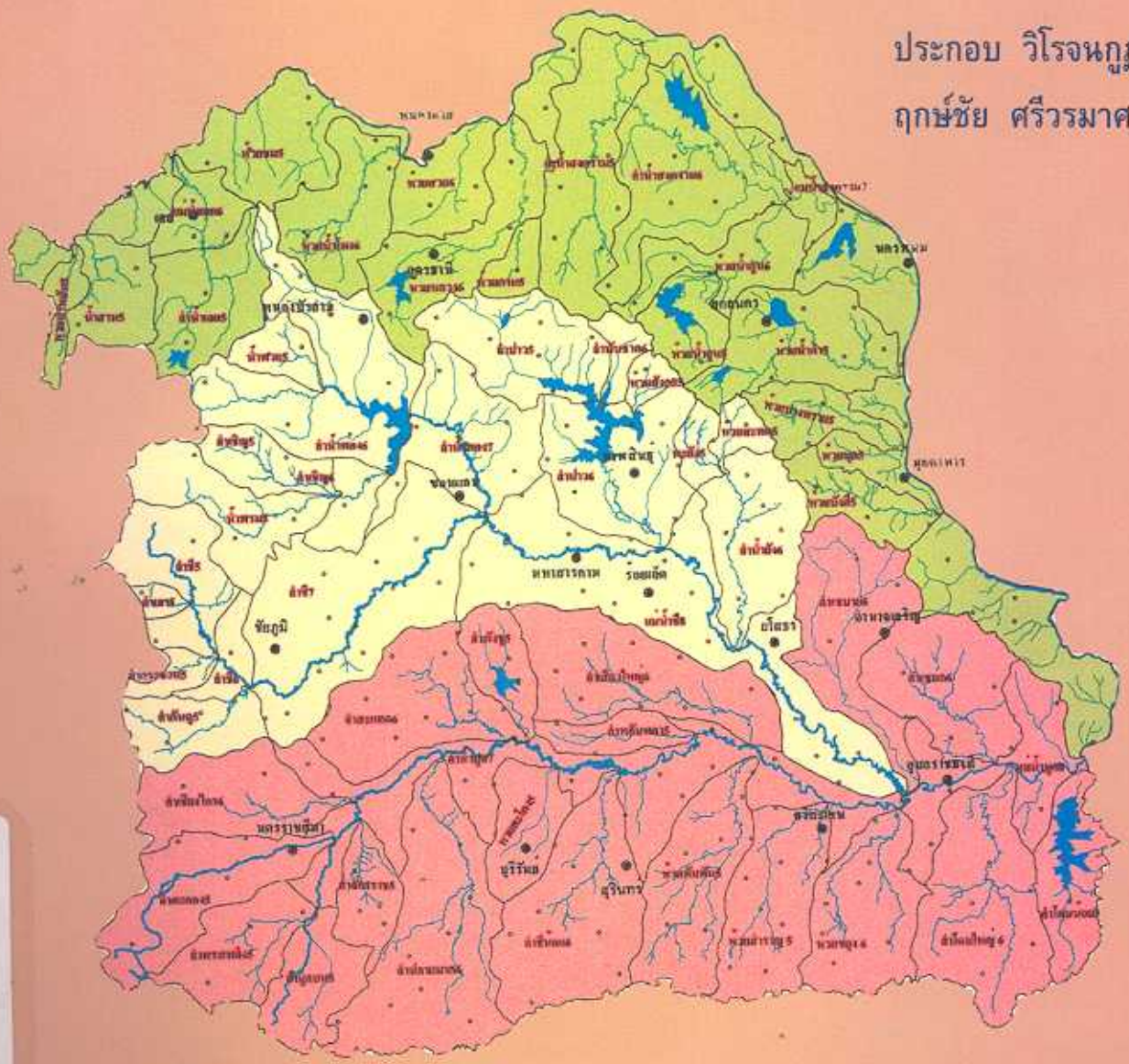
สำนักวิทยบริการ
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
1000080274

รายงานผลการวิจัย

คุณสมบัติการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ประกอบ วิโรจนกูฏ
ฤกษ์ชัย ศรีวรมาศ



ขท/วจ
GB
992.T5
ป188
ฉ.2

2543

ศูนย์วิจัยทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34190
Tel : 045-288376-7 Fax : 045-288378
e-mail : ubuen@ubu.ac.th

วว.ศ.

