บทที่ 4

ข้อมูลหลักที่ใช้ในการศึกษา

ในการสังเคราะห์น้ำท่ารายเดือน ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ข้อมูลที่สำคัญได้แก่ ข้อมูลน้ำท่า ข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลการระเหย

ข้อมูลน้ำท่า

ลุ่มน้ำเพชรบุรีได้เริ่มติดตั้งสถานีสำรวจปริมาณและระดับน้ำในแม่น้ำเพชรบุรีที่สถานี B1 โดยกรมชลประทานที่บ้านไร่เพนียด อ.เมือง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2458 (ค.ศ.1915) จนถึงปี พ.ศ. 2503 (ค.ศ.1950)เป็นระยะเวลา 35 ปี จึงยกเลิกไปเนื่องจากเสาระดับน้ำได้ชำรุดทรุดโทรม และได้ติดตั้งสถานีสำรวจระดับและปริมาณน้ำใหม่ที่สถานี B1A โดยห่างจากสถานีเดิมไปทางเหนือน้ำประมาณ 500 เมตร การเก็บข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำที่สถานีตำแหน่งใหม่นี้เก็บข้อมูล ต่อเนื่องจาก พ.ศ.2504 มาจนถึงปัจจุบัน

ในปี พ.ศ.2473 (ค.ศ.1930) กรมชลประทานได้ติดตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำ และระดับน้ำเพิ่มขึ้นที่สถานี B2 ณ ตำแหน่งที่ก่อสร้างเขื่อนเพชร (เขื่อนเพชรเริ่มก่อสร้างปี พ.ศ.2458) ทำการเก็บข้อมูลต่อเนื่องจนถึงปี พ.ศ.2491 (ค.ศ.1948) ก็ทำการปิดสถานี และได้เปิดสถานีใหม่คือ สถานี B2A เมื่อปี พ.ศ.2502 (ค.ศ.1959) หลังเขื่อนเพชรสร้างเสร็จ(พ.ศ.2497) เพื่อวัดปริมาณการไหลของน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนเพชร ตำแหน่งของสถานี B2A อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรลงไปท้ายน้ำประมาณ 700 เมตร ต่อมาในปี พ.ศ.2525 (ค.ศ.1982) ได้พิจารณาย้ายตำแหน่งเนื่องจากตลิ่งลำน้ำต่ำทำให้ไม่สามารถวัดระดับน้ำสูงได้ โดยสถานี B2A ตำแหน่งอยู่ห่างจากเขื่อนเพชรลงไปท้ายน้ำ 170 เมตร และได้สำรวจข้อมูลปริมาณน้ำและระดับน้ำจนถึงปี พ.ศ.2527 จึงได้ทำการยกเลิกการเก็บข้อมูล เนื่องจากการสำรวจข้อมูลไม่ได้ผลเท่าที่ควร เพราะตำแหน่งสถานีอยู่ใกล้ตัวเขื่อนเพชรมากเกินไป กระแสวนของน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนเพชรทำ

ให้การสำรวจปริมาณน้ำมีความคลาดเคลื่อน การสร้างเขื่อนเพชรทำให้ปริมาณน้ำตอนล่างเขื่อนเพชร ตั้งแต่ปี พ.ศ.2497 (ค.ศ.1954) เป็นปริมาณน้ำที่มีการควบคุมการไหล

สถานีวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำ B3 ที่บ้านสองพี่น้อง อ.ท่ายาง เริ่มสำรวจและเก็บข้อมูลในปีเดียวกับ สถานี B2 คือปี พ.ศ.2473 (ค.ศ.1930) เพื่อวัดปริมาณน้ำในลำน้ำเพชรบุรีตอนบนข้อมูลเก็บต่อเนื่องมาจนถึงปี พ.ศ.2485 (ค.ศ.1942) และได้หยุดทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 12 ปี จากนั้นได้เริ่มเก็บข้อมูลใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2497 (ค.ศ.1954) จนถึงปัจจุบัน

สถานีวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำที่เหนือ สถานี B3 มีอีก 2 สถานี คือ สถานี B4 (ที่ตำแหน่งเขื่อนแก่งกระจาน)และสถานี B5 (ห่างจากตัวเขื่อนแก่งกระจานมาท้ายน้ำ 1500 เมตร) สถานี B4 เปิดสำรวจข้อมูลระดับและปริมาณน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2500-2505 (ค.ศ.1957-1962) และได้ปิดสถานีเนื่องจากการก่อสร้างเขื่อนแก่งกระจานจึงมาเปิดสถานี B5 และได้เก็บข้อมูลจนถึงปัจจุบัน

สถานีวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำในลำน้ำสายรองในลุ่มน้ำย่อย ห้วยแม่ประจันต์ มีสถานีวัดอยู่ 2 สถานี ได้แก่ สถานี B6 และ B7 สถานี B6 ที่สะพานทางหลวง อ.ท่ายาง ได้เริ่มทำการสำรวจตั้งแต่ปี พ.ศ.2508 (ค.ศ.1965) ต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ส่วนสถานี B7 ที่บ้านหนองบัว อ.ท่ายาง อยู่ทางเหนือของสถานี B6 ประมาณ 10 กิโลเมตร เริ่มทำการสำรวจปริมาณน้ำและระดับน้ำ ต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2510 (ค.ศ.1967) จนถึงปี พ.ศ.2531 (ค.ศ.1988) สำหรับสถานีวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำในลุ่มน้ำย่อยห้วยผาก มีสถานี B8 โดยเริ่มสำรวจข้อมูลและระดับน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ.2516 (ค.ศ.1973) จนถึงปัจจุบัน

