กรมชลประทาน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน - ช่วงเวลา - ความถี่ฝน

และเปอร์เซนต์การแผ่กระจาย

ของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

ภาคตะวันตก

นายพิสิษฐ บำเพ็ญกิจ

นางจิรา สุขกล่ำ

ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

พฤศจิกายน 2544

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการออกแบบทางชลศาสตร์ให้เหมาะสมกับขนาดปริมาณน้ำนองที่เกิดขึ้น มักจะประสบปัญหาในการประเมินปริมาณฝน และลักษณะการแผ่กระจายในช่วงเวลาสั้นๆที่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง เพื่อใช้กำหนดขนาดของปริมาณน้ำนองที่เหมาะสม ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาทั่วทั้งประเทศรวม 6 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนอัตโนมัติซึ่งมีการถอดค่าที่บันทึกไว้เป็นปริมาณฝนสูงสุด ในช่วงเวลาต่างๆ ได้แก่ 15,30,45นาทีและ 1,2,3,6,12 และ24 ชั่วโมง ซึ่งเก็บและรวบรวมโดยกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 วิธี คือ

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มฝน-ช่วงเวลา - ความถี่ฝน โดยใช้ทฤษฎีการแจกแจงความถี่แบบกัมเบล ซึ่งผลการศึกษาจะได้ผลลัพธ์เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มของปริมาณฝนสูงสุดกับช่วงระยะเวลาในรอบปีการเกิดต่างๆของแต่ละจังหวัด และกราฟตัวแทนของแต่ละภาค

2. การศึกษาอีกวิธีหนึ่งเป็นการศึกษาใน รูปแบบของการแผ่กระจาย การศึกษาวิธีนี้จะนำค่าสูงสุดประจำปีมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้สมมุติฐานที่ว่าเป็นลักษณะการแผ่กระจาย "มากที่สุด" ของปริมาณฝนช่วงเวลาย่อยๆเหล่านั้นที่เคยเกิดขึ้นจริง จากคนละวันกันแต่นำมารวมเกิดขึ้นพร้อมกันเป็นกรณี "รุนแรงที่สุด" ประจำปี ซึ่งเหมาะสำหระบการออกแบบ มาหาความสัมพันธ์ในลักษณะการแผ่กระจายเทียบกับเวลา โดยให้ค่าสูงสุดที่ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซนต์ และได้เลือกปีที่มีค่าสูงสุด 24 ชั่วโมง ที่อยู่ในเกณฑ์ฝนตกมาก(>90มม.) มาวิเคราะห์ทุกปี และแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มย่อยๆ คือค่าสูงสุด 24 ชั่วโมง ระหว่าง 90.0-99.9 มม. 100.0-109.9 เป็นต้น แล้วเลือกเส้นกราฟตัวแทนของกลุ่มที่มีความลาดชันมากกว่าไว้ ดังนั้นสถานีวัดน้ำฝนแห่งหนึ่งๆจะมีกราฟที่เป็นตัวแทนลักษณะการแผ่กระจาย 5 - 6 เส้น และในการเลือกใช้จะต้องดูปริมาณฝนรวมประกอบด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	iii
สารบัญรูป	iv
บทนำและวัตถุประสงค์	1
คำขอบคุณ	2
เอกสารอ้างอิง	2
ส่วนที่ 1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝนของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง	6-17
ส่วนที่ 2. เปอร์เซนต์การแผ่กระจายของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง	18-29
สัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า	18
ข้อเสนอแนะ	20

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
	Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at Western Part	
1	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี แสดงค่าเฉลี่ย ค่าน้อยที่สุด และค่ามากที่สุด ในแต่ละจังหวัด	4
2	รายชื่อสถานีฝนที่ใช้ในการศึกษาของจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันตก	5
3	A. Muang, Kanchanaburi	6
4	K.27, A. Bo Ploi, Kanchanaburi	8
5	K.11, A. Tha Muang, Kanchanaburi	10
6	A. Muang, Phetchburi	12
7	A. Muang, Prachuap Khirikhan	14
8	Average Value of Western Part	16
9	การประเมินสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่าจากปริมาณฝนรวม	19
10	Maximum 1 Day Rainfall Frequency Analysis of Studied Station in Western Part of Thailand	21

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
	Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve for Each Period at	
	Western Part	
1	A. Muang, Kanchanaburi	7
2	K.27, A. Bo Ploi, Kanchanaburi	9
3	K.11, A. Tha Muang, Kanchanaburi	11
4	A. Muang, Phetchburi	13
5	A. Muang, Prachuap Khirikhan	15
6	Average Curve of Western Part	17

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝน และเปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายของปริมาณฝนสูงสุด ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ที่สถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติ

บทนำและวัตถุประสงค์

การออกแบบคาดหมายปริมาณน้ำท่วม มักจะดำเนินการโดยเริ่มต้นที่ การประเมินปริมาณน้ำฝนก่อน จากนั้นจึงใช้เทคนิคความสัมพันธ์ที่จะเปลี่ยนจากน้ำฝนกลายเป็นน้ำท่า ซึ่งมีขบวนการหลายขั้นตอน ตั้งแต่การประมาณปริมาณฝนรวมทั้งหมดสำหรับกรณีศึกษานั้นๆ การพิจารณาตัดค่าการสูญเสีย อันเนื่องจากการกักเก็บอยู่บนเรือนยอดของต้นไม้ ใบไม้ กิ่งก้านต่างๆ การกักเก็บอยู่บนร่องหลุมเล็กๆ บนผิวดิน การระเหยกลับสู่บรรยากาศ การซึมลึกลงไปสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เหลือเป็นปริมาณน้ำท่าไหลบนผิวดินส่วนหนึ่ง และ ไหลในชั้นใต้ผิวดินที่ไม่ลึกนักอีกส่วนหนึ่ง ไปลงรวมกันในลำน้ำ เป็นปริมาณน้ำท่าโดยตรงจากฝน ประกอบเข้าด้วยกันกับ ปริมาณน้ำพื้นฐาน ซึ่งไหลออกมาจากชั้นน้ำใต้ดิน รวมเป็นปริมาณน้ำท่วมโดยรวม

การประเมินออกแบบพายุฝนนั้นจะได้ ปริมาณฝนรวม จากข้อมูลฝนสูงสุด 1 วัน, 2 วัน, 3 วัน หรือ อื่นๆ ที่เลือกใช้ ทำการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ เป็นปริมาณฝนในรอบปีของการเกิดซ้ำต่างๆ จากนั้นต้องมาคาดหมายตัดค่าการสูญเสียต่างๆ หักลบออก เหลือเป็นปริมาณฝนส่วนเกิน หรือ ปริมาณฝนสุทธิ ที่จะทำให้เกิดเป็นน้ำท่าโดยตรง ซึ่งตอนนี้ต้องมีขบวนการแตกปริมาณฝนให้เป็นช่วงเวลาย่อยๆ ซึ่งจะแปรให้เป็นปริมาณน้ำท่า โดยเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า แล้วรวมปริมาณน้ำท่าย่อยๆ เข้าด้วยกัน เป็นกราฟปริมาณน้ำท่วมสำหรับกรณีศึกษาอีกที การแตกย่อยปริมาณฝนรวมสุทธิให้เป็นช่วงเวลาต่างๆ เพื่อประยุกต์เข้ากับเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่านั้น ต้องการรูปแบบการแผ่กระจายของปริมาณฝนเทียบกับเวลา

ฐานเวลาปกติของข้อมูลฝนคือรายวัน กราฟน้ำฝนอัตโนมัตินั้น มีการถอดค่าบันทึกไว้เป็นค่าสูงสุดที่ช่วงเวลาต่างๆ ได้แก่ 15, 30, 45 นาที, 1, 2, 3, 6, 12, และ 24 ชั่วโมง เท่านั้น การศึกษาครั้งนี้ จะแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 วิธี คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝนและการวิเคราะห์รูปแบบการแผ่กระจายของปริมาณฝน ในช่วงเวลาย่อยกว่ารายวัน โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดที่ช่วงเวลาต่างๆ เหล่านั้นประจำปี มาคิดเปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายเทียบกับเวลา โดยให้ค่าฝนสูงสุดที่ 24 ชม. เป็น 100 % ทำการศึกษาที่สถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติ ซึ่งได้มีการถอดข้อมูลบันทึกเป็นค่าสูงสุดที่ช่วงเวลาต่างๆ ไว้แล้ว เท่านั้น สถานีข้อมูลรวมจำนวนทั้งสิ้น 102 สถานี จาก 55 จังหวัด ซึ่งกระจายอยู่ทุกภาคทั่วประเทศ เป็นของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 60 สถานี และ เป็นของกรมชลประทาน จำนวน 42 สถานี ข้อมูลล่าสุดถึงปี พ.ศ. 2541 ช่วงข้อมูลยาวนานตั้งแต่ 8 ปี จนถึง 46 ปี

คำขอบคุณ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับแนวความคิดมาจาก คุณนพคุณ โสมสิน ผู้เชี่ยวชาญด้านที่ปรึกษาอุทกวิทยา ผู้ซึ่งมีประสบการณ์ในงานอุทกวิทยามาเนิ่นนาน เล็งเห็นว่าประเด็นใดน่าจะศึกษา วิเคราะห์ และ นำมาใช้ในงานอุทกวิทยาได้ ผู้ศึกษาขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

การอ่านข้อมูลจากกราฟน้ำฝนอัตโนมัติ เป็นค่าสูงสุดในช่วงเวลาต่าง ๆ ต้องใช้ความละเอียด ความอดทน พอสมควร ผู้ศึกษาขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ด้านข้อมูล ของกรมอุตุนิยมวิทยา และ ของกรมชลประทาน ทุกท่าน ซึ่งนับเป็นส่วนหนึ่งของผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำทุกโครงการ

ท้ายนี้ ผู้ศึกษาขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงานในฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ ซึ่งได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า ในลุ่มน้ำต่าง ๆ หลายแห่ง และ อนุญาตให้นำผลการศึกษามารวบรวมไว้ ณ ที่นี้ เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ สำหรับการออกแบบพายุฝนให้สมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

วิทย์ วรคุปต์,เรือโท, (2542). ฝนในประเทศไทย . วารสารชมรมนักอุทกวิทยา,ปีที่ 3 ฉบับที่ 1

วีรพล แต้สมบัติ,รศ.ดร.,(2532). ทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติสำหรับนักอุทกวิทยา . ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ,คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Burachat Buasuwan,(1985). Determination of The Rainfall INTENSITY-DURATION-FREQUENCY RELATION of The Point Rainfall at UCCLE.Faculty of Applied Science, Vrije Universiteit Brussel,Belgium.

ดำรง จรัสวัฒน์, (2525). คำบรรยายวิชาการชลประทาน. กองอุทกวิทยา, กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 2.

นพคุณ โสมสิน, (2538). การวิเคราะห์กราฟน้ำนองด้วยโปรแกรม HEC-1 (ลุ่มน้ำตาปี). ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร.

พงศ์ศักดิ์ อภิลักขิตพงศ์ และ สถาพร สิงห์เกษมศักดิ์, (2541). การวิเคราะห์กราฟน้ำนองด้วยโปรแกรม HEC-1 (ลุ่มน้ำแควน้อย). โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.

รัตนา รัตนจารุรักษ์, (2542). การวิเคราะห์กราฟน้ำนองของลุ่มน้ำชีด้วยโปรแกรม HEC-1. ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร.

สงวน กันทะวงศ์, (2542). การวิเคราะห์กราฟน้ำนองของลุ่มน้ำน่านด้วยโปรแกรม HEC-1. ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร.

สุภาพรรณ สุคนธราช, (2532). การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายของฝนสูงสุด 1 วัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สวาท เสนาณรงค์ และ น้อม งามนิสัย, (2529). ไทยแอตลาส. สำนักพิมพ์ อักษรเจริญทัศน์, กรุงเทพมหานคร.

อัมพร จงวานิชสวัสดิ์, (2542). การวิเคราะห์กราฟน้ำนองของลุ่มน้ำยมด้วยโปรแกรม HEC-1. ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร.