รายงานผลการวิจัย

คุณสมบัติการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โดย

ศาสตราจารย์ประกอบ วิโรจนกูฏ , Ph.D.
ฤกษ์ชัย ศรีวรมาศ , วศ.ม

ศูนย์วิจัยทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34190

(2543)

คำนำ

งานวิจัยเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำ (watershed runoff) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิจัยและรวบรวมข้อมูลทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยศูนย์วิจัยทรัพยากรน้ำ (Water Resources Research Center) ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี การรวบรวมจัดทำระบบข้อมูลทางภูมิศาตร์ของลุ่มน้ำซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ เช่น ระบบเครือข่ายและคุณสมบัติของลำน้ำ (stream network and stream properties) ลักษณะการใช้พื้นที่ (land use) ชนิดของดิน (soil type) ความลาดชันของผิวดิน (surface slope) ลักษณะชั้นน้ำใต้ดิน (subsurface conditions) ระดับน้ำใต้ดิน (groundwater elevation) เป็นต้น ตลอดจนการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยาและการทำนายปริมาณและอัตราการไหลของน้ำในลุ่มน้ำ จะช่วยให้การวางแผนพัฒนาและการจัดการลุ่มน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ยุติธรรม และยั่งยืน

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจากงบประมาณรัฐบาลผ่านสำนักงบประมาณ โดยได้รับความเห็นชอบจากสภาวิจัยแห่งชาติ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นหนี้บุญคุณประชาชนผู้เสียภาษี ซึ่งเป็นที่มาของงบประมาณรัฐบาล และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะสามารถใช้เป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อแก้ปัญหาสำหรับคนส่วนใหญ่ของประเทศ

สารบัญ

สารบัญ ก

คำนำ ข

1. บทนำ 1

1.1 เครื่องมือเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำ 1

1.2 ปัญหาของการจัดการทรัพยากรน้ำ 3

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

2. ทรัพยากรน้ำในปัจจุบัน 3

2.1 ปริมาณน้ำตามธรรมชาติ 3

2.2 ปริมาณความต้องการน้ำ 4

2.3 ลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำ 4

2.4 ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5

3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

4. ระบบข้อมูลทรัพยากรน้ำ 14

4.1 ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำ 14

4.2 ข้อมูลอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ 16

5. คุณสมบัติการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำ 29

5.1 ปริมาณการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำ 29

5.2 น้ำท่าเฉลี่ยรายปี 29

5.3 ลักษณะการกระจายของน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน 35

5.4 สัดส่วนน้ำท่าจากน้ำใต้ดิน 36

5.5 อัตราการไหลท่วมนอง 36

6. บทสรุป 43

เอกสารอ้างอิง 44

ภาคผนวก ก. ข้อมูลเบื้องต้น 46

ภาคผนวก ข. แผนที่ลุ่มน้ำโขง-ชี-มูล 59

1. บทนำ

1.1 เครื่องมือเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำ

ประกอบ วิโรจนกูฏ และคณะ (1990, 2540) ได้สรุปมาตรการหรือเครื่องมือเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ยุติธรรม เกิดประโยชน์ต่อประชาชนส่วนใหญ่ และมีความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อมไว้ 4 ประการ ได้แก่

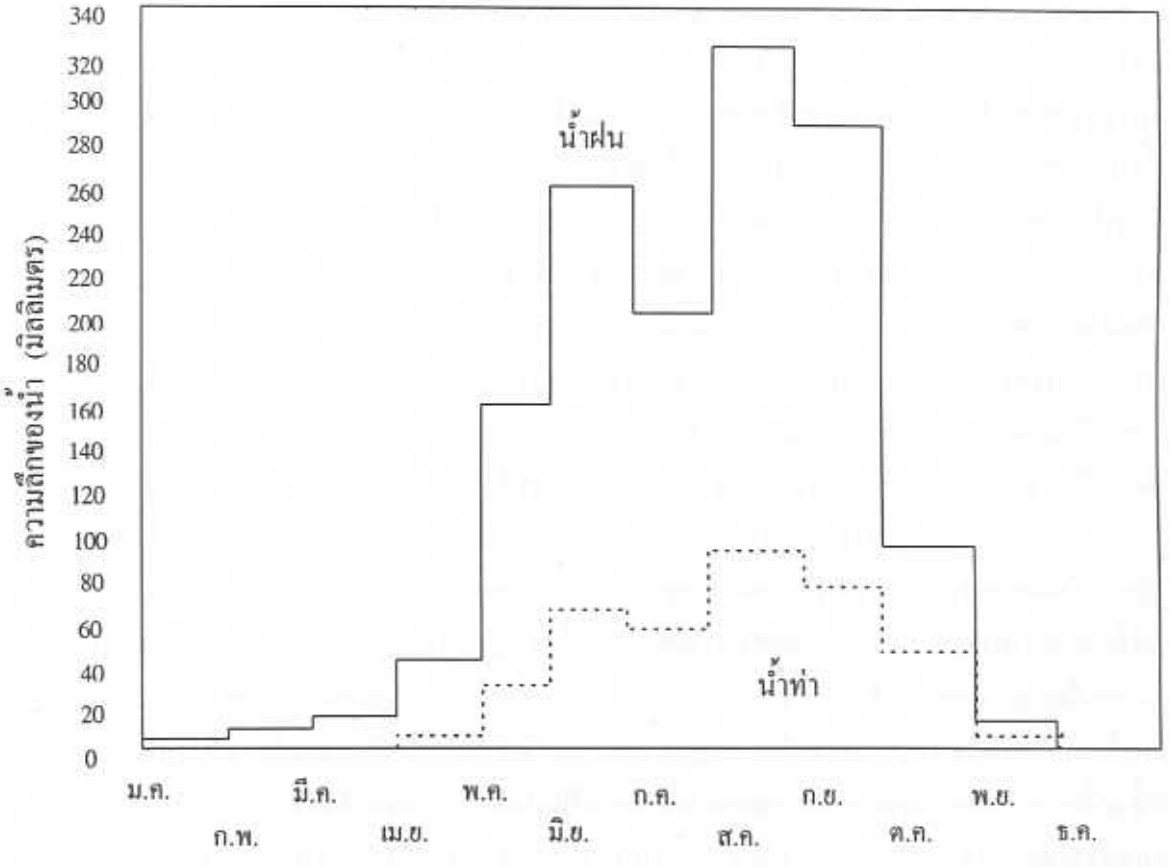
1. **ระบบการบริหารที่ให้อำนาจแก่ท้องถิ่น**
2. **กฎหมายและสิทธิเรื่องน้ำ**
3. **การวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ**
4. **ระบบข้อมูลทรัพยากรน้ำ**

ระบบการบริหารที่ให้อำนาจแก่ท้องถิ่นเป็นเครื่องมือที่จำเป็นต้องนำมาใช้กับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศ ระบบรวมศูนย์อำนาจที่ส่วนกลางของราชการจะไม่สามารถจัดการการใช้ประโยชน์และควบคุมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพและยุติธรรมได้อีกต่อไป เนื่องจากระบบสังคมและเศรษฐกิจที่ขยายตัว มีความซับซ้อนและความต้องการใช้น้ำมากขึ้น อำนาจการตัดสินใจและประสานผลประโยชน์จึงควรกระจายให้กับองค์กรท้องถิ่นในระดับต่างๆ เช่น "**คณะกรรมการลุ่มน้ำขนาดใหญ่**" ซึ่งประกอบด้วยตัวแทนหน่วยราชการส่วนกลาง ตัวแทนหน่วยงานระดับจังหวัด และตัวแทนประชาชนในเขตลุ่มน้ำ ทำหน้าที่วางแผนและมีอำนาจอนุมัติโครงการขนาดใหญ่ โดยอาจจะมีคณะกรรมการลุ่มน้ำขนาดใหญ่ตามจำนวนของลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำทั้งประเทศ ถัดลงไปภายในลุ่มน้ำขนาดใหญ่จะประกอบด้วยลุ่มน้ำขนาดกลาง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขามีอยู่ประมาณ 150 ลุ่มน้ำทั่วประเทศ ลุ่มน้ำขนาดกลางมีขนาดพื้นที่รับน้ำประมาณ 500 ถึง 10,000 ตารางกิโลเมตร แต่ละลุ่มน้ำขนาดกลางก็สามารถจัดให้มี "**คณะกรรมการลุ่มน้ำขนาดกลาง**" ซึ่งประกอบด้วยตัวแทนหน่วยราชการระดับอำเภอ และตัวแทนประชาชนที่อยู่ในลุ่มน้ำ ทำหน้าที่วางแผนและอนุมัติการดำเนินโครงการต่างๆ ในเขตลุ่มน้ำขนาดกลาง สำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กซึ่งมีขนาดพื้นที่เล็กกว่า 500 ตารางกิโลเมตร และมีอยู่ประมาณกว่า 1,500 ลุ่มน้ำทั่วประเทศ การวางแผนพัฒนาและดำเนินโครงการซึ่งเป็นโครงการขนาดเล็กควรเป็นอำนาจหน้าที่ขององค์กรท้องถิ่น เช่น เทศบาล อบต. เป็นต้น

กฎหมายและสิทธิเรื่องน้ำของประชาชนเป็นเครื่องมือเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำที่สำคัญและใช้อย่างได้ผลในประเทศทางยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ กฎหมายจะกำหนดสิทธิและหน้าที่ของฝ่ายต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ รวมทั้งเป็นแม่บทเพื่อการกำหนดสิทธิเรื่องน้ำ (water rights) และระเบียบต่างๆ (bylaws) ทั้งของรัฐและประชาชน ข้อเท็จจริงที่ผ่านมาพบว่าประเทศไทยมีกฎหมายหลายฉบับที่เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ **แต่กฎหมายเหล่านั้นมีขึ้นเพื่อการดำเนินงานของแต่ละหน่วยงานราชการเป็นสำคัญ ไม่แสดงถึงการกระจายสิทธิการใช้น้ำให้กับชุมชนและประชาชนในลุ่มน้ำ** นอกจากนี้ยังพบว่ากฎหมายที่มีอยู่บางฉบับยังมีจุดบกพร่องหลายประการซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาให้ดีขึ้น

การวางแผนการจัดการลุ่มน้ำจะทำให้ทราบว่าทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเป็นอย่างไร ขณะนี้พัฒนาไปแล้วเพียงใด จะยังสามารถพัฒนาต่อไปได้อีกมากน้อยเพียงใด ความต้องการใช้น้ำของชุมชนในลุ่มน้ำเป็นอย่างไร เมื่อพัฒนาแล้วใครได้ผลประโยชน์และใครเสียผลประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

ข้อมูลทรัพยากรน้ำมีความสำคัญมาก เพราะทำให้เราทราบปริมาณน้ำต้นทุนตามธรรมชาติว่ามีมากน้อยเพียงใด จะนำมาใช้ที่จุดใดจุดหนึ่ง ณ เวลาใดเวลาหนึ่งได้มากน้อยเพียงใด ตัวอย่างเช่น ข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าในรูปที่ 1 ที่ได้มาจากการวัดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำ และปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำ ข้อมูลดังกล่าวทำให้เราทราบว่าในแต่ละเดือนมีปริมาณฝนที่ตกลงบนลุ่มน้ำโดยเฉลี่ยกี่มิลลิเมตร และที่กลายเป็นน้ำท่าที่ไหลในลำน้ำมีกี่มิลลิเมตร ค่าปริมาณความลึกของน้ำเหล่านี้เมื่อคูณด้วยขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำก็จะเป็นปริมาณน้ำในส่วนนั้นๆ เช่น ในเดือนสิงหาคมมีปริมาณฝนทั้งเดือน 320 มม. และกลายเป็นน้ำท่าที่ไหลในลำน้ำ 98 มม. หมายความว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนลุ่มน้ำซึ่งมีพื้นที่ 360 ตารางกิโลเมตรในเดือนสิงหาคมมีประมาณ 115 ล้านลูกบาศก์เมตร แล้วกลายเป็นน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำ 35 ล้านลูกบาศก์เมตร นอกนั้นเป็นน้ำที่ถูกกักเก็บในแอ่งน้ำภายในลุ่มน้ำและที่ซึมลงใต้ผิวดินหรือระเหยหนีสู่บรรยากาศ



รูปที่ 1 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าในลุ่มน้ำ

1.2 ปัญหาของการจัดการทรัพยากรน้ำ

การจัดการทรัพยากรน้ำโดยหน่วยงานของรัฐบาลเท่าที่ผ่านมา ยังไม่ได้ผลในแง่ของการตอบสนองความต้องการของชุมชนอย่างทั่วถึง ประสิทธิภาพ ความเป็นธรรมในการใช้น้ำ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากยังไม่มีการนำเอาเครื่องมือหรือมาตรการ 4 ประการดังกล่าว มาใช้อย่างจริงจัง

งานวิจัยนี้เป็นความพยายามที่จะแก้ปัญหาการขาดแคลนระบบข้อมูลลุ่มน้ำ ซึ่งทำให้การประเมินทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำ (supply) ทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพเป็นไปอย่างลำบากและขาดความถูกต้องแม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งลุ่มน้ำขนาดเล็ก ข้อมูลการไหลในลำน้ำต่างๆ ยังมีอยู่น้อยมาก ที่มีอยู่บ้างจะเป็นของลำน้ำขนาดใหญ่ และของขนาดกลางบางส่วน สำหรับลำน้ำขนาดเล็กนั้นแทบจะไม่มีเลย จึงเป็นเหตุให้ไม่สามารถประเมินหาปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำขนาดเล็กได้ นอกจากนี้ข้อมูลสำหรับลำน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางที่มีอยู่ก็ไม่อยู่ในรูปที่ใช้ได้ง่ายและยังไม่เผยแพร่ต่อสาธารณชนทั่วไป

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนข้อมูลทรัพยากรน้ำดังกล่าว งานวิจัยนี้ได้ทำระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (GIS) และข้อมูลทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์และศึกษาคุณสมบัติการไหลของน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะสามารถใช้เป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ในอนาคต

คุณสมบัติและลักษณะการไหลของน้ำท่าที่เป็นประเด็นเพื่อการศึกษาวิจัยในที่นี้ ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี (annual runoff) อัตราการไหลสูงสุด (maximum flood) ลักษณะและการกระจายในช่วงเวลาต่างๆ ของปี (temporal distribution) และสัดส่วนน้ำท่าที่ได้จากน้ำใต้ดิน (base flow index BFI)

2. ทรัพยากรน้ำของประเทศไทย

2.1 ปริมาณน้ำตามธรรมชาติ

ปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำของประเทศไทยในแต่ละปีมีประมาณ 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละภาค ดังแสดงในตารางที่ 1 น้ำจำนวนนี้จะสูญหายไปเนื่องจากการระเหย การซึมลงใต้ผิวดิน บางส่วนจะไหลอัดเสริมชั้นน้ำใต้ดิน ที่เหลือกลายเป็นน้ำท่าไหลออกสู่ทะเลมีประมาณ 170,000 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมกับน้ำ ที่ไหลในชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งมีประมาณร้อยละ 10 ของน้ำท่าที่ไหลออกทะเล จะรวมเป็นน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้โดยการกักเก็บและสูบขึ้นมาใช้ประมาณ 190,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นปริมาตรน้ำประมาณ 3,200 ลูกบาศก์เมตรต่อปีสำหรับประชากรไทยแต่ละคนจากจำนวน 60 ล้านคน

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

ภาค	ปริมาณฝน เฉลี่ยรายปี (มม.)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาตรน้ำฝน (ล้าน ลบ.ม.)
ตะวันออกเฉียงเหนือ	1,400	168,850	236,400
เหนือ	1,300	169,640	220,500
กลาง	1,350	67,400	76,700
ตะวันออก	2,100	36,500	91,000
ใต้	2,400	70,720	169,700
รวม		**513,110**	**794,300**

2.2 ปริมาณความต้องการน้ำ

ในปัจจุบัน ชุมชนที่มีความเจริญและมีประชากรหนาแน่นส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตลุ่มน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ ทั้งนี้นอกจากจะเป็นแหล่งผลิตอาหารเพื่อการดำรงชีพแล้วยังมีน้ำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อการผลิตทางเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การคมนาคม ตลอดจนการท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจและกิจกรรมอื่นๆ ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ของมนุษย์ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์และขนาดของชุมชน ปริมาณการใช้น้ำเพื่อประโยชน์ใช้สอยด้านต่างๆ มีค่าโดยประมาณดังนี้

ชุมชนชนบท	น้ำดื่ม	5	ลิตร/คน/วัน
	น้ำใช้ในครัวเรือน	50	ลิตร/คน/วัน
ชุมชนเมืองขนาดเล็ก	น้ำดื่ม-น้ำใช้ในครัวเรือน	120	ลิตร/คน/วัน
ชุมชนเมืองขนาดใหญ่	น้ำดื่ม-น้ำใช้ในครัวเรือน	250	ลิตร/คน/วัน
สาธารณประโยชน์	10-950 ลิตร/คน/วัน ขึ้นอยู่กับประเภทของสาธารณประโยชน์ ซึ่งมีตั้งแต่ที่พักข้างทางไปถึงโรงพยาบาล		
การเพาะปลูก	2,500-16,000 ลิตร/ไร่/วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก		
การเลี้ยงสัตว์	10-130 ลิตร/ตัว/วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ที่เลี้ยง		
อุตสาหกรรม	ขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรมซึ่งจะต้องประมาณการเป็นกรณีๆ ไป		

2.3 ลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำ

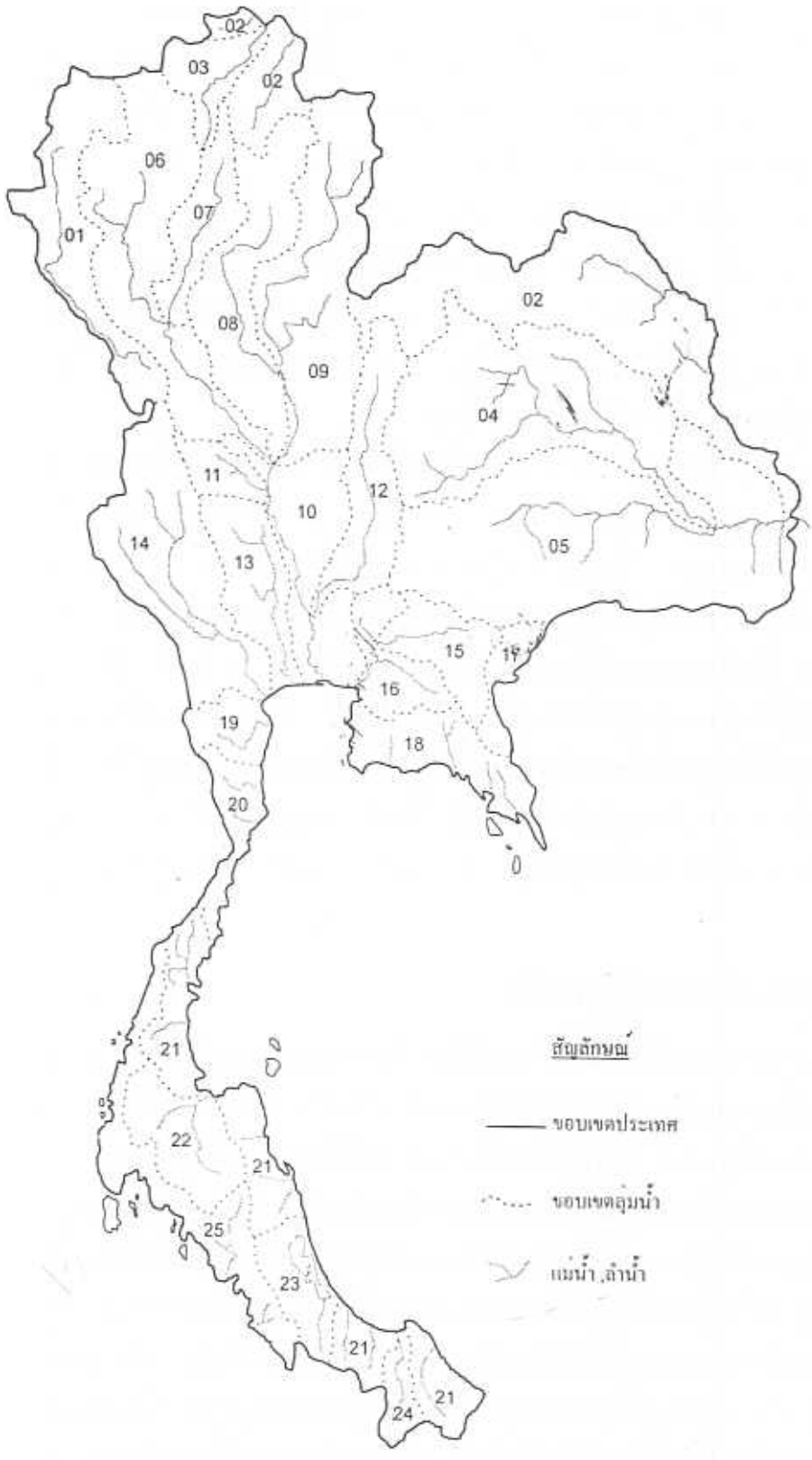
พื้นที่ประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็นพื้นที่รับน้ำหรือลุ่มน้ำหลักได้ 25 ลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2 ข้อมูลน้ำฝนที่วัดได้ที่สถานีต่างๆ ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำจะทำให้ทราบอัตราและปริมาณการตกของ

ฝนบนลุ่มน้ำ น้ำฝนบางส่วนจะเกิดการสูญหายเนื่องจากการระเหย การซึมลงใต้ผิวดิน การคายระเหยของพืชและการกักเก็บในลุ่มน้ำ ที่เหลือจะไหลลงสู่ลำน้ำกลายเป็นน้ำท่า ซึ่งจะไหลรวมกันแล้วไหลออกจากลุ่มน้ำ ข้อมูลน้ำท่าที่วัดที่จุดต่างๆ ของลำน้ำจะทำให้ทราบปริมาณการไหลของน้ำท่าที่ไหลออกจากพื้นที่รับน้ำ ณ จุดๆ นั้น จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าจากปริมาณน้ำฝน 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำของประเทศไทยจะเหลือกลายเป็นน้ำท่า ซึ่งจะไหลออกทะเลประมาณ 170,000 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือเทียบเท่าน้ำลึก 332 มิลลิเมตร แผ่กระจายทั่วพื้นที่ประเทศไทย แต่ในความเป็นจริงแล้วทรัพยากรน้ำเหล่านี้มิได้กระจายอย่างทั่วถึง ฉะนั้นความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำในส่วนต่างๆ ของลุ่มน้ำหลักดังกล่าวจึงมีความสำคัญมากต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อใช้เป็นประโยชน์สำหรับทุกฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับชุมชนท้องถิ่น

ภายในลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำที่กล่าวมาแล้วประกอบด้วยพื้นที่รับน้ำของลำน้ำสายย่อยอีกมากมาย ซึ่งอาจจะแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำขนาดกลางที่มีพื้นที่ประมาณ 500-10,000 ตารางกิโลเมตร และ ลุ่มน้ำขนาดเล็ก ซึ่งมีพื้นที่เล็กกว่า 500 ตารางกิโลเมตร ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเหล่านี้จะประกอบด้วยลำน้ำขนาดต่างๆ ตั้งแต่ขนาดของลำน้ำหลักซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของลุ่มน้ำลงไปถึงขนาดเล็กที่สุด (ลำดับ 1) ซึ่งเป็นต้นน้ำลำธาร ตัวอย่างเช่น พื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งออกเป็น 3 ลุ่มน้ำหลัก คือ ชี มูล และโขงภายในลุ่มน้ำเหล่านี้ประกอบด้วยลุ่มน้ำขนาดกลาง 55 ลุ่มน้ำ และลุ่มน้ำขนาดเล็กประมาณ 453 ลุ่มน้ำ ภายในลุ่มน้ำเหล่านี้ประกอบด้วยลำน้ำสายเล็กๆ (ลำดับ 3 ถึงลำดับ 1) มากมายอีกประมาณ 36,700 สาย เมื่อคิดรวมทั้งประเทศแล้วคาดว่าภายในระบบลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำ จะประกอบด้วยลุ่มน้ำขนาดกลางประมาณ 150 ลุ่มน้ำ ขนาดเล็กประมาณ 1,500 ลุ่มน้ำ และมีลำน้ำขนาดเล็กๆ อีกหลายหมื่นสาย

2.4 ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำน้ำต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถจัดให้อยู่ในระบบลุ่มน้ำของลำน้ำหลัก 3 ลุ่มน้ำ (รูปที่ 3) คือ **ลุ่มน้ำโขง** ซึ่งมีลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำโขงโดยตรง **ลุ่มน้ำชี** มีลำน้ำสาขาต่างๆ ไหลลงแม่น้ำชีแล้วไหลลงแม่น้ำมูล และ **ลุ่มน้ำมูล** มีลำน้ำสาขาต่างๆ ที่ไหลลงแม่น้ำมูลซึ่งจะไหลลงแม่น้ำโขงต่อไป ในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ ข้อมูลทางอุทกวิทยาในลุ่มน้ำต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลการไหลในลำน้ำมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะทำให้สามารถประเมินศักยภาพของลำน้ำในการให้น้ำตามธรรมชาติ (supply) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการวางแผนพัฒนาลุ่มน้ำ ข้อมูลทางอุทกวิทยาดังกล่าวมีหน่วยงานราชการ เช่น กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิต กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลน้ำในรูปแบบต่างๆ กัน แต่ยังอยู่กระจัดกระจายตามหน่วยงานและไม่ได้รับการเผยแพร่เท่าที่ควร ทำให้มีข้อจำกัดของการนำมาใช้ อีกทั้งข้อมูลที่มีอยู่ยังไม่ได้ถูกนำมารวบรวมและวิเคราะห์หาคุณสมบัติและลักษณะการไหล ทำให้เป็นเรื่องยากต่อการนำมาใช้ในการวางแผนและการพัฒนา ทั้งๆ ที่ข้อมูลเป็นปัจจัยสำคัญในทุกขั้นตอนของการจัดการพัฒนาทรัพยากรน้ำ



