

ระบบจัดการการระบายน้ำชุมชนโดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ

GIS based urban drainage management

ศรินทร์ทิพย์ แทนธานี

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ 65000 Email: sarintip@nu.ac.th

บทคัดย่อ – ปัญหาน้ำท่วมขัง น้ำท่วมฉับพลันในชุมชนเมือง เป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นเป็นประจำ และ ส่งผลให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังส่งผลต่อสภาพความเป็นอยู่ของประชากรในชุมชน และ สภาพของน้ำในลุ่มน้ำโดยรวม ประกอบกับ ในปัจจุบันองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นได้นำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารจัดการ ชุมชน โดยจัดทำระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) เข้ามาช่วยในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้ขยายการใช้งานฐานข้อมูล GIS ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษานี้ จึงทำการพัฒนา ระบบจัดการการระบายน้ำชุมชน โดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS based urban drainage management (GURDMAN) โดยอาศัยระบบฐานข้อมูล GIS ของชุมชนที่มีอยู่ มาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ที่มีในโปรแกรมภูมิสารสนเทศ ArcGIS เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยา ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบระบบระบายน้ำในชุมชน GURDMAN เป็นระบบช่วยการคำนวณในรูปแบบ Spreadsheet ของโปรแกรม Microsoft Excel ที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้งานได้ ซึ่งพัฒนาภายใต้หลักการของ Rational Method ในการคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำท่า และ อาศัยสมการ Manning ในการหาค่าหน้าตัดของท่อระบายน้ำภายใต้เกณฑ์การออกแบบที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังได้พัฒนาระบบการสร้าง กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มของฝน - ระยะเวลา - ความถี่ (Rainfall Intensity - Duration - Frequency, IDF curve) จากข้อมูลฝนที่รวบรวมมาในอดีต ใน GURDMAN ด้วย เพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น GURDMAN เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบระบบระบายน้ำในชุมชนเมือง ที่ ผู้ปฏิบัติงาน

สามารถมาใช้งานควบคู่ไปกับระบบ GIS ได้อย่างเป็นรูปธรรมชัดเจน

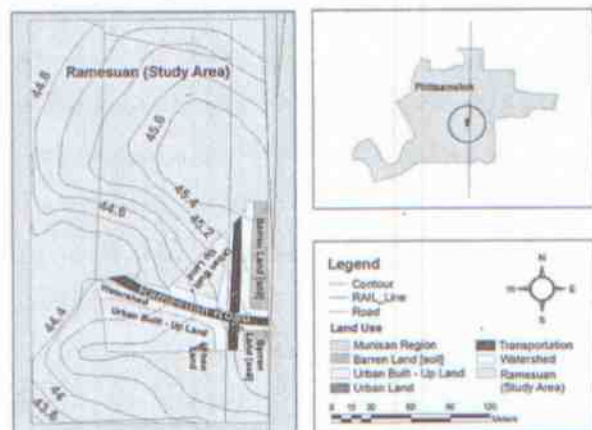
Abstract – Inundation and flash flood are the major problems in urban area which cause the economic losses, strike to social living and impact to the whole watershed. Nowadays, Thai local organizations attempt to apply the Geo-informatics to urban management by constructing their own GIS database. In order to enhance the capability of GIS utilization for these organizations, the study has been set to develop the GIS based urban drainage management (GURDMAN). According to the easily and widely used purposes, GURDMAN has been developed as the spreadsheet of Microsoft excel model. The hydrological parameters used in drainage calculation can be obtained by using the tool box in GIS model of ArcGIS which can be used in the calculation process of GURDMAN. The drainage calculation process is based on the Rational Method and Manning equation. In addition, for the convenient in calculation process, the Rainfall Intensity - Duration - Frequency (IDF) curve construction from historical rainfall was developed in GURDMAN, as well.

It can be stated that GURDMAN is one of tools for drainage system design, which the responsible person can use with their GIS database.

Keywords –GIS, Drainage system, ระบบระบายน้ำ
ชุมชน, ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ

1. บทนำ

จากการที่ ในปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริม ให้ องค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นสามารถบริหารจัดการกิจกรรมงานต่าง ๆ ที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบได้ด้วยตนเอง ตลอดจน ผลักดันให้มีการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้ ในการบริหารจัดการ ดังนั้นโครงการวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนา ระบบจัดการการระบายน้ำชุมชนโดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS based urban drainage management, GURDMAN) โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการด้านการระบายน้ำชุมชนที่เหมาะสม ที่สามารถเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) เป็นการขยายความสามารถ การใช้งานของระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ(GIS) ขององค์กรบริหารส่วนท้องถิ่นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการด้านการระบายน้ำ โดยเลือกพื้นที่ที่ประสบปัญหาการระบายน้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกบริเวณถนนราชมงคล เป็นพื้นที่ศึกษาค้างรูปที่



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

ในอดีตการระบายน้ำได้ดำเนินการภายใต้วิธี Rational method [1] ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลายจนถึงปลายทศวรรษ 1960 และในปัจจุบันยังนิยมใช้ในการวิเคราะห์การระบายน้ำในพื้นที่ขนาดเล็กที่ไม่มีผลกระทบจาก back water flow ทั้งไม่มีอาคารควบคุมน้ำ และอาคารบังคับน้ำ [2] หลังจากยุค 1960 เป็นต้นมาได้มีการเชื่อมโยงการวิเคราะห์

ระบบระบายน้ำให้ทำงานภายใต้ระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้วิธี Rational method ได้รับการพัฒนาให้สามารถคำนวณการไหลในเครือข่ายท่อ และทางน้ำได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่งผลให้การจัดการด้านการระบายน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้นถึงระดับหนึ่ง

การจัดการด้านการระบายน้ำยุคใหม่ นอกจากจะเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ สมเหตุ สมผล แล้วยังต้องมีความยั่งยืนด้วย [3] ฉะนั้น ระบบการออกแบบระบบระบายน้ำในชุมชน (GURDMAN) ที่พัฒนาขึ้นจึงเป็นระบบที่ใช้งานได้ง่าย ตลอดจนสามารถทำงานเป็นระบบเดี่ยว และ วางแนวทาง ให้สามารถหาพารามิเตอร์ที่ต้องใช้ ในการออกแบบจากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศได้ มุ่งเน้นด้านความยั่งยืนในการพัฒนา ภายใต้ทรัพยากรและเทคโนโลยี ที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้งานได้จริงมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

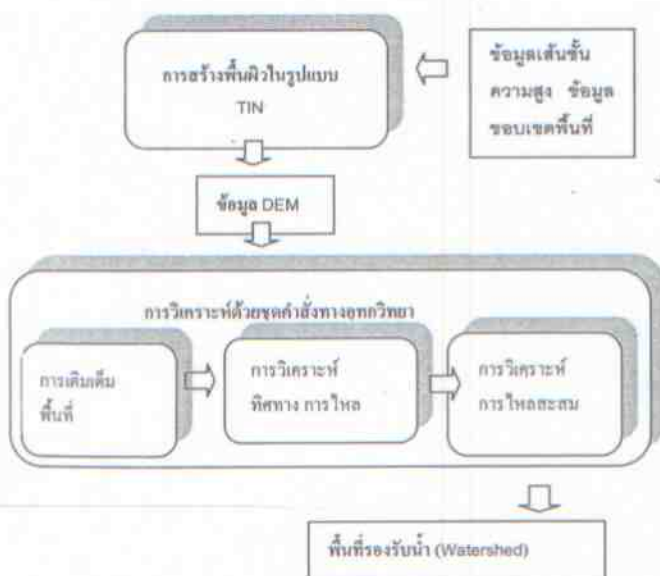
2. การประยุกต์ใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษา งานระบายน้ำชุมชน

ข้อมูล GIS ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการระบายน้ำชุมชน (Urban Drainage) เพื่อวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยา ที่ นำมาใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ ประกอบไปด้วยข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) ซึ่งได้จากการสร้างขึ้นด้วยการอาศัยข้อมูลเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ และข้อมูลเชิงพื้นที่ อื่น ๆ ที่แสดงขอบเขต เส้นทางต่างๆ ในแบบจำลองภูมิสารสนเทศ ArcGIS 9 ของบริษัท ESRI มีเครื่องมือที่ช่วยในการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาด้านการระบายน้ำ โดยแนวทางที่จะนำแบบจำลอง GIS มาใช้ในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางด้านการระบายน้ำ ประกอบด้วย

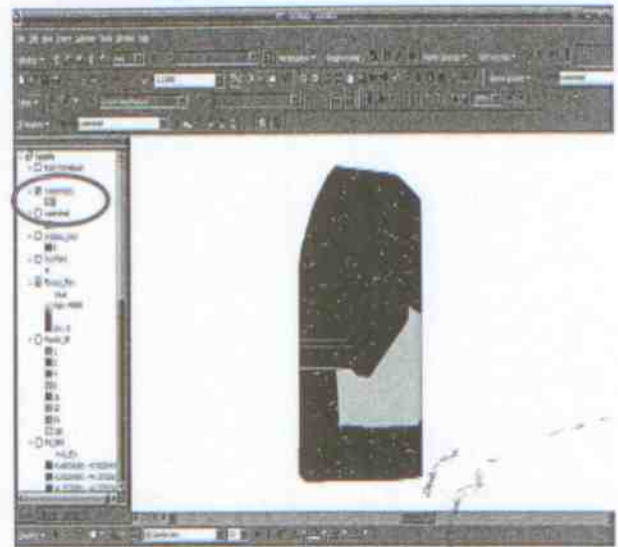
2.1 การวิเคราะห์พื้นที่รองรับน้ำ (watershed)

ในการวิเคราะห์พื้นที่รองรับน้ำ (Watershed) ต้องใช้ฐานข้อมูล DEM (DIGITAL ELEVATION MODEL) เพื่อช่วยสนับสนุนในการวิเคราะห์ สำหรับข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการ

สร้างชุดของข้อมูล DEM นั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลจุดความสูง (Spot elevation), ข้อมูลเส้นความสูง (Contour), ข้อมูล Stream, ข้อมูล Boundary การสร้างข้อมูล DEM สามารถทำได้โดยสร้างพื้นผิวในรูปแบบ TIN จากข้อมูล contour ที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ 2 มิติ ก่อน จากนั้นจึงทำเป็นข้อมูล DEM ซึ่งเป็นข้อมูล Raster ที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ด้วยชุดคำสั่งทางอุทกวิทยา โดยในโปรแกรม ArcGIS มี Extension ชื่อ Spatial Analyst ที่มีชุดคำสั่งสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลอุทกศาสตร์ซึ่งอยู่ในส่วนของ Hydrology ซึ่งผู้ใช้งานสามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การไหลของน้ำในพื้นที่รองรับน้ำได้ โดยรูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานบนฐานข้อมูล GIS เพื่อประเมินพื้นที่รองรับน้ำจากสภาพทางกายภาพของพื้นที่ โดยจะสามารถสร้างเป็นฐานข้อมูลของ Watershed ของพื้นที่ศึกษาได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่รองรับน้ำ (Watershed)



รูปที่ 3 ฐานข้อมูลของพื้นที่รองรับน้ำ (Watershed)

2.2 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้ที่ดิน (Land use)

การประเมินลักษณะของการใช้พื้นที่ นอกจากจะทำการสำรวจจากข้อมูลภาคสนามโดยตรง เพื่อวัดพื้นที่ของแต่ละประเภทในการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้ว ยังสามารถอาศัยการวิเคราะห์บนระบบแผนที่ GIS เพื่อทำการประเมินข้อมูล Land Use ประเภทต่างๆ ในบริเวณพื้นที่รับน้ำ (Watershed) ที่ศึกษาได้ โดยการ Digitizing อ้างอิงจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง ซึ่งการใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะเป็นประโยชน์มากเนื่องจากประหยัดเวลา และลดค่าใช้จ่ายในการสำรวจได้มาก ในการศึกษานี้ได้อาศัยภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (QuickBird imagery product) ดัง รูปที่ 4 และทำการ overlay ลงบนแผนที่ GIS ทำให้สามารถหาพื้นที่ของ Land use แต่ละประเภทได้ แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อความถูกต้องจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของประเภท Land use จากภาพถ่ายดาวเทียมกับพื้นที่จริงด้วย

2.3 การหาพื้นที่ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed)

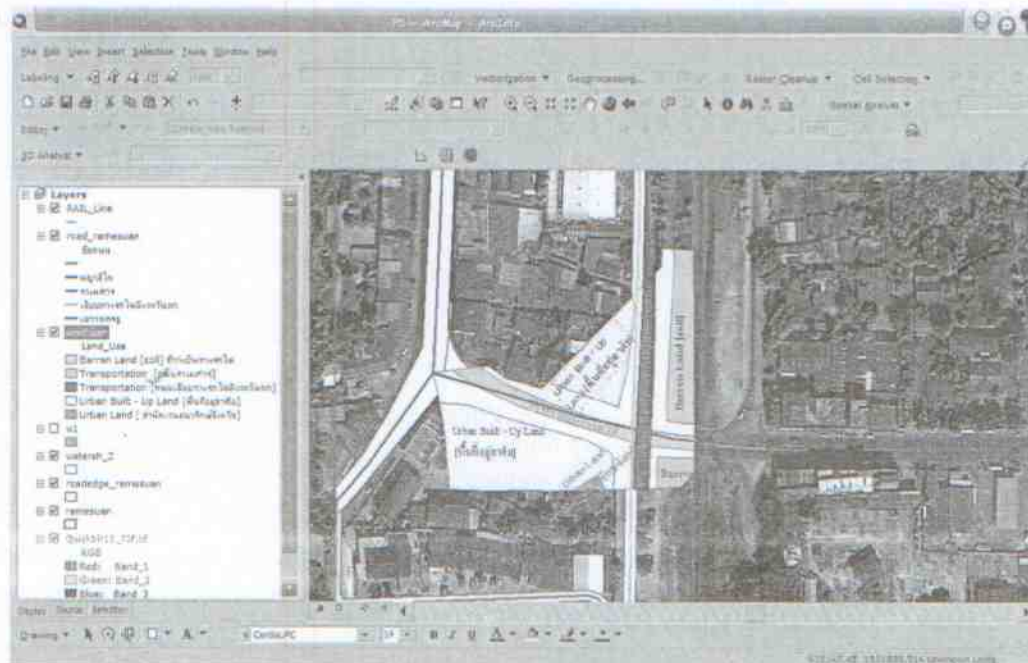
เมื่อทำการ จำแนกประเภทการใช้ที่ดิน (land use) แล้ว สามารถคำนวณหาขนาดของพื้นที่แต่ละประเภทเป็นราย zone ได้ 2 วิธี คือ (1) วิธีการคำนวณพื้นที่แบบ Advanced ซึ่งเป็นการคำนวณพื้นที่ โดยการเขียน Script ของ Visual Basic for Application (VBA) หรือ (2) วิธีการคำนวณพื้นที่ ด้วยคำสั่ง

Calculate Geometry โดยวิธีการนี้สามารถทำได้ใน ArcGIS ตั้งแต่เวอร์ชัน 9.2 ขึ้นไป

2.4 การวิเคราะห์ความลาดชัน ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed)

ความลาดชัน (Slope) หมายถึงความเอียงของพื้นผิวโลกที่ทำให้เกิดขนาดมุมขึ้นกับพื้นระดับ หรือ คืออัตราส่วนของความ

ต่างในระนาบตั้งกับทางราบระหว่างจุด 2 จุด ที่พิจารณาซึ่งในการหา vertical distance และ horizontal distance สามารถใช้เครื่องมือใน ArcGIS ได้โดยตรง



รูปที่ 4 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้ที่ดิน (Land use) จากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงโดย ArcGIS 9

3. การพัฒนาระบบจัดการการระบายน้ำชุมชนโดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GURDMAN)

ระบบจัดการการระบายน้ำชุมชน โดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS based Urban drainage management ,GURDMAN) เป็นระบบเพื่อช่วยงานด้านออกแบบระบบท่อระบายน้ำ โดยพัฒนาในรูปแบบ Spreadsheet ของโปรแกรม Microsoft Excel เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย และใช้งานกันอย่างกว้างขวาง โดยระบบนี้ ประยุกต์ใช้ วิธีการของ Rational Method ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ความต้องการระบาย และใช้สมการ Manning ในการออกแบบหน้าตัดท่อระบายน้ำ รายละเอียดของระบบมีดังต่อไปนี้

3.1 เกณฑ์การออกแบบที่ใช้ในการคำนวณ

หลักการออกแบบระบบระบายน้ำสำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีดังนี้

(1) ประเภทของน้ำที่เข้าสู่ทางระบายน้ำ มีอยู่ 2 ประเภทคือ ปริมาณน้ำท่าจากฝนในพื้นที่ (Q_r) ซึ่งคืออัตราน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นดิน และ ไหลนองไปตามพื้นที่ระหว่างที่ฝนกำลังตกและหยุดตก โดยหักส่วนที่ไหลซึมลงพื้นดินหรือไหลเข้าแหล่งพักน้ำต่างๆ และ ปริมาณน้ำเสียในพื้นที่ (Q_w) ซึ่งคือน้ำเสียที่เกิดจากการอุปโภคบริโภคของประชาชน จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำประปาที่ใช้ในแต่ละวัน โดยกำหนดค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเสีย (DWF) อยู่ที่ร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้

การคำนวณปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการออกแบบระบบการระบายน้ำ [4] มีสมการดังนี้

$$Q = Q_r + Q_w \quad (1)$$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำที่เข้าสู่ทางระบาย

Q_r = ปริมาณน้ำท่าจากฝนในพื้นที่

Q_w = ปริมาณน้ำเสียในพื้นที่

การคำนวณหาค่า ปริมาณน้ำท่าจากฝน Q_r นั้นประยุกต์ใช้ Rational Method เนื่องจากเป็นวิธีการที่นิยมใช้ออกแบบระบบระบายน้ำ สำหรับพื้นที่ที่รองรับน้ำมีขนาดเล็ก ไม่เกิน 25 ตร.กม.[5] ซึ่งเหมาะสมกับการเลือกใช้ในพื้นที่ระบายน้ำชุมชน โดยมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$Q_r = 0.278 \times 10^{-6} I \sum_{j=1}^n C_j A_j \quad (2)$$

โดย Q_r = ปริมาณน้ำไหลนองสูงสุดหรือการออกแบบอัตราการระบายน้ำ, ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

C = สัมประสิทธิ์ไหลนอง (Coefficient of Runoff) ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้พื้นที่ ดังตารางที่ 1

I = ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity), มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

A = พื้นที่รับน้ำฝน, ตารางเมตร

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การไหลนองตามพื้นผิวหรือลักษณะพื้นที่ใช้ประโยชน์ [7]

ลักษณะใช้ประโยชน์ของพื้นที่	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C)
1. เขตธุรกิจ	
- ถนนลาด	0.70-0.95
- ระบายน้ำบริเวณเขตธุรกิจ	0.70-0.85
2. เขตที่พักอาศัย	
- ครอบคลุมด้วย	0.30-0.50
- ระบายน้ำบริเวณครัว, แยกกัน	0.40-0.60
- ระบายน้ำบริเวณครัว, ผิดกัน	0.60-0.75
3. เขตที่พักอาศัย (ชนบท)	0.25-0.40
4. เขตพาณิชยกรรม	0.50-0.70
5. เขตอุตสาหกรรม	
- เบา	0.50-0.80
- หนัก	0.60-0.90
6. สวนสาธารณะ/สนามหญ้า	0.10-0.25
7. สวนเด็กเล่น	0.20-0.35
8. สถานีรถไฟ ขุนทาง	0.20-0.35
9. ที่จอดรถ/ลานจอดรถ	0.10-0.30
10. ที่จอดรถ/ลานจอดรถ/สนามกีฬา/ที่จอดรถ	0.85-0.95
11. ที่จอดรถ/ลานจอดรถ/สนามกีฬา/ที่จอดรถ	0.70-0.85

(2) การสร้างกราฟความสัมพันธ์ ความเข้มของฝนระยะเวลา และ ความถี่ในการเกิดฝน (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve, IDF) โดยวิเคราะห์หาความเข้มของ

การเกิดฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ ด้วย สมการ Gumbel Distribution [1] ดังนี้

$$Q_{Tr} = \bar{Q} - 0.45S_Q - 0.7797S_Q \ln[-\ln(1 - \frac{1}{Tr})] \quad (3)$$

โดยที่ Q_{Tr} คือ ค่าความเข้มของฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ Tr

$\bar{Q}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล ความเข้มของฝน

Tr คือ รอบปีการเกิดซ้ำ

(3) การคำนวณหาค่าเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลที่สุดมายังตำแหน่งรวบรวมน้ำ (T_c , Time of Concentration) เพื่อนำมาหาค่าความเข้มของฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำหนึ่งจาก ใน IDF curve การศึกษานี้ได้กำหนดให้สามารถ คำนวณจากสมการของ Kirpich(1940) [6] ซึ่งมีสมการดังนี้

$$T_c = 0.0195L^{0.77}S^{-0.385} \quad (4)$$

โดยที่ T_c คือเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลที่สุดมายังตำแหน่งรวบรวมน้ำ (นาทีก)

L คือ ความยาวของทางระบายจากจุดไกลสุดถึงทางออก (m)

S คือ ความลาดเฉลี่ยของพื้นที่ (m/m)

สมการนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดชัน 3-10% และมีวัชพืชปกคลุม และหากนำไปใช้กับ พื้นที่ผิวคอนกรีต แอสฟัลต์ จะใช้ $T_{cr} = T_c * 0.4$ และ รางคอนกรีต $T_{cr} = T_c * 0.2$

(4) การคำนวณขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำที่จะสามารถระบายน้ำด้วยอัตราการไหลสูงสุดที่ออกแบบ (Q) การออกแบบขนาดท่อ จะถือว่าการไหลในท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำเป็นแบบเสมอต้น เสมอปลาย (Uniform Flow) และจะใช้สมการแมนนิง (Manning's Formula) เพื่อคำนวณหาความจุและขนาดท่อ ดังนี้

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

โดย Q = อัตราการไหลสูงสุดที่ผ่านท่อ, ลบ.ม./วินาที

n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิง

= 0.013-0.016 สำหรับคอนกรีต

(ท่อหรือคลองลาดคอนกรีต)

= 0.025 สำหรับคลองดิน

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อหรือทางน้ำไหล, ตารางเมตร

R = รัศมีไฮดรอลิก (Hydraulic Radius), เมตร = A/P

P = เส้นขอบเปียก (Wetted Perimeter), เมตร

S = ความลาดชันท่อออกแบบ

(4) เกณฑ์ความเร็วที่ต่ำที่สุดของการไหลในท่อระบายน้ำที่ใช้เพื่อป้องกันการตกตะกอน คือ 0.75 เมตรต่อวินาที [7]

3.2 ไฟล์ประกอบของระบบใน GURDMAN

ระบบ Spreadsheet ของ GURDMAN ที่พัฒนาขึ้นนอกจากจะมีส่วนที่ช่วยในการคำนวณหาค่าปริมาณน้ำที่ต้องระบายออกจากพื้นที่และหาค่าหน้าตัดท่อที่เหมาะสมแล้ว ยังได้ออกแบบให้รองรับการบันทึกข้อมูลฝนเพื่อช่วยในการสร้างกราฟ IDF curve ที่สามารถอ่านข้อมูลฝนที่ Return period ต่างๆ ทั้งสร้างกราฟจากข้อมูลฝนในอดีต และเก็บข้อมูล IDF curve เป็นฐานข้อมูลที่สามารถเรียกใช้ในคราวต่อไปได้ ในการออกแบบระบบงานได้แยกเป็นไฟล์ 2 ไฟล์คือ

(1) ไฟล์ mainRainDatabase.mdb ในรูปแบบไฟล์ MS-Access เป็นไฟล์ฐานข้อมูลกลาง ใช้เพื่อเก็บข้อมูลฝนของแต่ละสถานี ซึ่งออกแบบให้สามารถจัดเก็บข้อมูลฝนรายนาที่ได้ทุกสถานี และเมื่อนำไปเชื่อมต่อกับระบบ Spreadsheet ที่ได้จัดทำขึ้น สามารถนำไปสร้างกราฟ IDF Curve ได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยไฟล์ mainRainDatabase.mdb ได้ถูกออกแบบให้มีโครงสร้างการเก็บข้อมูลเป็นลักษณะตารางดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โครงสร้างการเก็บข้อมูล

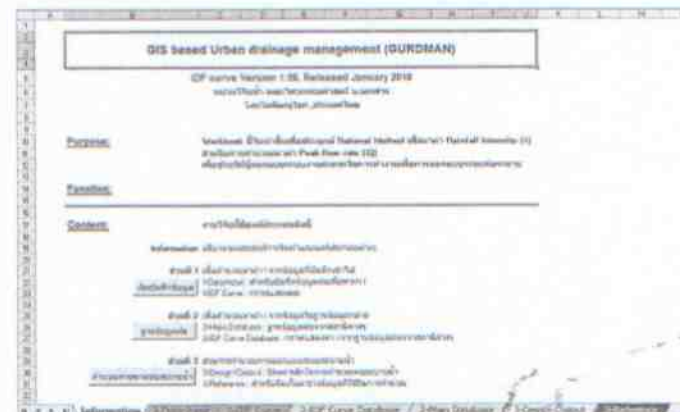
ลำดับ	ชื่อเขตข้อมูล (Field)	ชนิดข้อมูลที่จัดเก็บ	รายละเอียด
1	ID	AutoNumber	Primary Key ลำดับข้อมูล
2	RStation	Text(5)	รหัสสถานีฝน
3	TimeCode	Currency	เวลาฝนตก (หน่วย ชม)
4	Yrs	Text(5)	รอบปีที่เกิดฝน
5	RainfallAmount	Currency	ปริมาณฝน(มม)

(2) ไฟล์หลัก GURDMAN-V1.0.xls เป็นไฟล์ในรูปแบบ Spreadsheet ของ Microsoft Excel Application โครงสร้างของไฟล์ GURDMAN-V1.0.xls ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 Information เป็นส่วนแสดงรายละเอียดของ spreadsheet ใช้สำหรับแสดงจุดประสงค์การจัดทำและบอก

ส่วนประกอบของระบบงาน และอื่นๆ รูปที่ 5 แสดงหน้าจอ

ของ Information sheet



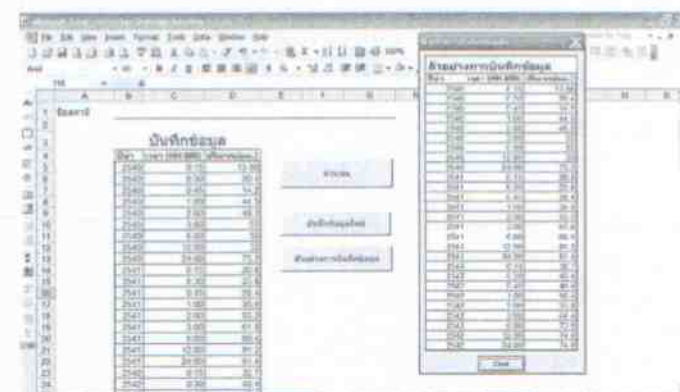
รูปที่ 5 Information Sheet

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่สร้างกราฟ IDF Curve จากการนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลฝน ตลอดจนคำนวณอ่านค่าความเข้มฝน (I) ประกอบด้วย 3 Sheets คือ

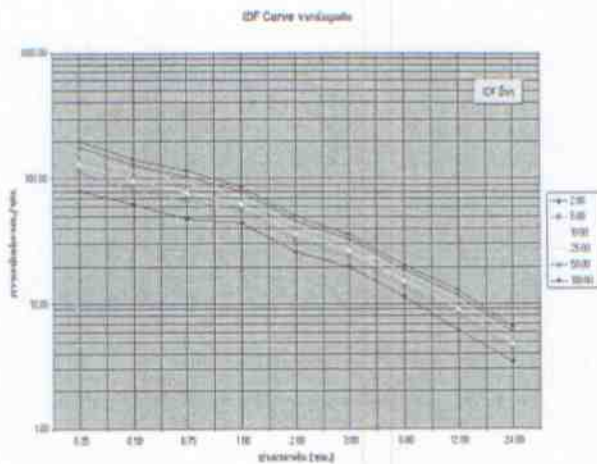
- (1) 1-Data Input : สำหรับบันทึกข้อมูลฝนเพื่อใช้ในการหาค่า I (Rainfall Intensity)
- (2) 1-Results : ผลจากการคำนวณค่าฝนที่ return Period ต่างๆ โดยใช้ข้อมูลจากData Input และสมการ Gumbel
- (3) 1-IDF Curve : เป็นส่วนที่แสดง IDF Curve

รูปที่ 6 แสดงหน้าจอการบันทึกข้อมูลฝน เพื่อนำไป

วิเคราะห์ หาค่ารอบปีที่เกิดซ้ำ จากนั้นสามารถแสดง ผลเป็น IDF curve ได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 แสดงหน้าจอการบันทึกข้อมูลฝน



รูปที่ 7 ตัวอย่างการแสดงผล IDF curve ที่ได้สร้างขึ้น

ส่วนที่ 7 เป็นส่วนที่แสดงกราฟ IDF Curve จากฐานข้อมูลกลางของฝน ประกอบด้วย

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

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนที่จะนำข้อมูลและ IDF Curve ที่กล่าวมาข้างต้นไปใช้ในการคำนวณขนาดท่อระบายน้ำ ในส่วนนี้ประกอบด้วย ขั้นตอนการคำนวณหาค่า ปริมาณน้ำไหลลงจากปริมาณน้ำฝน (Q_r) ปริมาณน้ำเสียในพื้นที่ (Q_w) ความเร็วของน้ำในท่อ (V) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (D) โดยใช้ข้อมูลจาก IDF Curve ส่วนที่ 2 หรือ ส่วนที่ 3 และ ขั้นตอนการแสดงผลการออกแบบ (Design Output) ซึ่งเป็น Sheet หลักในการทำงานของระบบการออกแบบระบบท่อระบายน้ำ รูปที่ 8 และ รูปที่ 9 แสดงหน้าจอการนำเข้าข้อมูลสำหรับการออกแบบและหน้าจอการเรียกใช้โปรแกรมการออกแบบ ตามลำดับ

รูปที่ 8 หน้าจอการนำเข้าข้อมูลสำหรับการออกแบบ

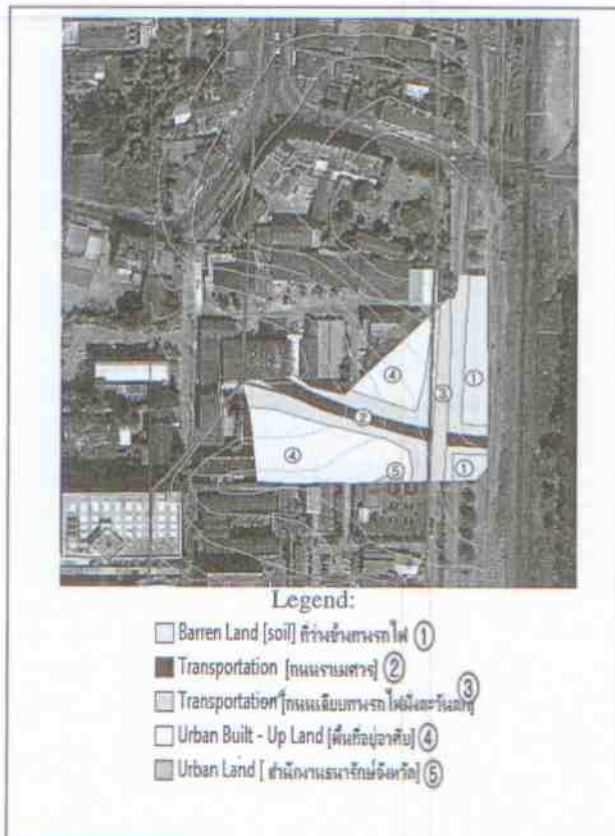
รูปที่ 9 หน้าจอการเรียกใช้โปรแกรมการออกแบบ

ส่วนที่ 5 เป็นส่วนเก็บข้อมูลที่ใช้ในระบบ เช่น ตารางค่าต่างๆ และวิธีการใช้งาน แยกเป็นข้อๆ ดังนี้

- (1) 4-Supported Data : ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลตารางอ้างอิงต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณของระบบ
- (2) 4-Help : เป็นรายละเอียดช่วยในการอธิบายวิธีการใช้งานของระบบ

4. ผลการศึกษา

เมื่อทำการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา ถนนรามสวร ด้วย ข้อมูล GIS ในขั้นตอน การประยุกต์ใช้ GIS ในการศึกษาการระบายน้ำชุมชน (Urban Drainage) เพื่อวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยา ที่ นำมาใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ นั้นได้ผลการวิเคราะห์พื้นที่ดังสรุปใน รูปที่ 10 และ ตารางที่ 3

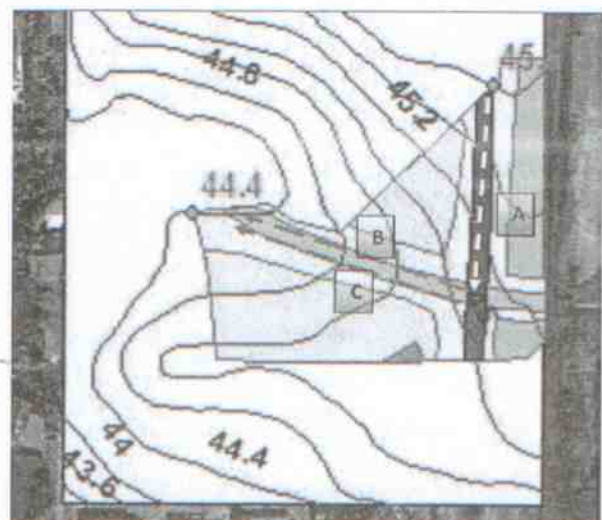


รูปที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่ จากฐานข้อมูล GIS

ตัวอย่างการออกแบบระบบระบายน้ำ ของพื้นที่ศึกษาบนถนนราเมศวร ที่รองรับปริมาณน้ำจากพื้นที่ 4 และ พื้นที่ 5 ในรูปที่ 10 ข้างต้น ด้วยแบบจำลอง GURDMAN สามารถสรุปผลการออกแบบได้ดัง รูปที่ 11 และ ตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาขนาดท่อ B ที่ออกแบบได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7 เมตร แต่ท่อที่มีอยู่จริงมีขนาด 0.6 เมตร เล็กกว่าขนาดที่ควรประกอบกับพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแอ่งไม่มีท่อรับน้ำที่รองรับการระบายจากพื้นที่ได้ ทำให้พื้นที่บริเวณนี้ประสบปัญหาน้ำท่วมขังเมื่อมีฝนตกหนัก

ตารางที่ 3 สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดและลักษณะของพื้นที่

Area no.	Land_Use	Area_Meter (m ²)
1	Barren Land [soil] ที่ว่างข้างทางรถไฟ	1002.91
1	Barren Land [soil] ที่ว่างข้างทางรถไฟ	250.791
2	Transportation [ถนนราเมศวร]	848.021
3	Transportation [ถนนเลียบทางรถไฟฝั่งตะวันตก]	707.143
4	Urban Built - Up Land [พื้นที่อยู่อาศัย]	2603.041
4	Urban Built - Up Land [พื้นที่อยู่อาศัย]	1059.953
5	Urban Land [สำนักงาน ธนาคาร จังหวัด]	60.236



Legend: ← --- แนวท่อออกแบบและทิศทางการไหล

รูปที่ 11 แสดงแนวท่อออกแบบบนถนนราเมศวร

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ด้วย แบบจำลอง GURDMAN

ชื่อ ท่อ	พื้นที่ออกแบบ			Tc (นาท)	I (มม./ ชม.)	ปริมาณ น้ำไหล ของ Qr (ลบ.ม./ วินาที)	ปริมาณ น้ำเสีย Qw (ลบ.ม./ วินาที)	Q เริ่มต้น	Q สะสม	Q ออกแบบ	ความ ลาด ชันต่อ :S	ความเร็ว การไหล (ม./ วินาที)	เส้นผ่านศูนย์กลาง ท่อออกแบบ (ม.)
	ลำดับ	ขนาด (ตรม.)	ค่า C										
A	1	707.14	0.9	17.78	99.29	0.0245	0.1327	0.1572	0	0.1572	0.002	0.8587	0.5
	2	250.79	0.2										
	3	1002.9	0.2										
B	1	1060	0.68	18.2	98.82	0.0545	0.1327	0.1872	0.1572	0.3444	0.002	1.0239	0.7
	2	424.01	0.9										
C	1	2603	0.68	18.2	98.82	0.0132	0.0679	0.0811	0	0.0811	0.002	0.6935	0.4
	2	424.01	0.9										

5. สรุป

หน่วยงานท้องถิ่นที่ได้ทำการพัฒนาระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ขึ้นเพื่อใช้งานในการบริหารจัดการท้องถิ่นอยู่แล้วนั้น หากนำข้อมูล GIS มาประยุกต์ใช้กับการออกแบบระบบระบายน้ำ ก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานระบบฐานข้อมูลได้อย่างมาก ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ข้อมูล GIS ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยาที่ต้องใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ ตลอดจนทำการพัฒนาแบบจำลอง GURDMAN แบบ Spreadsheet ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้งานได้สะดวกและไม่ยุ่งยากเพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้ที่มีขีดความสามารถดูแล ออกแบบระบบระบายน้ำสามารถนำไปใช้งานได้ แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่พัฒนานี้ยังอยู่ในระยะแรกที่มีข้อจำกัดในการออกแบบสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กเท่านั้น ซึ่งควรจะทำการพัฒนาต่อไปเพื่อให้ครอบคลุมเงื่อนไขต่างๆ ในการออกแบบ

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการศึกษาวิจัยนี้ ได้รับงบประมาณสนับสนุนเพื่อการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ตลอดจนได้รับความอนุเคราะห์การใช้แบบจำลอง ArcGIS จาก

หน่วยวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางการเกษตร และ
สิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Chow, Ven Te ; Maidment, David R.; Mays, Larry W. Applied Hydrology, McGraw-Hill, 1988
- [2] Chocat B., Urban Drainage-Out-of-sight-out-of mind? IAHR/IWA Joint committee on Urban Drainage Novetech, GRAIE, pp1659-1690, 2004
- [3] Marsalek J. and Chocat B. International report on stormwater management (SWM). 1st IWA congress (Berlin), 16pp, 2001
- [4] ธงชัย พรหมสวัสดิ์, คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน, สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, 2539.
- [5] Baumann D.D., 'Urban Water Demand Management and Planning, Mc Graw-Hill, Inc, 1998
- [6] วีระพล แด่สมบัติ, อุทกวิทยาประยุกต์, ฟิสิกส์เชิงเคอร์การพิมพ์, 2531
- [7] กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย มาตรฐานทางระบายน้ำ