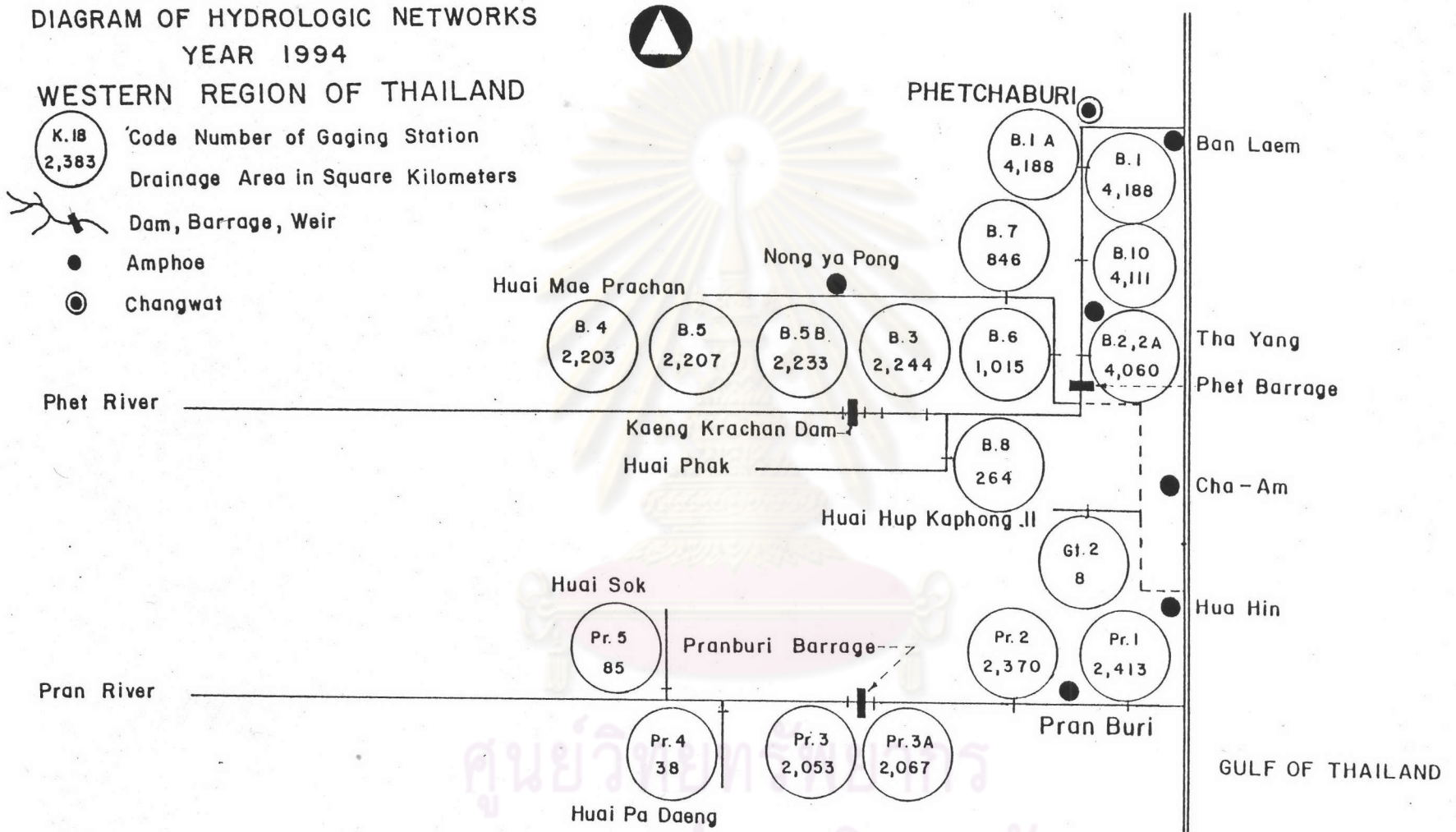
เขื่อนแก่งกระจานได้เริ่มทำการเก็บปริมาณน้ำ เมื่อวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2508 (ค.ศ.1965) ดังนั้นข้อมูลปริมาณน้ำในแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง เขื่อนแก่งกระจานจึงเป็นข้อมูลการไหลแบบมีการควบคุมการไหล (Regulated Flow) สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนแก่งกระจาน กรมชลประทาน ได้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ.2508 ถึงเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ.2517 (ค.ศ.1974) จากนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำจนกระทั่งถึงปัจจุบัน

ข้อมูลปริมาณน้ำที่เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปสังเคราะห์น้ำท่ารายเดือน ในช่วงเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ.2495-2534 (ค.ศ.1952-1991) จะต้องเป็นข้อมูลที่การไหลแบบธรรมชาติไม่มีการควบคุมการไหล (Natural or Unregulated Flow) ดังนั้นสถานีน้ำท่าที่ถือว่าเป็นสถานีควบคุมของลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนคือ สถานี B3 และ B5 (สถานี B5 หยุดการสำรวจปี 2531) สถานี B3 และ B5 อยู่ห่างกันประมาณ 10 กิโลเมตร และมีพื้นที่ต่างกันเพียง 37 ตารางกิโลเมตร จากพื้นที่รับน้ำทั้งหมดประมาณ 2,200 ตารางกิโลเมตร (ผลต่างของพื้นที่ประมาณร้อยละ 1.5) และนอกจากนี้ช่วงสำรวจข้อมูลก็อยู่ในช่วงเวลาที่ซ้อนกัน ปี พ.ศ.2508 เริ่มทำการเก็บกักน้ำหลังเขื่อนแก่งกระจานสร้างเสร็จ ดังนั้นข้อมูลปริมาณน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนจึงใช้สถานี B5 ในช่วงเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ.2497-2534 (ค.ศ.1954-1991) โดยในช่วง พ.ศ.2497-2502 ใช้ข้อมูลสถานี B3 ปรับอัตราส่วนของพื้นที่ในช่วง พ.ศ.2503-2505ใช้ข้อมูล สถานี B4 ปรับอัตราส่วนของพื้นที่ในช่วง พ.ศ.2506-2508 ในข้อมูลสถานี B5 ต่อจากนั้นใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนแก่งกระจานในปี พ.ศ.2508-2534

สำหรับลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนกลาง มีสถานีวัดน้ำท่าอยู่ 3 สถานี (B6 B7 และ B8) ทั้งสามสถานีปริมาณการไหลเป็นการไหลโดยธรรมชาติไม่มีการควบคุม ข้อมูลที่ทำการวัดจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาการสังเคราะห์ต่อไป

สำหรับลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่าง มีสถานีควบคุมอยู่ 3 สถานี (B1A B2A และ B10) แต่ B2A ได้ปิดทำการสำรวจไปแล้วในปี พ.ศ.2526 ส่วนสถานี B10 มีข้อมูลเพียง 7-8 ปี (จึงไม่น่าคิด) ในการสังเคราะห์น้ำท่าจึงใช้สถานี B2 และ สถานี B1 จากการที่เขื่อนเพชรบุรีสร้างเสร็จ เมื่อปี พ.ศ.2497 และได้เริ่มทำการส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูก ดังนั้นข้อมูลลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่างหลังปี พ.ศ.2497 จึงเป็นการไหลที่มีการควบคุม (Regulated Flow)

ดังนั้นข้อมูลที่เป็นการไหลแบบธรรมชาติ ในช่วงเวลา พ.ศ.2495-2534 แสดงได้ในตาราง ก-1 ถึง ก-4 (ภาคผนวก ก.) รูป 4-1 แสดง Schematic Diagram ของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเพชรบุรี และตาราง 4-1 ช่วงเวลาการเก็บบันทึกข้อมูลน้ำท่าในลุ่มน้ำเพชรบุรี



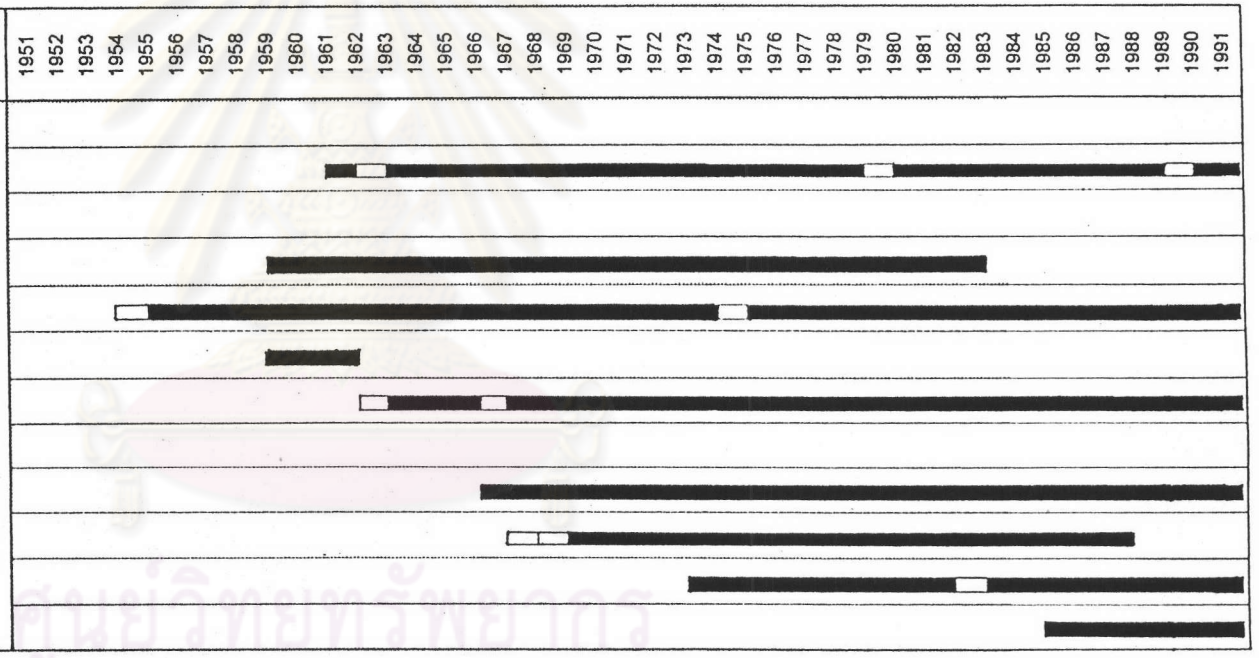
ที่มา: ฝ่ายวิเคราะห์และประมวลสถิติ กองอุทกวิทยา

