ใช้งานง่ายกว่านี้อีกก็จะยิ่งเป็นการดีขึ้นไปอีก (แต่ตอนนี้ก็ง่ายอยู่แล้ว)
2. ถ้า Report ไปอยู่ใน Revit เลย (ไม่ต้องไปอยู่ใน Excel) ก็จะยิ่งดีขึ้นไปอีก
3. ถ้ามีคำอธิบายค่า parameter ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณใน Revit เลย ก็ยิ่งเป็นการดีขึ้นไปอีก (ชี้เมาส์ไปที่.....แล้วจะมีหน้าต่างที่อธิบาย Pop Up ขึ้นมา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 5

อาชีพปัจจุบัน

- ภูมิสถาปนิก

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- บริษัทภูมิสถาปนิกที่สนใจด้านการผนวกงานศิลปะเข้ากับพื้นที่ภายนอกอาคาร

ประสบการณ์การทำงาน

- น้อยกว่า 1 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- 1-5 ปี

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- เครื่องมือดูใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อนจนเกินไป

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มีประโยชน์ เนื่องจากน่าจะช่วยประหยัดเวลาหากมีการแก้ไขแบบ และสะดวกในการช่วยตรวจสอบว่าพื้นที่ใดในแบบที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำไหลหลากมาก

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- พิจารณาใช้ เนื่องจาก user interface น่าใช้งาน และสามารถช่วยประหยัดเวลาได้มากระหว่างการทำแบบ Design แต่ในปัจจุบันสายอาชีพ (Landscape) ที่กำลังทำอยู่ไม่ได้ใช้ BIM ในการออกแบบเป็นหลัก (ใช้แค่ช่วงการทำแบบ Construction) ทำให้หลาย Feature ในตัวเครื่องมือเสริมอาจจะไม่ได้ใช้ในช่วงการออกแบบขั้นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ หรือคำถามเพิ่มเติม

1. ถ้าเครื่องมือเสริมสามารถแนะนำรูปแบบต่าง ๆ ของบ่อหน่วงน้ำให้เพิ่มเติมจะน่าสนใจมากขึ้น
2. น่าจะมีการคำนึงถึงเรื่องน้ำใต้ดินด้วย เนื่องจากปริมาณน้ำใต้ดินมีผลต่อการซึมน้ำ

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 6

อาชีพปัจจุบัน

- สถาปนิก

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- บริษัทสถาปนิกขนาดกลาง เน้นออกแบบอาคารสูง

ประสบการณ์การทำงาน

- น้อยกว่า 1 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- น้อยกว่า 1 ปี

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- ไม่ยาก แต่อาจต้องใช้เวลาในการเรียนรู้จึงจะใช้ได้อย่างถูกต้อง

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มีอย่างมาก เนื่องจากประเทศไทยมีฝนตกตลอด การที่ทราบปริมาณน้ำฝนไหลหลากของอาคารจึงเป็นการส่งเสริมให้การออกแบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- พิจารณา เพราะเป็นตัวเลือกในการใช้คำนวนที่ดี แม่นยำกว่าการใช้ Excel

ข้อเสนอแนะ หรือคำถามเพิ่มเติม

- การอธิบายวิธีการใช้ ถ้ามี Diagram การใช้งานอาจทำให้เข้าใจง่ายขึ้นและน่าสนใจมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 7

อาชีพปัจจุบัน

- สถาปนิก

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- สถาปนิกอิสระ

ประสบการณ์การทำงาน

- น้อยกว่า 1 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- 5-10 ปี

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- มีขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มีประโยชน์ เนื่องจากจะช่วยให้งานออกแบบมีความสมบูรณ์มากขึ้น และยังช่วยให้สถาปนิกมีความเข้าใจและตระหนักถึงการจัดการน้ำฝนมากยิ่งขึ้น

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- พิจารณา เพราะใช้เวลาในการคำนวณน้อย และมีความแม่นยำ อีกทั้งมี Diagram ที่แสดงปริมาณน้ำฝนไหลหลากที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นผิวซึ่งสามารถทำไปใช้ในการนำเสนอได้

ข้อเสนอแนะ หรือคำถามเพิ่มเติม

1. การทำการคำนวณปริมาณน้ำฝนไหลหลากในบางครั้งอาจต้องได้รับความยินยอมและความเห็นจากเจ้าของโครงการเสียก่อน
2. ควรมีการบันทึกข้อมูลลง Schedule ภายในโปรแกรม Revit เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลไปใช้งานต่อได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 8

อาชีพปัจจุบัน

- ที่ปรึกษาอาคารเขียว

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- บ.ที่ปรึกษาขนาดกลาง

ประสบการณ์การทำงาน

- 1-5 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- น้อยกว่า 1 ปี

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- ดูง่ายดี มี panel สามารถเรียกขึ้นมาเพื่อคำนวณได้ง่าย

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- สำหรับที่ปรึกษา runoff เป็นหัวข้อที่คำนวณค่อนข้างง่าย โดยทั่วไปก็ใช้ excel (อย่างที่ในคลิปก็พูดว่าง่ายที่สุดแล้ว) แต่หากมองในมุมว่าสถาปนิก/ภูมิฯ สามารถตรวจสอบ runoff ได้ด้วยตนเองโดยอาจไม่จำเป็นต้องเข้าใจสมการมากนักก็จะมีประโยชน์ระดับหนึ่ง

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- ปัจจุบันเวลาทำงานมักจะได้แบบ CAD จากสถาปนิกมากกว่า ถ้าต้องขึ้นโมเดล BIM เพื่อทำ runoff อาจจะเสียเวลามากเกินไป แต่ในอนาคตหากทุกฝ่ายมีการประสานงานด้วย BIM แล้วก็เป็นไปได้มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ หรือคำถามเพิ่มเติม

1. น่าจะสามารถคำนวณความสามารถในการรับน้ำของบ่อน้ำเข้าไปด้วย หรือ Bioswale ที่เริ่มพบเห็นในงานออกแบบมากขึ้น เช่น ไซต์ที่อาจมี Runoff ไม่ดี แต่มี บ่อ/Bioswale ที่สามารถชดเชยกันได้
2. รวมถึง Runoff เป็นการคำนวณโดยเฉลี่ยทั้ง Site ซึ่งอาจละเลยสภาพพื้นที่ในไซต์บางอย่าง เช่น ทางลาดระบายน้ำทั้งหมดไปที่ถนนคอนกรีตอาจทำให้น้ำท่วม แต่ถ้าคำนวณทั้งไซต์อาจนำไปเฉลี่ยกับพื้นที่อื่นทำให้ผ่านเกณฑ์ได้ ทั้งที่ความเป็นจริงแล้วอาจก่อให้เกิดน้ำท่วม
3. เครื่องมือน่าจะคำนวณพื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วมจากความลาดชันและการระบายน้ำได้ (เข้าใจว่าน่าจะซับซ้อนระดับหนึ่ง)

ผู้ให้สัมภาษณ์คนที่ 9

อาชีพปัจจุบัน

- ที่ปรึกษาอาคารเขียว

ลักษณะขององค์กรที่ทำงานอยู่

- บ.ที่ปรึกษาขนาดกลาง

ประสบการณ์การทำงาน

- 5-10 ปี

ประสบการณ์การใช้ BIM

- ไม่เคยใช้

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีความยากง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด?

- ง่าย

ท่านคิดว่าเครื่องมือเสริมมีประโยชน์ต่อการทำงานหรือไม่? อย่างไร?

- มีประโยชน์ สามารถแนะนำให้ผู้ออกแบบใช้เป็นตัวช่วยในการออกแบบให้ผ่านตามเกณฑ์

ท่านจะพิจารณาในการนำเครื่องมือเสริมไปใช้ในการทำงานจริงหรือไม่? เพราะเหตุใด?

- ไม่ เพราะปกติไม่ได้ใช้ BIM

ข้อเสนอแนะ หรือคำถามเพิ่มเติม

คำถาม

กรณีที่มีโมเดลอาคารอยู่แล้ว สามารถนำชุดโปรแกรมคำนวณนี้ไปใช้กับโมเดลที่มีอยู่เดิมแล้วปรับการตั้งค่า Material โดยไม่ต้องขึ้นโมเดลใหม่จาก template ที่ดาวน์โหลดมาได้หรือไม่ ?

ตอบ

สามารถทำได้ โดยการใช้คำสั่ง Transfer Project Standards เพื่อทำการดึงข้อมูลจากไฟล์ Template ที่ทางผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้เข้าสู่ไฟล์โมเดลอาคารที่มีอยู่แล้ว ซึ่งข้อมูลที่ดึงเข้ามาจะประกอบด้วยข้อมูล Parameter ที่จำเป็นต่อการคำนวณ และข้อมูล Material ที่อยู่ภายใน Template หรือหากผู้ใช้งานต้องการสร้าง Material ใหม่ก็สามารถทำได้เช่นกัน โดยสร้าง Material ใหม่ภายใน Revit และเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูลไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ภัทรพล วัชรเมธากุล
วัน เดือน ปี เกิด	4 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY