4.4 การพัฒนาระบบจัดการการระบายน้ำชุมชนโดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS based Urban drainage management v1.0 ,GURDMAN)

ระบบจัดการการระบายน้ำชุมชนโดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS based Urban drainage management v1.0 ,GURDMAN) ที่พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยงานออกแบบระบบท่อระบาย โดยใช้คุณสมบัติของ Microsoft Excel ที่สะดวกและง่ายต่อการบันทึกข้อมูลและการคำนวณรวมทั้งเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง มาใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการคำนวณเพื่อการออกแบบระบบระบายน้ำ โดยระบบนี้ประยุกต์ใช้ วิธีการของ Rational Method ในการคำนวณเพื่อช่วยเหลือการออกแบบท่อระบายน้ำ รายละเอียดของระบบมีดังนี้

4.4.1 หลักการออกแบบระบบบายน้ำที่ใช้สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

หลักการออกแบบระบบบายน้ำสำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น อาศัยหลักการของ Rational Method และ Manning equation ร่วมกับเกณฑ์การออกแบบท่อ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ประเภทของน้ำที่เข้าสู่ทางระบายน้ำ มีอยู่ 2 ประเภทคือ

- **ปริมาณน้ำท่าจากฝนในพื้นที่** (Qr) ต้องกำหนดเป็นอัตราน้ำฝนไหลนอง ซึ่งได้แก่ อัตราน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นดินและไหลนองไปตามพื้นที่ระหว่างที่ฝนกำลังตกและหยุดตก โดยหักส่วนที่ไหลซึมลงพื้นดินหรือไหลเข้าแหล่งพักน้ำต่างๆ

- **ปริมาณน้ำเสียในพื้นที่**(Qw) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการอุปโภคบริโภคของประชาชน จะเป็นสัดส่วนกับปปริมาณน้ำประปาที่ใช้ในแต่ละวัน ค่าเฉลี่ยประจำวันของปริมาณน้ำเสียดังกล่าว Dry Weather Flow(DWF) โดยปกติปริมาณน้ำเสีย อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 60-90 ของน้ำใช้ จึงกำหนดค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเสีย (DWF) อยู่ที่ร้อยละ 80 ของน้ำใช้

(2) การคำนวณปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการออกแบบระบบการระบายน้ำ มีสมการดังนี้

ปริมาณน้ำที่เข้าสู่ทางระบาย = ปริมาณน้ำท่าจากฝน +ปริมาณน้ำเสีย

$$Q = Q_r + Q_w$$

โดยที่ Qr = ปริมาณน้ำท่าจากฝนในพื้นที่

Qw = ปริมาณน้ำเสียในพื้นที่

(3) การคำนวณหาค่า ปริมาณน้ำท่าจากฝน Qr โดยประยุกต์ใช้ Rational Method เนื่องจากวิธีการนี้ได้รับการยอมรับกันทั่วไปในเรื่องออกแบบระบบระบายน้ำ สำหรับพื้นที่ที่รองรับน้ำมีขนาดเล็ก ไม่เกิน 25 ตร.กม. ซึ่งเหมาะสมกับการเลือกใช้ในพื้นที่ระบายน้ำชุมชน โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$Q_r = 0.278 \times 10^{-6} I \sum_{j=1}^{n} C_j A_j$$

โดย Q = ปริมาณน้ำไหลนองสูงสุดหรือการออกแบบอัตราการระบายน้ำ, ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

C = สัมประสิทธิ์ไหลนอง (Coefficient of Runoff)

I = ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) , มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

A = พื้นที่รับน้ำฝน , ตารางเมตร

จากสมการ จะเห็นได้ว่าจะต้องมีค่าที่ต้องการในการคำนวณ คือค่า Intensity ของฝน ที่สามารถอ่านค่าได้จาก IDF curve

(4) การสร้างกราฟความสัมพันธ์ ความเข้มของฝน ระยะเวลา และความถี่ในการเกิดฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve, IDF) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนในอดีต เป็นขั้นตอนที่จะทำการสร้าง IDF curve ขึ้นสำหรับนำไปวิเคราะห์ตัวแปรทางอุทกวิทยาที่จำเป็นในการออกแบบคือค่า Rainfall Intensity (I) ที่จะนำไปใช้ในในการออกแบบด้วยสมการ Rational Formula เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องการระบายต่อไป ในการวิจัยได้ทำการพัฒนาการสร้าง IDF curve ภายใต้ Spread sheet ของ แบบจำลอง Microsoft Excel ตลอดจนการคำนวณหาค่า ระยะเวลาเคลื่อนที่ของน้ำจากจุดไกลสุดที่ต้องการระบาย (Time of Concentration) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบการออกแบบระบบระบายน้ำในชุมชน(GURDMAN) ดังจะกล่าวในรายละเอียดการพัฒนาแบบจำลองต่อไป

การวิเคราะห์หาความเข้มของการเกิดฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำนั้นอาศัย สมการ Gumbel Distribution ดังนี้

$$Q_{Tr} = \overline{Q} - 0.45 S_Q - 0.7797 S_Q \ln[-\ln(1 - \tfrac{1}{Tr}]$$

โดยที่ Q_{Tr} คือ ค่าความเข้มของฝนที่รอบการเกิดซ้ำ Tr

$\bar{Q}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล ความเข้มของฝน

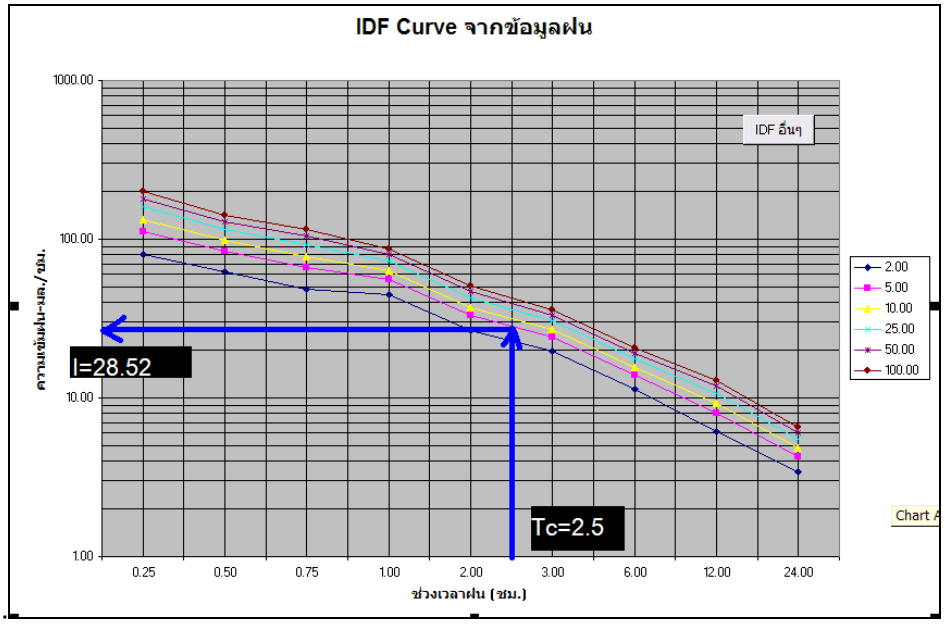
T_r คือ รอบปีการเกิดซ้ำ

(5) ค่าความเข้มฝน (I) เป็นค่าที่สามารถหาได้จากกราฟ IDF Curve ที่สร้างขึ้นจากข้อมูลฝนที่บันทึกเข้าใหม่ หรือ จากข้อมูลฝนในฐานข้อมูล โดยในการอ่านค่าจากกราฟจะต้องระบุค่าเหล่านี้คือ

- ช่วงเวลาที่ฝนตก (Duration) ซึ่งสามารถใช้ค่า Time of Concentration, Tc ที่สามารถคำนวณได้จากสมการ ต่างๆ ดังกล่าวไว้ข้างต้นในหัวข้อ 2.8

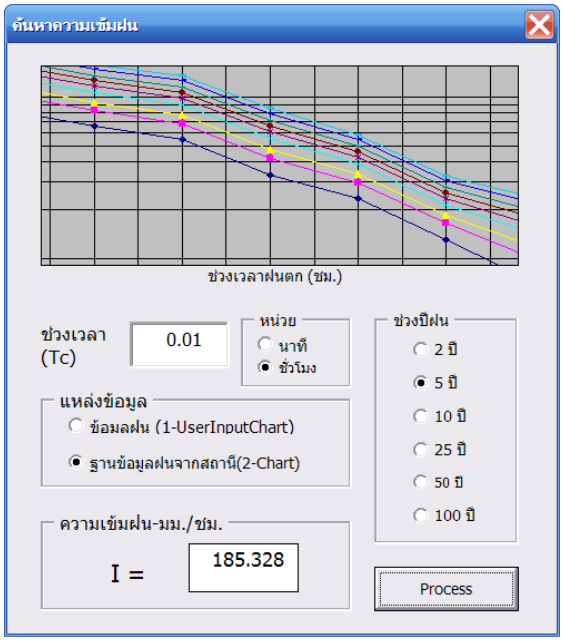
- กำหนด Return period ว่าเป็นกี่ปี ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของท่อระบายน้ำที่ออกแบบ โดยทั่วไปจะกำหนดที่ Return Period 5 ปี สำหรับท่อระบายน้ำสายหลักในชุมชน

ในการประเมินหาค่า I ที่ต้องการจาก IDF curve สามารถอ่านค่าได้โดยตรงจากกราฟ ดังตัวอย่างรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การอ่านค่าความเข้มของฝนจากกราฟ

ในโปรแกรมได้ทำการสร้างระบบการอ่านค่าจากกราฟขึ้นเพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้นโดยไม่ต้องประมาณอ่านค่าจากกราฟด้วยตนเอง โดยมีลักษณะการใส่ข้อมูลเพื่ออ่านค่าดังแสดงในรูปที่4.7



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงการอ่านค่า Rainfall Intensity จาก IDF curve

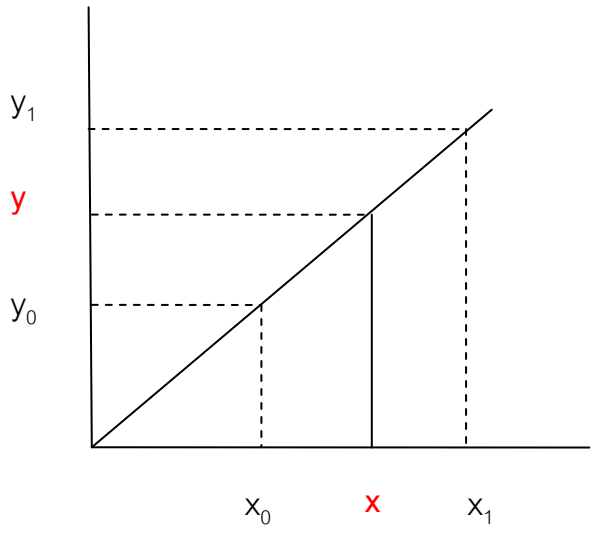
ผู้ใช้งานจะต้องใส่ข้อมูล Tc ซึ่งได้จากการคำนวณซึ่งจะกล่าวต่อไป หลังจากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก ช่วงปีฝนและแหล่งข้อมูลฝน ซึ่งจะมี จากข้อมูลฝน หรือจากฐานข้อมูลฝน แล้วผู้ใช้งานกดปุ่ม “Process” ก็จะได้ค่า I ที่อ่านจากกราฟ โดยในการอ่าน I ของโปรแกรมจะประเมินค่าบนเส้นกราฟด้วยวิธี Linear Interpolation ซึ่งมีความถูกต้องในระดับหนึ่ง

ฟังก์ชั่น Linear Interpolation เป็นการประมาณค่าระหว่างจุด 2 จุด(x_0,y_0) และ (x_1,y_1) ที่ทราบ ค่าอยู่แล้ว ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.8 โดยสามารถคำนวณค่าได้จาก

$$\frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$$

และ

$$y = y_0 + (x - x_0)\frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$$



รูปที่ 4.8 การประเมินค่า y ด้วย Linear Interpolation จากกราฟเมื่อทราบค่า x, (x_0,y_0) และ (x_1,y_1)

จากหลักการดังกล่าวจึงได้นำมาสร้างเป็น Function VBA ของ Excel ขึ้นดังแสดงในรูปให้ชื่อ Linterp Function โดยต้องการให้มีความสามารถพื้นฐานและเพิ่มเติมให้เลือกแนว Column ได้มากขึ้น และให้สามารถระบุแหล่งข้อมูลที่จะใช้ ทำให้ function นี้มีความยืดหยุ่น สามารถประยุกต์ไปใช้ในเรื่องอื่นๆต่อไปได้ง่าย โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก ผ-2

(6) การคำนวณหาค่า เวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลที่สุดมาตำแหน่งรวบรวมน้ำ (Time of Concentration, Tc) เพื่อนำมาหาค่าความเข้มของฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำหนึ่งๆจาก IDF curve ในการศึกษานี้ได้กำหนดให้สามารถ คำนวณจากสมการของ Kirpich(1940) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$T_c = 0.078L^{0.77}S^{-0.385}$$

โดยที่ L คือ ความยาวของทางระบายจากจุดไกลสุดถึงทางออก (ft)

S คือ ความลาดเฉลี่ยของพื้นที่ (ft/ft)

สมการนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดชัน 3-10% และมีวัชพืชปกคลุม และหากนำไปใช้กับ

- พื้นที่ผิวคอนกรีต แอสฟัลต์ จะใช้ Tcr=Tc * 0.4
- รางคอนกรีต Tcr=Tc * 0.2

(7) การคำนวณหาค่าปริมาณน้ำที่ต้องระบายจากพื้นที่รับน้ำที่พิจารณาอยู่ จะอาศัยหลักการของ Rational Method ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลของพื้นที่และรายละเอียดของพื้นที่

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} I \sum_{j=1}^{n} C_j A_j$$

โดย Q คือ อัตราน้ำไหลนองสูงยอด (peak runoff) ในท่อระบายน้ำ ลบ.ม./ชม.

C_j เป็นสัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่ j เป็นค่าคงที่ ๆ ไม่มีหน่วย ขึ้นอยู่กับลักษณะ พื้นที่ของบริเวณนั้น ๆ ดังตารางที่ 2.1

I คือความเข้มเฉลี่ยของฝน เป็น มม./ชม.

A_j เป็นพื้นที่ ของพื้นที่ย่อย j ที่จะระบายน้ำออก เป็น ตร.ม.

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C_j) ซึ่งจะมีค่าแตกต่างตามพื้นที่ ตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น ในโปรแกรมจะกำนดเป็นรหัสตามลักษณะของพื้นที่ และระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลค่าค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C_j) โดยจะใช้ VLookup Function ของ MS-Excel จากตารางที่ได้กำหนดไว้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (Coefficient of Runoff) ตามรหัสพื้นที่

รหัสพื้นที่	ลักษณะใช้สอยของพื้นที่	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
11	1,1 เขตธุรกิจ – หนาแน่น	0.70	0.95	0.83
12	1.2 เขตธุรกิจ - รอบๆบริเวณเขตธุรกิจ	0.70	0.85	0.78
21	2.1 เขตที่พักอาศัย ครอบครัวเดียว	0.30	0.50	0.40
22	2.2 เขตที่พักอาศัย หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40	0.60	0.50
23	2.3 เขตที่พักอาศัย หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60	0.75	0.68
30	3.0 เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25	0.40	0.33
40	4.0 เขตอพาร์ทเมนท์	0.50	0.70	0.60
51	5.1 เขตอุตสาหกรรม – เบา	0.50	0.80	0.65
52	5.2 เขตอุตสาหกรรม – หนัก	0.60	0.90	0.75
60	6.0 สวนสาธารณะ / สนามหญ้า	0.10	0.25	0.18
70	7.0 สวนเด็กเล่น	0.20	0.35	0.28
80	8.0 สถานีรถไฟ ชุมทาง	0.20	0.35	0.28
90	9.0 ที่รกร้าง / ที่ดินว่างเปล่า	0.10	0.30	0.20
100	10 ที่จอดรถ คสล./สนามกีฬาผิวทึบน้ำ	0.85	0.95	0.90
110	11 ที่จอดรถลาดยาง / หินคลุก	0.70	0.85	0.78

(8) ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ออกแบบด้านชลศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการคำนวณขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำที่จะสามารถระบายน้ำด้วยอัตราการไหลสูงสุดที่ออกแบบ (Q) การออกแบบขนาดท่อจะถือว่าการไหลในท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำเป็นแบบเสมอต้น เสมอปลาย (Uniform Flow) และจะใช้สมการแมนนิ่ง (Manning's Formula) เพื่อคำนวณหาความจุและขนาดท่อ ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลสูงสุดที่ผ่านท่อ, ลบ.ม./วินาที

n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง

= 0.016-0.018 สำหรับคอนกรีต (ท่อหรือคลองดาดคอนกรีต)

= 0.025 สำหรับคลองดิน

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อหรือทางน้ำไหล, ตารางเมตร

R = รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic Radius), เมตร

= P/A

P = เส้นขอบเปียก (Wetted Perimeter), เมตร

S = ความลาดชันท่อออกแบบ

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ

(9) เกณฑ์ต่ำสุดของความเร็วในการไหลของน้ำในท่อระบายเพื่อป้องกันการตกตะกอน เท่ากับ 0.75 เมตรต่อวินาที

4.4.2 ไฟล์ประกอบของระบบ

ระบบ Spreadsheet ของ GURDMAN ได้ออกแบบให้รองรับทั้งการบันทึกข้อมูลฝนเพื่อช่วยในการสร้างกราฟ IDF curve และ การอ่านข้อมูลฝนจากฐานข้อมูลกลางเพื่อสร้างการ IDF curve ดังนั้นจึงได้ออกแบบระบบงานแยกเป็นไฟล์ 2 ไฟล์คือ

1. ไฟล์ **mainRainDatabase.mdb** เป็นไฟล์ MS-Access ซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลฝนของแต่ละสถานี
2. ไฟล์ Spread Sheet หลัก ชื่อ **GURDMAN-V1.0.xls** เป็น Excel ไฟล์หลัก

รายละเอียด โครงสร้างและหลักการการคำนวณในแต่ละไฟล์ มีดังนี้

(1) *ไฟล์ mainRainDatabase.mdb*

ไฟล์ mainRainDatabase.mdb เป็นไฟล์ฐานข้อมูลกลาง ใช้เพื่อเก็บข้อมูลฝนของแต่ละสถานี ซึ่งการออกแบบระบบอย่างนี้จะทำให้สามารถจัดเก็บข้อมูลฝนรายนาทีได้ทุกสถานี ทำให้เมื่อนำไปเชื่อมต่อกับระบบ Spread sheet ที่ได้จัดทำขึ้น สามารถนำไปสร้างกราฟ IDF Curve ได้ง่ายและรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยที่ไฟล์ mainRainDatabase.mdb ได้ออกแบบไว้ โดยมีโครงสร้างการเก็บข้อมูลเป็นลักษณะตาราง ซึ่งมีโครงสร้างตามหลักการออกแบบฐานข้อมูลดังตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 4.3 โครงสร้างฐานข้อมูลที่ออกแบบ

ลำดับ	ชื่อเขตข้อมูล (Field)	ชนิดข้อมูลที่จัดเก็บ	รายละเอียด
1	ID	AutoNumber	Primary Key เก็บลำดับข้อมูล
1	RStation	Text(5)	สำหรับจัดเก็บรหัสสถานีฝน
2	TimeCode	Currency	สำหรับจัดเก็บเวลาฝน (หน่วย ชม.)
3	Yrs	Text(5)	สำหรับจัดเก็บรอบปีฝน
4	RainfallAmount	Currency	สำหรับเก็บปริมาณฝน(มม,)

MaxRainfall : Table

ID	RStation	TimeCode	Yrs	RainfallAmount
1	39013	0.25	2	28.30
2	39013	0.50	2	41.20
3	39013	0.75	2	49.40
4	39013	1.00	2	54.90
5	39013	2.00	2	65.30
6	39013	3.00	2	70.40
7	39013	6.00	2	79.00
8	39013	12.00	2	85.60
9	39013	24.00	2	90.70
10	39013	0.25	5	36.30
11	39013	0.50	5	51.70
12	39013	0.75	5	61.60
13	39013	1.00	5	68.70
14	39013	2.00	5	83.40
15	39013	3.00	5	88.60
16	39013	6.00	5	99.00
17	39013	12.00	5	120.40
18	39013	24.00	5	127.30

รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลฝนในฐานข้อมูลกลาง

(2) *ไฟล์ GURDMAN-V1.0.xls*

โครงสร้างของไฟล์ GURDMAN-V1.0.xls ซึ่งเป็นไฟล์หลักของระบบ เป็นไฟล์ในรูปแบบของ Excel Application ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 Information เป็นส่วนแสดงรายละเอียดของ Spread Sheet ใช้สำหรับแสดงจุดประสงค์การจัดทำและบอกส่วนประกอบของระบบงาน และอื่นๆ

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่แสดงกราฟ IDF Curve และข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลฝน เพื่อคำนวณหาค่าความเข้มฝน (I) จากการรับค่าข้อมูลฝน ประกอบด้วย 3 Sheets คือ

(1) 1-Data Input : สำหรับบันทึกข้อมูลฝนเพื่อใช้ในการหาค่า I (Rainfall Intensity)

(2) 1-Results : ผลจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากข้อ 1 โดยใช้สมการ Gumbel ซึ่งในการใช้งานจริงจะซ่อน Sheet นี้เพื่อไม่ให้ผู้ใช้งานสับสนในเรื่องตัวเลข

(3) 1-IDF Curve : กราฟแสดงผลจากการบันทึกข้อมูลฝนในข้อ 1 เพื่อแสดง Return period

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่แสดงกราฟ IDF Curve จากฐานข้อมูลฝน ประกอบด้วย

(1) 2-IDF Curve Database : เป็น Sheet ที่แสดง กราฟ IDF Curve จากฐานข้อมูลฝน

(2) 2-Main Database : ฐานข้อมูลฝนจากสถานีต่างๆ

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลและ IDF Curve ที่ได้จากทั้ง 2 ส่วนที่กล่าวมาข้างต้นไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำไหลนอง (Qr) และทำการคำนวณปริมาณน้ำเสียในพื้นที่ (Qw) ความเร็วของน้ำในท่อ (V) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (D)ในส่วนนี้จะประกอบด้วย

(1) 3- Design Output ซึ่งเป็น Sheet หลักในการทำงานของระบบ เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลฝนมาใช้งานในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำ

ส่วนที่ 5 เป็นส่วนเก็บข้อมูลที่ใช้ในระบบ เช่นตารางค่าต่างๆ และวิธีการใช้งาน แยกเป็นข้อๆ ดังนี้

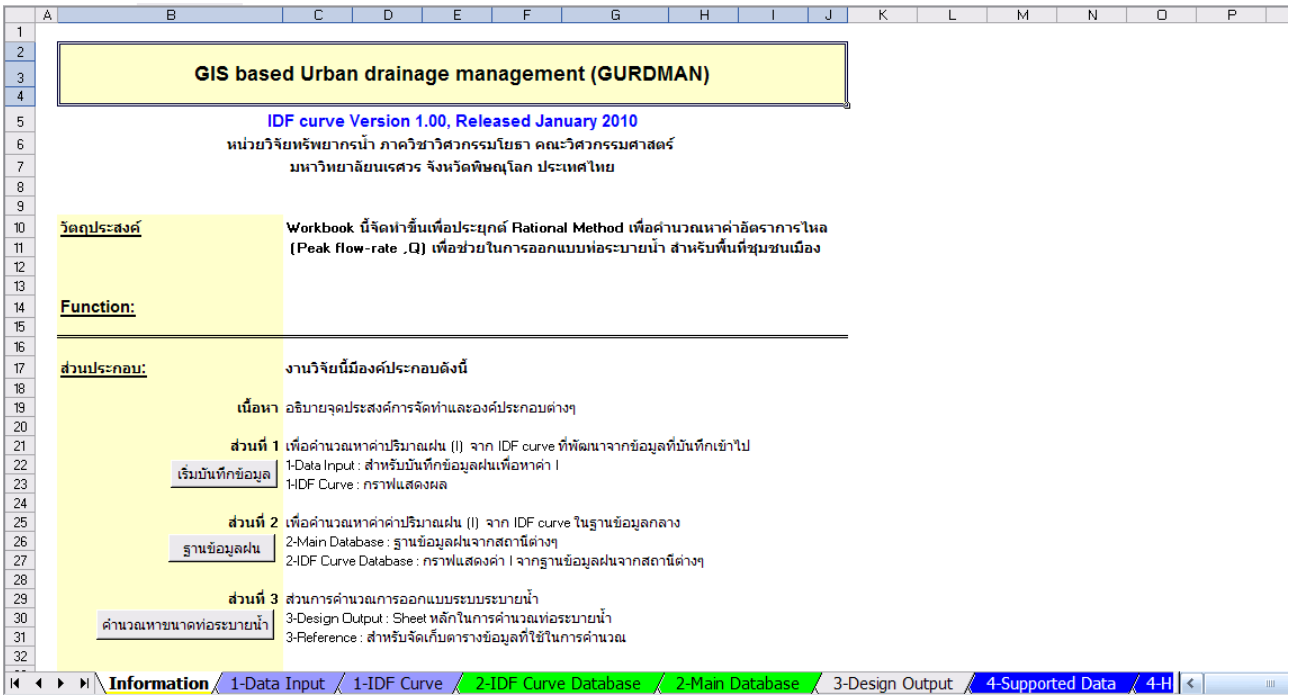
(1) 4-Supported Data : ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลตารางอ้างอิงต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณของระบบ

(2) 4-Help : เป็นวิธีการใช้งานของระบบ

รายละเอียดแต่ละส่วน ของ ไฟล์ GURDMAN-V1.0.xls มีดังนี้

ส่วนที่ 1: ส่วน Information

ส่วนนี้จะแสดงรายละเอียดของ Spread Sheet เพื่อใช้สำหรับแสดงจุดประสงค์การจัดทำและบอกส่วนประกอบของระบบงาน รวมทั้งมีเมนูเป็นปุ่มคำสั่งต่างๆ เพื่อให้ง่ายในการเข้าถึงแต่ละ Sheet ดังรูปที่ 4.10

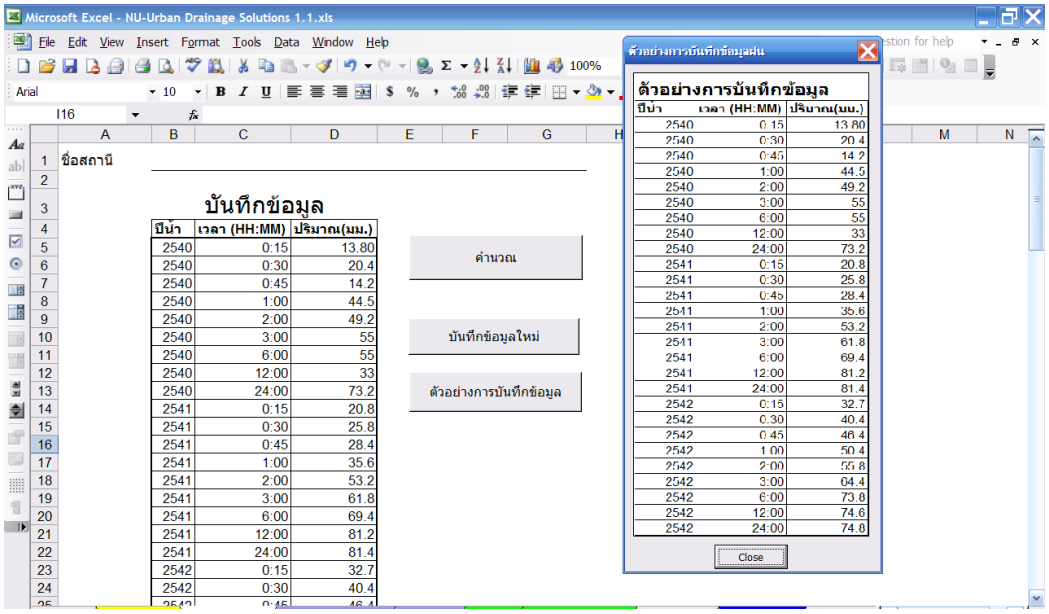


รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอส่วน Information

ส่วนที่ 2: ส่วนเพื่อคำนวณหาค่าความเข้มฝน (Rainfall intensity; I) จากข้อมูลฝน "1-Data Input" Sheet

ส่วนนี้เป็นส่วนการบันทึกข้อมูลฝน เพื่อที่จะสร้าง IDF Curve โดยในการบันทึกจะเริ่มจากการกดปุ่ม "บันทึกข้อมูลใหม่" เพื่อ Clear ข้อมูลเดิมพร้อมที่จะเริ่มบันทึก จากนั้นระบบจะนำ Cursor ไปเริ่มที่ "ชื่อสถานี" เพื่ออาจจะใช้ในการพิมพ์เก็บไว้ทางเครื่องพิมพ์ ข้อมูลที่บันทึกจะเป็นข้อมูลฝนรายนาที โดยสามารถดูตัวอย่างการบันทึกข้อมูลได้โดยการกดปุ่ม "ตัวอย่างการบันทึกข้อมูล" ดังรูปที่ 4.11

หลักการของการคำนวณเพื่อให้ได้ IDF Curve คือ หลังจากผู้ใช้งานได้บันทึกข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดแล้ว เมื่อกดปุ่ม “คำนวณเพื่อสร้างกราฟ” ระบบก็จะนำข้อมูลไปคำนวณสร้างตารางข้อมูลต่างๆ ตามหลักการของสมการ Gumbel Distribution และสร้างเป็นกราฟขึ้นมา โดยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนตามหลักการดังนี้



รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอส่วน **“1-Data Input” Sheet**

(1) เริ่มจาก “ตารางสรุปปริมาณฝนตามเวลาและปีน้ำ” ในรูปที่ 4.11 ข้างต้น ซึ่งเป็นตารางแบบ Pivote โดยใช้ข้อมูลจาก Sheet “1-Data Input” มาสรุปเป็นตาราง Pivote ซึ่งการออกแบบระบบแบบนี้จะทำให้มีความยืดหยุ่นของระบบทำให้ผู้ใช้งานจะสามารถเพิ่มหรือลดข้อมูลได้อิสระ สามารถพัฒนาได้ง่าย จากตารางข้อมูลแถวจะเป็นเวลา(นาที) และข้อมูลใน Column จะเป็นปีพศ.น้ำ และในส่วนข้อมูลจะเป็นปริมาณน้ำ

(2) นำข้อมูลจากข้อแรกซึ่งแยกตามเวลาน้ำ ตามปีพศ.ต่างๆ นำมาคำนวณค่า Mean และ ค่า SD

(3) จากขั้นข้อ 2 จะนำไปประมวลผลข้อมูลในตารางแสดงรอบการเกิดซ้ำ(เวลา/รอบปี) โดยใช้สมการ Gumbel Distribution

$$Q_{Tr} = \overline{Q} - 0.45S_Q - 0.7797S_Q \ln[-\ln(1-\tfrac{1}{Tr}]$$

โดยที่ Q_{Tr} คือ ค่าความเข้มของฝนที่รอบการเกิดซ้ำ Tr

$\bar{Q}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล ความเข้มของฝน

T_r คือ รอบปีการเกิดซ้ำ

(4) นำข้อมูลจาก “ตารางแสดงรอบการเกิดซ้ำ(เวลา/รอบปี)” ไปสรุปเป็นตารางแบบ Pivote ดังรูปที่ 4.12 เพื่อนำไป แสดงเป็นกราฟดังรูปที่ 4.13 ต่อไป

ตารางสรุปปริมาณฝนตามเวลาและปีน้ำ

ความเข้มฝน-มม./ชม.	ปีน้ำ								
เวลา (HH:MM)	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
0:15	13.8	20.8	32.7	17	20	40	13.4	16	20
0:30	20.4	25.8	40.4	20	33.2	60	31.4	35.2	32
0:45	14.2	28.4	46.4	23.2	42.4	66.6	40.6	45.6	41
1:00	44.5	35.6	50.4	25.5	44.6	67.4	42.6	62.8	46.6
2:00	49.2	53.2	55.8	40.3	44.8	82	46.8	77.4	48.6
3:00	55	61.8	64.4	59	45.6	88.8	47.6	81.8	52.2
6:00	55	69.4	73.8	82	60	89.4	47.8	99.4	60.9
12:00	33	81.2	74.6	91.8	92.9	98	47.8	111	70
24:00	73.2	81.4	74.8	91.8	116.8	99.6	47.8	116.4	70

สถิติผลจากข้อมูลดิบ

ความเข้มฝน-มม./ชม.	คาบความถี่(ปี)					
ช่วงเวลา(ชม.)	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00
0.25	80.16	112.00	133.04	159.68	179.40	199.00
0.50	62.34	83.72	97.88	115.78	129.06	142.22
0.75	48.28	66.23	78.09	93.11	104.24	115.29
1.00	44.57	55.84	63.30	72.72	79.71	86.65
2.00	26.48	32.91	37.17	42.55	46.54	50.51
3.00	19.79	24.14	27.02	30.67	33.37	36.05
6.00	11.35	13.84	15.49	17.58	19.13	20.66
12.00	6.15	7.97	9.18	10.71	11.84	12.97
24.00	3.42	4.25	4.81	5.51	6.02	6.54

ดู Chart

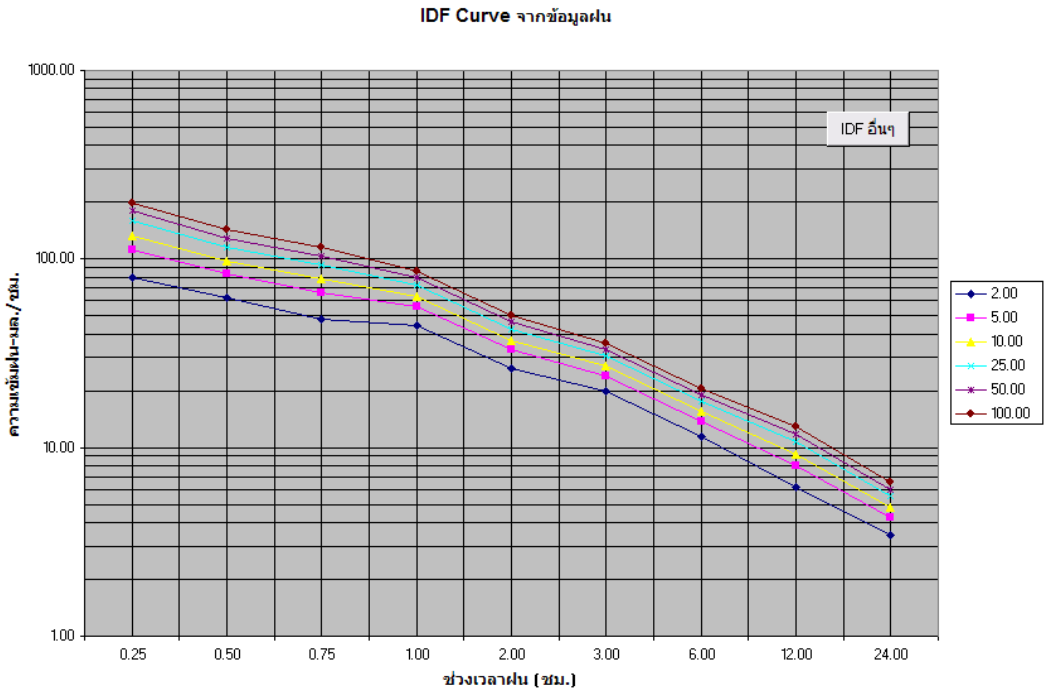
ตารางค่า Mean/SD

เวลา/ชม	Qbar	SQ
0.25	21.52	9.00
0.50	33.16	12.10
0.75	38.71	15.23
1.00	46.67	12.75

ตารางแสดงรอบการเกิดซ้ำ(เวลา/รอบปี)

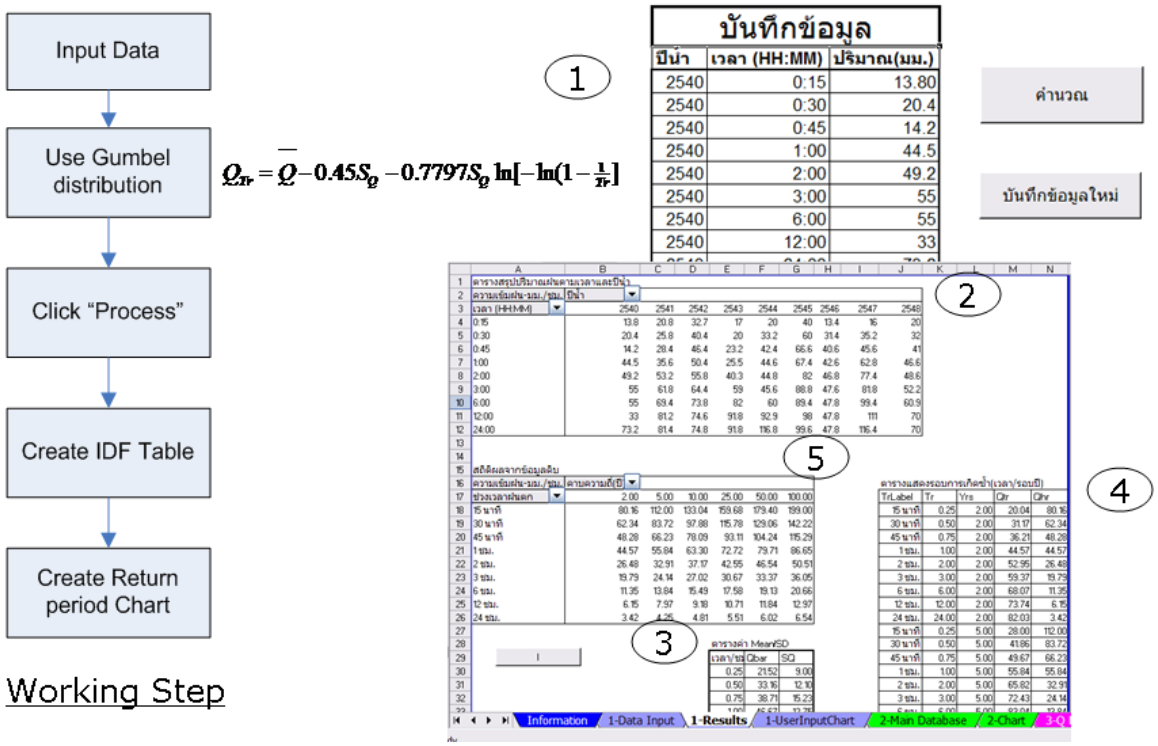
Tr	Yrs	Qtr	Qhr
0.25	2.00	20.04	80.16
0.50	2.00	31.17	62.34
0.75	2.00	36.21	48.28
1.00	2.00	44.57	44.57
2.00	2.00	52.95	26.48
3.00	2.00	59.37	19.79
6.00	2.00	68.07	11.35
12.00	2.00	73.74	6.15
24.00	2.00	82.03	3.42
0.25	5.00	28.00	112.00
0.50	5.00	41.86	83.72
0.75	5.00	49.67	66.23
1.00	5.00	55.84	55.84
2.00	5.00	65.82	32.91
3.00	5.00	72.43	24.14
6.00	5.00	83.04	13.84
12.00	5.00	95.66	7.97

รูปที่ 4.12 ตารางสรุปแสดงข้อมูลรอบการเกิดซ้ำ(เวลา/รอบปี)



รูปที่ 4.13 กราฟแสดง Intensity Duration Frequency curve (IDF curve)

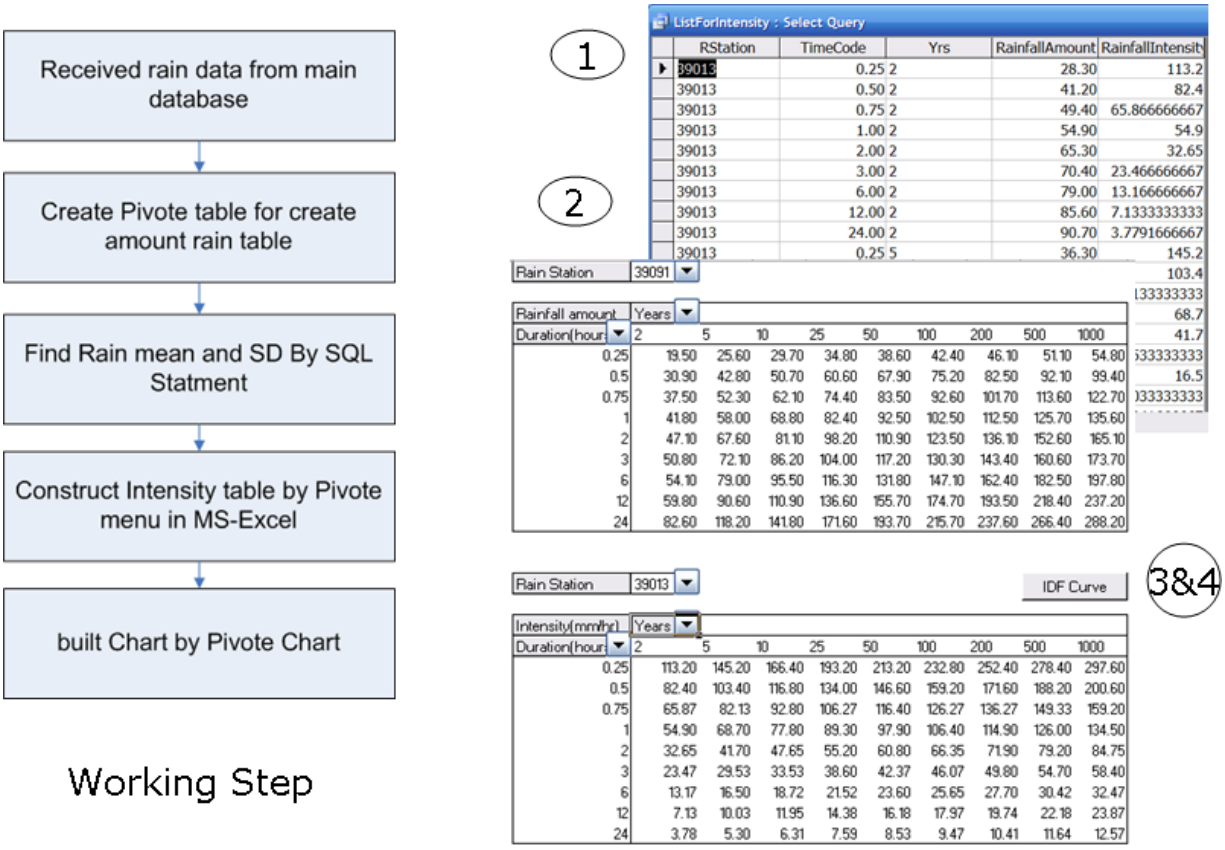
ขั้นตอนการทำงานของส่วนการบันทึกข้อมูลฝน เพื่อที่จะสร้าง IDF Curve สามารถเขียนเป็น Flow chart ได้ดังรูปที่ 4.14



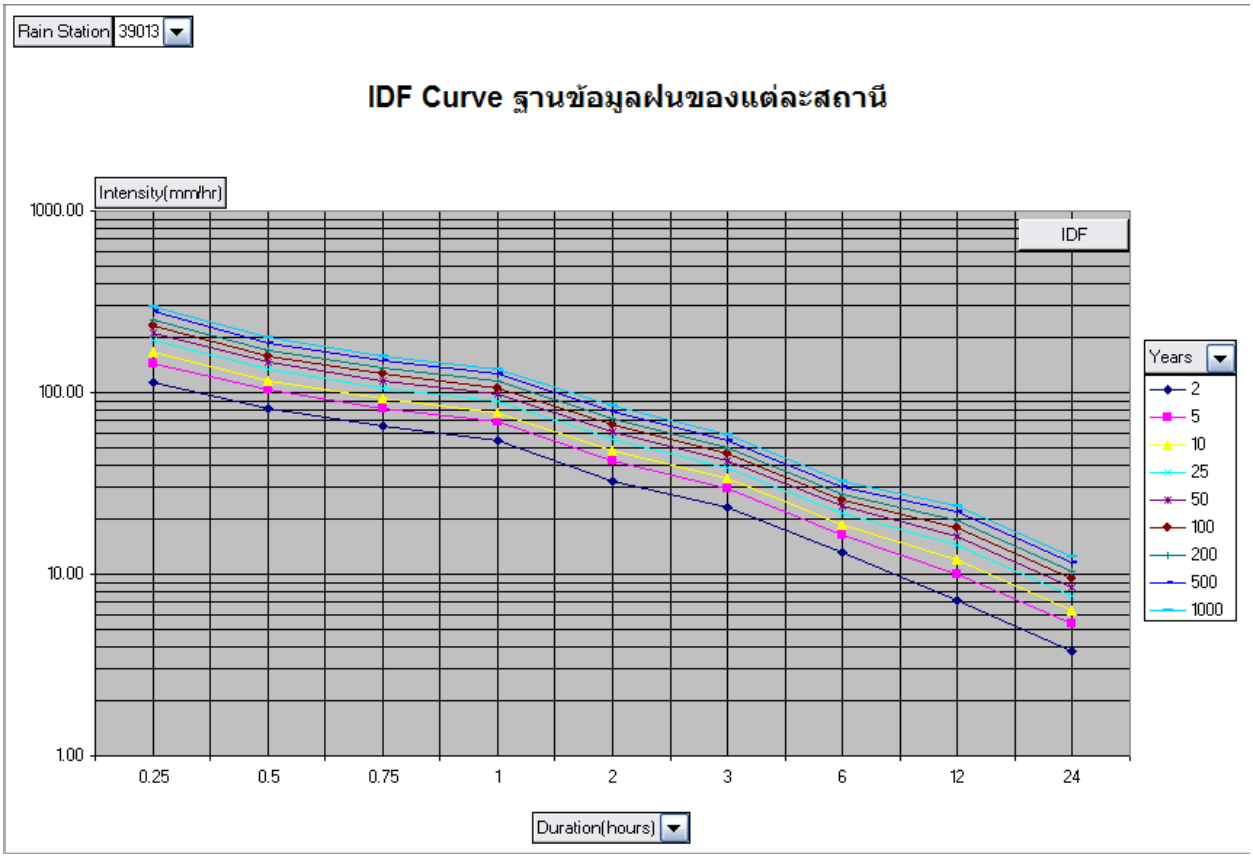
รูปที่ 4.14 Flow chart แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนที่ 2

ส่วนที่ 3: ส่วนหาค่าความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) จากฐานข้อมูลฝน

นอกเหนือจากการนำเข้าข้อมูลฝนเพื่อสร้าง IDF curve ในการหาค่า Rainfall Intensity ที่ return Period หนึ่งๆ แล้ว ยังมีระบบฐานข้อมูล IDF curve ที่ผู้ใช้สามารถนำเข้าข้อมูลฝนของแต่ละสถานีและเก็บเป็นฐานข้อมูลที่สามารถเรียกใช้เมื่อต้องการออกแบบในพื้นที่นั้นๆ โดยในขั้นตอนการทำงานจะใช้หลักการเดิมคือมีตารางที่จะบันทึกข้อมูลฝน แต่การบันทึกครั้งนี้จะบันทึกผ่านโปรแกรมจัดการด้านฐานข้อมูลเช่น MS-Access, MS-SQL Server, MySQL และอื่นๆ หลังจากนั้นก็จะใช้ MS-Excel ดึงข้อมูลมา ในหัวข้อของการเชื่อมข้อมูลจากภายนอก แล้วจะผ่านกระบวนการเดิมแบบการบันทึกข้อมูลฝน การสร้าง IDF curve ด้วย Gumbel Distribution โดยในส่วนนี้ที่แตกต่างไปคือจะมีสถานีฝนให้ในการหาค่า I ข้อมูลจะเปลี่ยนไปตามสถานีฝน รูปที่ 4.15 แสดงขั้นตอนและองค์ประกอบในการหาค่า Rainfall Intensity โดยใช้ฐานข้อมูลฝน จากนั้นก็จะใช้ความสามารถของ MS-Excel ในการสร้างกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 แสดงขั้นตอนและองค์ประกอบการหาค่า Rainfall Intensity โดยใช้ฐานข้อมูลฝน

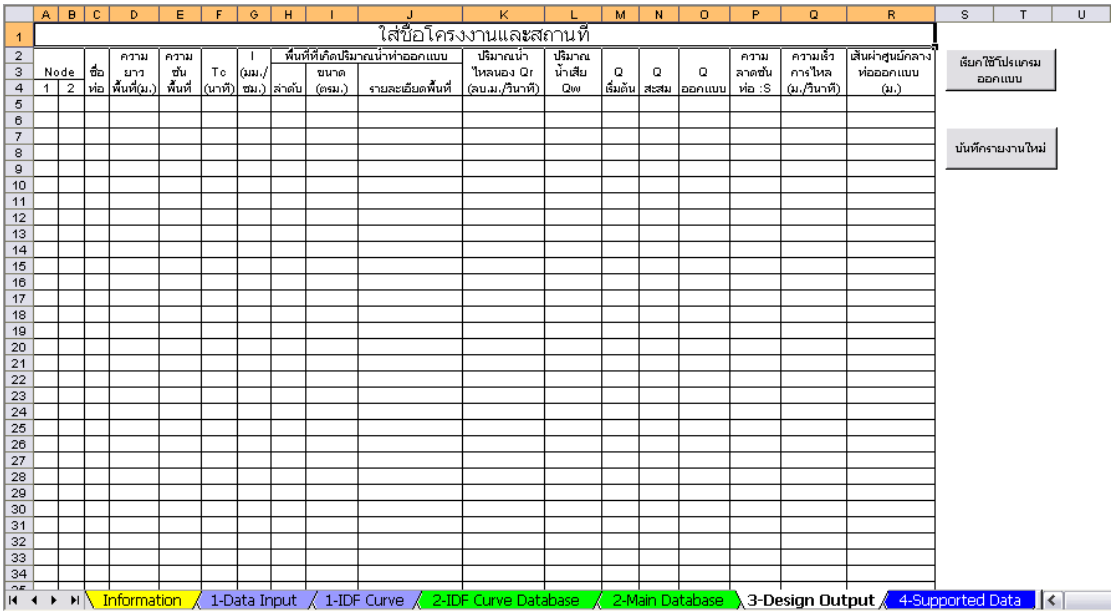


รูปที่ 4.16 กราฟแสดง IDF curve จากฐานข้อมูลฝน

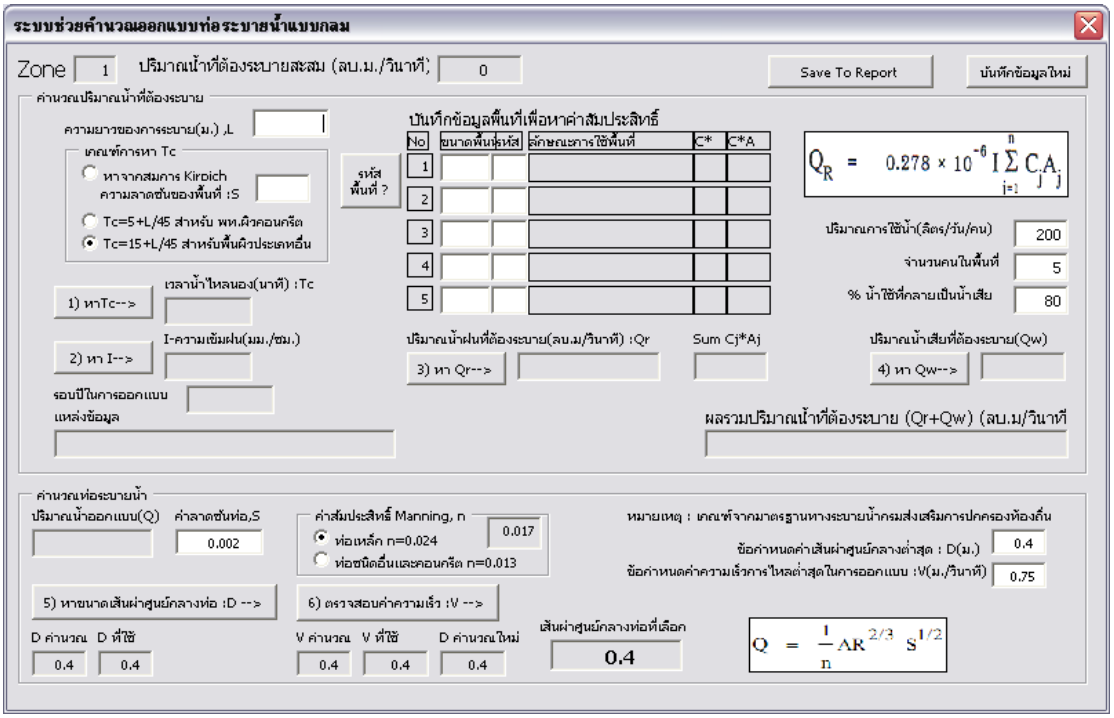
ส่วนที่ 4: ส่วนการประยุกต์ใช้ Rational Method สำหรับการหาอัตราการไหล (Q) ออกแบบ เพื่อนำไปสู่ การคำนวณขนาดของท่อระบบระบายน้ำ

ส่วนนี้เป็นส่วนการประยุกต์หลักการการออกแบบท่อระบายน้ำ โดยใช้หลักการของ Rational Method และ Manning Equation ตลอดจนเกณฑ์ด้านการระบายน้ำ เพื่อช่วยในการออกแบบระบบระบายน้ำ ซึ่งจะมีระบบงานนี้จะช่วยให้การคำนวณการออกแบบระบบระบายน้ำทำงานได้ง่ายขึ้น มีความรวดเร็ว ถูกต้องมากขึ้น ได้ค่าชัดเจน และที่สำคัญคือสามารถเลือกใช้ข้อมูลได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้ออกแบบ Sheet นี้ให้เป็นลักษณะรายงานพร้อมพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ ทำให้ประหยัดเวลาเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งถ้าผู้ใช้งานต้องการที่จะเริ่มคำนวณระบบท่อระบายก็จะสามารถกดปุ่ม “เรียกใช้โปรแกรมออกแบบ”โปรแกรมก็จะแสดงดังรูปที่ 4.17



(ก) แสดงหน้าจอการใส่ข้อมูลสำหรับการออกแบบ



(ข) แสดงหน้าจอการเรียกใช้โปรแกรมการออกแบบ

รูปที่ 4.17 การเรียกใช้งานโปรแกรมการออกแบบ