รูป 4-1 Schematic Diagram ของสถานีวัดน้ำท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4-1 ช่วงเวลาการเก็บบันทึกข้อมูลน้ำท่าในลุ่มน้ำเพชรบุรี

รหัส	ลำน้ำ	สถานที่ตั้ง	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
B.1	แม่น้ำเพชรบุรี	บ้านไร่เหนียด อ.เมือง	4,188
B.1A	แม่น้ำเพชรบุรี	บ้านไร่เหนียด อ.เมือง	4,188
B.2	แม่น้ำเพชรบุรี	บ้านท่าชิก อ.ท่ายาง	4,060
B.2A	แม่น้ำเพชรบุรี	ท้ายเขื่อนเพชร อ.ท่ายาง	4,060
B.3	แม่น้ำเพชรบุรี	บ้านสองพี่น้อง อ.ท่ายาง	2,244
B.4	แม่น้ำเพชรบุรี	แก่งกระจาน อ.ท่ายาง	2,203
B.5	แม่น้ำเพชรบุรี	บ้านวังวน อ.ท่ายาง	2,207
B.5B	แม่น้ำเพชรบุรี	เขาไม้รวก อ.ท่ายาง	2,233
B.6	ห้วยแม่ประจันต์	สะพานทางหลวง อ.ท่ายาง	1,015
B.7	ห้วยแม่ประจันต์	บ้านหนองบัว อ.ท่ายาง	846
B.8	ห้วยผาก	บ้านกระเหรี่ยง อ.ท่ายาง	264
B.10	แม่น้ำเพชรบุรี	บ้านท่ายาง อ.ท่ายาง	4,111



ข้อมูลครบ ข้อมูลไม่ครบ

ที่มา : การศึกษาศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำลุ่มน้ำเพชรบุรี ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
จัดทำโดย ภาควิชาแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่รับน้ำจากข้อมูลน้ำท่าที่สถานี B5 B6 B7 และ B8 (ข้อมูลที่เป็นการไหลแบบธรรมชาติและจากการปรับสถานี B5 แล้ว) แสดงในรูป 4-2 จากกราฟดังกล่าวพบว่าความสัมพันธ์น้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำฝนค่อนข้างดี (สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ 0.98) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลน้ำท่ามีความกลมกลืน (Homogenous) กันกับพื้นที่ต่าง ๆ และจากการนำสถานี B2 ในช่วงที่มีการไหลแบบธรรมชาติ ปี พ.ศ. 2473-2491 (ค.ศ.1930-1948) มาหาความสัมพันธ์ดังกล่าวเพิ่มเติม พบว่าความสัมพันธ์น้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำยังค่อนข้างดี (สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ 0.98)

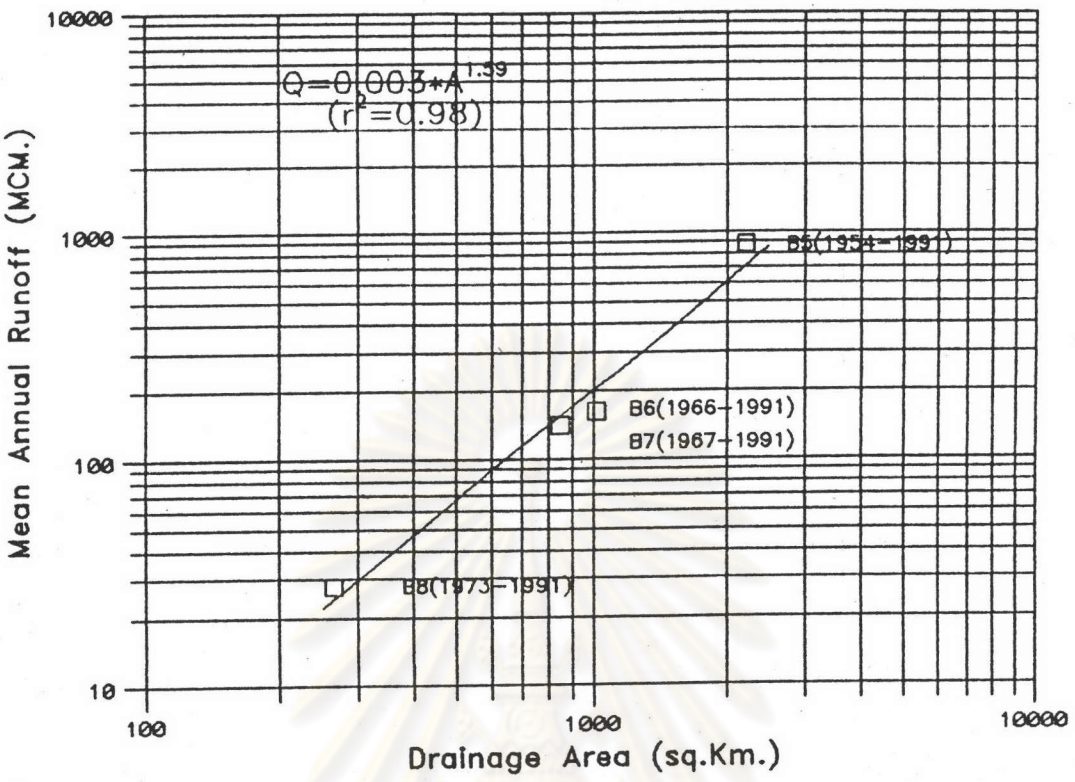
ข้อมูลน้ำฝน

ข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลน้ำฝนรายวัน ลุ่มน้ำเพชรบุรีมีสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนอยู่ 32 สถานี ในจำนวนสถานีทั้งหมด 32 สถานี มีอยู่ 8 สถานี ที่ได้ปิดการสำรวจน้อยกว่า 10 ปี ได้แก่ สถานี 3711 37121 37131 37160 37300 และ 37330 ดังนั้นข้อมูลน้ำฝนจาก 24 สถานี ที่มีข้อมูลต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันเป็นข้อมูลหลักในการศึกษา ตาราง 4-2 ช่วงเวลาการเก็บบันทึกข้อมูลน้ำฝนในลุ่มน้ำเพชรบุรี

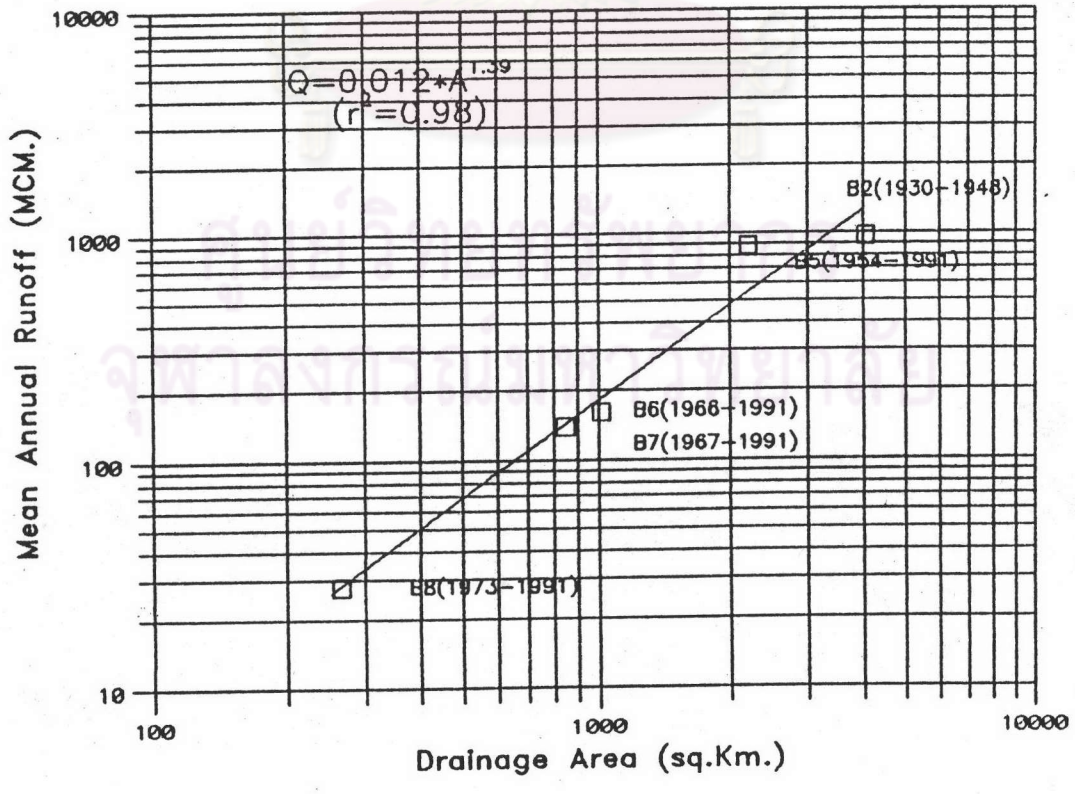
ในการศึกษาสภาพฝนของลุ่มน้ำ (Basin Rainfall) และการกระจายของฝน ได้อาศัยข้อมูลน้ำฝนที่มีการสำรวจที่สถานีต่าง ๆ ในลุ่มน้ำเพชรบุรีและลุ่มน้ำข้างเคียงบางสถานี การคำนวณหาปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำเพชรบุรี ที่ตกลงในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำรวม โดยวิธีการเฉลี่ยด้วยเส้นชั้นน้ำฝน (Isohyets) ซึ่งการเขียนเส้นชั้นน้ำฝนได้ใช้โปรแกรม Surfer มาช่วยในการพิจารณาเส้นชั้นน้ำฝน ตัวอย่างเส้นชั้นน้ำฝนรายเดือนเมษายน ปี 1991 ดังรูป 4-3 การคำนวณเส้นชั้นน้ำฝน ใช้วิธี Kriging ดังนี้

กำหนดให้ r(x) (เมื่อ r เป็นค่า Rainfall และ x เป็นค่า Space) และมีการวัดอยู่ n สถานี ที่จุด $x_1, x_2, \ldots, x_n$ ดังนั้น การประมาณค่า r*(x) จากค่าจริง r(x) ดังสมการต่อไปนี้

$$r^*(x) = \sum_{i=1}^{n} a_i(x)\, r(x) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

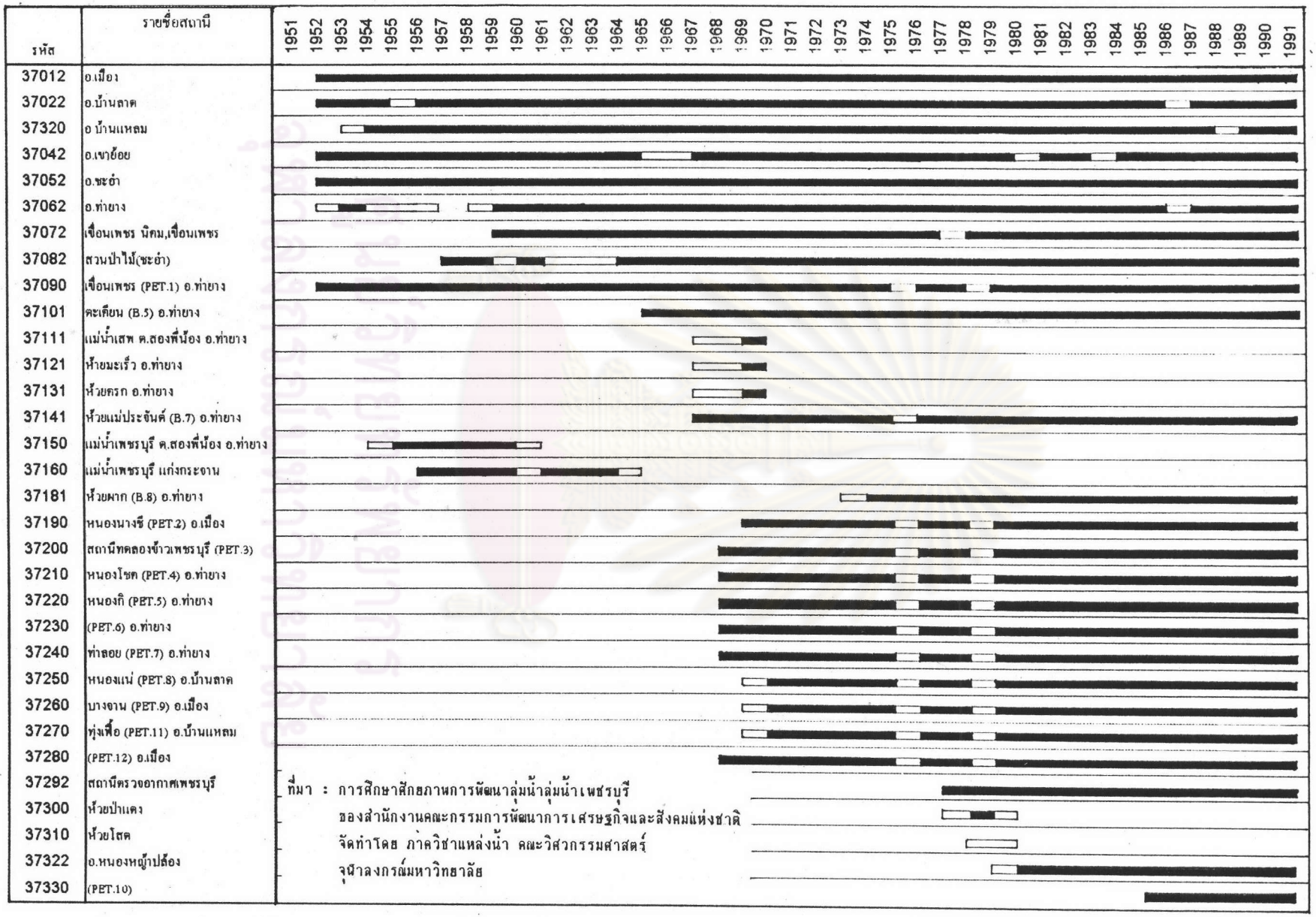


ที่มา : การศึกษาศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำลุ่มน้ำเพชรบุรี ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จัดทำโดย ภาควิชาแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

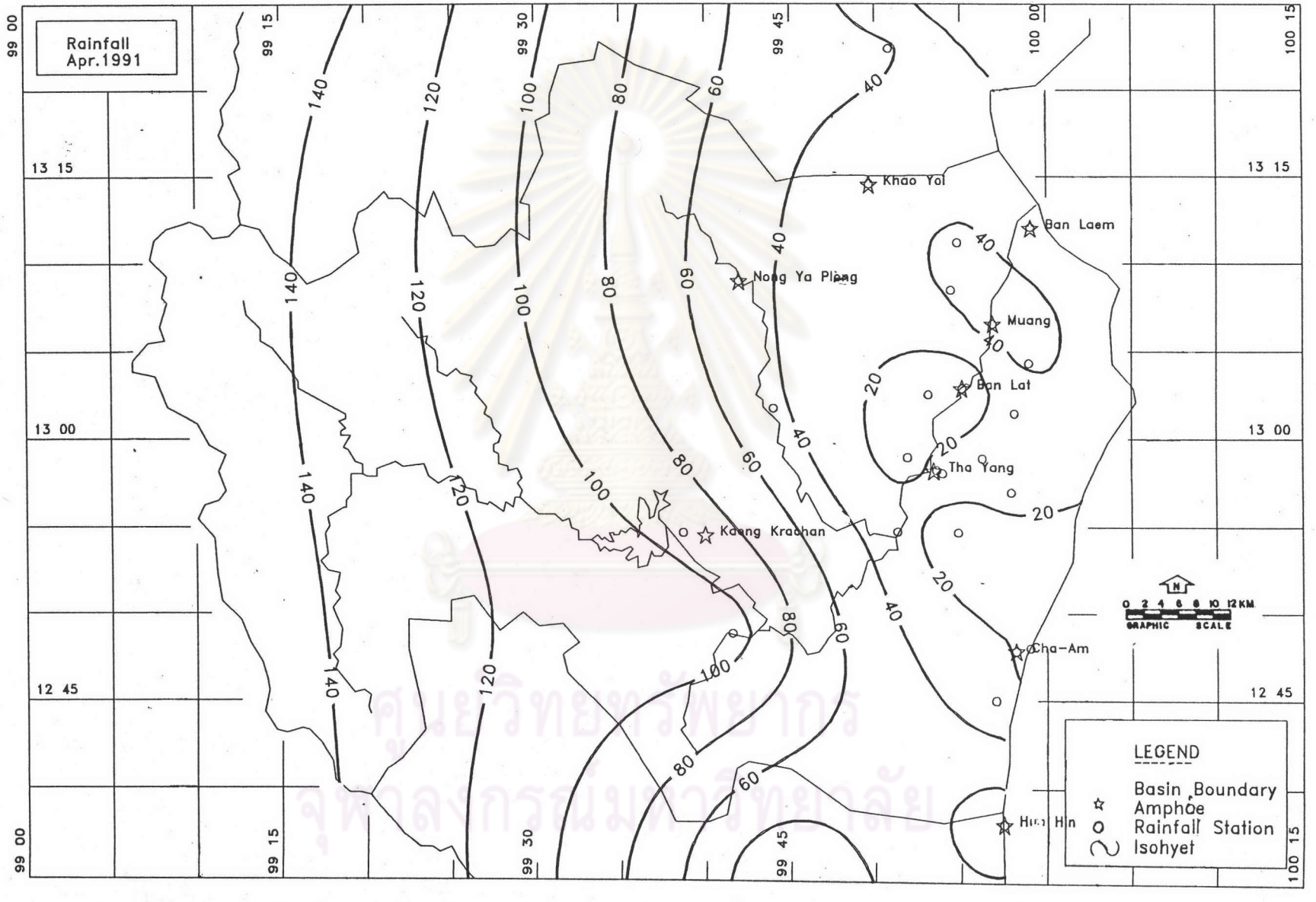


รูป 4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่รับน้ำ

ตาราง 4-2 ช่วงเวลาการเก็บบันทึกข้อมูลน้ำฝนในลุ่มน้ำเพชรบุรี



หมายเหตุ : ■ ข้อมูลครบ □ ข้อมูลไม่ครบ



รูป 4-3 ตัวอย่างเส้นชั้นน้ำฝนรายเดือนเมษายน ปี ค.ศ.1991

ซึ่งเป็นสมการที่รวมกันเป็นเส้นตรง (Linear Combination) ของค่าปริมาณน้ำที่ฝนตกลงมาคูณกับระยะทาง ในวิธี Kriging (Gambolati and Volpi,1979) มีการประมาณค่า Parameter $a_i, i=1,2,...,n$ ซึ่ง

$$\sum_{j=1}^{n} a_i \, b(x_i-x_j) + C = b(x_i-x_j) \quad \text{.....(2)}$$

โดยที่ $i = 1,2,...,n$

$$\sum_{j=1}^{n} a_j = 1 \quad \text{.....(3)}$$

เมื่อ C = Lagrange Multiplier

b = Variogram

ในการหาค่า Variogram หาจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของช่วง r(x) จากค่า Vector ของระยะทาง (h) ค่า Mean Square Error มีสมการดังนี้

$$b^2 = m\,(r^*-r)^2 = \sum_{j=1}^{n} a_j \, b(x-x_j) + C \quad \text{.....(4)}$$

จากสมการ (4) $a_j, j=1,2,...,n$ ซึ่งเป็นตัวแทนค่าที่มากที่สุด ฟังก์ชัน b เป็นฟังก์ชันที่ต้องการในการประมาณค่าจะหาจากค่าที่มีจริง (Gambolati และ Volpi,1979) ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$b(h) = 1/2m(h) \sum_{i=1}^{m(h)} [\, r(x_i+h) - r(x_i) \,]^2 \quad \text{.....(5)}$$

ข้อมูลการระเหย

ข้อมูลการระเหยเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำมาหาการคายการระเหย (ข้อมูลการระเหยจาก สถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี จ.เพชรบุรี) ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานของการสังเคราะห์น้ำท่าของโปรแกรม Sacramento Watershed Model การหาการคายการระเหยหาจากการใช้น้ำของพืชคูณ กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ดังสมการ

$$ET = K_c * ET_p \quad \text{.....(6)}$$

ในเมื่อ ET = การคายการระเหย (Evapotranspiration)

K_c = สัมประสิทธิการใช้น้ำของพืช (Crop Coeffificent)

ET_p = การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration)

การหาการใช้น้ำของพืชอ้างอิงได้ใช้ วิธี Modified Penman ซึ่งเป็นวิธีที่นำเอาข้อมูลภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระเหย การคายน้ำ สำหรับสัมประสิทธิการใช้น้ำของพืช ใช้ค่าเท่ากับ 1 ซึ่งวิธี Modified Penman (ตาราง 4-3 การคายการระเหย) มีดังนี้

$$ET_p = \Delta/(\Delta+\gamma)\,[R_A(1-\alpha)\,(0.25+0.5(n/N))-\sigma T^4_a\,(0.34-0.44\sqrt{ed})\,(0.1+0.9(n/N))+[(1-\Delta/(\Delta+\gamma)(0.27)(1+0.01U_2)(e_a-e_d)] \quad \text{..(7)}$$

ET_p = การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Evapotranspiration in mm/day)

Δ = ความลาดเทของกราฟของความดันไออิ่มตัว (Rate of Change of the Saturation of Vapor Pressure with Temperature in mb/C°)

γ = การสมดุลย์ระหว่างความร้อนที่รู้สึกได้ซึ่งได้รับจากดวงอาทิตย์ไหลผ่านเทอร์โมมิเตอร์ กระเปาะเปียกและความร้อนที่รู้สึกได้แปลงรูปเป็นความร้อนแฝง (Psychrometric Constant)

R_A = รังสีแสงแดดสุทธิ (Extra - Terrectrial Radiation in mm/day)

ตาราง 4-3 การคายระเหย (Evapotranspiration)

ละติจูด 13-09-0 N
ลองกิจูด 100-04-0 E
ความสูงของเครื่องวัดความเร็วลม 10.5 เมตร

รายการ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1 อุณหภูมิ (C)	25.2	27.0	28.2	29.4	29.3	28.8	28.5	28.5	28.1	27.5	26.5	24.6
2 อุณหภูมิ (K)	298.2	300.0	301.2	302.4	302.3	301.8	301.5	301.5	301.1	300.5	299.5	297.6
3 เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	74.0	77.0	76.0	76.0	75.0	75.0	75.0	76.0	79.0	81.0	78.0	72.0
4 ความดันไออิ่มตัวของบรรยากาศ (mb.)	32.04	35.64	38.22	40.97	40.74	39.58	38.90	38.90	38.00	36.70	34.61	30.92
5 ความดันไอจริงของอากาศ (mb.)	23.71	27.44	29.05	31.14	30.55	29.68	39.17	29.56	30.02	29.72	26.99	22.26
6 การลดความดันไอ e(a)-e(d) (mb.)	8.33	8.20	9.17	9.83	10.19	9.89	9.72	9.34	7.98	6.97	7.61	8.66
7 $\Delta/(\Delta+\gamma)$	0.74	0.76	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77	0.77	0.77	0.77	0.76	0.74
8 $1-\Delta/(\Delta+\gamma)$	0.26	0.24	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.26
9 ความเร็วลม (Knot)	2.3	5.4	7.4	6.3	4.2	3.4	2.7	2.4	1.7	1.3	1.4	1.4
10 ความเร็วลม (km./day)	54.47	127.9	175.2	149.2	99.48	80.53	63.95	56.84	40.26	30.79	33.16	33.16
11 รังสีแสงแดดสุทธิ R_n (mm./day)	12.34	13.51	14.68	15.34	15.39	15.27	15.27	15.24	14.83	13.82	12.60	11.89
12 เปอร์เซนต์ความคลื้มของเมฆ (%)	3.6	3.7	4.0	5.2	7.0	8.2	8.1	8.6	8.2	7.3	5.6	3.6
13 n/N (%)	0.76	0.76	0.75	0.72	0.60	0.48	0.49	0.44	0.48	0.58	0.70	0.76
14 ETo (mm./day)	4.06	4.99	5.86	6.00	5.35	4.75	4.66	4.39	4.23	4.07	3.96	3.75
15 ETo (mm./month)	125.7	139.8	181.7	179.8	165.9	142.4	144.4	136.0	126.8	126.0	118.6	116.1

α = สัมประสิทธิการสะท้อน (Reflection Coefficient = 0.25)

n/N = เปอร์เซนต์ของระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดจริงกับระยะเวลาที่มีแสงแดดนานที่สุดที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น (Percent of Actual and Possible Hours of Bringt Sunshine)

σ = สัมประสิทธิ Stefan - Boltzmann ($2.01788*10^{-9}$)

T_a = อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (Absolute Mean Air Temperature in °K)

e_a = ความดันไออิ่มตัวของบรรยากาศ (Saturation Vapor Pressure of Atmosphere in mb at the Mean Air Temperature in °C)

e_d = ความดันไอจริงของอากาศ (Actual Vapor Pressure of Air in mb e_a Relative Humidity)

U_2 = ความเร็วลมที่สูงจากพื้นดิน 2 เมตร (Wind Speed in km/day at 2 m Height above Groud Surface)

= U_1 (log6.6)/logh = 0.82 (U_1/logh)

ในเมื่อ

h = ความสูงของเครื่องวัดความเร็วลม มีหน่วยเป็นฟุต

U_1= ความเร็วลม มีหน่วยเป็น กม./วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย