

รูปที่ 4.12 ลุ่มน้ำแม่เหียะ แสดงขอบเขตอิทธิพลของสถานีต่าง ๆ

ia.	Observed pre. (mm.)	Area (km. ²)	% total area	Weigh Pre. (mm.)
E	873	0.375	5.105	44.566
F	816	0.625	8.509	69.433
G	764	0.193	2.627	20.070
H	743	0.450	6.126	45.516
I	665	0.631	8.590	57.123
J	1047			
K	1070			
L	943	.193	2.627	24.772
M	840	0.812	11.055	92.862
N	790	0.431	5.867	46.349
O	643	0.437	5.949	38.252
P	586	0.506	6.889	40.369
Q	867	1.00	13.618	118.068
total	14,462	7.345	100.00	814.088

6.2.4 การคำนวณหาพื้นที่ ใช้เครื่องมือ Polar planimeter

วัดจากแผนที่ลุ่มน้ำ

ตัวอย่างการคำนวณ

- สถานีวัดน้ำฝน A วัดเนื้อที่ด้วย Polar planimeter
ได้เท่ากับ 5.0 cm^2

- มาตราส่วนของแผนที่ที่กำหนดให้ ในที่นี้เท่ากับ 1 : 25,000

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ของสถานี A} &= 5.0 \text{ cm}^2 \\ &= 5.0 \times (25,000)^2 \text{ cm}^2 \\ &= \frac{5.0 \times (250,000)^2}{(10^2)^2 \times (10^3)^2} \text{ km}^2 \\ &= \frac{5.0 \times 625}{10^4} \text{ km}^2 \\ &= 0.312 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

สถานีอื่น ๆ ก็ใช้การคำนวณเช่นเดียวกัน

6.2.5 m % Total area

ตัวอย่างจากสถานี A พื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำ = 7.345 km^2

$$\begin{aligned} \% \text{ total area ของ station A} &= \frac{0.312 \times 100}{7.345} \\ &= 4.247 \end{aligned}$$

สถานีอื่น ๆ ก็ใช้การคำนวณเช่นเดียวกัน

6.2.6 หา Weigh precipitation (mm.)

Weigh precipitation ของสถานี A

จะมีค่าเป็นผลคูณของค่าที่หาได้ระหว่างผลของ Observed pre.

กับ % total area ของสถานี A = $1050 \times 4.247 = 44.593$ mm:

สถานีอื่น ๆ ก็ใช้การคำนวณเช่นเดียวกัน

6.3 Isohytal method

Isohytal method โดยทั่วไปเป็นวิธีที่ถูกต้องมากที่สุด

เนื่องจากสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดของภูมิประเทศได้ แต่ต้องใช้ความชำนาญ ประสบการณ์ ตลอดจนเครื่องมือที่จะใช้ เช่น แผนที่, เครื่องคำนวณหาเนื้อที่ (Polar planimeter) จะต้องมีความละเอียด (accuracy) สูง มิฉะนั้นแล้วจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้มากเช่นกัน วิธีการของ Isohytal method นั้น ที่สำคัญอยู่ที่การลากเส้นน้ำฝนเท่า (Isohytes) ซึ่งต้องใช้ความชำนาญของผู้บันทึกมาก วิธีการมีดังนี้

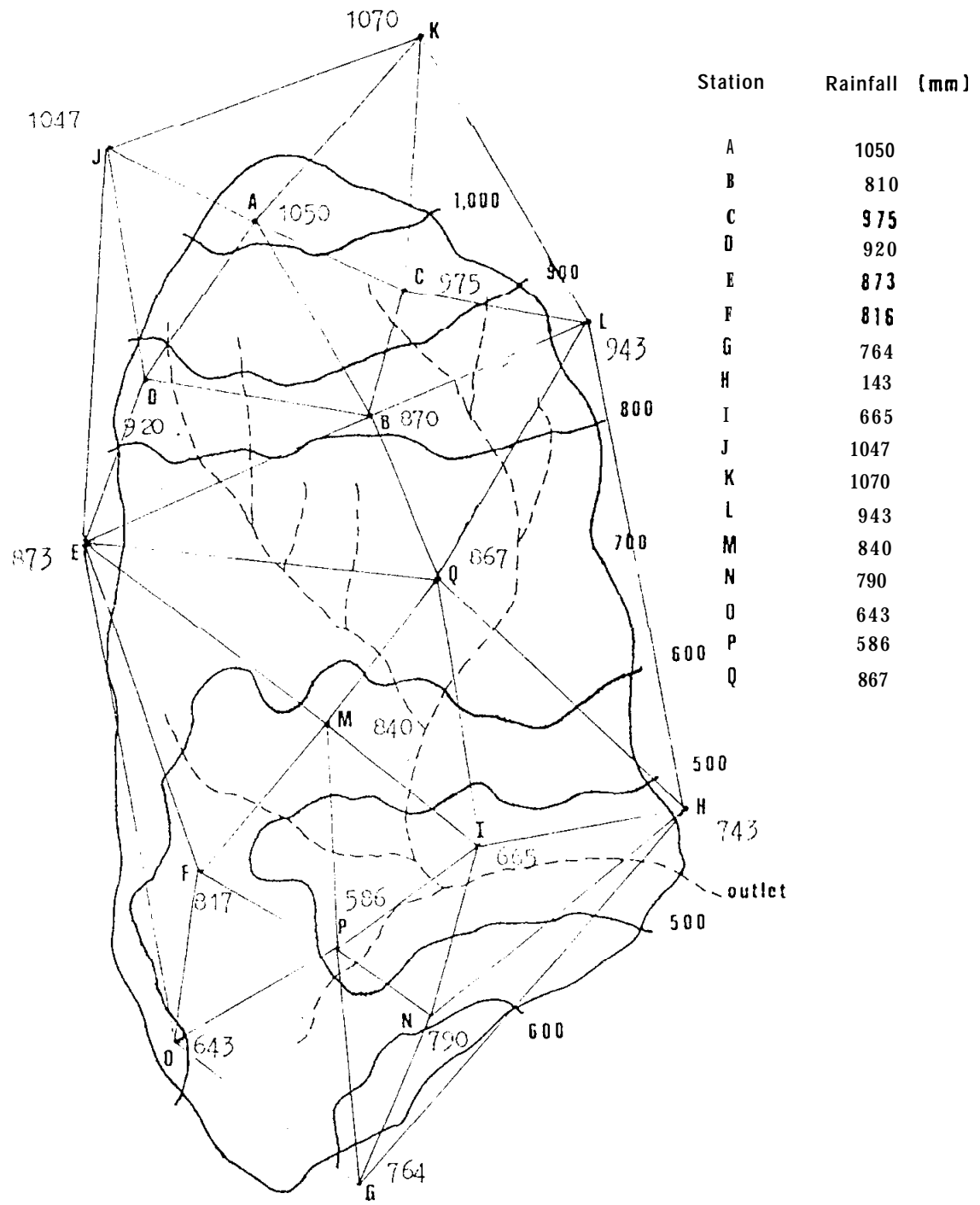
6.3.1 ลากเส้น Isohytal หรือเส้นน้ำฝนเท่า โดยการลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ ทั้งหมดเข้าด้วยกันในแผนที่

- จากนั้นใส่ค่าน้ำฝนที่แต่ละสถานีวัดได้ลงในแผนที่

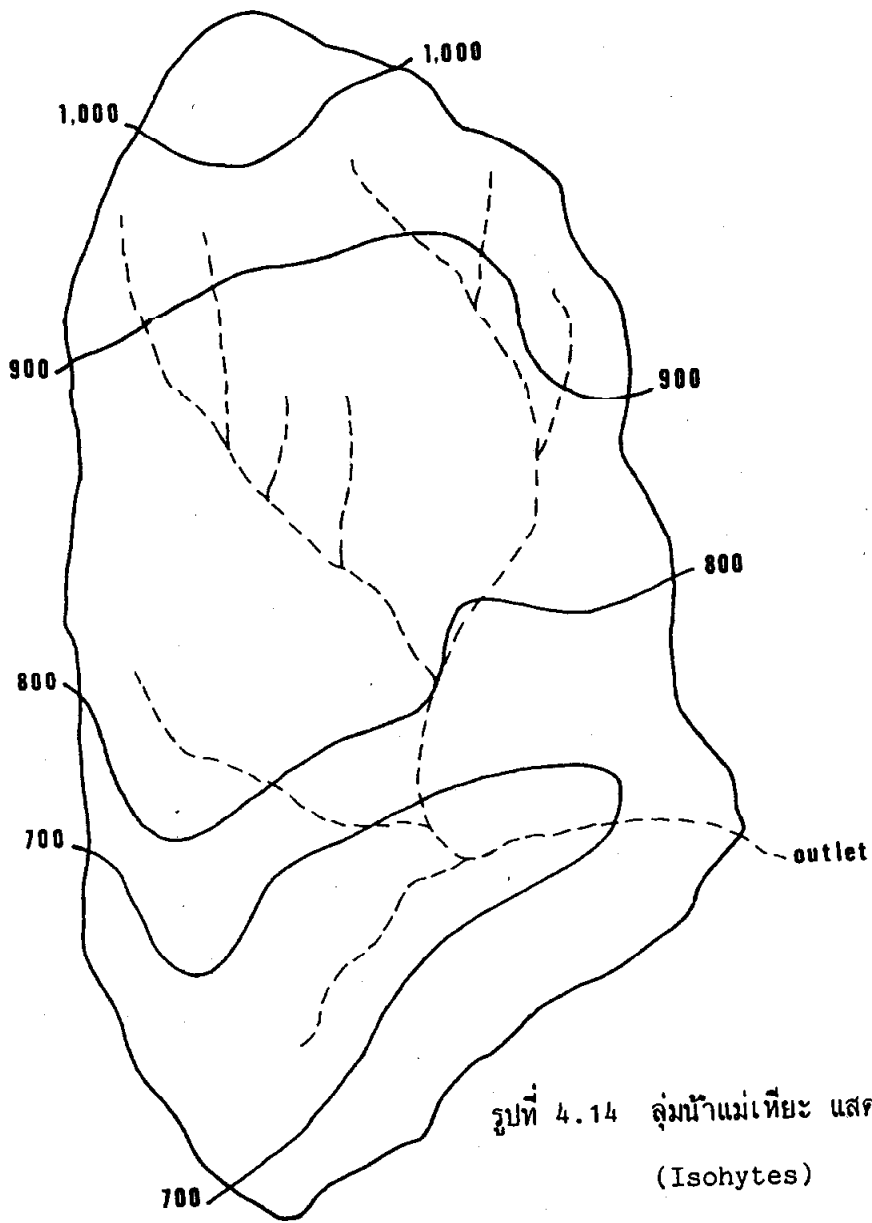
- หลักการเขียนเส้น Isohytes เหมือนกับเส้น Contour

โดยพยายามใช้หลักการและความชำนาญ ให้เส้นดังกล่าวเป็นเส้นสมมุติ (Imagine line) ที่จะหมายถึงว่าทุก ๆ จุดบนเส้น Isohytes แต่ละเส้นจะมีปริมาณ Precipitation เท่ากัน

6.3.2 ทำการวัดพื้นที่ในแต่ละช่วง Interval ของ Isohytes โดยใช้เครื่องมือ Polar planimeter ซึ่งหลักการใช้เครื่องมือทำการรังวัดได้แสดงไว้แล้วในตอนต้นเหมือน ๆ กัน



รูปที่ 4.1.1 ลุ่มน้ำแม่เหิยะแสดงการหาเส้นน้ำฝนเท่า (Isohytes)



รูปที่ 4.14 ลุ่มน้ำแม่เหียะ แสดงเส้นน้ำฝนเท่า
(Isohytes)

6.3.3 Average Precipitation ในแต่ละช่วง Interval
 (ในที่นี้ใช้ Interval = 100) มีวิธีหา ดังนี้

$$1000 - 900 \text{ AV.Pre.} = \frac{1000 + 900}{2} = 950 \text{ mm.}$$

$$900 - 800 \text{ AV.Pre.} = \frac{900 + 800}{2} = 850 \text{ mm.}$$

$$800 - 700 \text{ AV.Pre.} = \frac{800 + 700}{2} = 750 \text{ mm.}$$

ในช่วงเกิน 1000 ขึ้นไปและน้อยกว่า 700 ใช้วิธี
 ประมาณค่า ให้เท่ากับ 1055 และ 625 mm. ตามลำดับ

6.3.4 Precipitation Volume ได้จากผลคูณของ
 Av. precipitation กับ Net area enclosed

6.3.5 Average precipitation หรือค่าเฉลี่ยน้ำฝนของ
 ลุ่มน้ำ ได้จาก

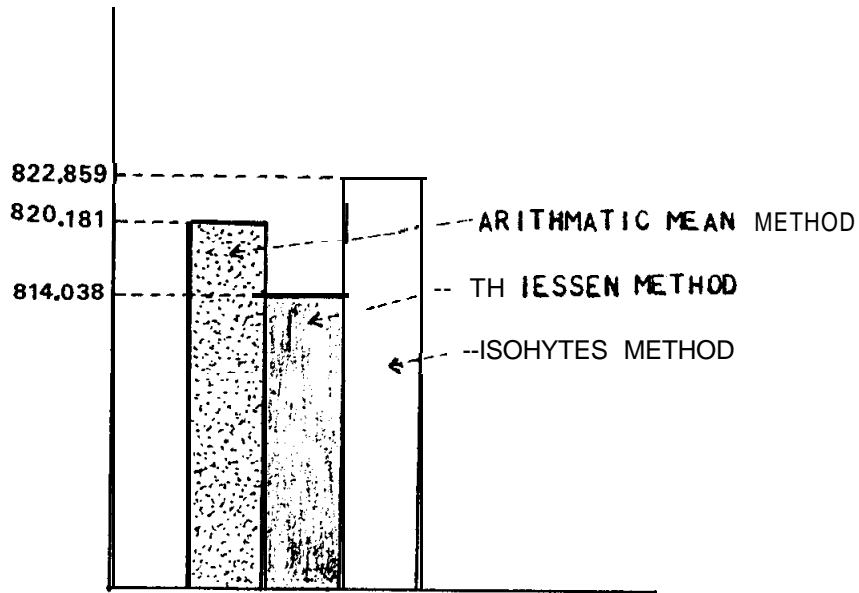
$$\text{Average precipitation} = \frac{\text{Total precipitation volume}}{\text{Total area}}$$

หน่วยเป็น mm/km.²

Computation (Isohytal method)

isohyets interval (mm.)	net area enclosed (km ²)	Av-precipitation (mm.)	precipitation Volume (mm./km ³)
1000	.431	1055	454.705
1000 - 900	1.237	950	1175.150
900 - 800	2.950	850	2507.500
800 - 700	1.543	750	1157.250
700	1.137	625	710.625
total	7.298		6005.230

$$\text{Av. precipitation} = \frac{6005.230}{7.298} = 822.859 \text{ mm./km}^2$$

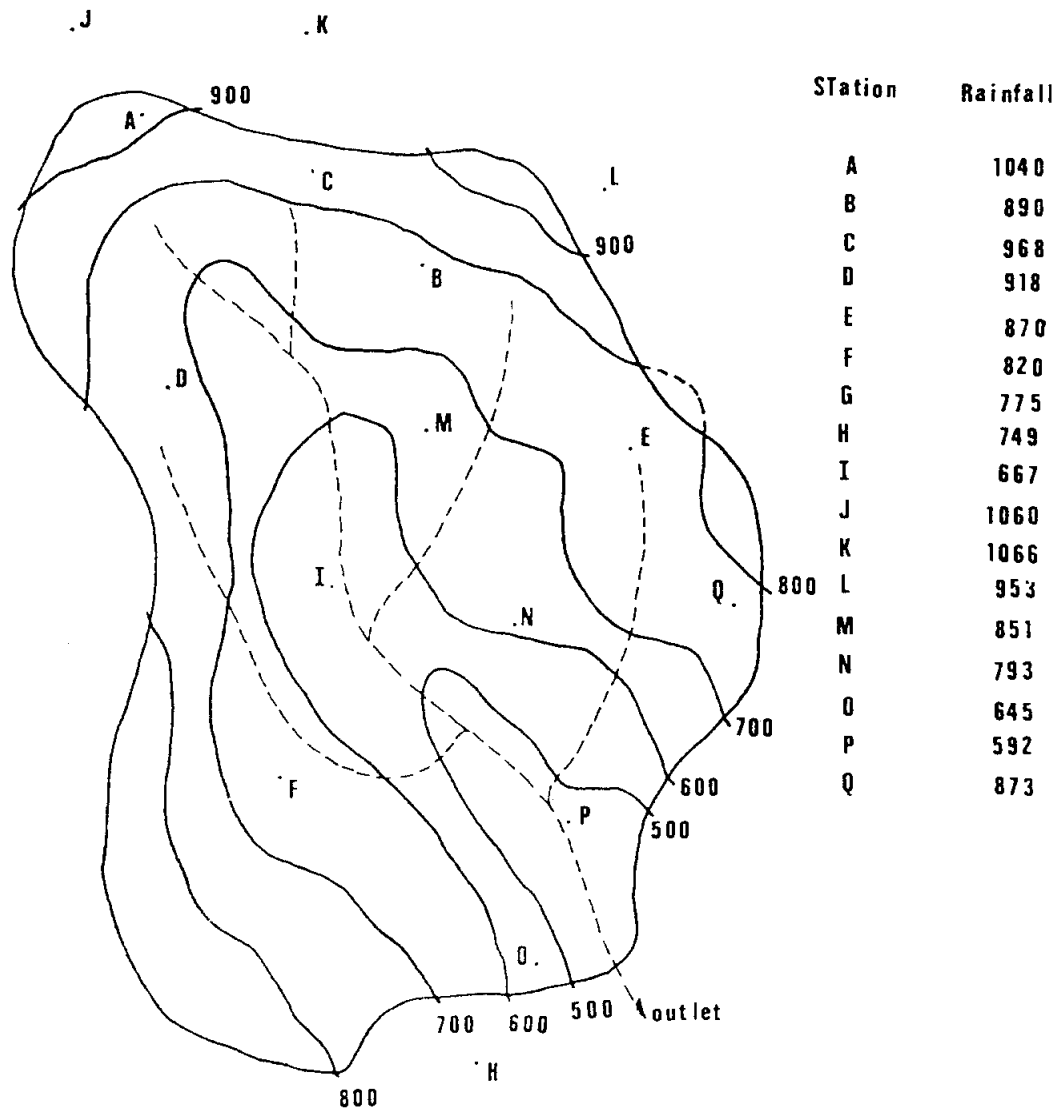


รูปที่ 4.15 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของน้ำฝนที่ทำได้ทั้ง 3 วิธี

โดยหลักการทั่วไป ถ้าสถานีวัดน้ำฝนตั้งกระจายอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และภูมิประเทศเป็นที่ราบแล้ว Arithmetic method จะให้ค่าที่น้ำเชื่อถือมาก แต่ภูมิประเทศจริงไม่เป็นเช่นนั้น ดังนั้น การใช้ค่า Thiessen method จะให้ค่าที่ถูกต้องน่าเชื่อถือมากกว่า เนื่องจากได้เอาเนื้อที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับ สถานีอื่น ๆ นอกกลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้เคียงจะมีผลต่อลุ่มน้ำด้วย ส่วนค่า Isohytal method จะให้ค่าที่น้ำเชื่อถือมากที่สุดเนื่องจากได้แก้ไขผิดพลาด (Error) เกี่ยวกับ Topographic effect ด้วย

7. การทดสอบความแน่นอนของข้อมูลน้ำฝน

การทดสอบความแน่นอนของข้อมูลน้ำฝนมีความจำเป็นมาก เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนที่เก็บรวบรวมได้อาจมีข้อผิดพลาดจากสาเหตุต่าง ๆ ได้ ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นจากการดำเนินงานไม่สม่ำเสมอ เกิดอุปสรรคในเรื่องเครื่องมือเครื่องใช้ ซึ่งอาจชำรุดเสียหาย ทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่สมบูรณ์หรืออาจเกิดจากสภาวะอากาศที่เลวร้าย ทำให้เป็นอุปสรรคในการเก็บข้อมูล ดังนั้น การทดสอบความผิดพลาดของข้อมูลและทำการปรับข้อมูลให้ถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็น วิธีการของ Double - mass analysis เป็นวิธีการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำที่ไหลในลำธาร รวมทั้งใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มน้ำภายหลังที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ การทดสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณน้ำฝน โดยนำค่าสะสมจากเครื่องวัดน้ำฝนที่ต้องการทดสอบมา plot กับค่าสะสมเฉลี่ยของเครื่องวัดน้ำฝนสถานีอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงซึ่งได้รับอิทธิพลจากสภาพลมฟ้าอากาศเช่นเดียวกัน วิธีการนี้เรียก Double-mass Analysis ถ้าหากข้อมูลจากสถานีที่ใช้ทดสอบถูกต้อง เมื่อ Plot curve ตามวิธีการของ Double-mass แล้ว จะเห็นได้ว่าจุดต่าง ๆ จะตกอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน แต่ถ้าปีใดมีการผิดพลาด ค่าที่ Plot ลงไปในกราฟ จะอยู่นอกแนวเส้นตรงหรือจุดต่าง ๆ จะเบนออกนอกแนว วิธีการแก้ความผิดพลาดทำได้โดยการ Adjust curve ที่เบนไปจากเดิมให้เข้าสู่แนวเดิม



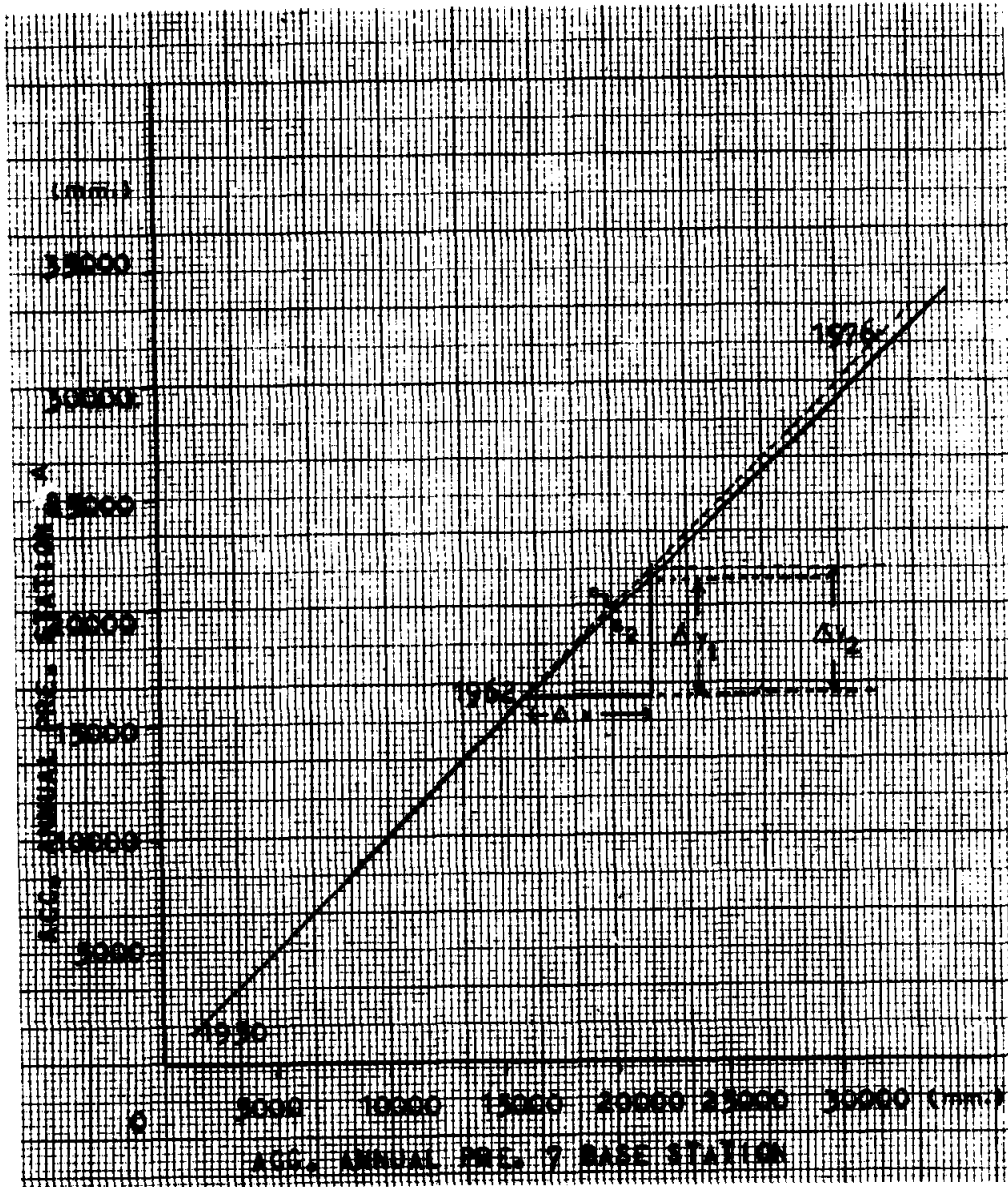
รูปที่ 4.16 ลุ่มน้ำแม่สุย จังหวัดลำปาง แสดงสถานีวัดน้ำฝนพร้อมค่าน้ำฝน
เป็นมิลลิเมตร
(ที่มา : เกษม จันทรแก้ว, 2526)

ตารางที่ 4 Annual Precipitation (Northern of Thailand)

Year	Station A		7 base station	
	Annual	Acc.	Annual	Acc.
1950	1618	1618	1349	1349
1951	1389	3007	1425	2774
1952	1544	4551	1315	4089
1953	1415	5966	1123	5212
1954	939	6905	957	6169
1955	1036	7941	1106	7275
1956	1010	8951	1078	8353
1957	1148	10099	1353	9706
1958	1752	11851	1714	11420
1959	971	12822	1133	12553
1960	1073	13895	1174	13727
1961	1210	15105	1358	15085
1962	1364	16469	1493	16578
1963	1375	17844	1438	18016
1964	914	18758	1059	19075
1965	1255	20013	1341	20416
1966	1189	21202	1317	21733
	—	—		—

Year	Station A		7 base station	
	Annual	Acc.	Annual	Acc.
1967	1198	22400	1232	22965
1968	1281	23681	1166	24131
1969	705	24386	982	25113
1970	1134	25520	7113	26226
1971	1210	26730	1141	27367
1972	1071	27801	1182	28549
1973	1410	29211	1429	29978
1974	1076	30287	1195	31173
1975	1162	31449	1167	32340
1976	1219	32668	1246	33586

จากตารางที่ 4 ได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของ Station A เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของ 7 base station ซึ่งตามวิธีการของ Double-mass analysis จะต้องหาค่าสะสม (Accumulative) ของทั้งสถานี A และค่าสะสมเฉลี่ย 7 สถานี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 แล้วนำค่าสะสมทั้งสองไป Plot ลงในกราฟ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 การทดสอบความแน่นอนของข้อมูลน้ำฝน

จากรูปที่ 4.17 จะแสดงให้เห็นว่า เส้นตรงจะเปลี่ยนแนวระหว่างปี 1967-1976 แสดงว่า ระหว่างปี 1950-1962 ปริมาณน้ำฝนของ Station A เป็นปกติ ปริมาณน้ำฝนจะเริ่มผิดปกติจากปี 1963 เป็นต้นไป จึงต้องทำการปรับข้อมูลให้ถูกต้องตั้งแต่ปี 1963-1976 โดยพิจารณาจากกราฟ

$$S_1 = \frac{\Delta Y_1}{\Delta X} = \frac{5988}{6000} = 0.998$$

เมื่อยังไม่ปรับ

$$S_2 = \frac{\Delta Y_2}{\Delta X} = \frac{5580}{6000} = 0.930$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{0.998}{0.930} = 1.073$$

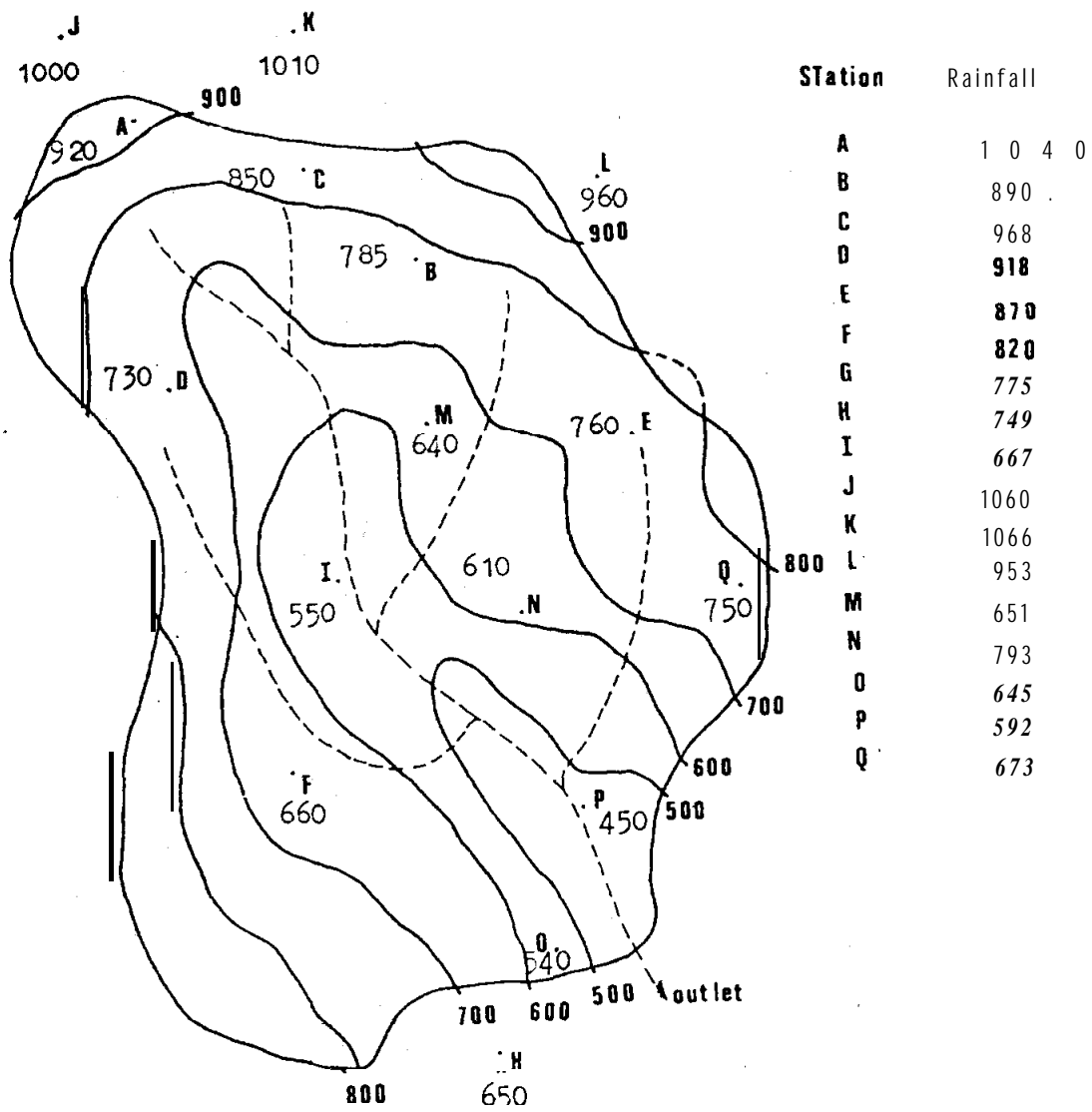
$$\text{แต่ } \frac{S_1}{S_2} = \frac{Y_1}{Y_2}$$

$$Y_1 = 1.073 Y_2$$

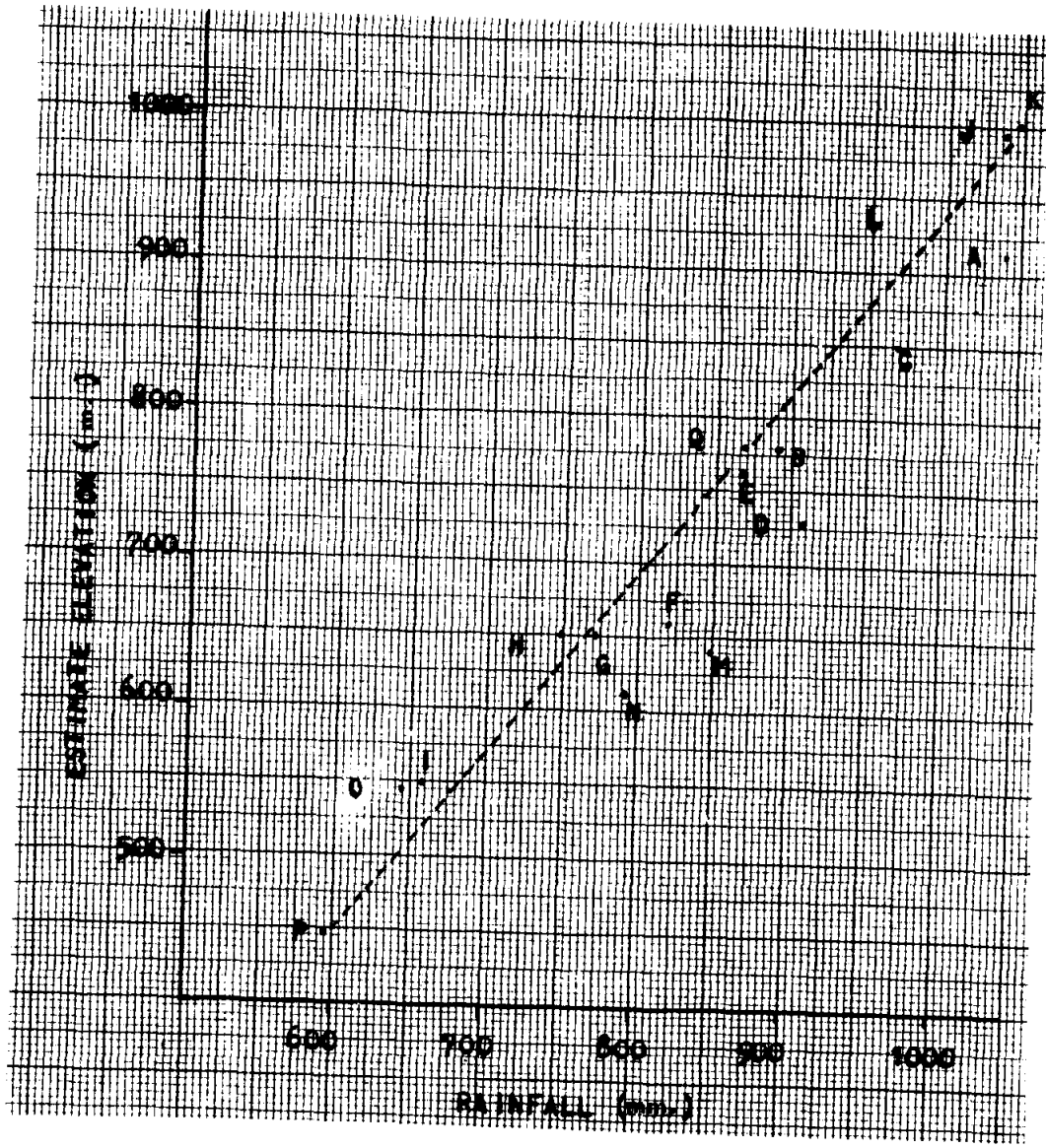
นำค่า Y_1 ไปหา Adjusted precipitation ของสถานี A ตั้งแต่ปี 1963-1976 ดังจะเห็นได้ในตารางที่ 5

Year	ctual precipitation (Y_2)	Adjust precipitation (Y_1)
1950	1618	1618
1951	1389	1389
1952	1544	1544
1953	1415	1415
1954	939	939
1955	1036	1036
1956	1010	1010
1957	1148	1148
1958	1752	1752
1959	971	971
1960	1073	1073
1961	1210	1210
1962	1364	1364
1963	1375	1475. 375
1964	914	980. 722
1965	1255	1346. 615
1966	1189	1275. 797

Year	Actual precipitation (Y ₂)	Adjusted precipitation (Y ₁)
—	—	—
1967	1198	1285.454
1968	1281	1374.513
1969	705	756.465
1970	1134	1216.782
1971	1210	1298.330
1972	1071	1149.183
1973	1410	1512.930
1974	1078	1154.548
1975	1162	1248.826
1976	1219	1307.987
	32,668	33850.527



รูปที่ 4.18 การประมาณค่าความสูงของสถานีในกลุ่มน้ำแม่สุย



รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับความสูงโดยประมาณ

เมื่อยังไม่ได้ปรับค่าเฉลี่ยน้ำฝนรายปีของ Station A

$$\begin{aligned} \text{Station A} &= \frac{32668}{27} \\ &= 1209.925 \end{aligned}$$

เมื่อปรับแล้วค่าเฉลี่ยน้ำฝนรายปีของ Station A

$$\begin{aligned} \text{Station A} &= \frac{33850.527}{27} \\ &= 1253.723 \end{aligned}$$

วิธีการของ Double-mass analysis นั้น มีข้อจำกัด คือ ข้อมูลที่ควบคุมจะต้องมี Consistency ตลอดเวลาที่ทำกรเก็บข้อมูล ไม่ว่าจะข้อมูลนั้นจะเก็บในช่วงเวลานานเท่าไรก็ตาม หากในกรณีข้อมูลตอนใดตอนหนึ่งของเหตุการณ์ทั้งหมดผิดพลาด การวิเคราะห์จะต้องใช้ข้อมูลที่ถูกต้องโดยเฉพาะเท่านั้น เพราะการวิเคราะห์โดยวิธีนี้คำนึงถึงจำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดเป็นหลักสำคัญ

8. การวิเคราะห์น้ำฝนกับพื้นที่

การวิเคราะห์น้ำฝนกับพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการจัดการลุ่มน้ำมาก เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาก่อนการสร้างเขื่อน (Check dam), ท่อระบายน้ำ (Culvert), ร่องระคับ (Contour trench หรือ Furrow) ตลอดจนมาตรการอื่น ๆ ในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ สาเหตุเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่ลุ่มน้ำนั้นจะมีความผันแปรต่อขนาดของพื้นที่ ทั้งนี้เป็นเพราะฝนแต่ละ Storm มีลักษณะที่แตกต่างกัน

ออกไป ลักษณะการตกและความหนักเบา ตลอดจนการครอบคลุมพื้นที่ของฝนก็แตกต่างกัน ถ้าพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่ โอกาสที่ฝนจะตกทั่วทั้งพื้นที่มีได้น้อยมาก ระยะเวลาที่ฝนตก (Duration) แต่ละครั้งก็ไม่เท่ากัน ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความสูง ทิศทางด้านลาดก็เป็นปัจจัยที่ควบคุมและกำหนดลักษณะของฝนได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว นักจัดการลุ่มน้ำจำเป็นต้องเรียนรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีต่อลักษณะของฝน การวิเคราะห์น้ำฝนกับพื้นที่โดยใช้ Depth - area-duration analysis จะต้องเก็บข้อมูลน้ำด้วยเครื่องอัตโนมัติ เพราะจะสามารถได้ข้อมูลทุกอย่าง เช่น เวลา ปริมาณ ความหนักเบา ฯลฯ เป็นต้น ของฝนที่ตกในแต่ละ Storm ได้ การเก็บข้อมูลจะต้องใช้เวลาานเนื่องจากจะต้องเลือกให้ได้ Storm ที่มีฝนตกมากที่สุด ความจำเป็นในการหา Storm ที่มีฝนตกมากที่สุดก็เพื่อจะได้รับปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุด ในการสร้างเขื่อนหรือการหาร่องน้ำตามแนวระดับ จะต้องรู้ปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุด เพื่อป้องกันผลเสียหายอันเกิดจากฝนหากข้อมูลฝนที่ได้นั้นเบาว่าความเป็นจริง

เมื่อหาปริมาณน้ำฝนที่หนักที่สุดได้แล้ว ต้องทำการแบ่งเขตออกเป็นโซน (Zone) ของพื้นที่ลุ่มน้ำด้วยเส้นน้ำฝนเท่า (Isohytes) กำหนดเขตต่าง ๆ ออกเป็นหมายเลข โดยทั่วไปมักจะแบ่งเขตที่ 1 เป็นเขตที่มีฝนตกมากที่สุด เรียงลำดับกันลงมาจากเขตที่มีฝนตกมากที่สุดถึงน้อยที่สุด จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของน้ำฝนในแต่ละเขต ในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลจากเครื่องวัดขั้นต่อไปจึงหาปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาต่าง ๆ เฉลี่ยด้วยวิธี Weighting system ตามพื้นที่ของแต่ละเขต สุดท้ายจึงนำเวลาที่ฝนตกตามขนาดของพื้นที่มาเขียนลงในกราฟ Depth-area-duration ตามต้องการ ผลสรุปโดยทั่วไปพบว่า ปริมาณน้ำฝนจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับ Duration แต่จะเป็นปฏิภาคกลับกับเนื้อที่

ประโยชน์ของ Depth-area-duration analysis นั้น จะทำให้ทราบ ว่า ในแต่ละช่วงเวลาหนึ่ง ๆ นั้นมีปริมาณเท่าใด ค่า Duration ของฝนเป็นอย่างไร ช่วงเวลาไหนที่ฝนตกมากที่สุดและปกคลุมพื้นที่ที่มากน้อยสูงสุดและต่ำสุดเท่าใด เมื่อทราบปริมาณน้ำสูงสุดที่พื้นที่นั้น ๆ ได้รับและทราบพื้นที่ของลุ่มน้ำทั้งหมดแล้ว สิ่งเหล่านี้จะเป็นประโยชน์มากในการออกแบบการก่อสร้างเพื่อมาตรการด้านการอนุรักษ์ต่าง ๆ เช่น การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ ชั้นบันได คูรับน้ำขอบเขา ตลอดจนมาตรการอนุรักษ์อื่น ๆ ด้วย

9. การวิเคราะห์ความถี่ของฝน

การวิเคราะห์ความถี่ของฝน (Storm frequency analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อต้องการรู้ว่าฝนในปริมาณหรือขนาดที่ใหญ่เท่านั้นหรือใหญ่กว่านั้น จะกลับมาปรากฏขึ้นได้กี่ครั้งในเวลาที่กำหนด เช่น ภายในระยะ 30 ปี, 50 ปี หรือ 100 ปี ปรากฏการณ์ของฝนในขนาดนั้นจะปรากฏขึ้นได้กี่ครั้งและความถี่มีมากน้อยเพียงใด

จากการวิเคราะห์ความถี่ของฝนโดยอาศัยข้อมูลที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาาน ทำให้สามารถคาดเดาและวางแผนในการออกแบบก่อสร้างหรือวางมาตรการในการอนุรักษ์น้ำให้ถูกต้องหันต่อเหตุการณ์ อย่างน้อยก็สามารถลดความรุนแรงของปัญหาและภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นได้บ้าง

ถ้ากำหนดให้ P = Probability ของเหตุการณ์หนึ่งที่จะเกิดขึ้นในปีต่อไป
 Tr = Return period หรือระยะเวลาที่เหตุการณ์นั้นจะกลับมาเกิดขึ้นอีก ในที่นี้สมมุติให้เท่ากับ 10 ปี

$$P = \frac{1}{Tr}$$

$$= \frac{1}{10}$$

หมายความว่า โดยเฉลี่ยแล้วเหตุการณ์นั้นในเวลา 10 ปี จะเกิดขึ้นได้ 1 ครั้ง ซึ่งจะเกิดเวลาใดก็ได้ ดังนั้น โอกาสที่จะเกิดในปีต่อไป จึงมีโอกาสเพียง 1 ใน 10 เท่านั้น

และตัว q = โอกาสที่จะไม่เกิดขึ้น (probability of non - occurrence) ของเหตุการณ์นั้น

$$q = 1 - P$$

แทนค่า P ; $q = 1 - \frac{1}{Tr}$

$$\therefore q = \frac{Tr - 1}{Tr}$$

สิ่งที่ต้องการทราบก็คือ โอกาสของการเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ ในช่วง Return period ภายในเวลาที่กำหนดให้ สมมติให้เป็น n ปี ดังนั้น โอกาสที่เหตุการณ์ขนาดที่กำหนดหรือใหญ่กว่านั้นจะเกิดขึ้นได้อย่างน้อยหนึ่งครั้ง ภายในระยะเวลา n ปี (P_n) จะเท่ากับผลรวมของโอกาสที่เกิดในแต่ละปีจนถึงปีที่ n

$$\text{นั่นคือ } P_n = 1 - q^n$$

สมมติว่ามีการสร้างสิ่งก่อสร้างใด ๆ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ระบายน้ำ และอื่น ๆ เป็นต้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าในช่วงอายุขนาด n ปี สิ่งก่อสร้างเหล่านั้นจะสามารถรับน้ำฝนตามขนาดที่กำหนดหรือใหญ่กว่านั้นมีโอกาสมาน้อยเพียงใด

กำหนดให้สิ่งก่อสร้างแห่งหนึ่งมีค่า Return period (Tr) = 100 (สิ่งก่อสร้างนี้สร้างไว้สำหรับบรรจุน้ำได้ 100 - years storm) โอกาสของสิ่งก่อสร้างนี้ว่าจะรับน้ำฝนตามที่กำหนดหรือใหญ่กว่านั้นได้จนเกินความจุของสิ่งก่อสร้างนั้นในระหว่าง 25 ปีข้างหน้า คือ

$$\text{จากสูตร } P_n = 1 - q^n$$

$$\text{และจากความสัมพันธ์ ; } q = \frac{Tr - 1}{Tr}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } q \text{ ; } P_n &= \left(\frac{Tr - 1}{Tr} \right)^{25} \\ &= 1 - \left(\frac{99}{100} \right)^{25} \\ &= 0.22 \end{aligned}$$

หมายความว่า สิ่งก่อสร้างที่ออกแบบให้บรรจุน้ำได้ 100 - year storm นั้น ภายในเวลา 25 ปี โอกาสที่ฝนจะตกเท่ากับที่กำหนดหรือมากกว่านั้นจนเกินความจุของสิ่งก่อสร้างมีโอกาสเป็นไปได้ถึงร้อยละ 22 ซึ่งนับว่า มีโอกาสสูงมากพอใช้ ผู้ก่อสร้างหรือผู้ออกแบบคงไม่ยอมรับอัตราการเสี่ยงที่สูงแบบนี้ คือ เสี่ยงต่อความล้มเหลวหรือผิดพลาดถึง 22 เปอร์เซ็นต์ในระยะเวลา 25 ปี ยิ่งสิ่งก่อสร้างนั้นมีราคาแพงมากยิ่งขึ้นก็คุ้มค่าการเสี่ยงยิ่งขึ้น จำเป็นต้องทำการออกแบบวางแผนใหม่เพื่อที่จะออกแบบสิ่งก่อสร้างใหม่ที่สามารถรองรับฝนที่มีขนาดใหญ่เท่าที่กำหนดหรือใหญ่กว่านั้นในอัตรา Return period ใหม่ โดยให้มีความเสี่ยงน้อยลง โดยอาจจะยอมให้

โอกาสที่น้ำจะเกินความจุของสิ่งก่อสร้างเพียง 0.01 ภายในระยะเวลา 25 ปีก็ได้
 นั่นคือ การลดโอกาสจาก 0.22 มาเป็น 0.01 ในระยะเวลา 25 ปี สิ่งก่อสร้าง
 ใหม่มันต้องออกแบบให้บรรจุน้ำได้ 2500 - year storm ซึ่งสามารถคำนวณได้
 ดังนี้

$$\text{จากสูตร } P_n = 1 - q^n$$

$$\text{ถ้า } P_n: 0.01 ; n = 25 \text{ year}$$

$$q = 0.9996$$

$$\text{และจากสูตร } p = \frac{1}{T_r}$$

$$\text{เพราะว่า } T_r = \frac{1}{P}$$

$$q = 1 - P$$

$$\therefore T_r = \frac{1}{1-q}$$

แทนค่า

$$q ; T_r = \frac{1}{1-0.9996}$$

$$= 2500 \text{ years}$$

การวิเคราะห์ความถี่ของฝนมีประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการลุ่มน้ำ
 นับแต่การวางแผนการจัดการ การออกแบบก่อสร้างสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เพื่อการ
 อนุรักษ์ดินและน้ำ ตลอดจนการวางแผนป้องกันภัยจากน้ำท่วมและภาวะแห้งแล้ง
 แต่การดำเนินงานที่จะให้ได้ผลดีจะต้องอาศัยข้อมูลที่เก็บไว้เป็นระยะเวลานาน
 ยิ่งข้อมูลอากาศนานเท่าไรความถูกต้องในการวิเคราะห์ก็จะมีมากขึ้น

10. สรุป

หยาดน้ำฟ้าซึ่งบางครั้งอาจเรียกว่าเป็น "ธรรมาศ" ซึ่งตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า " Precipitation " ซึ่งหมายถึง น้ำจากอากาศตกลงสู่พื้นโลก หยาดน้ำฟ้ามีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่งบนพื้นโลก แต่จะมีรูปลักษณะและปริมาณที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะสภาพของภูมิอากาศบริเวณนั้น ๆ หยาดน้ำฟ้าจะเกิดขึ้นได้อย่างไรนั้นจะต้องมีปัจจัยร่วมกัน 3 อย่าง ถ้าขาดปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่งไปก็จะไม่เกิดหยาดน้ำฟ้าขึ้น ปัจจัยดังกล่าวคือ ไอน้ำในอากาศหรืออาจจะเรียกว่าปริมาณความชื้นในบรรยากาศ ปัจจัยที่สองคือ กลวิธีของการควบแน่นทำให้เกิดการกลั่นตัวจากไอน้ำมาเป็นหยดน้ำหรือเกล็ดน้ำแข็งแล้วแต่กรณี ปัจจัยสุดท้ายคือ ผงฝุ่นละอองหรือสารปนเปื้อนในบรรยากาศซึ่งจะเป็นตัวแกนกลางในการกลั่นตัว ทำให้ไอน้ำจับตัวกันเป็นหยดน้ำได้ง่ายขึ้น

ปริมาณความชื้นในบรรยากาศจะมีอยู่เสมอ ความชื้นได้มาจากการระเหยของน้ำ การคายน้ำของต้นไม้และการคายระเหยในท้องที่นั้น ๆ บางกรณีความชื้นอาจถูกพัดพาไปโดยลมจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งไกล ๆ ได้ ปริมาณไอน้ำในอากาศจะเป็นตัวควบคุมในการเกิดฝนและปฏิกิริยาอุทกโซ่ในการเกิดเมฆ ในขณะที่เมฆเริ่มก่อตัว หากไม่มีความชื้นโดยรอบมาหนุนเนื่องอย่างต่อเนื่องแล้ว ในที่สุดเมฆก้อนนั้นก็อาจจะสลายตัวหายไปได้

ลักษณะของหยาดน้ำฟ้ามีอยู่หลายรูปแบบ ตั้งแต่ลักษณะที่เป็น Drizzle เป็นฝนละอองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 0.01 นิ้ว และ Intensity น้อยกว่า 0.04 นิ้ว/ชม. , Rain ซึ่งเป็นเม็ดฝนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.02-0.25 นิ้ว , Glaze ที่เป็นรูปลักษณะของ Drizzle ที่แข็งตัว ถ้ามีขนาดใหญ่กว่าก็เรียกว่า Sleet และ Snow ที่เป็นรูปหนึ่งของหยาดน้ำฟ้าที่

มีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็ง อย่างไรก็ตาม หยากน้ำฟ้าเหล่านี้ในที่สุดก็จะกลายเป็นแหล่งที่มาของน้ำที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ความจำเป็นในการตรวจวัดและการบันทึกข้อมูลลักษณะของหยากน้ำฟ้า จะเป็นตัวกำหนดในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำที่มีประสิทธิภาพ

11. คำถามและกิจกรรมประกอบท้ายบท

ให้นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้มาให้เข้าใจ

1. หลักเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งสถานีตรวจอากาศเบื้องต้นมีอะไรบ้าง อธิบายให้ชัดเจนพร้อมทั้งวาดรูปประกอบ
2. เครื่องวัดน้ำฝนชนิดต่าง ๆ นั้น ชนิดใดเหมาะสมที่สุดในการวัดปริมาณน้ำฝนในประเทศไทย
3. ทำไมต้องมีการทดสอบความแม่นยำของข้อมูลลักษณะอากาศ อธิบายให้ชัดเจน
4. ปริมาณของฝนที่ตกแต่ละปีกับการกระจายของฝนในรอบปี อะไรมีความสำคัญว่ากันในการเจริญเติบโตของต้นไม้.

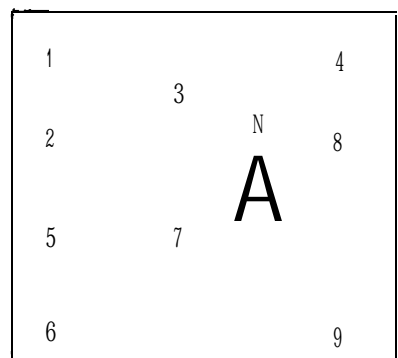
เฉลย

1. หลักเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งสถานตรวจอากาศดังนี้

1.1 ต้องเลือกพื้นที่ที่เป็นที่ราบเรียบ ในกรณีที่เป็นพื้นที่ป่าต้องทำการถางป่าให้โล่งเตียน ไม่ให้มีแนวสิ่งกีดขวางในทัศนวิสัย 45° จากสถานี

1.2 ในกรณีที่สถานีอยู่ในเมืองหรือใกล้สิ่งก่อสร้าง อาจให้สถานีอยู่ห่างจากสิ่งก่อสร้างเหล่านั้นประมาณ 10 เท่าของความสูงของสิ่งก่อสร้าง

1.3 สถานีหันหน้าไปทางทิศเหนือ เพื่อป้องกันอิทธิพลของดวงอาทิตย์



1. เทอร์โมมิเตอร์ สูงสุด-ต่ำสุด
2. เทอร์โมมิเตอร์คุ้มครอง คุ่มเปียก
3. ภาควัดน้ำระเหย
4. เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน
5. เครื่องวัดแสงอาทิตย์
6. เครื่องวัดความชื้น
7. เครื่องวัดลม
8. เครื่องวัดน้ำค้าง
9. สนามตรวจอุณหภูมิดิน

รูปที่ 4.20 แผนผังสถานีตรวจอากาศเกษตร

1.4 ให้สถานีห่างจากแหล่งน้ำพอประมาณ เพื่อป้องกันอิทธิพลจากแหล่งน้ำ เช่น อัตรการระเหย , ความเย็น , ความชื้น ฯลฯ

1.5 สนามหญ้าบริเวณสถานีตัดสั้น มีรั้วล้อมรอบ

1.6 ถ้าสถานีอยู่บริเวณที่มีความลาดชัน ต้องปิดหน้าบริเวณความลาดชันให้ได้ระดับเพื่อตั้งสถานี

1.7 สถานีไม่อยู่ห่างจากสถานที่ทำงานหรือที่พักของพนักงานมากเกินไป เพื่อสะดวกในการบันทึกข้อมูล

1.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ติดตั้งควรประกอบด้วย Instrument shelter, Standard rain gauge, Recording rain gauge, Evaporation pan, Anemometer และในตู้เครื่องมือควรประกอบด้วย Wet and dry bulb thermometer, Psychrometer, Barometer ฯลฯ เป็นต้น

1.9 สถานีที่ตั้งควรมีพื้นที่ขนาดประมาณ 6 × 6 เมตร จะเหมาะสมมาก เพราะมีความแตกต่างของอากาศน้อยที่สุดในทุกจุดของพื้นที่

2. เครื่องวัดน้ำฝนโดยทั่วไปมี 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. W-m Non recording rain gauge

2. พวก Recording rain gauge

สำหรับพวก Non-recording rain gauge โดยทั่วไปใช้ขนาดที่เป็น Standard ทั่วโลกคือ 8" standard rain gauge

ส่วนพวก Recording rain gauge มีอยู่ 3 แบบที่สำคัญและใช้กันมากคือ

1. Weighting-type precipitation gage

2. Tipping-bucket rain gage

3. Siphon

แบบ Tipping-bucket raingage และ Siphon เหมาะ
สำหรับวัด precipitation ในลักษณะอื่นที่มีใช้ฝนในเมืองไทย เช่น ในเขต
Temperate และเขต Cold ซึ่ง Precipitation ผันแปรไปตามตัว
กำหนดต่าง ๆ มาก เช่น ความชื้น, ลม

แบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพวก Recording raingage
คือ Weighting types precipitation gage 12" ซึ่งสามารถรองรับและ
บันทึกค่าน้ำฝนในประเทศไทยได้ดี ฝนในทุกแบบไม่ว่าจะเป็น Cyclonic rain
Convictional rain หรือ Frontal rain ซึ่งลมมีอิทธิพลในการพัดพาน้อย
สามารถตกลงบนตาชั่ง ทำให้ปากกาบันทึกการทวีขึ้นของน้ำฝนบนกระดาษกราฟ
ได้ดี อย่างไรก็ตาม การนำค่าการบันทึกในกราฟ ตรวจสอบกับบันทึกประจำวัน
ของ 8" standard raingage ยังเป็นสิ่งจำเป็น

3. เหตุที่ต้องมีการทดสอบความแน่นอนของข้อมูล

เนื่องจากการดำเนินการตรวจอากาศหรือน้ำฝนต้องกระทำเป็นประจำ
ทุกวันในเวลาที่เหมาะสมและเป็นระยะเวลาอันยาวนาน จึงต้องอาจจะเกิดข้อผิดพลาด
ขึ้นได้ ข้อผิดพลาดนั้นอาจเกิดจาก

1. จากการตรวจวัด เช่น ผู้ตรวจอ่านค่าผิดพลาด
2. เครื่องมือผิดพลาด หรือชำรุดเสียหายจนไม่อาจทำการวัดหรือวัด
ค่าได้ผิดพลาด
3. เหตุการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ภัยธรรมชาติ น้ำท่วม วาตภัย ฯลฯ
จนไม่อาจทำการวัดหรือวัดได้ผิดพลาด

ในกรณีนี้จึงต้องมีการทดสอบความแน่นอนของข้อมูล เหตุผลสำคัญประการหนึ่งคือ ความจำเป็นที่จะต้องมีข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อที่จะสามารถวางแผนจัดการลุ่มน้ำในเรื่องต่าง ๆ ให้อย่างถูกต้องในการคำนวณหาค่า Flow จากปริมาณน้ำฝน เมื่อค่าน้ำฝนในการเก็บข้อมูลผิดพลาดในเบื้องต้นแล้ว การคำนวณหา Stream flow ก็จะมีผิดพลาดตามไปด้วย เป็นต้น

4. การกระจายของฝนในรอบปีมีความสำคัญว่าต่อความเจริญเติบโตของต้นไม้ เนื่องจากการกระจาย คือ จำนวนวันที่ฝนตกในรอบปี ถ้าจำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละปีมีมาก เช่น จังหวัดระนองมีฝนตกกว่า 200 วันใน 1 ปี จะทำให้ปริมาณความชุ่มชื้นในดินสูงอยู่ตลอดปี ซึ่งจะทำให้พืชมีน้ำเพียงพอแก่การนำไปใช้ในขบวนการต่าง ๆ ทำให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เส้น Hydrograph จะไม่ลดต่ำอย่างรวดเร็ว ซึ่งแสดงว่าจะมีแหล่งน้ำใต้ดินมาหล่อเลี้ยง (Ground water supply) แหล่งน้ำใต้ตลอดปี แม่น้ำในบริเวณที่มีการกระจายของฝนในรอบปีสูงจะมีน้ำไหลตลอดปี

ปริมาณของฝนที่ตกแต่ละปี อาจจะมีจำนวนมากก็จริงแต่อาจจะตกในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ในปริมาณมาก กรณีนี้จะทำให้ Hydrograph สูงชันมาก แต่หลังจากนั้นแล้วอาจจะหยุดตกไปนาน ทำให้ Hydrograph ลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเกิด Flood หรือ Surface runoff ไปหมด การที่ฝนตกแต่ละครั้งเป็นปริมาณมากอาจทำให้เกิด Soil Erosion ได้ด้วย แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าปริมาณฝนตกในแต่ละปีที่สูงจะเป็นเช่นนี้เสมอไป อาจจะมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วก็ได้

อย่างไรก็ตาม พืชจะเจริญเติบโตได้ดี จำเป็นจะต้องมีช่วงเวลาที่ไม่ตกอยู่ด้วยในระยะเวลาที่เหมาะสม เพราะพืชจำเป็นต้องรับแสงในการทำ Photosynthesis และขบวนการอื่น ๆ ดังนั้น การที่มีฝนตกมากเกินไปหรือตกตลอดปี อาจทำให้การเจริญของพืชหยุดชะงักได้.