บทที่ 2
เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของหน่วยงานท้องถิ่น

โครงการได้คัดเลือกพื้นที่ศึกษาต้นแบบในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกเนื่องจากเป็นชุมชนที่ประสบปัญหาน้ำท่วมขัง ลักษณะชุมชนเติบโตจากสภาพเมืองเก่าและมีผลกระทบจากการจัดการน้ำในลุ่มน้ำน่าน เทศบาลพิษณุโลกได้พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ขึ้นในปี 2548 การพัฒนาระบบ GIS นี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้สามารถนำมาใช้กับระบบแผนที่ภาษี และทะเบียนทรัพย์สิน (Tax Mapping System) อย่างไรก็ตามการที่หน่วยงานมีระบบฐานข้อมูล GIS อยู่แล้วก็สามารถนำระบบ GIS มาใช้ในการวางแผนตัดสินใจ การบริหารจัดการด้านโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานด้านต่าง ๆ ได้ด้วย

ฐานข้อมูล GIS เป็นแผนที่พื้นฐาน (Digital) ที่พัฒนาขึ้นโดยอาศัยวิธีการสำรวจด้วยภาพรูปถ่ายทางอากาศ (Digital Photogrammetry) ร่วมกับการสำรวจรังวัดหมุดบังคับภาคพื้นดิน (GPS Ground Control Point Surveying) ปรับแก้รูปถ่ายทางอากาศในระบบ Digital Photogram และจัดทำแบบจำลองภูมิประเทศ (Digital Terrain Model, DIM) เพื่อจัดทำเป็น Orthophoto Map การแสดงตำแหน่งและข้อมูลข้อมูลภูมิศาสตร์ลงบนแผนที่กำหนดแสดงให้ได้ด้วย จุด (Point) , เส้น (Line) , พื้นที่ปิด (Area หรือ Polygon) เป็นต้น รายละเอียดของรูปลักษณ์แสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ มีดังนี้

(1) จุด (Point) เป็นลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีตำแหน่งที่ตั้งเฉพาะเจาะจง ไม่มีขนาดพื้นที่ไม่มีความยาว หรือมีเพียงตำแหน่งอย่างเดียวสามารถแทนได้ด้วยจุด เช่น หมุดหลักเขต บ่อน้ำ จุดชมวิว จุดความสูง (Spot elevation) อาคาร ตึก สิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

(2) เส้น (Line) เป็นลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่วางตัวเป็นจุดต่อเนื่องไปตามทางระหว่างจุด 2 จุด จะแทนด้วยเส้น เป็นข้อมูลที่มีความต่อเนื่องกัน ไม่มีความกว้าง เช่น ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นลำน้ำ เส้นถนน โครงข่ายสาธารณูปโภค เส้นชั้นความสูง เป็นต้น

(3) พื้นที่ (Polygon) เป็นลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีขนาดพื้นที่จะถูกล้อมรอบด้วยเส้น เพื่อแสดงขนาดขอบเขต ตัวอย่างข้อมูลที่เป็นพื้นที่ เช่น เขตตำบล อำเภอ จังหวัด ขอบเขตอุทยานแห่งชาติ เขตน้ำท่วม เป็นต้น

รายละเอียดชั้นข้อมูลแผนที่จาก Orthophoto Map สำหรับหน่วยงานท้องถิ่น ประกอบด้วยกลุ่มแผนที่ดังนี้

(1) เขตการปกครอง ประกอบด้วย เขตเทศบาล หลักเขตเทศบาล ขอบเขตชุมชน

(2) ลักษณะภูมิประเทศ ประกอบด้วย เส้นขั้นความสูง จุดแสดงความสูง

(3) ทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วย เส้นทางน้ำ เส้นขอบทางน้ำ ขอบเขตพื้นที่แหล่งน้ำ

(4) โครงสร้างพื้นฐาน ประกอบด้วย เส้นทางถนน เส้นทางกลางถนน

(5) ข้อมูลอื่น ๆ เช่น สะพาน สะพานลอย ท่อลอด เป็นต้น

การนำเข้าแผนที่และฐานข้อมูลอื่น ๆ จะประกอบด้วยข้อมูลแผนที่ท่อน้ำประปา ไฟฟ้า ท่อระบายน้ำ และพื้นที่ชุมชน รวมทั้งข้อมูลเชิงบรรยายที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ในแต่ละประเภทด้วย

2.2 หลักการด้านการระบายน้ำ

การระบายน้ำในชุมชนขนาดใหญ่ จะต้องวางแผนให้มีท่อระบายน้ำหลักไว้ทั่วทั้งเขตพื้นที่ และระบบระบายน้ำของพื้นที่ย่อยจะนำมาต่อเชื่อมเข้ากับระบบระบายน้ำหลักซึ่งการออกแบบวางแผนลักษณะนี้เรียกว่าเป็นระบบวางแผนของทั้งลุ่มน้ำ (Basin-wide planning) การจัดการระบายน้ำให้มีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับระบบระบายน้ำที่มีอยู่สามารถรองรับ ปริมาณน้ำฝนไหลนองที่ต้องการระบายหรือไม่ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ฝนและการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนไหลนองหลักการในการประมาณปริมาณน้ำไหลนองมีอยู่สองแนวความคิดด้วยกัน ในหลักการแรก กำหนดให้ปริมาณน้ำไหลนองมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนโดยตรง โดยเป็นสัดส่วนกับปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่ ๆ พิจารณา สำหรับในแนวความคิดที่สองจะประมาณปริมาณน้ำไหลนองโดยคิดหักปริมาณน้ำที่ซึมลงดิน ปริมาณน้ำที่ถูกอุ้มไว้ในดินในพืชและระหว่างการไหล ออกจากปริมาณฝนที่ตกลงมาในวิธีแรกซึ่งนิยมเรียกกันว่า Rational Method ได้ใช้กันมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2432 และยังเป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายในปัจจุบัน แม้จะเป็นวิธีที่ประมาณปริมาณน้ำไหลนองได้ไม่ตรงกับความเป็นจริงนักก็ตาม ส่วนในแนวความคิดที่สองได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้คำนวณหาปริมาณน้ำไหลที่แม่นยำขึ้น วิธีที่สองนี้มีผลให้การก่อสร้างท่อระบายให้ได้ถูกต้องในเชิงเศรษฐศาสตร์มากยิ่งขึ้นด้วย โดยทั้งสองแนวทางความคิด จะต้องพิจารณาถึงความถี่ของฝน และรอบปีที่ฝนจะกลับมาเกิดขึ้นอีกได้ในอนาคตด้วย (ธงชัย, 2539)

ในวิธี Rational method หรือที่นิยมเรียกกันในประเทศอังกฤษว่า Lloyd-Davies methodกำหนดให้อัตราน้ำไหลนอง มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของฝนดังสูตร

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} C\, i\, A$$

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

C เป็นสัมประสิทธิ์ของการไหลนอง เป็นค่าคงที่ ๆ ไม่มีหน่วย ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ของบริเวณนั้น ๆ ดังตารางที่ 2.1

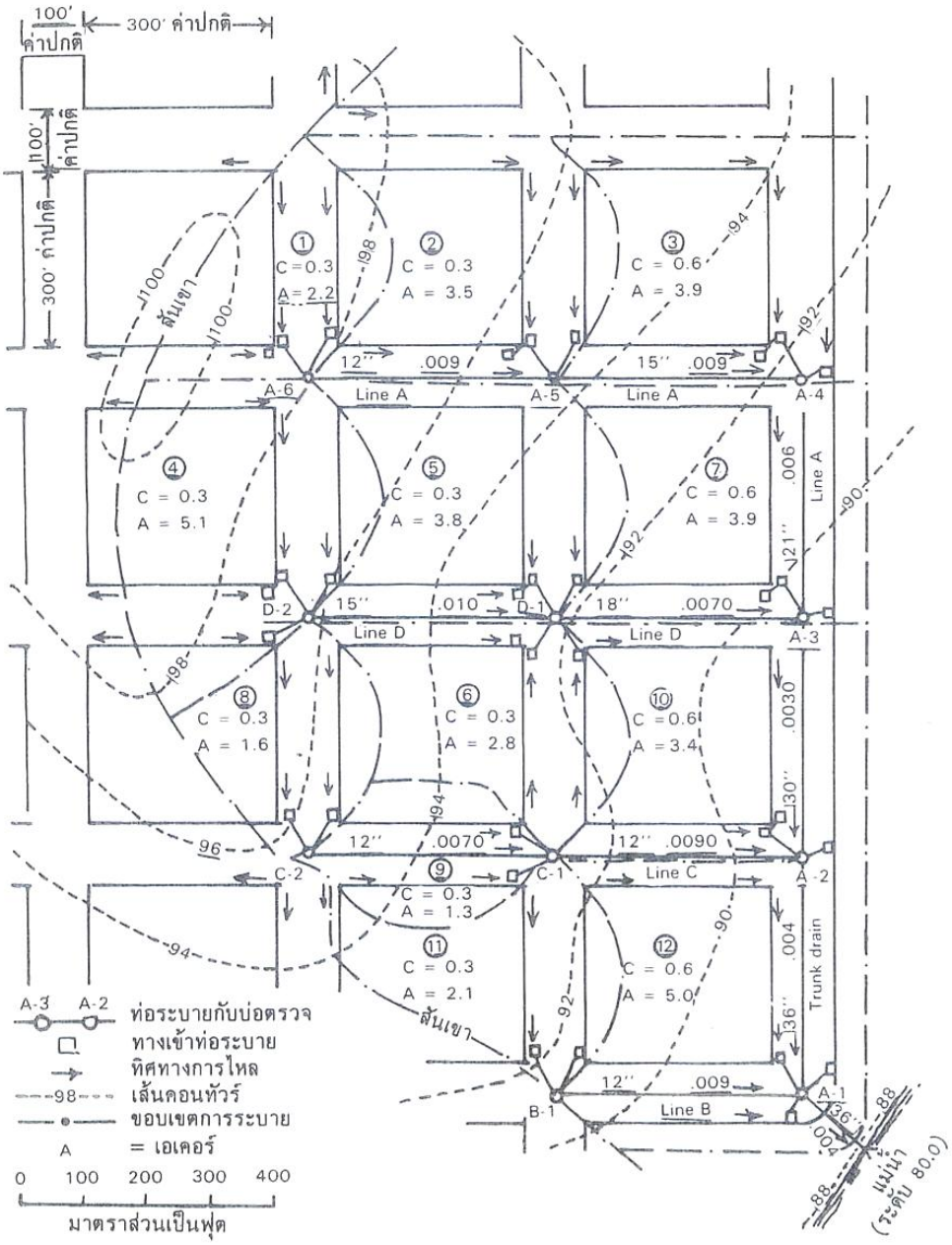
i คือความเข้มเฉลี่ยของฝน เป็น มม./ชม.

A เป็นพื้นที่ ที่จะระบายน้ำออก เป็น ตร.ม.

วิธีนี้ใช้ประมาณอัตราน้ำไหลนองให้ถูกต้องแม่นยำได้ไม่ดีนัก จะใช้ได้ดีก็เฉพาะกับพื้นที่ระบายขนาดเล็ก ๆ (Baumann et. Al, 1998) และเมื่อนำสูตรไปใช้ต้องมีความเข้าใจอย่างถูกต้องว่า วิธี Rational method นี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่สำคัญ 4 ประการ คือ (1) ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองเป็นค่าคงที่ (2) อัตราไหลนองสูงสูงสุดที่จุดใด ๆ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มเฉลี่ยของฝนที่ตกในช่วงเวลานับว่าฝนตก (t_c) และไหลมาจนถึงจุดนั้น ๆ (3) เวลานับว่าฝนตก (t_c) ให้ถือว่าเท่ากับเวลาที่น้ำไหลนองก่อตัวเป็นรูปร่างและไหลจากจุดที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบายมายังจุดที่กำลังพิจารณาหรือออกแบบ และ (4) ความถี่ของอัตราน้ำไหลนองสูงสุดเท่ากับความถี่ของฝนที่ความเข้มเฉลี่ยนั้น ๆ วิธีนี้ให้ผลเป็นที่น่าพอใจมากสำหรับพื้นที่ระบายขนาดเล็ก และมักจะตีขอบวงจำกัดในการใช้สูตรนี้ออกแบบระบบระบายน้ำสำหรับพื้นที่โครงการไม่เกิน 13 ตร.กม. ในพื้นที่ระบายขนาดใหญ่ บริเวณแอ่งขังน้ำและการที่น้ำไหลระบายซึมลงดินได้ สามารถทำให้ปริมาณและอัตราของน้ำไหลนองลดลง วิธี Rational method จึงทำให้การประเมินอัตราน้ำไหลนองได้ค่ามากกว่าที่เป็นจริง ฉะนั้นจึงมีมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง มาตรการหนึ่งที่นิยมใช้ได้แก่การลดปริมาณฝนให้เป็นสัดส่วนกลับกับขนาดพื้นที่ รูปที่ 2.1 แสดงผังการระบายน้ำฝนของชุมชนแห่งหนึ่ง

ตารางที่ 2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลนอง (C)

ลักษณะใช้สอยของพื้นที่	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนอง (C)
1. เขตธุรกิจ	
- หนาแน่น	0.70-0.95
- รอบๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.70-0.85
2. เขตที่พักอาศัย	
- ครอบครัวเดียว	0.30-0.50
- หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40-0.60
- หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60-0.75
3. เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25- 0.40
4. เขตอพาร์ทเมนท์	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 ชุมทาง	0.20-0.35
9. ที่รกร้าง/ที่ดินว่างเปล่า	0.10-0.30
10. ที่จอดรถ คสล./สนามกีฬาผิวทึบน้ำ	0.85-0.95
11. ที่จอดรถลาดยาง/หินคลุก	0.70-0.85



รูปที่ 2.1 ผังการระบายน้ำฝนของชุมชน

นอกจากการคำนวณปริมาณน้ำนองด้วยวิธี Rational method แล้วยังมีวิธีคำนวณอัตราไหลนองได้แม่นยำใกล้เคียงกับความจริงกว่าวิธี Rational method และควรนำมาใช้กับพื้นที่ระบายขนาดใหญ่เพราะจะช่วยให้การลงทุนระบบระบายไม่สูงเกินกว่าที่ควร วิธีดังกล่าวใช้หาปริมาณการไหลนอง โดยอาศัยข้อมูล

พายุฝนจากรูปแบบของฝนที่เลียนสภาพความจริงให้ใกล้เคียงที่สุดเท่าที่เป็นได้ มาตรการดังกล่าวมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ (1) วิธีไฮโดรกราฟ หรือวิธี Over-land flow (2) วิธีน้ำไหลเข้า (Inlet method) (3) วิธียูนิตไฮโดรกราฟ และ (4) วิธีอื่น ๆ ที่อาศัยสถิติน้ำท่วมในปีที่ผ่านมา เป็นต้น (วีระพล, 2531)

2.3 กราฟความเข้ม-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน

(Rainfall Intensity - Duration Frequency Curve)

ในการออกแบบอาคารทางชลศาสตร์ ต้องมีการออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดและชนิดของงาน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องอาศัยข้อมูลและหลักการที่ดีพอ เพื่อป้องกันการเกิดความผิดพลาดจากการออกแบบ และก่อสร้าง ปริมาณน้ำฝนเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างหนึ่งในการออกแบบ ถึงแม้ว่าเราสามารถวัดปริมาณน้ำฝนที่ตกทั้งหมดได้ แต่ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกัน จึงไม่สามารถกำหนดให้ค่าใดค่าหนึ่งมาใช้ในการคำนวณออกแบบได้ การเลือกปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในการออกแบบทางอุทกวิทยาจึงมักเลือกจากโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มของฝน - ระยะเวลาการตก - ความถี่ในการเกิด ซึ่งเป็น โค้งความสัมพันธ์ที่พัฒนาจาก การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของฝนที่ตกในแต่ละครั้ง เช่นปริมาณของน้ำฝนกับช่วงเวลา นำข้อมูลเหล่านั้น มาคำนวณทางด้านสถิติ และแสดงผลเป็นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน ช่วงเวลา และความถี่ของฝน ในรูปของกราฟซึ่งเรียกว่า Intensity - Duration - Frequency Curve (I - D - F Curve) ซึ่งเมื่อทราบถึงความเข้มฝนแล้วจะสามารถนำไปคำนวณหาค่าอัตราการไหล เพื่อนำไปออกแบบได้ สมการแสดงค่าความเข้มของฝนของโค้ง IDF curve คือ

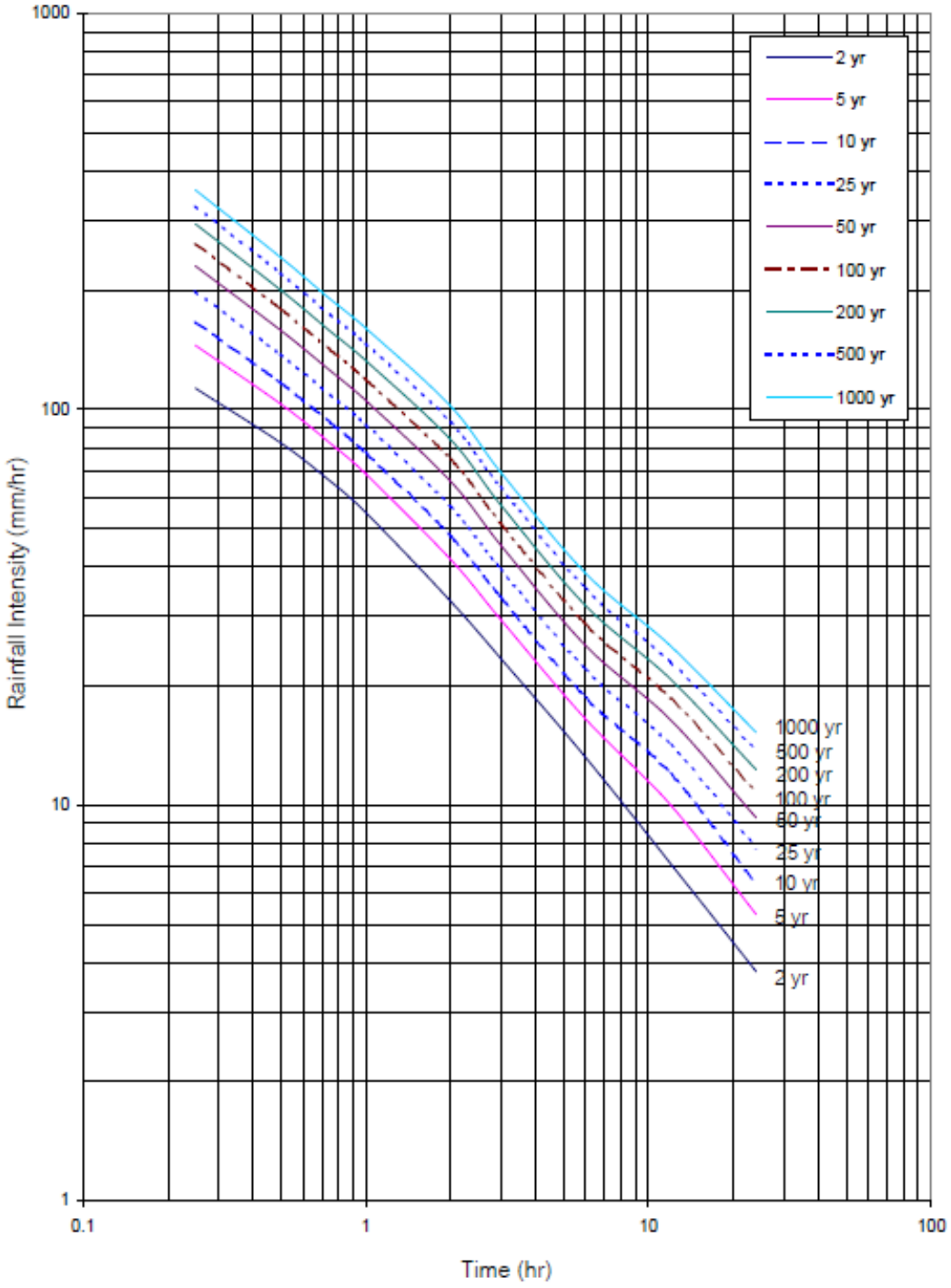
$$i = \frac{a}{t_r + b}$$

โดยที่ i = ความเข้มของฝน (ความลึกของฝนต่อเวลา)

t_r = ช่วงเวลาการตกของฝน (เวลา)

a,b = ค่าคงที่เฉพาะของแต่ละพื้นที่และรอบปีการเกิดซ้ำ

ระยะเวลาการตกของฝนจะพิจารณาเท่ากับ time of concentration(ระยะเวลาที่น้ำจากจุดไกลสุดของพื้นที่ไหลมาถึงทางออก ซึ่งจะเป็นเวลาที่ทำให้เกิดปริมาณการไหลสูงสุด) ตัวอย่าง Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve (IDF curve) ที่พัฒนาจากข้อมูลฝนที่รวบรวม ปี 1954-1993 ของ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ดังแสดงใน รูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve ของ อ.เมือง จ.พิษณุโลก (1954-1993)

ที่มา: ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

2.4 ลักษณะทั่วไปของทางระบายน้ำ

ในสภาพในชุมชนเมืองปัจจุบันจะพบว่า เมื่อฝนตกจะมีปริมาณน้ำฝนที่ไม่สามารถระบายได้ทันทำให้เกิดน้ำท่วมขังบริเวณถนนหรือตามตรอกซอยต่างๆ สร้างความเดือดร้อนให้แก่ประชาชน ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการไม่มีทางระบายน้ำ แต่การจัดให้มีทางระบายน้ำ มักไม่ได้รับความสำคัญในการดำเนินการตั้งแต่ต้น คือ ไม่มีการกำหนดผังการระบายน้ำ หรือไม่ได้วางแผนก่อสร้างทางระบายน้ำควบคู่กับการก่อสร้างถนน โดยทั่วไปลักษณะของทางระบายน้ำ มีดังต่อไปนี้

(1) การระบายน้ำด้วยระบบแรงโน้มถ่วง

การระบายน้ำประเภทนี้อาศัยหลักการไหลของน้ำ ที่ไหลจากจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ หรือตามความลาดเทของสภาพภูมิประเทศ ซึ่ง เป็นลักษณะของการไหลด้วยแรงโน้มถ่วง การระบายน้ำลักษณะนี้ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศลาดชันหรือจุดระบายน้ำ สามารถระบายน้ำได้เองโดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยในการระบายน้ำ ในการออกแบบระบบระบายชนิดนี้จะเป็นระบบที่มีค่าบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำที่สุด

(2) การระบายน้ำด้วยการสูบน้ำ

ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่แบนราบหรือพื้นที่ลุ่มเป็นแอ่งกะทะ การระบายน้ำด้วยระบบแรงโน้มถ่วงทั้งระบบทำได้ยาก จึงกำหนดให้มีทางระบายน้ำย่อย ระบายน้ำไปจุดรวมน้ำ ซึ่งจะออกแบบเป็นประตูระบายน้ำควบคู่กับสถานีสูบน้ำใน 2 ลักษณะ คือ

- ในกรณีที่ระดับน้ำนอกพื้นที่มีระดับต่ำกว่าระดับน้ำในพื้นที่ จะระบายน้ำออกโดยการเปิดประตูระบายน้ำ
- ในกรณีที่ระดับน้ำนอกพื้นที่มีระดับสูงกว่าระดับน้ำภายในพื้นที่จะใช้เครื่องสูบน้ำช่วยในการระบายน้ำ

2.5 รูปแบบของทางระบายน้ำ

ทางระบายน้ำริมถนนหรือบริเวณใต้ทางเท้า แบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

(1) แบบท่อปิด เป็นทางระบายน้ำที่ฝังอยู่ใต้ดิน โดยการใช้ท่อประเภทต่างๆ เช่น ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ท่อเหล็ก ท่อ PVC หรือท่อชนิดอื่นตามความจำเป็นและความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม

(2) แบบรางเปิด เป็นทางระบายน้ำที่เป็นดินหรือคอนกรีตอยู่ริมถนนมีฝาปิดหรือไม่ก็ได้

ตารางที่ 2.2 เป็นข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของทางระบายน้ำแบบท่อปิดและแบบ รางเปิด เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกรูปแบบของทางระบายน้ำ แต่อย่างไรก็ดี ในทางปฏิบัติจริง จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมและสภาพพื้นที่ ตลอดจนปัจจัยอื่นๆประกอบการพิจารณาเพิ่มเติมด้วย

ตารางที่ 2.2 ข้อเปรียบเทียบรูปแบบของทางระบายน้ำ

ลำดับที่	แบบท่อปิด	แบบรางเปิด
1 ความสามารถในการระบายน้ำ	น้อยกว่า ไม่เหมาะสมสำหรับปริมาณน้ำมาก	ปริมาณน้ำมาก
2 ราคาค่าก่อสร้าง	แพง	ถูกกว่าเมื่อเทียบกับสภาพภูมิประเทศและปริมาณน้ำที่เท่ากัน
3 วิธีการก่อสร้าง	ส่วนใหญ่ใช้วัสดุสำเร็จรูป ทำให้สะดวกและใช้เวลาน้อย	ถ้าเป็น คสล. ต้องตั้งแบบหล่อคอนกรีต ทำให้ใช้เวลามาก
4 ลักษณะภูมิประเทศ	ไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดชันมาก	ใช้ได้กับทุกสภาพภูมิประเทศ
5 พื้นที่ก่อสร้าง	ใช้ได้กับทุกพื้นที่ เช่น ซอยแคบๆ	ใช้พื้นที่ก่อสร้างมากไม่เหมาะกับพื้นที่แคบๆ
6 การบำรุงรักษาดูแล	การบำรุงรักษาน้อย แต่ทำยากเพราะอยู่ใต้ดิน	สะดวกแต่ต้องทำบ่อยเพราะอุดตันง่าย
7 ความมั่นคงแข็งแรง	มั่นคงแข็งแรง	ถ้าเป็นคลองดินจะเสียหายเร็ว
8 ความสวยงาม	ทัศนียภาพดี เรียบร้อย สวยงาม	การรักษาสภาพให้สวยงามต้องใช้ค่าใช้จ่ายมาก

ที่มา: มาตรฐานทางระบายน้ำ, กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น

2.6 ประเภทของทางระบายน้ำ

ประเภทของทางระบายน้ำโดยทั่วไปสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ระบบระบายน้ำแบบรวม (Combined System) คือระบบที่น้ำฝนและน้ำเสียรวมอยู่ด้วยกัน เหมาะสำหรับชุมชนขนาดเล็กและขนาดกลาง

(2) ระบบระบายน้ำแบบแยก (Separated System) ซึ่งเป็นระบบที่น้ำฝนและน้ำเสียแยกระบายออกจากกัน เหมาะสำหรับชุนชนเมืองขนาดใหญ่ หรือที่มีปริมาณน้ำเสียมาก จำเป็นต้องบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ระบบนี้มีความซับซ้อนในการก่อสร้างและมีค่าใช้จ่ายสูง จึงต้องจัดทำเป็นโครงการขนาดใหญ่ จึงจะคุ้มค่าการลงทุน

2.7 เกณฑ์ด้านอุทกวิทยาสำหรับการออกแบบการระบายน้ำชุมชน

ในการคำนวณอัตราการระบายน้ำหรืออัตราน้ำไหลนองสูงสุดที่เกิดจากฝนออกแบบ มีหลักเกณฑ์ทางอุทกวิทยาดังนี้

(1) การคำนวณหาค่าปริมาณน้ำที่ต้องระบายสูงสุด (Discharge, Q) จะประเมินจากค่าปริมาณฝนออกแบบโดยใช้ เกณฑ์ปริมาณฝนออกแบบดังนี้

- ใช้ เกณฑ์ปริมาณฝนออกแบบที่รอบปีการเกิด (return period) 2 ปี สำหรับท่อระบายน้ำสายรอง หรือบริเวณชุมชนไม่หนาแน่นและมีปัญหาน้ำท่วมขังเพียงเล็กน้อยใช้รอบปีการเกิดของฝน
- ใช้ เกณฑ์ปริมาณฝนออกแบบที่รอบปีการเกิด (return period) 5 ปี สำหรับท่อระบายน้ำสายหลัก หรือบริเวณที่เป็นชุมชนหนาแน่น และมีปัญหาน้ำท่วมขังบ้าง
- ใช้ เกณฑ์ปริมาณฝนออกแบบที่รอบปีการเกิด (return period) 10 ปี สำหรับท่อระบายน้ำสายสำคัญ หรือบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่น ย่านพาณิชยกรรมและธุรกิจ การค้า ซึ่งเมื่อเกิดน้ำท่วมจะมีความเสียหายค่อนข้างมาก และเป็นอุปสรรคต่อการสัญจร ให้ใช้รอบปี การเกิดของฝนออกแบบ 10 ปี

(2) ปริมาณน้ำนองหรืออัตราน้ำไหลนองสูงสุดที่เกิดขึ้นเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องยอมให้เกิดน้ำท่วมขังเพียงชั่วคราว และเร่งระบายน้ำออกไปโดยเร็ว

(3) ปริมาณฝนออกแบบขึ้นอยู่กับรอบปีการเกิดและระยะเวลาที่ฝนตก โดยคำนวณได้จากกราฟความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ตก-และความถี่ของฝน ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่หรือภูมิภาคของประเทศ โดยขอข้อมูลดังกล่าวได้จากสถานีฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดนั้น ๆ

(4) ปริมาณน้ำนองทั้งหมดที่ใช้ในการออกแบบทางระบายน้ำ คือปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำในพื้นที่

(5) ปริมาณน้ำเสียที่ไหลลงทางระบายน้ำ (กรณีระบบรวม) จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำที่ประชากรในพื้นที่ใช้แต่ละวัน โดยมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำที่ประชากรใช้ทั้งหมด สำหรับอัตราการใช้น้ำของประชากร กำหนดให้อยู่ช่วงพิสัย 100-200 ลิตร/คน/วัน โดยกำหนดให้ชุมชนขนาดเล็ก หรือมีความหนาแน่นน้อยใช้น้ำ 100 ลิตร/คน/วัน และชุมชนขนาดใหญ่หรือมีความหนาแน่นมากใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน

2.8 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ทางระบายน้ำ

(1) ปริมาณน้ำจากน้ำฝนในพื้นที่

เมื่อฝนตกปริมาณน้ำฝนที่ไหลเข้าสู่ทางระบายน้ำจะไม่เท่ากับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาทั้งหมด ดังนั้น การคำนวณปริมาณน้ำฝนที่เข้าสู่ทางระบายน้ำ จึงกำหนดเป็นอัตราน้ำฝนที่ไหลนอง ได้แก่ อัตราน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นดินและไหลนองไปตามพื้นระหว่างที่ฝนกำลังตกและหยุดตก โดยหักส่วนที่ไหลซึมลงพื้นดินหรือไหลเข้าแหล่งพักน้ำต่างๆ เวลาน้ำไหลนองหรือเวลาของการรวมจุด(Time of Concentration, Tc) หมายถึงเวลาที่น้ำจากทุกส่วนในพื้นที่ระบายน้ำไหลมาถึงจุดทางออก (Outlet) การคำนวณสำหรับเวลาที่น้ำฝนใช้เดินทางหลังจากที่ตกลงมาจนถึงทางเข้าสู่ท่อหรือรางระบายน้ำ หรือเป็นเวลาที่น้ำไหลนองบนผิวดินและพื้นผิวอื่นๆ จากจุดไกลสุดจนถึงทางเข้าสู่ท่อหรือทางระบายน้ำ สามารถคำนวณได้จากหลายสมการ ดังตารางที่ 2.3

นอกจากนี้กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น ได้จัดทำมาตรฐานทางระบายน้ำขึ้น เพื่อให้ผู้ดูแลระบบระบายน้ำท้องถิ่นสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ โดยการคำนวณค่า Tc สามารถใช้ค่าประมาณ จาก

$$Tc = t_O + t_{pipe}$$

โดย t_{pipe} คือสำหรับเวลาที่น้ำวิ่งในเส้นท่อหรือรางระบายน้ำ คำนวณโดยใช้สูตรชลศาสตร์ และความเร็วการไหลในท่อเท่ากับ 0.75 เมตร/วินาที หรือเท่ากับ 45 เมตร/นาที ซึ่งเป็นความเร็ว การไหลน้อยที่สุดที่จะไม่ทำให้เกิดการตกตะกอนในท่อ

to คือเวลาน้ำไหลบนพื้นดินหรือพื้นที่ผิวต่างๆ จนกว่าจะเข้ามายังจุดเข้าท่อหรือรางระบาย (Inlet) ซึ่งคำนวณหาได้ยาก เพราะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อาทิเช่น ความลาดชันของพื้นที่ผิว ลักษณะปกคลุมพื้นที่ผิวนั้นๆ ระยะทางที่น้ำวิ่งก่อนถึงจุดเข้าท่อ

ดังนั้นในมาตรฐานทางระบายน้ำ ของกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น ได้เสนอให้ในการออกแบบ อาจเลือกใช้เวลาวิ่งเข้าท่อในช่วง 5 ถึง 30 นาที (นิยมใช้ 5-15 นาที) ในกรณีพื้นที่ที่อยู่ในเขตการพัฒนาและมีสิ่งก่อสร้างหนาแน่น พื้นที่ผิวส่วนใหญ่เป็นชนิดน้ำซึมลงดินได้ยาก และมีช่องให้น้ำเข้าระบบระบายจำนวนมาก อาจเลือกใช้เวลาเข้าท่อเพียง 5 นาที สำหรับพื้นที่ที่มีการพัฒนาและภูมิประเทศค่อนข้างราบเรียบกำหนดใช้เวลาเข้าท่อหรือรางระบายนาน 10 ถึง 15 นาที แต่ในบริเวณชุมชนที่พักอาศัยมีภูมิประเทศราบเรียบกำหนดใช้เวลาในช่วง 20-30 นาที เป็นเกณฑ์ หากกำหนดให้เวลาน้ำไหลบนพื้นผิว (to) เท่ากับ 15 นาที ก็จะสามารถคำนวณเวลาน้ำไหลนอง (Tc) ได้ดังนี้

$$Tc = 15 + L/45 \text{ นาที}$$

เมื่อ Tc = เวลาน้ำไหลนองหรือเวลาของการรวมจุด,นาที

L = ความยาวท่อ (เมตร)

ตารางที่ 2.3 สมการสำหรับการคำนวณค่า (Time of Concentration, Tc)

วิธีการ	สมการหาค่า T_c	การใช้งาน
Kirpich (1940)	$t_C = 0.0078L^{0.77}S^{0.385}$	เหมาะสำหรับ พื้นที่ลาดชัน 3-5% มีลักษณะเป็นพื้นที่เมืองชนบท หากใช้กับพื้นผิวแอสฟัลท์และคอนกรีตให้คูณด้วย 0.4
US Bureau of reclamation (1973)	$t_C = 60(\frac{11.9L^3}{H})^{0.385}$	ลุ่มน้ำขนาดเล็กตามหุบเขา
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 1.8(1.1-C)L^{0.5}/s^{0.333}$	งานระบบระบายน้ำสนามบินและในเมือง
SCS (1986)	$t_c = \frac{1}{60}\sum\frac{L}{V}$	พื้นที่หลายประเภท
CMD (2511)	$t_c = 10+\frac{L}{V}$ หรือ $t_c = 10+\frac{L}{45}$	ใช้กับพื้นที่เมืองหนาแน่นแบบ กรุงเทพ หรือกายภาพคล้ายคลึง กัน
Kerby (1959)	$t_c = c(n\cdot Ls^{-0.5})^{0.467}$	มีการกำหนดค่า n
Bransby Williams (1922)	$t_C = \frac{21.3L}{A^{0.1}S^{0.2}}$	ใช้สำหรับลุ่มน้ำสาขา
Izzard (1977)	$t_c = \frac{41L^{1/3}}{i^{2/3}}\left(\frac{0.0007i+c_r}{S^{1/3}}\right)$	Values of retardance coefficient, c_r: 0.007 = for smooth asphalt surface 0.012 = for concrete pavement 0.017 = for tar and gravel pavement 0.046 = for closely clipped sod 0.60 = for dense blue grass turf

ที่มา: Applied Hydrology, Chow, Ven Te; Maidment, David R.; Mays, Larry W. © 1988 McGraw-Hill และ มาตรฐานทางระบายน้ำ, กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น

(2) ปริมาณน้ำเสียในพื้นที่

ปริมาณน้ำเสีย ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการอุปโภคบริโภคของประชาชน จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำประปาที่ใช้ในแต่ละวัน ค่าเฉลี่ยประจำวันของปริมาณน้ำเสียดังกล่าวเรียกว่าDry Weather Flow (DWF) โดยปกติปริมาณน้ำเสีย อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 60-90 ของน้ำใช้ จึงกำหนดค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเสีย (DWF) อยู่ที่ร้อยละ 80 ของน้ำใช้

2.9 หลักเกณฑ์การออกแบบด้านชลศาสตร์

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ออกแบบด้านชลศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการคำนวณขนาดของท่อหรือรางระบายน้ำที่จะสามารถระบายน้ำด้วยอัตราการไหลสูงสุดที่ออกแบบ (Q) การออกแบบขนาดท่อ จะถือว่าการไหลในท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำเป็นแบบเสมอต้น 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

สำหรับทางระบายน้ำแบบท่อพิจารณาการไหลเต็มท่อ ดังนั้น เส้นขอบเปียก (P) มีค่าเท่ากับ ¶D และค่ารัศมีชลศาสตร์ (R) มีค่าเท่ากับ D/4