ตารางที่ 1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี แสดงค่าเฉลี่ย ค่าน้อยที่สุด และค่ามากที่สุด ในแต่ละจังหวัด

ภาคตะวันตก

จังหวัด	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)		
	สถานีที่น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ยของจังหวัด	สถานีที่มากที่สุด
กาญจนบุรี	657.5	1339.5	1838.5
ราชบุรี	802.0	1037.2	1207.4
เพชรบุรี	759.0	1019.2	1224.4
ประจวบคีรีขันธ์	698.1	1057.6	1502.9

ส่วนที่ 1.

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝน

ของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 2. รายชื่อสถานีฝนที่ใช้ในการศึกษาของจังหวัดต่าง ๆในภาคตะวันตก

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	อำเภอ	จังหวัด	ละติจูด	ลองจิจูด	ช่วงเวลาข้อมูล	หน่วยงาน
13013	อ.เมือง	เมือง	กาญจนบุรี	14° 00' 08"	99° 33' 12"	1959-1983,1986-1998	กรมอุตุนิยมวิทยา
13271	K.27	บ่อพลอย	กาญจนบุรี	14° 20' 14"	99° 29' 22"	1970-1988	กรมชลประทาน
13171	K.11	ท่าม่วง	กาญจนบุรี	13° 56' 55"	99° 38' 42"	1973-1993	กรมชลประทาน
37012	อ.เมือง	เมือง	เพชรบุรี	13° 06' 34"	99° 56' 52"	1977-1998	กรมอุตุนิยมวิทยา
45013	อ.เมือง	เมือง	ประจวบคีรีขันธ์	11° 48' 25"	99° 47' 55"	1962-1983,1986-1998	กรมชลประทาน

Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at C. Kanchana Buri

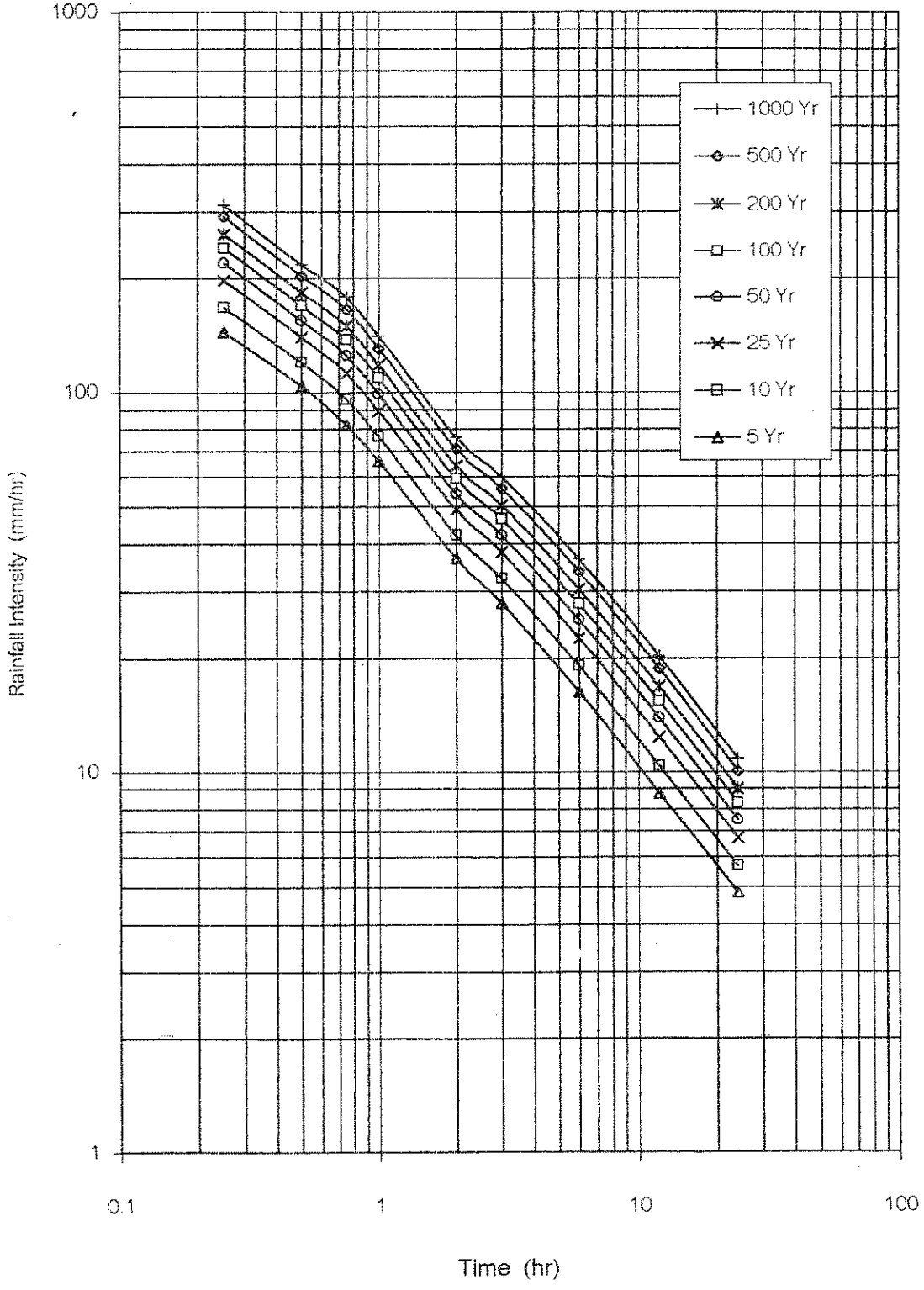
(1959 - 1983 , 1986 - 1998)

Time	Rainfall Amount (mm)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	27.3	36.2	42.0	49.4	54.9	60.4	65.8	73.0	78.4
0.5	40.0	52.0	59.9	70.0	77.4	84.8	92.2	101.9	109.2
0.75	46.6	61.8	71.8	84.5	93.9	103.3	112.6	124.9	134.2
1	50.7	66.3	76.6	89.6	99.3	108.9	118.4	131.1	140.6
2	57.2	73.7	84.6	98.5	108.7	118.9	129.1	142.4	152.6
3	63.8	84.0	97.5	114.4	127.0	139.4	151.8	168.2	180.6
6	72.2	97.8	114.7	136.1	152.0	167.8	183.5	204.3	219.9
12	76.5	105.3	124.4	148.5	166.4	184.2	201.8	225.2	242.8
24	86.0	116.1	136.0	161.2	179.8	198.4	216.8	241.2	259.6

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	109.2	144.6	168.1	197.8	219.8	241.6	263.4	292.1	313.8
0.5	80.0	104.0	119.8	139.9	154.8	169.6	184.3	203.7	218.4
0.75	62.1	82.4	95.8	112.7	125.3	137.7	150.1	166.5	178.9
1	50.7	66.3	76.6	89.6	99.3	108.9	118.4	131.1	140.6
2	28.6	36.9	42.3	49.2	54.4	59.5	64.5	71.2	76.3
3	21.3	28.0	32.5	38.1	42.3	46.5	50.6	56.1	60.2
6	12.0	16.3	19.1	22.7	25.3	28.0	30.6	34.0	36.7
12	6.4	8.8	10.4	12.4	13.9	15.3	16.8	18.8	20.2
24	3.6	4.8	5.7	6.7	7.5	8.3	9.0	10.0	10.8

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve at C. Kanchana Buri

(1959 - 1983 , 1986 - 1998)



Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at K.11,Tha Muang,Kanchana Buri

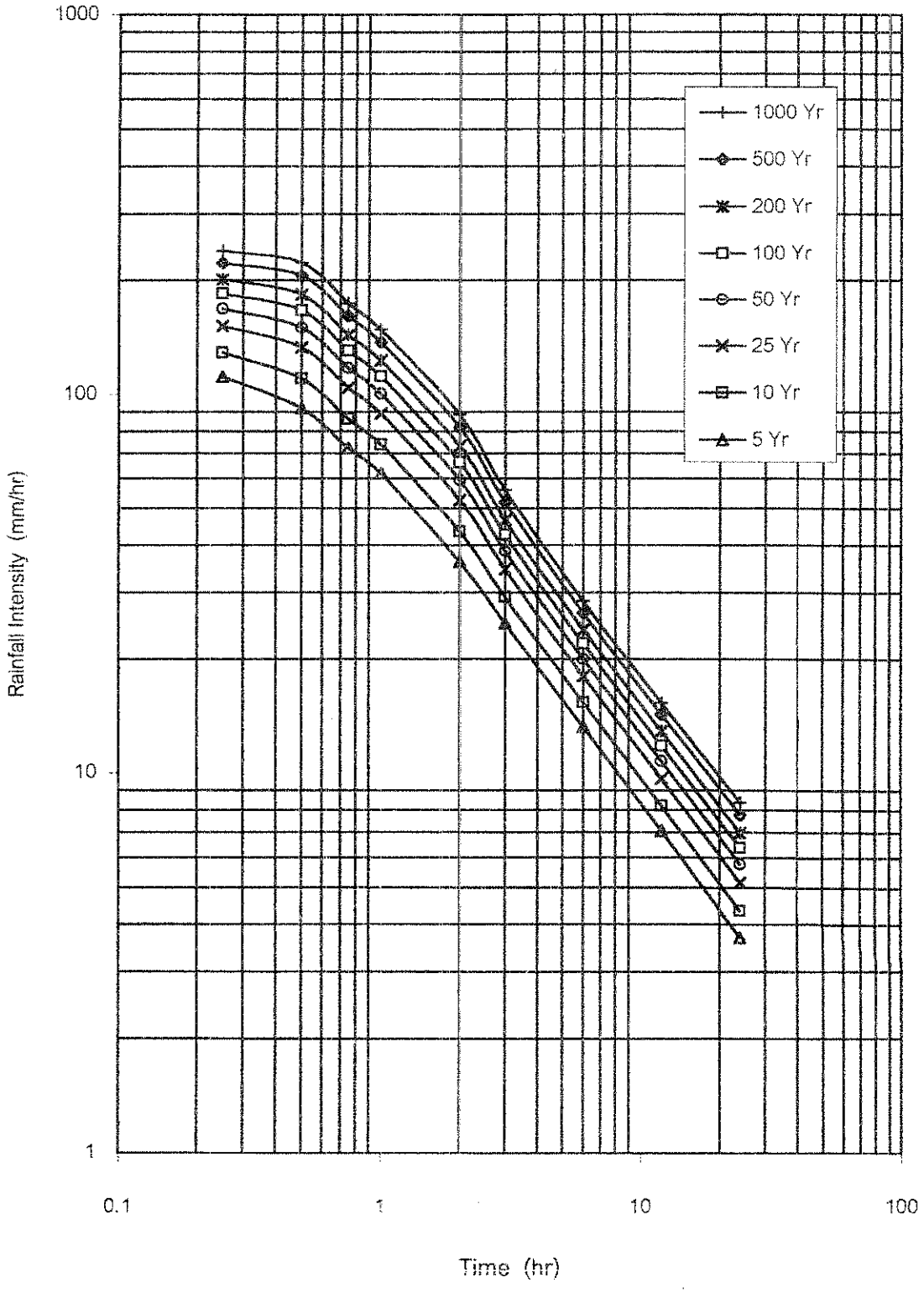
(1973 - 1993)

Time	Rainfall Amount (mm)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	21.0	27.8	32.2	37.9	42.0	46.2	50.3	55.8	59.9
0.5	32.3	46.0	55.0	66.5	75.0	83.4	91.8	102.9	111.3
0.75	38.3	54.2	64.8	78.1	88.0	97.9	107.7	120.6	130.3
1	43.8	61.9	73.9	89.1	100.3	111.5	122.6	137.3	148.4
2	50.4	72.4	87.0	105.4	119.0	132.5	146.0	163.8	177.3
3	55.3	74.8	87.7	103.9	116.0	128.0	139.9	155.6	167.5
6	59.9	79.2	92.0	108.1	120.1	131.9	143.7	159.4	171.1
12	63.8	84.6	98.4	115.8	128.7	141.5	154.2	171.0	183.7
24	65.2	88.7	104.2	123.8	138.4	152.9	167.3	186.3	200.6

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	84.1	111.0	128.9	151.4	168.1	184.7	201.3	223.1	239.6
0.5	64.5	91.9	110.1	133.0	150.0	166.8	183.7	205.8	222.6
0.75	51.0	72.3	86.4	104.2	117.4	130.5	143.5	160.7	173.8
1	43.8	61.9	73.9	89.1	100.3	111.5	122.6	137.3	148.4
2	25.2	36.2	43.5	52.7	59.5	66.3	73.0	81.9	88.6
3	18.4	24.9	29.2	34.6	38.7	42.7	46.6	51.9	55.8
6	10.0	13.2	15.3	18.0	20.0	22.0	24.0	26.6	28.5
12	5.3	7.1	8.2	9.6	10.7	11.8	12.9	14.3	15.3
24	2.7	3.7	4.3	5.2	5.8	6.4	7.0	7.8	8.4

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve at K.11,Tha Muang,Kanchana Buri

(1973 - 1993)



Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at K.27 C.Kanchana Buri

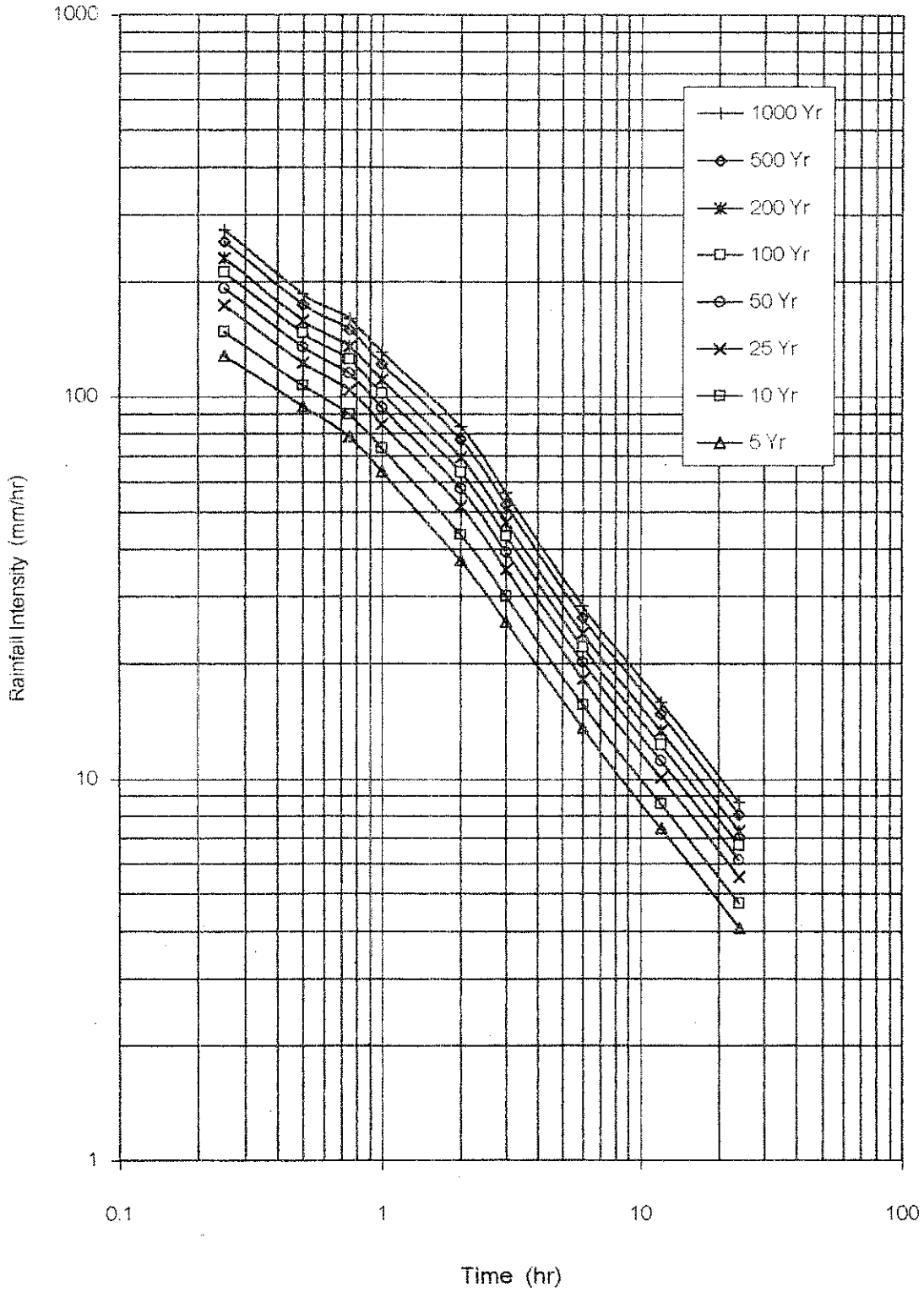
(1970 - 1988)

Time	Rainfall Amount (mm)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	24.6	32.2	37.2	43.6	48.3	53.0	57.7	63.8	68.5
0.5	37.5	47.2	53.6	61.8	67.8	73.8	79.7	87.6	93.5
0.75	46.2	59.1	67.7	78.6	86.6	94.6	102.5	113.0	120.9
1	50.0	64.1	73.4	85.1	93.9	102.5	111.2	122.5	131.1
2	55.5	74.8	87.6	103.8	115.8	127.7	139.6	155.3	167.1
3	58.2	77.4	90.2	106.3	118.2	130.0	141.8	157.4	169.2
6	62.9	81.5	93.8	109.4	121.0	132.5	143.9	159.0	170.4
12	67.7	89.0	103.2	121.0	134.2	147.3	160.4	177.6	190.7
24	74.6	97.8	113.1	132.4	146.8	161.0	175.2	194.0	208.1

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	98.2	128.7	148.8	174.3	193.2	212.0	230.7	255.3	274.0
0.5	75.0	94.4	107.3	123.5	135.5	147.5	159.4	175.1	187.0
0.75	61.6	78.8	90.3	104.7	115.5	126.1	136.7	150.7	161.3
1	50.0	64.1	73.4	85.1	93.9	102.5	111.2	122.5	131.1
2	27.8	37.4	43.8	51.9	57.9	63.9	69.8	77.6	83.6
3	19.4	25.8	30.1	35.4	39.4	43.3	47.3	52.5	56.4
6	10.5	13.6	15.6	18.2	20.2	22.1	24.0	26.5	28.4
12	5.6	7.4	8.6	10.1	11.2	12.3	13.4	14.8	15.9
24	3.1	4.1	4.7	5.5	6.1	6.7	7.3	8.1	8.7

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve at K.27 C.Kanchana Buri

(1970 - 1988)



Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at C. Phetchburi

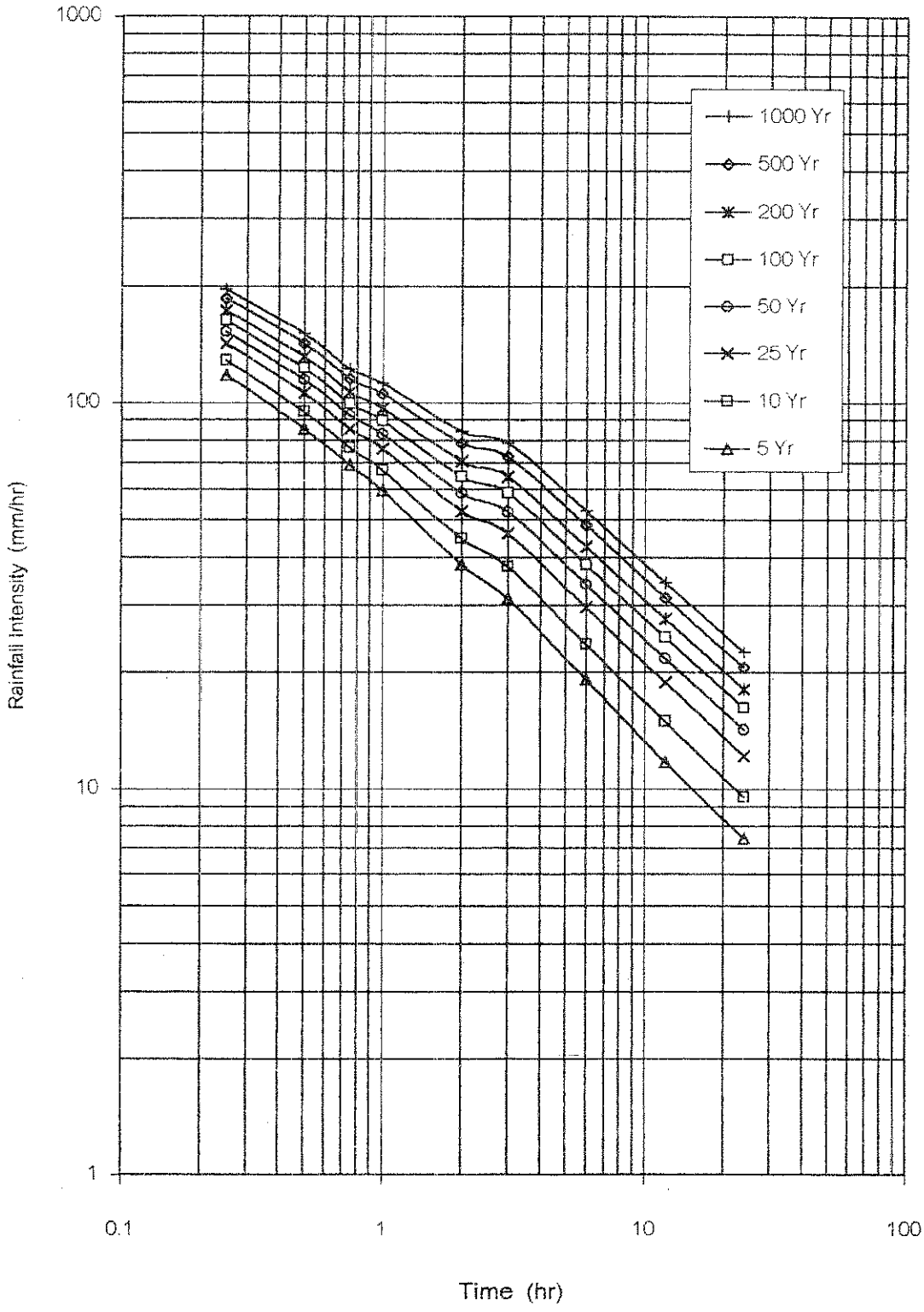
(1977 - 1998)

Time	Rainfall Amount (mm)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	25.2	29.4	32.1	35.7	38.3	40.8	43.4	46.8	49.4
0.5	35.8	42.7	47.2	53.0	57.2	61.4	65.7	71.2	75.4
0.75	43.5	51.8	57.3	64.3	69.5	74.6	79.7	86.4	91.5
1	48.6	59.6	66.9	76.1	83.0	89.7	96.5	105.4	112.2
2	57.3	76.5	89.3	105.5	117.4	129.3	141.1	156.8	168.6
3	64.4	94.1	113.8	138.7	157.1	175.4	193.7	217.8	236.0
6	72.7	114.8	142.6	177.8	203.9	229.8	255.6	289.7	315.4
12	83.8	140.9	178.7	226.5	262.0	297.1	332.2	378.4	413.4
24	102.2	178.8	229.4	293.5	341.0	386.1	435.1	497.1	543.9

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	100.7	117.4	128.6	142.6	153.0	163.3	173.6	187.2	197.4
0.5	71.6	85.3	94.4	105.9	114.4	122.9	131.3	142.4	150.8
0.75	58.0	69.1	76.5	85.7	92.6	99.5	106.3	115.2	122.0
1	48.6	59.6	66.9	76.1	83.0	89.7	96.5	105.4	112.2
2	28.6	38.3	44.7	52.7	58.7	64.7	70.6	78.4	84.3
3	21.5	31.4	37.9	46.2	52.4	58.5	64.6	72.6	78.7
6	12.1	19.1	23.8	29.6	34.0	38.3	42.6	48.3	52.6
12	7.0	11.7	14.9	18.9	21.8	24.8	27.7	31.5	34.4
24	4.3	7.4	9.6	12.2	14.2	16.2	18.1	20.7	22.7

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve at C. Phetchburi

(1977 - 1998)



Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at C. Prachuap Khirikhan

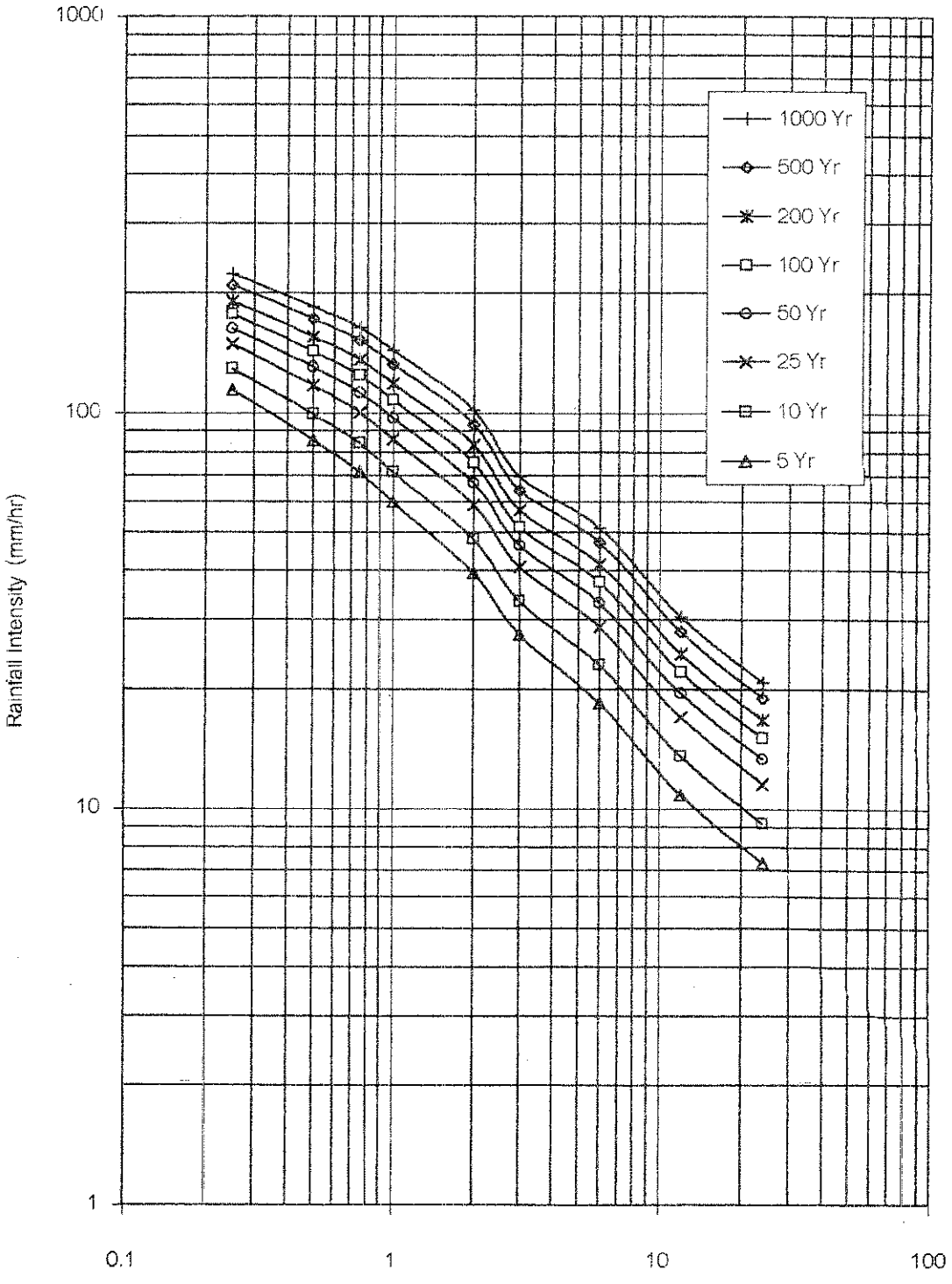
(1962 - 1983 , 1986 - 1998)

Time	Rainfall Amount (mm)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	22.7	28.5	32.3	37.1	40.7	44.3	47.8	52.5	56.1
0.5	32.4	42.8	49.8	58.5	65.0	71.4	77.8	86.3	92.7
0.75	39.0	53.5	63.1	75.3	84.3	93.3	102.2	114.0	122.9
1	42.5	60.0	71.6	86.2	97.0	107.8	118.5	132.6	143.3
2	52.7	78.8	96.1	117.9	134.1	150.2	166.2	187.3	203.3
3	56.3	82.8	100.3	122.4	138.8	155.1	171.3	192.7	208.9
6	69.7	111.0	138.3	172.8	198.4	223.8	249.2	282.6	307.8
12	81.0	130.3	163.0	204.3	234.9	265.3	295.5	335.5	365.7
24	107.3	175.4	220.4	277.4	319.7	361.6	403.4	458.5	500.2

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	90.6	113.8	129.1	148.5	162.8	177.1	191.3	210.1	224.2
0.5	64.8	85.7	99.5	117.0	130.0	142.8	155.7	172.6	185.4
0.75	51.9	71.3	84.2	100.4	112.4	124.4	136.3	152.0	163.8
1	42.5	60.0	71.6	86.2	97.0	107.8	118.5	132.6	143.3
2	26.3	39.4	48.0	59.0	67.1	75.1	83.1	93.7	101.7
3	18.8	27.6	33.4	40.8	46.3	51.7	57.1	64.2	69.6
6	11.6	18.5	23.0	28.8	33.1	37.3	41.5	47.1	51.3
12	6.8	10.9	13.6	17.0	19.6	22.1	24.6	28.0	30.5
24	4.5	7.3	9.2	11.6	13.3	15.1	16.8	19.1	20.8

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve at C. Prachuap Khirikhan

(1962 - 1983 , 1986 - 1998)



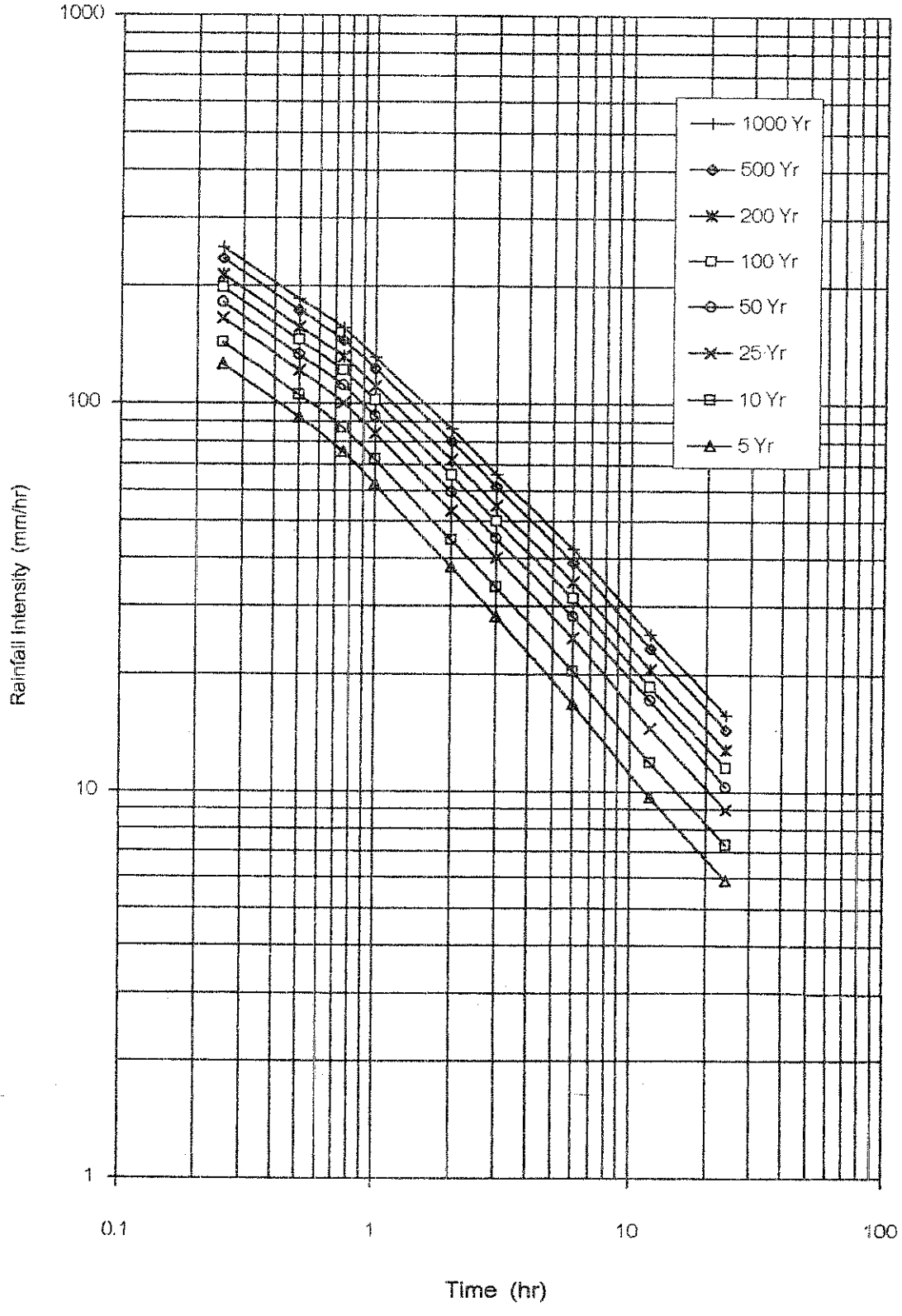
Average Value of Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period in Westhern Part

Time	Rainfall Amount (mm)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	25.0	31.6	35.9	41.5	45.6	49.6	53.7	59.0	63.1
0.5	36.4	46.2	52.6	60.8	66.9	72.9	78.9	86.8	92.7
0.75	43.8	56.6	65.0	75.7	83.6	91.5	99.3	109.6	117.4
1	48.0	62.5	72.1	84.3	93.3	102.2	111.2	122.9	131.8
2	55.7	76.0	89.4	106.4	119.0	131.5	144.0	160.5	172.9
3	60.7	84.6	100.5	120.5	135.3	150.0	164.7	184.0	198.7
6	69.4	101.3	122.4	149.0	168.8	188.5	208.1	233.9	253.4
12	77.3	116.4	142.3	175.1	206.9	223.5	247.5	279.2	303.2
24	92.5	142.0	174.7	216.1	246.8	277.3	307.6	347.4	378.0

Time	Rainfall Intensity (mm/hr)								
(hr)	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	99.8	126.3	143.6	165.8	182.2	198.5	214.7	236.1	252.4
0.5	72.9	92.4	105.3	121.7	133.7	145.7	157.7	173.5	185.4
0.75	58.4	75.4	86.6	100.9	111.4	121.9	132.3	146.1	156.5
1	48.0	62.5	72.1	84.3	93.3	102.2	111.2	122.9	131.8
2	27.8	38.0	44.7	53.2	59.5	65.8	72.0	80.2	86.5
3	20.2	28.2	33.5	40.2	45.1	50.0	54.9	61.3	66.2
6	11.6	16.9	20.4	24.8	28.1	31.4	34.7	39.0	42.2
12	6.4	9.7	11.9	14.6	17.2	18.6	20.6	23.3	25.3
24	3.9	5.9	7.3	9.0	10.3	11.6	12.8	14.5	15.7

Rainfall Intensity-Duration-Frequency Average Curve of

Westhern Part



ส่วนที่ 2

เปอร์เซนต์การแผ่กระจาย

ของปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

สัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า

ประเด็นที่สำคัญอันหนึ่งในขั้นตอนของการออกแบบพายุฝน คือ การประเมินค่าการสูญเสียต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว เหลือเป็นปริมาณฝนส่วนเกินหรือปริมาณฝนสุทธิจริง ที่จะกลายเป็นปริมาณน้ำท่วม ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรวมกับปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้น อาจแสดงเป็นค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า (Rainfall / Runoff Coefficient - CO) ดังนี้

ปริมาณฝนส่วนเกิน (ปริมาณน้ำท่วมที่เกิดขึ้น)	= CO * ปริมาณฝนรวม

ในฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ มีการศึกษาวิเคราะห์หาค่าอัตราการสูญเสีย และกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า สำหรับลุ่มน้ำหลายแห่ง รวมทั้งโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ของนักศึกษาอันหนึ่งด้วย การศึกษาใช้โปรแกรม HEC-1 Flood Hydrograph Package ของ Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps โดยใช้ข้อมูลน้ำฝน น้ำท่า รายชั่วโมง จากกรณีน้ำค่อนข้างสูง หลาย ๆ ลูก ผลการศึกษาทางด้านอัตราการสูญเสีย สรุปได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า (CO %) กับค่าปริมาณฝนรวม (RF mm.) เป็นสมการแบบเส้นตรง ซึ่งแยกเป็นกรณีที่ปริมาณฝนรวมจัดว่าค่อนข้างสูง (CO_1) และ กรณีที่ปริมาณฝนรวมอยู่ในเกณฑ์ปกติ (CO_2) สมการความสัมพันธ์ พร้อมค่า ส.ป.ส. ตัวกำหนด (R^2) และ เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า ที่ปริมาณฝนรวมต่าง ๆ สรุปรวมไว้ในตารางที่ 2 ผลการศึกษาเหล่านี้ อาจเลือกนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ศึกษา ในลุ่มน้ำนั้น ๆ หรือใกล้เคียงได้

ตารางที่ 9 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า จากปริมาณฝนรวม

ปริมาณฝนรวม RF (mm.)	กรณี ฝนค่อนข้างสูง CO_1 (%)	กรณี ฝนปกติ CO_2 (%)
ภาคเหนือ ลุ่มน้ำน่าน ที่สถานี N.42 พื้นที่รับน้ำฝน 2,107 ตร.กม. ..... (สงวน, 2542)		
	CO_1 = 0.2159 RF - 2.687	**CO_2 = 0.2176 RF + 2.4881**
	R^2 = 0.5885	R^2 = 0.7398
100	19	24
150	30	35
200	40	46
ภาคเหนือ ลุ่มน้ำยม ที่สถานี Y.20 พื้นที่รับน้ำฝน 5,410 ตร.กม. ..... (อัมพร, 2542)		
	CO_1 = 0.1787 RF + 3.8849	**CO_2 = 0.2343 RF + 3.4343**
	R^2 = 0.8002	R^2 = 0.7607
100	22	27
150	31	39
200	40	50
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลุ่มน้ำชี ที่สถานี E.29 พื้นที่รับน้ำฝน 945 ตร.กม. ..... (รัตนา, 2542)		
	CO_1 = 0.1233 RF + 26.996	**CO_2 = 0.1017 RF + 31.045**
	R^2 = 0.5793	R^2 = 0.4821
100	39	41
150	45	46
200	52	51
ภาคตะวันตก ลุ่มน้ำแควน้อย ที่สถานี K.22A พื้นที่รับน้ำฝน 321 ตร.กม. (พงศ์ศักดิ์ & สถาพร, 2542)		
	CO_1 = 0.1593 RF + 10.792	**CO_2 = 0.3281 RF + 12.977**
	R^2 = 0.6365	R^2 = 0.9757
100	27	46
150	35	62
200	43	79
ภาคใต้ ลุ่มน้ำตาปี ที่สถานี X.102A พื้นที่รับน้ำฝน 152 ตร.กม. ..... (นพคุณ, 2538)		
	CO_1 = 0.139 RF + 9.0809	**CO_2 = 0.1508 RF + 14.277**
	R^2 = 0.7773	R^2 = 0.8414
100	23	29
150	30	37
200	37	44

หมายเหตุ ศึกษาด้วยโปรแกรม HEC-1 Flood Hydrograph Package

ข้อเสนอแนะ

เมื่อต้องการออกแบบพายุฝน โดยเลือกใช้ข้อมูลฝนสูงสุด 1 วันในรอบปีต่างๆ อาจใช้ผลการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ในการศึกษานี้ได้เลย เว้นแต่พื้นที่โครงการอยู่ห่างไกลจากสถานีข้อมูลต่างๆ ในการศึกษานี้มาก ก็อาจต้องวิเคราะห์จากสถานีข้อมูลฝนรายวันใหม่ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก จากนั้นคำนวณสัดส่วนของปริมาณฝนส่วนเกิน หรือ ปริมาณฝนสุทธิที่จะกลายเป็นปริมาณน้ำท่าต่อไป โดยเลือกใช้สมการการประเมินสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า ตามที่รวบรวมไว้สำหรับลุ่มน้ำหลายแห่ง ถ้าพื้นที่โครงการอยู่นอกเขตลุ่มน้ำเหล่านั้น คงต้องเลือกประมาณที่ใกล้พื้นที่โครงการ หรือ มีลักษณะทางอุทกวิทยาใกล้เคียงกัน

ขั้นตอนต่อไป คือ แตกปริมาณฝนส่วนเกินนั้นเป็นช่วงเวลาย่อยๆ ซึ่งช่วงเวลานั้นต้องได้มาจากการศึกษาออกแบบกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับบริเวณพื้นที่โครงการ อาจเป็น ครึ่ง ชม., 1 ชม., 2 ชม. หรือ อื่นๆ การแบ่งย่อยต้องใช้ลักษณะการแผ่กระจายเทียบกับเวลา ซึ่งคือผลของการศึกษาวิเคราะห์ครั้งนี้นั่นเอง สถานีข้อมูลทั้งหมดจำนวน 102 สถานี จาก 55 จังหวัด กระจายอยู่ทุกภาคทั่วประเทศ คงจะเพียงพอในการเลือกใช้ให้ใกล้พื้นที่โครงการมากที่สุด หรือ อาจเฉลี่ยจากหลายสถานีซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง โดยต้องคำนึงถึงลักษณะการแผ่กระจายของปริมาณฝนเทียบกับพื้นที่ ตามที่ได้สรุปเบื้องต้นไว้ในรูปของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี

ในแต่ละสถานีข้อมูล ซึ่งมีเส้นกราฟตัวแทนลักษณะการแผ่กระจายแสดงไว้หลายเส้น การพิจารณาเลือกใช้ควรดูค่าฝนสูงสุด 24 ชม. ของเส้นกราฟตัวแทนนั้นๆ เปรียบเทียบกับค่าปริมาณฝนรวม 1 วัน ที่ออกแบบด้วย ถ้าค่าที่ออกแบบไว้มากกว่าของเส้นกราฟตัวแทนที่สถานีนั้นมากๆ อาจต้องลองพิจารณาที่สถานีอื่นๆ ในบริเวณใกล้เคียง หรือ ในภูมิภาคเดียวกัน ซึ่งมีเส้นกราฟตัวแทนที่ค่าฝนสูงสุด 24 ชม. มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบมากกว่า อาจเลือกใช้เส้นใดเส้นหนึ่ง หรือ ลากเส้นเฉลี่ยระหว่างกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือ ลากเส้น Envelope ของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง มีความยืดหยุ่นในการเลือกใช้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ใช้ โดยทั่วไปอาจจะเลือกใช้เส้นที่มีความลาดชันมากๆ ถือว่าเป็นกรณีวิกฤต ที่จะมีฝนตกหนักในช่วงเวลาสั้นๆ แต่อย่าลืมว่า ถ้าตัวแทนลักษณะการแผ่กระจายนั้นๆ ส่วนมากได้มาจากฝนสูงสุด 24 ชม. เพียงประมาณ 100 มม. หรือ น้อยกว่า เมื่อนำมาประยุกต์กับฝนสูงสุด 1 วัน ในรอบปีต่างๆ ซึ่งมักจะมีค่าประมาณใกล้ๆ 200 มม. จะเหมาะสมหรือไม่

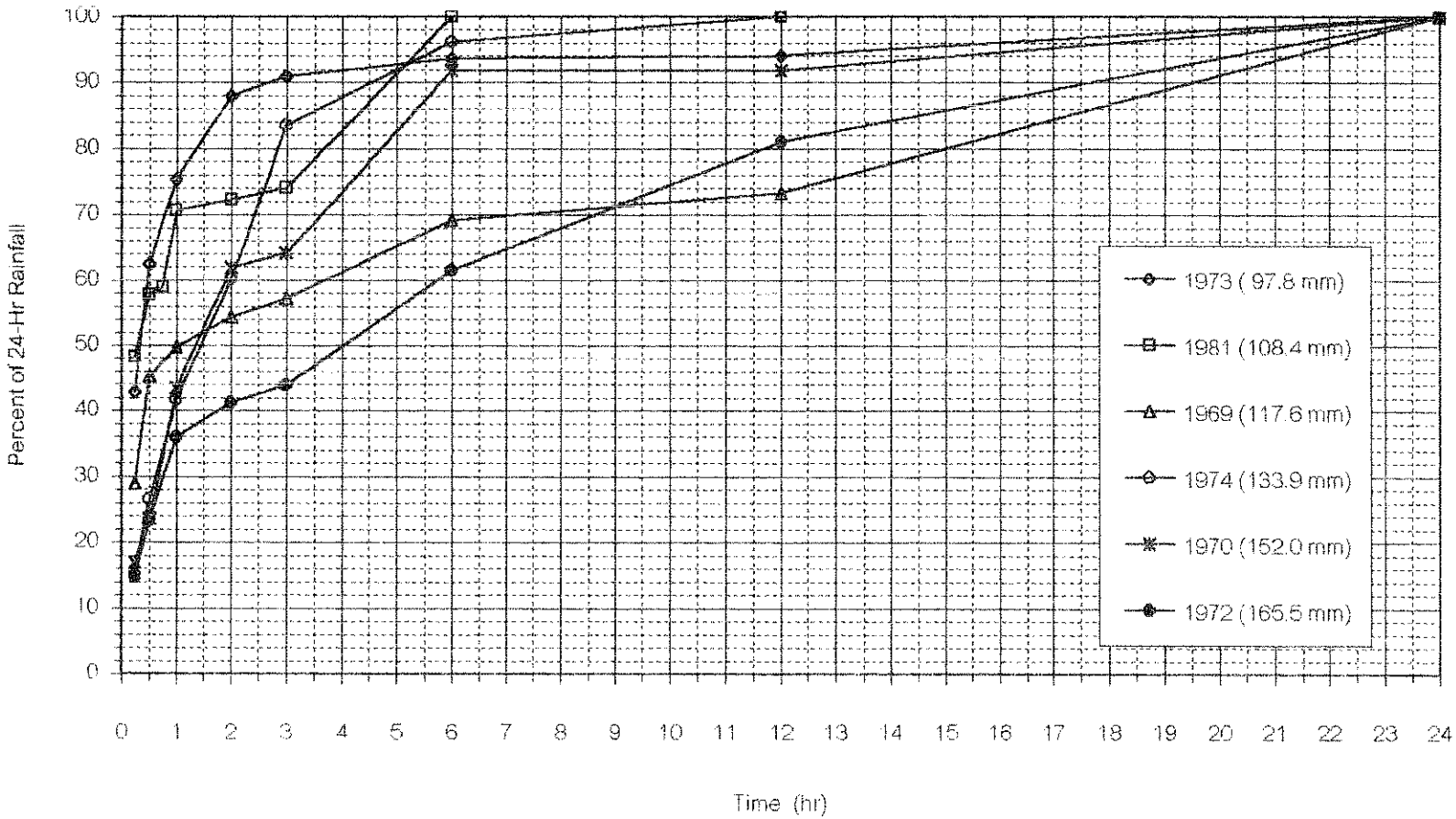
หลังจากประยุกต์เปอร์เซ็นต์ลักษณะการแผ่กระจายที่คัดเลือกได้ เข้ากับปริมาณฝนส่วนเกิน แบ่งเป็นปริมาณฝนที่ช่วงเวลาย่อยตามที่ต้องการได้แล้ว ต้องนำมาจัดเรียงลำดับใหม่ โดยให้ปริมาณฝนช่วงเวลาย่อยที่มีค่ามากที่สุด อยู่ประมาณกลางๆ ช่วงเวลารวมของพายุฝนที่ออกแบบ แล้วเรียงค่ามากอันดับรองลงไปสลับซ้ายขวาของค่ามากที่สุดตรงกลางนั้นไปเรื่อยๆ พายุฝนที่ออกแบบจากการจัดเรียงเช่นนี้ เมื่อประยุกต์เข้ากับเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแล้ว จะได้ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำท่ารวม มากที่สุด

ตารางที่ 10. Maximum 1-Day Rainfall Frequency Analysis of Studied Stations in Western Part of Thailand

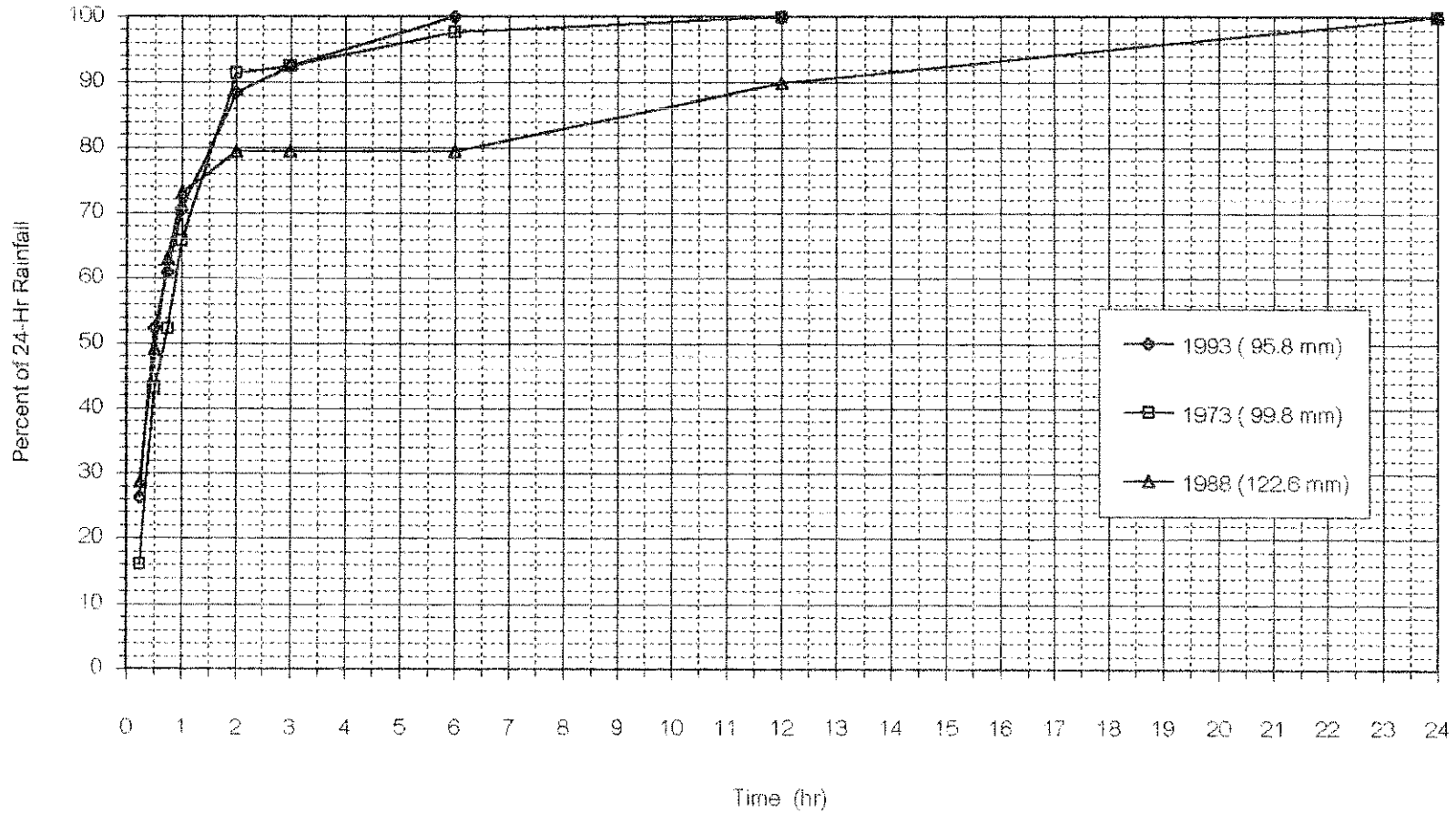
Order	Station	Period	Maximum 1-day Rainfall (mm)									
			Max	Mean	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
W-1	A. Muang, Kanchanaburi	1952-1999	**165.5**	88.6	113.4	133.0	157.6	175.9	194.1	212.2	236.1	254.1
W-2	K.11, A. Tha Muang, Kanchanaburi	1973-1999	**122.6**	85.1	102.9	116.7	134.1	147.1	159.9	172.7	189.6	202.4
W-3	K.27, A. Bo Phloi, Kanchanaburi	1968-1988	**112.8**	81.4	100.4	115.0	133.5	147.2	160.8	174.4	192.3	205.8
W-4	A. Thong Pha hum, Kanchanaburi	1952-1999	**131.4**	77.8	98.1	114.1	134.2	149.2	164.0	178.8	198.3	213.1
W-5	A. Muang, Phetchaburi	1977-1999	**259.6**	94.3	142.9	180.4	227.9	263.0	297.9	332.7	378.6	413.3
W-6	B.7, A. Tha Yang, Phetchaburi	1967-1995	**271.2**	96.7	140.4	174.4	217.4	249.3	280.9	312.5	354.1	385.5
W-7	A. Muang, Prachuap Khirikhan	1952-1999	**296.9**	117.1	168.4	208.9	259.9	297.8	335.5	373.0	422.4	459.8
W-8	A. Hua Hin, Prachuap Khirikhan	1952-1999	**429.2**	106.4	163.9	209.2	266.5	308.9	351.1	393.0	448.5	490.3

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
	Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at	
	Western Part	
W-1	A. Muang, Kanchanaburi	22
W-2	K.11, A. Tha Muang, Kanchanaburi	23
W-3	K.27, A. Bo Phloi, Kanchanaburi	24
W-4	A. Thong Pha Phum, Kanchanaburi	25
W-5	A. Muang, Phetchaburi	26
W-6	B.7, A. Tha Yang, Phetchaburi	27
W-7	A. Muang, Prachuap Khirikhan	28
W-8	A. Hua Hin, Prachuap Khirikhan	29

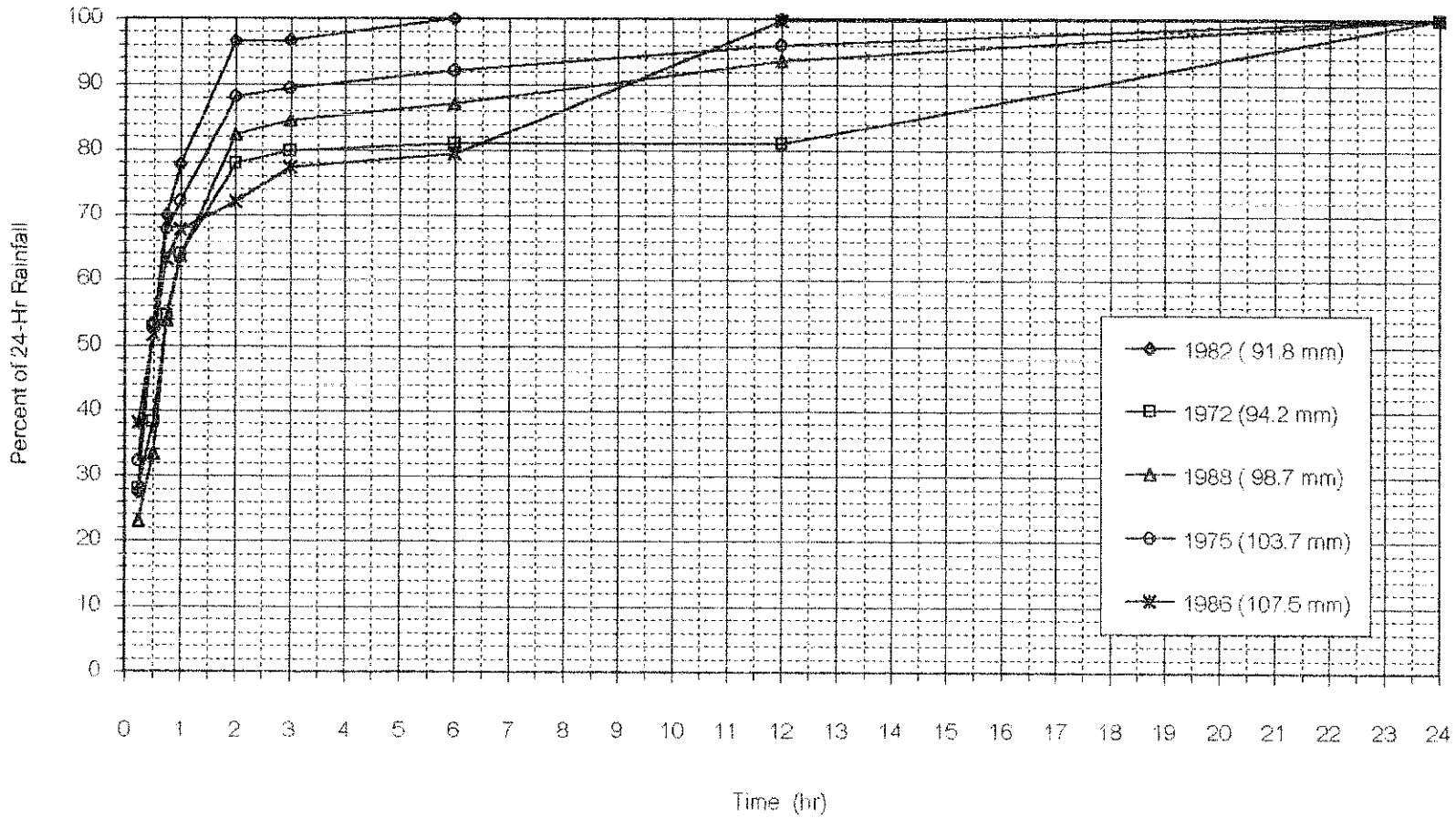


Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-1 : A. Muang, Kanchanaburi (1959-1998)

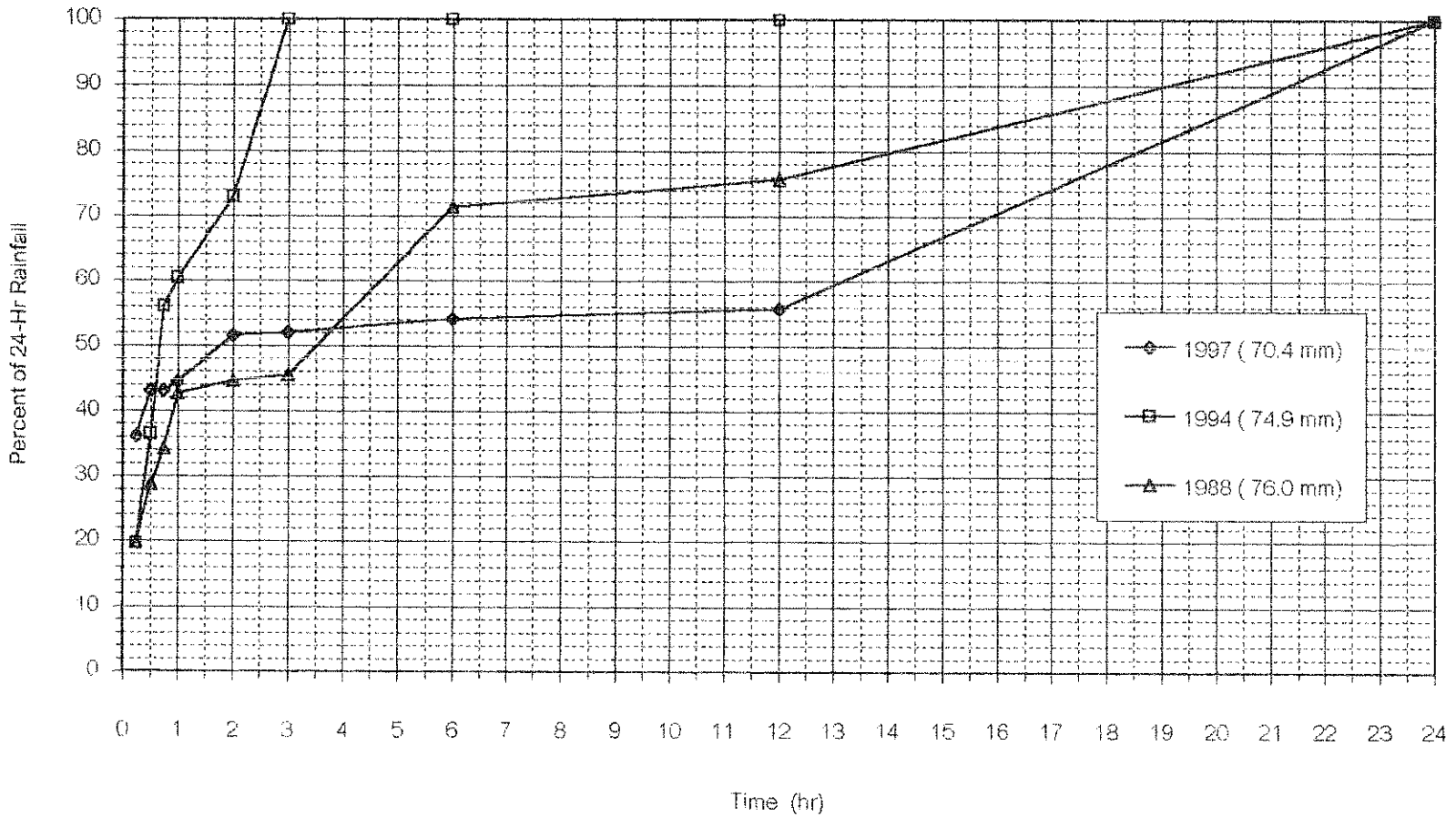


Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-2 : K.11, A. Tha Muang, Kanchanaburi

(1973-1993)

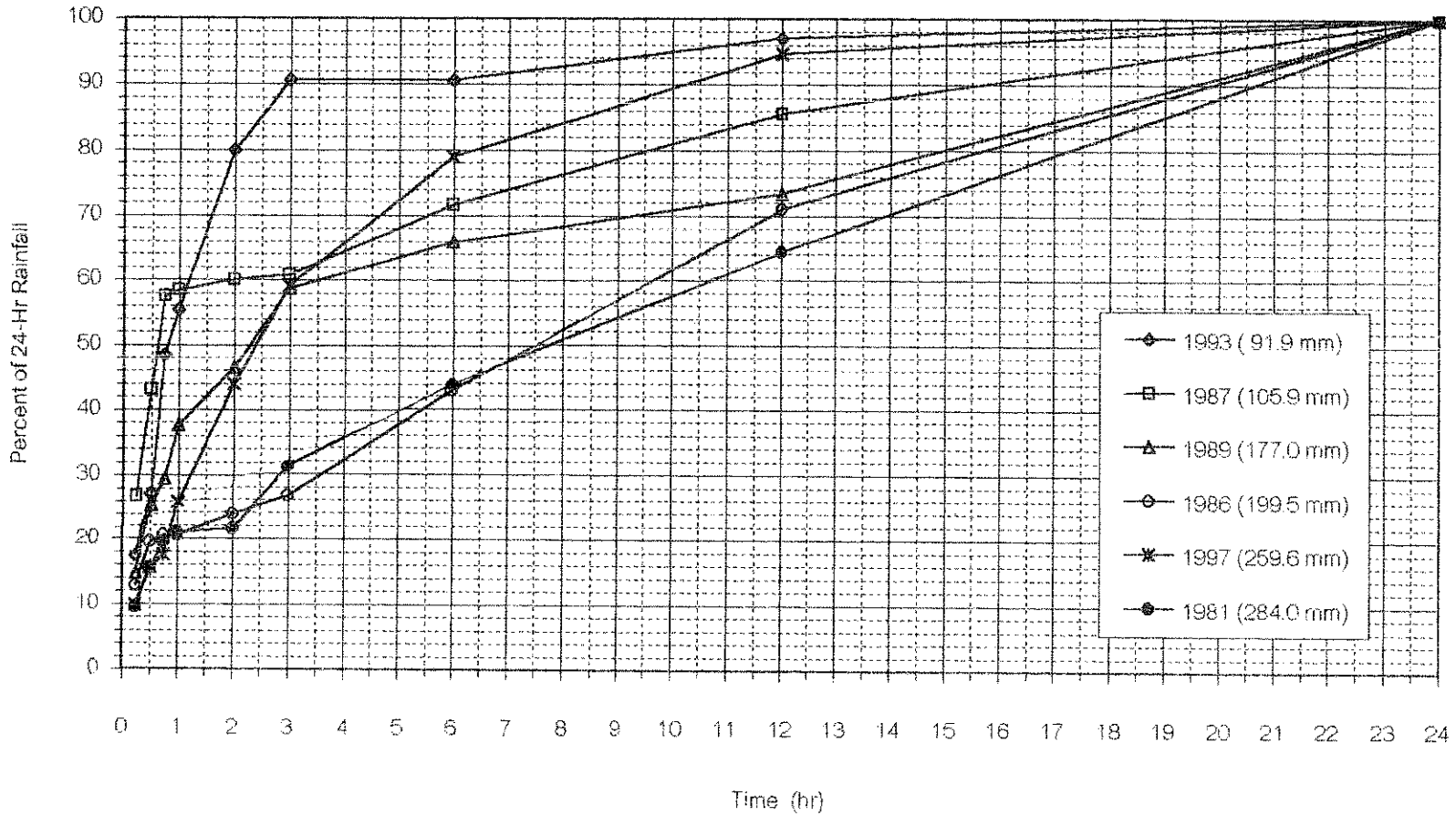


Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-3 : K.27, A. Bo Phloi, Kanchanaburi (1970-1988)

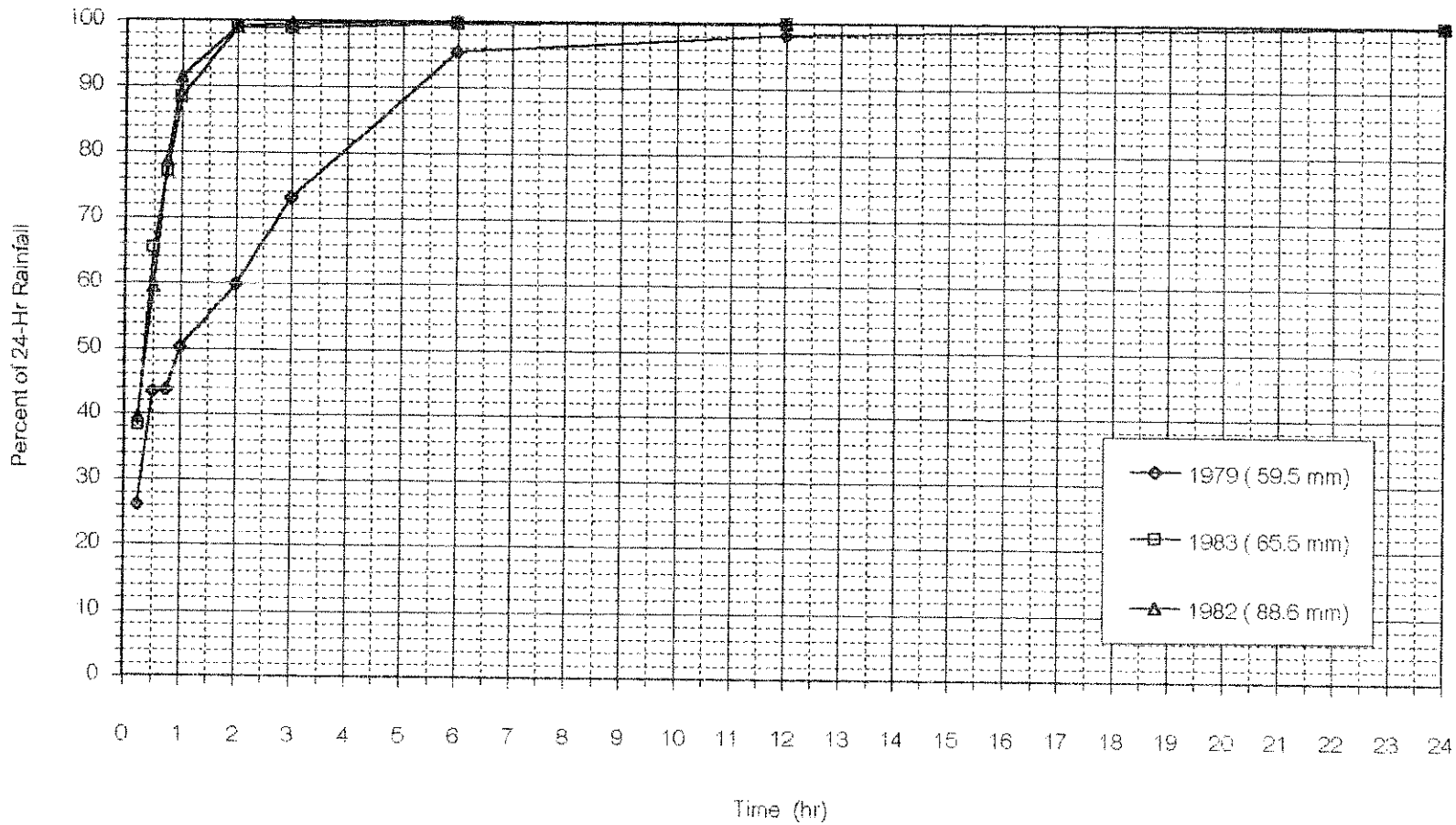


Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-4 : A. Thong Pha Phum, Kanchanaburi

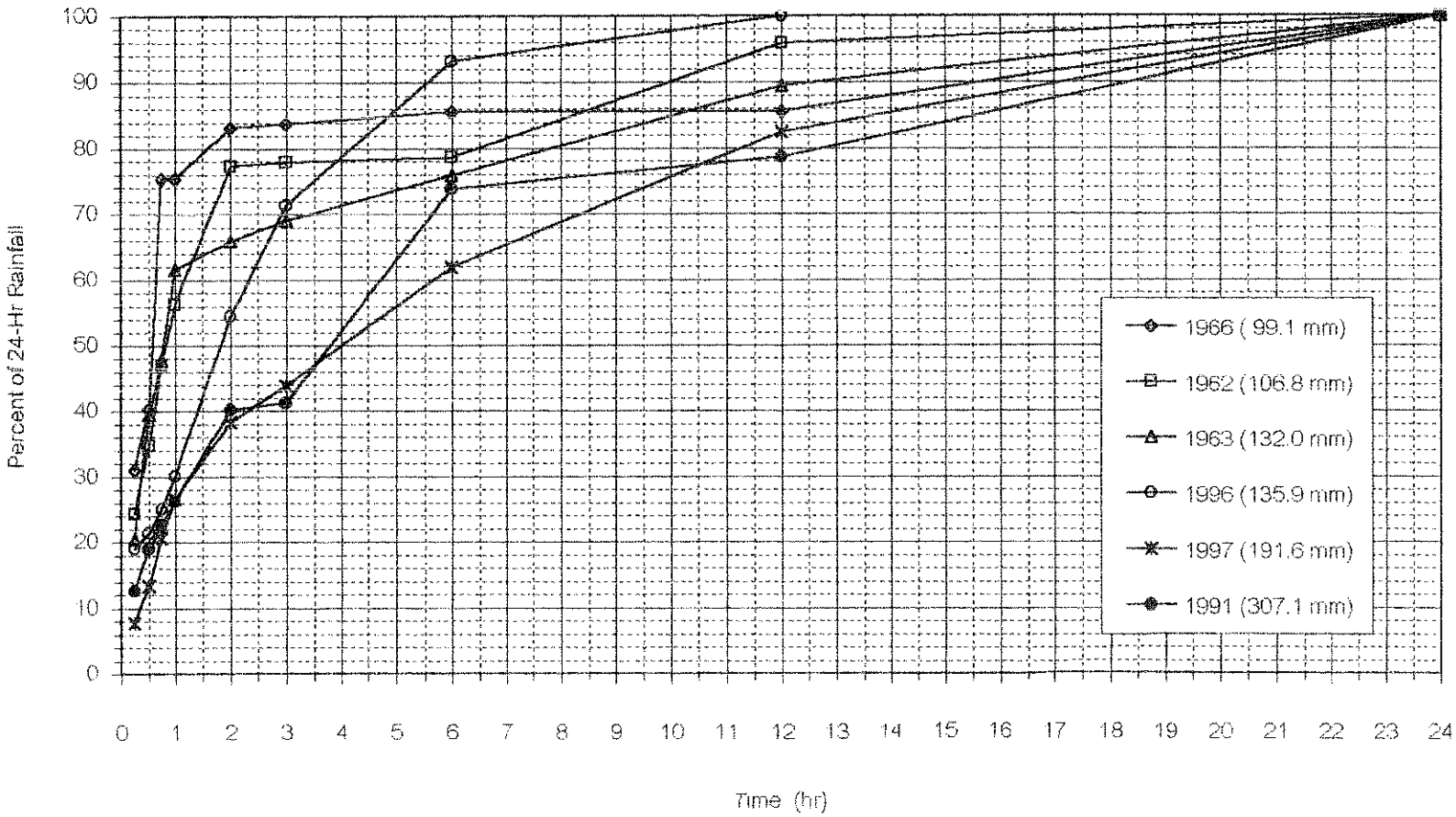
(1988-1998)



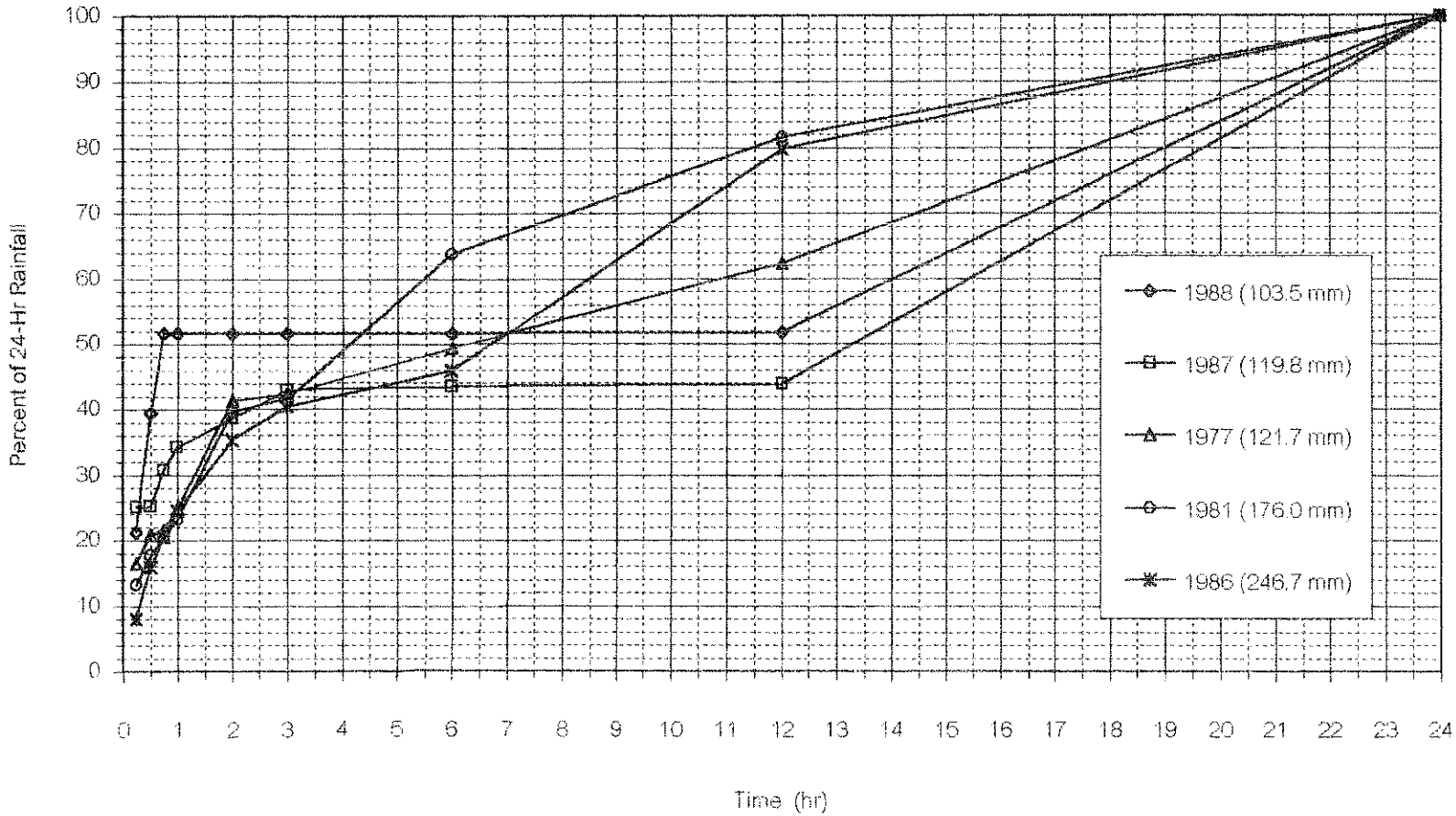
Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-5 : A. Muang, Phetchaburi (1977-1998)



Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-6 : B.7, A. Tha Yang, Phetchaburi (1979-1985)



Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-7 : A. Muang, Prachuap Khirikhan (1962-1998)



Distribution of Maximum Rainfall for Each Period at W-8 : A. Hua Hin, Prachuap Khirikhan (1976-1998)

การออกแบบปริมาณน้ำนองสูงสุดของลุ่มน้ำขนาดเล็ก

มีหลายวิธีในการออกแบบปริมาณน้ำสูงสุด สำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็ก ซึ่งมีพื้นที่น้อยกว่า 25 ตารางกิโลเมตร นิยมใช้ **Rational Formula** สำหรับออกแบบในรอบปีการเกิดซ้ำ ดังนี้

$$Q = 0.278\ CIA$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการออกแบบ - ม.^{3} / วินาที

C = สัมประสิทธิ์การไหลน้ำท่า (ดังตารางแสดงค่า C)

I = ความเข้มฝนในช่วงเวลา และรอบปีการเกิดซ้ำที่ออกแบบ - มม. / ชม.

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ - ตร.กม.

โดยที่ ช่วงเวลาของความเข้มฝน คำนวณได้จาก

$$T_c = (0.87\ L^3 / H)^{0.385}$$

T_c = ช่วงเวลาของความเข้มฝน - ชม.

L = ความยาวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออก ถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ - กม.

H = ความแตกต่างระดับ - ม. = 1000LS

= ความลาดเทลำน้ำ x ความยาวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ

S = ความลาดชันเฉลี่ยลำน้ำสายใหญ่

ตาราง แสดงสัมประสิทธิ์การไหลน้ำท่า (C)

ลักษณะพื้นที่	สัมประสิทธิ์การไหลน้ำท่า
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	0.40 – 0.45
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	0.50 – 0.55
ที่อยู่อาศัยหนาแน่นสูง	0.55 – 0.60
ย่านการค้า	0.50 – 0.70
โรงเรียน – โรงพยาบาล	0.40 – 0.70
ย่านอุตสาหกรรม	0.50 – 0.70
สวนสาธารณะและสนามหญ้า	0.20 – 0.30
พื้นที่เกษตรกรรม	0.20 – 0.30
พื้นที่รกร้าง	0.10 – 0.30

หมายเหตุ : ในกรณีที่พื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดมากกว่า 25 กม.^{2} ขึ้นไป วิธีการประเมินจะซับซ้อนมากขึ้น ควรมอบให้ ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ ส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ เป็นผู้ดำเนินการ (โทร. 0 – 2241 - 0953)

ตัวอย่าง จงหาขนาดปริมาณน้ำที่จะสร้างท่อลอดถนนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 10 ตร.กม. เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ในรอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี

จากแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 สามารถหา

(1) พื้นที่ลุ่มน้ำ $A = 10$ ตร.กม.

(2) ความยาวลำน้ำ $L = 4$ กม.

(3) ความลาดชันลำน้ำเฉลี่ย 0.125 %

หาช่วงเวลา สำหรับความเข้มฝน $T_c = (0.87\ L^3 / H)^{0.385}$

$H = [1000 \times 4 \times (0.125/100)]$

$= 5$ เมตร

$T_c = [0.87\ (4)^3 / 5]^{0.385}$

$= 2.53$ ชม.

จากรูปที่ 1 ได้ความเข้มฝนช่วงเวลา 2.53 ชม. รอบปีเกิดซ้ำ 25 ปี คือ **I = 43 มม./ชม.**

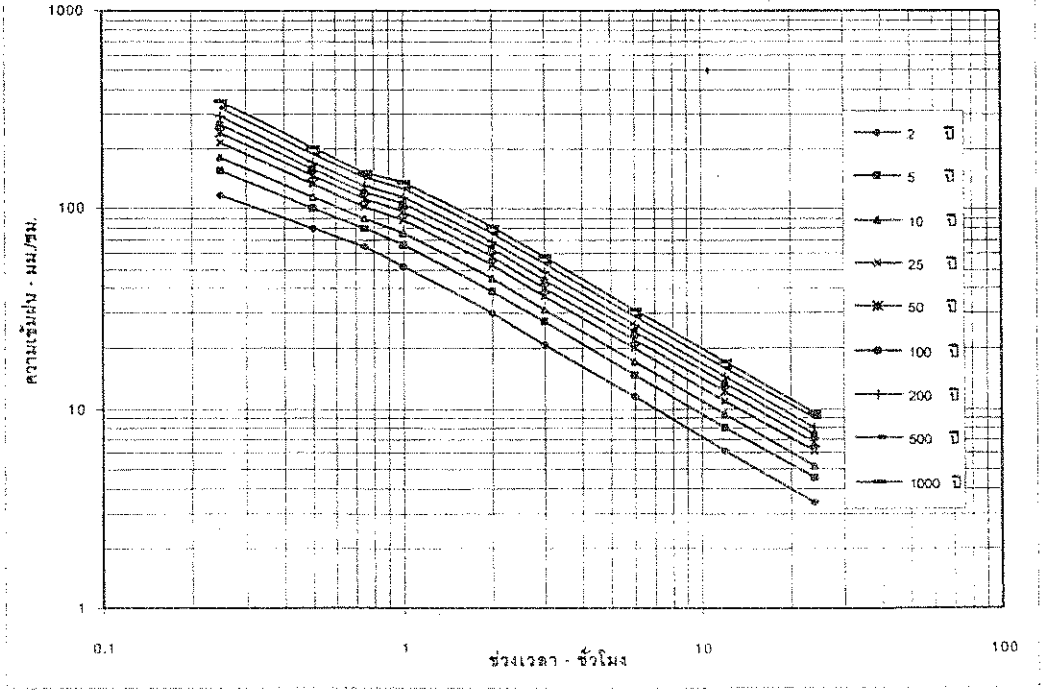
จากตารางสัมประสิทธิ์การไหลน้ำท่า เมื่อ พื้นที่ลุ่มน้ำเป็นพื้นที่เกษตรกรรม **C = 0.3**

ปริมาณน้ำออกแบบในรอบ 25 ปี $Q = 0.278\ CIA$

$= 0.278\ (0.3)\ (43)\ (10)$

$= 35.86$ ลบ.ม./วินาที

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ อ.เมือง จ.นครสวรรค์



ที่มา : เอกสารทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน - ช่วงเวลา – ความถี่ฝน ของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย (Hydrolgy No. 1264 / 00) ฝ่ายวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์ ส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน