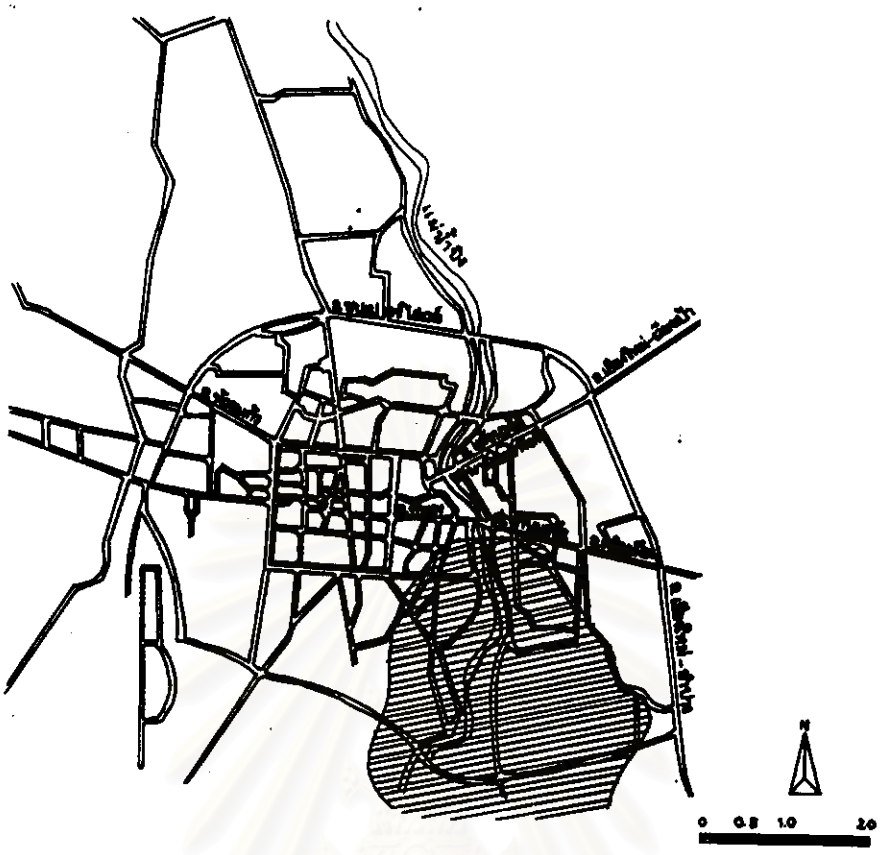
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำท่วมเป็นภาวะการณ์ที่เกิดขึ้น ณ ที่แห่งใดแล้วย่อมนำมาซึ่งปัญหาและความเสียหายต่าง ๆ มากมาย เนื่องจากจะก่อให้เกิดความเดือดร้อนและสูญเสียทั้งในด้านชีวิต ทรัพย์สิน ความเป็นอยู่ สภาพจิตใจ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และอาจยังผลต่อไปถึงการสูญเสียทางเศรษฐกิจอันเนื่องจากการขาดโอกาสในการได้รับประโยชน์อีกด้วย ภาวะน้ำท่วมเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่น ความไม่เหมาะสมของสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ หรือแม้กระทั่งจากการกระทำของมนุษย์เอง ดังนั้น เพื่อคำนึงถึงผลประโยชน์อันยั่งยืนและบรรเทาความเสียหายอันเกิดจากภัยน้ำท่วม การศึกษาเพื่อให้ทราบเกี่ยวกับขนาด ความถี่ หรือโอกาสที่จะเกิดสภาพน้ำท่วมจึงเป็นปัญหาที่วิศวกรแหล่งน้ำและนักอุทกวิทยาจำเป็นต้องให้ความสำคัญเพื่อที่จะได้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การออกแบบอาคารทางชลศาสตร์ ในงานบรรเทาปัญหาน้ำท่วมได้อย่างเหมาะสมต่อไป

พื้นที่บริเวณริมฝั่งลุ่มน้ำแม่น้ำปิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของความเจริญทางเทคโนโลยี การอุตสาหกรรม การคมนาคม อารยธรรม และการท่องเที่ยวของภาคเหนือ ได้ประสบปัญหาน้ำท่วมบ่อยครั้งและมีแนวโน้มที่จะเกิดมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงของการเกิดพายุหมุนเขตร้อน ดังเช่นที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ในปี พ.ศ. 2537 และ พ.ศ. 2538 มีปริมาณฝนตกหนักในพื้นที่ต้นน้ำแม่น้ำปิงทำให้เกิดปริมาณน้ำท่วมล้นเกินกว่าความจุของร่องน้ำปิงจะรับไว้ได้ จึงไหลล้นตลิ่งขึ้นท่วมบริเวณที่ลุ่มต่ำของบริเวณตัวเมืองเชียงใหม่ ที่มีทั้งย่านที่พักอาศัยและธุรกิจการค้า ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง ซึ่งเป็นลักษณะของต้นน้ำลำธาร และพื้นที่ตอนบนมีเพียงลำน้ำแม่งัดเท่านั้นที่มีเขื่อนเก็บกักน้ำบนลำน้ำ ดังนั้น เมื่อได้รับอิทธิพลจากพายุจรและร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านพื้นที่บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำปิง จึงทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมในเขต อ.เมืองเชียงใหม่ และเอ่อล้นตลิ่งทั้งสองฝั่งแม่น้ำปิงทางตอนล่าง เขต อ.หางดง สันป่าตอง ป่าซาง และจอมทอง โดยปริมาณน้ำส่วนใหญ่เกิดจากปริมาณน้ำในลุ่มน้ำปิงตอนบนและ



ก. พื้นที่น้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2537 เมื่อระดับน้ำที่สถานี P.1 = 4.43 เมตร (รสม.)

ข. พื้นที่น้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2538 เมื่อระดับน้ำที่สถานี P.1 = 4.27 เมตร (รสม.)

รูปที่ 1.1 พื้นที่น้ำท่วม จ.เชียงใหม่

ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาที่ 1 จ.เชียงใหม่

น้ำแม่แตง นอกจากนี้ ยังมีปริมาณน้ำจากน้ำแม่ริมมาช่วยเสริมระดับน้ำท่วมให้สูงขึ้น ดังนั้น เพื่อบรรเทาผลเสียหายที่อาจเกิดขึ้นอีกดังกล่าว การศึกษาอุทก-อุทกวิทยาของลุ่มน้ำแม่น้ำปิงจึงมีความจำเป็นที่ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและจริงจัง

การศึกษาเกี่ยวกับขนาดและความถี่น้ำท่วมที่ดำเนินการกันโดยทั่วไป ใช้อนุกรมข้อมูลสองวิธี คือ วิธีข้อมูลอนุกรมสูงสุดรายปี (Annual Maximum Series, AMS) และวิธีข้อมูลอนุกรมสูงสุดบางส่วน (Partial Duration Series, PDS) ซึ่งต่อไปจะใช้แทนด้วยคำว่า AMS และ PDS ตามลำดับ อนุกรมข้อมูลของวิธีแรกประกอบด้วยค่าปริมาณน้ำท่วมสูงสุดในแต่ละปีของช่วงข้อมูลที่มีอยู่ ในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะสำหรับในประเทศไทย นิยมใช้วิธี AMS ในการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้สะดวก สำหรับอนุกรมข้อมูลวิธีที่สองนั้นจะประกอบด้วยค่าปริมาณน้ำท่วมทุกค่าที่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood, Qb) ที่กำหนดโดยทั่วไป ค่าน้ำท่วมฐานอาจกำหนดให้มีค่าเท่ากับขนาดน้ำท่วมสูงสุดรายปีของปีที่มีขนาดน้อยที่สุดหรือมากกว่านั้นเล็กน้อยเพื่อลดจำนวนของข้อมูลในอนุกรมลงหรืออาจกำหนดค่าน้ำท่วมฐานจากสภาพทางกายภาพของระดับตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าวิธี AMS ไม่มีการคำนึงถึงค่าสูงอันดับรองลงไปหรืออันดับอื่น ๆ ทั้ง ๆ ที่ค่าเหล่านั้นก็อาจทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมและก่อให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน หรือในบางกรณีค่าสูงสุดในบางปีมีค่าต่ำมากและไม่ก่อให้เกิดสภาพน้ำท่วมแต่อย่างใด การใช้วิธี PDS ยังไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากในการวิเคราะห์ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องค่อนข้างมาก เช่น สภาพทางกายภาพของระดับตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำ และระดับน้ำ เป็นต้น

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำท่วม ที่คาบการเกิดซ้ำ (Return Period, T) ต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการ AMS และ PDS โดยใช้ข้อมูลของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำปิงตอนบน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขต จ.เชียงใหม่ และ จ.ลำพูน เริ่มตั้งแต่บริเวณ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ จนถึง อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายก่อนที่น้ำแม่น้ำปิงจะไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล เพื่อศึกษาเงื่อนไขและความเหมาะสมในการใช้วิธีทั้งสองในการคาดคะเนขนาดและความถี่ของปริมาณน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อประเมินหาขนาดและความถี่น้ำท่วมจากข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

2. เพื่อหาค่าตัวแปรและค่าพารามิเตอร์ทางสถิติที่จำเป็น สำหรับการวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมของสถานีอุทกวิทยาในพื้นที่ศึกษา ด้วยการแจกแจงแบบ Gumbel สำหรับวิธี AMS และหาขนาดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมโดยเฉลี่ยจากวิธี PDS ด้วยวิธีการแจกแจงแบบ Exponential และแบบ Poisson ตามลำดับ

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลทั้งสองวิธี ในการวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ

4. เพื่อสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำท่วมรายปี ที่คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ จากการใช้ข้อมูลทั้งสองวิธี เพื่อไว้ใช้ประโยชน์ในงานด้านการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

1.3 ขอบข่ายการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษาคือลุ่มน้ำแม่น้ำปิงตอนบน ซึ่งอยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 25,000 ตารางกิโลเมตร ในบริเวณ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ จนถึง อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายก่อนที่แม่น้ำปิงจะไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โดยครอบคลุมพื้นที่สองจังหวัด คือ จ.เชียงใหม่ และ จ.ลำพูน

2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ใช้ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 ข้อมูลหลัก คือ
  - 2.1.1 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน
  - 2.1.2 ข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดน้ำท่า
- 2.2 ข้อมูลประกอบ คือ
  - 2.2.1 ข้อมูล Rating Curve
  - 2.2.2 ข้อมูลการสำรวจความเร็ว-คุณสมบัติทางชลศาสตร์หน้าตัดที่ระดับน้ำต่าง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.3 ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ

2.2.4 แผนที่แสดงเส้นชั้นระดับความสูงของพื้นที่
ในเขต อ.เมือง จ.เชียงใหม่

2.2.5 ข้อมูลลักษณะเขื่อนและสถิติปริมาณน้ำที่เก็บกักในอ่างเก็บน้ำ
รวมถึงข้อมูลการปล่อยน้ำและจัดสรรน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกต่าง ๆ

โดยข้อมูลข้อ (2.1.1) ถึง (2.2.3) ได้จากกรมชลประทาน ข้อ (2.2.4) ได้จากศูนย์อุทกวิทยาที่ 1 จ. เชียงใหม่ และข้อ (2.2.5) ได้จากที่ทำการเขื่อนแม่กวงอุดมธาราและเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

3. การวิเคราะห์ขนาดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมโดยเฉลี่ย ของลุ่มน้ำแม่น้ำปิง โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันที่ได้จากการวัดและสำรวจข้อมูลจริงเพื่ออธิบายขนาดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมโดยเฉลี่ย โดยแบ่งออกเป็นสองวิธี คือ วิธี AMS ใช้การแจกแจงแบบ Gumbel และข้อมูล PDS ใช้การแจกแจงแบบ Exponential และแบบ Poisson

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

จากรูปที่ 1.2 แสดงขั้นตอนการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย

1. รวบรวมเอกสารและข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาลักษณะและสภาพน้ำท่วมในเชิงอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ

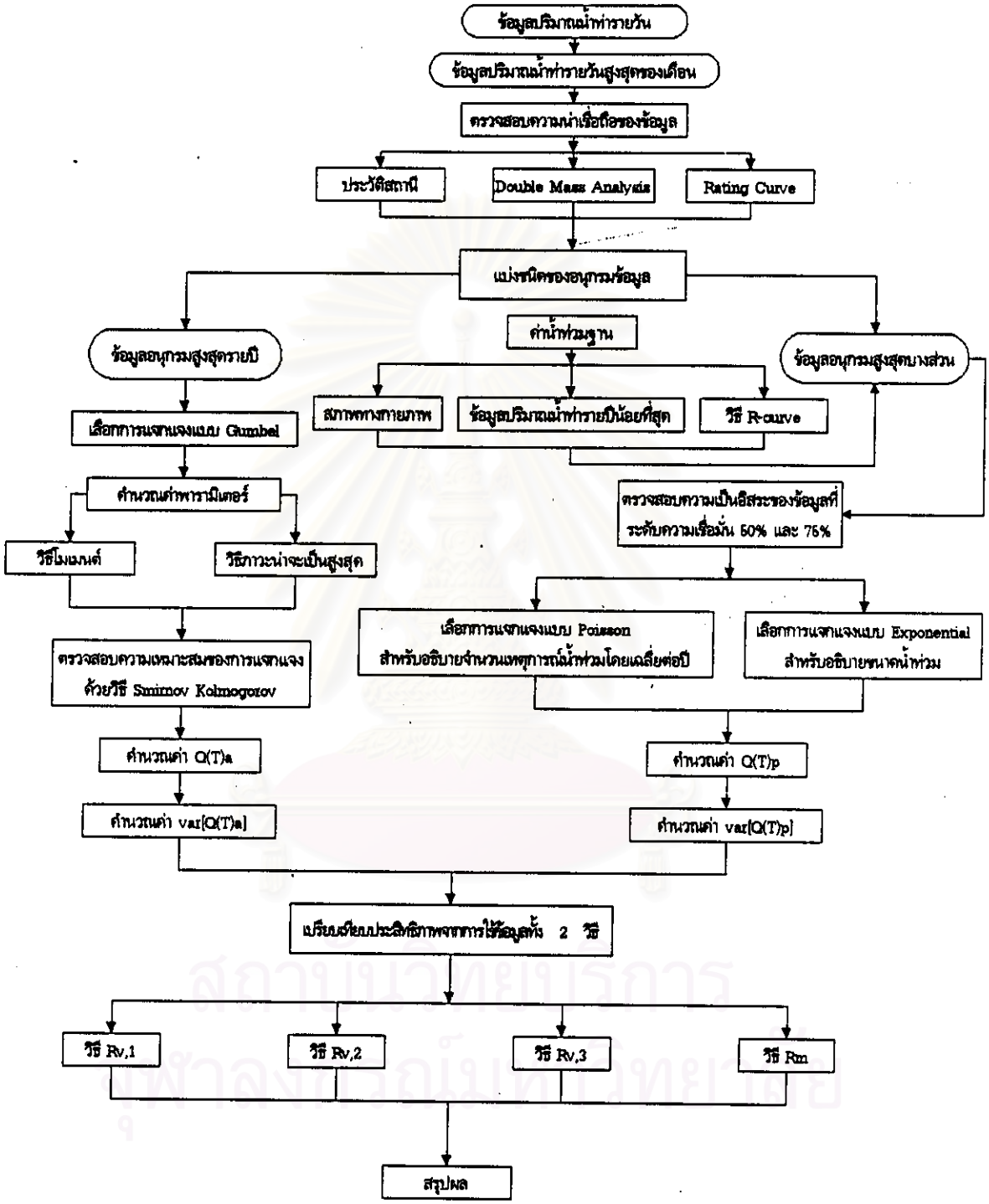
3. เลือกข้อมูลน้ำท่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดน้ำท่วม และจำนวนเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมโดยเฉลี่ย โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือน รวมทั้งตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้วิเคราะห์ต่อ

4. กำหนดค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood, Qb) ที่จะนำไปใช้ในการกำหนดชุดข้อมูล PDS

5. ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล PDS ที่ระดับความเชื่อมั่น 50% และ 75%

6. คำนวณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงโดยวิธีโมเมนต์ (Moment Method, MM) และวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method, ML)

7. วิเคราะห์ขนาดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมโดยเฉลี่ยต่อปี จากการใช้ชุดข้อมูล AMS และข้อมูล PDS



รูปที่ 1.2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา

8. วิเคราะห์อัตราส่วนความแปรปรวนของปริมาณการไหลจากวิธีทฤษฎีค่าแท้จริง (Exact Theoretical Approach, Rv,1) วิธีทฤษฎีค่าประมาณ (Approximate Theoretical Approach, Rv,2) วิธีเอมไพริกัล (Empirical Approach, Rv,3) และวิธีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error Approach, Rm) เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ด้วยอนุกรมข้อมูลทั้งสองชนิด

9. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ

10. สรุปและเปรียบเทียบผลการศึกษาจากการใช้ชุดอนุกรมข้อมูลทั้งสองชนิด

1.5 การศึกษาที่ผ่านมา

รายงานการศึกษาวิจัยที่ได้รวบรวมมานี้ในบางเรื่องอาจไม่ได้นำมาศึกษาโดยตรง แต่เนื้อหาบางส่วนเอื้อประโยชน์ต่อการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างมาก โดยรายงานการศึกษาวิจัยมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกับขนาดของน้ำท่วม (Flood Magnitude) และความถี่ของน้ำท่วม (Flood Frequency) จากการทบทวนเอกสาร มีดังนี้

Taesombat, V. และ Yevjevich, V. (1978) ศึกษาการใช้ข้อมูล PDS เพื่อประมาณค่าการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาณน้ำท่วมสูงสุดรายปี โดยใช้การแจกแจงทั้งขนาดและความถี่ของปริมาณน้ำท่วมที่สถานีวัดน้ำท่า 17 สถานี ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเลือกชนิดของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เหมาะสม จากจำนวนฟังก์ชันแบบไม่ต่อเนื่องจำนวน 5 วิธีและแบบต่อเนื่องจำนวน 6 วิธี นอกจากนี้ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการสร้างข้อมูลพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของปริมาณน้ำท่วม ทั้งจากข้อมูล AMS และ PDS ที่คาบการเกิดซ้ำที่กำหนด ผลการศึกษาในการใช้ค่าความแปรปรวนของปริมาณการไหลในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ สรุปว่า ข้อมูล PDS จะให้ค่าความแปรปรวนของปริมาณการไหลต่ำกว่าข้อมูล AMS เมื่อมีจำนวนเหตุการณ์โดยเฉลี่ยต่อปี (λ) เท่ากับ 1.65 และ 1.50 เมื่อใช้การเปรียบเทียบโดยวิธี Rv,1 และวิธี Rv,2 ตามลำดับ และสำหรับวิธี Rv,3 สรุปว่า ข้อมูล PDS จะให้ค่าความแปรปรวนของปริมาณการไหลต่ำกว่าข้อมูล AMS เมื่อมีจำนวนเหตุการณ์โดยเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1.95 ถ้าจำนวนข้อมูล (N) อยู่ในช่วง 10-25 ปี และมีค่ามากกว่า 1.95 เมื่อมีจำนวนข้อมูลมากขึ้น

Cunnane, C. (1979) ศึกษาความเหมาะสมของการใช้การแจกแจงแบบ Poisson กับข้อมูล PDS ในประเทศอังกฤษ โดยทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล PDS จากการกำหนดว่า

ค่าอัตราการไหลสูงสุดที่นำมาใช้วิเคราะห์ ต้องเกิดขึ้นห่างกันเป็นจำนวนวันเท่ากับ 3Tp เมื่อ Tp เป็นเวลาเฉลี่ยของค่า time to peak จากรูปชลภาพอิสระ 5 รูป (five clean hydrograph) และในกรณีที่เกิดค่าอัตราการไหลสูงสุดใกล้กันนั้นค่าอัตราการไหลระหว่างช่วงของอัตราการไหลสูงสุด (flow between) ต้องมีค่าน้อยกว่าสองในสามของค่าอัตราการไหลสูงสุดที่มีค่าต่ำกว่า จากการศึกษา พบว่า ถ้าจำนวนเหตุการณ์ต่อปีมีค่ามากกว่า 5 แล้ว การแจกแจงของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างอัตราการไหลกับค่าน้ำท่วมฐานจะเป็นแบบสมมาตร (Symmetrical Distribution) และถ้าจำนวนเหตุการณ์ต่อปีมีค่ามากขึ้น การแจกแจงของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างอัตราการไหลกับค่าน้ำท่วมฐานจะเข้าสู่การแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และกรณีที่เกิดค่าอัตราสูงสุดหลาย ๆ ค่าในเวลาใกล้กันจะทำให้มีค่าความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย และแนะนำให้ควรเลือกใช้การแจกแจงแบบ Negative Binomial แทนแบบ Poisson

สุนัย สุนทราภา (1979) ศึกษาสภาพน้ำท่วมของลุ่มน้ำยม และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นในลุ่มน้ำยมกับองค์ประกอบต่าง ๆ สรุปว่า องค์ประกอบสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่วมสูงสุดในรอบปีต่าง ๆ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ องค์ประกอบรูปร่างลุ่มน้ำ ตัวเลขที่แสดงถึงรูปร่างลุ่มน้ำ และปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี

Sabur, A. (1982) ศึกษาเกี่ยวกับฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำท่วม ผลจากการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสี่แบบ คือ แบบ Gumbel Lognormal Pearson type III และ Lognormal type III สรุปได้ว่าถ้าใช้การตรวจสอบด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov Test เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ พบว่า ทั้งการแจกแจงแบบ Gumbel และแบบ Lognormal ที่มีสองพารามิเตอร์เหมาะสมที่สุด แต่ถ้าใช้การตรวจสอบด้วยวิธี Chi Square เป็นมาตรฐาน จะพบว่าแบบ Gumbel เป็นการแจกแจงที่ดีที่สุด และสำหรับแม่น้ำในประเทศไทย ผู้ศึกษาแนะนำให้ใช้การแจกแจงแบบ Gumbel ในการวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำท่วม

Chaleeraktrakoon, C. (1982) ศึกษาสภาพปริมาณการไหลรายวันโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการสร้างอนุกรมปริมาณน้ำท่ารายวัน จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าของสถานี P.1 บริเวณสะพานนวรัฐ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประมาณค่าโมเมนต์และค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละชุดที่สร้างขึ้น นอกจากนี้ ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของข้อมูล AMS และข้อมูล PDS ในรูปของอัตราส่วนความแปรปรวนของปริมาณการไหลโดยวิธี Rv,1

และวิธี Rv,2 สรุปว่า ข้อมูล PDS จะให้ค่าความแปรปรวนของปริมาณการไหลต่ำกว่าข้อมูล AMS เมื่อมีจำนวนเหตุการณ์โดยเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1.65 และ 2.06 ตามลำดับ

Ashkar, F. และ Rousselle, J. (1983a) อธิบายการใช้การแจกแจงแบบ Poisson และแบบ Exponential ในการวิเคราะห์ข้อมูล PDS โดยทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล PDS ตามข้อกำหนดของ Water Resource Council (WRC) ซึ่งกำหนดไว้ว่า ค่าอัตราการไหลสูงสุดที่นำมาวิเคราะห์ต้องเกิดขึ้นห่างกันเป็นจำนวนวันอย่างน้อยเท่ากับ 5 บวกด้วยค่า Natural Log ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (หน่วยเป็นตารางไมล์) และในกรณีที่เกิดค่าอัตราการไหลสูงสุดใกล้กันนั้น ค่าอัตราการไหลระหว่างช่วงของอัตราการไหลสูงสุดต้องมีค่าน้อยกว่า 75% ของค่าอัตราการไหลสูงสุดที่มีค่าต่ำกว่า จากการศึกษา สรุปว่า ค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกใช้ ขึ้นกับการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้เพื่อการวิเคราะห์อะไร โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงด้านเศรษฐกิจหรือสภาพทางกายภาพ และในการวิเคราะห์ควรตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้การแจกแจงแบบ Poisson ก่อนที่จะนำไปใช้ เนื่องจากข้อสมมติฐานของ Poisson กำหนด lower bound คือ 0 วัน ซึ่งต่างจากข้อกำหนดของ WRC กำหนดไว้อย่างน้อย 5 วัน นอกจากนี้ ยังเสนอว่าควรทดลองวิเคราะห์ค่าน้ำท่วมฐานหลาย ๆ ค่า เพื่อที่จะได้ค่าช่วงเวลาระหว่างเหตุการณ์ที่พิจารณาน้อยที่สุด

Ashkar, F. และ Rousselle, J. (1983b) ศึกษาผลของช่วงเวลาระหว่างการมาถึงของเหตุการณ์ (interarrival time) ในการแจกแจงแบบ Poisson โดยพบว่า ข้อมูล PDS อาจเป็นอนุกรมที่ไม่เป็นอิสระได้ เนื่องจากอาจเกิดเหตุการณ์ขึ้นในช่วงการลดลง (falling limb) ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อน วิธีลดความไม่เป็นอิสระของข้อมูลทำได้โดยการกำหนดช่วงเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างเหตุการณ์ (δ) ซึ่งช่วงเวลาที่น้อยที่สุดนี้เป็นฟังก์ชันของพื้นที่ลุ่มน้ำและลักษณะของชลภาพน้ำท่วม (flood hydrograph) ของแต่ละสถานีที่วิเคราะห์ และกำหนดเพื่อที่จะให้ได้อนุกรมของเหตุการณ์ที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน การแจกแจงของข้อมูลแบบ Poisson เป็นผลมาจากสมมติฐานสองข้อ คือ จำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดในช่วงเวลา $(t, t+\Delta t)$ เป็นอิสระอย่างสมบูรณ์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเวลาก่อนหน้านี้และในช่วงเวลาสั้น ๆ จะเกิดเหตุการณ์เพียงเหตุการณ์เดียวเท่านั้น โดยถ้าค่าน้ำท่วมฐานมีค่าไม่มากนัก อาจทำให้จำนวนเหตุการณ์ในช่วงเวลา $(t, t+\Delta t)$ ขึ้นกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเวลาก่อนหน้านี้ ผู้วิจัยเสนอการแก้ปัญหาความไม่เป็นอิสระโดยวิธีอย่างง่าย คือ การเพิ่มค่าน้ำท่วมฐานให้สูงขึ้น ซึ่งถ้าเพิ่มค่าให้สูงขึ้นแล้วยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ควรเลือกใช้การแจกแจงชนิดอื่นแทนการแจกแจงแบบ Poisson หรืออาจพิจารณาเหตุการณ์ให้เป็นกลุ่มของข้อมูล (cluster) อย่างไรก็ตาม เนื่องการการแจกแจงแบบ Poisson เป็นวิธีที่วิเคราะห์ได้ง่าย

ไม่ซับซ้อน จึงยังเป็นที่นิยมมากกว่าวิธีอื่น ๆ ผลจากการวิเคราะห์กรณีอื่นที่ไม่ใช่การกำหนดช่วงเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างเหตุการณ์เท่ากับ δ จะเรียกว่า Transformed Poisson Process ซึ่งจะมีคุณสมบัติต่างจากการแจกแจง Poisson เมื่อมีจำนวนเหตุการณ์ต่อปีและ δ มีค่าเพิ่มขึ้น

Tavares, L. V. และ Da Silva, J. E. (1983) ศึกษาการนำข้อมูล PDS ไปใช้ในการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปริมาณน้ำท่วมและคาบการเกิดซ้ำ สรุปว่า การประมาณค่าความแปรปรวนของปริมาณน้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำที่กำหนดจะสามารถทำได้ เมื่อมีจำนวนเหตุการณ์ของปริมาณการไหลที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐานที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยต่อปีอย่างน้อยเท่ากับ 2 และค่าความแปรปรวนของปริมาณการไหลจะแปรผันตามคาบการเกิดซ้ำและจำนวนของเหตุการณ์ที่มีค่าปริมาณการไหลมากกว่าค่าน้ำท่วมฐาน นอกจากนี้ ค่าน้ำท่วมฐานต้องมีค่าต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ เพราะประสิทธิภาพของการประมาณค่าปริมาณน้ำท่วมสูงขึ้นเนื่องจากจำนวนเหตุการณ์จากข้อมูล PDS มีมากขึ้น

Rosbjerg, D. (1985) ศึกษาปริมาณน้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ ทั้งจากข้อมูล AMS และข้อมูล PDS สรุปว่า ไม่ว่าปริมาณการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นเหตุการณ์อิสระหรือไม่อิสระ ค่าประมาณของปริมาณน้ำท่วมและค่าความแปรปรวนที่คาบการเกิดซ้ำสูง ๆ จากข้อมูล AMS และข้อมูล PDS ให้ค่าใกล้เคียงกัน

Ashkar, F. และ Rousselle, J. (1987) ศึกษาชลภาพน้ำท่วม โดยใช้ข้อมูล PDS ที่เมืองคิวเบค ประเทศแคนาดาโดยใช้ข้อมูลจาก 34 สถานี และมีช่วงความยาวข้อมูลระหว่าง 8-65 ปีโดยสนใจในส่วนของการตรวจสอบความเป็นอิสระของอนุกรมและค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกใช้ มีการนำ R-curve (ซึ่งเป็นการวาดกราฟระหว่างค่าเฉลี่ยต่อค่าความแปรปรวนผลต่างระหว่างค่าปริมาณการไหลกับค่าน้ำท่วมฐานต่อค่า y_0 ต่าง ๆ โดยกำหนดว่า เมื่อ y_0 คือค่าน้ำท่วมฐานที่ได้จากสภาพทางกายภาพ เช่น ระดับน้ำที่ล้นตลิ่ง) มาช่วยในการพิจารณา ผลการศึกษา พบว่า R-curve แสดงถึงความเหมาะสมในการที่จะใช้การแจกแจงแบบ Poisson เป็นแบบจำลองของการนับจำนวนครั้งที่เกิดน้ำท่วม (flood count) ซึ่งโดยปกติแล้ว ถ้าอนุกรมเป็นไปตามการแจกแจงแบบ Poisson จริง จะได้ค่าอัตราส่วน มีค่าเท่ากับ 1 ในพื้นที่ศึกษาพบว่า เส้นกราฟที่วาดได้ส่วนใหญ่กระจายอยู่รอบเส้น R=1 และจากกราฟสามารถเลือกค่า x_0 เมื่อ x_0 คือค่าน้ำท่วมฐานที่ได้จากการวาด R-curve จากจุดที่กราฟเริ่มเข้าสู่เส้น R=1 และถ้ากราฟที่ได้ไม่แสดงแนวโน้มเข้าสู่เส้น R=1 เสนอว่าควรใช้การแจกแจงแบบอื่นนอกเหนือจาก Poisson .จะมีความเหมาะสม

มากกว่า ในส่วนของการวิเคราะห์เลือกใช้ค่าน้ำท่วมฐาน พบว่า ถ้า $y_0 > x_0$ ควรเลือกใช้ x_0 เป็นค่าน้ำท่วมฐาน เนื่องจากเป็นค่าที่ต่ำกว่า ซึ่งจะทำให้มีจำนวนข้อมูลในอนุกรม PDS มากกว่า ทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และถ้า $y_0 < x_0$ ซึ่งอาจเนื่องจากมีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่าความแปรปรวน ควรเลือกการแจกแจงแบบอื่นแทนแบบ Poisson หรืออาจวิเคราะห์โดยพิจารณาข้อมูลให้เป็นกลุ่มของข้อมูล (cluster) นอกจากนี้ พบว่า ถ้าค่าน้ำท่วมฐาน y_0 เป็นค่าที่ทำให้อนุกรมเข้าสู่การแจกแจงแบบ Poisson แล้ว ค่าทุกค่าที่มากกว่า y_0 จะเป็นไปตามการแจกแจงแบบ Poisson เช่นเดียวกัน และเรียกค่า y_0 ว่าเป็นค่า "Poisson Admissible Truncation Levels"

Birikundavyi, S. และ Rousselle, J. (1997) ศึกษาข้อมูล PDS โดยใช้การแจกแจงแบบ Poisson และแบบ Generalized Pareto อธิบายการเกิดและขนาดของน้ำท่วมของปริมาณน้ำท่ารายวัน ที่เมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา และทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล PDS โดยกำหนดให้ว่าค่าอัตราการไหลสูงสุดที่นำมาใช้วิเคราะห์ต้องเกิดขึ้นห่างกันอย่างน้อย 7 วันและในกรณีที่เกิดค่าอัตราการไหลสูงสุดใกล้กันนั้น ค่าอัตราการไหลระหว่างช่วง ต้องมีค่าน้อยกว่า 50% ของค่าอัตราการไหลสูงสุดที่ต่ำกว่าระหว่างปริมาณการไหลทั้งสองนั้น ผลจากการวิเคราะห์ที่สถานีเดี่ยว (single-station) สรุปว่า ไม่มีวิธีที่แน่นอนที่จะใช้เลือกค่าน้ำท่วมฐาน แต่มีวิธีที่ใช้กับข้อมูล PDS สำหรับการแจกแจงแบบ Generalized Pareto คือ การวาดกราฟ mean excess ซึ่งเป็นกราฟค่าเฉลี่ยของเหตุการณ์ที่มีขนาดของปริมาณการไหลมากกว่าค่าน้ำท่วมฐานที่กำหนด (exceedances) กับอนุกรมค่าน้ำท่วมฐานที่เลือก โดยแสดงให้เห็นว่า ถ้าชุดข้อมูลเป็นไปตามการแจกแจงแบบ Generalized Pareto แล้ว กราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรง มีค่าความลาดชันเท่ากับ $-k/(k+1)$ และตัดแกนที่ $\alpha/(k+1)$) เมื่อ k และ α คือ ค่า shape และ scale parameter ตามลำดับ และถ้ากราฟเป็นเส้นตรงในแนวนอน แสดงว่าชุดข้อมูลเป็นไปตามการแจกแจงแบบ Exponential (k=0) ผลการศึกษา สรุปว่า วิธีการดังกล่าวเหมาะที่จะใช้กับจำนวนเหตุการณ์โดยเฉลี่ยต่อปี (average annual flood rate, λ) ที่มีขนาดไม่เกิน 2 เหตุการณ์ต่อปี และค่าน้ำท่วมฐานมีความสัมพันธ์กับข้อมูล AMS และแปรตามค่า frequency factor ซึ่งมีค่าเท่ากับ -1.1

1.6 คำจำกัดความ

ก่อนที่จะศึกษาเกี่ยวกับสภาพน้ำท่วมและการวิเคราะห์เกี่ยวกับน้ำท่วม จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจตรงกันเกี่ยวกับศัพท์และความหมายของเทอมหลัก ๆ ทางอุทกวิทยา/ชลศาสตร์ที่จะใช้ต่อไป ดังนี้

ชลภาพ (Hydrograph) คือ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่า(ปริมาณน้ำ)กับเวลา

น้ำท่า (Runoff) คือ ปริมาณน้ำที่ไหลลงแม่น้ำ ลำคลอง ซึ่งเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาสู่พื้นโลกหลังจากหักการสูญเสียจากการระเหย การดูดซับของพื้นดินและพืช การซึมลงไปชั้นน้ำใต้ดินลึกและอื่น ๆ และยังเหลือไหลรวมกันไปตามสภาพภูมิประเทศ จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ รวมกันจนมีปริมาณมากขึ้นเป็นลำธาร และไหลรวมกันต่อไปจนเป็นแม่น้ำ

ปริมาณน้ำท่ารายปี (Annual Flow) คือ ผลรวมของปริมาณน้ำท่ารายเดือนใน 1 ปี หรือผลรวมของปริมาณน้ำท่ารายวันใน 1 ปี

ปริมาณการไหลสูงสุด (Peak Discharge) คือ ปริมาณน้ำที่ไหลมากกว่าปกติโดยพิจารณาจากค่าสูงสุดในแต่ละชลภาพใน 1 ปี และอาจมีค่าปริมาณการไหลที่เกิดขึ้นมากกว่า 1 ค่าได้

น้ำท่วม / น้ำท่วม (Flood) คือ ปริมาณน้ำที่ไหลในแม่น้ำลำธาร โดยมีระดับน้ำสูงกว่าระดับน้ำปกติในรอบปีนั้น ๆ และระดับน้ำอาจสูงล้นตลิ่งได้

ปริมาณน้ำท่วมรายปี คือ
(1) ค่าปริมาณการไหลสูงสุดในช่วงเวลาปีน้ำ (เมษายน - มีนาคม) หรือ
(2) ปริมาณการไหลที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยอย่างน้อยเท่ากับหรือมากกว่า 1 ครั้งในช่วงเวลา 1 ปี

อนุกรมรายปี คือ อนุกรมทางอุทกวิทยาที่อยู่ในรูปตัวแทนของคุณสมบัติหรือองค์ประกอบของแต่ละอนุกรมในช่วงเวลา 1 ปี

อนุกรมค่าเกินรายปี คือ อนุกรมของเหตุการณ์ที่เป็นอิสระที่เกิดขึ้น เช่น น้ำท่วม/น้ำท่วม และมีขนาดของเหตุการณ์มากกว่าค่าพื้นฐานที่เลือก โดยจำนวนของค่าในอนุกรมจะเท่ากับจำนวนปีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล

อนุกรมสูงสุดรายปี คือ อนุกรมที่ประกอบด้วยค่าอัตราการไหลสูงสุดในแต่ละปีตลอดช่วงความยาวที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล

อนุกรมต่ำสุดรายปี คือ อนุกรมที่ประกอบด้วยค่าอัตราการไหลต่ำสุดในแต่ละปีตลอดช่วงความยาวที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล

อนุกรมสูงสุดบางส่วน คือ อนุกรมของค่าของเหตุการณ์อิสระที่เกิดขึ้น เช่น น้ำท่วม ที่มีขนาดมากกว่าค่าพื้นฐานที่เลือกไว้ โดยไม่คำนึงถึงจำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนด

ค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood หรือ Threshold Flood, Qb) โดยทั่วไปจะมีขนาดเท่ากับขนาดน้ำท่วมสูงสุดรายปีของปีที่มีขนาดน้อยที่สุด (หรืออาจจะมีขนาดมากกว่าเล็กน้อยเพื่อลดจำนวนของข้อมูลน้ำท่วมในอนุกรมลง) หรือเป็นค่าขนาดของน้ำท่วมที่กำหนดจากสภาพทางกายภาพของระดับตลิ่งริมฝั่งแม่น้ำที่จะทำให้เกิดความเสียหายได้ถ้ามีปริมาณน้ำที่สูงกว่าค่านี้

Separate Flood Peak คือ ปริมาณการไหลสูงสุดที่ถูกแบ่งหรือกำหนดโดยใช้ระยะเวลาอย่างน้อย (เป็นจำนวนวัน) เท่ากับ 5 บวกค่า Natural Log ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (หน่วยเป็นตารางไมล์) ซึ่งทำการหาค่านี้เพื่อให้ได้ค่าอัตราการไหลระหว่างช่วงอัตราการไหลสูงสุด (Intermediate Flow) ที่ลดลงต่ำกว่า 75% ของค่าอัตราการไหลสูงสุดที่มีค่าต่ำกว่า

คาบการกลับหรือคาบการเกิดซ้ำ (Return Period or Recurrence Interval, T) คือ ระยะเวลาโดยเฉลี่ยระหว่างขนาดน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่าขนาดน้ำท่วมที่กำหนดหรือพิจารณา

การวิเคราะห์ความถี่ คือ วิธีการที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายเหตุการณ์ทางอุทกวิทยาที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีตให้อยู่ในรูปของความน่าจะเป็นของการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การประมาณค่าความถี่ของน้ำท่วมหรือการขาดแคลนน้ำ เป็นต้น

ปริมาณน้ำท่วมออกแบบ คือ ชลภาพน้ำท่วมหรืออัตราการไหลชั่วขณะที่ถูกปรับเพื่อใช้ในการออกแบบอาคารทางชลศาสตร์หรืออาคารควบคุมปริมาณน้ำในแม่น้ำ โดยคำนึงถึงปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์และทางชลศาสตร์

ความเสี่ยง คือ การคำนึงถึงความเป็นไปได้ของการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการโดยอยู่ในรูปของความน่าจะเป็นและค่าของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีขนาดมากกว่าขนาดที่กำหนดไว้ในช่วงเวลาที่พิจารณา

นอกจากนี้ ได้แสดงคำจำกัดความความหมายของเทอมหลัก ๆ จากการทบทวนเอกสารของ UNESCO ในภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย