หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

แนวทางและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

ระบบระบายน้ำที่จะศึกษาออกแบบ จะดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วมในสภาพปัจจุบัน พร้อมทั้งรองรับปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตด้วย โดยเฉพาะพื้นที่ที่ไม่มีการพัฒนา การออกแบบระบบระบายน้ำจะง่ายกว่า พื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว เนื่องจากข้อจำกัดในพื้นที่จะน้อยกว่า การศึกษาจะได้ปรับปรุงระบบระบายน้ำในพื้นที่ที่มีระบบระบายน้ำเดิมอยู่ก่อนแล้ว และจะได้ออกแบบระบบระบายน้ำสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีระบบระบายน้ำด้วย ในบทนี้จึงจะขอกล่าวถึงแนวทางการออกแบบ และทฤษฎีต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ

3.1 แนวทางการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ทั่วๆไป

ลักษณะทางอุทกวิทยาของแม่น้ำมีความสัมพันธ์กับ ขนาดของลุ่มน้ำ ลักษณะภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ลักษณะทางธรณีวิทยา ชนิดของดิน ลักษณะทางกายภาพของลุ่มแม่น้ำ เช่น ความลาดชันของพื้นที่ และ ความลาดชันของแม่น้ำ ชนิดของพืชในลุ่มแม่น้ำ ฯลฯ เป็นผลให้แม่น้ำแต่ละสายมีลักษณะทางอุทกวิทยาแตกต่างกัน นอกจากนี้ ลักษณะทางอุทกวิทยาของแม่น้ำ เป็นลักษณะพลศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเวลา ทำให้ลักษณะทางอุทกวิทยาแปรเปลี่ยนไปตลอดเวลา ดังนั้น ลักษณะของอุทกภัยแต่ละครั้งจึงมีสภาพไม่เหมือนกัน การบรรเทาและควบคุมอุทกภัยจึงต้องคำนึงถึง สถานที่ เวลา และ ฐานะทางเศรษฐกิจ วิธีการควบคุมสภาพอุทกภัยที่ประสพผลสำเร็จในแม่น้ำสายหนึ่งอาจไม่สัมฤทธิ์ผลในแม่น้ำอีกสายหนึ่ง วิธีการควบคุมอุทกภัยที่ใช้ได้ผลในอดีตก็อาจไม่สามารถนำมาใช้ได้ในปัจจุบันหรือในอนาคต แต่โดยทั่วๆไปในแนวทางการบรรเทาอุทกภัยจำแนกออกได้ 2 วิธี ดังนี้

1. การหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ที่น้ำท่วมได้
2. การเร่งระบายน้ำออก หรือ ผันน้ำให้พ้นจากพื้นที่ที่มีศักย์การสูญเสียจากอุทกภัยสูง

การหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ที่น้ำท่วมได้ สามารถทำได้โดยการไม่ใช้ประโยชน์ในพื้นที่นั้นโดยสิ้นเชิง ผลที่ได้คือสามารถแก้ปัญหาอุทกภัยได้โดยสิ้นเชิงเช่นกัน แต่อาจมีการสูญเสียโอกาสทางเศรษฐกิจสูงดังนั้นการหลีกเลี่ยงอาจอยู่ในระดับเพียงการจำกัดประเภทการใช้ดิน ได้แก่ การกำหนดประเภทการใช้ที่ดินที่มีศักย์การสูญเสียให้น้อยที่สุด

ในกรณีที่ไม่อาจเลี่ยงการใช้พื้นที่ที่น้ำท่วมได้ การบรรเทาอุทกภัยอาจทำได้ โดย การเลี่ยงหรือผันน้ำออกไปจากพื้นที่ ทั้งในเวลาที่เกิดสภาพน้ำท่วมและในเวลาปกติ จากประสพการณ์การควบคุมน้ำท่วมต่างๆในโลกตั้งแต่สมัยโบราณของมนุษย์ วิธีที่ได้ผลและนิยมนำมาใช้สำหรับควบคุมและบรรเทาอุทกภัย ได้แก่

1. สร้างทำนบหรือคันกั้นน้ำให้กับพื้นที่ที่ต้องการบรรเทาอุทกภัย
2. เบนทิศทางน้ำให้ไหลไปสู่ทางน้ำอื่นหรือพื้นที่อื่น
3. สูบและระบายน้ำออกจากพื้นที่ที่น้ำท่วม
4. ขุด ลอก ขยาย หรือ ปรับปรุงทางน้ำ เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำไหลในทางน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำดีขึ้น
5. ขุดคลอง หรือ ทางน้ำใหม่เพื่อใช้สำหรับระบายน้ำเพิ่ม
6. สร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อเก็บกักน้ำจากต้นน้ำก่อนเข้าสู่บริเวณพื้นที่
7. กำหนดการใช้ที่ดินริมแหล่งน้ำ และมีแนวเขตสำหรับเป็นทางน้ำไหลในฤดูน้ำหลาก
8. กำหนดการใช้ที่ดินเพื่อลดปริมาณน้ำหลากโดยการอนุรักษ์ดินและน้ำ

3.2 การเลือกวิธีการบรรเทาอุทกภัย

วิธีการควบคุมและบรรเทาอุทกภัยในหัวข้อก่อน แต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมตามสภาพภูมิประเทศและในสภาพการณ์เวลาต่างๆกัน

ทำนบ หรือ คันกั้นน้ำ คือ โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นกำแพงขนานกับทางน้ำ ใช้สำหรับป้องกันไม่ให้น้ำไหลบ่าท่วมพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ดังนั้น ทำนบหรือคันกั้นน้ำจึงอาจสร้างอยู่ทั้งสองฝากลำน้ำ หรือ เพียงฝากใดฝากหนึ่ง การสร้างทำนบสำหรับบรรเทาอุทกภัยเป็นที่นิยมนำมาใช้แก้ปัญหาน้ำท่วมของชุมชนที่ตั้งอยู่ริมแหล่งน้ำตั้งแต่สมัยโบราณทั้งในลักษณะเป็นคันดิน กำแพงดิน และ กำแพงคอนกรีต ข้อดีของการใช้วิธีสร้างทำนบหรือคันกั้นน้ำบรรเทาอุทกภัย คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับการก่อสร้างต่ำกว่าวิธีอื่นๆ การก่อสร้างทำได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้วิทยาการขั้นสูง วัสดุสำหรับการก่อสร้างหาได้ง่าย และสามารถใช้บรรเทาอุทกภัยในบริเวณที่แหล่งน้ำมีระดับคลื่นสูง ส่วนข้อเสียของทำนบและคันกั้นน้ำ ได้แก่ การเป็นโครงสร้างที่เปราะบาง สามารถถูกน้ำเซาะกัดกร่อนแตก พังทลายทำให้เกิดการสูญเสีย

ชีวิตมนุษย์และทรัพย์สินได้ ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาสูง ไม่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ถ้าต้องการสร้างทำนบสูงมากๆ ทำนบและคันกั้นน้ำมักจะเป็นโครงสร้างขวางทางระบายน้ำจากพื้นที่ที่มีระดับต่ำลงสู่แหล่งน้ำซึ่งอาจต้องใช้โครงสร้างอื่นๆ เช่น อุโมงค์หรือเครื่องสูบน้ำเข้าช่วยการระบายน้ำ นอกจากนี้ ตะกอนที่น้ำพัดมาจะไม่ทับถมบนพื้นดิน แต่จะถูกน้ำพัดไปยังที่อื่น ซึ่งอาจก่อให้เกิดการตื้นเขินในบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ และทำนบที่ถูกน้ำกัดกร่อนก็กลายเป็นแหล่งเพิ่มปริมาณตะกอนในแหล่งน้ำอีกด้วย

การบรรเทาอุทกภัยโดยวิธีการเบนทิศทางน้ำให้ไหลไปสู่ทางน้ำอื่นหรือพื้นที่อื่น อาจทำได้โดยการใช้โครงสร้าง เช่น เขื่อน หรือ ปรับปรุงทางน้ำอื่นให้น้ำไหลได้มากขึ้น วิธีนี้เหมาะสมกับการบรรเทาอุทกภัยของชุมชน หรือพื้นที่เกษตรกรรมที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจตั้งอยู่ใกล้พื้นที่ที่มีศักย์ภาพทางเศรษฐกิจต่ำ หรือมีแหล่งน้ำอื่นๆ ที่สามารถช่วยรับน้ำจากแหล่งน้ำนี้ได้

การสูบและระบายน้ำออกจากพื้นที่ที่น้ำท่วม คือ การจัดสร้างระบบการระบายน้ำ ในบริเวณพื้นที่ที่ประสพอุทกภัยเป็นประจำให้สามารถระบายน้ำออกได้รวดเร็ว ซึ่งอาจต้องใช้ เครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องสูบน้ำช่วยการระบายน้ำ หรือ บรรเทาอุทกภัยในกรณีฉุกเฉิน วิธีนี้มักได้รับการนำมาใช้ในชุมชนควบคู่กับวิธีอื่นๆ ในบริเวณพื้นที่ต่ำ หรือ ในพื้นที่ขนาดเล็ก

การปรับปรุงทางน้ำ โดยการขุด ลอก ขยายทางน้ำ ตลอดจนการกำจัด เศษขยะ วัชพืช ต่างๆในลำน้ำ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำให้น้ำไหลได้เร็วขึ้น ทำให้ลดสภาพน้ำท่วมลง การปรับปรุงทางน้ำ เพื่อบรรเทาอุทกภัยเหมาะสม สำหรับโครงการบรรเทาอุทกภัย ของเขตอุตสาหกรรมหรือชุมชน ซึ่งการสร้างทำนบแพง การสูญเสียพื้นที่ที่มีศักย์ภาพทางเศรษฐกิจสูง และขัดต่อระบบการคมนาคม หรือ ในพื้นที่ที่ไม่สามารถกำหนดแนวเขตน้ำท่วม สร้างอ่างเก็บน้ำ หรือ ใช้ทางน้ำอื่นๆ ช่วยระบายน้ำได้ โดยปกติ วิธีนี้ใช้เงินลงทุนต่ำ แต่ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาสูงเนื่องจากต้องดำเนินการขุดลอกเป็นประจำ แต่ในกรณีที่ปรับปรุงทางน้ำโดยการขยายทางน้ำธรรมชาติ และสร้างตลิ่งถาวร จะช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับการบำรุงรักษาได้แต่ค่าใช้จ่ายลงทุนจะสูงมาก การปรับปรุงทางน้ำ นอกจากจะช่วยบรรเทาอุทกภัยในบริเวณพื้นที่โครงการแล้ว ยังช่วยลดอุทกภัยในบริเวณพื้นที่เหนือน้ำได้อีกด้วย แต่ในขณะเดียวกัน ก็ทำให้เพิ่มอุทกภัยแก่บริเวณพื้นที่ท้ายน้ำ วิธีนี้จึงไม่เหมาะสมในกรณีที่จะทำให้เกิดความเสียหายมากต่อบริเวณท้ายน้ำ

การขุดคลองหรือทางน้ำใหม่ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำเช่นเดียวกันกับการปรับปรุงทางน้ำ การขุดคลองหรือทางน้ำใหม่แบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ การขุดคลองลัดเชื่อมต่อทางน้ำที่คดเคี้ยว และการขุดคลองหรือทางน้ำใหม่เพื่อเชื่อมต่อกับแหล่งน้ำอื่นๆ การขุดคลองลัดจะเพิ่มความลาดชันของทางน้ำซึ่งเพิ่มความเร็วของกระแสน้ำ ในกรณีที่แม่น้ำคดเคี้ยว การขุดคลองลัด

ทำให้น้ำในแหล่งน้ำไหลแรงทำให้คลองเป็นทางน้ำสายใหม่ได้ง่าย วิธีการขุดคลองหรือทางน้ำใหม่นี้นอกจากจะช่วยบรรเทาอุทกภัยแล้ว ยังได้ประโยชน์ด้านคมนาคมขนส่งทางน้ำ จึงได้รับความนิยมนำมาใช้โดยทั่วไป เช่น ในลุ่มแม่น้ำฮวงโห ในประเทศจีน ลุ่มแม่น้ำมิสซิสซิปปี้ ใน สหรัฐอเมริกา ในประเทศไทยก็เคยขุดคลองลัดเชื่อมต่อแม่น้ำเจ้าพระยาในบริเวณกรุงเทพมหานคร ทำให้คลองลัดที่ขุดขึ้นขยายและเปลี่ยนสภาพเป็นแม่น้ำ ส่วนทางน้ำเดิมก็ตื้นเขินและกลายสภาพเป็นคลอง สำหรับการขุดคลองหรือทางน้ำใหม่เพื่อเชื่อมต่อแหล่งน้ำอื่นๆ นั้น แหล่งน้ำที่เชื่อมต่ออาจเป็น อ่างเก็บน้ำ คลอง แม่น้ำ หรือ ทะเล มหาสมุทร ก็เพื่อช่วยรับน้ำที่ไหลบ่าท่วมในพื้นที่โครงการ

การสร้างอ่างเก็บน้ำ เพื่อบรรเทาอุทกภัยทำได้โดย การสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กหลายๆ อ่างที่บริเวณต้นน้ำ หรือ สร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในบริเวณที่เหมาะสม อ่างเก็บน้ำขนาดเล็กนอกจากจะช่วยรับน้ำในขณะน้ำหลาก ยังเป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตรกรรม แต่ในบางกรณี ในขณะหน้าน้ำหลาก อ่างเก็บน้ำขนาดเล็กเหล่านี้ก็ไม่สามารถช่วยบรรเทาอุทกภัยเนื่องจากไม่สามารถรับน้ำเพิ่มเติม การสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เพื่อการบรรเทาอุทกภัยวัตถุประสงค์เดียวไม่เป็นที่นิยมนักเนื่องจากค่าก่อสร้างสูง ยกเว้น ในกรณีที่จำเป็นสำหรับโครงการบรรเทาอุทกภัยของเมืองใหญ่ๆ ที่มีประชากรหนาแน่น หรือนิคมอุตสาหกรรมที่สำคัญ อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่จึงมักจะเป็นอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์และใช้บรรเทาอุทกภัยด้วย

วิธีการบรรเทาอุทกภัยที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่นอกเขตชุมชนวิธีหนึ่ง คือ การกำหนดการใช้ดินริมแหล่งน้ำให้เป็นทางน้ำไหลในฤดูน้ำหลาก หรือเรียกว่า การกำหนดแนวเขตน้ำท่วม ดำเนินการโดยมิให้การก่อสร้างหรือมีสิ่งกีดขวางทางน้ำ และ มีพื้นที่ริมตลิ่งสำหรับรับน้ำที่ไหลเอ่อท่วมขึ้นมาได้เพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินในบริเวณที่ห่างจากแหล่งน้ำ

การอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งอาจทำได้โดยการปรับปรุงที่ดินจะช่วยลดสภาวะน้ำท่วม การจัดการการใช้ที่ดินที่เหมาะสม เช่น การปรับพื้นดินให้มีระดับต่างๆ การปลูกพืชในที่ดินเกษตรกรรม ทุ่งหญ้า การควบคุมการปลูกพืช การปลูกป่า การควบคุมไฟไหม้ป่า และ การป้องกันการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า ตลอดจนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ จะเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมน้ำของดินซึ่งจะลดปริมาณน้ำฝนที่จะไหลลงสู่แม่น้ำ ตะกอนที่จะไหลลงสู่แหล่งน้ำก็ลดลงทำให้ประสิทธิภาพการรับน้ำของแหล่งน้ำต่างๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยลดปริมาณน้ำไหลหลากลงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17292BCX

สรุปได้ว่า การดำเนินงานเลือกวิธีบรรเทาอุทกภัยจะต้องพิจารณาถึง สภาพภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อม สถานที่ สภาพสังคม สภาวะเศรษฐกิจ แรงงาน วัสดุ ความต้องการของประชาชน และองค์ประกอบอื่นๆ วิศวกรมักเลือกพิจารณาใช้วิธีดำเนินงานที่ประกอบด้วยอาคารโครงสร้างต่างๆ เช่น ทำนบ คันกั้นน้ำ อ่างเก็บน้ำ ฯลฯ ในขณะที่เกษตรกรอาจใช้วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ

3.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

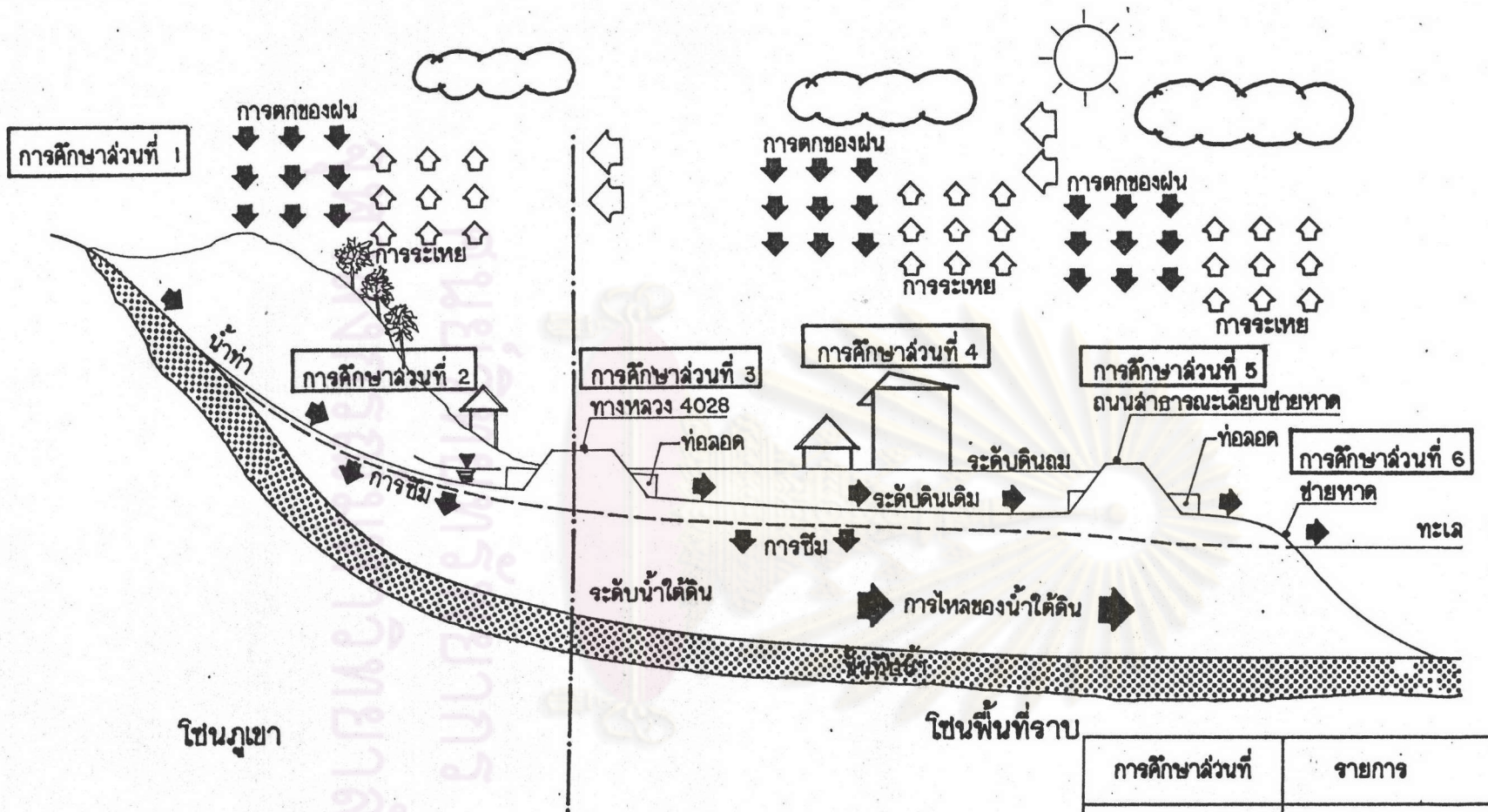
การศึกษาการระบายน้ำเป็นการศึกษาที่ต้องนำทฤษฎีทางด้าน อุทกวิทยา (HYDROLOGY) และชลศาสตร์ (HYDRAULICS) มาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ เนื่องจากการศึกษาทางด้านการระบายน้ำเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวัฏจักรของวงจรการหมุนเวียนของน้ำดังแสดงในรูป 3-1

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนหลักทั้งสาม ของการศึกษา โดยมีหัวข้อ และรายละเอียดโดยย่อ ของทฤษฎีดังนี้

1. ฝนออกแบบ (ใช้ในการออกแบบ)
   - การกระจายความเข้มการตกของฝน โดยวิธี GUMBLE
   - รูปแบบการตกของฝน โดยวิธี ALTERNATING BLOCK METHOD
2. น้ำท่าจากพื้นที่ต้นน้ำ (ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบ)
   - อัตราการไหลสูงสุด โดยวิธี เรชันแนล (RATIONAL METHOD)
   - การสังเคราะห์ยูนิตไฮโดรกราฟ(UNIT HYDROGRAPH) โดยวิธี SCS METHOD
3. การระบายน้ำของท่อลอดถนน (PIPE CULVERT) (ใช้ในการวิเคราะห์)
   - ความสามารถในการระบายน้ำของท่อลอดถนน โดยวิธี ORIFICE FLOW
4. การระบายน้ำ ในโซนพื้นที่ราบ (ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบ)
   - การวิเคราะห์ และปรับปรุงระบบระบายน้ำ โดยแบบจำลอง SWMM
5. การระบายน้ำของช่องลอดถนน (BOX CULVERT) ที่จุดทางออก(ใช้ในการวิเคราะห์)
   - ความสามารถในการระบายน้ำของช่องลอดถนน โดยวิธี WEIR FLOW
6. อิทธิพลของระดับน้ำทะเล (ใช้ในการออกแบบ)

3.3.1 ฝนออกแบบ

3.3.1.1 การกระจายความเข้มการตกของฝน โดยวิธี GUMBLE ซึ่งเป็นวิธีการกระจาย ของค่ามากที่สุดหรือน้อยที่สุด และเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากทั้งในประเทศไทย และมาเลเซีย โดย GUMBEL ได้เสนอไว้คือ



การคึกษาส่วนที่	รายการ
1	ฝนออกแบบ
2	น้ำท่าจากพื้นที่ภูเขา
3	ท่อลอดถนน
4	ระบบระบายน้ำในพื้นที่ราบ
5	ช่องลอดถนน
6	ระดับน้ำทะเล

ที่มา : หนังสือ APPLIED HYDROLOGY ของ CHAW, MAIDMENT AND MAYS

รูป 3-1 การศึกษาเพื่อออกแบบระบบระบายน้ำ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำกะรน

$$P = 1-e^{-e^{-y}} \qquad \text{.....(3-1)}$$

เมื่อ P คือโอกาสที่จะเป็นไปได้ ที่จะมีค่าอื่นที่เท่ากับ หรือสูงกว่า y คือ REDUCED VARIATE ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ P และ e คือ เอ็กโปเน้นเชียล ดังนั้น

$$x = \bar{x} + (Y-Y_n)S_x/S_n \qquad \text{.....(3-2)}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูล S_x คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S_n และ Y_n เป็นฟังก์ชันของความยาวข้อมูล นั้นคือ

$$K = (Y-Y_n)/S_n \qquad \text{.....(3-3)}$$

โดยสมการที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มการตกและช่วงการตกจะใช้ความสัมพันธ์

$$I = a/(b+t)^c \qquad \text{.....(3-4)}$$

โดย I = ค่าความเข้มของการตกของฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

t = ช่วงเวลาการตก (ชั่วโมง)

a,b,c = ค่าคงที่

สำหรับ การลงจุด(PLOTTING POSITION)จะใช้วิธีของ WEIBULL

$$T = (n+1)/m \qquad \text{.....(3-5)}$$

โดย T = คาบของการกลับ

n = จำนวนของค่าหรือข้อมูล

m = ตำแหน่งของข้อมูลเรียงจากมากไปน้อย m = 1 สำหรับค่ามากที่สุด

การนำเสนอในรูปกราฟ ความเข้มการตกของฝน-ช่วงเวลาการตก-ความถี่ (IDF CURVE) สามารถประยุกต์ นำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ เช่น การออกแบบฝน และวิธีการหาค่าอัตราการไหลของน้ำผิวดิน จากการตกของฝน เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1.2 รูปแบบการตกของฝน โดยวิธีการเลือกแท่งการตกของฝน (ALTERNATING BLOCK METHOD) เป็นตัวแทนการศึกษา โดยจะได้พิจารณาฝนออกแบบ ช่วงการตก 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี ทั้งนี้จะได้ดูจากลักษณะการตกของฝนในพื้นที่ คือลักษณะฝนแบบมรสุม ซึ่งอาจมีผลจากพายุฉับพลันที่เกิดก่อตัวในทะเล เนื่องจากการเคลื่อนตัวของแนวร่องอากาศเสริมให้รุนแรงยิ่งขึ้น และจะทำให้เกิด ฝนตกในระยะยาวติดต่อกัน และการเลือกฝนช่วงยาว จะมีผลในการพิจารณาปริมาณน้ำฝนและอัตราการไหลของน้ำส่วนเกินได้ดียิ่งขึ้น

วิธีการเลือกแท่งการตกของฝน (ALTERNATING BLOCK METHOD) เป็นวิธีที่ง่ายในการออกแบบฝน ซึ่งจะได้แท่งกราฟการตกของฝน (HYETOGRAPH) ที่เกิดช่วงละ Δt จำนวน n ช่วง ผลรวมช่วงการตกของฝน $Td = n\Delta t$ โดยที่หลังจากได้เลือกคาบการกลับของฝนแล้วจะได้อ่านค่าความเข้มของฝน จากกราฟ (IDF CURVE) ในแต่ละช่วงเวลาการตก คือ Δt $2\Delta t$ $3\Delta t$ จนถึง $n\Delta t$ นำผลที่ได้จากการอ่าน ค่าความเข้มของฝน นำไปแปลงค่าอยู่ในรูปค่าการตกสะสมในช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ จากนั้นจึงนำค่าการตกสะสมในช่วงเวลาต่าง ๆ เปลี่ยนเป็นค่าการตกของฝนในแต่ละช่วงเวลา แล้วจึงนำค่าการตกสูงสุดไปเรียง รูปแบบการตกของฝนโดยเลือกให้อยู่จุดกึ่งกลางของช่วงการตก Td และเรียงค่าการตกสูงสุด และค่ารองลงมา ตามลำดับในลักษณะวางตำแหน่ง ทางด้านขวาและซ้ายสลับกัน จนครบในการเรียงฝน ลักษณะดังกล่าว จะมีผลทำให้ค่าอัตราการไหลของน้ำส่วนเกิน ในพื้นที่สูงขึ้น เนื่องจากผลของอัตราการซึมของดินจะสูงในช่วงแรกของการตกของฝน และช่วงเวลาการตกที่อาจจะทำให้ค่าการซึมมีผลต่อการศึกษาทางด้านปริมาณน้ำน้อยลง

3.3.2 น้ำท่าจากพื้นที่ต้นน้ำ

3.3.2.1 วิธีเรชันแนล (RATIONAL METHOD) เป็นวิธีที่ยอมรับมากที่สุดวิธีหนึ่งสำหรับ พื้นที่ที่มีค่าความลาดชัน เพื่อคำนวณค่าอัตราการไหลสูงสุด ซึ่งจะได้ให้ความสัมพันธ์กันระหว่างค่าอัตราการไหลสูงสุด ความเข้มการตกของฝน และพื้นที่ โดยวิธี เรชันแนล ได้เริ่มมีการพัฒนาจากพื้นที่คัดเลือกในเมืองต่อมา ได้มีการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ระบบระบายน้ำ ลักษณะเกษตรกรรมเล็ก ๆ

$$Q = 0.278CIA \qquad \text{.....(3-6)}$$

Q = ค่าอัตราการไหลสูงสุด, ลูกบาศก์เมตร/วินาที

C = ค่าสัมประสิทธิ์การไหลออก ขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นผิว

I = คือ ค่าเฉลี่ยอัตราการตกของฝน โดยพิจารณาช่วงการตกและความถี่ของการเกิดซ้ำ เป็น, มิลลิเมตร/ชั่วโมง

A = คือ พื้นที่ระบายน้ำ, ตารางกิโลเมตร

ค่าแสดงสัมประสิทธิ์การไหลออก ขึ้นอยู่กับชนิดของพื้นผิวจะได้ ดังแสดงในตาราง 3-1

3.3.2.2 วิธีการสังเคราะห์ไฮโดรกราฟหนึ่งหน่วย ด้วยวิธี เอส ซี เอส (SCS METHOD) เป็นวิธีพัฒนาจากหน่วยงานอนุรักษ์ต้นน้ำของสหรัฐอเมริกา วิธีนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กกว่า 259 กม^2 โดยได้ทำการศึกษาจากข้อมูลการตกของฝน จำนวนหลายลูก จนได้รูปร่างของยูนิตไฮโดรกราฟที่ไร้หน่วย ดังแสดงในรูป 3-2 ซึ่งค่าอัตราการไหลสูงสุด สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Qp = 2.083A/T_p \qquad \text{.....(3-7)}$$

โดยที่ T_p = เวลาที่ใช้ในการเกิดปริมาณน้ำนองสูงสุดของกราฟไฮโดรกราฟหนึ่งหน่วยนั้นจากเมื่อเริ่มมีฝนส่วนเกิน (ชั่วโมง)

A = พื้นที่ศึกษา (ตารางกิโลเมตร)

$$T_p = t_r/2+t_p \qquad \text{.....(3-8)}$$

$$t_p = 0.6t_c \qquad \text{.....(3-9)}$$

โดยที่ t_r = ช่วงเวลาการตกของฝน (ชั่วโมง)

t_p = ช่วงเวลาที่ใช้ในการเกิดปริมาณน้ำนองสูงสุด ของกราฟไฮโดรกราฟหนึ่งหน่วยนับจากกึ่งกลางช่วงที่เกิดฝนส่วนเกิน (ชั่วโมง)

$$t_c = (0.87\ L^3/H)^{0.385} \qquad \text{.....(3-10)}$$

L = ระยะทางที่ไกลที่สุดของลำน้ำสายใหญ่ จากจุดที่จะออกแบบอาคารระบายน้ำถึงแนวขอบพื้นที่รับน้ำ วัดความแนวลำน้ำ (กิโลเมตร)

H = ระดับความสูง ต่างกันของจุด ที่จะออกแบบอาคารระบายน้ำกับจุดไกลสุดของพื้นที่รับน้ำ (เมตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

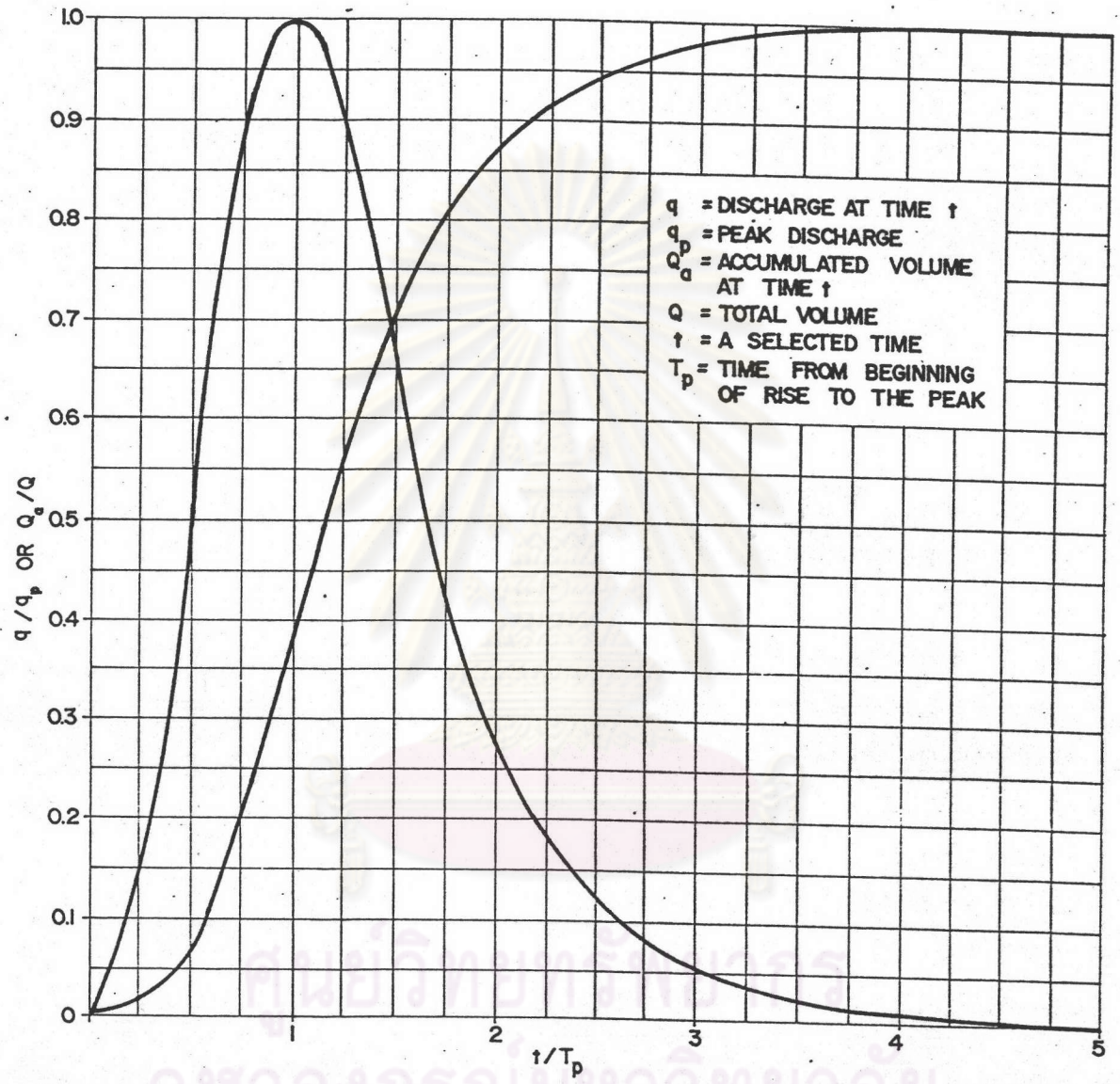
ตารางที่ 3-1 สัมประสิทธิ์ของน้ำท่า (C) ใช้กับ RATIONAL METHOD

ภูมิประเทศและต้นไม้ปกคลุม	ดินทรายปน ดินตะกอน	ดินเหนียวปน ดินตะกอน	ดินเหนียวแน่น
พื้นที่เป็นป่า (WOODLAND)			
ที่ราบ (ลาด 0-5%)	0.10	0.30	0.40
เป็นลูกคลื่น (ลาด 5-10%)	0.25	0.35	0.50
เป็นป่า (ลาด 10-30%)	0.30	0.50	0.60
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (PASTURE)			
ที่ราบ	0.10	0.30	0.40
เป็นลูกคลื่น	0.16	0.36	0.55
เป็นเนิน	0.22	0.42	0.60
พื้นที่เพาะปลูก(CULTIVATED)			
ที่ราบ	0.30	0.50	0.60
เป็นลูกคลื่น	0.40	0.50	0.60
เป็นเนิน	0.52	0.72	0.82

ลักษณะพื้นที่	ในเมือง (BUSINESS AREA)	0.60-0.75
	หมู่บ้านจัดสรร	0.50-0.70
	ถนน	0.75-0.85
	บนหลังคา	0.75-0.95

ที่มา : จากหนังสือ การออกแบบแหล่งน้ำ สำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท
โดย กองสำรวจและออกแบบ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : หนังสือ APPLIED HYDROLOGY ของ CHAW, MAIDMENT AND MAYS

รูป 3-2 ยูนิตไฮโดรกราฟที่ไร้หน่วยของ SCS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

t_c = ระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่ฝนตก บนพื้นที่รับน้ำฝน ที่จุดที่ไกลที่สุดที่จะไหลมาสมทบกันที่บริเวณที่ต้องทำอาคารระบายน้ำ (ชั่วโมง)

วิธีของ SCS ได้แนะนำการหาฝนส่วนเกิน P_e (DIRECT RUNOFF) โดยฝนส่วนเกินปรกติจะน้อยกว่า หรือเท่ากับ การตกของฝนจริง P (PRECIPITATION) ,โดยที่หลังจากได้มีการหลากของน้ำ จะมีการสะสมความชื้นในดิน F_a ซึ่งจะน้อยกว่า หรือเท่ากับ การกักเก็บสูงสุด S โดยจะมีการสูญเสียปริมาณการตกของฝนเบื้องต้น I_a ดังแสดงในรูป 3-3 สมมุติฐานของวิธีSCS คือ

$$F_a/S = P_e/P-I_a \qquad .....(3-11)$$

จากหลักการของการต่อเนื่อง $P = P_e + I_a + F_a$ .....(3-12)

จากการรวมสมการ 3-11 และ 3-12 $P_e = (P-I_a)^2/(P-I_a+S)$ .....(3-13)

ผลของการศึกษาจากหลายๆพื้นที่รับน้ำขนาดเล็ก จะได้ว่า $I_a = 0.2S$ .....(3-14)

แทนค่า I_a ในสมการ 3-13 จะได้ $P_e = (P-0.2S)^2/(P+0.8S)$ .....(3-15)

จะได้ความสัมพันธ์ P และ P_e ดังแสดงในรูป 3-4 โดยที่

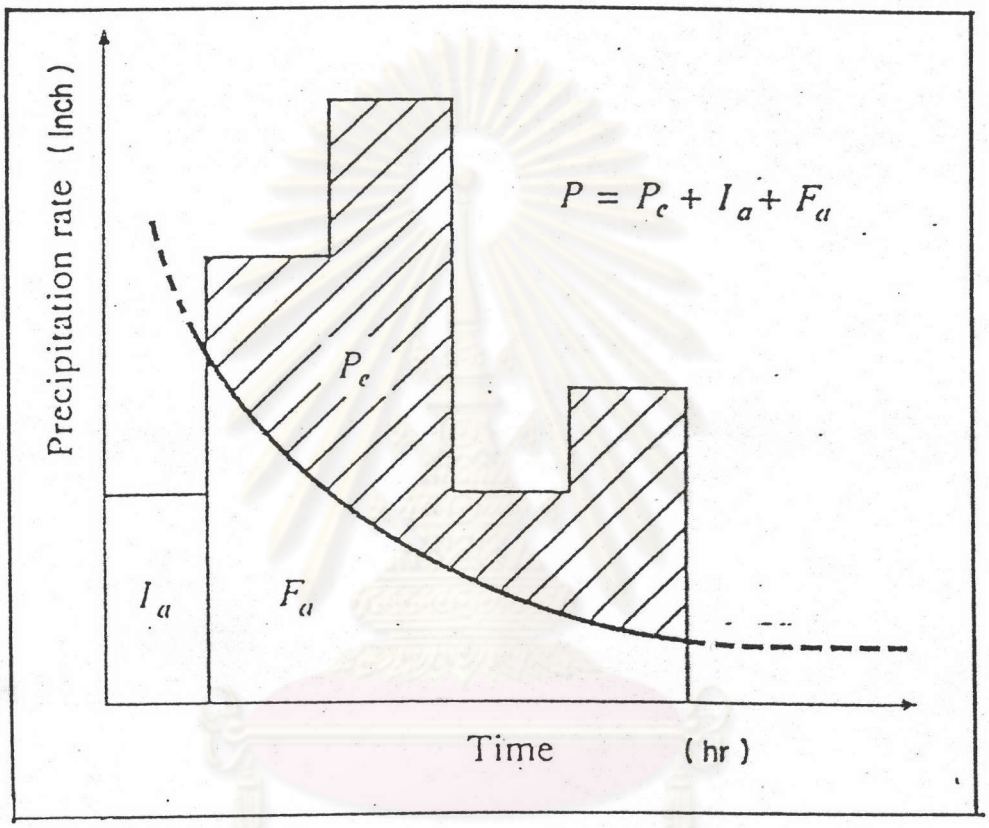
$$S = (1000/CN)-10 \qquad .....(3-16)$$

ค่า CN จะได้แสดงในตาราง 3-2

กรณีดินแห้ง $CN(I) = 4.2CN(II)/(10-0.058CN(II))$ ..(3-17)

กรณีดินเปียก $CN(III) = 23CN(II)/(10+0.13CN(II))$.....(3-18)

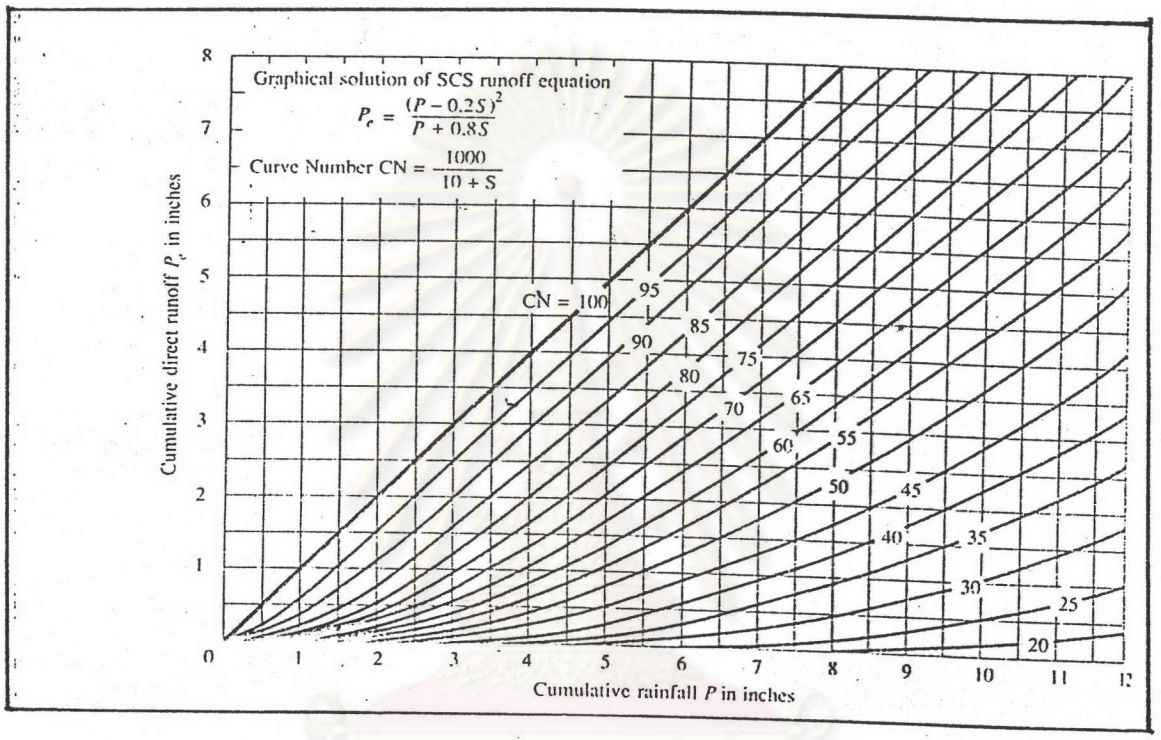
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : หนังสือ APPLIED HYDROLOGY ของ CHAW, MAIDMENT AND MAYS

รูป 3-3 รูปการสูญเสียปริมาณการตกของฝนเบื้องต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : หนังสือ APPLIED HYDROLOGY ของ CHAW, MAIDMENT AND MAYS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 3-4 การหาค่า CN ด้วยวิธี SCS

ตาราง 3-2 การเลือกค่า CN

Runoff curve numbers for selected agricultural, suburban, and urban land uses (antecedent moisture condition II, $I_a = 0.2S$)

Land Use Description		Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
Cultivated land[1]: without conservation treatment		72	81	88	91
with conservation treatment		62	71	78	81
Pasture or range land: poor condition		68	79	86	89
good condition		39	61	74	80
Meadow: good condition		30	58	71	78
Wood or forest land: thin stand, poor cover, no mulch		45	66	77	83
good cover[2]		25	55	70	77
Open Spaces, lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.					
good condition: grass cover on 75% or more of the area		39	61	74	80
fair condition: grass cover on 50% to 75% of the area		49	69	79	84
Commercial and business areas (85% impervious)		89	92	94	95
Industrial districts (72% impervious)		81	88	91	93
Residential[3]:					
Average lot size	Average % impervious[4]				
1/8 acre or less	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Paved parking lots, roofs, driveways, etc.[5]		98	98	98	98
Streets and roads:					
paved with curbs and storm sewers[5]		98	98	98	98
gravel		76	85	89	91
dirt		72	82	87	89

[1]For a more detailed description of agricultural land use curve numbers, refer to Soil Conservation Service, 1972, Chap. 9

[2]Good cover is protected from grazing and litter and brush cover soil.

[3]Curve numbers are computed assuming the runoff from the house and driveway is directed towards the street with a minimum of roof water directed to lawns where additional infiltration could occur.

[4]The remaining pervious areas (lawn) are considered to be in good pasture condition for these curve numbers.

[5]In some warmer climates of the country a curve number of 95 may be used.

ที่มา : หนังสือ APPLIED HYDROLOGY ของ CHAW, MAIDEMENT AND MAYS

3.3.3 การระบายน้ำของท่อลอดถนน

ถนนหลวง ที่ตัดตามแนวเชิงเขาจะทำตัวเสมือนฝายกั้นน้ำ ดังแสดงในรูป 3-5 ในการออกแบบจะหลีกเลี่ยง การเกิด ลักษณะแบบฝายน้ำล้น (WEIR FLOW) เนื่องจากจะทำให้เกิดการเสียหายต่อผิวถนนแล้วจะมีผลเสียต่อการคมนาคม ในทางทรัพย์สิน และชีวิต เกณฑ์การออกแบบ จะได้พิจารณาสำหรับการคาบกลับ 5 ปี โดยค่าอัตราการไหลของน้ำที่เข้ามาจะได้จากวิธีเรชันแนล (RATIONAL METHOD) โดยค่า t_c (TIME OF CONCENTATION) จะใช้วิธีของการศึกษาช่องระบายน้ำ ที่แคลิฟอร์เนีย (CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE) ดังสมการ 3-10 ซึ่งจะเป็นวิธีที่เหมาะในการใช้ในลุ่มน้ำลักษณะภูเขาขนาดเล็ก และปัจจุบันกรมทางหลวงก็ใช้เป็นสูตรในการออกแบบด้วย

3.3.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำ ที่ผ่านรูระบายที่ทางออก (OUTLET ORIFICE) การหาปริมาณน้ำ ผ่านรูระบายที่ทางออกในการวิเคราะห์ ให้ระบายน้ำออกจนหมดได้ทันที ฉะนั้นที่ท่อระบายที่ทางออกจากพื้นที่จะถือว่าเป็นการไหลออกอย่างอิสระ (FREE FLOW) ไม่มีอิทธิพลจากการไหลกลับ (BACKWATER EFFECT) และลักษณะการไหลจะขึ้นอยู่กับค่าพลังงานการสูญเสียที่บริเวณปากทางเข้า ดังแสดงในรูป 3-5

$$Q_o = C_d A_o \sqrt{2gH} \qquad \text{.....(3-19)}$$

โดย Q_o = อัตราการไหลจากรูระบายที่ทางออก (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

C_d = สัมประสิทธิ์ของการไหล

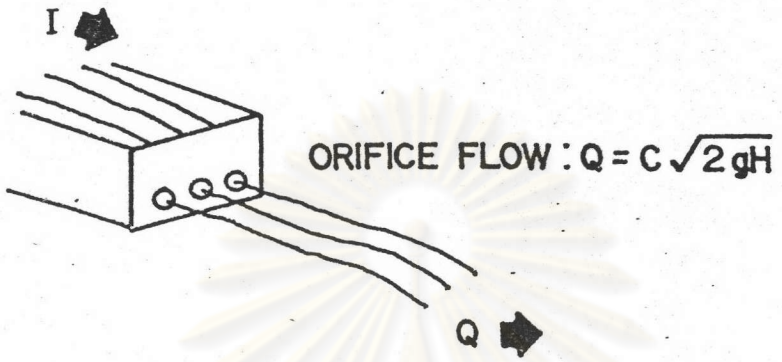
A_o = พื้นที่หน้าตัดของท่อระบาย, ตารางเมตร

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, เมตร/วินาที^{2}

H = ระยะจากระดับถนนถึงจุดศูนย์กลางของท่อระบาย

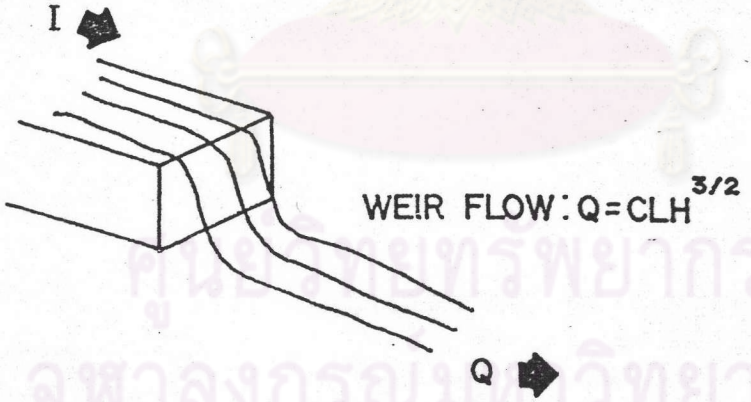
3.3.4 การระบายน้ำโซนพื้นที่ราบ

โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWMM (STORM WATER MANAGEMENT MODEL) 1977 ช่วยในการพิจารณาในการวิเคราะห์และออกแบบ, แบบจำลอง SWMM มีความสามารถในการทำงานทางด้านปริมาณและคุณภาพโดยจะแยกการใช้งานออกเป็น 5 ส่วนคือ EXECUTIVE RUNOFF EXTENDED TRANSPORT (EXTRAN) STORAGE/TREATMENT และ RECIEVING WATER ระบบหน่วยที่ใช้เป็นหน่วยอังกฤษ (IMPERIAL UNIT) สำหรับในการศึกษา จะได้ใช้เฉพาะ



ที่มา : หนังสือ APPLIED HYDROLOGY ของ CHAW, MAIDMENT AND MAYS

รูป 3-5 การไหลลักษณะช่องระบาย (ORIFICE FLOW)



ที่มา : หนังสือ APPLIED HYDROLOGY ของ CHAW, MAIDMENT AND MAYS

รูป 3-6 การไหลลักษณะฝายน้ำล้น (WEIR FLOW)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่เกี่ยวข้อง3 ส่วน คือ บล็อค EXECUTIVE RUNOFF และ EXTRAN รายละเอียดแบบจำลองดูภาคผนวก ข.

3.3.5 การระบายน้ำของช่องลอดถนน บริเวณจุดทางออก

ประเภทช่องลอดถนนรูปสี่เหลี่ยม (BOX CULVERT) การตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำ จะได้พิจารณาเป็นคุณสมบัติของการไหลแบบฝายน้ำล้น ดังแสดงในรูป 3-6

$$Q = CLH^{3/2} \qquad .....(3-20)$$

โดย Q = อัตราการไหลของน้ำผ่านฝายน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

C = ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่าน

L = ค่าความยาวของสันฝาย (เมตร)

H = ค่าระดับน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ (เมตร)

ระดับในการวางพื้นช่องลอดสำหรับการออกแบบจะเป็นข้อจำกัดในการออกแบบ เนื่องจาก จะต้องพิจารณาการหนุนของระดับน้ำทะเล และค่าความลาดชันของรางระบายด้านต้นน้ำ ให้มีความเหมาะสมในการออกแบบ เพื่อให้รางระบายสามารถรับน้ำให้เพียงพอ

3.3.6 อิทธิพลของระดับน้ำทะเล

ระดับน้ำทะเลจะมีผลต่อการระบายน้ำจากพื้นที่ออกสู่ทะเล จึงจำเป็นต้องพิจารณาระดับน้ำทะเลซึ่งขึ้นลงเปลี่ยนแปลงตามเวลากับระดับพื้นเดิมในพื้นที่ราบ ข้อมูลสถิติระดับน้ำทะเลจะรวบรวมจาก สถานีวัดระดับน้ำที่เกาะตะเภาน้อย จังหวัดภูเก็ตเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ประเมินกำหนดในการวางระดับท้องช่องลอดถนน ในพื้นที่บริเวณจุดทางออกทะเล

การศึกษาจะวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำและการกระจายระดับน้ำทะเลสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละเดือนของสถานีเกาะตะเภาน้อย โดยใช้วิธี GUMBLE (ดังรายละเอียดในข้อ 3.3.1.1)