โปรแกรมเสริมสำหรับการออกแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร

โดย
นางสาวลภัสรดา แซ่แต้

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

โปรแกรมเสริมสำหรับการออกแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร

โดย
นางสาวลภัสรดา แซ่แต้

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

PLUGIN FOR PRELIMINARY DESIGN OF DRAINAGE SYSTEM IN HOUSING PROJECT

By

MISS Lapasrada SAE-TAE

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (Computer-aided Architectural Design)

Department of Architectural Technology

Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	โปรแกรมเสริมสำหรับการออกแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร
โดย	นางสาวลภัสรดา แซ่แต้
สาขาวิชา	คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. อภิรดี เกษมศุข)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ)

60059308 : คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ระบบระบายน้ำ, โปรแกรมเสริมสำหรับ SketchUp, โครงการบ้านจัดสรร, ถอดปริมาณวัสดุ

นางสาว ลภัสรดา แซ่แต้: โปรแกรมเสริมสำหรับการออกแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี

การจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประมาณราคาค่าก่อสร้างให้กับทางเจ้าของโครงการ เป็นขั้นตอนการทำงานที่ใช้เวลามาก ในปัจจุบันการหาปริมาณท่อและบ่อพักเป็นการถอดปริมาณจากแบบด้วยมือซึ่งใช้เวลานานและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ เนื่องจากมีปริมาณท่อและบ่อพักจำนวนมาก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยในการทำแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร และการถอดปริมาณท่อและบ่อพัก ให้สามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้นและลดข้อผิดพลาดในการถอดปริมาณท่อและบ่อพัก

การพัฒนาโปรแกรมได้ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์รูบี้ (Ruby) ในการสร้างชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม SketchUp ใช้วิธี Ray Trace ในการหาพื้นที่แปลงบ้านที่ท่อระบายน้ำฝนผ่านและใช้หลักการมอนติคาร์โล (Monte Carlo) ในการคำนวณรวบรวมพื้นที่และหาขนาดท่อ ผลที่ได้จากการพัฒนาคือ โปรแกรมเสริมใน SketchUp ที่สามารถจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรและถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดและจัดเก็บข้อมูลในไฟล์นามสกุล CSV

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดที่หาได้จากการใช้โปรแกรมมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณท่อและบ่อพักที่หาได้จากวิธีการทำแบบร่างที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมเสริม นอกจากนี้ยังสามารถนำส่งข้อมูลให้ฝ่ายประมาณราคาได้รวดเร็วขึ้น จากเดิมที่ใช้เวลาในการหาขนาดท่อและบ่อพักด้วยวิธีการเดิม ใช้เวลา 44.20 ชั่วโมง ส่วนวิธีการใช้โปรแกรมเสริมฯ ใช้เวลา 1.35 ชั่วโมง

60059308 : Major (Computer-aided Architectural Design)
Keyword : drainage system, SketchUp plugin, housing project, quantity take-off

MISS Lapasrada SAE-TAE : Plugin for Preliminary Design of Drainage System in Housing Project Thesis advisor : Associate Professor Dr. PRECHAYA MAHATTANATAWE

The preparation of preliminary design of drainage system in housing project, to be used as data for estimating construction costs for the project owners, is a time-consuming process. Currently, the process of determining the quantities of pipes and manholes involves manual estimation, which is time-consuming and prone to errors due to the large number of pipes and manholes. Therefore, the objective of this research is to develop a program that aids in creating a preliminary design of drainage system in housing project and in determining the quantities of pipes and manholes. This will enable faster work processes and reduce errors in determining the quantities of pipes and manholes.

The development of the program utilizes the Ruby programming language to create a set of control commands for SketchUp software. The program employs Ray Tracing techniques to determine the area of land plots where rainwater drainage is required. Additionally, it utilizes Monte Carlo principles to calculate and collect data on the area and pipe sizes. The result of this development is a SketchUp plugin that can generate a draft of the drainage system for housing projects, as well as estimate the quantities of pipes and manholes for each size, storing the data in CSV file format.

The study results revealed that the quantities of pipes and manholes for each size obtained using the program were similar to those obtained from the traditional method without the use of the add-on program. Furthermore, the plugin enabled faster data delivery to the estimating department. Previously, the process of determining pipe and manhole using the traditional method took 44.20 hours, whereas the add-on program method only took 1.35 hours.

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยในการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร ให้กับผู้ออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร เพื่อให้ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ทั้งนี้การค้นคว้าอิสระสำเร็จลุล่วงได้ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ ศาตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์ รองศาตราจารย์ ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี อาจารย์ธารา จำเนียรดำรงการ อาจารย์ประยุทธ์ พัทธุลาภ และอาจารย์ธนะพันธุ์ อินทรเกสร ที่ให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโปรแกรมเสริม จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบระบบระบายน้ำทุกคนที่ได้ให้คำแนะนำและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูล รูปแบบการออกแบบระบบระบายน้ำ และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้โปแกรมเสริมสามารถทำงานได้ตามคำแนะนำ

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการและคณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมครั้งนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ ครอบครัว และเพื่อนที่คอยเป็นกำลังใจให้ที่ทำให้การค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาว ลภัสรดา แซ่แต้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบระบบระบายน้ำ 3

2.2 ปริมาณน้ำฝนและการระบายน้ำ 4

2.2.1 ปริมาณน้ำฝนไหลนอง 5

2.2.2 ความรู้เกี่ยวกับฝน 5

2.2.3 ความถี่ของฝน 8

2.2.4 สัมประสิทธิ์การไหลนอง 8

2.2.5 พื้นที่ระบายน้ำ (drainage area) 9

2.2.6 วิธีเรชั่นแนล หรือวิธีอาร์เอ็ม (rational method) 10

2.3 สมการที่ใช้ในการคำนวณในการออกแบบท่อระบายน้ำ 11
2.3.1 ความเร็วน้ำไหลในท่อระบายน้ำ (V) 11
2.3.2 อัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อ (Q_P) 12
2.4 การเลือกใช้ขนาดบ่อพักคอนกรีต 13
2.4.1 ขนาดของบ่อพัก 13
2.4.2 ประเภทของบ่อพักคอนกรีต 13
2.4.3 จำนวนใช้งานของบ่อพัก 15
2.5 กฎหมายและข้อกำหนดสำหรับการออกแบบสำหรับโครงการบ้านจัดสรร 16
2.6 การเลือกขนาดท่อและบ่อพักที่ใช้ในโครงการบ้านจัดสรร 17
2.7 การจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร 18
2.8 การศึกษาโปรแกรม SketchUp และภาษา Ruby 24
2.8.1 ความสามารถของโปรแกรม SketchUp 24
2.8.2 ภาษา Ruby 30
2.8.3 การศึกษาเกี่ยวกับไฟล์ csv 32
2.9 การทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง 33
บทที่ 3 แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมและการออกแบบโปรแกรมเสริม 35
3.1 แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม 35
3.2 ขอบเขตในการพัฒนาความสามารถของโปรแกรมเสริม 36
3.3 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดของโปรแกรมแต่ละส่วนสำหรับการพัฒนาโปรแกรมเสริม 38
3.3.1 การเตรียมข้อมูลนอกโปรแกรม SketchUp 38
3.3.2 การเตรียมข้อมูลในโปรแกรม SketchUp 40
3.3.3 การคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำ 48
3.3.4 การแสดงข้อมูลของท่อในโปรแกรม SketchUp 64
3.3.5 การถอดปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาด 65

3.4 รายละเอียดของโปรแกรมจากการพัฒนาโปรแกรมเสริม 67
3.4.1 หน้าต่าง tool bar ของโปรแกรมเสริม 67
3.4.2 รายละเอียดชุดคำสั่งที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมเสริม 68
บทที่ 4 วิธีการติดตั้งและใช้งานโปรแกรมเสริม 70
4.1 การติดตั้งโปรแกรมเสริม 70
4.2 การใช้งานโปรแกรมเสริม 71
4.2.1 ตัวอย่าง icon โปรแกรม SketchUp 71
4.2.2 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรม SketchUp 71
4.2.3 การ import ไฟล์ DWG เข้าโปรแกรม SketchUp 72
4.2.4 การสร้าง surface ของพื้นที่แปลงบ้าน 74
4.2.5 การสร้าง surface บริเวณพื้นที่ถนน 76
4.2.6 การ offset edge 77
4.2.7 การเชื่อมต่อ edge ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน 78
4.2.8 การกำหนดทิศทางการไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำ 80
4.2.9 การวาง connector ที่บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำ 84
4.2.10 การคำนวณพื้นที่ที่เส้นท่อระบายน้ำแต่ละเส้นผ่าน 86
4.2.11 การคำนวณพื้นที่การระบายน้ำและหาขนาดท่อ 89
4.2.12 การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด 91
4.3 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม 92
4.3.1 การประมาณท่อและบ่อพักจากพื้นที่ 93
4.3.2 การประมาณปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดจากการจัดทำแบบร่าง 94
4.3.3 เปรียบเทียบปริมาณท่อและบ่อพักของทั้ง 3 วิธี 94
4.4 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการถอดปริมาณท่อและบ่อพักด้วยวิธีการเดิมและวิธีการใหม่ 95

4.5 สรุปผลการทดสอบใช้งานโปรแกรมเสริมและข้อเสนอแนะ 97
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 98
5.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม 98
5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรม 98
รายการอ้างอิง 100
ประวัติผู้เขียน 102

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ *1* อัตราการซึมของน้ำลงดินชนิดต่างๆ 8

ตารางที่ *2* สัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่างๆ 9

ตารางที่ *3* ค่าของ *n* สำหรับการหาเวลาไหลเข้าท่อ 11

ตารางที่ *4* ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองสำหรับชุมชนบ้านจัดสรร 16

ตารางที่ 5 ค่า *slope* และพื้นที่ที่ใช้ในการจัดทำแบบร่างโครงการบ้านจัดสรรจากพื้นที่ 17

ตารางที่ *6* การเลือกใช้ขนาดบ่อพักจากขนาดท่อ 18

ตารางที่ 7 ตัวอย่าง *attribute* เก็บค่า *(value)* ต่างๆ 28

ตารางที่ *8* ขนาดบ่อพักที่ใช้สำหรับท่อระบายน้ำขนาดต่างๆ 39

ตารางที่ *9* ระยะที่ใช้ในการถอดปริมาณบ่อพักแต่ละขนาด 65

ตารางที่ *10* ตารางแสดงปริมาณท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ 67

ตารางที่ *11* ตารางรวมปริมาณท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ 92

ตารางที่ *12* สรุปขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเสริมและหลักการทำงาน 92

ตารางที่ *13* การเปรียบเทียบการคำนวณด้วยวิธีเดิมกับการใช้โปรแกรมเสริม 94

ตารางที่ *14* การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการถอดปริมาณท่อและบ่อพักของทั้ง 3 วิธี 95

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ *1* แสดงลักษณะและรูปแบบฝนปกติ 6

ภาพที่ *2* แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มและความนานของฝนหนึ่งๆ 7

ภาพที่ *3* แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ของความเข้ม ความนาน และความถี่ของฝน 7

ภาพที่ 4 การระบายน้ำของพื้นที่หมู่บ้านจัดสรร 8 แปลง 10

ภาพที่ 5 บ่อพัก 1 ทาง 13

ภาพที่ 6 บ่อพัก 2 ทางตรง 14

ภาพที่ 7 บ่อพัก 2 ทางฉาก (ช่องเปิด 2 รู 90 องศา) 14

ภาพที่ 8 บ่อพัก 3 ทาง (ช่องเปิด 3 รู) 15

ภาพที่ 9 บ่อพัก 4 ทาง (ช่องเปิด 4 รู) 15

ภาพที่ *10* แสดงขั้นตอนการการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรเดิม 19

ภาพที่ 11 ผังโครงการจากทีมสถาปัตยกรรม 20

ภาพที่ *12* ไฟล์ที่จัดเตรียมเพื่อใช้ในการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำ 20

ภาพที่ *13* แนวเส้นท่อระบายน้ำ 21

ภาพที่ *14* การวางตำแหน่งบ่อพักตามแนวท่อระบายน้ำ 21

ภาพที่ 15 การใช้เส้น polyline เพื่อหาขนาดท่อ ตามตารางที่ 5 (1) 22

ภาพที่ 16 การใช้เส้น *polyline* เพื่อหาขนาดท่อ ตามตารางที่ 5 (2) 22

ภาพที่ *17* ขนาดท่อ *0.40* ม. เมื่อเทียบพื้นที่จากตารางที่ 5 23

ภาพที่ 18 ขนาดท่อ *0.60* ม. เมื่อเทียบพื้นที่จากตารางที่ 5 23

ภาพที่ 19 หาขนาดบ่อพักให้สอดคล้องกับขนาดท่อตามตารางที่ 6 24

ภาพที่ *20* ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของโปรแกรม SketchUp 24

ภาพที่ 21 เส้น *(edge)* 25

ภาพที่ *22* พื้นผิว *(face)* 25
ภาพที่ 23 สร้าง *group* 26
ภาพที่ *24* สร้าง *component* 26
ภาพที่ 25 เปรียบเทียบการแก้ไขระหว่าง *group* และ *component* 27
ภาพที่ 26 จุดอ้างอิง 27
ภาพที่ *27* entity ของวัตถุในโปรแกรม SketchUp 28
ภาพที่ *28* ลักษณะ front และ back face ของแบบจำลอง 29
ภาพที่ *29* หน้าต่างโปรแกรม notepad++ สำหรับเขียน *Ruby Script* 30
ภาพที่ *30* ขั้นตอนการเปิด Ruby Console ในโปรแกรม SketchUp 31
ภาพที่ *31* ลักษณะหน้าต่าง Ruby Console 31
ภาพที่ *32* ภาพหน้าต่าง Ruby Console 32
ภาพที่ *33* ไฟล์ csv ที่เปิดโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 33
ภาพที่ *34* ไฟล์ *csv* ที่เปิดโดยใช้โปรแกรม *Notepad* 33
ภาพที่ *35* ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเสริม 37
ภาพที่ *36* การจัดเตรียมไฟล์ DWG เพื่อ *import* เข้าโปรแกรม SketchUp 38
ภาพที่ *37* ข้อมูลการหาขนาดท่อระบายน้ำจากขนาดพื้นที่รับน้ำฝน 39
ภาพที่ *38* Component ชื่อ “connector” 40
ภาพที่ 39 Component ชื่อ “flow_dir” 40
ภาพที่ *40* ขั้นตอนการสร้าง *surface* ของพื้นที่แปลงบ้าน 41
ภาพที่ *41* การสร้าง *surface* ของพื้นที่แปลงบ้าน 41
ภาพที่ *42* การสร้าง *surface* ของพื้นที่ถนน 42
ภาพที่ *43* ขั้นตอนการสร้างแนวท่อระบายน้ำ 43
ภาพที่ *44* การสร้างแนวท่อระบายน้ำของโครงการ 43
ภาพที่ *45* ขั้นตอนการเชื่อมต่อ *edge* ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน 44

ภาพที่ 46 การเชื่อมต่อ edge ของเส้นท่อ 2 เส้นเข้าด้วยกัน 44
ภาพที่ *47* ภาพก่อนและหลังการเชื่อมต่อแนวท่อระบายน้ำของโครงการ 45
ภาพที่ *48* ขั้นตอนการตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำในท่อ 46
ภาพที่ *49* จุดที่กำหนดเป็นบ่อพักสาธารณะ 46
ภาพที่ *50* การแสดงทิศทางการไหลของน้ำในท่อ 47
ภาพที่ *51* ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวาง *connector* ที่บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำ . 47
ภาพที่ *52* การวาง *connector* ด้าน *end* ของ *edge* 48
ภาพที่ *53* ขั้นตอนการตั้งชื่อ *edge* ของท่อระบายน้ำ 49
ภาพที่ *54* ข้อมูลในไฟล์ชื่อ drain_id.txt 49
ภาพที่ *55* ขั้นตอนการตั้งชื่อของ connector 50
ภาพที่ *56* การนับจำนวน connector และชื่อของ connector 50
ภาพที่ *57* ขั้นตอนการหาชื่อของ *connector* ที่อยู่ติดกับ *edge* ของท่อระบายน้ำทั้งสองด้าน 51
ภาพที่ *58* การใช้คำสั่ง *raytest* เพื่อหา *connector* ที่อยู่ติดกับ *edge* ของท่อระบายน้ำ 52
ภาพที่ 59 connector ที่ด้าน in และ out ของ edge ท่อระบายน้ำ 52
ภาพที่ 60 ข้อมูลในไฟล์ชื่อ *connector1.txt* 52
ภาพที่ 61 การวาง *text* ข้อมูลชื่อ *edge* และ *connector* ในโปรแกรม *SketchUp* 53
ภาพที่ 62 ขั้นตอนการหาพื้นที่ของแปลงบ้านที่ท่อระบายน้ำ 1 เส้นผ่าน 54
ภาพที่ 63 การใช้คำสั่ง raytest 55
ภาพที่ *64* ข้อมูลในไฟล์ชื่อ *drain_area1.txt* 55
ภาพที่ 65 การตรวจสอบพื้นที่ในโปรแกรม *SketchUp* 56
ภาพที่ 66 ขั้นตอนการหาค่า factor เพื่อให้ได้พื้นที่รับน้ำฝนครบทั้งโครงการ 57
ภาพที่ 67 ข้อมูลขนาดพื้นที่แปลงบ้านทั้งหมดและพื้นที่ถนน 58
ภาพที่ *68* ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการหาพื้นที่รับน้ำฝนและหาขนาดท่อ 59
ภาพที่ *69* ตัวอย่างแสดงทิศทางการรวบรวมพื้นที่เข้า connector 60

ภาพที่ *70* การสุ่ม *connector* หน่วยที่ 1 ของการจำลอง *Monte Carlo* ของโปรแกรม 61
ภาพที่ *71* การสุ่ม *connector* หน่วยที่ 2 ของการจำลอง *Monte Carlo* ของโปรแกรม 62
ภาพที่ *72* การสุ่ม *connector* หน่วยที่ 3 ของการจำลอง *Monte Carlo* ของโปรแกรม 63
ภาพที่ 73 ข้อมูลของ edge ใน text ไฟล์ ชื่อ “pipes_area_size.txt 63
ภาพที่ 74 ขั้นตอนการแสดงข้อมูลท่อในโปรแกรม SketchUp 64
ภาพที่ 75 แสดงข้อมูลขนาดท่อ ความยาวของเส้นท่อ พื้นที่รับน้ำฝนที่เส้นท่อรองรับและชื่อท่อ 64
ภาพที่ *76* ขั้นตอนการถอดปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาด 66
ภาพที่ *77* ข้อมูลปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดในไฟล์ *csv* 66
ภาพที่ 78 ส่วนประกอบของหน้าต่างของโปรแกรมเสริมและปุ่มการทำงาน 67
ภาพที่ *79* ตำแหน่งที่อยู่ในการวางไฟล์โปรแกรมเสริมเพื่อใช้งาน 70
ภาพที่ *80* *tool bar* ของโปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้น 71
ภาพที่ *81* ลักษณะ *icon* ของโปรแกรม *SketchUp* 71
ภาพที่ *82* หน้าต่างโปรแกรม SketchUp 72
ภาพที่ *83* หน้าต่างโปรแกรม *SketchUp* 72
ภาพที่ *84* ขั้นตอน การ *import* ไฟล์ *(1)* 73
ภาพที่ *85* ขั้นตอน การ import ไฟล์ *(2)* 73
ภาพที่ *86* ตัวอย่างผังบริเวณที่ import จากไฟล์ DWG 74
ภาพที่ *87* ขั้นตอนการแตก *component* ด้วยคำสั่ง *explode* 74
ภาพที่ *88* หลังจากการใช้คำสั่ง *explode* 75
ภาพที่ *89* การใช้คำสั่ง *create surface* 75
ภาพที่ *90* ผลลัพธ์จากการใช้คำสั่ง create surface 76
ภาพที่ *91* การสร้าง *surface* ของพื้นที่ถนน 76
ภาพที่ *92* การใช้คำสั่ง select edge of road 77
ภาพที่ *93* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง select edge of road 77

ภาพที่ *94* การใช้คำสั่ง *offset pipe* 78
ภาพที่ *95* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง *offset pipe* 78
ภาพที่ *96* เส้น edge ที่ต้องลบออก 79
ภาพที่ *97* การใช้คำสั่ง *fillet pipe* 79
ภาพที่ *98* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง *fillet pipe* 80
ภาพที่ *99* ตำแหน่งของบ่อพักสาธารณะ 80
ภาพที่ *100* การใช้คำสั่ง add flow arrow 81
ภาพที่ *101* ผลลัพธ์การเลือกเส้นท่อด้วยโปรแกรม 81
ภาพที่ *102* ผลลัพธ์การใช้คำสั่ง *add flow arrow* 82
ภาพที่ *103* การใช้คำสั่ง flow reverse 82
ภาพที่ *104* การใช้คำสั่งและผลลัพธ์จากการใช้คำสั่ง remove arrow 83
ภาพที่ *105* ผลลัพธ์หลังจากการใช้คำสั่ง flow reverse 83
ภาพที่ *106* การใช้คำสั่ง add connector 84
ภาพที่ *107* หน้าต่างที่ปรากฏหลังจากเลือกคำสั่ง add connector 85
ภาพที่ *108* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง add connector 85
ภาพที่ *109* การใช้คำสั่ง *remove connector* 86
ภาพที่ *110* การใช้คำสั่ง drain id 86
ภาพที่ *111* การใช้คำสั่ง count connector 87
ภาพที่ *112* การใช้คำสั่ง connector with edge 87
ภาพที่ *113* การใช้คำสั่ง *drain to connector* 88
ภาพที่ *114* การใช้คำสั่ง area pipe 88
ภาพที่ *115* ผลลัพธ์การเลือกเส้นท่อด้วยโปรแกรม 89
ภาพที่ *116* การใช้คำสั่ง *area all* 89
ภาพที่ *117* การใช้คำสั่ง *show size pipe* 90

ภาพที่ *118* ผลลัพธ์การใช้คำสั่ง *show size pipe* 90

ภาพที่ *119* ภาพแสดงการใช้คำสั่ง BOQ 91

ภาพที่ *120* ไฟล์ *pipe_size_all.csv* ที่แสดงข้อมูลท่อและบ่อพักแต่ละขนาด 91

ภาพที่ *121* การหาพื้นที่รวมของโครงการ 93

ภาพที่ *122* หาความยาวแนวท่อหลัก 93

ภาพที่ *123* สรุปปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดที่ได้จากวิธีการทำแบบร่าง 94

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการจัดสรรที่ดินเพื่อพัฒนาเป็นหมู่บ้านจัดสรร การจัดทำแบบและการประมาณปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาดเพื่อนำไปสู่การประมาณการค่าก่อสร้างเบื้องต้นของระบบระบายน้ำเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของการพัฒนาโครงการ โดยการประมาณราคาค่าก่อสร้างเบื้องต้นที่คำนวณจากพื้นที่โครงการโดยรวมนั้น อาจทำให้ราคาที่ประมาณการต่ำหรือสูงเกินกว่าค่าก่อสร้างจริงไปมาก แต่ถ้าต้องการให้การประมาณปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาดมีค่าใกล้เคียงกับค่าก่อสร้างจริง ผู้ออกแบบระบบระบายน้ำจะต้องจัดทำแบบร่างเบื้องต้นของระบบระบายน้ำ และถอดปริมาณท่อและบ่อพักจากแบบร่าง

จากการสำรวจข้อมูลของผู้ออกแบบระบบระบายน้ำฝนของโครงการบ้านจัดสรร พบว่าการจัดทำแบบร่างเพื่อประมาณการปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดพบปัญหาหลายประการ ดังนี้

1. ระยะเวลาในการจัดทำแบบร่าง

การจัดทำแบบร่างของระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร นั้นมีหลายขั้นตอน ได้แก่ สร้างแนวท่อระบายน้ำ หาขนาดท่อระบายน้ำของแต่ละพื้นที่ และวางตำแหน่งบ่อพัก โดยใช้ระยะเวลาในการจัดทำแบบร่างประมาณ 7 วัน นอกจากนี้หากมีการอนุมัติจากเจ้าของโครงการแล้วจะต้องจัดทำแบบร่างใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบที่ทางเจ้าของโครงการต้องการอีกครั้ง

2. ระยะเวลาในการถอดปริมาณ

การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด จะทำขึ้นหลังจากผู้ออกแบบจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรเรียบร้อยแล้ว ซึ่งท่อและบ่อพักแต่ละขนาดนั้นมีจำนวนมาก ทำให้ใช้ระยะเวลามากในการถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด อีกทั้งยังมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนในการนับจำนวนท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงมีความต้องการศึกษาการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์เพื่อช่วยในงานออกแบบร่างงานระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบลดระยะเวลาการทำงานและช่วยให้การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การจัดทำแบบร่างยังเป็นไปตามหลักวิศวกรรม และเกณฑ์ของการออกแบบระบายน้ำ หลังจากนั้นจึงทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ฝ่ายประมาณราคาทำการประมาณราคาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรบนโมเดล 3 มิติ เพื่อช่วยให้ผู้ออกแบบลดระยะเวลาในการจัดเตรียมแบบร่าง และการประมาณการปริมาณท่อและบ่อพักได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการออกแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรที่ใช้การหน่วงน้ำในเส้นท่อ โดยใช้โปรแกรม SketchUp

ทั้งนี้ในการจัดทำโปรแกรมเสริม สามารถใช้ได้กับค่าความเข้มฝน (i) เท่ากับ 80 มม./ชม., 100 มม./ชม. และ120 มม./ชม. เท่านั้น เนื่องจากค่าเหล่านี้เป็นค่าที่มีการนิยมใช้มากในการคำนวณ และโปรแกรมเสริมนี้ใช้ได้เฉพาะกับโครงการบ้านจัดสรรที่ไม่มีการติดตั้งบ่อหน่วงน้ำ

1.4 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

1. ศึกษาวิธีการออกแบบระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร และกฎหมายหรือเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
2. ศึกษาจากการสอบถามผู้ออกแบบ และผู้ทำงานออกแบบทางด้านนี้โดยเฉพาะ เพื่อทราบข้อมูลความต้องการกับงานที่ทำอยู่และรวบรวมข้อมูลความต้องการของวิศวกรในการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร
3. พัฒนาโปรแกรมเสริมที่ช่วยในการออกแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร และการถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด
4. นำเสนอผู้ที่ทำงานออกแบบระบบระบายน้ำเพื่อทดลองใช้งานโปรแกรม และรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อหาข้อบกพร่องของโปรแกรมและแนวทางการพัฒนาโปรแกรม
5. ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมเสริมในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์
6. ทดสอบเปรียบเทียบความถูกต้องและระยะเวลาที่ใช้ในทำแบบร่าง และถอดปริมาณท่อและบ่อพักระหว่างวิธีการเดิมและวิธีการที่ใช้โปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้น
7. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะจัดทำรายงานการวิจัย และจัดทำเป็นรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้จัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรรมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร และการถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดให้ใกล้เคียงกับปริมาณที่จะใช้ก่อสร้างจริง และสามารถนำส่งข้อมูลปริมาณท่อและขนาดบ่อพักให้กับทางฝ่ายประมาณราคาได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการทบทวนทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบระบบระบายน้ำ ปริมาณน้ำฝนและการระบายน้ำ สมการที่ใช้ในการคำนวณในการออกแบบระบบระบายน้ำ การเลือกใช้ขนาดบ่อพักคอนกรีต กฎหมายและข้อกำหนดสำหรับการออกแบบสำหรับโครงการบ้านจัดสรร การประยุกต์องค์ความรู้และกฎหมายมาใช้ในองค์กร การออกแบบและเขียนแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรด้วยโปรแกรม AutoCAD ขององค์กร การศึกษาโปรแกรม SketchUp และภาษา Ruby และการทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบระบบระบายน้ำ

ระบบระบายน้ำมีอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ ระบบระบายน้ำเสีย ระบบระบายน้ำฝน และระบบระบายน้ำแบบรวม ในโครงการบ้านจัดสรรได้เลือกใช้ระบบระบายน้ำแบบรวม เนื่องจากมีการรวบรวมน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจากบ้านเรือนเข้าสู่ระบบระบายน้ำฝนของโครงการด้วย

การออกแบบร่างระบบระบายน้ำ คือการจัดทำแบบร่างเพื่อประมาณปริมาณท่อและบ่อพักที่คาดว่าจะใช้ในการก่อสร้างระบบระบายน้ำฝน สิ่งที่ผู้ออกแบบควรนำมาพิจารณาในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำ ได้แก่ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 84)

1. สถานที่และตำแหน่งท่อที่วางระบบระบายน้ำฝนที่ดีควรสั้นและตื้นที่สุด แต่ยังสามารถระบายน้ำฝนไปยังนอกโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ขนาดของท่อขนาดใหญ่จะสามารถระบายน้ำได้มากกว่าท่อขนาดเล็ก แต่มีราคาสูงกว่า ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ขนาดท่อที่เล็กที่สุดที่สามารถระบายน้ำได้เมื่อฝนตก ซึ่งมีขนาดอย่างน้อย 0.40 ม.
3. ความลาดของท่อมีผลกระทบโดยตรงต่อความลึกของท่อ ท่อที่มีความชันมากจะลึกมากตามไปด้วย โดยทั่วไปต้องมีความลาดชันอย่างน้อย 1:200
4. ความลึกของท่อมีผลกระทบมาจากความลาดของท่อในข้อ 3 และมีส่วนอย่างมากในการควบคุมงบประมาณในการก่อสร้างระบบระบายน้ำของโครงการ ระบบระบายน้ำในโครงการต้องมีความลึกที่สามารถเชื่อมต่อกับระบายน้ำสาธารณะ ทั้งนี้ต้องมีบ่อตรวจคุณภาพน้ำก่อนการเชื่อมท่อ

ระบายน้ำของโครงการกับระบายน้ำสาธารณะ กรณีที่การเดินท่อระบายน้ำภายในโครงการต่ำกว่าระบายน้ำสาธารณะ เจ้าของโครงการต้องติดตั้งปั๊มสูบน้ำเพื่อระบายน้ำออกไป

5. ชนิดของท่อที่ใช้ในโครงการบ้านจัดสรรเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือ ท่อ คสล. เป็นท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมแรงรูปแบบหนึ่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับน้ำหนัก ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ยังมีการผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเฉพาะ หรือที่เรียกกันว่า ท่อ มอก. และมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของวัสดุ โดยมีเครื่องหมายและฉลากกำกับเอาไว้ เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพด้านการใช้งานและความปลอดภัยจากการใช้งาน ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กเหมาะกับงานที่ต้องใช้ความแข็งแรงทนทานและรองรับน้ำหนักมาก เช่น งานก่อสร้างถนน หรือบริเวณที่มีรถใหญ่วิ่งผ่าน โดยสามารถแบ่งแยกออกไปได้อีก 4 แบบ ได้แก่ (บริษัท บัวไทยอุตสาหกรรม จำกัด, 2564)

1) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) เหมาะสำหรับงานโครงการหมู่บ้านจัดสรรทั่วไป โครงการส่วนบุคคลที่รถวิ่งผ่าน
2) ท่อคอนกรีตอัดแรงเสริมเหล็ก มอก. ชั้น 3 (มอก. 3) เป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เหมาะสำหรับงานที่ต้องรับน้ำหนัก โดยส่วนใหญ่งานราชการ หรือโรงงานขนาดใหญ่
3) ท่อคอนกรีตอัดแรงเสริมเหล็ก มอก. ชั้น 2 (มอก. 2) เป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เหมาะสำหรับงานที่ต้องรับน้ำหนักมากกว่า มอก. 3 โดยส่วนใหญ่ เช่น กรมทางหลวง การนิคมอุตสาหกรรม งานโครงการศูนย์การค้าขนาดใหญ่มักจะเลือกใช้ท่อประเภทนี้
4) ท่อคอนกรีตอัดแรงเสริมเหล็ก มอก. ชั้น 1 (มอก. 1) เป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด เหมาะสำหรับงานสนามบิน หรืองานท่าเรือ

2.2 ปริมาณน้ำฝนและการระบายน้ำ

ปริมาณน้ำที่ไหลในท่อระบายน้ำในขณะที่ฝนตกจะไม่เท่ากับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา เนื่องจากมีบางส่วนที่ซึมดิน ขนาดท่อที่รับน้ำฝนนี้ต้องได้รับการออกแบบให้รับปริมาณน้ำฝนไหลนองของพื้นที่โครงการได้ อัตราน้ำฝนไหลนองคืออัตราที่น้ำไหลเข้าท่อระบายน้ำ โดยปริมาณน้ำฝนไหลนองที่ท่อรองรับจะมีทั้งปริมาณน้ำฝนในระหว่างฝนตก และหลังจากฝนหยุดตก

หลักการในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำคือการระบายน้ำภายในโครงการไปยังบ่อพักสาธารณะ การประมาณปริมาณน้ำฝนนั้นต้องคำนึงถึงพื้นผิวชนิดต่างๆ ที่น้ำไหลผ่าน ไม่ว่าจะผิวหยาบ ผิวเรียบ น้ำซึมผ่านได้และผ่านไม่ได้ ตลอดจนรางระบายน้ำ หรือแหล่งกักเก็บน้ำจนกว่าน้ำจะไหลเข้าท่อระบายน้ำซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นตามขนาดของพื้นที่ที่ใช้ในการรับน้ำ ทั้งนี้การไหลของน้ำฝนจะไหลไปตามแรงโน้มถ่วงของโลก การออกแบบระบบระบายน้ำจะวางท่อระบายหลักไว้ทั่วโครงการ จากนั้นจึงวางระบบระบายน้ำในซอยย่อยของโครงการ และการออกแบบต้องพิจารณาโครงการในอนาคตด้วย (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 47)

2.2.1 ปริมาณน้ำฝนไหลนอง

การประมาณปริมาณน้ำฝนไหลนองที่ใช้ในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำจะพิจารณาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา พื้นที่รองรับน้ำฝน (retention) และปริมาณน้ำซึมดิน (infiltration) โดยปริมาณน้ำฝนไหลนองนั้นเท่ากับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาลบกับปริมาณน้ำฝนที่ซึมดินและปริมาณน้ำฝนที่พื้นที่รองรับน้ำฝนกักเก็บได้

การประมาณปริมาณน้ำฝนไหลนองคือ การกำหนดปริมาณน้ำฝนไหลนองให้สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน และเป็นสัดส่วนกับพื้นที่ ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า “วิธีเรชันเนล หรืออาร์เอ็ม (rational method R.M.)” แนวคิดต่อมา การประมาณปริมาณน้ำฝนไหลนองคำนวณได้จากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาลบกับปริมาณน้ำซึมดิน และปริมาณน้ำฝนที่พื้นที่รองรับน้ำฝนกักเก็บได้ โดยแนวความคิดนี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้การคำนวณหาปริมาณน้ำฝนไหลนองได้แม่นยำขึ้น และวิธีนี้เป็นวิธีที่นำไปสู่การก่อสร้างท่อระบายน้ำได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 48)

2.2.2 ความรู้เกี่ยวกับฝน

ความเข้มของฝน (rainfall intensity) และความนานของฝน (duration) ที่ตกลงมาในแต่ละครั้งจะไม่เท่ากันตลอดเวลา ในบางพื้นที่อาจจะมีความเข้มของฝนมากและตกนาน

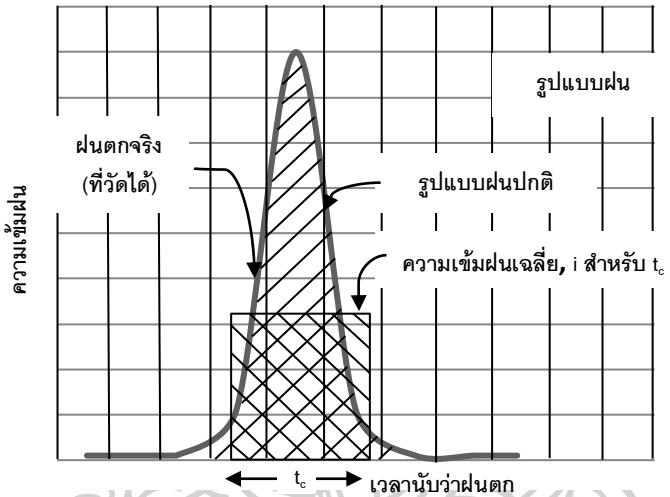
- **รูปแบบของฝน**

โดยปกติเมื่อฝนตก อัตราความเข้มฝนจะเริ่มจากต่ำและเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งถึงจุดที่มีความเข้มฝนสูงสุด หลังจากจุดนี้ไปความเข้มฝนจะเริ่มลดลง จนกระทั่งฝนหยุดตก

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าเวลาที่ฝนตกนั้น ในช่วงต้นๆ และหลังๆ ของฝนจะมีความเข้มข้นของฝนน้อย ซึ่งในช่วงนี้จะไม่มีผลต่ออัตราการไหลนอง สำหรับช่วงเวลาที่ฝนตกมีผลต่อการระบายน้ำ

นั้น เรียกว่า “ช่วงเวลานับฝนตก (time of concentration, t_c)” โดยช่วงเวลานับฝนตก t_c นี้ จะขึ้นอยู่กับลักษณะของฝนด้วย (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 49)

ในช่วงเวลานับฝนตก t_c นี้ มีอัตราความเข้มฝนแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและรูปแบบของฝน และความเข้มฝนคือค่าเฉลี่ยของความเข้มของฝน (ภาพที่ 1) ซึ่งเท่ากับปริมาณน้ำฝนทั้งหมดหารด้วยช่วงเวลานับฝนตก หรือ t_c

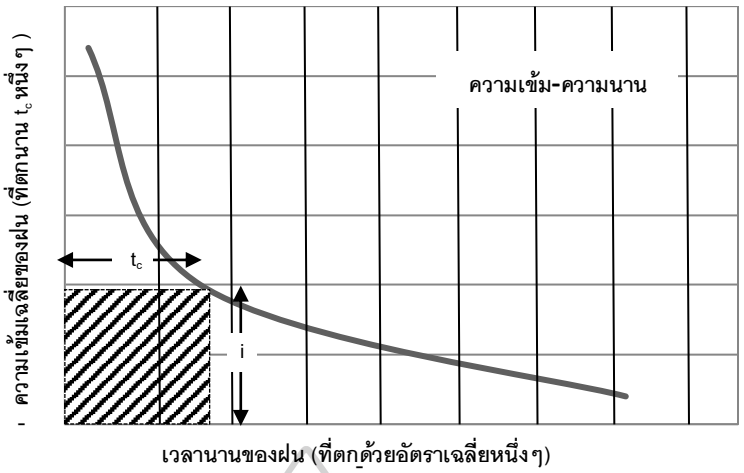


ภาพที่ *1* แสดงลักษณะและรูปแบบฝนปกติ

ที่มา : (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 49)

- **ความเข้ม ความนาน ความถี่ของฝน**

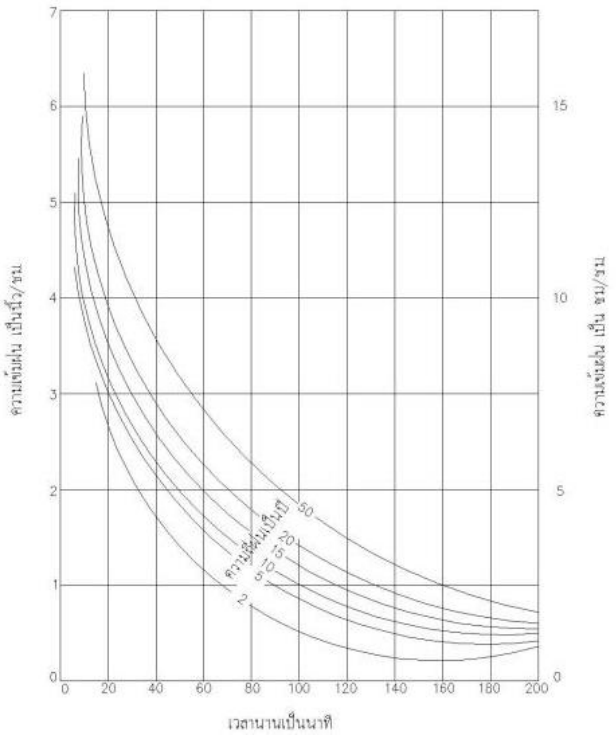
ปกติฝนจะตกหนักในช่วงเวลาสั้นๆ และฝนที่ตกบางเป็นระยะเวลานาน ความสัมพันธ์ของความเข้มฝนเฉลี่ยของฝนกับระยะเวลาที่นับว่าฝนตก (t_c) แสดงภาพที่ 2 โดยความสัมพันธ์ของฝนจะต้องศึกษาหาข้อมูลของแต่ละท้องที่มาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบระบายน้ำฝน หรือป้องกันระบบน้ำท่วม



ภาพที่ *2* แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มและความนานของฝนหนึ่งๆ

ที่มา *:* (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 50)

ฝนที่ตกในท้องที่หนึ่งๆ จะไม่เท่ากันในทุกๆ ปี ขึ้นอยู่กับความถี่ของฝนในท้องที่นั้นๆ ฝนห่าใหญ่ที่ตกในรอบ *100* ปี ย่อมมีขนาดใหญ่กว่าฝนห่าใหญ่ในรอบ *5* ปี สำหรับ *"*ความถี่ในการออกแบบ*" (*ภาพที่ *3)*



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ของความเข้ม ความนาน และความถี่ของฝน

ที่มา *: (*ธงชัย พรรณสวัสดิ์*, 2554: 51)*

2.2.3 ความถี่ของฝน

ความถี่ของฝนที่เลือกสำหรับจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร มีผลต่อการระบายน้ำของโครงการ โดยการเลือกความถี่ฝนน้อยๆ หรือความถี่ฝนที่มีโอกาสเกิดขึ้นนานๆ ครั้ง อาจมีผลต่อราคาค่าก่อสร้างมากขึ้นตามไปด้วย โดยปกติแล้วผู้ออกแบบระบบระบายน้ำใช้ข้อมูลหรือสถิติการระบายของพื้นที่ในลักษณะเดียวกันที่ใช้งานได้ผลมาแล้วมาเป็นหลักในการเลือกความถี่ฝนที่ต้องการ

โดยความถี่ฝนสำหรับงานระบายน้ำโครงการ มีดังต่อไปนี้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 58)

1. สำหรับเขตที่พักอาศัยใช้ความถี่ฝนที่ 2 ถึง 15 ปี แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้ความถี่ที่ 5 ปี ซึ่งเป็นความถี่ที่ได้ผลสัมฤทธิ์ดีมาก
2. สำหรับเขตพาณิชย์ หรือเขตที่ประเมินว่าราคาแพง และมีผลเสียหายมากถ้าเกิดภาวะน้ำท่วมน้ำนองขึ้น ให้ใช้ความถี่ฝนที่ 10 ถึง 50 ปี โดยขึ้นอยู่กับความสำคัญของพื้นที่นั้นๆ
3. สำหรับพื้นที่ที่ต้องการป้องกันน้ำท่วม ให้ใช้ความถี่ฝนที่ 50 ปี หรือมากกว่า 50 ปีขึ้นไป

2.2.4 สัมประสิทธิ์การไหลนอง

ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลนอง หรือค่า *c* เป็นตัวแปรที่ถูกกำหนดให้ใช้ในวิธีอาร์เอ็ม ค่านี้จะเป็นสัดส่วนตายตัวสำหรับพื้นที่ระบายน้ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ *1* อัตราการซึมของน้ำลงดินชนิดต่างๆ

ชนิดของดิน	อัตราการซึม (C) : มม.ชม.
ทราย, อัตราการซึมสูง	13 ถึง 25
Loam, อัตราการซึมปานกลาง	3 ถึง 13
ดินเหนียว, อัตราการซึมต่ำ	0.3 ถึง 3

ที่มา *:* (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 61)

การระเหยจากดินและจากพืชมีผลกระทบไม่มากสำหรับฝนที่ตกในช่วงสั้นๆ ซึ่งมักจะพบในการออกแบบระบบระบายน้ำให้เมืองใหญ่

ในการใช้ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การไหลนองสำหรับพื้นที่ผิวประเภทต่างๆ จะกำหนดให้เป็นค่าคงที่เฉลี่ยตลอดในช่วงเวลาที่ฝนตก โดยแบ่งตามลักษณะการใช้สอยที่ดิน ดังแสดงในตารางที่ *2* ค่าสัมประสิทธิ์ของตารางดังกล่าวนี้ใช้ได้เฉพาะกับความเข้มฝนที่ความถี่ *5 - 10* ปี เท่านั้น ถ้าฝนที่มีความถี่ต่ำและมีความเข้มฝนสูงกว่านี้ ต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์สูงตามไปด้วย เนื่องจากอัตราการซึมลงดินและการสูญเสียน้ำในลักษณะอื่นๆ ของฝน

ตารางที่ *2* สัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่างๆ

ลักษณะใช้สอยของพื้นที่	สปส.การไหลนอง (C)
เขตธุรกิจ	
หนาแน่น	0.70 - 0.95
รอบๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.50 - 0.70
เขตที่พักอาศัย	
ครอบครัวเดียว	0.30 - 0.50
หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40 - 0.60
หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60 - 0.75
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25 - 0.40
สวนสาธารณะ	0.10 - 0.25
สวนเด็กเล่น	0.20 - 0.35

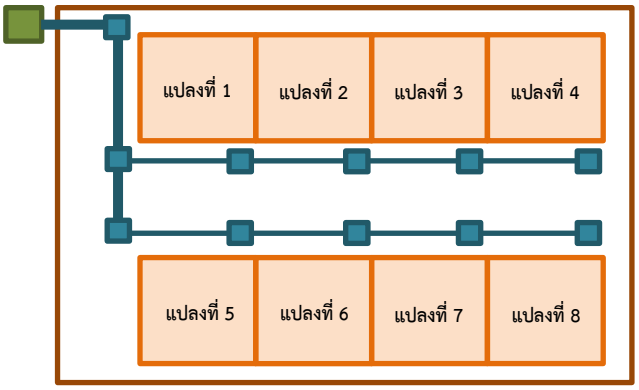
ที่มา *: (*ธงชัย พรรณสวัสดิ์*, 2554: 62)*

สัมประสิทธิ์ของการไหลนองขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ผิว การหาสัมประสิทธิ์ของพื้นที่ลักษณะต่างๆ ที่มีความลาดต่างกัน บ้านที่อยู่ติดกันหรือแยกกันอยู่ เช่น หมู่บ้านจัดสรรที่อยู่ติดกันจะมีความสามารถน้ำซึมได้ต่ำกว่าบ้านที่อยู่แยกกัน เพราะในหมู่บ้านจัดสรรที่อยู่ติดกันมักมีบริเวณที่เป็นสนามหญ้าน้อยกว่าบ้านอยู่แยกกัน

นอกจากนี้สัมประสิทธิ์การไหลนองขึ้นอยู่กับความอิ่มน้ำของดิน เมื่อฝนเริ่มตกตอนดินยังแห้งอัตราการซึมค่อนข้างสูง (ค่า c ต่ำ) แต่เมื่อฝนตกไปสักพัก ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองจะสูงขึ้นตามลำดับ ผลกระทบในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นกับฝนที่เกิดขึ้นภายหลังจากฝนห่าแรก

2.2.5 พื้นที่ระบายน้ำ (drainage area)

พื้นที่ในการระบายน้ำทั้งพื้นที่ทั้งโครงการ และพื้นที่ขนาดเล็ก จะมีการเชื่อมต่อท่อระบายน้ำของส่วนท่อย่อยแต่ละซอยจะเชื่อมเข้าสู่ท่อระบายหลัก ข้อมูลนี้มีความจำเป็นสำหรับการคำนวณอัตราการไหลนองสำหรับวิธีอาร์เอ็ม โดยการออกแบบระบบระบายน้ำของพื้นที่ทั้งโครงการอาจจะแบ่งพื้นที่ระบายน้ำออกเป็นหลายๆ พื้นที่และรวมเข้ากับจุดหนึ่ง เพื่อต่อเข้ากับท่อระบายน้ำหลัก (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การระบายน้ำของพื้นที่หมู่บ้านจัดสรร 8 แปลง

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, *2554: 56)*

การจัดผังบริเวณขั้นต้นหรือแบบร่างของระบบระบายน้ำ และกำหนดแนวรับน้ำเข้าระบบแบบคร่าวๆ ก่อน และเมื่อทำการคำนวณหรือออกแบบระบบท่ออาจมีการขยับหรือเปลี่ยนแนวท่อหลัก หรือจุดรับน้ำบ้าง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพหน้างานจริง โดยข้อมูลในผังระบายน้ำควรมีข้อมูลดังต่อไปนี้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 58)

1. ข้อมูลการใช้สอยที่ดินทั้งปัจจุบัน และอนาคต เนื่องจากมีผลกระทบต่อระบบท่อ และการซึมลงดินของน้ำ เพราะถ้าเป็นพื้นที่ผิวที่ซึมน้ำได้น้อยลง ขนาดท่อจำเป็นต้องขยายเพิ่มขึ้น
2. ข้อมูลลักษณะของดิน เนื่องจากมีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง
3. ระดับความลาดโดยทั่วไปของพื้นที่นั้นๆ เพื่อพิจารณาร่วมไปกับข้อ 1 และ 2 ซึ่งจะมีผลกระทบต่อเวลาน้ำไหลนอง (ที่วิ่งจากบริเวณที่นั้นๆ ไปยังจุดพิจารณา) หรือ ค่า t_c มาก

2.2.6 วิธีเรชั่นแนล หรือวิธีอาร์เอ็ม (rational method)

วิธีอาร์เอ็ม เป็นวิธีที่กำหนดให้อัตราน้ำฝนไหลนอง มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มฝน ดังสูตร *(ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 52)*

$$Q_R = CIA$$

โดย Q_R คืออัตราน้ำฝนไหลนอง *(peak runoff)* หน่วยเป็น ลบ.ม./ชม.

C คือสัมประสิทธิ์การไหลนอง เป็นค่าคงที่ ไม่มีหน่วย ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ที่รับน้ำ

I คือความเข้มเฉลี่ยของฝน หน่วยเป็นเมตร/ชม. *(หรือ มม./ชม./1000)*

A คือพื้นที่ที่จะระบายน้ำออก หน่วยเป็น ตร.ม.

2.3 สมการที่ใช้ในการคำนวณในการออกแบบท่อระบายน้ำ

สมการแมนนิ่ง (Manning's formula) เป็นสมการที่นิยมใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ และเป็นสมการที่ใช้งานง่าย โดยค่า n ในสมการทั้งกำหนดให้เท่ากับ 0.013 (ตารางที่ 3) ซึ่งค่าคงที่นี้จะเหมาะกับการวางท่อใหม่ทั้งหมด และท่อที่นำมาวางมีผิวเรียบ ซึ่งสอดคล้องกับโครงการบ้านจัดสรรที่จะต้องมีการวางระบบท่อระบายน้ำในโครงการใหม่ทั้งหมด

ตารางที่ *3* ค่าของ *n* สำหรับการหาเวลาไหลเข้าท่อ

Surface	Best	Good	Fair	Bad
Uncoated cast iron pipe	0.012	0.013	0.014	0.015
Coated cast iron pipe	0.011	0.012	0.013	
Commercial wrought iron pipe, black	0.012	0.013	0.014	0.015
Commercial wrought iron pipe, galvanized	0.013	0.014	0.015	0.017
Smooth brass and glass pipe	0.009	0.010	0.011	0.013
Concrete-line channels	0.012	0.014	0.016	0.018
Cement-rubble surface	0.017	0.020	0.025	0.030
Dry-rubble surface	0.025	0.030	0.033	0.035
Dressed–ashlar surface	0.013	0.014	0.015	0.017
Concrete pipe	0.012	0.013	0.015	0.016

ที่มา *: (*ธงชัย พรรณสวัสดิ์*, 2554: 141)*

สมการแมนนิ่ง (Manning's formula) ใช้ลักษณะการไหลของน้ำด้วยแรงโน้มถ่วง โดยความเร็วในการไหลของน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความลาดเอียงของท่อ และขนาดของท่อ ซึ่งสามารถใช้สูตรแมนนิ่งเพื่อพิจารณาลักษณะการไหลของน้ำ เพื่อกำหนดขนาดและความชันที่เหมาะสมของท่อระบายน้ำ องค์ประกอบที่สำคัญในสมการของแมนนิ่ง คือค่าของสัมประสิทธิ์ นอกจากนี้สมการแมนนิ่ง (Manning's formula) จะคำนึงถึงความลาดชันของท่อ เพื่อนำการคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ยของน้ำในท่อ โดยสูตรที่ใช้ในการหาค่าความเร็วเฉลี่ย มีดังนี้

2.3.1 ความเร็วน้ำไหลในท่อระบายน้ำ (V)

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$ ระบบเมตริก (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 140)

เมื่อ v = อัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อ หน่วยเป็น เมตร/วินาที

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของเส้นท่อ คสล.

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่หาได้จากค่า $\frac{A}{P}$ เมตร

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำ หน่วยเป็น ตารางเมตร

P = ความยาวเส้นขอบเปียก หน่วยเป็น เมตร

S = ความลาดชันผิวน้ำ

โดยที่พื้นที่รูปตัด เส้นขอบเปียก และความลาดชันผิวน้ำ หาได้จากการสำรวจภายหลังจากที่ปริมาณน้ำสูงสุดผ่านไปแล้ว ซึ่งสังเกตได้จากคราบของระดับน้ำสูงสุด

2.3.2 อัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อ (Q_P)

การคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อภายในโครงการบ้านจัดสรร โดยใช้สมการแมนนิ่ง โดยรัศมีชลศาสตร์ หมายถึง พื้นที่หน้าตัดของการไหล สำหรับท่อที่มีการไหลเต็มท่อ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2554: 140)

R จะเท่ากับ

$$R = \frac{\left[\frac{\pi}{4}\right] D^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

ปริมาณน้ำฝนในเส้นท่อ (Q_P) = $\frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$

เมื่อ Q_P = อัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อ หน่วยเป็น ลบ.ม./วินาที

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของเส้นท่อ คสล.

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่หาได้จากค่า $\frac{A}{P}$ เมตร

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำ หน่วยเป็น ตารางเมตร

P = ความยาวเส้นขอบเปียก หน่วยเป็น เมตร

S = ความลาดชันผิวน้ำ

เมื่อคำนวณปริมาณน้ำฝนในเส้นท่อ โดยการประมาณขนาดเส้นท่อที่จะเลือกใช้ในการรองรับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้นๆ โดยผลลัพธ์หากคำนวณแล้ว ค่า Q_P ได้ปริมาณน้อยกว่า Q_R (Q_R คือ ปริมาณน้ำฝนไหลนอง (peak runoff) หน่วยเป็น ลบ.ม./ชม.) ให้ทำการประมาณขนาดเส้นท่อที่จะ

นำมาคำนวณใหม่ จนได้ค่า Q_P มากกว่า ค่า Q_R นั่นหมายความว่าขนาดท่อที่เลือกมาใช้ในการคำนวณนั้นสามารถรองรับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้นๆ ได้อย่างเพียงพอ

2.4 การเลือกใช้ขนาดบ่อพักคอนกรีต

หลังจากที่คำนวณหรือประเมินขนาดท่อที่จะนำมาใช้ในการรองรับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้นๆ แล้ว จึงทำการเลือกขนาดบ่อพักให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับท่อแต่ละขนาดด้วย เนื่องจากบ่อพักคอนกรีตระบายน้ำเป็นบ่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ควบคู่กับท่อคอนกรีต โดยใช้งานกับระบบระบายน้ำจากถนน อาคาร บ้านเรือนต่างๆ บ่อพักคอนกรีตมีลักษณะทรงสี่เหลี่ยม มีช่องเปิดวงกลมที่ผนังบ่อพักสำหรับสวมท่อคอนกรีต ส่วนที่ปากบ่อมีเหล็กยื่นขึ้นมา เพื่อใช้ในการเชื่อมฝาของบ่อพักให้บรรจบกับระดับของพื้นถนน การเลือกใช้บ่อพักคอนกรีต ควรพิจารณาดังนี้

2.4.1 ขนาดของบ่อพัก

ขนาดของบ่อพักจะต้องสัมพันธ์กับขนาดท่อที่จะนำมาสวม กล่าวคือถ้าใช้งานท่อคอนกรีตขนาดเล็ก บ่อพักที่ใช้จะมีขนาดเล็กตามไปด้วย เวลาจะสั่งซื้อบ่อพักควรแจ้งแก่ผู้จำหน่ายเสมอว่าต้องการบ่อพักสวมกับท่อคอนกรีตขนาดใด เพื่อที่ผู้จำหน่ายจะเลือกบ่อพักที่มีขนาดเหมาะสมได้

2.4.2 ประเภทของบ่อพักคอนกรีต

ประเภทของบ่อพักคอนกรีตมีหลายแบบ ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของบ่อพัก คือ ทิศทางของช่องเปิดวงกลมบริเวณผนังของบ่อพัก เป็นช่องเปิดสำหรับสวมท่อคอนกรีตเข้ากับบ่อพักคอนกรีต โดยทิศทางของช่องเปิดบ่อพัก มีด้วยกัน 5 แบบ คือ (เมืองแก้วเคหภัณฑ์, ม.ป.ป.)

- บ่อพัก 1 ทาง (ช่องเปิดรูเดียว) ใช้ในบริเวณจุดเริ่มต้นของการระบายน้ำ (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 5 บ่อพัก 1 ทาง

- บ่อพัก 2 ทางตรง (ช่องเปิด 2 รูตรงกัน) ใช้ในบริเวณส่วนกลางของการระบายน้ำ (ภาพที่ 6)

ภาพที่ 6 บ่อพัก 2 ทางตรง

- บ่อพัก 2 ทางฉาก (ช่องเปิด 2 รู 90 องศา) ใช้ในบริเวณส่วนมุมของการระบายน้ำ ซึ่งมักอยู่บริเวณมุมอาคาร หรือมุมพื้นที่ (ภาพที่ 7)

ภาพที่ 7 บ่อพัก 2 ทางฉาก (ช่องเปิด 2 รู 90 องศา)

- บ่อพัก 3 ทาง (ช่องเปิด 3 รู) ใช้ในบริเวณส่วนที่ต้องการให้แนวท่อข้ามไปอีกฟากหนึ่ง (ภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 บ่อพัก 3 ทาง (ช่องเปิด 3 รู)

- บ่อพัก 4 ทาง (ช่องเปิด 4 รู) ใช้ในบริเวณส่วนที่มีท่อเชื่อมกัน 4 ทิศทาง (ภาพที่ 9)

ภาพที่ 9 บ่อพัก 4 ทาง (ช่องเปิด 4 รู)

2.4.3 จำนวนใช้งานของบ่อพัก

บ่อพักจะใช้งานสัมพันธ์กับจำนวนของท่อคอนกรีตระบายน้ำ กล่าวคือจะใช้บ่อพักจำนวน 1 บ่อต่อท่อ คสล. จำนวนไม่เกิน 12 เมตร โดยประมาณ (กฎกระทรวง ฉบับที่ 44, 2522: 25-33) การใช้งานโดยมีระยะห่างระหว่างบ่อพักมากกว่านี้หรือห่างมากจนเกินไป อาจก่อให้เกิดการสะสมของตะกอนภายในท่อระบายน้ำมาก และทำให้การลอกท่อทำได้ยาก ก่อให้เกิดการอุดตันของท่อระบายน้ำ และเกิดน้ำท่วมบริเวณพื้นถนนได้

2.5 กฎหมายและข้อกำหนดสำหรับการออกแบบสำหรับโครงการบ้านจัดสรร

จากข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน พ.ศ. 2535 (หมวด 5 ระบบระบายน้ำ) มีข้อกำหนดสำหรับการออกแบบที่สำคัญ สามารถสรุปได้ดังนี้ (ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน, 2535: 19-33)

- ปริมาณน้ำฝนที่ใช้เกณฑ์ปริมาณฝนตกในรอบ 5 ปี และสัมประสิทธิ์การไหลนองของน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 0.6
- ท่อระบายน้ำขนาดเล็กที่สุดที่อนุญาตให้ใช้ได้ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่ต่ำกว่า 40 เซนติเมตร
- ระดับความลาดเอียงของท่อระบายน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ต้องไม่ต่ำกว่า 1:500 และของท่อระบายน้ำที่มีขนาดใหญ่ต้องไม่เกินกว่า 1:1000

จากข้อกำหนดออกแบบ และลักษณะการระบายน้ำในชุมชน หรือโครงการบ้านจัดสรร พบว่า ระบบระบายน้ำจะเป็นแบบรวม (combined system) นั่นคือ น้ำฝนและน้ำเสียจะระบายรวมอยู่ในท่อเดียวกัน (ระบบระบายน้ำรวม = ระบบระบายน้ำฝน + ระบบระบายน้ำเสีย)

- สัมประสิทธิ์การไหลนองเฉลี่ย หรือสัมประสิทธิ์น้ำเฉลี่ย (C) สำหรับลักษณะชุมชนบ้านจัดสรร แนะนำให้ใช้ค่าดังนี้

ตารางที่ *4* ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองสำหรับชุมชนบ้านจัดสรร

ลักษณะอาคาร	สัมประสิทธิ์น้ำเฉลี่ย (C)
1. ทาวน์เฮาส์ขนาดไม่มากกว่า 30 ตร.วา	0.70 – 0.80
2. ทาวน์เฮาส์หรือบ้านแฝดขนาด 30 - 50 ตร.วา	0.65 – 0.80
3. บ้านแฝดขนาดมากกว่า 50 ตร.วา	0.60 – 0.70
4. บ้านเดี่ยวมีบริเวณ	0.60
5. อาคารพาณิชย์ คอนโดมิเนียม อพาร์ทเมนท์	0.70 – 0.80
6. โฮมออฟฟิต	0.70 – 0.80
7. คลับเฮาส์ สโมสร	0.40 – 0.70
8. ถนนผิวคอนกรีต ลานจอดรถคอนกรีต	0.85 – 0.95

**หมายเหตุ ค่าน้อยที่สุดที่กำหนดในข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน พ.ศ. 2535 คือ C = 0.60

ที่มา: (ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน, 2535: 19-33)

2.6 การเลือกขนาดท่อและบ่อพักที่ใช้ในโครงการบ้านจัดสรร

จากวิธีเรชั่นแนล หรือวิธีอาร์เอ็ม (Rational Method) และสมการแมนนิ่ง (Manning's formula) ประกอบกับข้อกำหนดตามกฎหมายที่กล่าวมาข้างต้น องค์กรที่ผู้วิจัยทำงานด้วยจึงได้นำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร และจัดทำเป็นตารางเพื่อใช้สำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำได้สะดวกยิ่งขึ้น (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่า *slope* และพื้นที่ที่ใช้ในการจัดทำแบบร่างโครงการบ้านจัดสรรจากพื้นที่

ขนาดท่อ	ค่า slope	ขนาดพื้นที่ (m^2)
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	500	0 – 2,600
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	1000	>2,600 – 7,000
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	1000	>7,000 – 16,000
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	1000	>16,000 – 30,000
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	1000	>30,000 – 48,000
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	1000	>48,000 – 90,000

ที่มา: การวิเคราะห์ของผู้วิจัย

- **ตัวอย่างการหาขนาดท่อเพื่อรองรับน้ำในพื้นที่ขนาด 2,600 m^2**

จากสมการที่กล่าวข้างต้นสามารถหาขนาดท่อ สำหรับรองรับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ โดยคำนวณจากสูตร $Q_R = CIA$ และ $Q_P = \frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C) = 0.6 (จากตารางที่ 4)
ค่าความเข้มฝน (I) = 80 มม./ชม.
= 80/1000 ม./ชม.
พื้นที่ที่จะระบายน้ำออก (A) = 2,600 ตร.ม.
เลือกใช้ขนาดท่อ คสล. (D) = 0.40 ม.
ค่า n (surface: Concrete pipe) = 0.13 (จากตารางที่ 3)
ค่าความลาดชันผิวน้ำ (S) = 1:500 (ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน 2535)

$$
\begin{aligned}
Q_R &= CIA \\
&= 0.6\ x\ \frac{80}{1000}\ x\ 2{,}600 \\
&= 120.80\ m^3/hr \\
&= 120.80\ /3600\ m^3/s
\end{aligned}
$$

$$= \quad 0.0335 \ m^3/s$$

$$Q_P \quad = \quad \frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

$$= \quad \frac{0.312}{0.013} \ x \ 0.4^{8/3} \ x \ \frac{1}{500}^{1/2}$$

$$= \quad 0.093 \ m^3/s$$

จะเห็นว่าค่า Q_P มากกว่า Q_R

ดังนั้น ท่อขนาด 0.40 m. สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนที่พื้นที่ 2,600 ตร.ม. ได้

หลังจากหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับขนาดท่อที่ใช้รับน้ำแล้ว ทางองค์กรของผู้วิจัยจึงจัดทำตารางความสอดคล้องระหว่างขนาดท่อกับขนาดบ่อพักที่ได้ข้อมูลมาจากแบบขยายของบ่อพักที่ใช้กับท่อแต่ละขนาด (ตารางที่ 6) ดังนี้

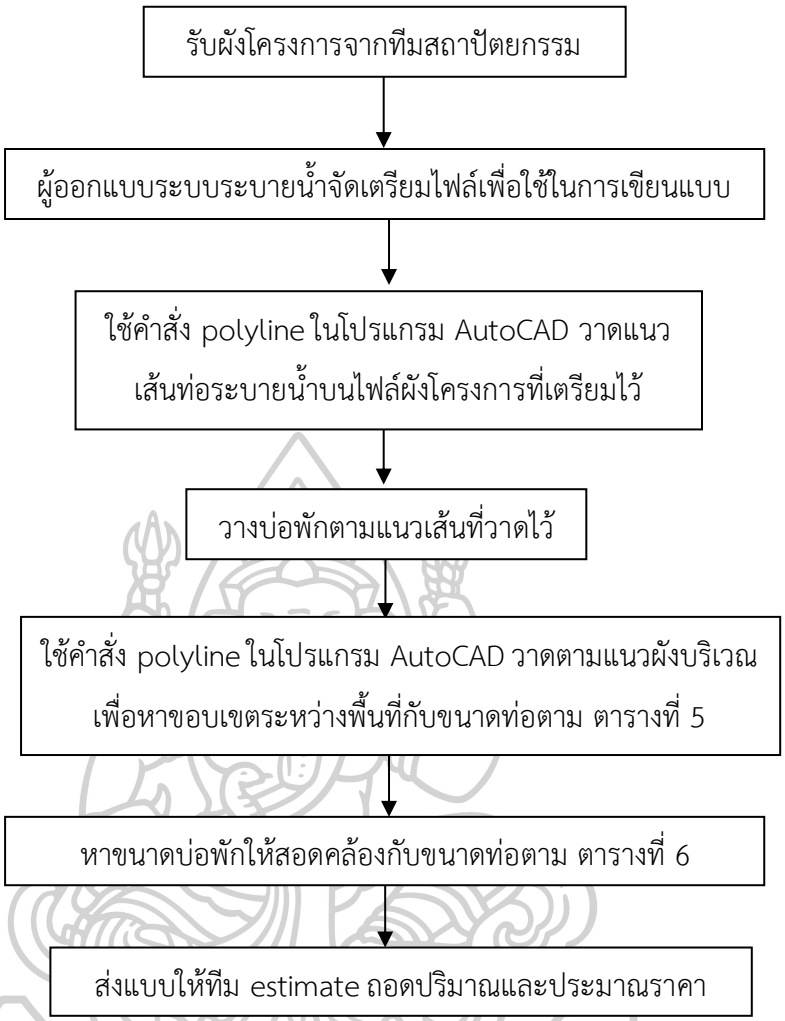
ตารางที่ *6* การเลือกใช้ขนาดบ่อพักจากขนาดท่อ

ขนาดท่อ	ขนาดบ่อพัก (จากขอบนอกถึงขอบนอก)		
	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	0.80	0.80	0.90
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	1.00	1.00	1.10
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	1.30	1.30	1.45
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	1.50	1.50	1.70
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	1.80	1.80	2.00
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	2.20	2.20	2.40

ที่มา: การวิเคราะห์ของผู้วิจัย

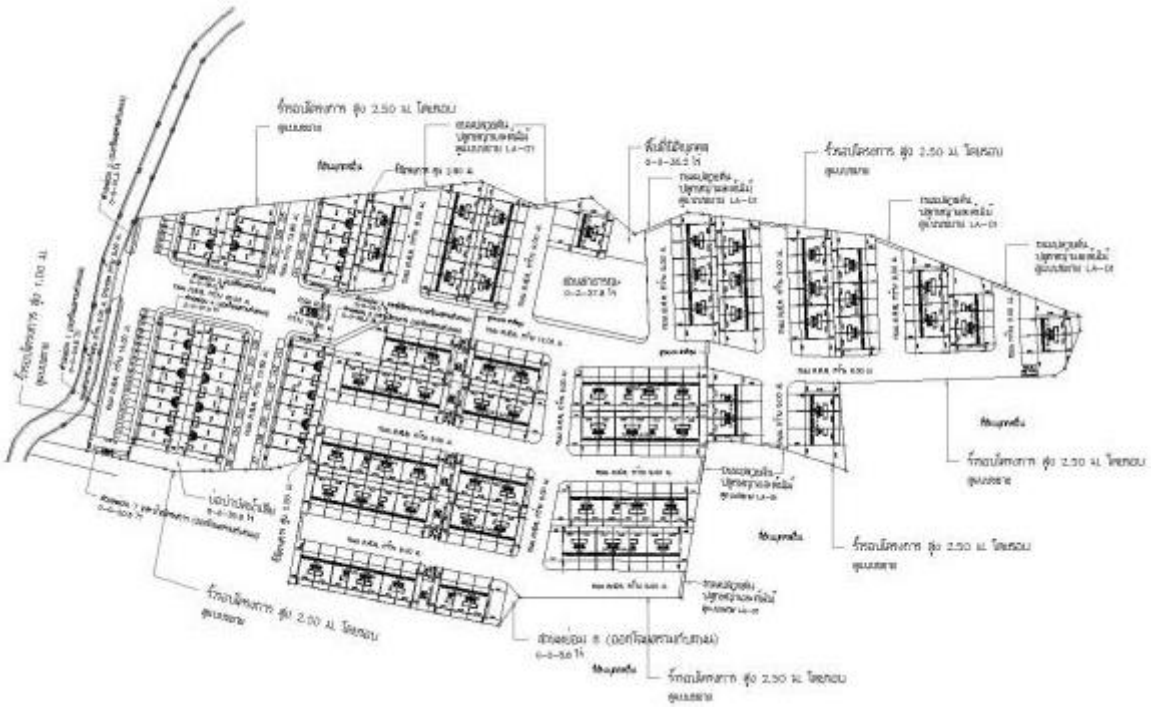
2.7 การจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร

การจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรด้วยโปรแกรม AutoCAD ขององค์กรมีหลายขั้นตอน (ภาพที่ 10) โดยแต่ละขั้นตอนมีความเกี่ยวข้องกัน ดังนั้นหากกระบวนการใดคำนวณผิดจะส่งผลให้ขั้นตอนต่อไปผิดไปด้วย โดยขั้นตอนการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร สรุปได้ดังนี้



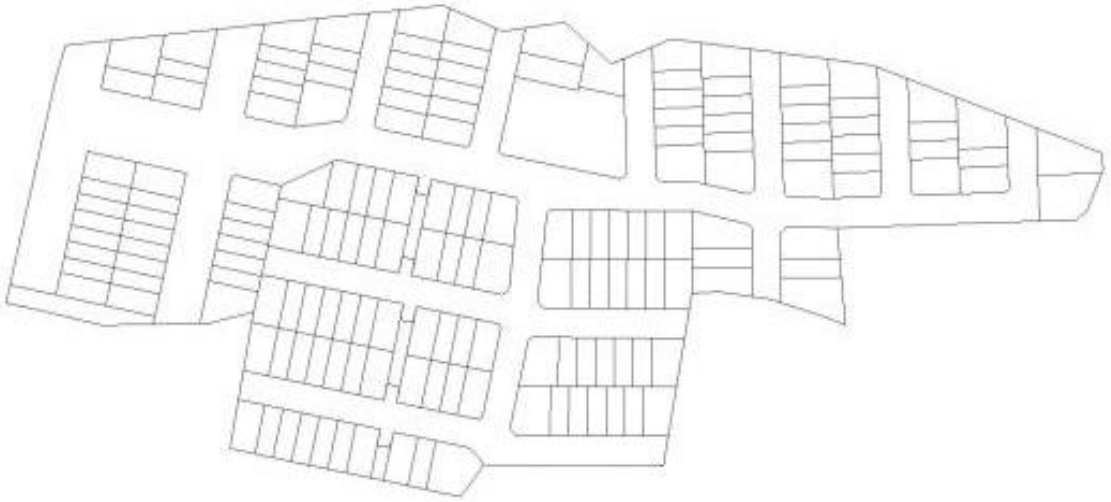
ภาพที่ *10* แสดงขั้นตอนการการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรเดิม

1. รับผังโครงการจากทีมสถาปัตยกรรม



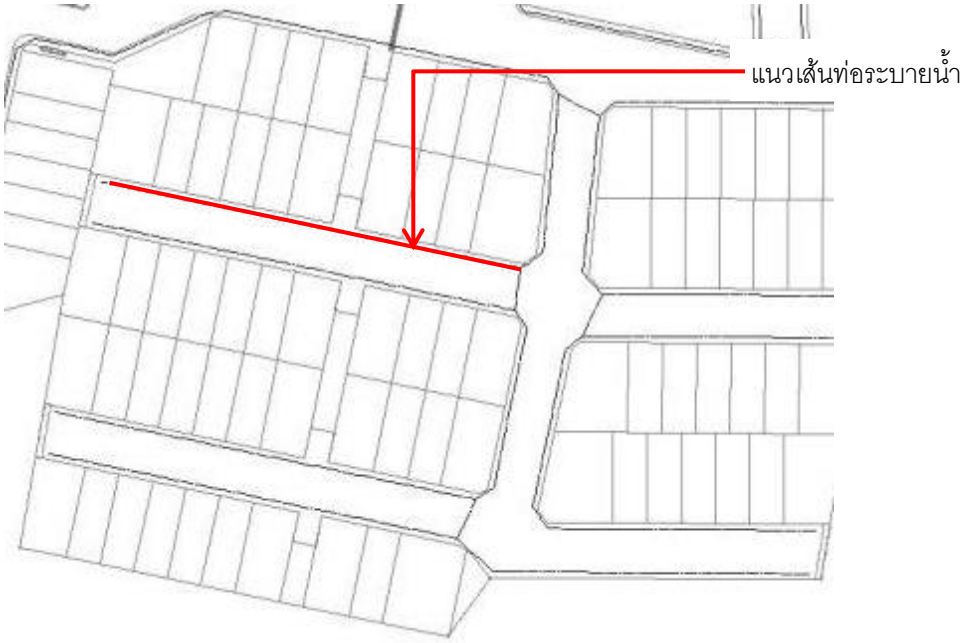
ภาพที่ 11 ผังโครงการจากทีมสถาปัตยกรรม

2. ผู้จัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำจัดเตรียมไฟล์เพื่อใช้ในการออกแบบและเขียนแบบ โดยจัดการข้อมูลให้เหลือแต่เส้นแสดงขอบเขตที่ดินของโครงการ ถนน และพื้นที่แปลงบ้านเท่านั้น



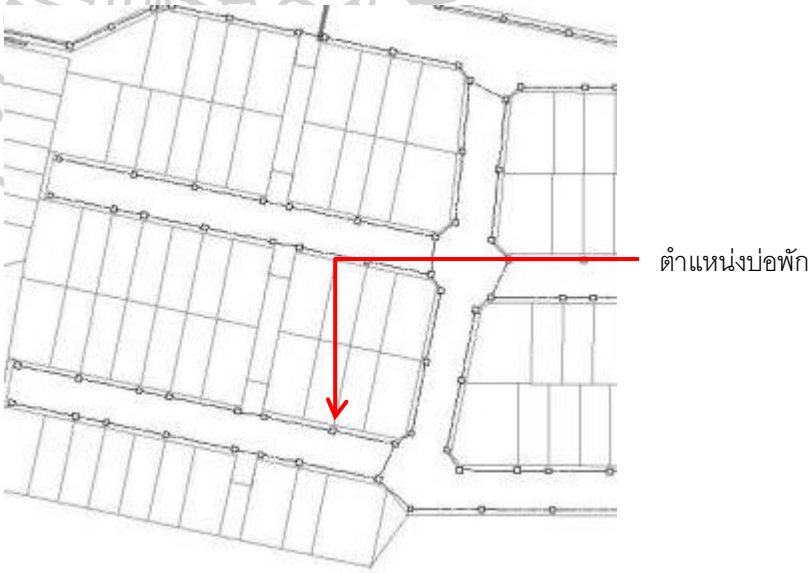
ภาพที่ 12 ไฟล์ที่จัดเตรียมเพื่อใช้ในการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำ

3. ใช้คำสั่ง polyline ในโปรแกรม AutoCAD สร้างแนวเส้นท่อระบายน้ำบนไฟล์ผังโครงการที่เตรียมไว้



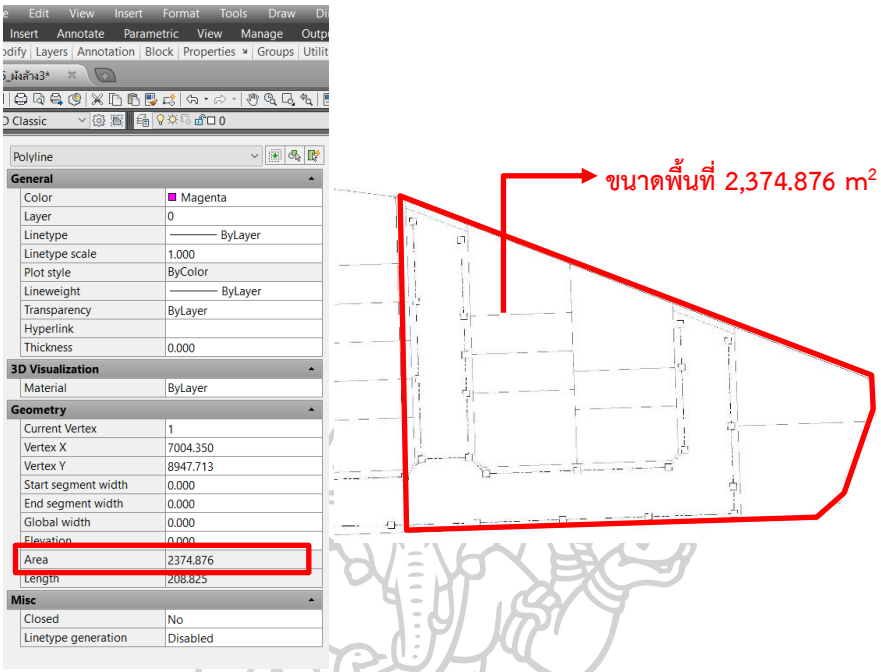
ภาพที่ *13* แนวเส้นท่อระบายน้ำ

4. วางบ่อพักตามแนวเส้นท่อที่วาดไว้ (ภาพที่ 14) โดยวางตำแหน่งบ่อพักที่สัมพันธ์กับผังวางบ้าน (ภาพที่ 11) ที่ทางสถาปัตยกรรมวางไว้

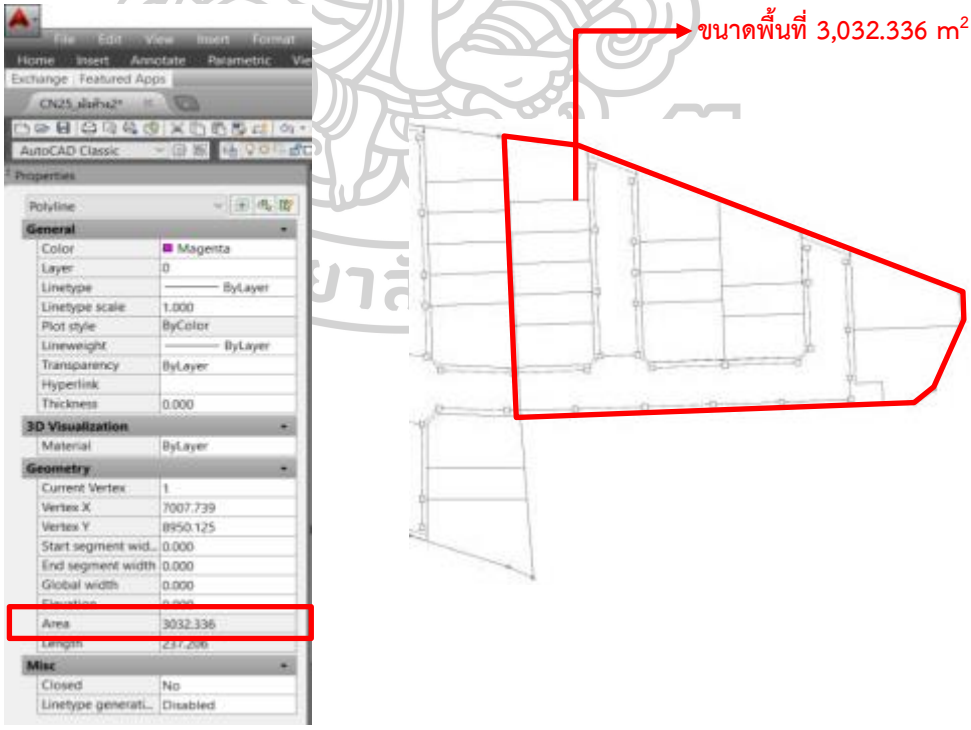


ภาพที่ *14* การวางตำแหน่งบ่อพักตามแนวท่อระบายน้ำ

5. ใช้คำสั่ง polyline ในโปรแกรม AutoCAD วาดตามแนวผังบริเวณเพื่อหาพื้นที่รับน้ำฝน ที่นำมาใช้หาขนาดท่อในแต่ละช่วง ตามตารางที่ 5

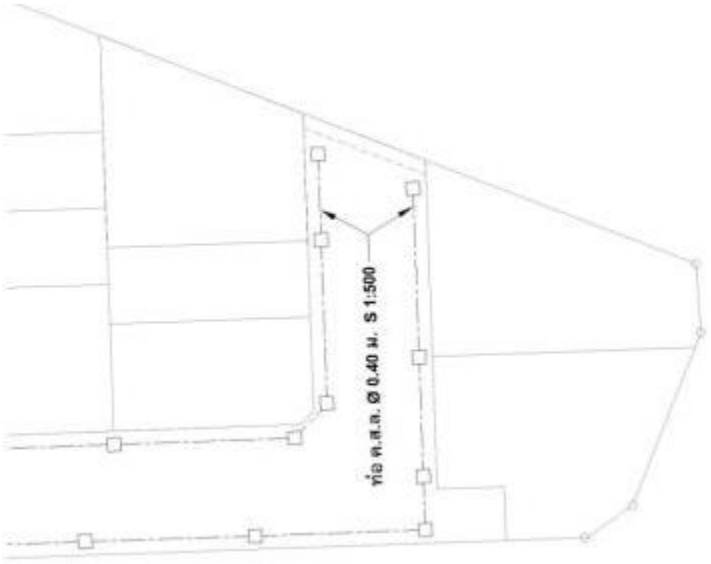


ภาพที่ 15 การใช้เส้น polyline เพื่อหาขนาดท่อ ตามตารางที่ 5 (1)



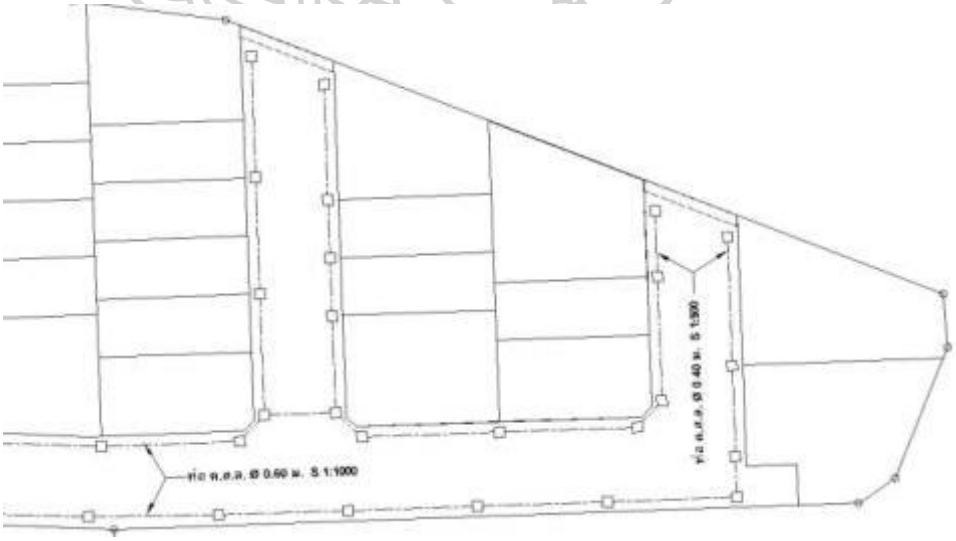
ภาพที่ 16 การใช้เส้น *polyline* เพื่อหาขนาดท่อ ตามตารางที่ 5 (2)

จากภาพที่ 15 จะเห็นว่าพื้นที่ที่วงไว้มีขนาด 2,374.876 ตร.ม. เมื่อเทียบกับตารางที่ 5 แล้ว จะใช้ท่อขนาด 0.40 ม. (ภาพที่ 17)



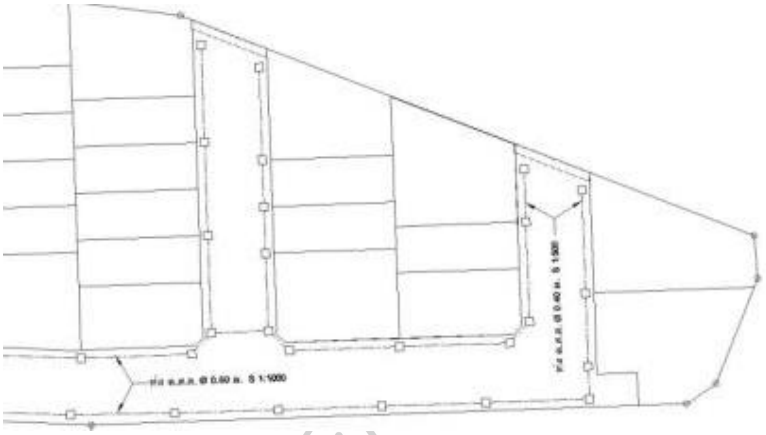
ภาพที่ *17* ขนาดท่อ *0.40* ม. เมื่อเทียบพื้นที่จากตารางที่ 5

จากภาพที่ 16 จะเห็นว่าพื้นที่ที่วงไว้มีขนาด 3,032.336 ตร.ม. เมื่อเทียบกับตารางที่ 5 แล้ว จะใช้ท่อขนาด 0.60 ม. (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ขนาดท่อ *0.60* ม. เมื่อเทียบพื้นที่จากตารางที่ 5

6. หาขนาดบ่อพักให้สอดคล้องกับขนาดท่อตามตารางที่ 6 เพื่อนำไปถอดปริมาณ

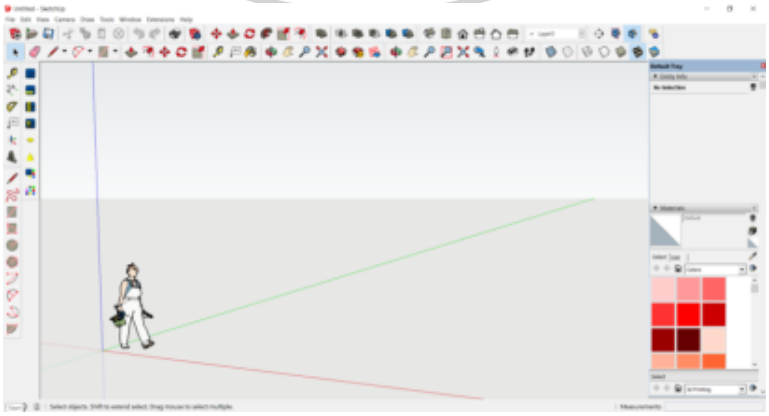


ภาพที่ 19 หาขนาดบ่อพักให้สอดคล้องกับขนาดท่อตามตารางที่ 6

2.8 การศึกษาโปรแกรม SketchUp และภาษา Ruby

2.8.1 ความสามารถของโปรแกรม SketchUp

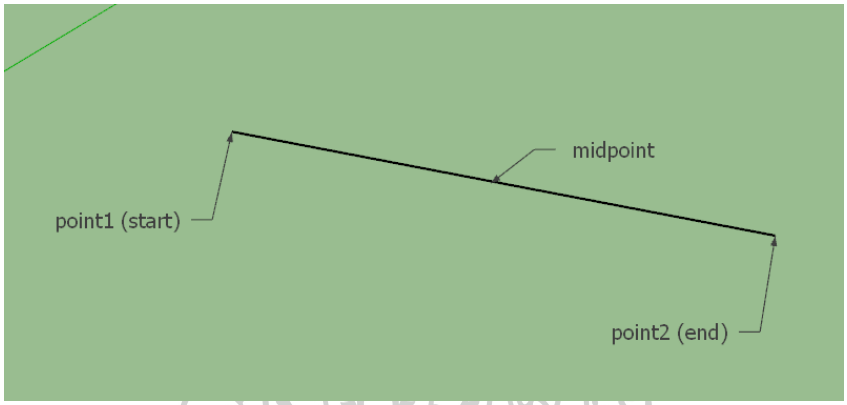
โปรแกรม SketchUp เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง โดยโปรแกรม SketchUp เป็นโปรแกรมที่ใช้การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ที่ใช้งานง่าย ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างและแก้ไขโมเดล 2D และ 3D ด้วยวิธี "push and pull" (ธารา จำเนียรดำรงการ, 2555) ซึ่งง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม SketchUp เป็นโปรแกรมที่เหมาะสำหรับการออกแบบร่างขั้นต้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งในทางวิศวกรรมสามารถนำไปถอดปริมาณ และประมาณราคาแบบคร่าวๆ เพื่อใช้ในการวางแผนงานการก่อสร้างได้ ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของโปรแกรม SketchUp แสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของโปรแกรม SketchUp

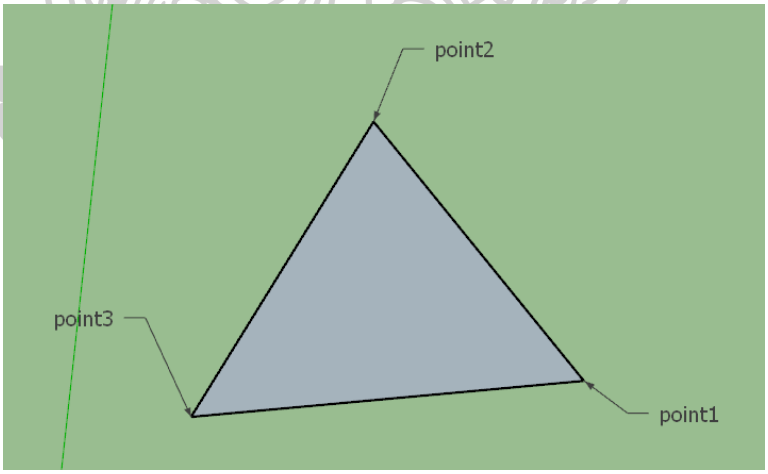
ตัวอย่างส่วนประกอบของ model ในโปรแกรม SketchUp มีดังนี้ (จุฑารัตน์ ใจบุญ, ม.ป.ป.)

1. เส้น (edge) คือจุดสองจุดที่เชื่อมโยงต่อกันจนเกิดเป็นเส้น โดยใช้หลักการจุดแรกของเส้น (point1) ให้เป็นจุด start และจุดที่สองของเส้น (point2) ให้เป็นจุด end (ภาพที่ 21)



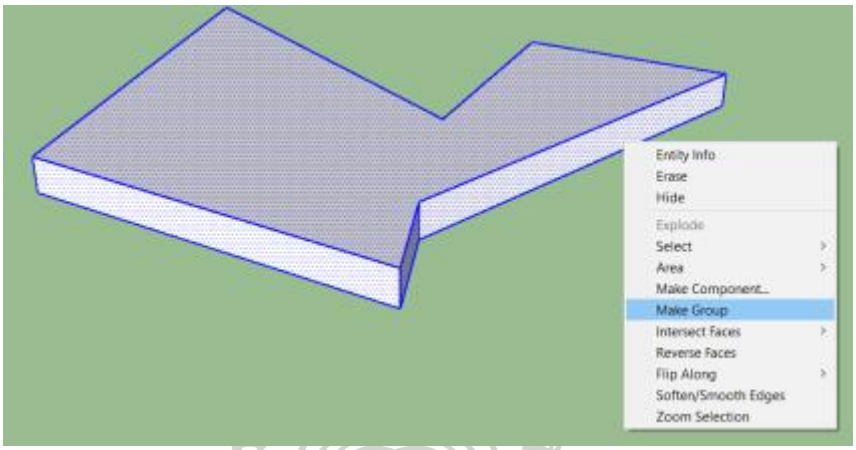
ภาพที่ 21 เส้น *(edge)*

2. พื้นผิว (face) คือ การสร้างเส้นเชื่อมต่อกัน โดยจุดเริ่มต้นของเส้นจะบรรจบกับจุดสิ้นสุด ทำให้เกิดพื้นผิว ตามภาพที่ 22



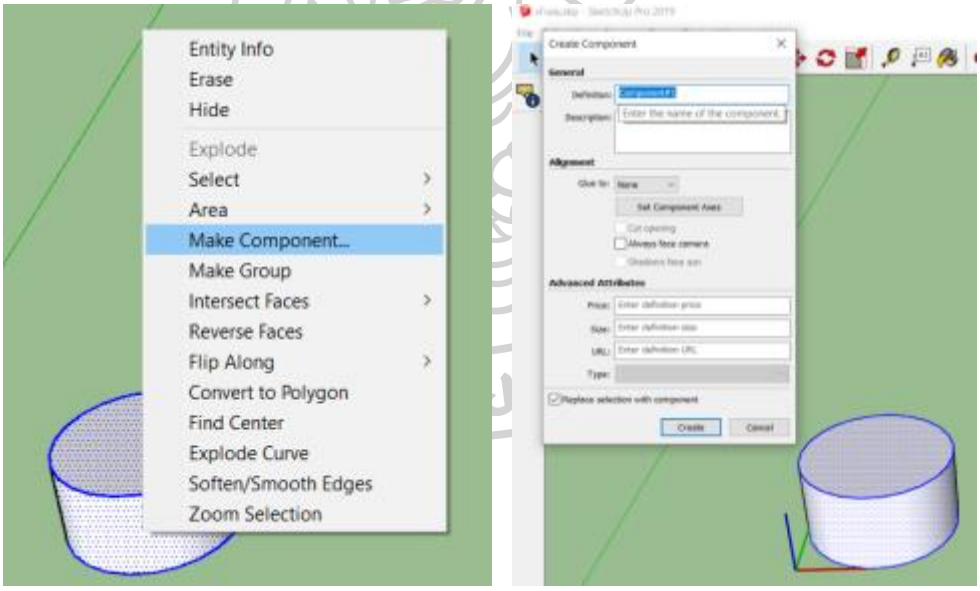
ภาพที่ *22* พื้นผิว *(face)*

3. group เป็นการรวมชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป รวมเป็นรูปเดียวกันเพื่อง่ายต่อการนำไปใช้งาน หรือสะดวกต่อการแก้ไขภายหลัง ตามภาพที่ 23



ภาพที่ 23 สร้าง *group*

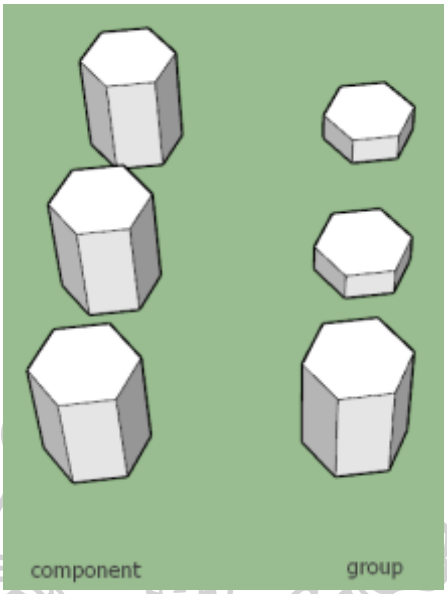
4. component เป็นการรวมชิ้นส่วนให้เป็นชิ้นเดียวกันคล้ายกับ group ตามภาพที่ 24



ภาพที่ *24* สร้าง *component*

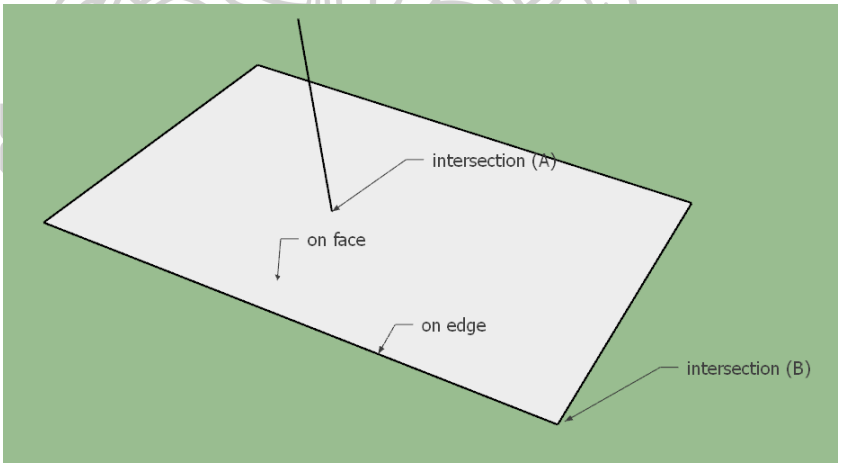
สำหรับข้อแตกต่างระหว่าง component และ group คือ ถ้ามีการแก้ไขชิ้นงาน component ที่มีการใช้งานแบบเดียวกันหลายๆ ชิ้นบนพื้นที่ทำงานของโปรแกรม SketchUp จะทำการแก้ไขเพียงชิ้นเดียว ชิ้นอื่นๆ บนพื้นที่ทำงานของโปรแกรม SketchUp จะแก้ไขตามไปด้วย แต่

หากแก้ไขชิ้นงานที่เป็น group ชิ้นงานจะแก้ไขเฉพาะชิ้นที่แก้เท่านั้น ภาพเปรียบเทียบการแก้ไขระหว่าง group และ component ตามภาพที่ 25



ภาพที่ 25 เปรียบเทียบการแก้ไขระหว่าง *group* และ *component*

5. จุดอ้างอิง ในโปรแกรม SketchUp ที่ควรรู้จัก (ภาพที่ 26) มีดังนี้



ภาพที่ 26 จุดอ้างอิง

- on edge คือตำแหน่งบนเส้นขอบ
- on face คือตำแหน่งบนพื้นผิว
- intersection คือจุดตัดของเส้นกับพื้นผิว (A), จุดตัดของเส้นกับเส้น (B)

6. attribute คือ ตัวแปรที่มีหน้าที่เก็บค่า (value) ต่างๆ เช่น ค่าตัวเลข ค่าที่เป็นตัวอักษร (text) ตัวอย่างตามตารางที่ 7 (Thitaree Sawettatat, 2561)

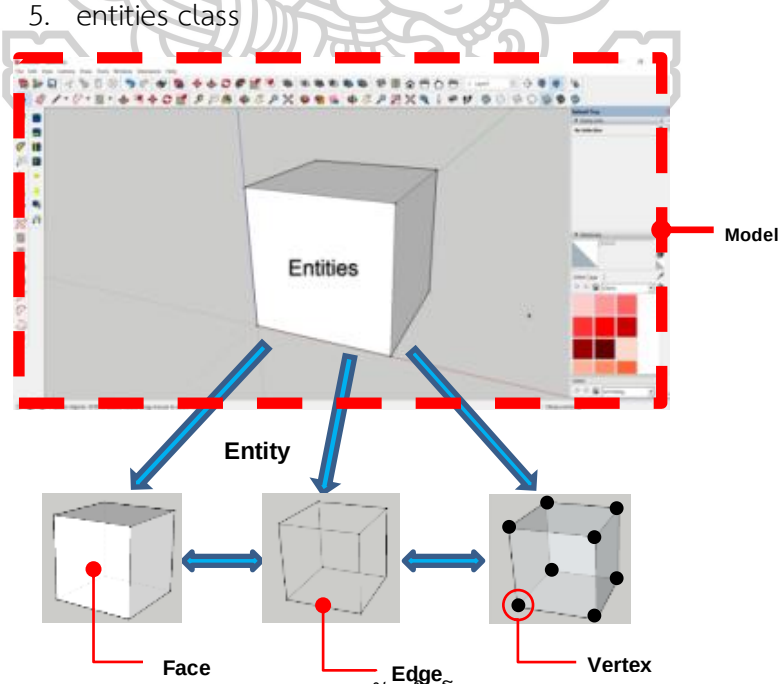
ตารางที่ 7 ตัวอย่าง *attribute* เก็บค่า *(value)* ต่างๆ

ตัวแปร (attribute)	เก็บค่า (value)
drain_id	drLIyo3MqY
area_flow	643.08089
area_total	3455.86240

ที่มา: การวิเคราะห์ของผู้วิจัย

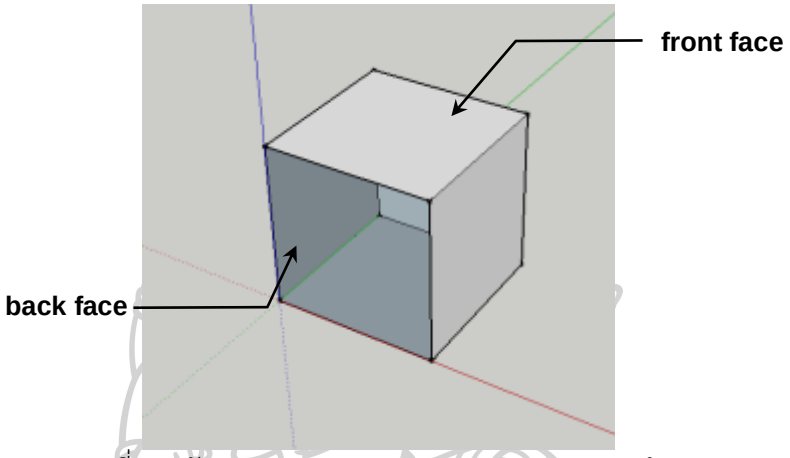
สำหรับการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ เรียกว่า Model หรือ model class ทั้งนี้โปรแกรม SketchUp ประกอบไปด้วย Class ของวัตถุ จะเรียกว่า “entity” ซึ่ง entity พื้นฐานที่ควรรู้มีดังนี้ (ธารา จำเนียรดำรงการ, 2555)

1. point3D class
2. edge class
3. face class
4. entity class
5. entities class



ภาพที่ *27* entity ของวัตถุในโปรแกรม SketchUp

อีกส่วนที่มีความสำคัญของแบบจำลอง entity คือ surface ซึ่งมักใช้ในการจำลองพื้นผิวของพื้นที่โครงการ การอ้างอิง face ในโปรแกรม SketchUp จะต้องระบุด้วยว่าเป็นด้านหน้า (front face) หรือด้านหลัง (back face) เพราะต้องทราบค่า material name หรือ tag name ของ face (ใน SketchUp 2020 มีการเปลี่ยนชื่อเรียก layer เป็น tag) ซึ่งจำเป็นต้องระบุว่าเป็นวัสดุของด้านหน้าหรือด้านหลังของ face กรณีที่ยังไม่มีการกำหนด material สามารถสังเกตได้คือ ด้านหน้าของ face จะมีลักษณะสีขาว ส่วนด้านหลัง face จะมีสีเทาอ่อน ดังภาพที่ 28



ภาพที่ *28* ลักษณะ front และ back face ของแบบจำลอง

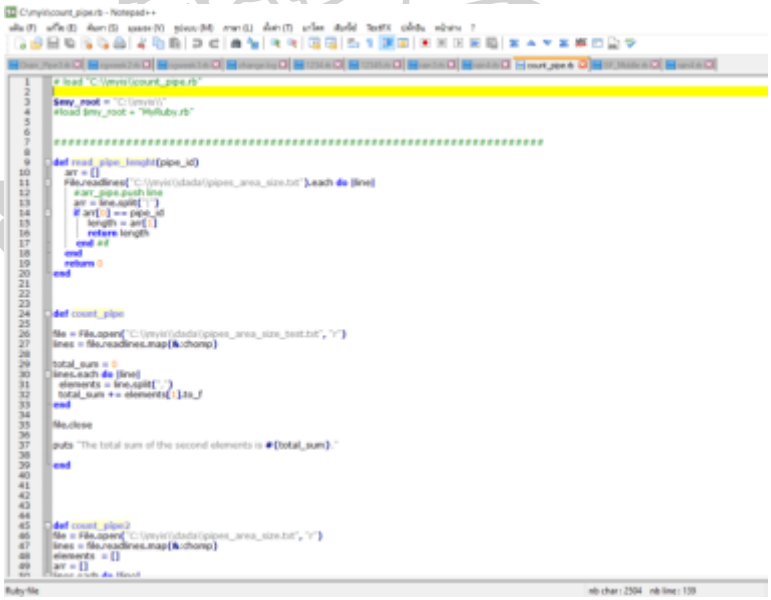
โปรแกรม SketchUp มีจุดเด่นที่น่าสนใจ เนื่องจากโปรแกรม SketchUp เป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้งานและมีราคาไม่สูง จึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายที่เหมาะทั้งงานด้านสถาปัตยกรรมและด้านวิศวกรรม ซึ่งโปรแกรม SketchUp เป็นโปรแกรมที่มีขนาดเล็กจึงทำให้การประมวลผลทำได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องอาศัยซอฟต์แวร์ที่สูงมากเหมือนโปรแกรมตัวอื่นๆ ทั้งนี้โปรแกรม SketchUp ยังเป็นโปรแกรมที่รองรับการเขียน script ด้วยภาษา Ruby ซึ่งช่วยในการพัฒนาศักยภาพในการใช้งานโปรแกรมในรูปแบบของ plug-in/add-on อีกด้วย

จากความสามารถที่ได้กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อเป็นตัวช่วยในการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร เช่น การหาขนาดท่อระบายน้ำของพื้นที่ขนาดต่างๆ การถอดปริมาณและประมาณราคา ผ่านโปรแกรม SketchUp ในรูปแบบของการเขียนสคริปต์เพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมจึงนับเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ

2.8.2 ภาษา Ruby

Ruby สร้างโดยคุณ Yukihiro Matsumoto ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1993 ในประเทศญี่ปุ่นและได้รับการเผยแพร่สู่สาธารณะในปี ค.ศ. 1995 มีวัตถุประสงค์ให้เป็นภาษาเชิงวัตถุ ซึ่งในขณะนั้นการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุยังเป็นเรื่องใหม่อยู่ และตัวภาษา Ruby เองนั้นเป็นภาษาประเภท Interpreted language คือแปลผลทีละบรรทัด (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, ม.ป.ป)

ฟังก์ชันหนึ่งของโปรแกรม SketchUp คือ Ruby Console ที่มีไว้สำหรับการรันภาษา Ruby ให้ทำงานตามคำสั่งที่เราต้องการ เช่น สร้างเส้นตรง สร้างวงกลม สั่งให้ extrude สั่งให้สร้าง dimension สั่งให้แสดงความยาว สั่งให้แสดงปริมาณ และป้อนคำสั่งให้ SketchUp ทำในสิ่งที่โปรแกรมไม่ได้มีความสามารถจากโปรแกรมตั้งต้น นั่นคือการเพิ่มความสามารถของโปรแกรม SketchUp โดยการเขียนสคริปต์ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม “SketchUp” ด้วยภาษา “Ruby” มีนามสกุลลงท้ายด้วย .rb หรือ .rbs ร่วมกับ “SketchUp API” เพื่อทำการควบคุมโปรแกรม“SketchUp” (ธารา จำเนียรดำรงการ, 2555)



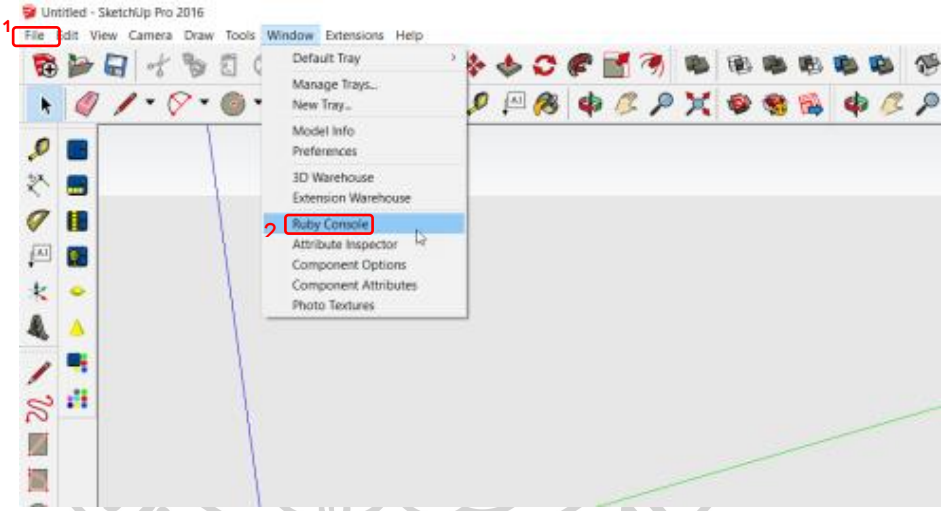
ภาพที่ *29* หน้าต่างโปรแกรม notepad++ สำหรับเขียน *Ruby Script*

ผู้ใช้งานหรือนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนสคริปต์ด้วยเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ สำหรับช่วยในการเขียนสคริปต์ เช่น Notepad++ (ภาพที่ 29) สำหรับการตรวจสอบข้อผิดพลาดของสคริปต์เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมในโปรแกรม “SketchUp” จะตรวจสอบความถูกต้องของ

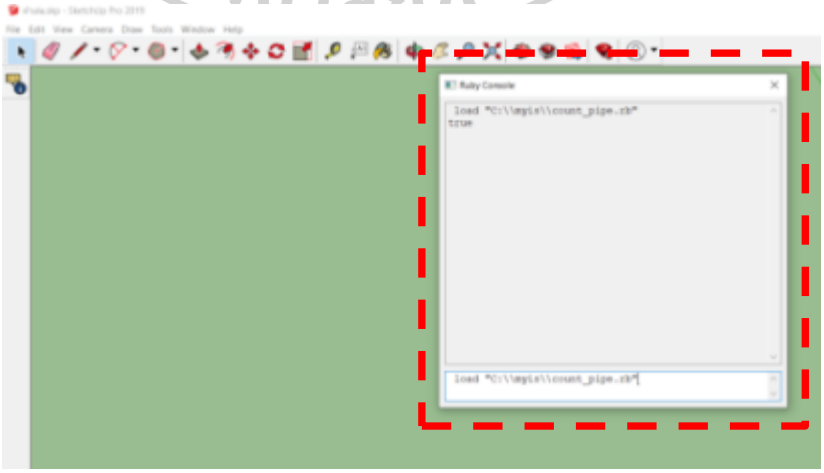
โปรแกรมผ่านเครื่องมือ “Ruby Console” ในโปรแกรม “SketchUp” เนื่องจาก “debugger” อื่นที่ใช้ในการตรวจสอบอาจไม่รู้จักรหัสคำสั่งที่พัฒนาด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ Ruby

โดย “Ruby SketchUp API” ที่อยู่ในโปรแกรม “SketchUp Ruby Console” เป็นเครื่องมือในโปรแกรม “SketchUp” อยู่ในเมนู Window > Ruby Console ใช้สำหรับป้อนคำสั่งและฟังก์ชั่นของ “Ruby Script API” โดย “Ruby Console” จะรองรับการป้อนคำสั่งหรือสคริปต์ทีละบรรทัด ในกรณีที่สคริปต์มีความซับซ้อนหรือมีจำนวนหลายบรรทัด ควรใช้วิธีการสร้างสคริปต์ให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ จากนั้นจึงเรียกใช้งานไฟล์ดังกล่าวจาก “Ruby Console” ด้วยคำสั่ง “load”

1. เมื่อเปิดโปรแกรม SketchUp แล้ว ให้ไปที่ Window -> Ruby Console ตามภาพที่ 30 และภาพที่ 31

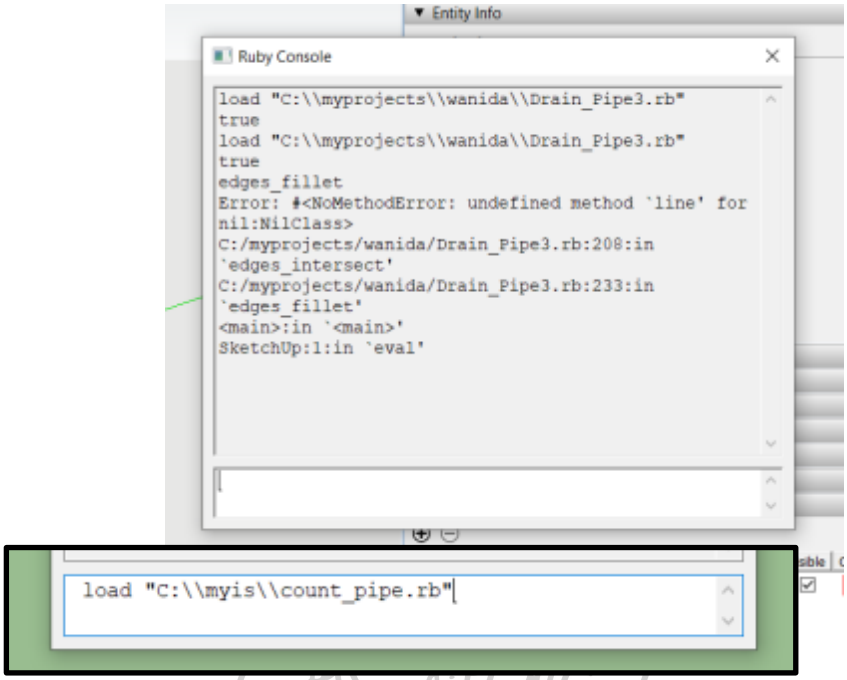


ภาพที่ *30* ขั้นตอนการเปิด Ruby Console ในโปรแกรม SketchUp



ภาพที่ *31* ลักษณะหน้าต่าง Ruby Console

2. พิมพ์ว่า LOAD แล้วตามด้วยที่อยู่จัดเก็บไฟล์โปรแกรมเสริม ตามตัวอย่าง ภาพที่ 32

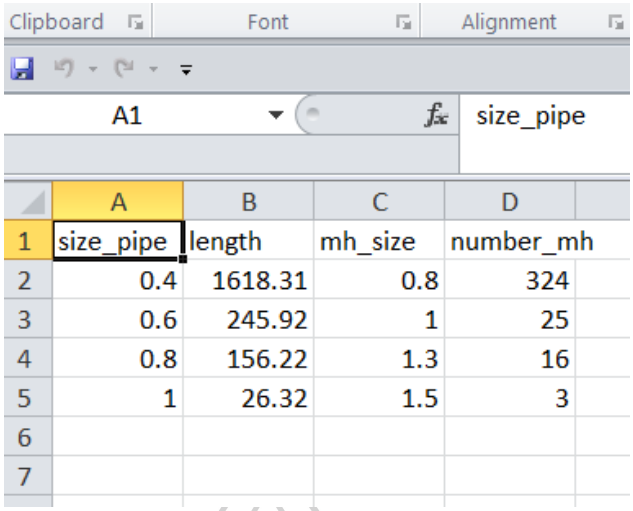


ภาพที่ *32* ภาพหน้าต่าง Ruby Console

2.8.3 การศึกษาเกี่ยวกับไฟล์ csv

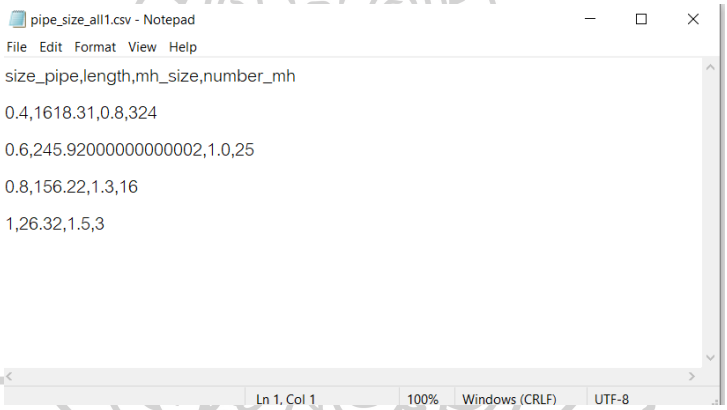
csv ย่อมาจาก comma separated value เป็นไฟล์ข้อความที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง ใช้เครื่องหมายจุลภาค หรือคอมม่า (,) ในการแบ่งแต่ละคอลัมน์ โดยปกติเราสามารถบันทึกไฟล์จาก Microsoft Excel ออกมาเป็นไฟล์ csv ได้โดยตรง (ไอที24ชั่วโมง, 2561)

สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป มักจะใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเปิด เพื่อให้แสดงผลในรูปแบบตาราง (ภาพที่ 33) และทำให้ดูและอ่านออกได้ง่าย และสะดวกมากขึ้น นอกจากนี้เรายังสามารถใช้โปรแกรมอื่นๆ เปิดไฟล์ csv ได้อีกด้วย เช่น Notepad (ภาพที่ 34) ซึ่งการอ่านข้อมูลอาจอ่านยาก โดยเฉพาะไฟล์ที่มีข้อมูลจำนวนมากๆ โดยจุดเด่นของ csv ไฟล์ คือ รองรับการใช้งานกับโปรแกรมฐานข้อมูลต่างๆ ไฟล์มีขนาดเล็ก และรองรับการเปิดไฟล์ด้วยโปรแกรม text editor



	A	B	C	D
1	size_pipe	length	mh_size	number_mh
2	0.4	1618.31	0.8	324
3	0.6	245.92	1	25
4	0.8	156.22	1.3	16
5	1	26.32	1.5	3
6				
7				

ภาพที่ *33* ไฟล์ csv ที่เปิดโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel



ภาพที่ *34* ไฟล์ *csv* ที่เปิดโดยใช้โปรแกรม *Notepad*

2.9 การทำแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จึงทำการสัมภาษณ์ผู้ที่ออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร เพื่อให้ทราบถึงปัญหาของการทำงานในปัจจุบัน และความคาดหวังต่อการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อใช้ช่วยในการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร โดยสัมภาษณ์ท่านที่ 1 ตำแหน่งหัวหน้างานระบบโครงการบ้านจัดสรร และสัมภาษณ์ท่านที่ 2 ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ/วิศวกรงานทาง/วิศวกรโครงสร้าง/วิศวกรระบายน้ำและวิศวกรประมาณราคา โดยการสัมภาษณ์จะใช้คำถามปลายเปิด เกี่ยวกับการออกแบบระบบระบายน้ำ และเป็นการสัมภาษณ์ตัวต่อตัวเพื่อให้เกิดการโต้ตอบที่ดี เพื่อเข้าถึงข้อมูลที่สำคัญสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการ

จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคในการออกแบบระบบระบายน้ำ เพื่อนำไปใช้ประกอบในการพัฒนาโปรแกรมเสริม

จากการสอบถามผู้ออกแบบระบบระบายน้ำ มีรายดังนี้

1. ปัญหาของการทำงานในปัจจุบัน

ขั้นตอนการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรมีขั้นตอนหลายขั้นตอน ซึ่งใช้ระยะเวลาค่อนข้างมากในการจัดทำแบบร่างแต่ละขั้นตอน และทุกขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการหาขนาดท่อระบายน้ำจากพื้นที่ การหาขนาดบ่อพักจากขนาดท่อ หากมีขั้นตอนใดในการออกแบบเกิดข้อผิดพลาดขึ้น จะทำให้กระบวนการจัดทำแบบร่างขั้นต่อไปเกิดข้อผิดพลาดตามไปด้วย ส่งผลกระทบต่อการประมาณราคาที่อาจเกิดข้อผิดพลาด ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อเจ้าของโครงการ

นอกจากขั้นตอนการจัดทำแบบร่างที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างมาก และโอกาสที่อาจเกิดข้อผิดพลาดในการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของงานสถาปัตยกรรมยังส่งผลกระทบต่อการเริ่มต้นการจัดทำแบบร่างระบบบายน้ำใหม่อีกครั้ง คือ การปรับผังโครงการ ทั้งนี้จำนวนของการปรับเปลี่ยนข้อมูลของทางสถาปัตยกรรมมีความถี่มากทำให้ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการจัดทำแบบร่างใหม่ที่จำกัด เพื่อนำส่งแบบร่างให้กับฝ่ายประมาณราคา

2. ความคาดหวังต่อการพัฒนาโปรแกรมเสริม

ผู้ให้สัมภาษณ์ต้องการให้มีการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถหาขนาดท่อและบ่อพักสำหรับโครงการระบายน้ำ พร้อมทั้งสามารถถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดโดยอัตโนมัติได้

บทที่ 3
แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมและการออกแบบโปรแกรมเสริม

ในบทนี้จะกล่าวถึง การวางแนวคิดและขอบเขตในการพัฒนาความสามารถของโปรแกรมเสริม รวมไปถึงขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและรายละเอียดของโปรแกรมแต่ละส่วนสำหรับการพัฒนาโปรแกรมเสริม เช่น การคำนวณหาขนาดท่อ การหาปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด เป็นต้น รวมไปถึงรายละเอียดของโปรแกรมจากการพัฒนาโปรแกรมเสริม

3.1 แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม

แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมเสริมเกิดขึ้นจากปัญหาที่ได้ทำการศึกษาในบทที่ 2 จากการสัมภาษณ์ผู้จัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำทำให้ทราบถึงกระบวนการออกแบบที่ต้องมีขั้นตอนย่อยหลายขั้นตอน ซึ่งหากทางสถาปัตยกรรมมีการปรับเปลี่ยนผังวางบ้าน ทางผู้จัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำ จะต้องจัดทำแบบร่างตามขั้นตอนใหม่ตั้งแต่ต้น ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน หากเกิดข้อผิดพลาดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง จะทำให้การจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรเกิดข้อผิดพลาดได้ โดยข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจส่งผลต่องบประมาณในการก่อสร้าง

จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำมาสู่การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการจัดทำแบบร่าง และเพื่อให้การประมาณปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดมีค่าใกล้เคียงกับค่าก่อสร้างจริง ทางผู้วิจัยได้เลือกศึกษาโปรแกรม SketchUp เพื่อนำมาพัฒนาโปรแกรมในการแก้ไขปัญหาข้างต้น เนื่องจากโปรแกรม SketchUp เป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้งานและมีราคาไม่สูง จึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายที่เหมาะทั้งงานด้านสถาปัตยกรรมและด้านวิศวกรรม โปรแกรม SketchUp เป็นโปรแกรมที่รองรับการเขียน script ด้วยภาษา Ruby และมี SketchUp API ที่ช่วยให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมเสริมใน SketchUp ให้ตรงกับความต้องการของผู้ออกแบบได้

3.2 ขอบเขตในการพัฒนาความสามารถของโปรแกรมเสริม

ขอบเขตการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยในการออกแบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร มีดังนี้

3.2.1 สามารถสร้าง surface ของบริเวณแปลงบ้านได้

3.2.2 สามารถวางแนวท่อระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรรได้

3.2.3 สามารถคำนวณหาขนาดท่อและปริมาณท่อแต่ละขนาดที่ใช้รับปริมาณน้ำฝนภายในโครงการบ้านจัดสรรได้

3.2.4 สามารถคำนวณหาปริมาณบ่อพักแต่ละขนาดที่ใช้รับปริมาณน้ำฝนภายในโครงการบ้านจัดสรรให้สอดคล้องกับขนาดท่อระบายน้ำได้

โดยขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเสริมสามารถอธิบายได้ด้วย flow chart ตามภาพที่ 35 ดังนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

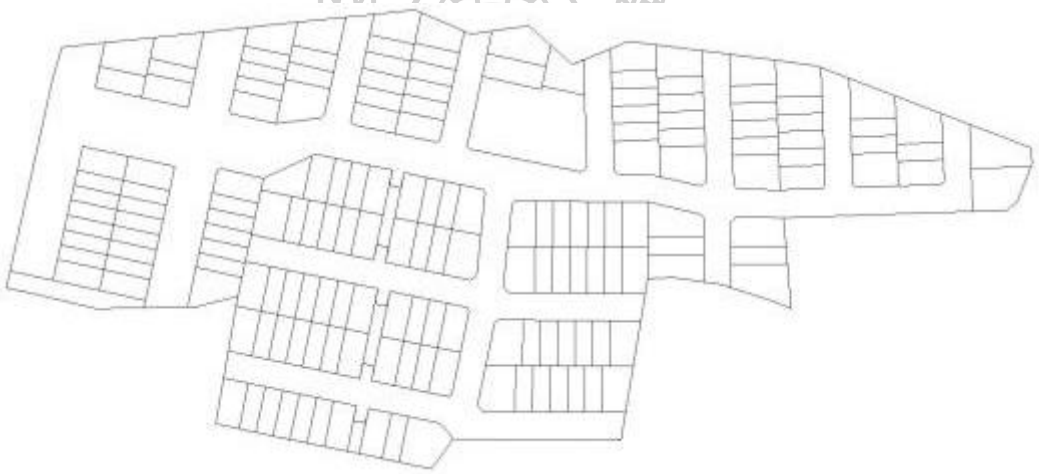
ภาพที่ 35 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเสริม

3.3 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดของโปรแกรมแต่ละส่วนสำหรับการพัฒนาโปรแกรมเสริม

การพัฒนาโปรแกรมเสริมจะต้องมีการเตรียมข้อมูลก่อนการใช้งานโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การเตรียมข้อมูลนอกโปรแกรม SketchUp

3.3.1.1 การเตรียมไฟล์ DWG ของผังโครงการบ้านจัดสรรที่ได้จากฝ่ายสถาปัตยกรรม สำหรับนำไฟล์เข้าไปใช้งานในโปรแกรม SketchUp โดยไฟล์ที่จะนำเข้าโปรแกรม SketchUp จะต้องจัดการข้อมูลให้เหลือแต่ edge ของขอบเขตถนนและขอบเขตพื้นที่แปลงบ้านเท่านั้นเพื่อนำไปใช้ต่อในโปรแกรมเสริม (ภาพที่ 36)



ภาพที่ *36* การจัดเตรียมไฟล์ DWG เพื่อ *import* เข้าโปรแกรม SketchUp

3.3.1.2 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการหาขนาดท่อสำหรับโครงการบ้านจัดสรร

การเตรียมข้อมูลสำหรับการหาขนาดท่อรับน้ำฝนสำหรับโครงการบ้านจัดสรรต้องนำข้อมูลจากตารางที่ 5 มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม โดยการเรียงลำดับข้อมูลจากขนาดท่อ ความลาดชัน (slope) และขนาดพื้นที่ที่รองรับ (เป็นการคำนวณจากหัวข้อ 2.6) ตามภาพที่ 37

ขนาดท่อ	ค่า slope	ขนาดพื้นที่ (m^2)
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	500	0 – 2,600
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	1000	>2,600 – 7,000
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	1000	>7,000 – 16,000
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	1000	>16,000 – 30,000
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	1000	>30,000 – 48,000
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	1000	>48,000 – 90,000

1 2 3

```
arr_drain_pipe = [[0.4,500,2600],[0.6,1000,7000],[0.8,1000,16000],[1,1000,30000],[1.2,1000,48000],[1.5,1000,90000]]
```

ภาพที่ *37* ข้อมูลการหาขนาดท่อระบายน้ำจากขนาดพื้นที่รับน้ำฝน

3.3.1.3 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการหาขนาดบ่อพักสำหรับโครงการบ้านจัดสรร

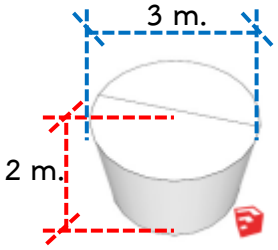
การเตรียมข้อมูลสำหรับการหาขนาดบ่อพักสำหรับท่อน้ำฝนแต่ละขนาดของโครงการบ้านจัดสรร จะใช้ข้อมูลจากตารางที่ 8 (เป็นขนาดบ่อพักสำหรับท่อแต่ละขนาดที่ใช้งานภายในบริษัท) มาใช้ในการถอดปริมาณบ่อพักของท่อแต่ละขนาด

ตารางที่ *8* ขนาดบ่อพักที่ใช้สำหรับท่อระบายน้ำขนาดต่างๆ

ขนาดท่อ	ขนาดบ่อพัก (จากขอบนอกถึงขอบนอก)		
	กว้าง (ม.)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	0.80	0.80	0.90
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	1.00	1.00	1.10
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	1.30	1.30	1.45
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	1.50	1.50	1.70
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	1.80	1.80	2.00
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	2.20	2.20	2.40

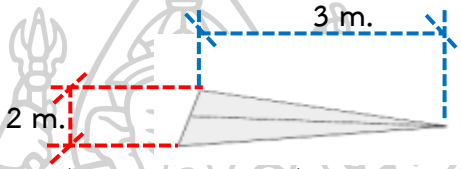
3.3.1.4 การเตรียม Component สำหรับใช้ในขั้นตอนการคำนวณหาขนาดท่อ

1. สร้าง Component ชื่อ “connector” (ภาพที่ 38) สำหรับใช้ในขั้นตอนการคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำ การสร้าง connector ใช้คำสั่ง Make Component ซึ่ง connector มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เมตรและมีความสูง 2 เมตร



ภาพที่ *38* Component ชื่อ “connector”

2. สร้าง Component หัวลูกศรชื่อ “flow_dir” (ภาพที่ 39) สำหรับใช้ในขั้นตอนการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำ การสร้างหัวลูกศรใช้คำสั่ง Make Component



ภาพที่ 39 Component ชื่อ “flow_dir”

3.3.2 การเตรียมข้อมูลในโปรแกรม SketchUp

การเตรียมข้อมูลในโปรแกรม SketchUp มี 6 ขั้นตอนดังนี้

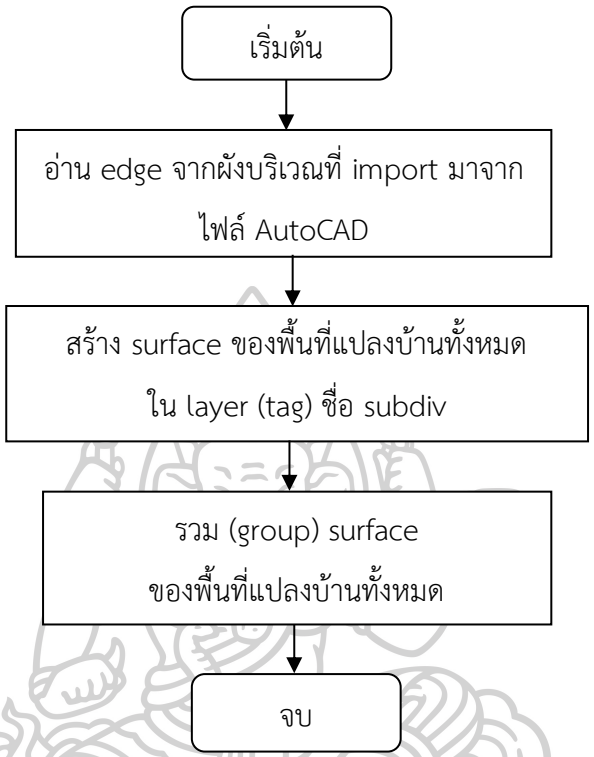
1. การสร้าง surface ของพื้นที่แปลงบ้าน
2. การสร้าง surface ของพื้นที่ถนน
3. การสร้างแนวท่อระบายน้ำภายในโครงการ
4. การเชื่อมต่อ edge ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน
5. การกำหนดทิศทางการไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำ
6. การวางตำแหน่งของ connector บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำ

โดยรายละเอียดทั้ง 6 ขั้นตอน มีดังนี้

3.3.2.1 การสร้าง surface ของพื้นที่แปลงบ้าน

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการสร้าง surface ของพื้นที่แปลงบ้าน (ภาพที่ 40) เพื่อใช้ในการคำนวณหาพื้นที่แปลงบ้าน (พื้นที่สีเขียวอ่อน ตามภาพที่ 41) เริ่มต้นโปรแกรมจะทำการอ่าน edge ของเส้นรอบพื้นที่แปลงบ้านที่ได้ import มาจาก ไฟล์ DWG จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้าง

surface บริเวณพื้นที่แปลงบ้านทั้งหมดและทำเป็น group โดย surface ของพื้นที่แปลงบ้านทั้งหมดจะอยู่ใน layer (tag) ชื่อ subdiv



ภาพที่ *40* ขั้นตอนการสร้าง *surface* ของพื้นที่แปลงบ้าน

ภาพที่ *41* การสร้าง *surface* ของพื้นที่แปลงบ้าน

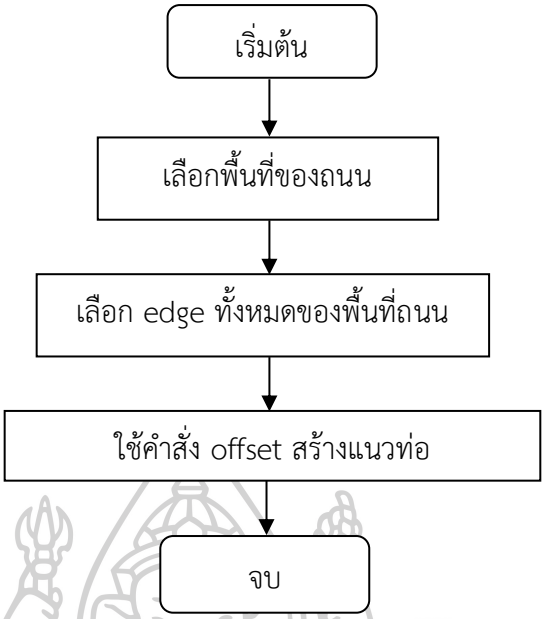
3.3.2.2 สร้าง surface ของพื้นที่ถนน

สร้าง surface ของพื้นที่ถนน (สีเขียวเข้ม) ตามภาพที่ 42 เพื่อนำมาใช้สร้างแนวท่อระบายน้ำ ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องเขียนแนวเส้นรอบรูปของถนนเอง เนื่องจากบริเวณที่เป็นถนนมีจุดที่ต้องเชื่อมต่อกันจำนวนมาก การเขียนโปรแกรมให้ทำงานส่วนนี้โดยอัตโนมัติจึงทำได้ยาก

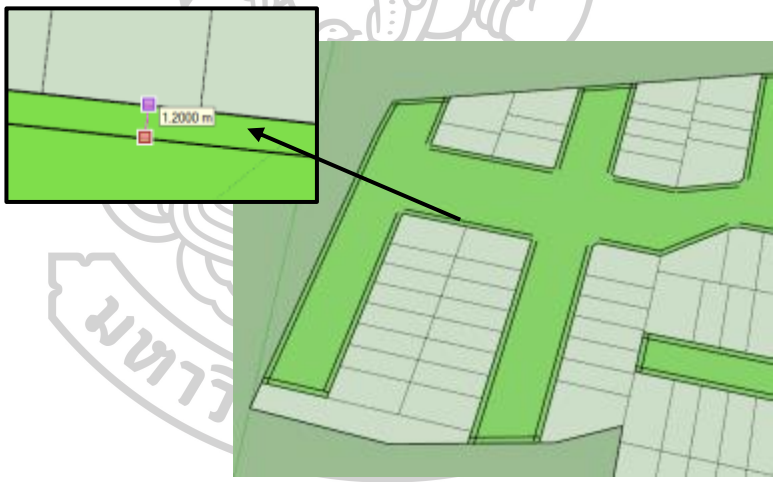
ภาพที่ *42* การสร้าง *surface* ของพื้นที่ถนน

3.3.2.3 สร้างแนวท่อระบายน้ำภายในโครงการ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการสร้างแนวท่อระบายน้ำภายในโครงการ (ภาพที่ 43) เริ่มต้นผู้ใช้โปรแกรมต้องเลือกที่ surface ของพื้นที่ถนน โดยโปรแกรมจะทำการเลือก edge ของพื้นที่ถนนทั้งหมด ด้วยคำสั่ง select edge of road จากนั้นใช้คำสั่ง offset สร้างแนวท่อ (edge) บนพื้นที่ถนนใน layer (tag) ชื่อ drain_cl2 โดยเส้นท่อมีระยะห่างจากเส้นขอบถนน 1.20 เมตร เนื่องจากบ่อพักที่ใหญ่ที่สุดมีขนาด 2.20 เมตร (ระยะจากขอบบ่อถึงขอบบ่อ) ดังนั้นระยะจากจุดกึ่งกลางของบ่อพักถึงขอบบ่อพักคือ 1.10 เมตร และเผื่อระยะห่างจากขอบถนนอีก 0.10 เมตร เมื่อใช้คำสั่งแล้วเป็นไปตามภาพที่ 44



ภาพที่ *43* ขั้นตอนการสร้างแนวท่อระบายน้ำ

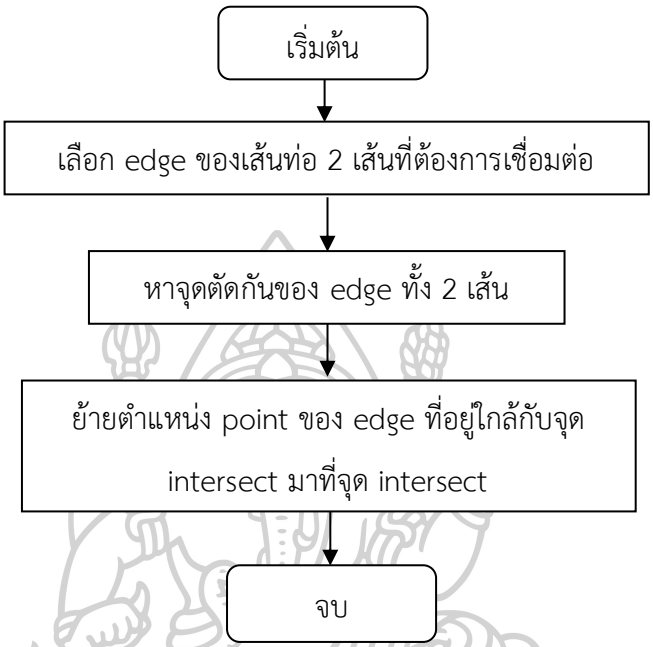


ภาพที่ *44* การสร้างแนวท่อระบายน้ำของโครงการ

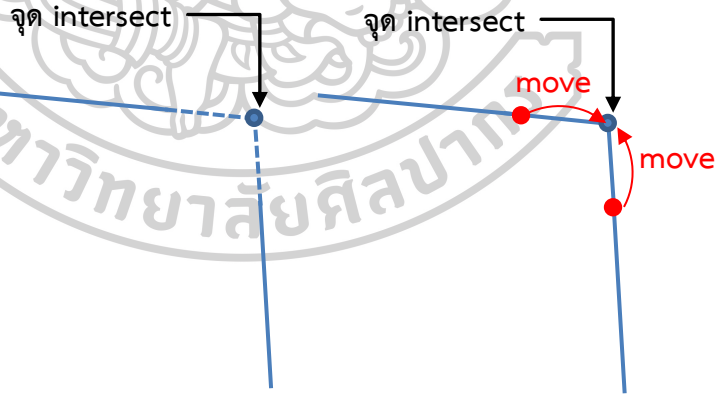
3.3.2.4 การเชื่อมต่อ edge ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการเชื่อมต่อ edge ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน (ภาพที่ 45) โดยใช้ชุดคำสั่ง fillet ที่พัฒนาขึ้น เริ่มต้นผู้ใช้โปรแกรมจะต้องเลือก edge ของเส้นท่อ 2 เส้นที่ต้องการเชื่อมต่อ โปรแกรมจะหาจุดตัดกันของ edge ทั้ง 2 เส้น โดยใช้ SketchUp Ruby API ชื่อ “Geom.intersect” และย้ายตำแหน่ง point ของ edge ทั้ง 2 เส้น ของด้านที่อยู่ใกล้กับจุด

intersect มาที่จุด intersect (ภาพที่ 46) ผลที่ได้จากการใช้คำสั่งนี้ เป็นไปตามภาพที่ 47 (ตัวอย่างบริเวณที่วงสีแดง) การเชื่อมต่อของเส้นท่อ 2 เส้นจะไม่สามารถเชื่อมเส้นท่อที่มีมุมองศาเดียวกันได้



ภาพที่ *45* ขั้นตอนการเชื่อมต่อ *edge* ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 46 การเชื่อมต่อ edge ของเส้นท่อ 2 เส้นเข้าด้วยกัน

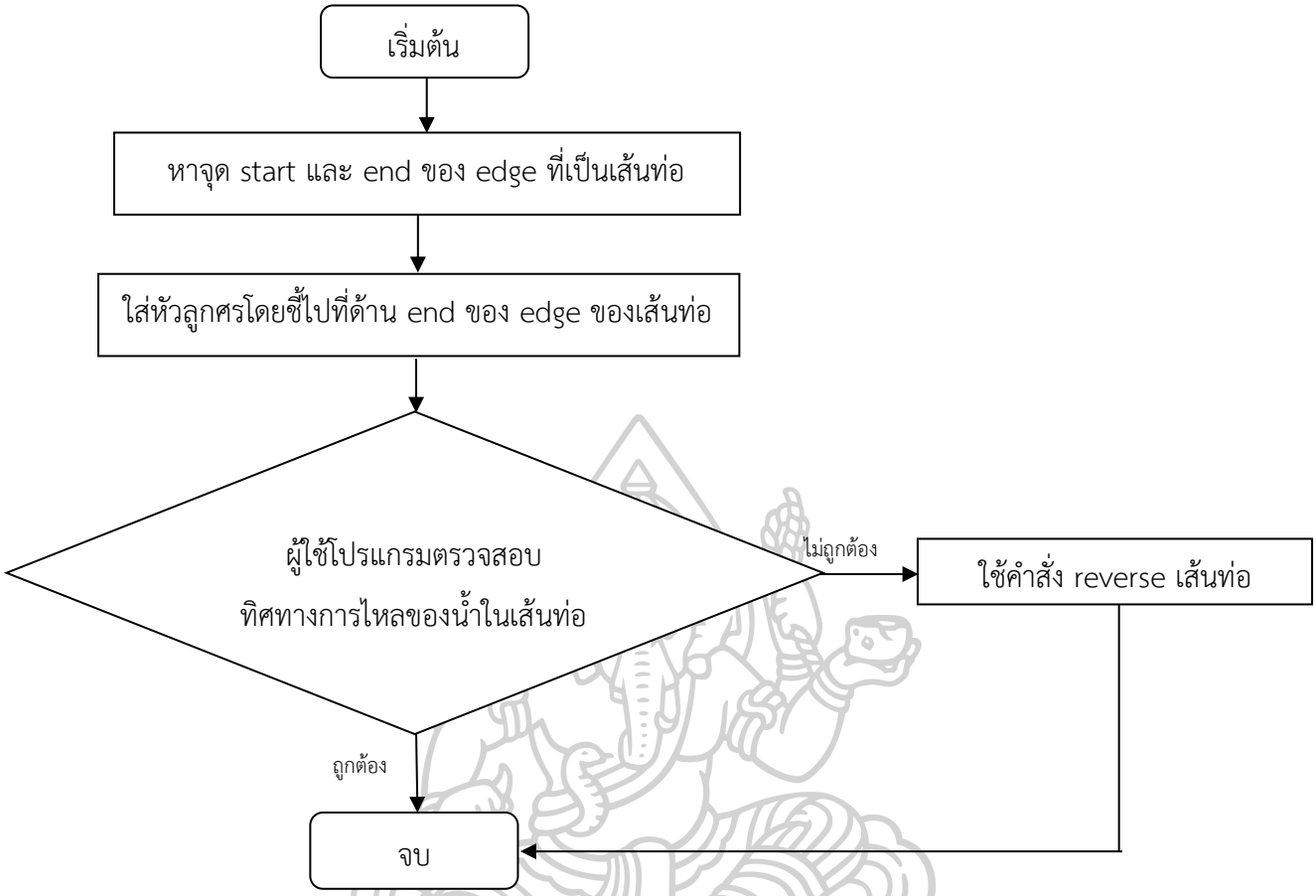
ก่อนการเชื่อมต่อแนวท่อ

หลังการเชื่อมต่อแนวท่อ

ภาพที่ 47 ภาพก่อนและหลังการเชื่อมต่อแนวท่อระบายน้ำของโครงการ

3.3.2.5 การกำหนดทิศทางการไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเพื่อกำหนดทิศทางการไหลของน้ำในเส้นท่อ (แสดงในภาพที่ 48) โดยทิศทางการไหลของน้ำในเส้นท่อทุกเส้นจะต้องไหลไปสู่จุดระบายน้ำสาธารณะ (ภาพที่ 49 จุดที่วงสีแดง) โดยการพัฒนาโปรแกรมในชุดคำสั่งชื่อ add flow arrow เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมจะทำการหาจุด start และ end ของ edge ที่เป็นเส้นท่อทุกเส้น เพื่อใส่หัวลูกศรแสดงทิศทาง โดยหัวลูกศรจะชี้ไปด้าน end ของ edge และอยู่ที่จุดกึ่งกลางของเส้นท่อทุกเส้น (หัวลูกศรเป็น component ที่สร้างขึ้น) หลังจากนั้นผู้ใช้งานต้องตรวจสอบทิศทางของน้ำในเส้นท่อว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าท่อเส้นใดมีทิศทางที่ผิดให้แก้ไขโดยการกลับทิศทางของหัวลูกศร โดยคำสั่ง flow reverse (ภาพที่ 50 บริเวณที่วงสีแดง)



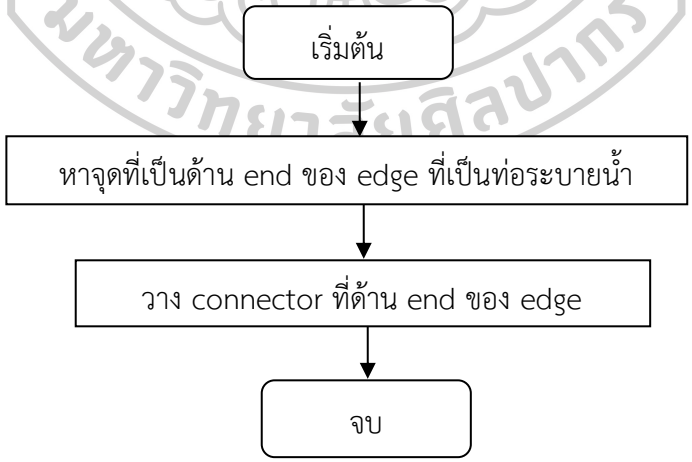
ภาพที่ 48 ขั้นตอนการตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำในท่อ

ภาพที่ 49 จุดที่กำหนดเป็นบ่อพักสาธารณะ

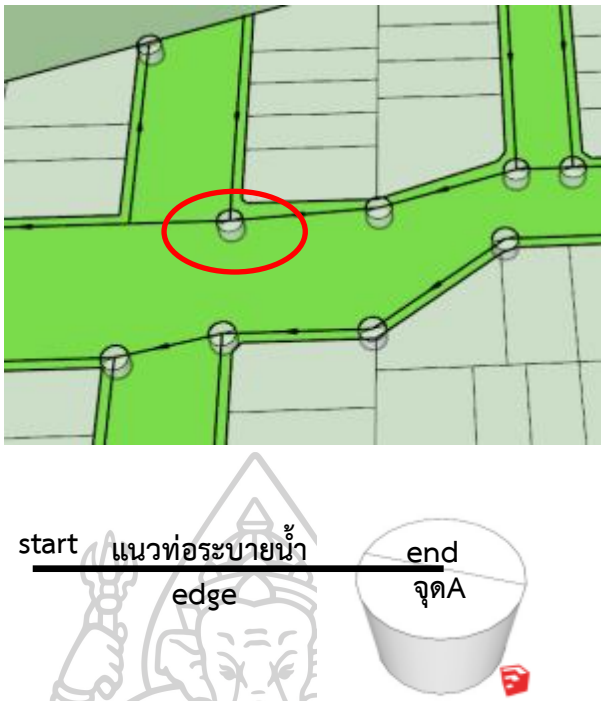
ภาพที่ *50* การแสดงทิศทางการไหลของน้ำในท่อ

3.3.2.6 การวาง connector ที่บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวาง connector ที่บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำ (แสดงในภาพที่ 51) โดยการพัฒนาโปรแกรม ในชุดคำสั่ง add connector เริ่มจากการหาจุดที่เป็นด้าน end ของ edge ที่เป็นท่อระบายน้ำ (จุด A) และวาง connector โดยให้ตำแหน่งจุดกึ่งกลางที่ผิวด้านบนของ connector ที่จุด A (ภาพที่ 52 บริเวณที่วงสีแดง)



ภาพที่ *51* ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวาง *connector* ที่บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำ



ภาพที่ *52* การวาง *connector* ด้าน *end* ของ *edge*

3.3.3 การคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำ

การคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร มี 7 ขั้นตอนดังนี้

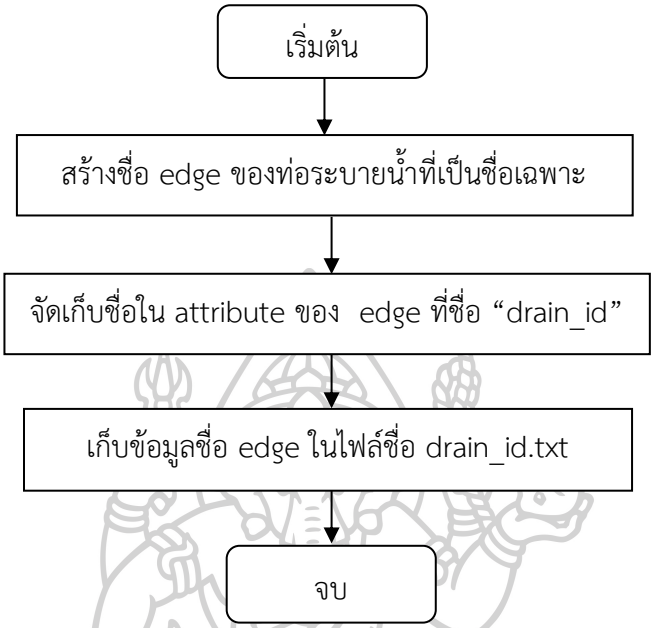
1. การตั้งชื่อ edge ของท่อระบายน้ำ
2. การตั้งชื่อของ connector
3. การหาชื่อของ connector ที่อยู่ติดกับ edge ของท่อระบายน้ำทั้งสองด้าน
4. การหาพื้นที่ของแปลงบ้านที่ท่อระบายน้ำ 1 เส้น ผ่าน
5. การหาค่า factor กำหนดเพื่อใช้คำนวณพื้นที่รับน้ำฝนให้สอดคล้องกับพื้นที่โครงการ
6. การหาพื้นที่รับน้ำฝนและหาขนาดท่อ

โดยรายละเอียดทั้ง 6 ขั้นตอน มีดังนี้

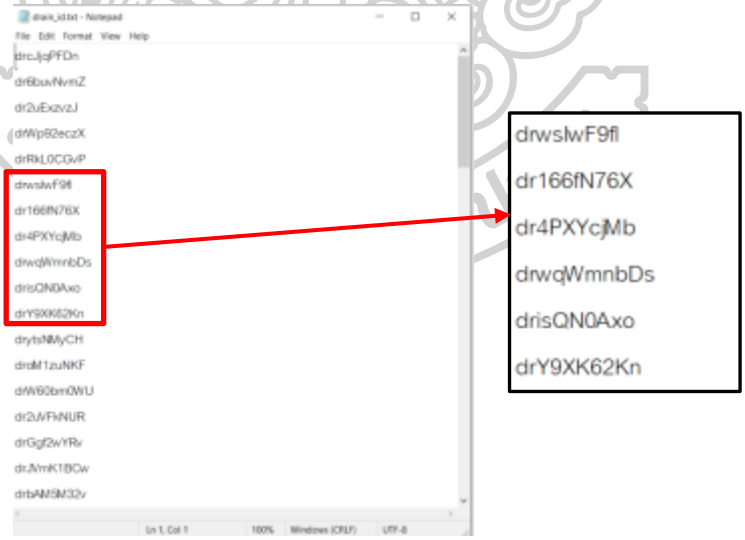
3.3.3.1 การตั้งชื่อ edge ของท่อระบายน้ำ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการตั้งชื่อ edge ของท่อระบายน้ำ (แสดงในภาพที่ 53) เริ่มต้นโปรแกรมจะสร้างชื่อของ edge แต่ละ edge ที่เป็นชื่อเฉพาะ โดยกำหนดให้ชื่อมีอักษร 2 ตัวแรกเป็น “dr” ตามด้วยตัวอักษรและตัวเลขที่เกิดจากการ random และจัดเก็บชื่อนี้ใน attribute

ของ edge ที่ชื่อ “drain_id” หลังจากนั้นให้เก็บข้อมูลชื่อ edge ของท่อระบายน้ำทั้งหมดใน text ไฟล์ชื่อ drain_id.txt (ภาพที่ 54)



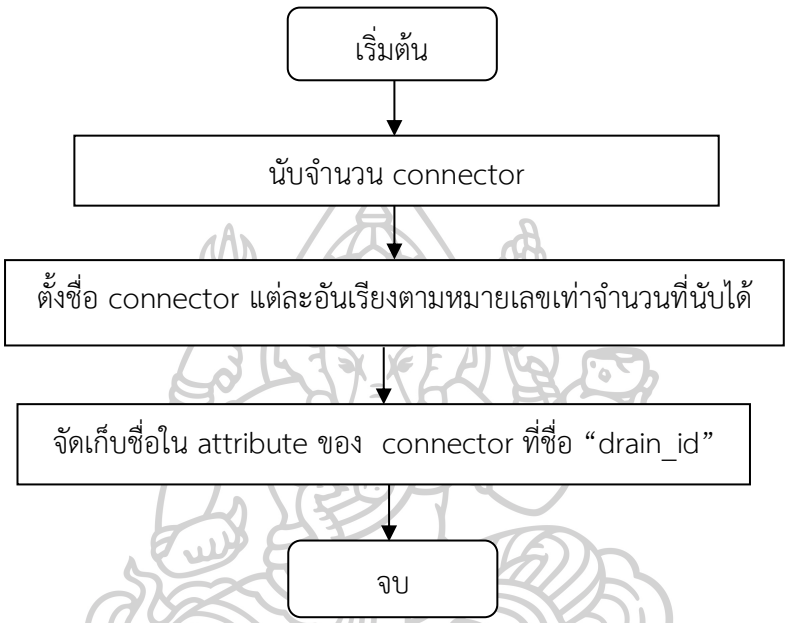
ภาพที่ 53 ขั้นตอนการตั้งชื่อ *edge* ของท่อระบายน้ำ



ภาพที่ 54 ข้อมูลในไฟล์ชื่อ drain_id.txt

3.3.3.2 การตั้งชื่อของ connector

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการตั้งชื่อของ *connector* (แสดงในภาพที่ 55) เริ่มต้นโปรแกรมจะนับจำนวนของ connector ซึ่งจากภาพที่ 56 จะเห็นว่านับ connector ได้จำนวน 42 หน่วย จากนั้นโปรแกรมจะตั้งชื่อ connector เรียงตามหมายเลขเท่าจำนวนที่นับได้ และจัดเก็บชื่อนี้ใน attribute ของ connector ที่ชื่อ “drain_id”



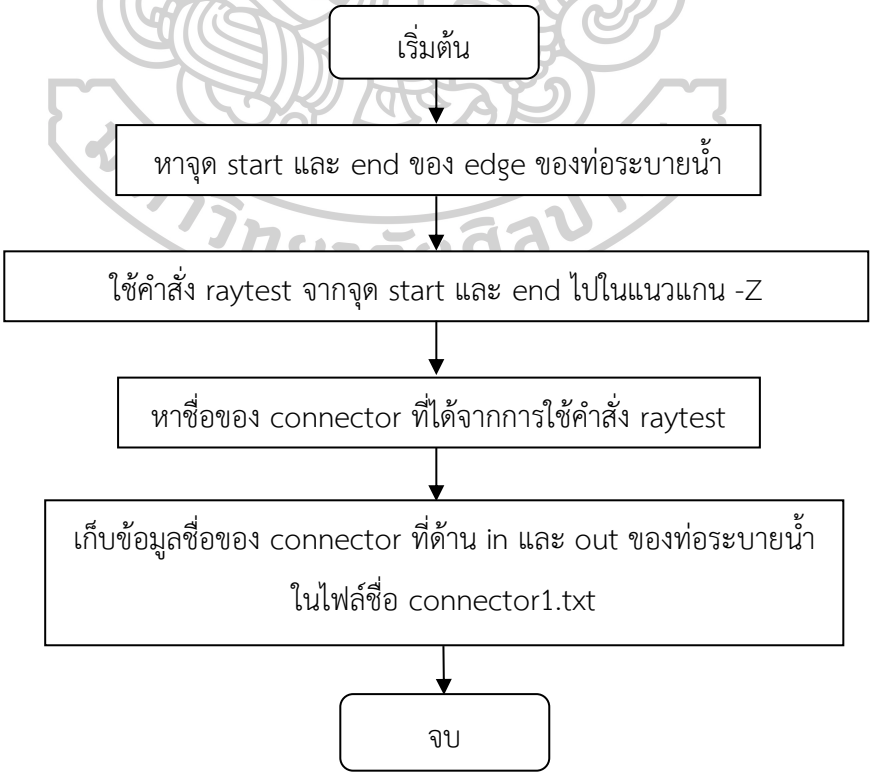
ภาพที่ *55* ขั้นตอนการตั้งชื่อของ connector

ภาพที่ *56* การนับจำนวน connector และชื่อของ connector

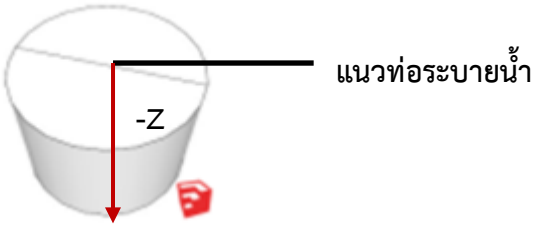
3.3.3.3 การหาชื่อของ connector ที่อยู่ติดกับ edge ของท่อระบายน้ำทั้งสองด้าน

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการหา connector ที่อยู่ติดกับ edge ของท่อระบายน้ำทั้งสองด้าน (แสดงในภาพที่ 57) เริ่มต้นโปรแกรมจะหาจุด start ของ edge และใช้คำสั่ง raytest ของ SketchUp API โดยยิงจากจุด start ไปในแนวแกน -Z (ภาพที่ 58) โดยที่ตำแหน่งนี้จะเจอ connector ที่ได้วางไว้ และให้หาชื่อของ connector ที่อยู่ที่จุดที่ start โดยข้อมูลนี้จะอยู่ใน attribute ของ connector ที่ชื่อ “drain_id” และทำขั้นตอนนี้ซ้ำกับที่จุด end ของท่อระบายน้ำเส้นเดียวกัน โดยจุด start กำหนดให้เป็นด้าน in และจุด end กำหนดให้เป็นด้าน out ของท่อระบายน้ำ (ภาพที่ 59) ให้ทำขั้นตอนนี้จนครบทุกเส้นท่อ หลังจากนั้นให้เก็บข้อมูลชื่อของ connector ที่ด้าน in และ out ของท่อระบายน้ำทั้งหมดใน text ไฟล์ชื่อ connector1.txt (ภาพที่ 60) ส่วนที่วงสีแดงมีข้อมูลดังนี้ edge ของท่อระบายน้ำชื่อ drytsNMyCH มี connector ด้าน in ชื่อ “3” และมี connector ด้าน out ชื่อ “8”

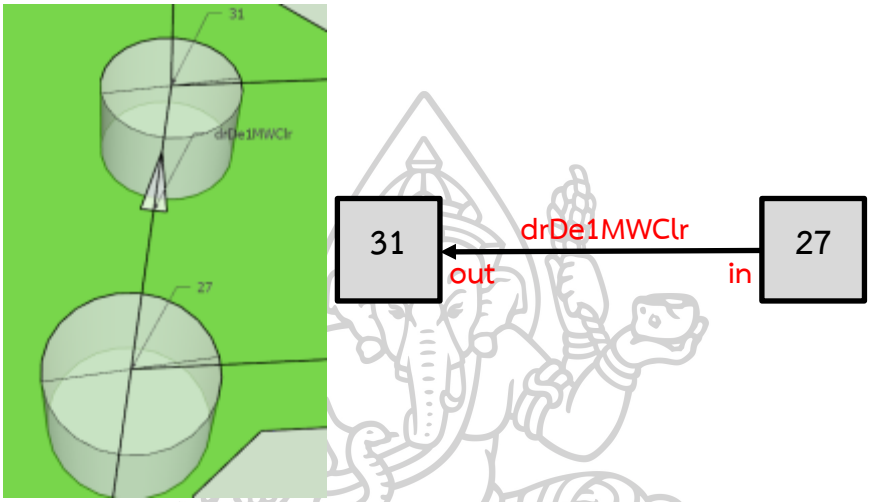
นอกจากนี้ได้พัฒนาคำสั่งชื่อ “show_pipe_name” เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกได้ว่าจะให้โปรแกรมแสดงชื่อทั้งหมดของ edge ของท่อระบายน้ำและ connector หรือไม่แสดงชื่อ โดยการเลือกคำสั่งชื่อ “show_pipe_name” สลับไปมาได้ ซึ่งผลลัพธ์การใช้คำสั่งนี้เป็นไปตามภาพที่ 61



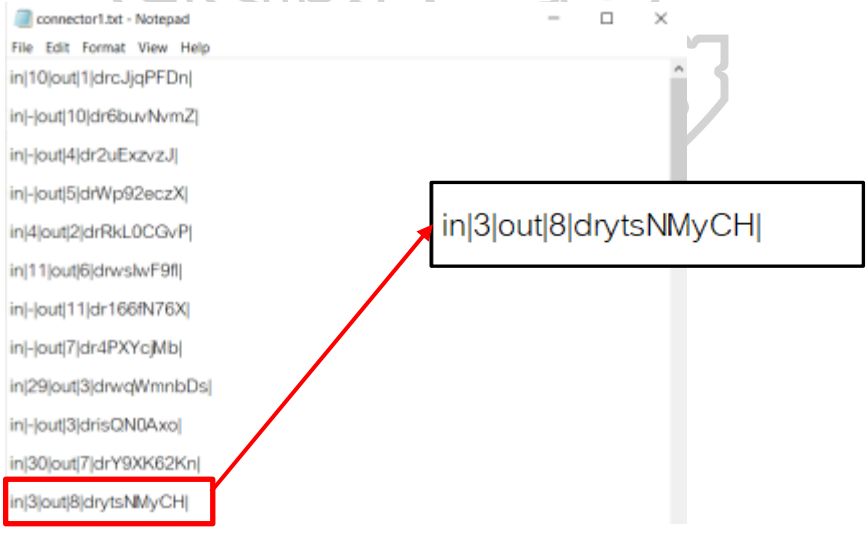
ภาพที่ 57 ขั้นตอนการหาชื่อของ *connector* ที่อยู่ติดกับ *edge* ของท่อระบายน้ำทั้งสองด้าน



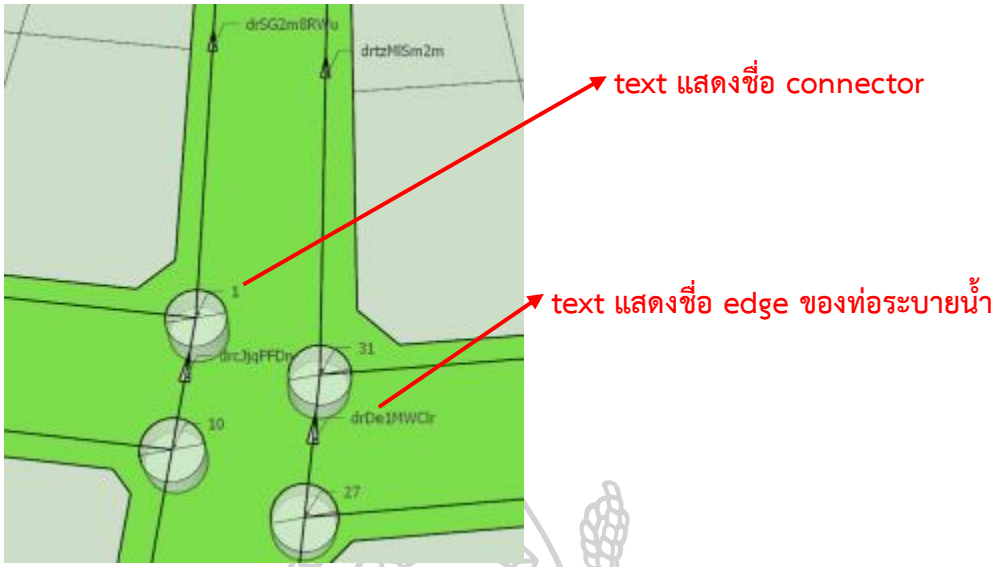
ภาพที่ *58* การใช้คำสั่ง *raytest* เพื่อหา *connector* ที่อยู่ติดกับ *edge* ของท่อระบายน้ำ



ภาพที่ 59 connector ที่ด้าน in และ out ของ edge ท่อระบายน้ำ



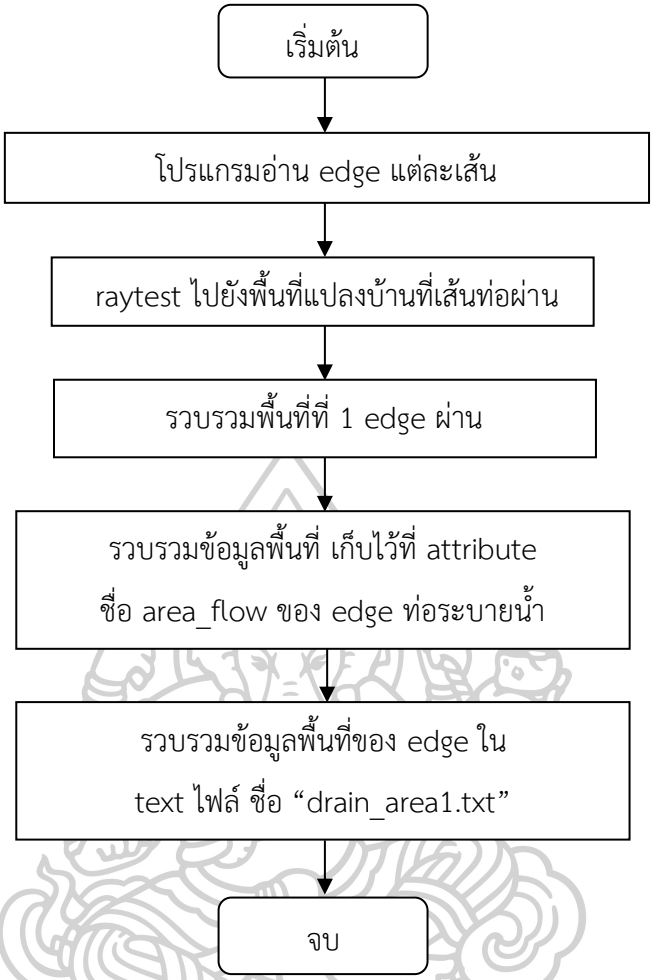
ภาพที่ 60 ข้อมูลในไฟล์ชื่อ *connector1.txt*



ภาพที่ 61 การวาง *text* ข้อมูลชื่อ *edge* และ *connector* ในโปรแกรม *SketchUp*

3.3.3.4 การหาพื้นที่ของแปลงบ้านที่ท่อระบายน้ำ 1 เส้นผ่าน

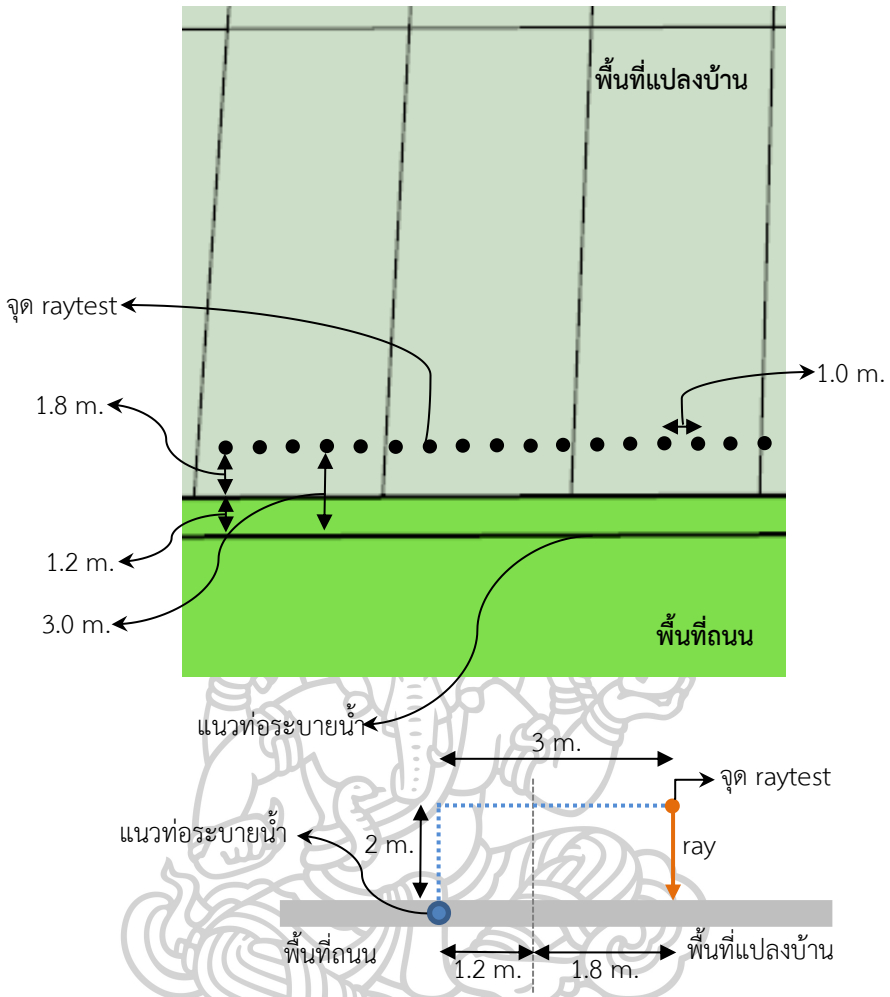
ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการหาพื้นที่ของแปลงบ้านที่ท่อระบายน้ำ 1 เส้นผ่าน (แสดงในภาพที่ 62) เริ่มต้นโปรแกรมจะใช้คำสั่ง *raytest* เพื่อหาพื้นที่แปลงบ้านที่อยู่ใกล้กับเส้นท่อระบายน้ำ โดยจะยิงเส้นทุกระยะ 1 เมตรตามแนวท่อ โดยจุดที่ยิงจะอยู่สูงขึ้นไปจากระดับท่อระบายน้ำในแนวดิ่งเป็นระยะ 2 เมตร และมีระยะห่างในแนวตั้งฉากกับแนวท่อระบายน้ำ 3 เมตร และยิง *ray* ให้ตกลงมาด้านล่างเพื่อเจอกับพื้นที่แปลงบ้าน ถ้ามีแปลงบ้านอยู่ใกล้บริเวณนั้น (ภาพที่ 63) หลังจากได้ *surface* ของพื้นที่แปลงบ้านทั้งหมดแล้วให้คัดเฉพาะพื้นที่แปลงบ้านที่ไม่ซ้ำกัน และทำการรวมพื้นที่ของแปลงบ้านทั้งหมด หาก *edge* เส้นใดไม่ผ่านพื้นที่แปลงบ้าน *edge* นั้นจะรวมพื้นที่เป็น 0 ตร.ม. และเมื่อรวบรวมพื้นที่ที่ *edge* วิ่งผ่านแล้ว ข้อมูลพื้นที่จะรวบรวมใน *attribute* ชื่อ *area_flow* ของ *edge* ของท่อระบายน้ำทุกเส้น และเก็บใน *text* ไฟล์ ชื่อ *“drain_area1.txt”* โดยในไฟล์จะประกอบไปด้วยข้อมูลชื่อ *edge* และพื้นที่ที่ *edge* วิ่งผ่าน (ภาพที่ 64)



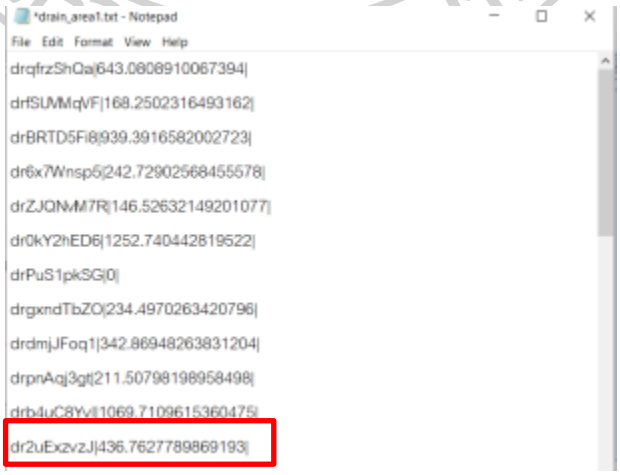
ภาพที่ 62 ขั้นตอนการหาพื้นที่ของแปลงบ้านที่ท่อระบายน้ำ 1 เส้นผ่าน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

.



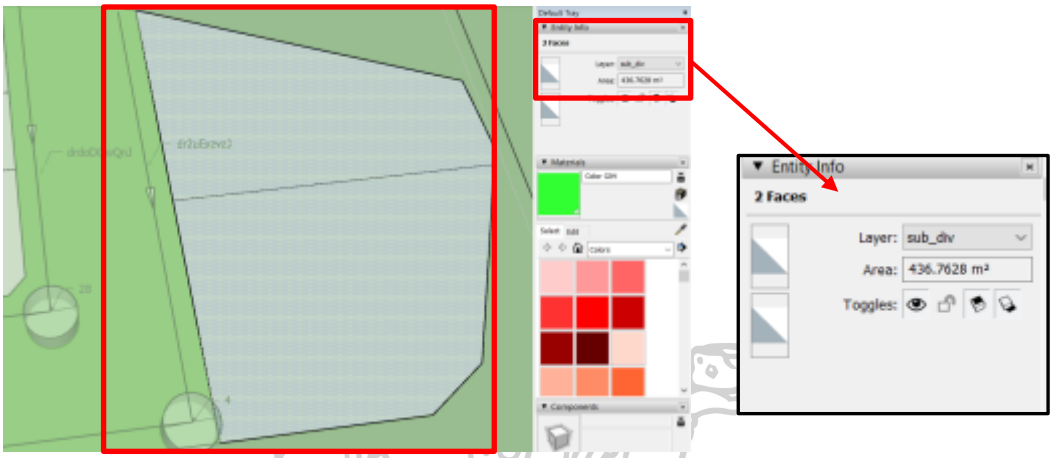
ภาพที่ 63 การใช้คำสั่ง raytest



ภาพที่ *64* ข้อมูลในไฟล์ชื่อ *drain_area1.txt*

จากภาพที่ 64 บริเวณที่วงสีแดง สามารถอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับการรวบรวมพื้นที่ของ edge ได้ ดังนี้

edge ชื่อ dr2uExzvzJ มีพื้นที่ที่ edge ผ่าน 436.7627789869193 ตร.ม. และจากภาพที่ 65 จะเห็นว่าพื้นที่ที่ถูกเลือกอยู่ในโปรแกรม SketchUp จะมีพื้นที่ตรงกับผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 65 การตรวจสอบพื้นที่ในโปรแกรม *SketchUp*

3.3.3.5 การหาค่า factor เพื่อให้ได้พื้นที่รับน้ำฝนครบทั้งโครงการ

เนื่องจากการคำนวณพื้นที่รับน้ำฝนด้วยโปรแกรมเสริม (ในหัวข้อ 3.3.3.6) จะคำนวณเฉพาะพื้นที่แปลงบ้าน แต่ในการระบายน้ำฝนจริงต้องรับปริมาณน้ำฝนจากพื้นที่ถนนด้วย ดังนั้นเพื่อให้ได้พื้นที่รับน้ำฝนรวมครบทั้งโครงการจึงต้องหาค่า factor เพื่อนำไปคูณกับพื้นแปลงบ้านที่หาได้ เช่น ถ้าพื้นที่แปลงบ้านมีทั้งหมด 6,000 ตร.ม. พื้นที่ถนน 3,000 ตร.ม. และพื้นที่โครงการรวมเท่ากับ 9,000 ตร.ม. ค่า factor จะมีค่าเท่ากับ 1.5 ซึ่งหาได้จากพื้นที่โครงการรวมหารด้วยพื้นที่แปลงบ้านทั้งหมด (9,000/6,000) โดยเมื่อนำค่า factor ไปคูณกับพื้นที่แปลงบ้านก็จะได้ผลรวมเท่ากับพื้นที่โครงการทั้งหมด (6,000 x 1.5 = 9,000)

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการหาค่า factor เพื่อให้ได้พื้นที่รับน้ำฝนครบทั้งโครงการ (แสดงภาพที่ 66) ขั้นแรกหาพื้นที่แปลงบ้านทั้งหมด และหาพื้นที่ถนน จากนั้นหาพื้นที่ของโครงการรวมทั้งหมด และหาค่า factor

ตัวอย่างการหาค่า factor ของโครงการ ตามข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม (ภาพที่ 67) มีดังนี้

พื้นที่แปลงบ้านทั้งหมด (A) = 19,671.989 ตร.ม.

พื้นที่ถนน (B) = 10,975.399 ตร.ม.

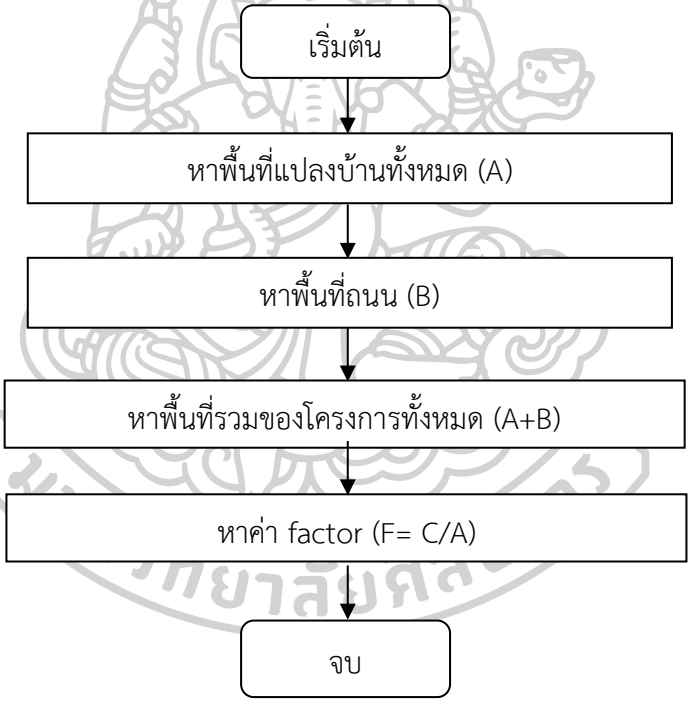
พื้นที่รวมของโครงการ (C) = 19,671.989 + 10,975.399 ตร.ม.

= 30,647.388 ตร.ม.

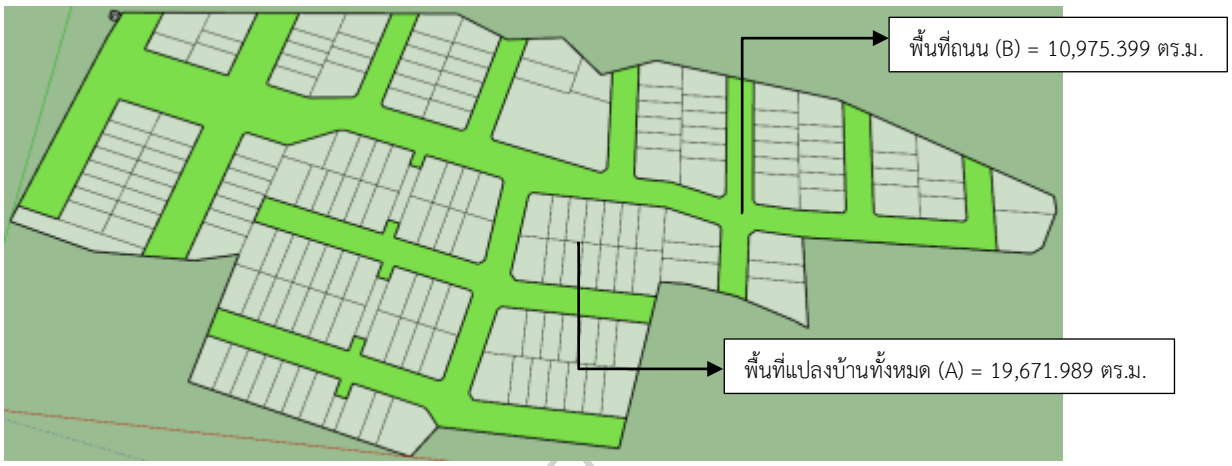
ดังนั้น ค่า factor (F) = C/A

= 30,647.388/ 19671.989

= 1.558



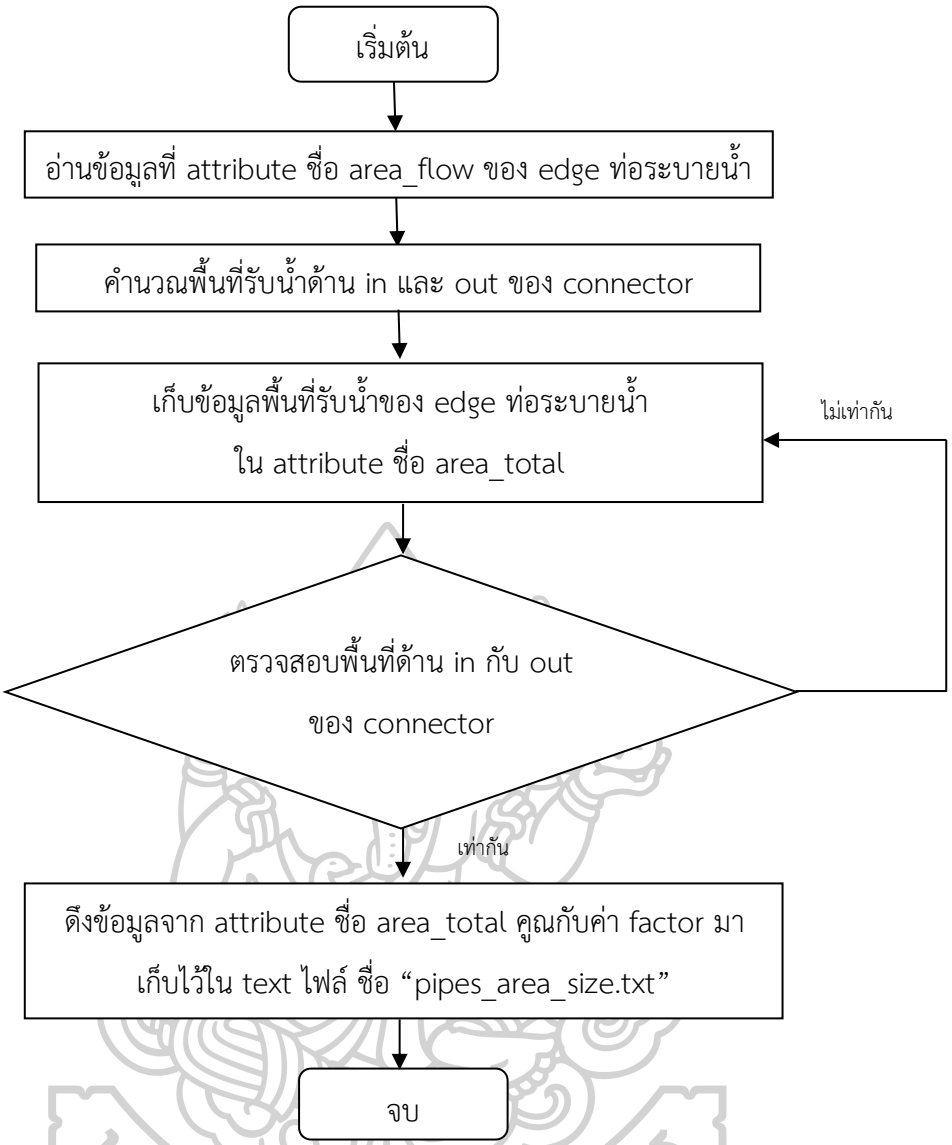
ภาพที่ 66 ขั้นตอนการหาค่า factor เพื่อให้ได้พื้นที่รับน้ำฝนครบทั้งโครงการ



ภาพที่ 67 ข้อมูลขนาดพื้นที่แปลงบ้านทั้งหมดและพื้นที่ถนน

3.3.3.6 การหาพื้นที่รับน้ำฝนและหาขนาดท่อ

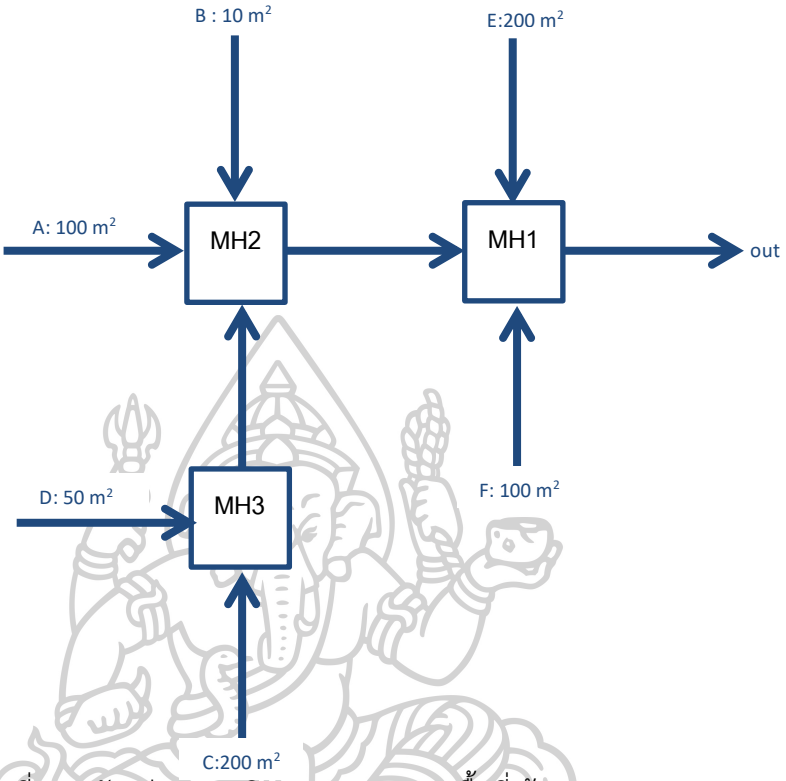
ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการหาพื้นที่รับน้ำฝนและหาขนาดท่อ (แสดงในภาพที่ 68) เริ่มต้นด้วยการนำข้อมูลจาก attribute ชื่อ area_flow ของ edge ท่อระบายน้ำ จากนั้นใช้หลักการ Monte Carlo ในการรวมพื้นที่รับน้ำฝนของเส้นท่อและจัดเก็บข้อมูลไว้ที่ attribute ชื่อ area_total ของ edge ท่อระบายน้ำทุกเส้น (ภาพที่ 69 – ภาพที่ 72) โดยต้องทำการตรวจสอบ connector ทุกหน่วยและปรับค่าพื้นที่รับน้ำด้าน in และ out ของ connector ให้มีค่าที่เท่ากัน จากนั้นนำข้อมูลจาก attribute ชื่อ area_total มาคูณกับค่า factor ที่ได้จากหัวข้อที่ 3.3.3.6 โดยให้เก็บข้อมูลขนาดท่อ ความยาวของเส้นท่อ พื้นที่ที่รับน้ำฝนของเส้นท่อที่คูณกับ factor แล้ว และชื่อท่อ ไว้ในไฟล์ชื่อ “pipes_area_size.txt” (ภาพที่ 73)



ภาพที่ 68 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการหาพื้นที่รับน้ำฝนและหาขนาดท่อ

การจำลอง Monte Carlo เป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่คาดการณ์ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้วิธีนี้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นแบบจำลองความน่าจะเป็นที่สามารถรวมองค์ประกอบของความไม่แน่นอนหรือการสุ่มในการคาดการณ์ได้ และเมื่อใช้แบบจำลองความน่าจะเป็นในการจำลองผล ซึ่งจำนวนครั้งในการจำลองผลจะได้มากกว่าจำนวนหน่วย connector ที่นับได้ จากนั้นจะวิเคราะห์ผลลัพธ์โดยใช้เครื่องมือทางสถิติในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวแปร เพื่อพิจารณาผลลัพธ์ (AWS Batch, ม.ป.ป.)

จากทฤษฎีการจำลอง Monte Carlo ดังกล่าวข้างต้นจะนำมาใช้ในการรวบรวมพื้นที่รับน้ำและเลือกขนาดท่อ สามารถอธิบายหลักการทำงานได้ ดังนี้

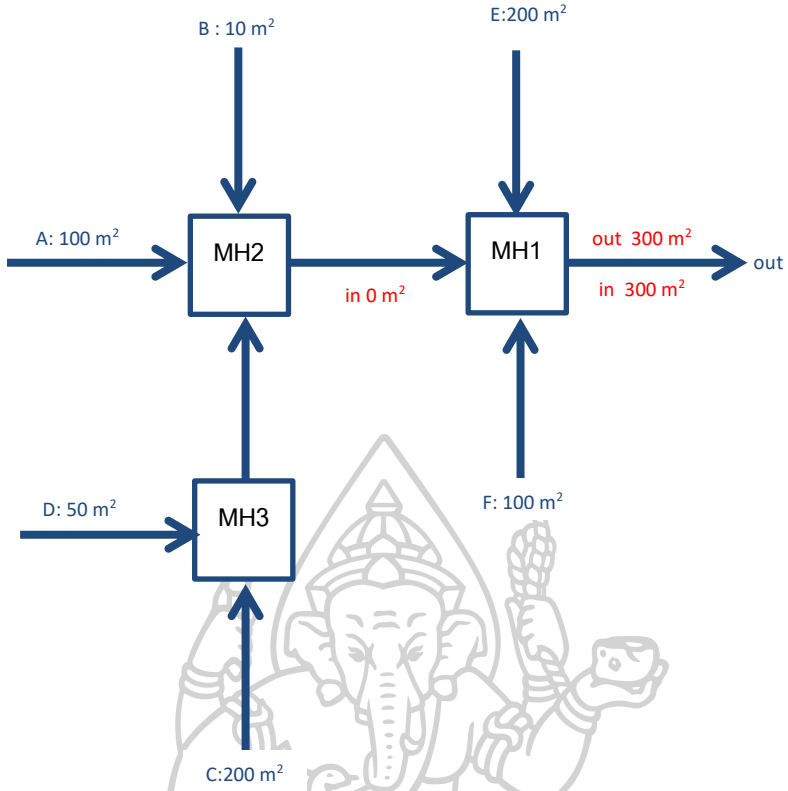


ภาพที่ 69 ตัวอย่างแสดงทิศทางการรวบรวมพื้นที่เข้า connector

จากภาพที่ 69 เป็นภาพตัวอย่างแสดงทิศทางการรวบรวมพื้นที่เข้า connector โดยการจำลอง Monte Carlo เริ่มต้นโปรแกรมจะทำการสุ่มรวบรวมพื้นที่จากบ่อพักทุกตัว จนครบทุก connector ถ้าพื้นที่ in และ out ของ connector ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแล้วโปรแกรมจึงจะหยุดทำงาน แต่หากโปรแกรมพบว่าพื้นที่ in และ out ของ connector หน่วยใดไม่เท่ากันโปรแกรมจะเริ่มทำการสุ่มอีกครั้ง

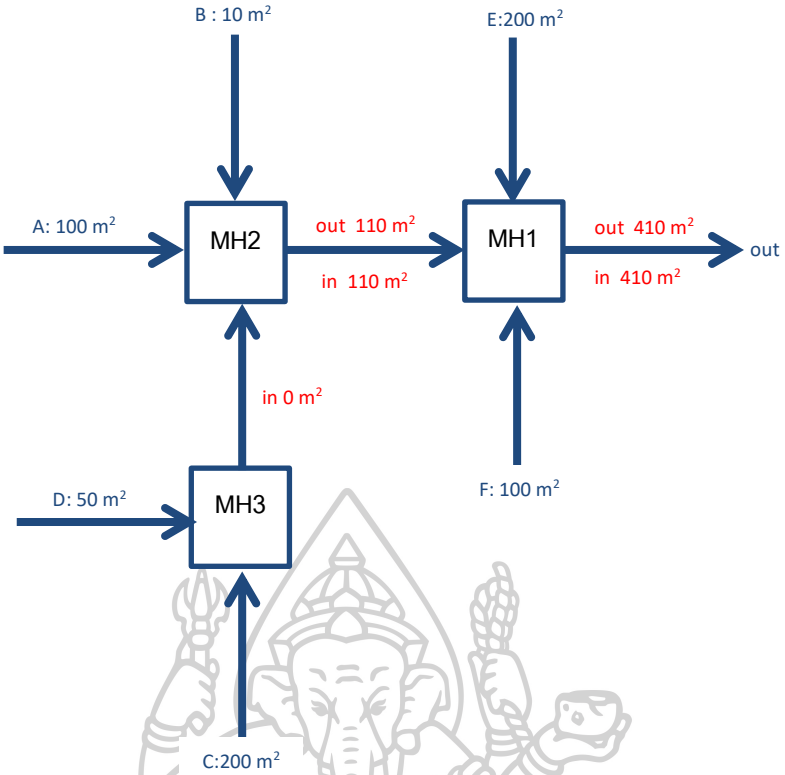
จากตัวอย่างมี connector จำนวน 3 หน่วย โดยตั้งชื่อเป็น MH1, MH2 และ MH3 ดังนั้นการสุ่ม connector คำนวณจะต้องเท่ากับหรือมากกว่า 3 ครั้ง ดังนี้

- การสุ่ม connector หน่วยที่ 1 จากรูปที่ 70 จะเห็นว่าโปรแกรมสุ่มอ่านพื้นที่ที่ MH1 โดยที่ MH1 จะมีพื้นที่เข้ามาจากพื้นที่ E และ F ส่วนลูกศรด้านซ้ายของ MH1 มีค่าพื้นที่ เท่ากับ 0 เนื่องจากลูกศรด้านซ้ายของ MH1 ยังไม่มีการคำนวณพื้นที่ รวมพื้นที่ in เป็น 300 ตร.ม. และพื้นที่ท่อ out อยู่ที่ 300 ตร.ม.



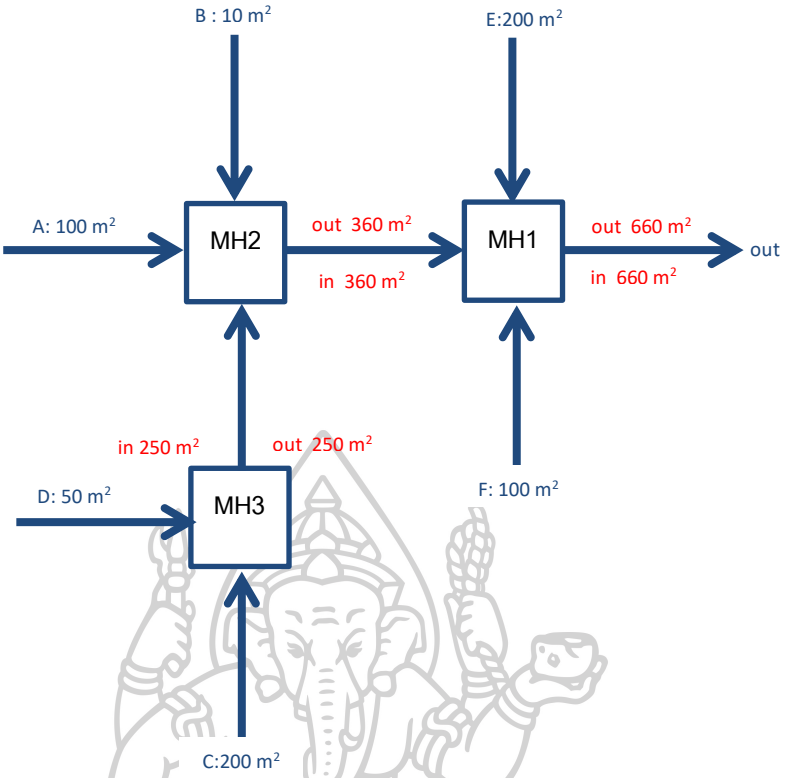
ภาพที่ *70* การสุ่ม *connector* หน่วยที่ 1
ของการจำลอง *Monte Carlo* ของโปรแกรม

- การสุ่ม connector หน่วยที่ 2 จากรูปที่ 71 จะเห็นว่าโปรแกรมสุ่มอ่านพื้นที่ที่ MH2 โดยที่ MH2 จะมีพื้นที่เข้ามาจากพื้นที่ A และ B ส่วนลูกศรด้านล่างของ MH2 มีค่าพื้นที่ เท่ากับ 0 เนื่องจากลูกศรด้านล่างของ MH2 ยังไม่มีการคำนวณพื้นที่ รวมพื้นที่ in เป็น 110 ตร.ม. และพื้นที่ out อยู่ที่ 110 ตร.ม. จึงทำให้ค่า in ที่ MH1 มีค่าเท่ากับ 110 ตร.ม. ด้วย ซึ่งจะเป็นคนละค่ากับการสุ่มครั้งที่ 1 การสุ่มครั้งที่ 2 พื้นที่รวมจะเท่ากับ 410 ตร.ม.



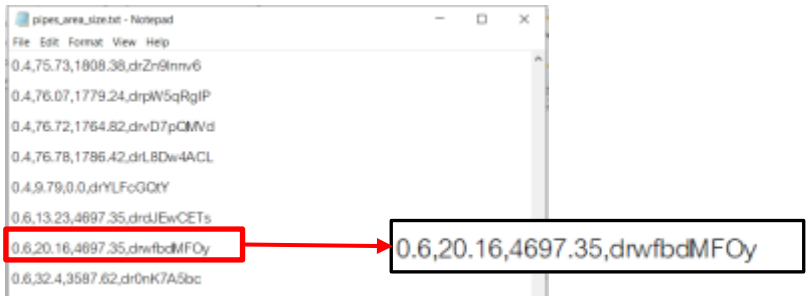
ภาพที่ *71* การสุ่ม *connector* หน่วยที่ 2
ของการจำลอง *Monte Carlo* ของโปรแกรม

- การสุ่ม connector หน่วยที่ 3 จากภาพที่ 72 จะเห็นว่าโปรแกรมสุ่มอ่านพื้นที่ที่ MH3 โดยที่ MH3 จะมีพื้นที่เข้ามาจากพื้นที่ C และ D รวมพื้นที่ in เป็น 250 ตร.ม. และพื้นที่ out อยู่ที่ 250 ตร.ม. จึงทำให้ค่า in ที่ MH2 เปลี่ยนเป็น 360 ตร.ม. ซึ่งจะไม่เท่ากับค่า in ของการสุ่มหน่วยที่ 2 ที่มีค่าเพียง 110 ตร.ม. โปรแกรมจึงต้องทำการสุ่มอีกครั้งซึ่งทำให้ค่า in และ out ของ MH2 ในการสุ่มครั้งที่ 3 เท่ากับ 360 ตร.ม. และค่า in และ out ของ MH1 ในการสุ่ม connector หน่วยที่ 3 เท่ากับ 660 ตร.ม.



ภาพที่ 72 การสุ่ม *connector* หน่วยที่ 3
ของการจำลอง *Monte Carlo* ของโปรแกรม

จากขั้นตอนการสุ่มข้างต้นเป็นการสุ่มตัวอย่างใน 1 loop เมื่อโปรแกรมสุ่มจนครบแล้ว ถ้ามีบ่อพักใดบ่อพักหนึ่งมีค่า in และ out ไม่เท่ากันโปรแกรมจะเริ่มการสุ่มใหม่ จนกระทั่งค่าพื้นที่รวมระหว่าง in และ out ของทุกบ่อพักตรงกันแล้ว โปรแกรมก็จะหยุดทำงานและแสดงผลเป็นขนาดท่อจากพื้นที่ที่ connector นั้นรวบรวมไว้เทียบกับตารางที่ 6 ในบทที่ 2 ตัวอย่างเช่น รวมพื้นที่ 2,578 ตร.ม. จะเลือกใช้ท่อขนาด 0.40 ม.

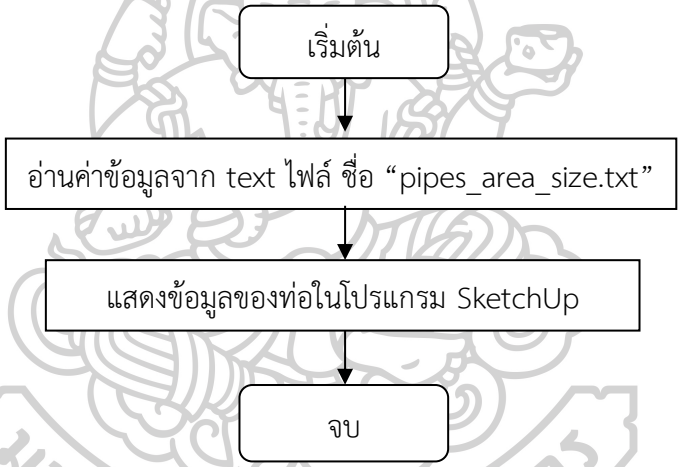


ภาพที่ 73 ข้อมูลของ edge ใน text ไฟล์ ชื่อ “pipes_area_size.txt

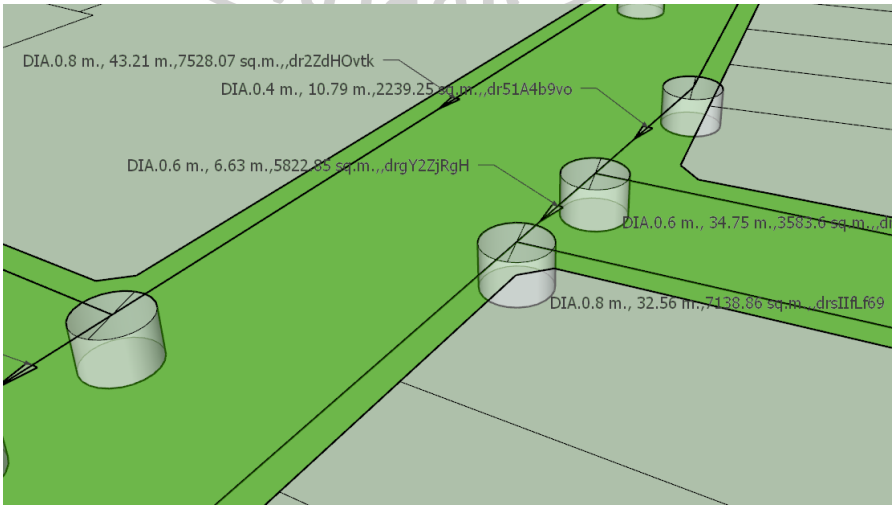
จากภาพที่ 73 บริเวณที่วงสีแดง สามารถอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับ edge ได้ ดังนี้ edge ชื่อ drwfbdMFOy เป็นท่อขนาด 0.60 เมตร มีความยาว 20.16 เมตร และพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 4,697.35 ตร.ม.

3.3.4 การแสดงข้อมูลของท่อในโปรแกรม SketchUp

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการแสดงข้อมูลของท่อในโปรแกรม SketchUp (แสดงในภาพที่ 74) เริ่มต้นโปรแกรมอ่านข้อมูลจาก text ไฟล์ ชื่อ “pipes_area_size.txt” จากนั้นดึงข้อมูลจาก text ไฟล์มาแสดงข้อมูล ขนาดท่อ ความยาวของเส้นท่อ พื้นที่ที่เส้นท่อรองรับ และชื่อท่อ ขึ้นในโปรแกรม SketchUp และภาพการแสดงข้อมูลขนาดท่อ ความยาวของเส้นท่อ พื้นที่ที่เส้นท่อรองรับและชื่อท่อ ตามภาพที่ *75*



ภาพที่ 74 ขั้นตอนการแสดงข้อมูลท่อในโปรแกรม SketchUp



ภาพที่ 75 แสดงข้อมูลขนาดท่อ ความยาวของเส้นท่อ พื้นที่รับน้ำฝนที่เส้นท่อรองรับและชื่อท่อ

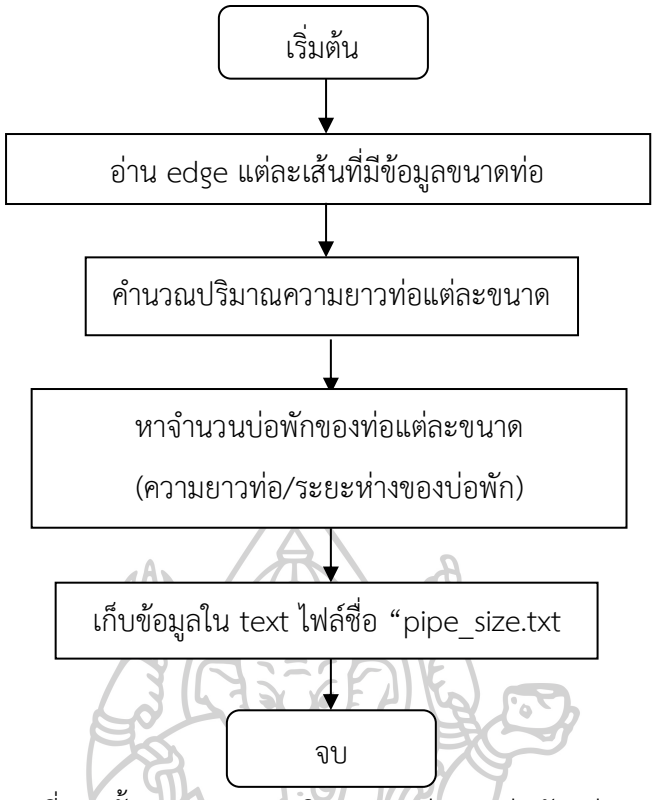
3.3.5 การถอดปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาด

เมื่อหาขนาดท่อได้แล้วจะนำมาถอดปริมาณ ซึ่งขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการถอดปริมาณท่อแต่ละขนาด (แสดงในภาพที่ 76) เริ่มต้นโปรแกรมจะอ่านขนาดท่อและนับจำนวนท่อแต่ละขนาด โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจะถอดปริมาณความยาวของท่อแต่ละขนาดว่ายาวทั้งหมดกี่เมตร จากนั้นจะนำความยาวท่อแต่ละขนาดมาคำนวณหาปริมาณบ่อพัก ตามตารางที่ 9 ซึ่งตารางนี้จัดทำขึ้นใช้กับโครงการบ้านจัดสรรที่มีหน้ากว้าง 5.7 เมตร และนำข้อมูลออกมาเป็นไฟล์ csv ชื่อ “pipe_size_all.csv” (ภาพที่ 77)

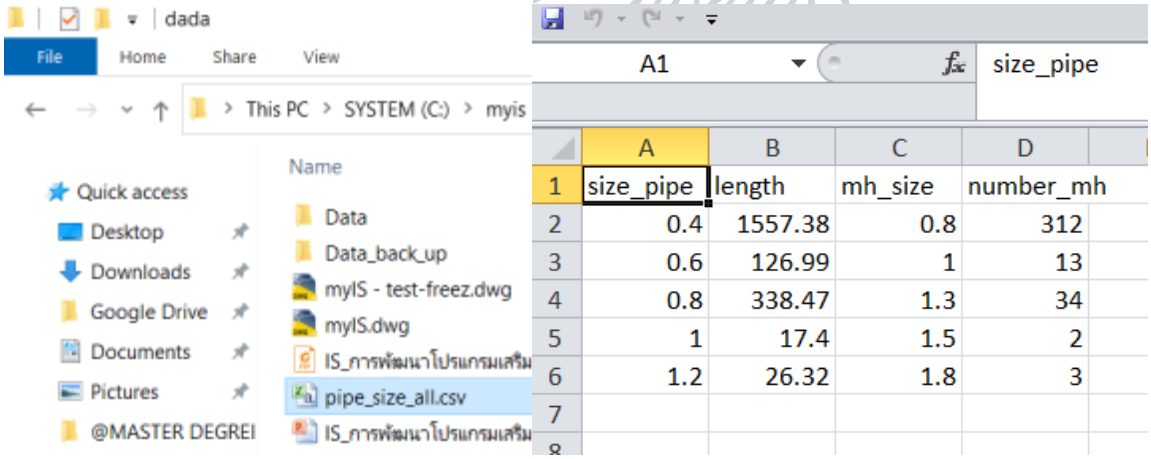
ตารางที่ *9* ระยะที่ใช้ในการถอดปริมาณบ่อพักแต่ละขนาด

ขนาดท่อ	**ระยะที่ใช้คำนวณ (ม.)**
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	5.0
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	10.0
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	10.0
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	10.0
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	10.0
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	10.0

สำหรับระยะที่ทำมาใช้คำนวณหาปริมาณบ่อพักนั้นแบ่งออกเป็น *2* ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 ระยะ 5.0 เมตร เนื่องจากหน้ากว้างของบ้านที่นำมาออกแบบอยู่ที่ 5.7 เมตร (เนื่องจากต้องมีบ่อพักสำหรับบ้านทุกหลัง) จึงใช้ค่า 5.0 เมตร นำมาหาปริมาณบ่อพักสำหรับท่อขนาด Ø0.40 เมตร (เนื่องจากบริเวณพื้นที่รับน้ำเริ่มต้นในซอยย่อยของท่อระบายน้ำในโครงการหมู่บ้านบ้านจัดสรรไม่เกิน 2,600 ตร.ม.) ส่วนที่ 2 ระยะตามกฎหมาย ในหัวข้อ 2.4.3 ต้องมีบ่อพักห่างกันระยะไม่เกิน 12.0 เมตร จึงใช้ค่า 10.0 เมตร นำมาหาปริมาณบ่อพักสำหรับท่อขนาด Ø0.60 เมตร ขึ้นไป



ภาพที่ *76* ขั้นตอนการถอดปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาด



ภาพที่ *77* ข้อมูลปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดในไฟล์ *csv*

จากรูปที่ 77 สามารถยกตัวอย่างอธิบายข้อมูลได้ ดังนี้ ท่อขนาด 0.60 ม. มีความยาวทั้งสิ้น 126.99 เมตร ใช้บ่อพักสำหรับท่อขนาด 0.60 ม. (บ่อพักขนาด 1.00 เมตร ตามตารางที่ 7) จำนวน 13 บ่อ (126/10 =12.6 บ่อ ปัดขึ้นเป็น 13 บ่อ) โดยตารางแสดงปริมาณท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 10

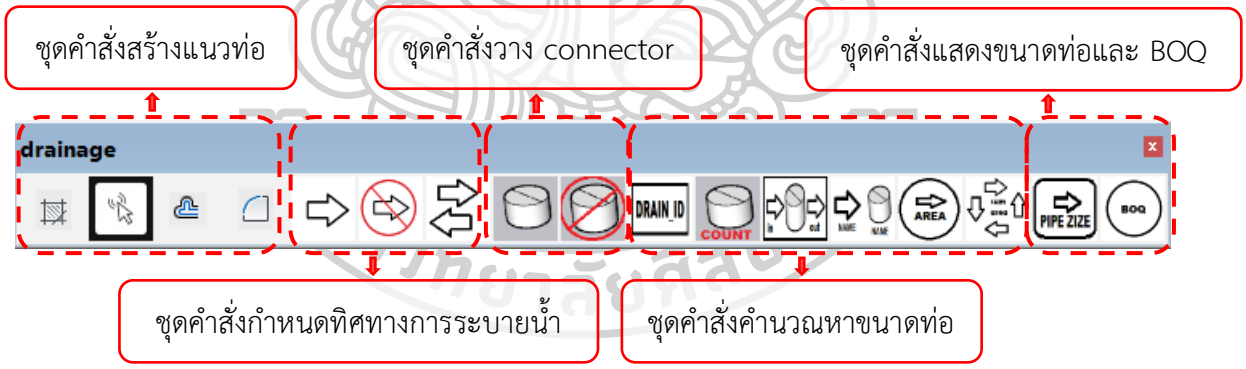
ตารางที่ *10* ตารางแสดงปริมาณท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ

ขนาดท่อ	ความยาวท่อ (เมตร)	ขนาดบ่อพัก (เมตร)	ปริมาณบ่อพัก (บ่อ)
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	1,557.38	0.80	312
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	126.99	1.00	13
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	338.47	1.30	34
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	17.4	1.50	2
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	26.32	1.80	3
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	0.00	2.20	0

3.4 รายละเอียดของโปรแกรมจากการพัฒนาโปรแกรมเสริม

3.4.1 หน้าต่าง tool bar ของโปรแกรมเสริม

โปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 17 เมนู ตามภาพที่ 78 โดยแต่ละเมนูแบ่งออกเป็นชุดคำสั่ง มีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 78 ส่วนประกอบของหน้าต่างของโปรแกรมเสริมและปุ่มการทำงาน

3.4.2 รายละเอียดชุดคำสั่งที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมเสริม

เมื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมแล้วจะเห็นว่าสามารถแบ่งชุดคำสั่งได้ทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้

3.4.2.1 ชุดคำสั่งสร้างแนวท่อ มี 4 คำสั่ง ดังนี้

create surface เป็นเมนูที่ใช้สร้าง surface พื้นที่แปลงบ้าน

select edge of road เป็นเมนูที่ใช้เลือก edge รอบถนน

offset pipe เป็นเมนูที่ใช้ในการสร้างแนวท่อระบายน้ำภายในโครงการ

fillet pipe เป็นเมนูที่ใช้ในการเชื่อมต่อ edge ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน

3.4.2.2 ชุดคำสั่งกำหนดทิศทางการระบายน้ำ มี 3 คำสั่ง ดังนี้

edge flow เป็นเมนูที่ใช้ในการวางลูกศรแสดงทิศทางการไหล

remove arrow เป็นเมนูที่ใช้ในการลบลูกศร

flow reverse เป็นเมนูที่ใช้ในการกลับทิศ *edge*

3.4.2.3 ชุดคำสั่งวาง connector มี 2 คำสั่ง ดังนี้

add connector เป็นเมนูที่ใช้ในการวาง *connector*

remove connector เป็นเมนูที่ใช้ในการลบ *connector*

3.4.2.4 ชุดคำสั่งคำนวณหาขนาดท่อ โดยชุดคำสั่งคำนวณหาขนาดท่อ มี 6 คำสั่ง เนื่องจากในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมแยกเป็นหลายชุดคำสั่งเพื่อใช้ในการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ซึ่งชุดคำสั่งนี้สามารถพัฒนาเพิ่มเติมรวมกันเป็นคำสั่งเดียวกันได้ มีรายละเอียด ดังนี้

drain id เป็นเมนูที่ใช้ในการตั้งชื่อ edge ของท่อระบายน้ำ

count connector เป็นเมนูที่ใช้ในการตั้งชื่อของ connector

connector with edge เป็นเมนูที่ใช้ในการหาชื่อของ connector ที่อยู่ติดกับ edge ของท่อระบายน้ำทั้งสองด้าน

show pipe name เป็นเมนูใช้แสดงชื่อทั้งหมดของ edge ของท่อระบายน้ำ และ connector

area pipe เป็นเมนูที่ใช้ในการหาพื้นที่ที่ *edge* ผ่าน

area all เป็นเมนูที่ใช้ในการหาขนาดท่อระบายน้ำ

3.4.2.5 ชุดคำสั่งแสดงขนาดท่อและ BOQ มี 2 คำสั่ง ดังนี้

size pipe เป็นเมนูที่ใช้แสดงข้อมูลของท่อในโปรแกรม SketchUp

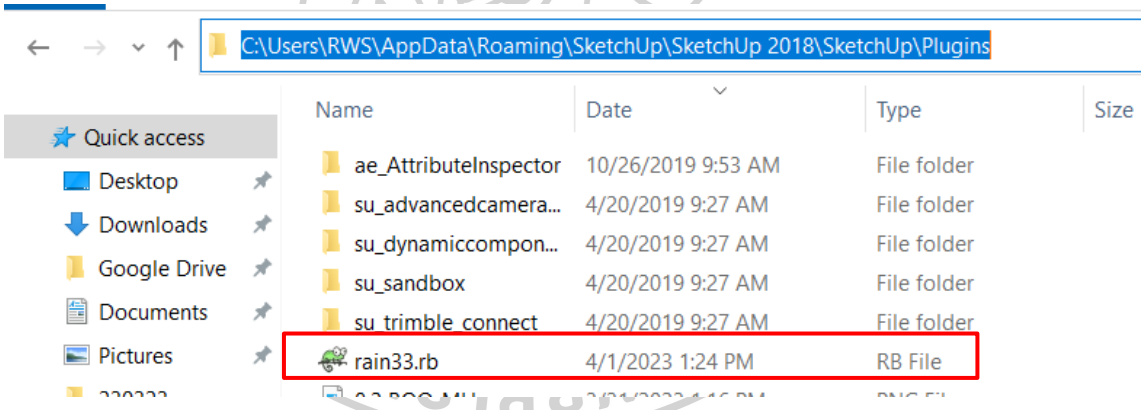
BOQ เป็นเมนูที่ใช้ถอดปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาด

บทที่ 4
วิธีการติดตั้งและใช้งานโปรแกรมเสริม

ในบทที่ 4 กล่าวถึงวิธีการติดตั้งและการใช้งานโปรแกรมเสริม เพื่อใช้ในการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรรตามมาตรฐานการออกแบบ และการถอดปริมาณของท่อและบ่อพักแต่ละขนาด

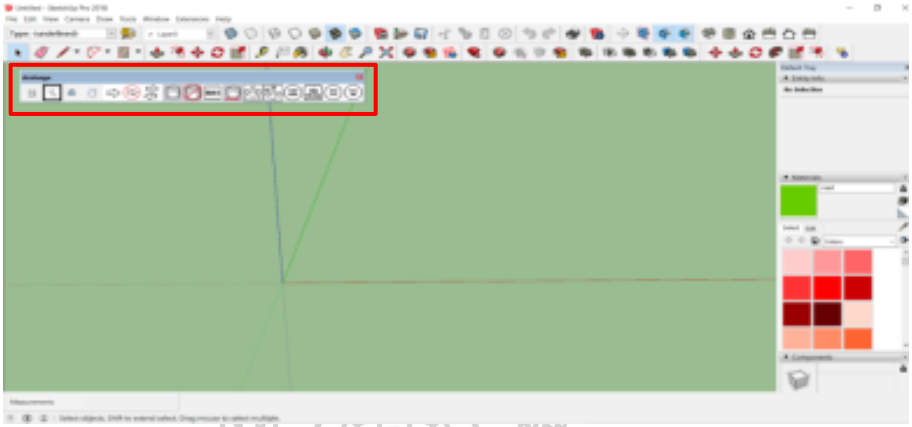
4.1 การติดตั้งโปรแกรมเสริม

4.1.1 นำไฟล์ .rb ที่มีการเขียน code พัฒนาโปรแกรมเสริมไปวางไว้ที่ C:\Users\<ชื่อคอมพิวเตอร์>\AppData\Roaming\SketchUp\SketchUp version ที่ใช้\SketchUp\Plugins ตัวอย่างเช่น C:\Users\RWS\AppData\Roaming\SketchUp\SketchUp2018\SketchUp\Plugins ตามภาพที่ 79 เพื่อโหลดใช้งานโปรแกรมเสริม โดยไฟล์โปรแกรมเสริมคือตำแหน่งที่วงสีแดง



ภาพที่ *79* ตำแหน่งที่อยู่ในการวางไฟล์โปรแกรมเสริมเพื่อใช้งาน

4.1.2 Tool bar ของโปรแกรมเสริมจะปรากกฎอยู่บนหน้าต่างของโปรแกรม SketchUp (ภาพที่ 80)

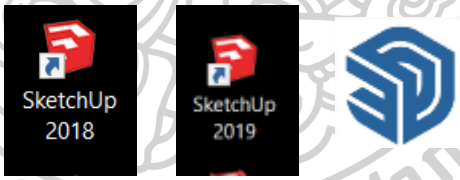


ภาพที่ *80 tool bar* ของโปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้น

4.2 การใช้งานโปรแกรมเสริม

4.2.1 ตัวอย่าง icon โปรแกรม SketchUp

ลักษณะตัวอย่าง icon โปรแกรม SketchUp ที่ใช้ ตามภาพที่ 81 โปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ได้กับ SketchUp 2018 ขึ้นไป



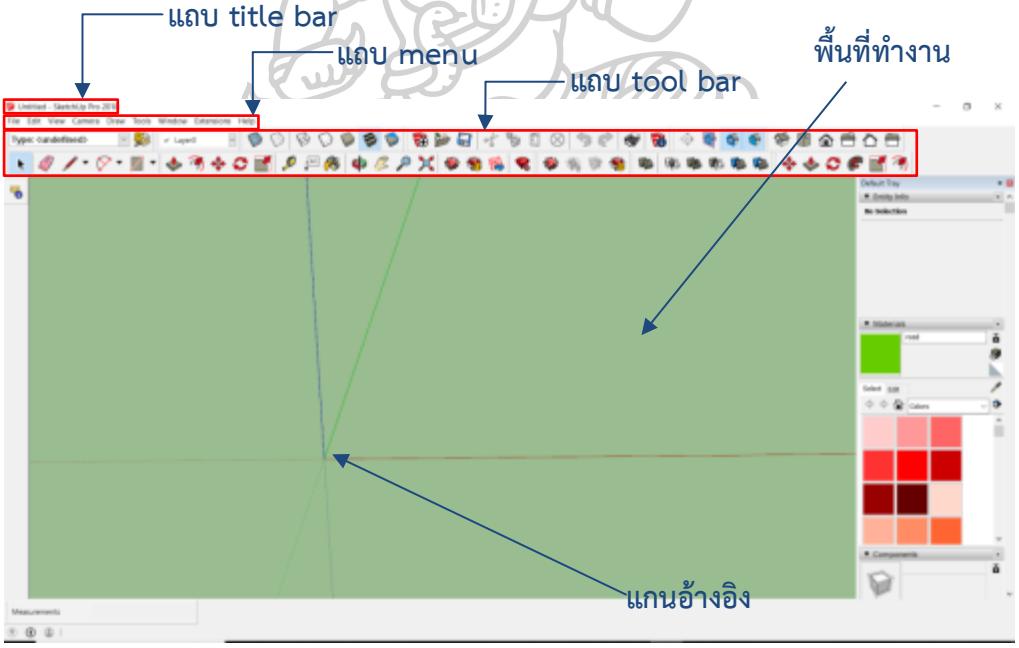
ภาพที่ *81* ลักษณะ *icon* ของโปรแกรม *SketchUp*

4.2.2 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรม SketchUp

เมื่อเปิดโปรแกรม SketchUp จะขึ้นหน้าต่าง ตามภาพที่ 82 จากนั้น กดที่ปุ่ม “start using SketchUp” เพื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

ภาพที่ *82* หน้าต่างโปรแกรม SketchUp

หลังจากกดปุ่ม “start using SketchUp” แล้ว โปรแกรม SketchUp จะแสดงหน้าต่างสำหรับการใช้งาน ตามภาพที่ 83

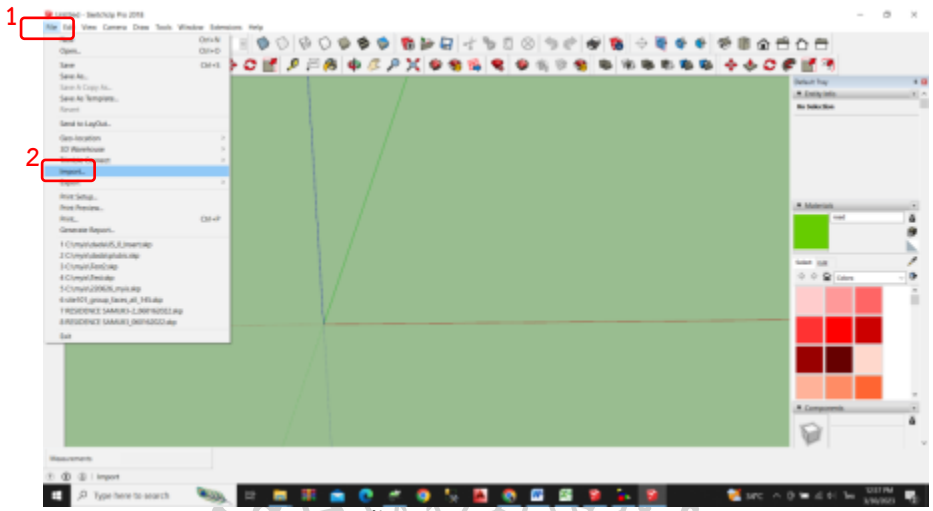


ภาพที่ *83* หน้าต่างโปรแกรม *SketchUp*

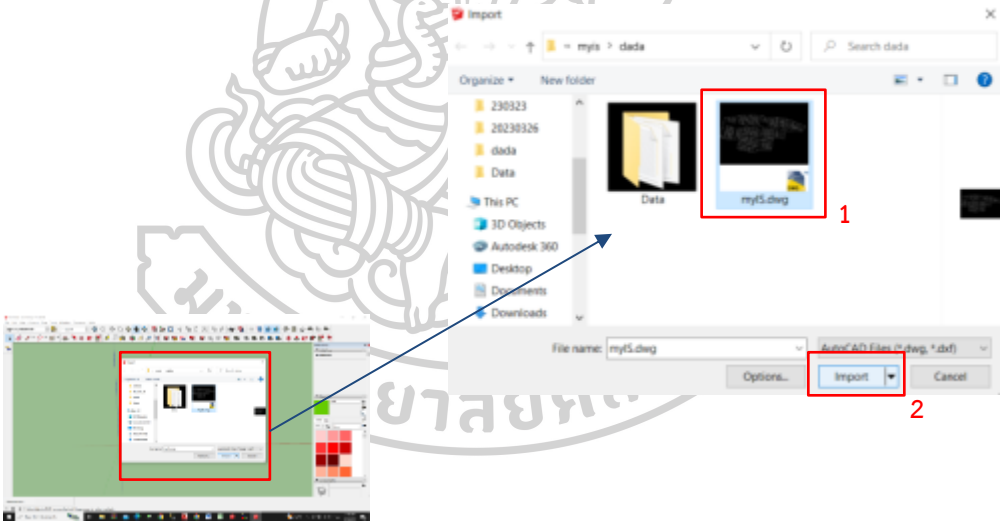
4.2.3 การ import ไฟล์ DWG เข้าโปรแกรม SketchUp

เริ่มต้นด้วยการ import ผังบริเวณจาก ไฟล์ DWG ที่จัดเตรียมข้อมูลไว้ (ตามหัวข้อ 3.3.1.1) เข้าสู่โปรแกรม SketchUp โดยเลือกแถบ menu เลือก File -> Import (ภาพที่ 84) จากนั้นเลือก

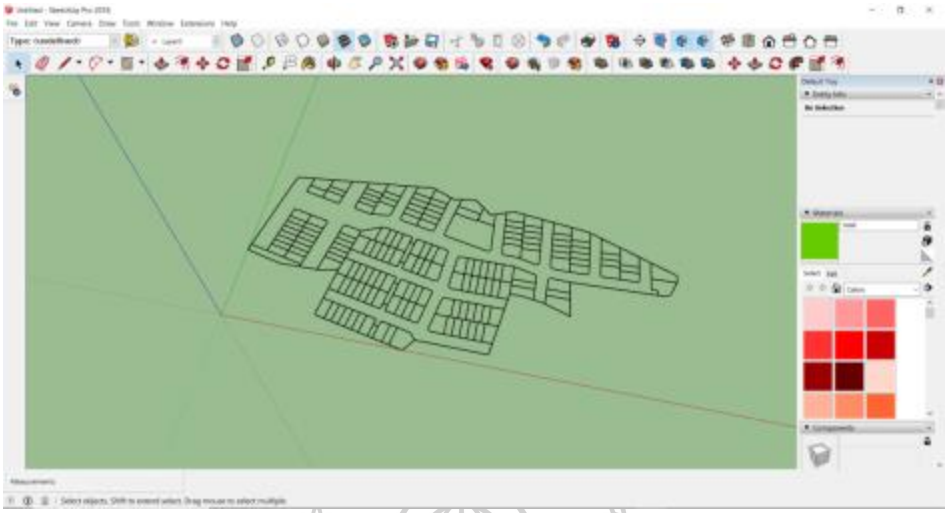
ไฟล์ DWG ที่ต้องการ และเลือกคำสั่ง import เพื่อนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม SketchUp (ภาพที่ 85) และเมื่อ import ผังบริเวณจาก ไฟล์ DWG เรียบร้อยแล้วจะเป็นไปตามภาพที่ 86



ภาพที่ *84* ขั้นตอน การ *import* ไฟล์ *(1)*



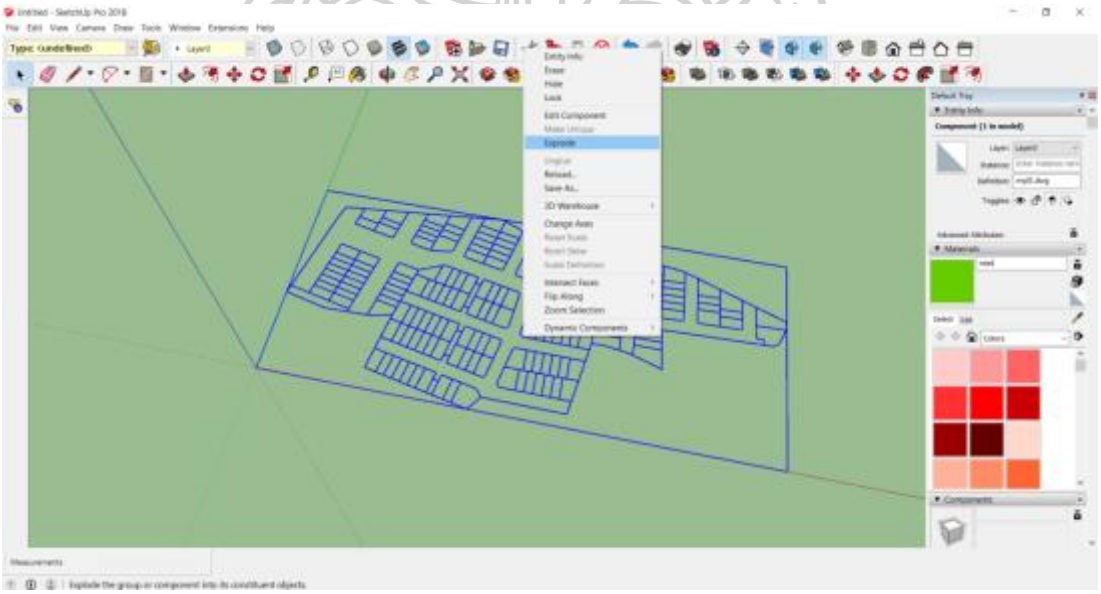
ภาพที่ *85* ขั้นตอน การ import ไฟล์ *(2)*



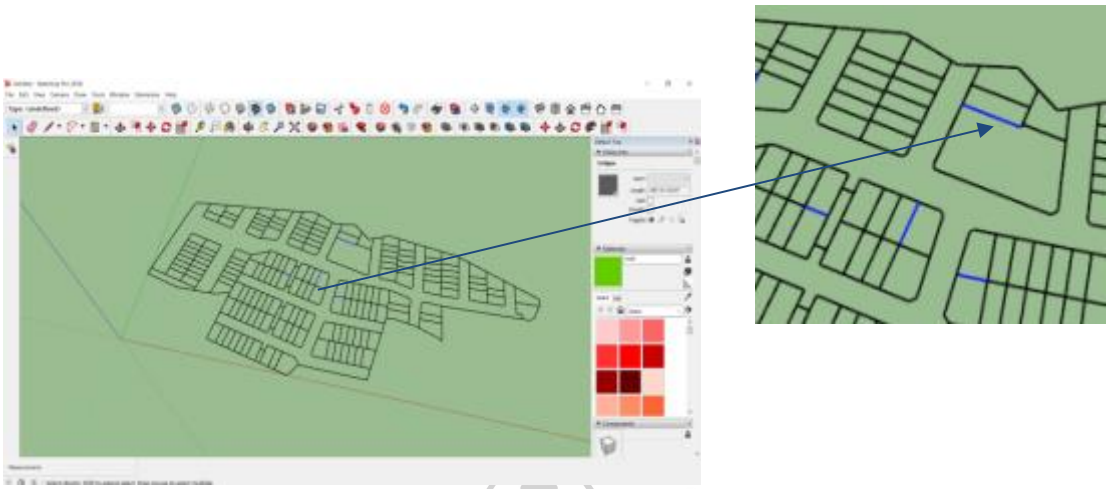
ภาพที่ *86* ตัวอย่างผังบริเวณที่ import จากไฟล์ DWG

4.2.4 การสร้าง surface ของพื้นที่แปลงบ้าน

ผังบริเวณที่นำเข้าจากโปรแกรม DWG จะรวมกันเป็น component ให้ทำการเลือก component นั้นแล้ว click ขวา จากนั้นเลือกคำสั่ง explode เพื่อทำการแตก component นั้น (ภาพที่ 87) ผังบริเวณที่ถูก explode แล้วจะมี edge ที่แยกกัน (ภาพที่ 88)

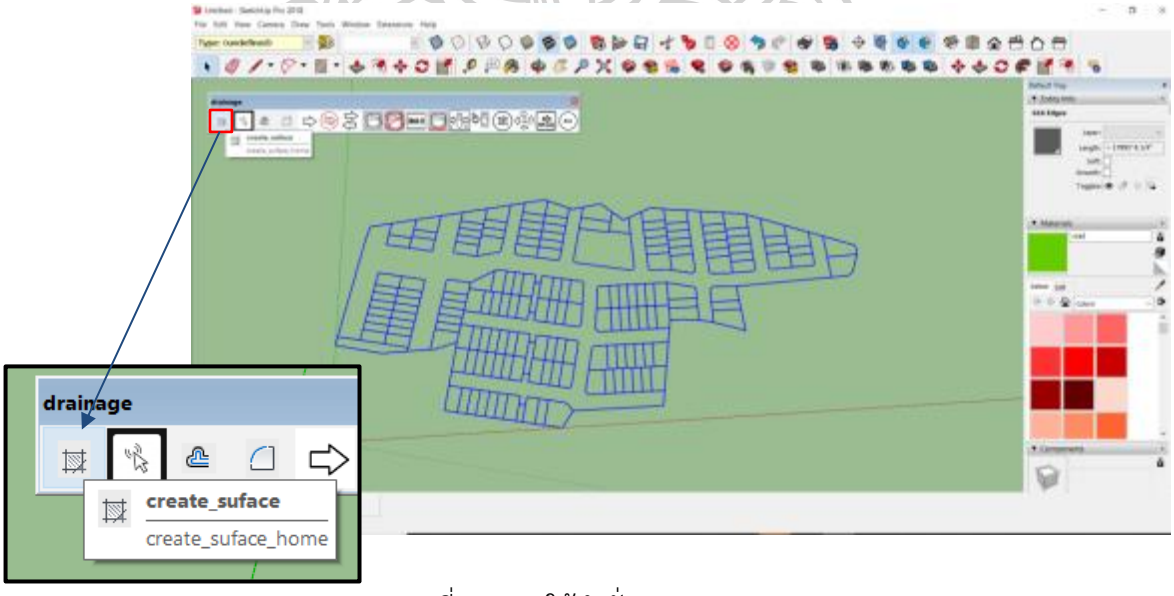


ภาพที่ *87* ขั้นตอนการแตก *component* ด้วยคำสั่ง *explode*

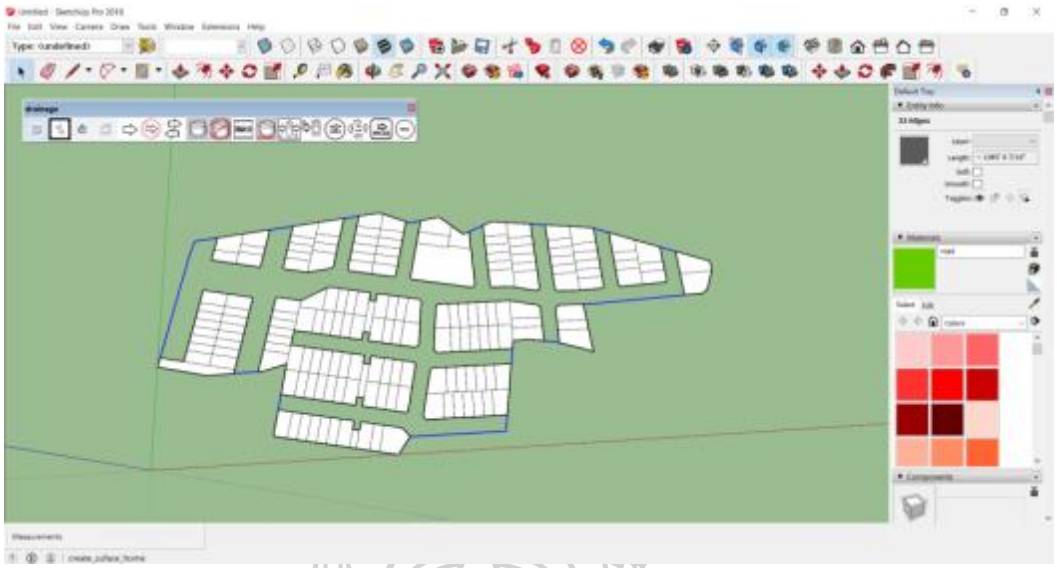


ภาพที่ *88* หลังจากการใช้คำสั่ง *explode*

จากนั้นให้ทำการเลือก edge ของผังบริเวณทั้งหมด และเลือกคำสั่ง create surface (ภาพที่ 89) เพื่อสร้าง surface ของพื้นที่แปลงบ้าน (ภาพที่ 90) โดย surface ของพื้นที่แปลงบ้านที่สร้างจะอยู่ใน layer (tag) ที่ชื่อ sub_div และ surface ทั้งหมดจะรวมกันเป็น group



ภาพที่ *89* การใช้คำสั่ง *create surface*



ภาพที่ *90* ผลลัพธ์จากการใช้คำสั่ง create surface

4.2.5 การสร้าง surface บริเวณพื้นที่ถนน

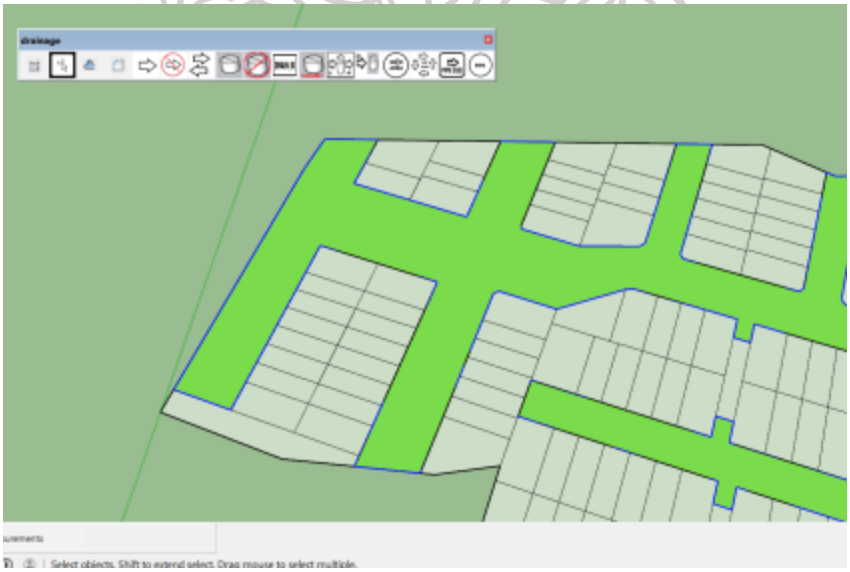
ขั้นตอนนี้เป็นกาสร้าง surface บริเวณพื้นที่ถนนด้วยวิธี manual โดยผู้ใช้โปรแกรมเลือกคำสั่งบนแถบเครื่องมือของ SketchUp ที่ชื่อว่า “Lines” และลากเส้นไปตามรูปร่างของถนน โดย surface ของถนนทั้งหมดจะอยู่ใน layer (tag) ที่ชื่อ road (ภาพที่ 91)

ภาพที่ *91* การสร้าง *surface* ของพื้นที่ถนน

4.2.6 การ offset edge

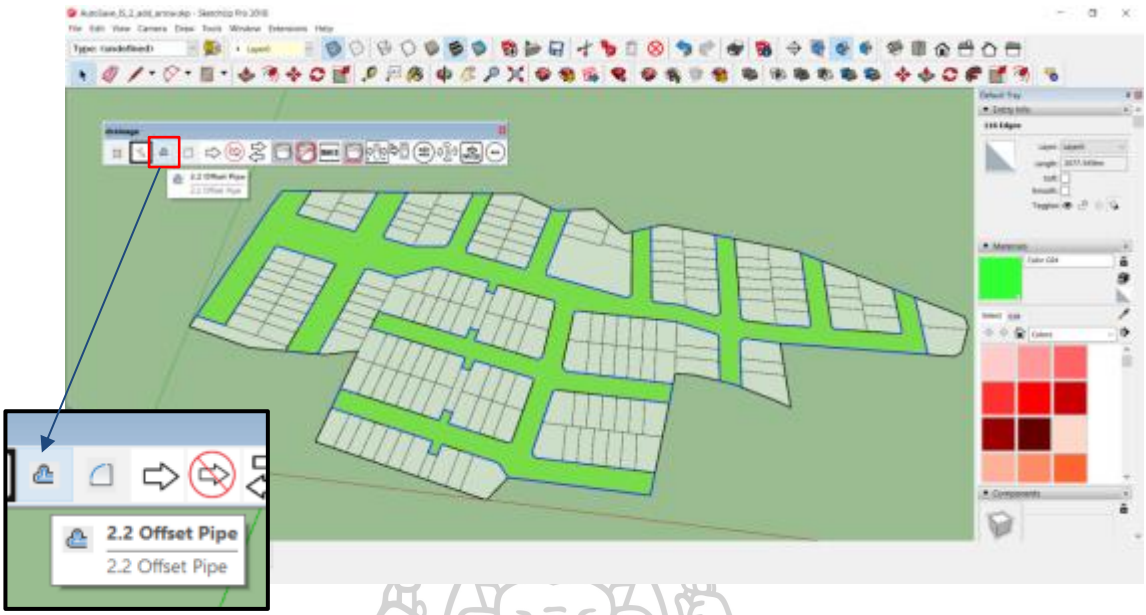
เลือก surface ของถนน จากนั้นให้เลือกคำสั่ง select edge of road (ภาพที่ 92) โปรแกรมจะทำการเลือก edge ทั้งหมดที่เป็นเส้นรอบรูปของถนน (ภาพที่ 93)

ภาพที่ *92* การใช้คำสั่ง select edge of road



ภาพที่ *93* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง select edge of road

จากนั้นให้เลือกคำสั่ง offset pipe (ภาพที่ 94) เพื่อสร้างแนวท่อระบายน้ำ โดย edge ที่ถูกสร้างขึ้น จะห่างจากขอบของ road tag ออกมา 1.20 เมตร (ภาพที่ 95)



ภาพที่ *94* การใช้คำสั่ง *offset pipe*

ภาพที่ *95* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง *offset pipe*

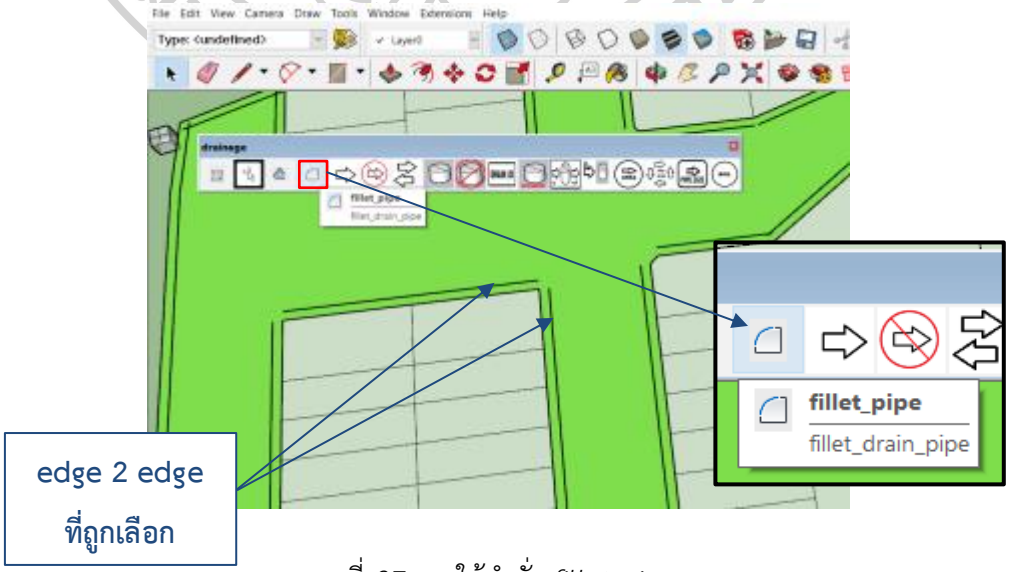
4.2.7 การเชื่อมต่อ edge ของท่อระบายน้ำเข้าด้วยกัน

หลังจากทำการ offset แนวท่อระบายน้ำแล้ว สามารถลบ edge ที่ผู้ใช้งานโปรแกรมไม่ต้องการใช้ได้ในขั้นตอนนี้ ตัวอย่างการลบ edge ที่ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องลบ ตามภาพที่ 96

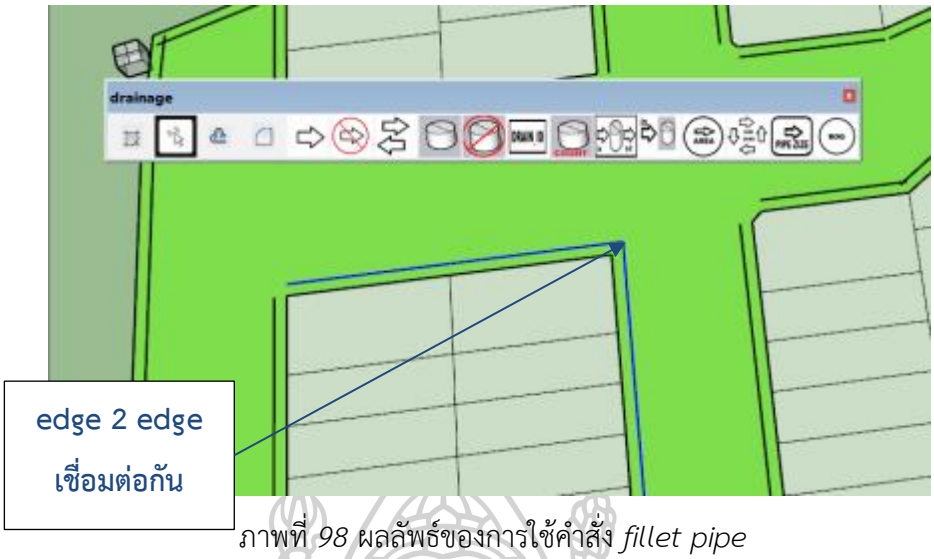
ภาพที่ *96* เส้น edge ที่ต้องลบออก

จากภาพที่ 96 สาเหตุที่ต้องลบ edge ส่วนนี้ เนื่องจาก edge หมายเลข 1 มีเส้นในแนวระนาบเดียวกัน 2 เส้น เนื่องจากโปรแกรมไม่สามารถเชื่อมต่อ edge ที่อยู่ในแนวเดียวกันได้ และ edge หมายเลข 2 บริเวณนี้ไม่จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อเนื่องจากท่อระบายน้ำวางเพียงสองด้านของถนนเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้คำสั่ง Lines ในโปรแกรม SketchUp วาดปรับแนวท่อได้ แต่ต้องเปลี่ยน edge ชื่อ tag อื่นๆ ให้เป็น “drain_cl2 tag”

จากภาพที่ 96 จะเห็นว่า แนวท่อแต่ละเส้นไม่ได้เชื่อมต่อติดกัน โดยจะใช้คำสั่ง fillet pipe เพื่อเชื่อมต่อท่อ 2 เส้นเข้าด้วยกัน เริ่มต้นเลือก edge ที่ต้องการเชื่อมเข้าด้วยกันจำนวน 2 edge และเลือกคำสั่ง fillet pipe (ภาพที่ 97) ซึ่งผลลัพธ์เป็นไปตามภาพที่ 98



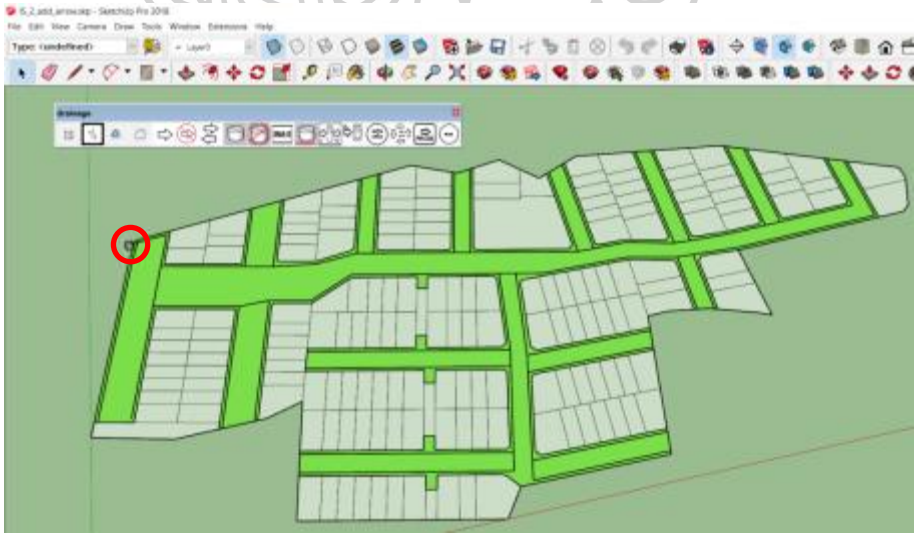
ภาพที่ *97* การใช้คำสั่ง *fillet pipe*



ภาพที่ *98* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง *fillet pipe*

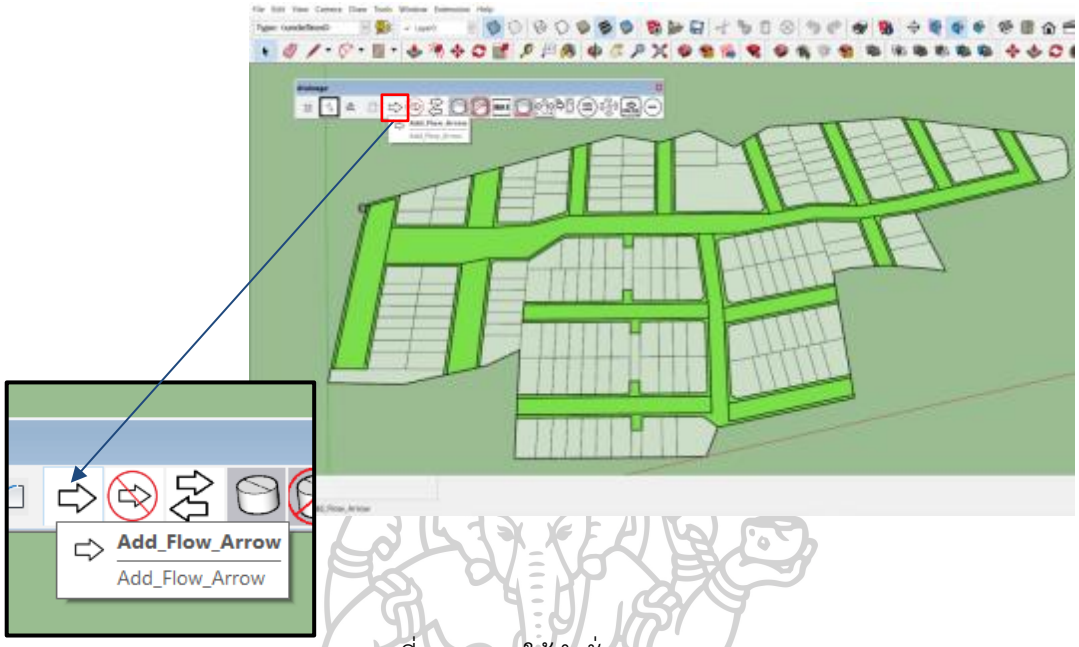
4.2.8 การกำหนดทิศทางการไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำ

เมื่อเชื่อมต่อท่อระบายน้ำจนครบทุกจุดแล้ว ถัดไปจะเป็นการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำที่เชื่อมต่อไปยังระบบระบายน้ำสาธารณะ โดยต้องกำหนดตำแหน่งของบ่อพักสาธารณะ คือตำแหน่งที่วงสีแดง (ภาพที่ 99)

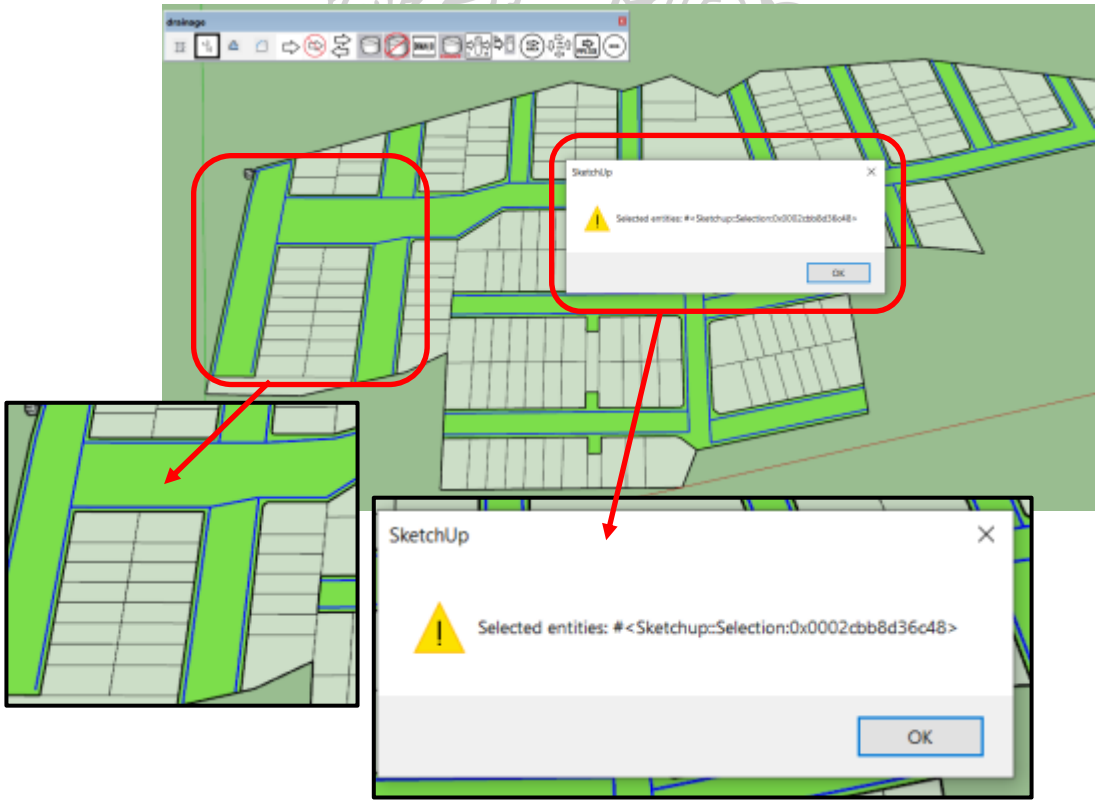


ภาพที่ *99* ตำแหน่งของบ่อพักสาธารณะ

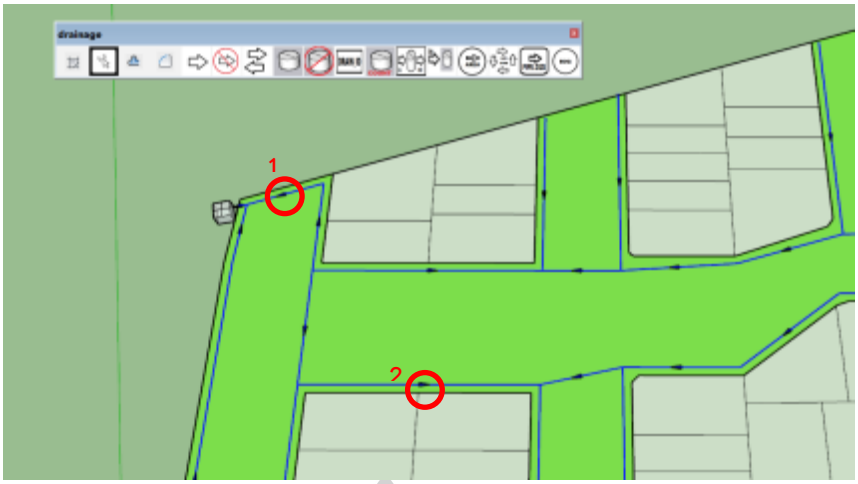
จากนั้นให้เลือกคำสั่ง add flow arrow (ภาพที่ 100) จะปรากฏหน้าต่างตามภาพที่ 101 ให้กดปุ่ม *“OK”* จะได้ผลลัพธ์ตามภาพที่ 102



ภาพที่ *100* การใช้คำสั่ง add flow arrow

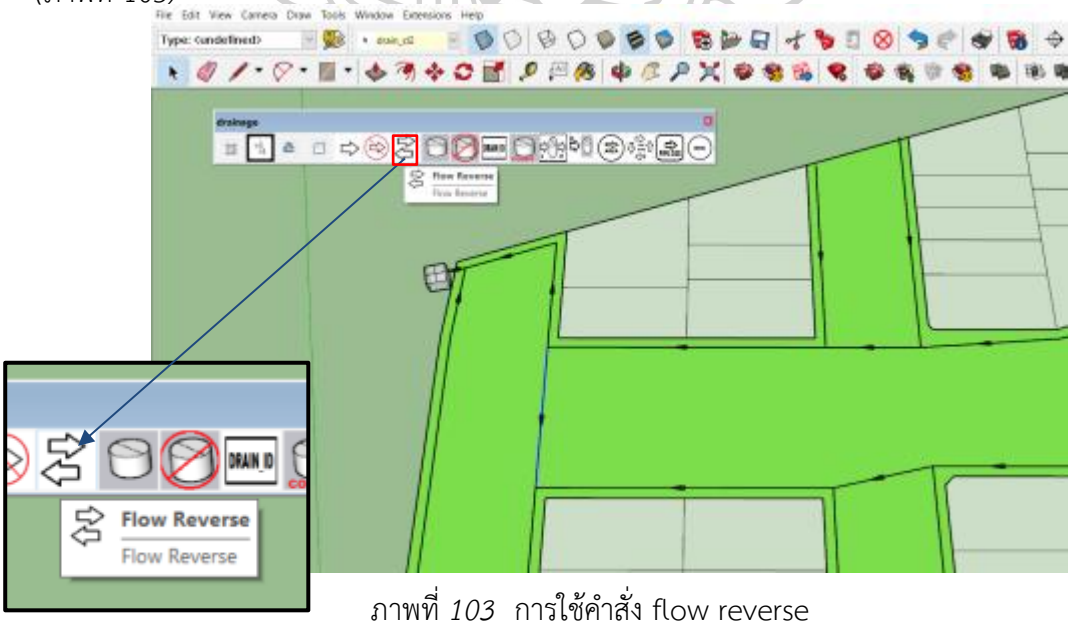


ภาพที่ *101* ผลลัพธ์การเลือกเส้นท่อด้วยโปรแกรม

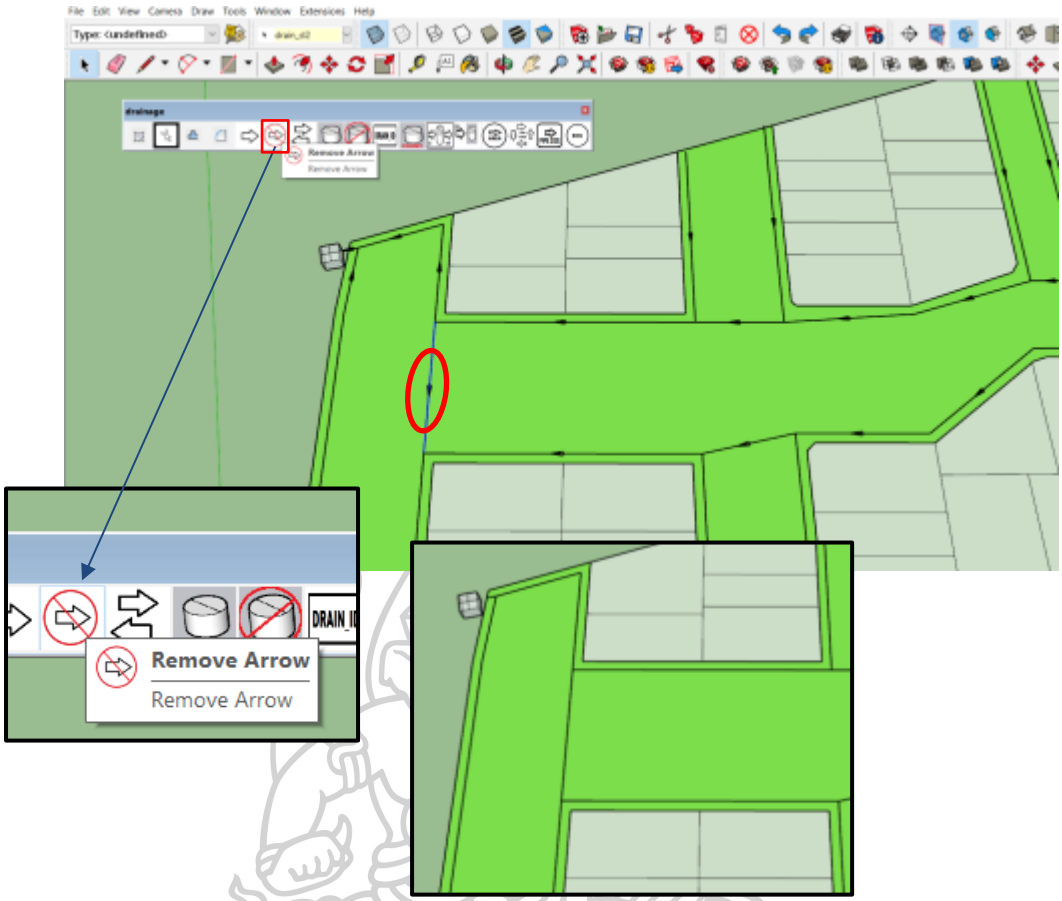


ภาพที่ *102* ผลลัพธ์การใช้คำสั่ง *add flow arrow*

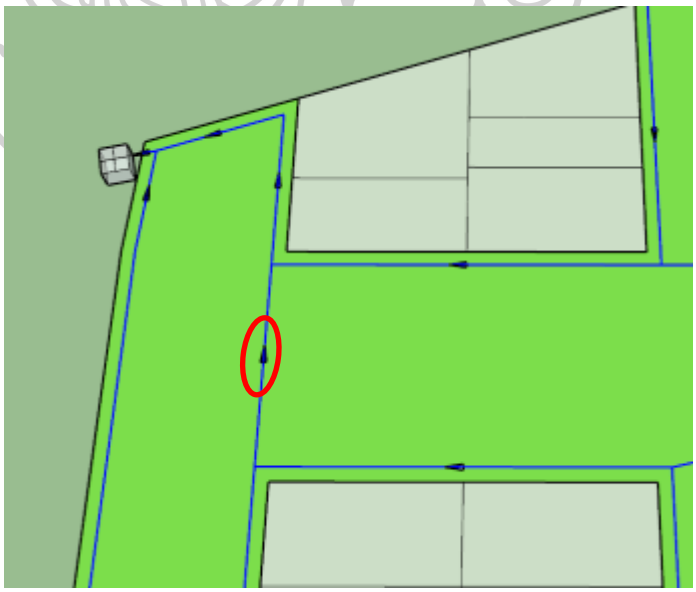
จากภาพที่ 102 จะเห็นว่าทิศทางการไหลของน้ำ (ที่แสดงด้วยหัวลูกศร) จะมีทั้งที่ถูกและผิด โดยทิศของหัวลูกศรต้องวิ่งเข้าหาบ่อพักสาธารณะ ตัวอย่างเช่น หัวลูกศรหมายเลข 1 ทิศทางถูกต้อง ส่วนหัวลูกศรหมายเลข 2 ทิศทางผิด โดยขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องตรวจสอบทิศทางด้วยตัวเอง และเมื่อพบจุดที่ทิศทางผิดผู้ใช้งานโปรแกรมต้องทำการปรับทิศทางให้ถูกต้อง โดยการ click เลือกเส้นท่อที่ต้องการแก้ไข แล้วเลือกคำสั่ง flow reverse (ภาพที่ 103) จากนั้นให้เลือกคำสั่ง remove arrow (ภาพที่ 104) และเลือกคำสั่ง add flow arrow เพื่อสร้างหัวลูกศรตามที่ได้ปรับแก้ไขใหม่ (ภาพที่ 105)



ภาพที่ *103* การใช้คำสั่ง flow reverse



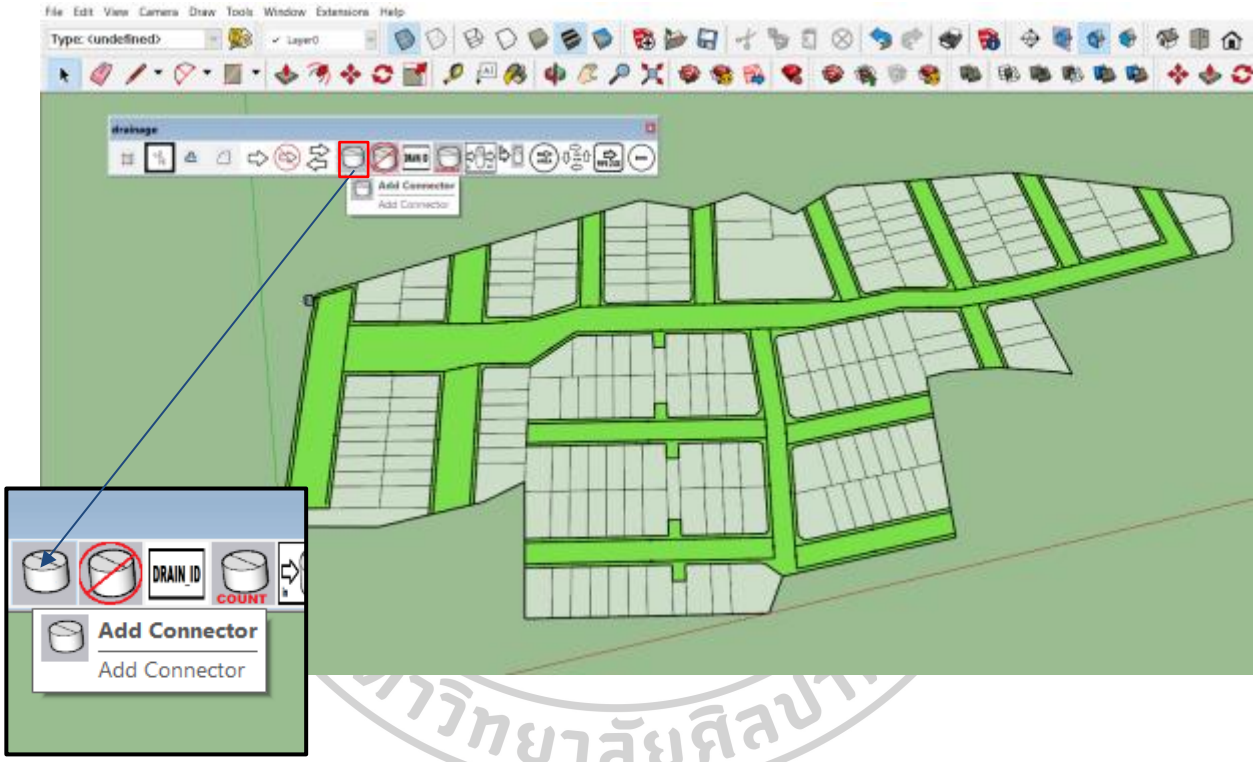
ภาพที่ *104* การใช้คำสั่งและผลลัพธ์จากการใช้คำสั่ง remove arrow



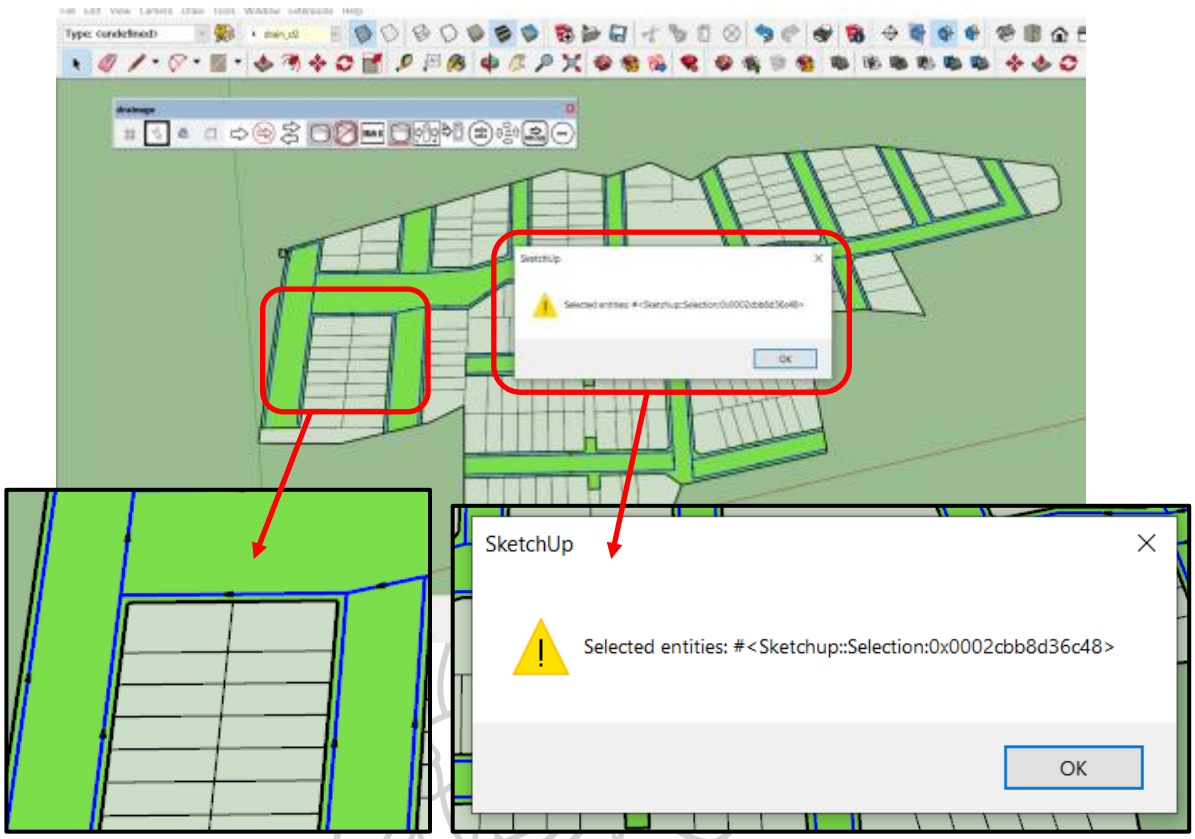
ภาพที่ *105* ผลลัพธ์หลังจากการใช้คำสั่ง flow reverse

4.2.9 การวาง connector ที่บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำ

ขั้นตอนนี้เป็นการวางตำแหน่งของ *connector* ที่บริเวณจุดตัดของท่อระบายน้ำที่มี 2 เส้นขึ้นไป โดยใช้ชุดคำสั่ง *add connector (*ภาพที่ 106*)* จะปรากฏหน้าต่างตามภาพที่ 107 ให้กดปุ่ม *“OK”* ผลลัพธ์จากการใช้คำสั่ง *add connector* เป็นไปตามภาพที่ 108 และหากต้องการลบ connector ให้ใช้คำสั่ง remove connector *(*ภาพที่ 109*)* โดยคำสั่งนี้จะลบ *connector* ทั้งหมดในผังโครงการ

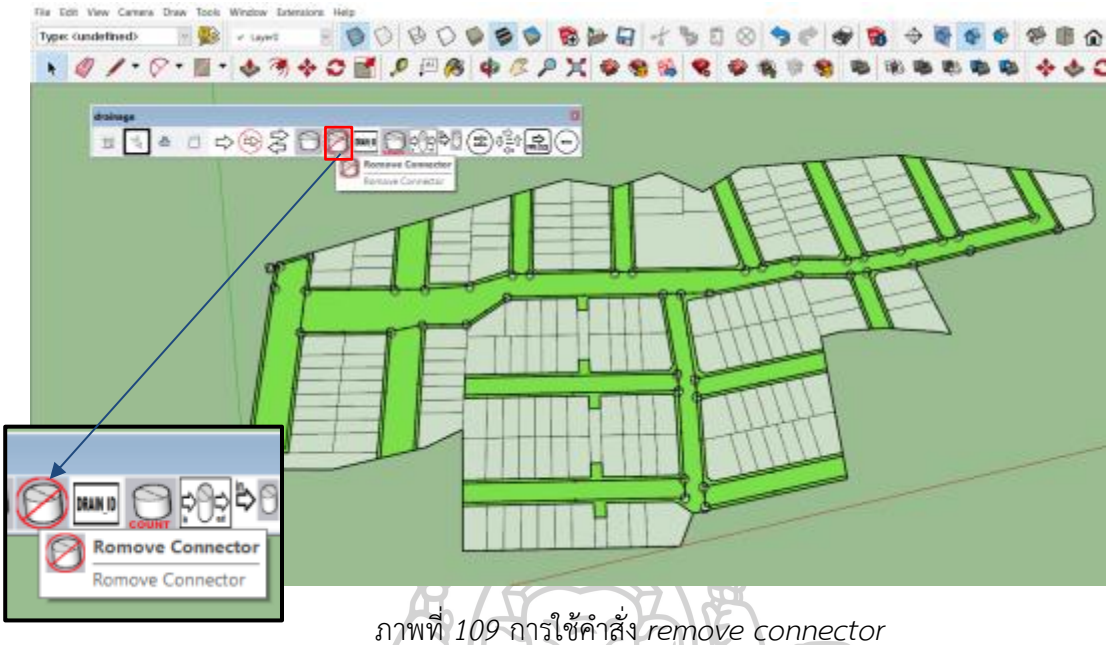


ภาพที่ *106* การใช้คำสั่ง add connector



ภาพที่ *107* หน้าต่างที่ปรากฏหลังจากเลือกคำสั่ง add connector

ภาพที่ *108* ผลลัพธ์ของการใช้คำสั่ง add connector



ภาพที่ 109 การใช้คำสั่ง *remove connector*

4.2.10 การคำนวณพื้นที่ที่เส้นท่อระบายน้ำแต่ละเส้นผ่าน

การคำนวณพื้นที่ที่เส้นท่อระบายน้ำแต่ละเส้นผ่าน มีขั้นตอนดังนี้

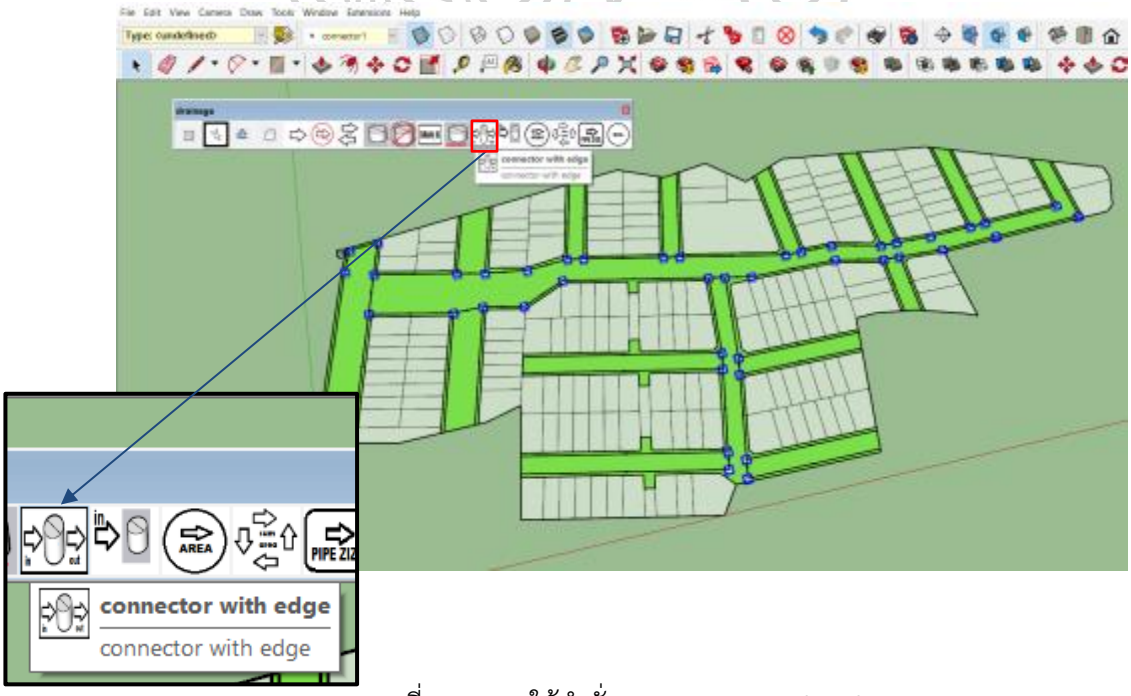
1. เลือกคำสั่ง drain id (ภาพที่ 110) โปรแกรมจะทำการตั้งชื่อให้กับ edge ที่เป็นเส้นท่อระบายน้ำทั้งหมด

ภาพที่ 110 การใช้คำสั่ง drain id

2. เลือกคำสั่ง count connector (ภาพที่ 111)

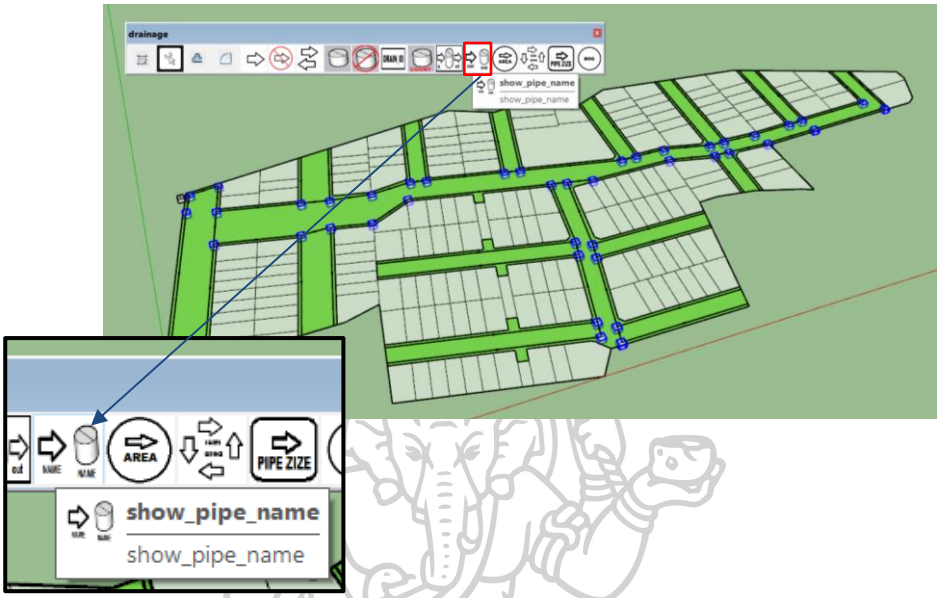
ภาพที่ *111* การใช้คำสั่ง count connector

3. เลือกคำสั่ง connector with edge (ภาพที่ 112)



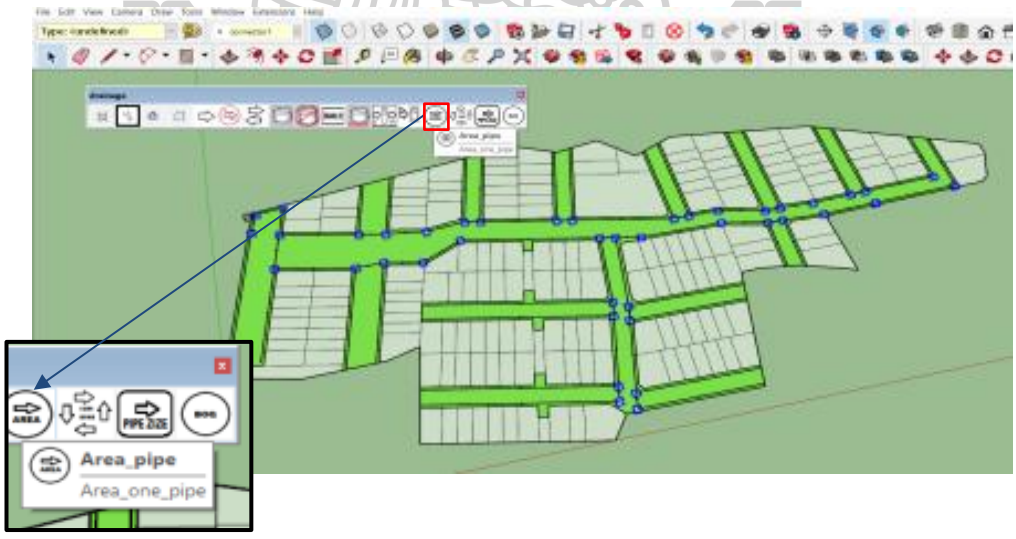
ภาพที่ *112* การใช้คำสั่ง connector with edge

4. เลือกคำสั่ง show pipe name (ภาพที่ 113) กรณีผู้ใช้งานโปรแกรมต้องการแสดงชื่อทั้งหมดของ edge ของท่อระบายน้ำ และ connector หรือไม่แสดงชื่อ โดยการเลือกคำสั่งชื่อ “show_pipe_name” สลับไปมาได้

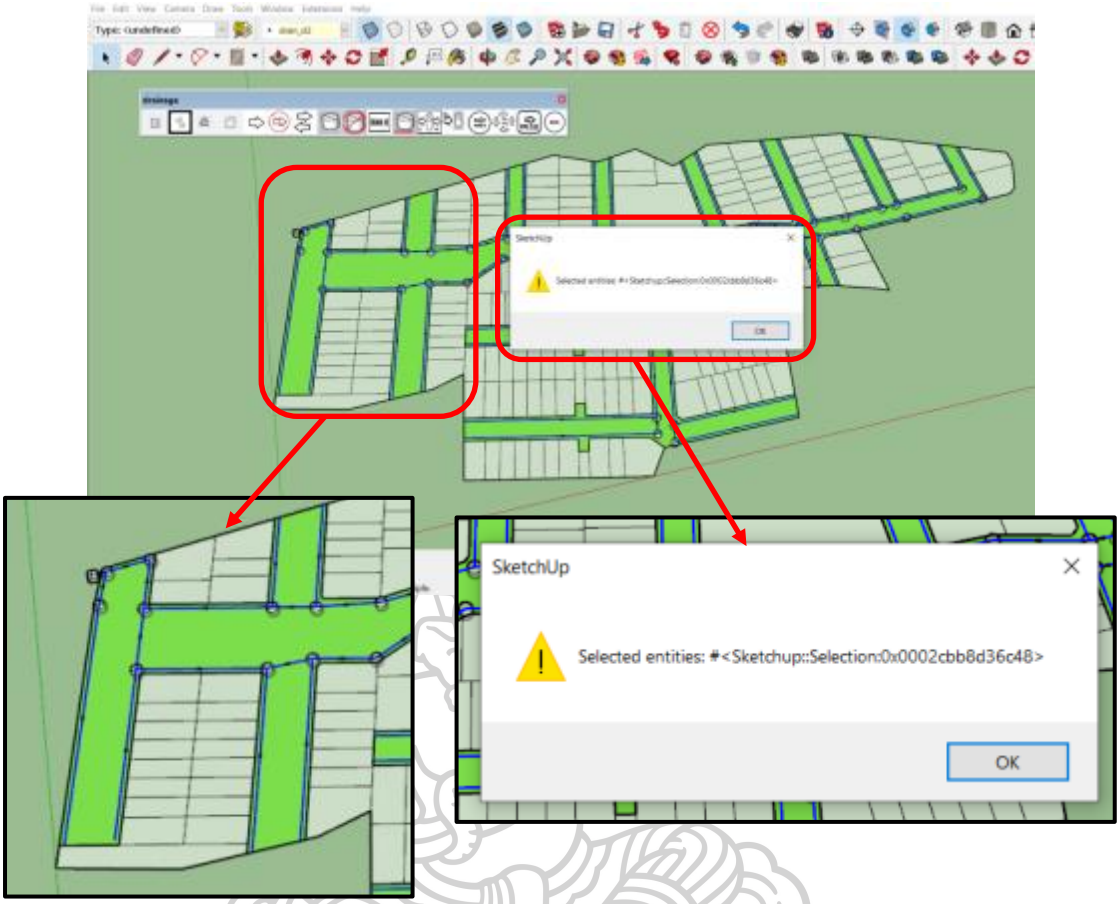


ภาพที่ *113* การใช้คำสั่ง *drain to connector*

5. เลือกคำสั่ง area pipe (ภาพที่ 114) จะปรากฏหน้าต่าง (ภาพที่ 115) ให้กดปุ่ม *“OK”*



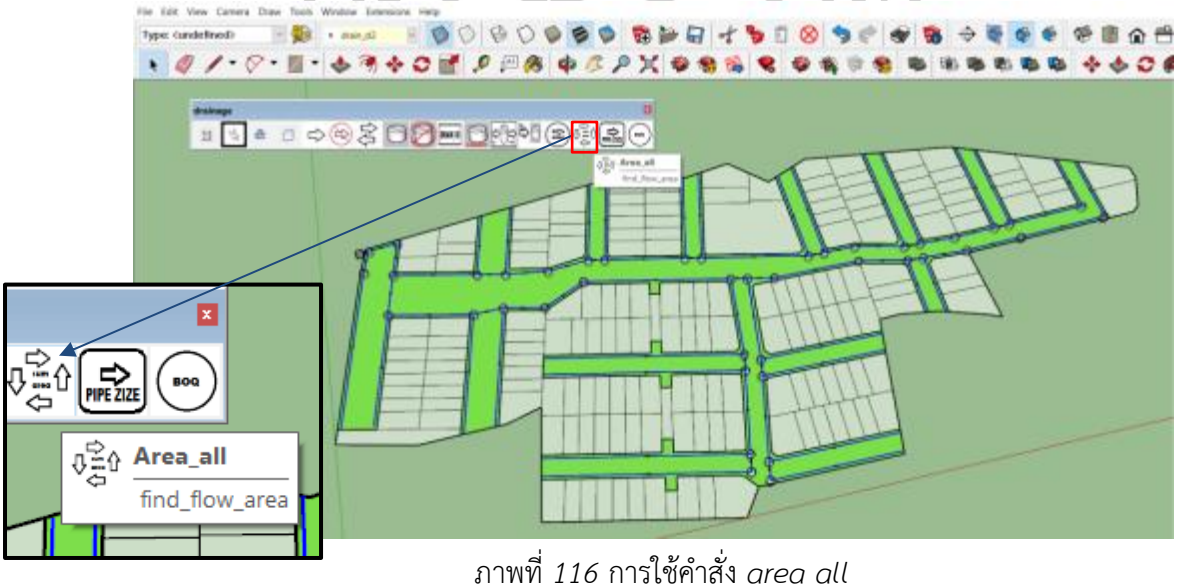
ภาพที่ *114* การใช้คำสั่ง area pipe



ภาพที่ *115* ผลลัพธ์การเลือกเส้นท่อด้วยโปรแกรม

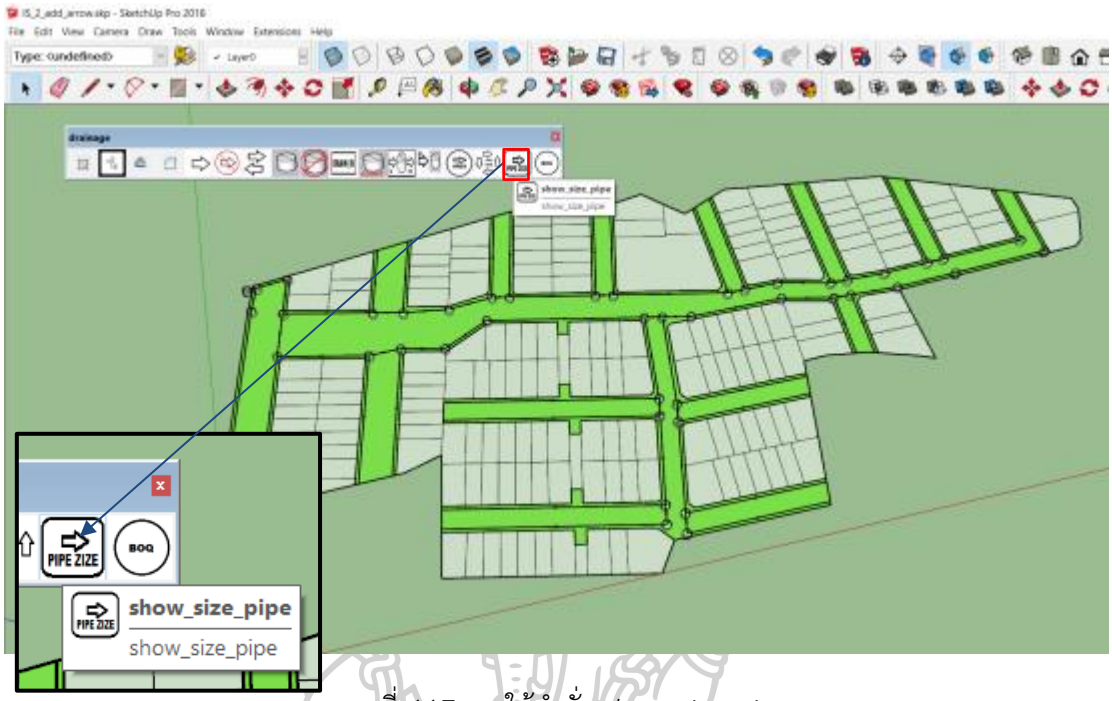
4.2.11 การคำนวณพื้นที่การระบายน้ำและหาขนาดท่อ

1. เลือกคำสั่ง area all (ภาพที่ 116)



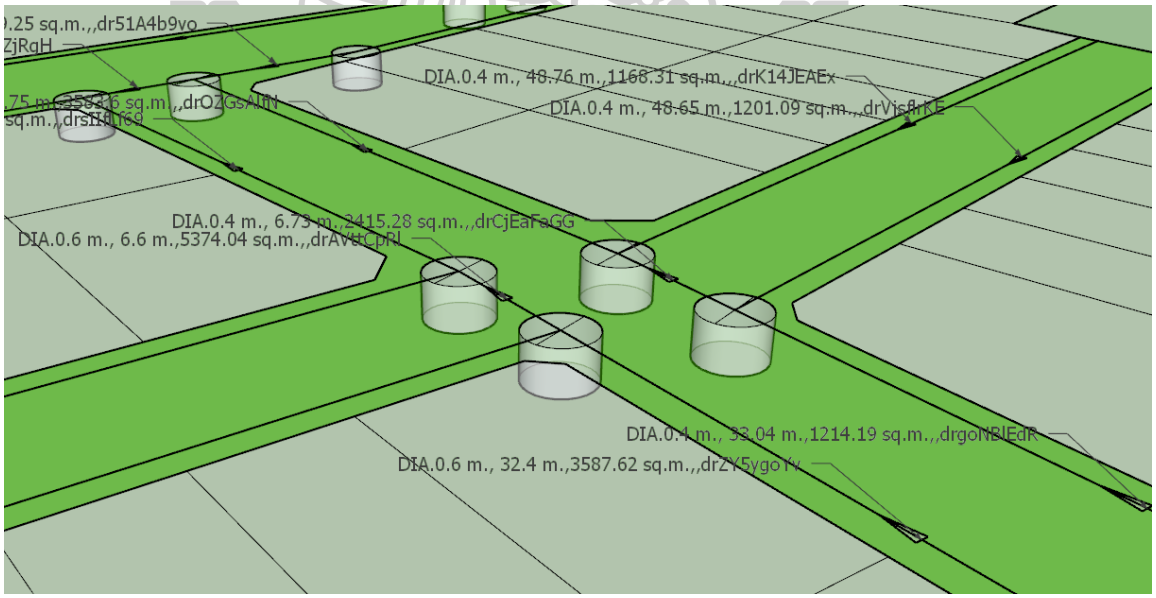
ภาพที่ *116* การใช้คำสั่ง *area all*

2. เลือกคำสั่ง show size pipe (ภาพที่ 117)



ภาพที่ *117* การใช้คำสั่ง *show size pipe*

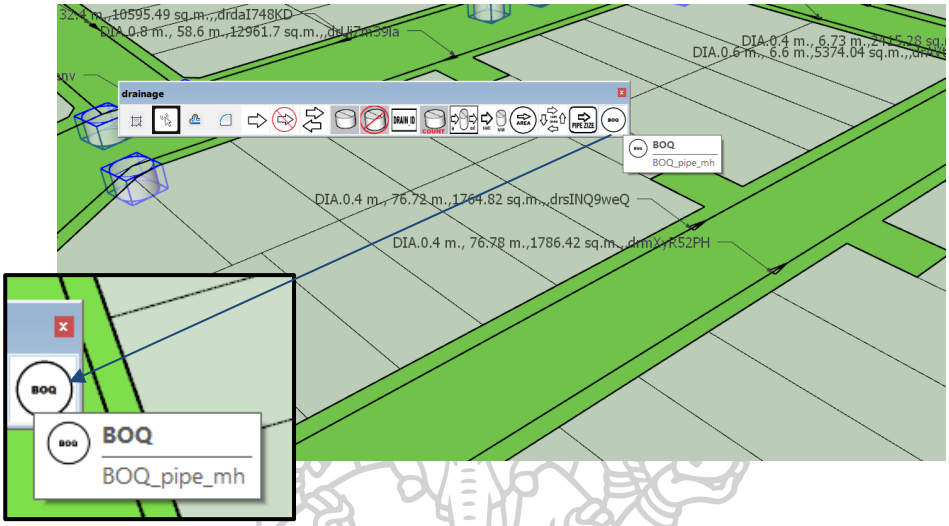
เมื่อใช้คำสั่ง show size pipe แล้วจะได้ข้อมูลขนาดท่อ ความยาวท่อและพื้นที่ที่รับน้ำฝน (ภาพที่ 118)



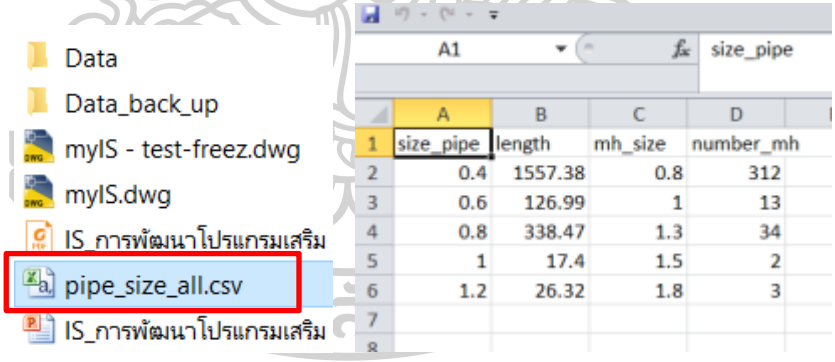
ภาพที่ *118* ผลลัพธ์การใช้คำสั่ง *show size pipe*

4.2.12 การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด

เมื่อได้ขนาดท่อทั้งหมดแล้วจะใช้คำสั่ง *BOQ* เพื่อถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด *(ภาพที่ 119)* และจะได้ปริมาณท่อแต่ละขนาดในรูปแบบไฟล์ *.csv (ภาพที่ 120)*



ภาพที่ 119 ภาพแสดงการใช้คำสั่ง BOQ



ภาพที่ 120 ไฟล์ *pipe_size_all.csv* ที่แสดงข้อมูลท่อและบ่อพักแต่ละขนาด

จากภาพที่ 120 สามารถรวบรวมข้อมูลได้ตามตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ *11* ตารางรวมปริมาณท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ

ขนาดท่อ	ความยาวท่อ (เมตร)	ขนาดบ่อพัก (เมตร)	ปริมาณบ่อพัก (บ่อ)
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	1,557.38	0.80	312
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	126.99	1.00	13
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	338.47	1.30	34
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	17.4	1.50	2
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	26.32	1.80	3
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	0.00	2.20	0

จากขั้นตอนการทำงานที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปการทำงาน ได้ดังนี้ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ *12* สรุปขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเสริมและหลักการทำงาน

ลำดับ	ขั้นตอน	หลักการทำงาน
1.	การสร้าง surface ของพื้นที่แปลงบ้าน	automatic
2.	การสร้าง surface บริเวณพื้นที่ถนน	manual
3.	การสร้างแนวท่อระบายน้ำ (offset edge)	automatic
4.	การสร้างแนวท่อระบายน้ำ (fillet edge)	semi manual
5.	การตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำ	semi manual
6.	การสร้างจุดรวบรวมน้ำเสีย (วางจุด connector)	automatic
7.	การคำนวณพื้นที่ที่ 1 edge ผ่าน	automatic
8.	การคำนวณพื้นที่และหาขนาดท่อ	automatic
9.	การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด	automatic

4.3 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมในการหาปริมาณท่อและบ่อพักของโครงการบ้านจัดสรร ทำโดยการเปรียบเทียบผลกับวิธีการเดิมที่ใช้ ซึ่งมี 2 วิธี คือ 1) การประมาณท่อและบ่อพักจากพื้นที่ และ 2) การประมาณปริมาณท่อและบ่อพักจากการทำแบบร่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

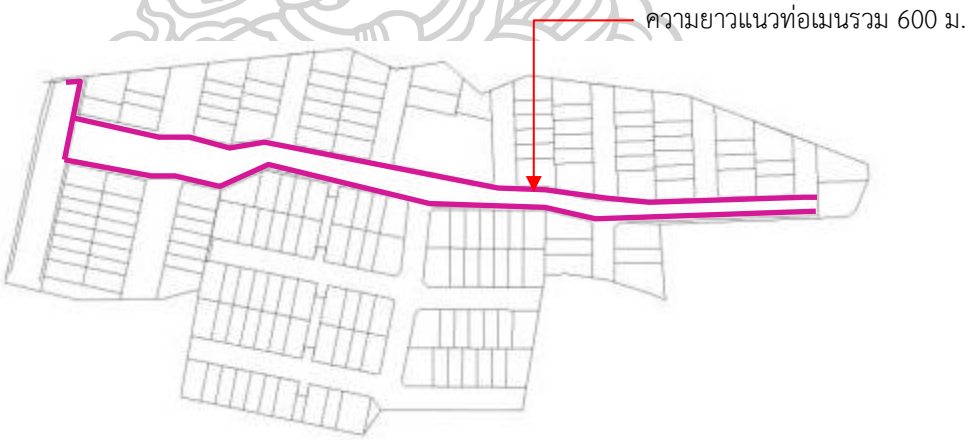
4.3.1 การประมาณท่อและบ่อพักจากพื้นที่

การถอดปริมาณท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ เป็นการประมาณปริมาณจากพื้นที่โครงการ ซึ่งมีขั้นดังนี้

1. หาพื้นที่รวมของผังโครงการ *(ภาพที่ 121)*

ภาพที่ 121 การหาพื้นที่รวมของโครงการ

2. หาความยาวแนวท่อ main (ภาพที่ 122)



ภาพที่ *122* หาความยาวแนวท่อหลัก

จากภาพที่ 121 มีพื้นที่โครงการ 30,517.485 ตร.ม. จะใช้ท่อขนาดใหญ่สุดที่ 1.00 ม. *(จาก* ตารางที่ 6 ในบทที่ *2)* และจากภาพที่ 122 จะได้ความยาวของท่ออยู่ที่ประมาณ 600 ม. และใช้บ่อพักสำหรับท่อขนาด 1.00 ม. จำนวน 60 บ่อ จึงทำให้ปริมาณท่อและบ่อพักไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งความเป็นจริงแล้วในโครงการจะมีขนาดท่อหลายขนาด

4.3.2 การประมาณปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดจากการจัดทำแบบร่าง

การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด จากขั้นตอนการทำแบบร่างให้หัวข้อ 2.7.1 ซึ่งปริมาณท่อและบ่อพักเป็นไปตามภาพที่ 123

ตารางแสดงขนาดท่อระบายน้ำ ค.ส.ล. ความยาวและจำนวนบ่อพัก		""ข้างอิงระดับถนนในโครงการ ± 0.00	
สัญลักษณ์	ขนาด	ความยาวประมาณ (เมตร)	จำนวนบ่อพัก (บ่อ)
	ถังดักไขมันสำหรับแต่ละครัวเรือน	-	ตามจำนวนครัวเรือน
	ถังบำบัดน้ำเสียสำหรับแต่ละครัวเรือน	-	ตามจำนวนครัวเรือน
	บ่อตรวจคุณภาพน้ำทิ้ง	-	1
	แนวท่อระบายน้ำและทิศทางการไหล	-	-
	ตำแหน่งบ่อพักที่เปลี่ยนขนาดท่อระบายน้ำ	-	-
	ท่อระบายน้ำ ค.ส.ล. ขนาด 0.40 เมตร	1,332.82	267
	ท่อระบายน้ำ ค.ส.ล. ขนาด 0.60 เมตร	224.95	27
	ท่อระบายน้ำ ค.ส.ล. ขนาด 0.80 เมตร	316.12	37
	ท่อระบายน้ำ ค.ส.ล. ขนาด 1.20 เมตร	44.00	3

ภาพที่ *123* สรุปปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดที่ได้จากวิธีการทำแบบร่าง

4.3.3 เปรียบเทียบปริมาณท่อและบ่อพักของทั้ง 3 วิธี

ผลการเปรียบเทียบระหว่างการถอดปริมาณท่อและบ่อพักของทั้ง 3 วิธี แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ *13* การเปรียบเทียบการคำนวณด้วยวิธีเดิมกับการใช้โปรแกรมเสริม

ขนาดท่อ	ความยาวท่อ (เมตร)			ขนาดบ่อพัก (เมตร)	ปริมาณบ่อพัก (บ่อ)		
	(1) วิธีหาจากพื้นที่	(2) วิธีจัดทำแบบร่าง	(3) โปรแกรมเสริม		(1) วิธีหาจากพื้นที่	(2) วิธีจัดทำแบบร่าง	(3) โปรแกรมเสริม
ท่อขนาด Ø 0.40 ม.	0.00	1332.82	1,532.94	0.80	0	267	307
ท่อขนาด Ø 0.60 ม.	0.00	224.95	302.24	1.00	0	27	31
ท่อขนาด Ø 0.80 ม.	0.00	316.12	361.15	1.30	0	37	37
ท่อขนาด Ø 1.00 ม.	600.00	0.00	12.36	1.50	60	0	2
ท่อขนาด Ø 1.20 ม.	0.00	44.00	65.12	1.80	0	3	7
ท่อขนาด Ø 1.50 ม.	0.00	0.00	0.00	2.20	0	0	0

จากตารางที่ 13 พบว่าปริมาณท่อและบ่อพักที่คำนวณได้จากโปรแกรมเสริมมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการทำแบบร่าง แต่สาเหตุที่ปริมาณท่อและบ่อพักที่ได้จากโปรแกรมเสริมสูงกว่าวิธีการทำแบบร่างเนื่องจากการจัดทำแบบร่างจะวัดความยาวของท่อจากขอบบ่อพักถึงบ่อพัก แต่โปรแกรมเสริมจะวัดความยาวท่อจากกึ่งกลางบ่อพักถึงกึ่งกลางบ่อพัก จึงเห็นว่าสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมเสริมให้กับทางฝ่ายประมาณราคาเพื่อแจ้งงบประมาณในการก่อสร้างต่อเจ้าของโครงการต่อไป

4.4 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการถอดปริมาณท่อและบ่อพักด้วยวิธีการเดิมและวิธีการใหม่

การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร ด้วยการหาจากพื้นที่ การจัดทำแบบร่างและจากการพัฒนาโปรแกรมเสริมในการจัดทำแบบระบบระบายน้ำจำนวน 1 โครงการ โดยการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำมี 7 ขั้นตอน คือการสร้าง Surface พื้นที่แปลงบ้านและพื้นที่ถนน การสร้างแนวท่อระบายน้ำ การกำหนดทิศทางการไหลของน้ำ การสร้างจุดรวบรวมน้ำเสีย การหาขนาดท่อ การหาขนาดบ่อพัก และการจัดเอกสารแสดงปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด ซึ่งผลการเปรียบเทียบ ทั้ง 3 วิธี มีดังนี้ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ *14* การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการถอดปริมาณท่อและบ่อพักของทั้ง 3 วิธี

ขั้นตอนการออกแบบ	(1) หาจากพื้นที่ (นาที)	(2) ทำแบบร่าง (นาที)	(3) โปรแกรมเสริม (นาที)
การเตรียม DWG สำหรับจัดทำแบบ	20	20	20
การสร้าง surface บริเวณบ้าน	0	0	5
การสร้าง surface บริเวณถนน	0	0	15
การสร้างแนวท่อระบายน้ำ (offset edge)	240	480	5
การสร้างแนวท่อระบายน้ำ (fillet edge)	0	0	20
การตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำ	0	0	15
การวางตำแหน่งบ่อพัก	0	720	0
การสร้างจุดรวบรวมน้ำเสีย (วางจุด connector)	0	0	5
การคำนวณพื้นที่และหาขนาดท่อ	30	480	5

ขั้นตอนการออกแบบ	(1) หาจากพื้นที่	(2) ทำแบบร่าง	(3) โปรแกรมเสริม
	(นาที)	(นาที)	(นาที)
การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด	15	960	5
รวมเวลาทำงานต่อโครงการ (นาที)	305	2,660	95
รวมเวลาทำงานต่อโครงการ (ชั่วโมง)	5.05	44.20	1.35

จากการทดสอบสามารถสรุปเปรียบเทียบระยะเวลา ได้ดังนี้

1. **ขั้นตอนการสร้างแนวท่อระบายน้ำ** ถึงแม้ว่าในโปรแกรมเสริมขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอน semi manual แต่ขั้นตอนในโปรแกรมเสริมนี้ก็สามารถลดระยะเวลาการทำงาน จาก 240 นาที (4 ชั่วโมง) และ 480 นาที (8 ชั่วโมง) เหลือเวลาเพียง 20 นาที
2. **ขั้นตอนการตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำ** ถึงแม้ว่าในโปรแกรมเสริมขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอน semi manual แต่ขั้นตอนในโปรแกรมเสริมนี้ใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำเพียง 15 นาที
3. **ขั้นตอนการวางตำแหน่งบ่อพัก** ในขั้นตอนนี้ผู้จัดทำแบบร่างต้องวางตำแหน่งบ่อพักทั้งโครงการซึ่งใช้เวลา 720 นาที (12 ชั่วโมง) ซึ่งในวิธีที่ 1 และ วิธีที่ 3 ไม่ได้วางตำแหน่งบ่อพักแต่เป็นการประมาณการจากความยาวท่อระบายน้ำ
4. **ขั้นตอนการสร้างจุดรวบรวมน้ำเสีย (วางจุด connector)** ในขั้นตอนนี้โปรแกรมเสริมเป็นขั้นตอน automatic สำหรับวิธีที่ 3 ซึ่งขั้นตอนนี้ใช้เวลาเพียง 5 นาที
5. **ขั้นตอนการคำนวณพื้นที่และหาขนาดท่อ** ในขั้นตอนนี้โปรแกรมเสริมเป็นขั้นตอน automatic จึงทำให้การคำนวณพื้นที่และหาขนาดท่อ สามารถลดระยะเวลาการทำงานจาก 30 นาที และ 480 นาที (8 ชั่วโมง) เหลือเวลาเพียง 5 นาที
6. **ขั้นตอนการถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด** ในขั้นตอนนี้โปรแกรมเสริมเป็นขั้นตอน automatic จึงทำให้การถอดปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาด สามารถลดระยะเวลาการทำงานจาก 15 นาที และ 960 นาที (16 ชั่วโมง) เหลือเวลาเพียง 5 นาที

ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ของทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้ปริมาณท่อระบายน้ำและบ่อพักของโครงการบ้านจัดสรร จำนวน 1 โครงการ พบว่า วิธีที่ 1 การหาจากขนาดพื้นที่ 5.05 ชั่วโมง

วิธีที่ 2 การทำแบบร่าง 44.20 ชั่วโมง และ วิธีที่ 3 การใช้โปรแกรมเสริม 1.35 ชั่ว โมง โดยวิธีการใช้โปรแกรมเสริมจะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานได้มาก เมื่อเทียบกับวิธีที่ 2

4.5 สรุปผลการทดสอบใช้งานโปรแกรมเสริมและข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกผู้ทดสอบและสัมภาษณ์มีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานท่านที่ 1 ตำแหน่งผู้จัดการอาวุโส ฝ่ายวิศวกรรม สายงานพัฒนาโครงการ

- ภาพรวมของโปรแกรมเป็นประโยชน์ต่อผู้ออกแบบและฝ่ายประมาณราคา ช่วยลดขั้นตอนในการออกแบบ อยากให้เพิ่มขั้นตอนการวางบ่อพัก และท่อระบายน้ำให้เป็น 3D เพิ่มค่าระดับท่อและบ่อพัก เพื่อจัดทำเป็นแบบ for con ได้

2. ผู้ใช้งานท่านที่ 2 ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ/วิศวกรงานทาง/วิศวกรโครงสร้าง/วิศวกรระบายน้ำและวิศวกรประมาณราคา

- ภาพรวมของโปรแกรมทำออกมาได้ดี มีประโยชน์ต่อผู้ออกแบบและฝ่ายประมาณราคา ช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน ควรเพิ่มเกี่ยวกับขั้นตอนการวางบ่อพักเพื่อให้แบบมีรายละเอียดครบถ้วน นอกจากนี้อยากให้เพิ่มเติมการประเมินราคาเข้าไปด้วย

3. ผู้ใช้งานท่านที่ 3 ตำแหน่งหัวหน้างานระบบ

- ภาพรวมของโปรแกรมมีประโยชน์ต่อผู้ออกแบบและฝ่ายประมาณราคา ช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน ลดการทำงานซ้ำซ้อน และใช้ระยะเวลาในการถอดปริมาณน้อยลงทำให้สามารถถอดปริมาณได้หลายโครงการมากขึ้น อนาคตควรพัฒนาโปรแกรมเสริมให้สามารถประมาณราคาได้ รวมไปถึงทำแบบให้สมบูรณ์เป็นแบบก่อสร้างได้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในบทที่ 5 จะเป็นการสรุปผลการศึกษาพัฒนาโปรแกรมเสริม และข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรม

5.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม

จากปัญหาที่พบในการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร เพื่อใช้ในการประมาณปริมาณท่อและบ่อพักขนาดต่างๆ ที่ต้องใช้ในโครงการ ในด้านระยะเวลาที่ใช้ในการจัดทำที่ค่อนข้างนาน และอาจเกิดข้อผิดพลาดในการถอดปริมาณได้ เนื่องจากมีท่อและบ่อพักจำนวนมาก งานวิจัยนี้จึงได้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมใน SketchUp ที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น

โปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้นใช้โปรแกรม SketchUp และภาษา Ruby ในการพัฒนาโปรแกรม โดยความสามารถของโปรแกรมเสริม คือ ผู้ใช้งานสามารถการจัดทำแบบร่างระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรรจากแบบสถาปัตยกรรมที่ได้รับมาในรูปแบบไฟล์ DWG เพื่อประมาณการปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดได้ การออกแบบร่างยึดตามมาตรฐานการออกแบบที่ใช้สำหรับโครงการบ้านจัดสรรโดยสามารถใช้ได้กับความเข้มฝน 80 มม./ชม. 100 มม./ชม และ 120 มม./ชม. เท่านั้น และสำหรับโครงการบ้านจัดสรรที่ไม่มีบ่อหน่วงน้ำ

การพัฒนาโปรแกรมเสริมใช้หลักการหลายอย่างในการพัฒนาโปรแกรม เช่น การใช้ ray trace ในการหาพื้นที่ที่เส้นท่อระบายน้ำวิ่งผ่าน การใช้หลักการมอนติคาร์โล (Monte Carlo) ในการคำนวณรวบรวมพื้นที่และหาขนาดท่อ เป็นต้น

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณท่อและบ่อพักแต่ละขนาดที่หาได้จากการใช้โปรแกรมมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณท่อและบ่อพักจำนวน 1 โครงการ ที่หาได้จากวิธีการทำแบบร่างที่ไม่ได้ใช้โปรแกรมเสริม นอกจากนี้ยังสามารถนำส่งข้อมูลให้ฝ่ายประมาณราคาได้รวดเร็วขึ้น จากเดิมที่ใช้เวลาในการหาขนาดท่อและบ่อพักด้วยวิธีการเดิม ใช้เวลา 44.20ชั่วโมง ส่วนวิธีการใช้โปรแกรมเสริมฯ ใช้เวลา 1.35 ชั่วโมง

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรม

1. ปรับรูปแบบการทำงานให้ใช้งานสะดวกมากขึ้น โดยการปรับรูปแบบให้กดคำสั่งน้อยลง ด้วยการรวบรวมคำสั่งให้ทำงานด้วยปุ่มเดียว

2. พัฒนาการทำงานในขั้นตอนการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำในท่อระบายน้ำ ให้สามารถกำหนดทิศทางการไหลได้อัตโนมัติ

3. การคำนวณความยาวท่อระบายน้ำของโปรแกรมควรปรับแก้ไขจากการวัดระยะจากกึ่งกลางบ่อพักถึงกึ่งกลางบ่อพัก เป็นการวัดจากขอบบ่อพักถึงขอบบ่อพัก เพื่อให้ความยาวรวมของท่อทั้งหมดที่ถอดปริมาณได้ ใกล้เคียงกับการทำแบบร่างมากยิ่งขึ้น

4. เพิ่มการหาพื้นที่รับน้ำบริเวณถนนตามความกว้างถนนเพื่อให้ได้พื้นที่รับน้ำฝนที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น

5. เพิ่มความสามารถให้คำนวณปริมาณน้ำฝนได้

6. พัฒนาโปรแกรมเสริมให้สามารถทำเป็นแบบก่อสร้างของงานระบบระบายน้ำของโครงการบ้านจัดสรร ด้วยการเพิ่มการคำนวณค่าระดับของท่อและบ่อพัก

7. เพิ่มความสามารถในด้านการประมาณราคางานระบบระบายน้ำโครงการบ้านจัดสรร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

Batch, A. (ม.ป.ป.). **การจำลอง Monte Carlo คืออะไร**. เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2566 เข้าถึงได้จาก https://aws.amazon.com/th/what-is/monte-carlo-simulation/

Thitaree Sawettatat. (2561). **Attribute คืออะไร อธิบายวิธีใช้แบบง่ายๆ ไม่ต้องเป็นโปรแกรมเมอร์ก็เข้าใจ**. เข้าถึงเมื่อ 31 มกราคม 2566 เข้าถึงได้จาก https://bit.ly/4461Vre

"กฎกระทรวง ฉบับที่ 44 (พ.ศ. 2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522." (2522). **ราชกิจจานุเบกษา** เล่ม 112, ตอนที่ 6. (7 กุมภาพันธ์): 25-33. เข้าถึงเมื่อ 11 ธันวาคม 2564. เข้าถึงได้จาก https://oldweb.dpt.go.th/wan/lawdpt/data/02/112_6_070238_17.pdf

"ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน พ.ศ. 2535,." (2535). **ราชกิจจานุเบกษา** เล่ม 109, ตอนที่ 89. (สิงหาคม 2535): 19-33. เข้าถึงเมื่อ 11 ธันวาคม 2564. เข้าถึงได้จาก dol.go.th/estate/Pages/2535.pdf

จุฑารัตน์ ใจบุญ. (ม.ป.ป.). **เครื่องมือ Principal**. เข้าถึงเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2566. เข้าถึงได้จาก https://jumjaiboon.files.wordpress.com/2018/02/e0b980e0b884e0b8a3e0b8b7e0b988e0b8ade0b887e0b8a1e0b8b7e0b8ad-principal.pdf

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2554). **คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โกลบอล กราฟฟิค

ธารา จำเนียรดำรงการ. (2555). "การพัฒนาโปรแกรมประมาณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมหลังคาอาคาร (RTTV)." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บริษัท บัวไทยอุตสาหกรรม จำกัด. (2564). **ความแตกต่างของท่อ คสล. แต่ละประเภท**. เข้าถึงเมื่อ 5 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก https://www.buathaipipe.com/concrete_ditch_lining_howdif/

เมืองแก้วเคหภัณฑ์. (ม.ป.ป.). **ประเภทของบ่อพักคอนกรีต**. เข้าถึงเมื่อ 5 มกราคม 2565. เข้าถึงได้จาก https://www.mueangkaeo.com/Article/Detail/112677

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป). **รูบี (ภาษาโปรแกรม)**. เข้าถึงเมื่อ 8 สิงหาคม 2564. เข้าถึงได้จาก https://bit.ly/42Vi5CT

ไอที24ชั่วโมง. (2561). **ไฟล์ CSV คืออะไร ใช้ทำอะไรได้บ้าง และเปิดอย่างไร**. เข้าถึงได้จาก https://www.it24hrs.com/2018/what-is-csv-file-import-contact-csv/

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวลภัสรดา แซ่แต้

วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2560 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร