บทที่ 5

ทฤษฎีและหลักการที่ใช้วิเคราะห์

5.1 ความสัมพันธ์ของความถี่ฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิด

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความถี่ฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิด (Depth Duration Frequency Curve " กราฟ DDF") นั้นแบ่งเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลฝนที่ได้จากการบันทึกด้วยเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ โดยมีความต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง
2. เลือกช่วงเวลาฝนตกที่จะใช้ในการวิเคราะห์ในแต่ละสถานี ซึ่งข้อมูลที่ใช้มีช่วงเวลาฝนตกตั้งแต่ 5 นาทีขึ้นไปถึง 24 ชั่วโมง
3. ในแต่ละช่วงเวลาฝนตก คำนวณค่าความถี่ฝนเฉลี่ยสูงสุดในแต่ละปี ในทุกช่วงเวลาที่กำหนดไว้ จะได้อนุกรมค่าสูงสุดประจำปี (Annual Maximum Series) ของฝนที่มีช่วงเวลาการตกต่าง ๆ กัน (แสดงในตารางที่ ข-1)
4. นำข้อมูลที่ได้ตามข้อ 3 มาแจกแจงความน่าจะเป็นโดยใช้ฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function) ในการวิเคราะห์

การแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลน้ำฝน มีทฤษฎีการแจกแจงหลายทฤษฎี คือ

- Gamma ชนิด 2 พารามิเตอร์
- Lognormal ชนิด 2 พารามิเตอร์
- Pearson ชนิดที่ 3
- Log-Pearson ชนิดที่ 3
- Gumbel (Extreme Value ชนิดที่ 1)

จากข้อมูลอนุกรมสูงสุดรายปีของสถานีตัวแทนทั้ง 4 สถานี คือ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีอากาศเกษตรบางนา สถานีอากาศเกษตรบางเขน และสถานีกรมชลประทานสามเสน

จัดลำดับข้อมูลโดยเรียงค่าจากมากไปน้อยและเลือกใช้สูตรกำหนดตำแหน่ง (Plotting Position Formula) ของ Gringorten

$$p = (m-0.44) / (n+0.12) \quad (5.1)$$

โดยที่

p = ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

m = ลำดับของการเรียงความลึกฝนจากมากไปน้อย

n = จำนวนปีทั้งหมดของข้อมูล

นำค่าไปลงจุดเพื่อหาความสัมพันธ์ในกระดาษกราฟความน่าจะเป็นชนิดค่าสุดขีด (Extreme Probability Paper) ซึ่งพบว่ากราฟที่ได้เป็นแนวเส้นตรง จึงสรุปได้ว่าข้อมูลชุดนี้มีการกระจายตรงตามสมมุติฐานการแจกแจงตามฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Gumbel

การแจกแจงข้อมูลฝนของสถานีที่ศึกษาครั้งนี้จึงใช้วิธีการแจกแจงแบบ Gumbel และการหาพารามิเตอร์ของการกระจายแบบ Gumbel โดยวิธี Maximum Likelihood

<u>การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Gumbel</u>

ฟังก์ชั่นของการกระจายแบบ Gumbel หรือ Extreme Value Type I มีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$F(x) = P(X \le x) = e^{-e^{-y}} \quad (5.2)$$

โดย $y = \alpha(x-\beta)$ (5.3)

เมื่อ $P(X \le x)$ = ความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability)

$= 1 - p$ (5.4)

$p = P(X \ge x)$ ความน่าจะเป็นของการเกิดปรากฏการณ์ฝนตกซึ่งมีความลึกฝนเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนด

$= 1/T$ (5.5)

เมื่อ T = คาบการเกิด

X = ปรากฏการณ์ฝนตกซึ่งมีความลึกฝนเฉลี่ยหนึ่ง ๆ ที่จะเกิดขึ้น

x = ความลึกฝนเฉลี่ยที่กำหนด

y = ค่าตัวแปรลดรูป (Reduced Variate)

α, β = ค่าพารามิเตอร์ของการกระจายแบบ Gumbel

<u>การหาพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood</u>

จาก $P = e^{-e^{-Y}}$

เมื่อใส่ log ในสมการ จะได้

$$y = -\ln(-\ln P)$$

ดังนั้น $$y = -\ln(-\ln((T-1)/T)) \quad (5.6)$$

จากสมการ 5.3 เมื่อ n คือจำนวนข้อมูลฝนอนุกรมค่าสูงสุดประจำปี ซึ่งมีความลึกฝน x_1 x_2 .....x_n โดยนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Maximum Likelihood

$$\beta = 1/\alpha(\ln\{n/\sum e^{-\alpha x_i}) \quad (5.7)$$

และ $$F(\alpha) = \sum x_i e^{-\alpha x_i} - (\mu - 1/\alpha).e^{-\alpha x_i}) = 0 \quad (5.8)$$

เพราะว่าไม่สามารถแก้สมการหาค่า α ได้โดยตรง จึงใช้การขยายของเทย์เลอร์ (Taylor's expansion) มาช่วยแก้สมการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

$$F(\alpha_{j+1}) = F(\alpha_j + h_j)$$

$$= F(\alpha_j) + h_j F'(\alpha_j) \quad (5.9)$$

ซึ่ง $F'(\alpha_j)$ เป็นอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง (First Order Derivation) ของ $F(\alpha)$ ดังนั้น

$$F'(\alpha) = -\sum x_i^2 e^{-\alpha x_i} + (\mu - 1/\alpha).\, x_i e^{-\alpha x_i} - (1/\alpha^2)\sum e^{-\alpha x_i} \quad (5.10)$$

โดย α_j และ α_{j+1} เป็นการประมาณอย่างเป็นลำดับ ได้มีการสมมุติค่า α ครั้งที่ 1 จาก

$$\alpha_1 = 1.2825/\rho \quad (5.11)$$

เมื่อ ρ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลฝนอนุกรมสูงสุดประจำปี (x)

$$\rho = \{(n/n\text{-}1)((x^2/n) - ((x/n)^2)\}^{1/2} \quad (5.12)$$

เมื่อแทนค่า α_1 ลงในสมการ จะได้ค่า $F(\alpha)$ และ $F'(\alpha)$ ดังนั้น

$$h_1 = -F(\alpha_1)/F'(\alpha_1) \quad (5.13)$$

ในการสมมุติค่า α ครั้งต่อไป โดย

$$\alpha_2 = \alpha_1 + h_1 \qquad (5.14)$$

สมมุติค่า α จนผลต่างของค่าทั้งสองมีค่าน้อยมากหรือเข้าใกล้ 0 จะได้ค่า α นำไปใช้ในสมการแทนหาค่า β ได้ ค่า α และ β ที่คำนวณได้ในแต่ละสถานี แสดงในตารางที่ ข-2

นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปคำนวณหาความลึกฝนของช่วงเวลาต่าง ๆ ที่คาบการเกิดต่าง ๆ แล้วนำไปลงจุดในกระดาษกราฟชนิด สเกล log - log ลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดจะได้เส้นโค้งความสัมพันธ์ของความลึกฝนที่ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความลึกฝนที่ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ ของสถานีที่ใช้ศึกษาทั้ง 4 สถานี แสดงในรูปที่ ข-1

5.2 ความสัมพันธ์ของความเข้มฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิด

จากค่าความลึกฝนที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาที่คาบการเกิดต่าง ๆ นำมาคิดเป็นความเข้มฝนในหน่วย มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และนำค่าที่ได้ไปลงจุดในกระดาษกราฟชนิดสเกล log - log ลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดจะได้เส้นโค้งความสัมพันธ์ของความเข้มฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิด (Intensity Duration Frequency Curve "กราฟ IDF") จากความสัมพันธ์สามารถแทนได้ในรูปแบบของสมการความเข้มฝนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

สมการโดยทั่วไปของความสัมพันธ์ของความเข้มฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิด

Wenzel (2525) ได้เสนอสมการไว้ 2 รูปแบบดังนี้

$$i = \frac{a}{(t_d + b)^c} \qquad (5.15)$$

$$i = \frac{a}{(t_d^c + b)} \qquad (5.16)$$

เมื่อ i = ความเข้มของฝน (มม./ชม.)

t_d = ช่วงเวลาฝนตก

a , b , c = ค่าคงที่

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความเข้มฝน ช่วงเวลาที่คาบการเกิดต่าง ๆ ของสถานีที่ใช้ทั้ง 4 สถานี แสดงในรูปที่ ข-2 ลักษณะกราฟความเข้มฝนที่ได้มีความลาดเทลงและเกือบเป็นแนวเส้นตรงเดียวกัน

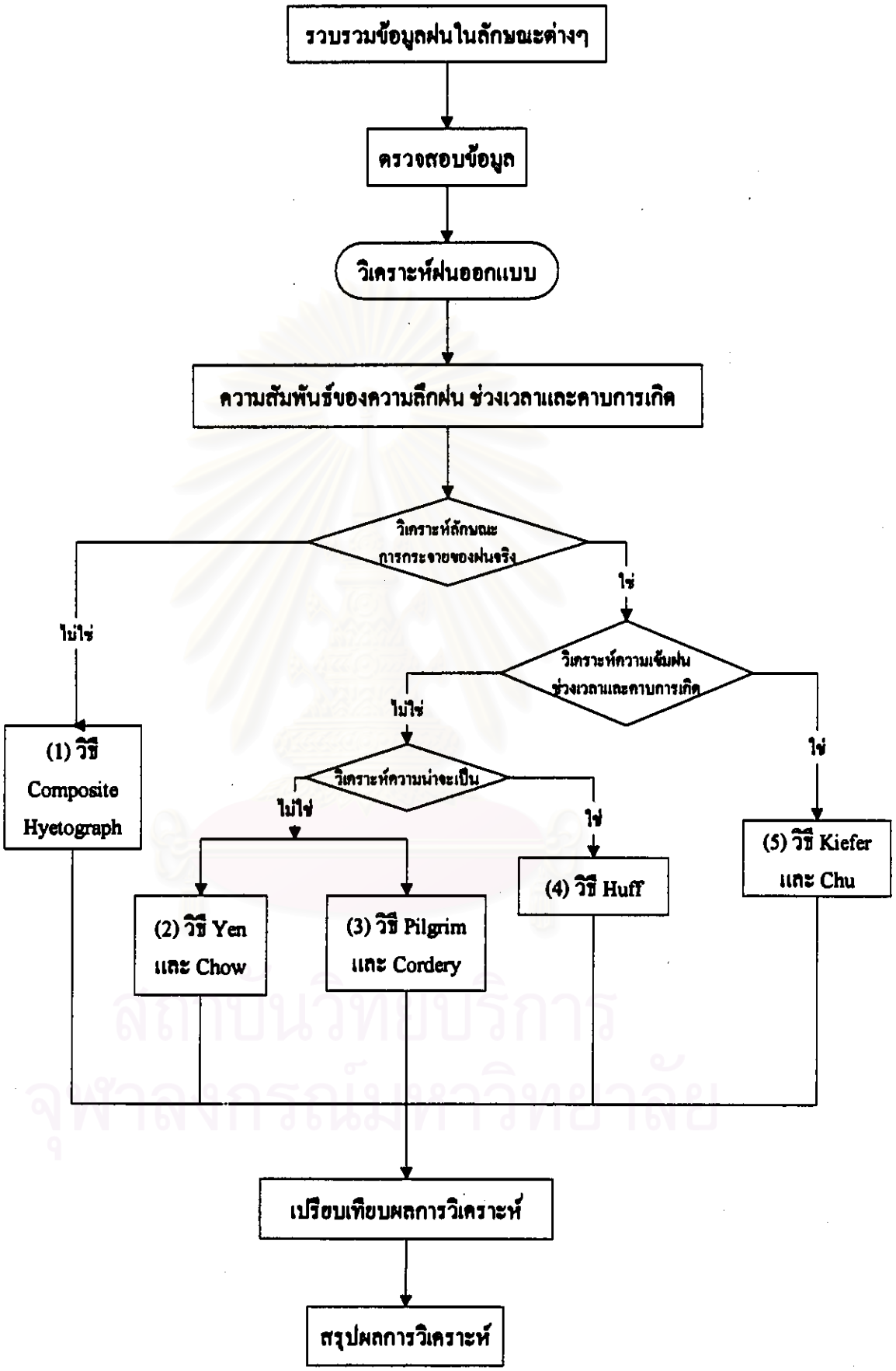
5.2.1 การหาค่าคงที่ในสมการความเข้มฝน

การหาค่าคงที่ a b และ c ในสมการความเข้มฝนหาได้จากการวิธีสร้างความสัมพันธ์เส้นโค้ง (Curve Fitting) ของสมการเส้นตรงโดยการเลือกใช้ค่าบนเส้นโค้งในช่วงที่พิจารณาจากเส้นกราฟความสัมพันธ์ของความเข้มที่ช่วงเวลาและ คาบการเกิดต่าง ๆ แล้วใช้ Regression จะได้ค่าคงที่ a b และ c โดยสมการที่ใช้ศึกษาได้แก่ สมการที่ 5.15 ค่าคงที่ที่ได้จะใช้ได้ดีในช่วงเวลาที่พิจารณา และใช้ได้เฉพาะพื้นที่ ค่าคงที่ทั้งสามของสถานีที่ใช้ศึกษาอยู่ในช่วงเวลา 15 นาที ถึง 240 นาทีที่คาบการเกิดต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ ข-3

5.3 การวิเคราะห์ฝนออกแบบ

การศึกษาเกี่ยวกับฝนออกแบบที่ใช้ในปัจจุบันตามที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิงและการทบทวนในบทที่ 2 มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีมีความแตกต่างกัน วิธีมีดังต่อไปนี้ (ขั้นตอนการวิเคราะห์ฝนออกแบบแสดงในรูปที่ 5.1)

1. วิธี Composite Hyetograph
2. วิธี Yen และ Chow
3. วิธี Pilgrim และ Cordery
4. วิธี Huff
5. วิธี Kiefer และ Chu



รูปที่ 5.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ฝนออกแบบโดยวิธีการต่าง ๆ

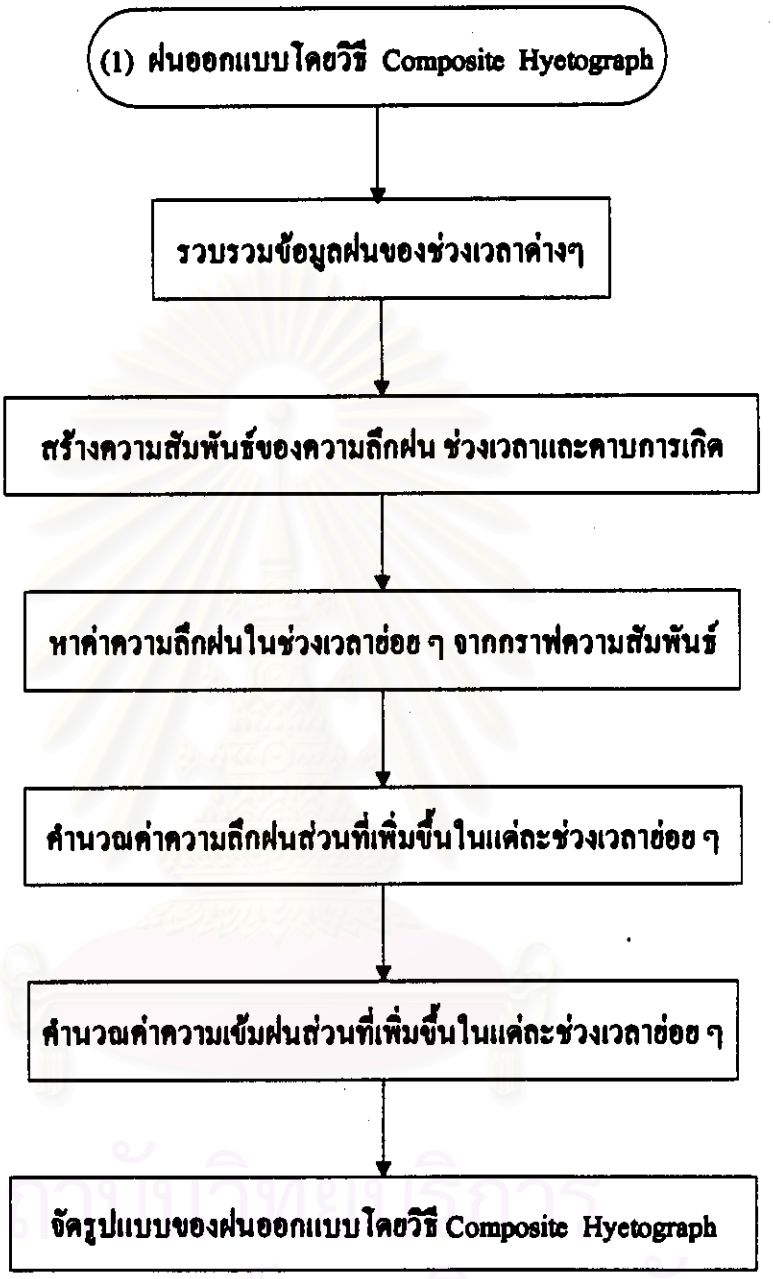
5.3.1 วิธี Composite Hyetograph

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ในวิธีนี้เริ่มจากความสัมพันธ์ของความลึกฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ ที่ได้จากความลึกฝนเฉพาะจุดมากที่สุดในแต่ละปีของช่วงเวลาต่างๆ ตั้งแต่ 5- 10- 15- 30- นาที 1- 2- 3- 6- 12- และ 24- ชั่วโมงและนำมาแจกแจงความน่าจะเป็นเพื่อวิเคราะห์ความลึกฝนที่ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ

รายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้ (แสดงในรูปที่ 5.2)

1. อ่านค่าความลึกฝนในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ จากกราฟความสัมพันธ์ของความลึกฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ
2. คำนวณค่าความลึกฝนส่วนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาย่อย
3. คำนวณค่าความเข้มฝนที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา
4. นำค่าความเข้มฝนที่ได้สร้างรูปแบบของฝนออกแบบที่ช่วงเวลาต่าง ๆ

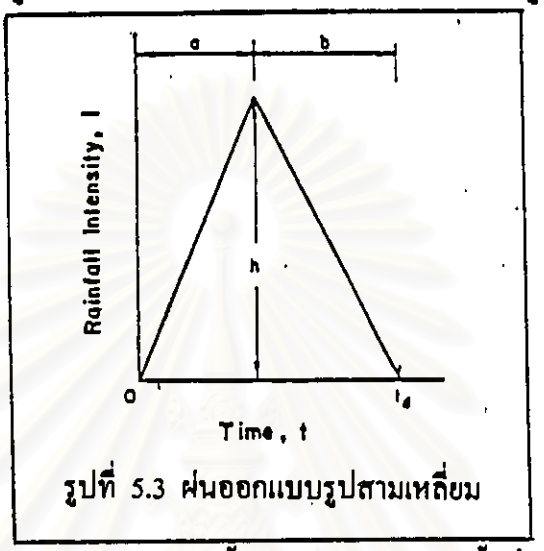
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ฝนออกแบบโดยวิธี Composite Hyetograph

5.3.2 วิธี Yen และ Chow

วิธีนี้เป็นการสร้างไฮเอทโดกราฟในรูปแบบกราฟสามเหลี่ยมโดยใช้หลักการในการวิเคราะห์ข้อมูลฝนให้ได้รูปแบบการกระจายของฝนออกแบบ แสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ฝนออกแบบรูปสามเหลี่ยม

โดยที่ ค่าความลึกของฝนทั้งหมดคำนวณได้จากพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

$$P = \frac{ht_d}{2} \tag{5.17}$$

$$t_d = a + b \tag{5.18}$$

เมื่อ P = ความลึกฝนทั้งหมด

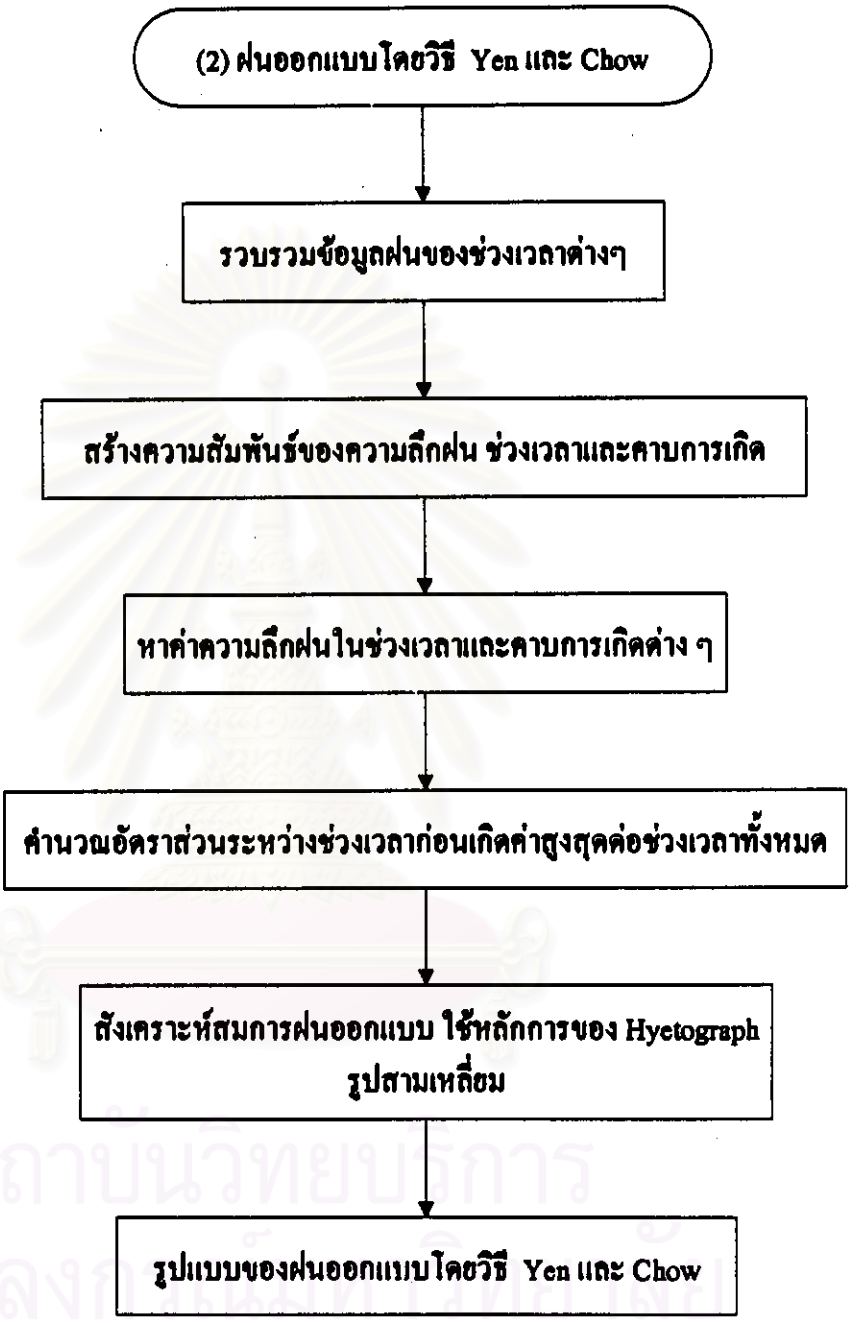
t_d = ช่วงเวลาทั้งหมดที่ฝนตก

a_0 = อัตราส่วนระหว่างเวลาก่อนการเกิดค่าสูงสุด (a) ต่อช่วงเวลาทั้งหมด (t_d)

$$a_0 = a / t_d \tag{5.19}$$

ค่าอัตราส่วน a_0 นี้เป็นค่าเฉพาะในแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาค่า a_0 และ ค่า r ที่ได้จากการวิเคราะห์ในวิธี Kiefer และ Chu มีวิธีการวิเคราะห์เดียวกัน แสดงในตารางที่ ค-9 จึงนำมาใช้ในการหารูปแบบลักษณะของกราฟและตำแหน่งของการเกิดค่าสูงสุด

จากค่าความลึกฝนที่ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ นำมาแทนในสมการที่ 5.17 คำนวณความเข้มฝนสูงสุดและรูปแบบของฝนออกแบบสามเหลี่ยม รายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ฝนออกแบบโดยวิธี Yen และ Chow

5.3.3 วิธี Pilgrim และ Cordery

Pilgrim และ Cordery ได้พัฒนาวิธีการออกแบบฝนโดยวิเคราะห์ข้อมูลจากเหตุการณ์ของฝนที่เกิดขึ้นจริงโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (แสดงในรูปที่ 5.5)

1. รวบรวมตัวอย่างของเหตุการณ์ฝนตกในแต่ละวันของช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ค่าความลึกฝนต่าง ๆ เลือกวันที่ฝนตกมากกว่า 35 มม.ต่อวัน

2. สำหรับช่วงเวลาที่ใช้ได้แก่ 30- 60- 120- 180- และ 240- นาที โดยในแต่ละช่วงเวลาเลือกใช้ค่าความลึกฝนที่เกิดขึ้นสูงสุดในแต่ละช่วงเวลานั้น ๆ

3. แบ่งช่วงเวลาออกเป็นช่วงเวลาย่อย ๆ ทุก 10 นาที อ่านค่าความลึกฝนในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ แล้วบันทึกไว้ และทำเช่นเดียวกันในทุกช่วงเวลา

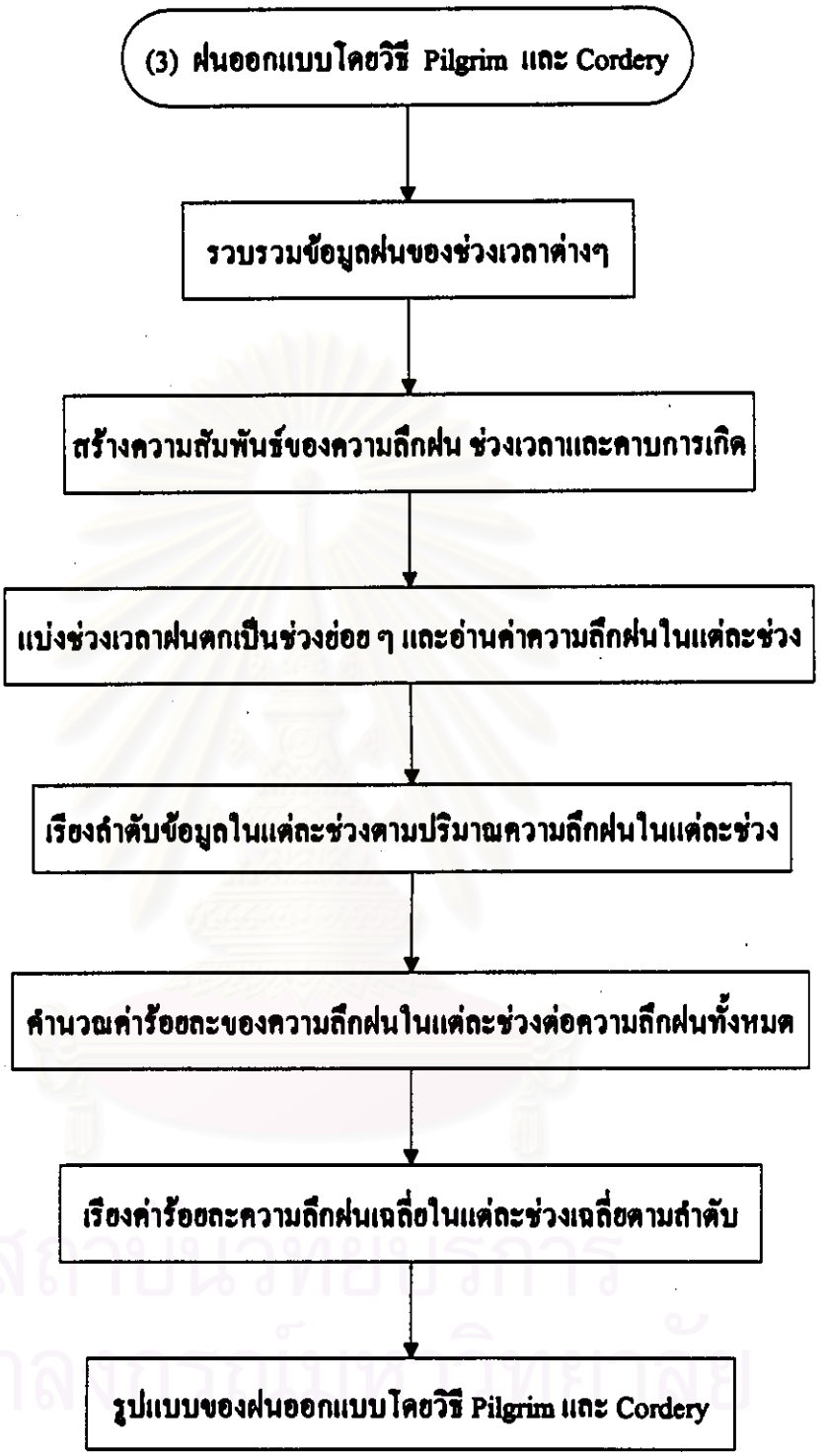
4. เรียงลำดับค่าความลึกฝนจากน้อยไปมาก โดยแบ่งเป็นช่วง ๆ เช่น 30 นาทีแบ่งช่วงได้ 3 ช่วงในทุก 10 นาที โดยช่วงเริ่มต้นแทนความลึกฝนสูงสุดและเพิ่มขึ้นตามลำดับของความลึกฝน ทำเช่นนี้ทุกเหตุการณ์ และหาค่าเฉลี่ยของช่วงทั้งหมด

5. หาค่าร้อยละของความลึกฝนในช่วงเวลาย่อย ๆ โดยใช้ค่าความลึกฝนในช่วงเวลานั้น ๆ ต่อความลึกฝนทั้งหมด และหาค่าร้อยละความลึกฝนเฉลี่ยทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ

6. จัดเรียงค่าร้อยละความลึกฝนเฉลี่ยลงตามลำดับของช่วงเฉลี่ย ตามการจัดเรียงข้างต้น จะได้การกระจายของฝนออกแบบในช่วงเวลาต่าง ๆ

7. จากค่าความลึกฝนที่ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ คูณด้วยร้อยละความลึกฝนในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ จะได้รูปแบบของฝนออกแบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.5 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ฝนออกแบบโดยวิธี Pilgrim และ Cordery

5.3.4 วิธี Huff

Huff ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ฝนออกแบบโดยการพิจารณาลักษณะการแจกแจงตามเวลา (Time Distribution) สำหรับพายุฝนที่มีความรุนแรงในพื้นที่ขนาด 400 ตารางไมล์ ในมลรัฐ Illinois ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะการแจกแจงฝนที่พัฒนาขึ้นมาโดยแบ่งฝนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามตำแหน่งของการเกิดฝนสูงสุดอยู่ในช่วงใด โดยแบ่งเป็น 1/4- 2/4- 3/4- และ 4/4 โดยเรียกเป็น First- Second- Third- และ Fourth-Quartile Storm ตามลำดับ โดยรูปแบบของฝนออกแบบขึ้นอยู่กับโอกาสความน่าจะเป็นที่เลือกใช้ ที่โอกาสความน่าจะเป็นต่าง ๆ มีช่วงตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 90 ซึ่งมีข้อแนะนำให้เลือกใช้ที่โอกาสความน่าจะเป็นที่ร้อยละ 50

สำหรับการศึกษาที่ดำเนินการศึกษาใช้ข้อมูลฝนในพื้นที่ ลักษณะการกระจายของฝนในช่วงเวลาต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของร้อยละสะสมของความลึกฝนกับร้อยละสะสมของเวลาที่โอกาสความน่าจะเป็นต่างๆ

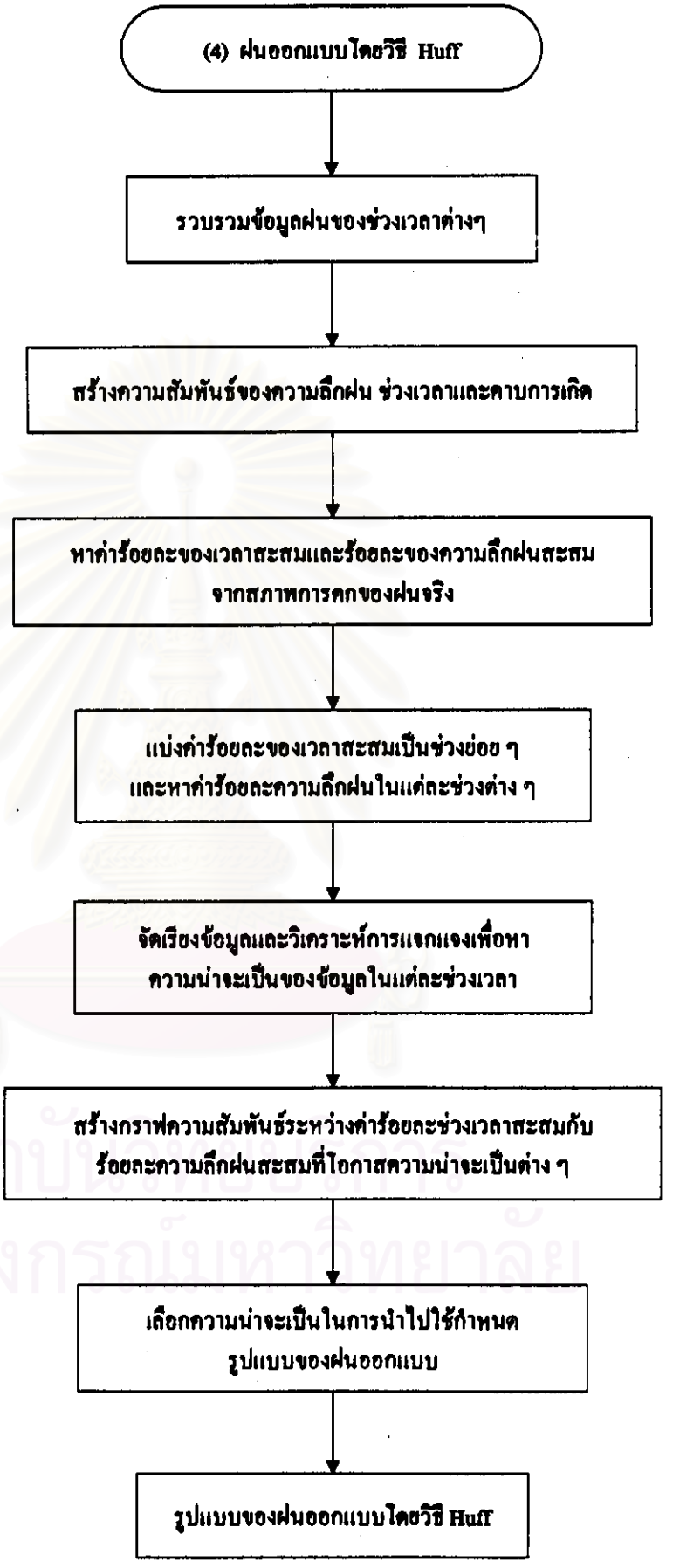
ขั้นตอนในการวิเคราะห์มีดังนี้ (แสดงในรูปที่ 5.6)

1. อ่านค่าข้อมูลฝนจากกราฟบันทึกฝนอัตโนมัติของสถานีที่ศึกษา อ่านค่าความลึกฝนในช่วงเวลาย่อย ๆ ตลอดช่วงเวลาที่ฝนตกในแต่ละวัน แล้วคิดเป็นร้อยละสะสมของเวลาและร้อยละสะสมของความลึกฝน

2. จากปรากฏการณ์การตกของฝนในกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลกราฟน้ำฝนที่รวบรวมได้สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ความลึกฝนมากที่สุดในช่วง 1/4 ของช่วงเวลาทั้งหมด และความลึกฝนมากที่สุดในช่วงระหว่าง 1/4 และ 1/2 ของช่วงเวลาทั้งหมด เพื่อใช้หารูปแบบในลักษณะต่าง ๆ ของฝน

3. แบ่งค่าร้อยละสะสมของช่วงเวลาย่อยๆ ในทุก 10 นาที อ่านค่าความลึกฝนสะสมในแต่ละช่วงแล้วบันทึกไว้และทำเช่นเดียวกันในทุกตัวอย่างของฝนที่ใช้

4. นำข้อมูลค่าร้อยละสะสมของความลึกฝนในแต่ละช่วงเวลาที่ได้มาแจกแจงความน่าจะเป็น ซึ่งในการศึกษาเลือกใช้วิธีการแจกแจงแบบ Gumbel และหาพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood ได้ความลึกฝนสะสมในแต่ละช่วงเวลาที่โอกาสความน่าจะเป็นต่าง ๆ ตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 90 นำไปสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละสะสมของความลึกฝนและร้อยละ



รูปที่ 5.6 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ฝนออกแบบโดยวิธี Huff

สะสมของเวลาที่โอกาสความน่าจะเป็นต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกใช้สำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำ

5. จากร้อยละสะสมของความลึกฝนในช่วงเวลาย่อย ๆ ที่โอกาสความน่าจะเป็นต่าง ๆ กูณกับค่าความลึกฝนที่คาบการเกิดต่างและช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งจะได้รูปแบบความเข้มฝนในช่วงเวลาต่าง ๆ คือ 30- 60- 120- 180- และ 240- นาที

5.3.5 วิธี Kiefer และ Chu

Kiefer และ Chu ศึกษาวิธีการสร้างไฮเอทโตกราฟของการกระจายฝนที่เวลาต่าง ๆ สำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำในเมืองชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา (วิธีนี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า วิธีชิคาโก) โดยอาศัยสมการความสัมพันธ์ของความเข้มฝน ช่วงเวลาและคาบการเกิดต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ ขั้นตอนการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 5.7

จากสมการความเข้มฝน

$$i = \frac{a}{(t_d + b)^c}$$

ความลึกฝนรวม (P) ของฝนช่วงเวลา t_d คือ

$$P = i t_d = \frac{a t_d}{(t_d + b)^c} \qquad (5.20)$$

ดังนั้น ความเข้มฝนชั่วขณะหนึ่ง ที่เวลา t คือ

$$i_i = \frac{dp}{dt} = \frac{a[(1-c)t + b)}{(t+b)^{c+1}} \qquad (5.21)$$

กำหนดให้ $t = t_b + t_a$

โดยที่ t_b คือเวลาก่อนเกิดความเข้มฝนมากที่สุด

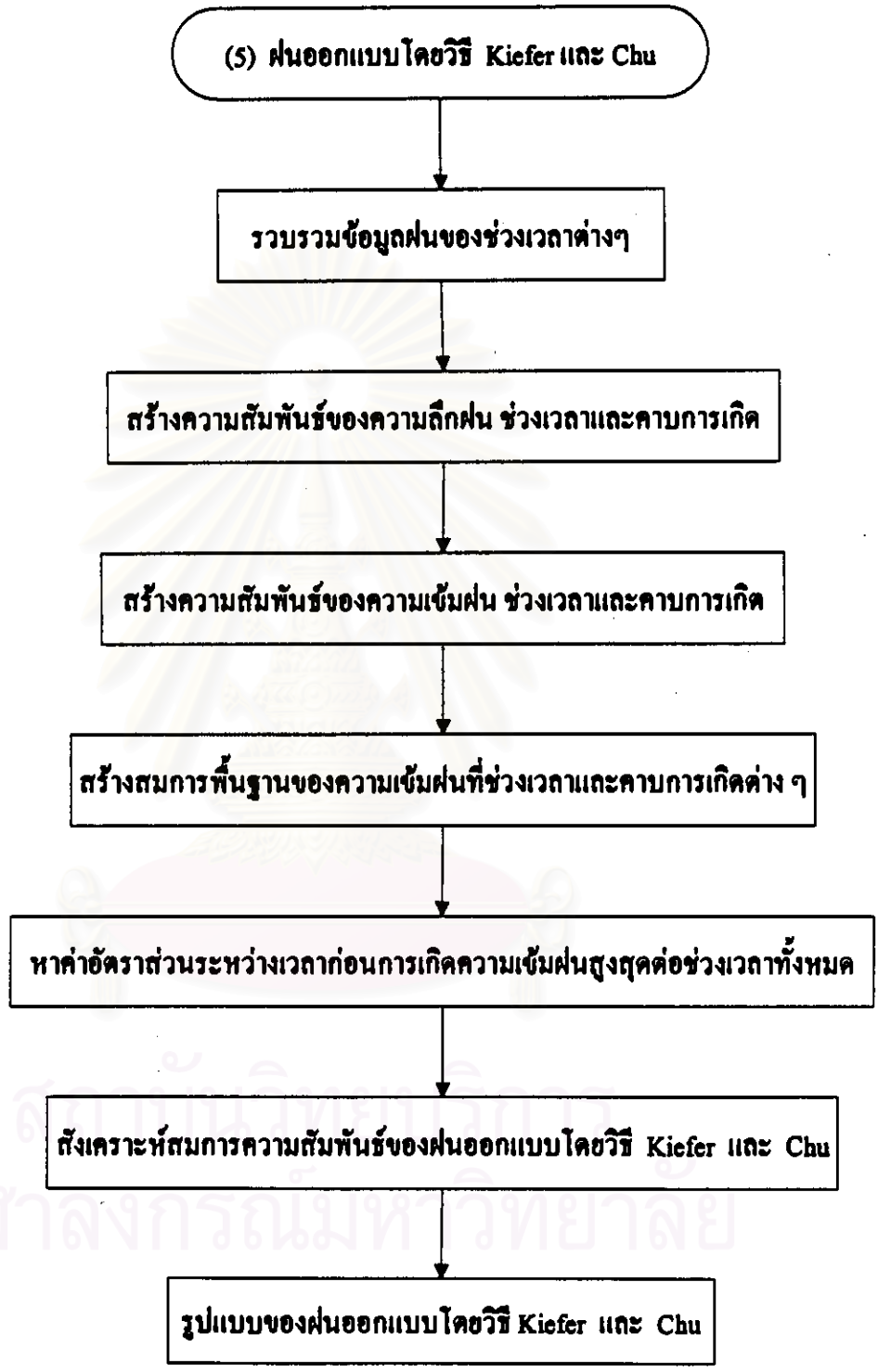
t_a คือเวลาหลังเกิดความเข้มฝนมากที่สุด

และอัตราส่วน r คือ เวลาก่อนเกิดความเข้มฝนมากที่สุดต่อช่วงเวลาทั้งหมด

$$r = \frac{t_b}{t} = 1 - \frac{t_a}{t} \qquad (5.22)$$

ดังนั้น สมการก่อนการเกิดค่าสูงสุด

$$i_b = \frac{a[(1-c)(t_b / r) + b]}{[(t_b / r) + b]^{c+1}} \qquad (5.23)$$

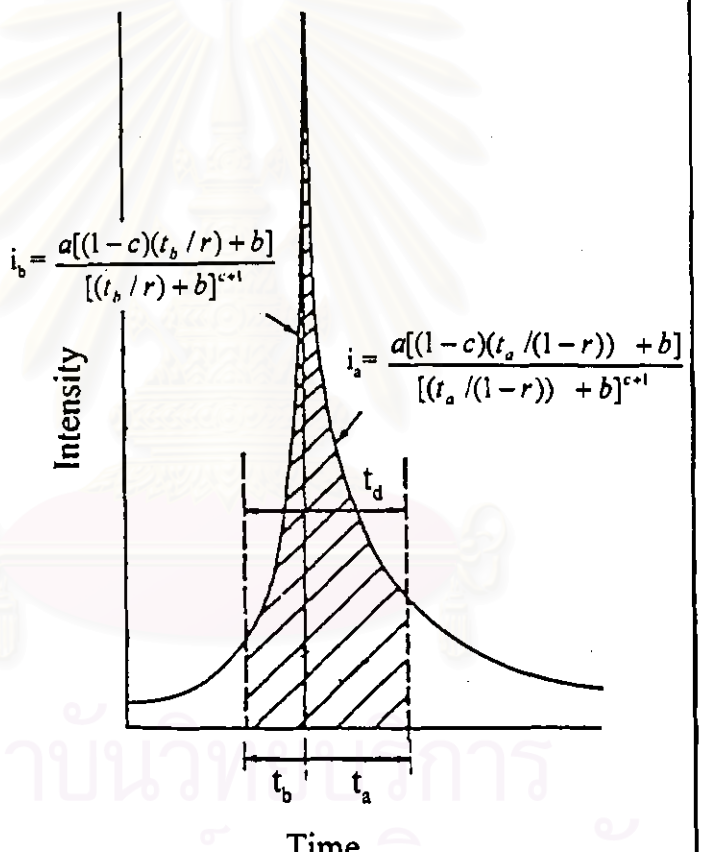


รูปที่ 5.7 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ฝนออกแบบโดยวิธี Kiefer และ Chu

และสมการหลังการเกิดค่าสูงสุด

$$i_a = \frac{a[(1-c)(t_a/(1-r)) + b]}{[(t_a/(1-r)) + b]^{c+1}} \qquad (5.24)$$

รูปแบบของฝนออกแบบโดยวิธี Kiefer และ Chu แสดงในรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 รูปแบบของฝนออกแบบโดยวิธี Kiefer และ Chu

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการหาค่าอัตราส่วน r มีดังนี้

1. เลือกวันที่ฝนตกอยู่ในเกณฑ์ฝนตกหนักถึงหนักมากคือมากกว่า 35 มิลลิเมตรต่อวัน

2. จากข้อมูลกราฟน้ำฝนอัตโนมัติ อ่านค่าความลึกฝนในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ โดยอ่านค่าทุก ๆ 10 นาที ตลอดช่วงเวลาที่ฝนตกในแต่ละวันของฝนที่เลือกใช้

3. ช่วงเวลาฝนตกที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 30- 60- 120- 180- และ 240- นาที

4. จากข้อมูลฝนของช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ เลือกช่วงเวลาที่มีความลึกฝนสูงสุด เช่น ช่วงเวลา 30 นาที อ่านค่าความลึกฝนในแต่ละช่วงย่อย ๆ รวมกันได้ค่ามากที่สุด ซึ่งแบ่งช่วงย่อยทุก 10 นาทีได้ 3 ช่วง หาช่วงที่เกิดค่าฝนสูงสุดและบันทึกค่าไว้ ทำเช่นเดียวกันในทุกข้อมูล หาค่าเฉลี่ยของช่วงที่เกิดค่าฝนสูงสุดและทำในช่วงเวลาอื่น ๆ เหมือนขั้นตอนที่กล่าวมา

5. จากช่วงเฉลี่ยจะได้ค่าเวลาก่อนการเกิดฝนสูงสุด โดยสมมุติค่าสูงสุดเกิดขึ้นที่จุดกึ่งกลางในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ ซึ่งค่าอัตราส่วน r คืออัตราส่วนระหว่างเวลาก่อนเกิดค่าสูงสุดต่อช่วงเวลาทั้งหมด

6. หาอัตราส่วน r ของทุกช่วงเวลา 30- 60- 120- 180- และ 240 นาที

ตัวอย่างการหาค่าอัตราส่วน r ในช่วงเวลาฝนตก 30 นาทีของสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา

$$r = \frac{\text{เวลาก่อนเกิดค่าสูงสุด}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$$

จากการสมมุติให้ค่าสูงสุดเกิดขึ้นที่จุดกึ่งกลางในแต่ละช่วงเวลาย่อย ๆ

$$r = \frac{\text{ค่าเฉลี่ย} - 0.5}{\text{จำนวนช่วง 10 นาที}} = \frac{1.44 - 0.5}{3} = 0.31$$

สำหรับค่า r ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในแต่ละช่วงเวลา ค่า r ที่ได้แตกต่างกัน แต่ในทุกช่วงเวลาค่า r น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าความเข้มฝนสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงก่อนครึ่งของช่วงเวลาทั้งหมด ซึ่งแสดงการวิเคราะห์ค่า r ในตารางที่ ค-9