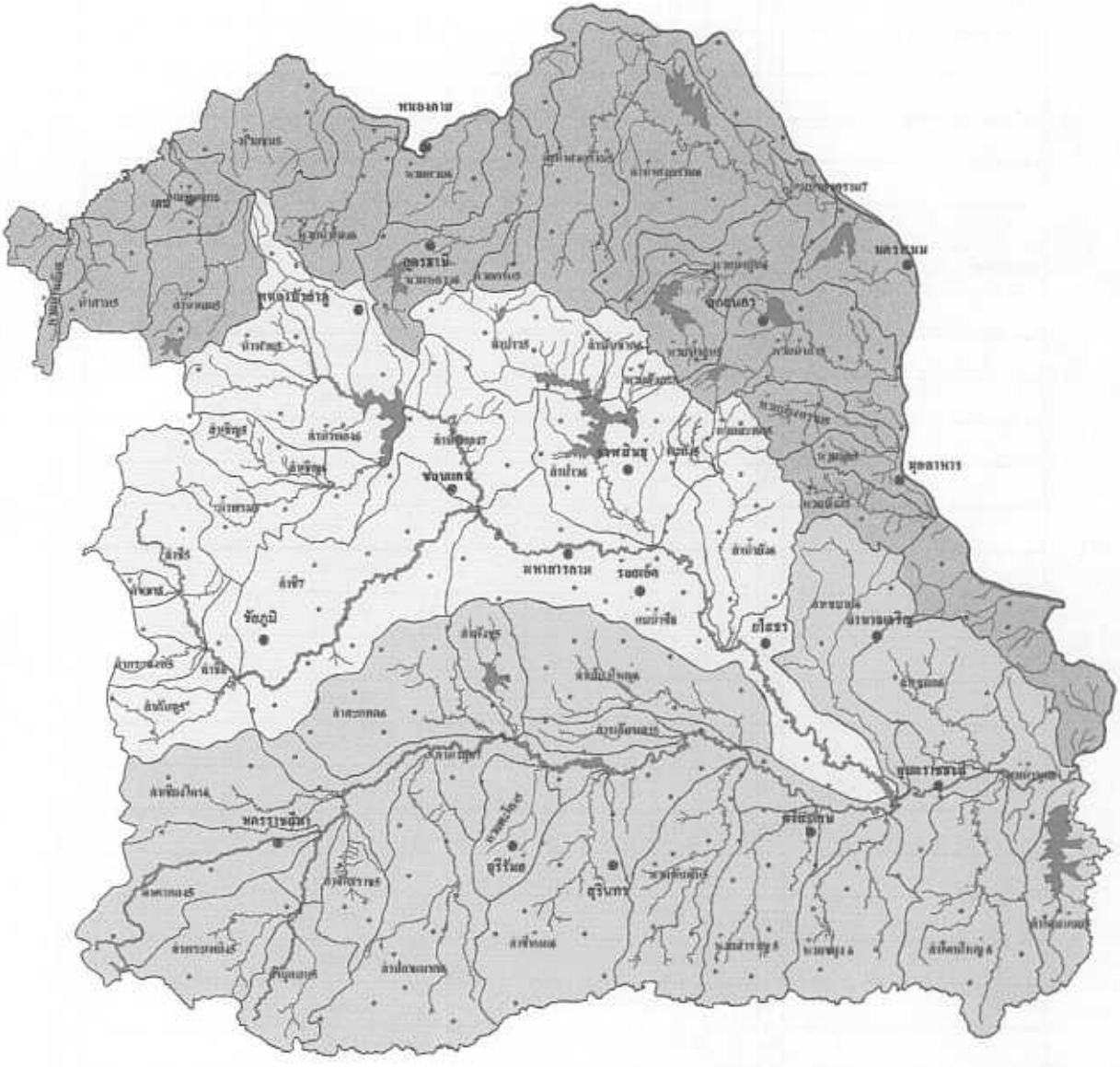
01 ลุ่มน้ำสาละวิน
02 ลุ่มน้ำโขง
03 ลุ่มน้ำแม่กก
04 ลุ่มน้ำชี
05 ลุ่มน้ำมูล
06 ลุ่มน้ำปิง
07 ลุ่มน้ำวัง
08 ลุ่มน้ำยม
09 ลุ่มน้ำน่าน
10 ลุ่มน้ำเจ้าพระยา
11 ลุ่มน้ำสะแกกรัง
12 ลุ่มน้ำป่าสัก
13 ลุ่มน้ำท่าจีน
14 ลุ่มน้ำแม่กลอง
15 ลุ่มน้ำปราจีนบุรี
16 ลุ่มน้ำบางปะกง
17 ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
18 ลุ่มน้ำชายทะเลฝั่งตะวันออก
19 ลุ่มน้ำเพชรบุรี
20 ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก
21 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก
22 ลุ่มน้ำตาปี
23 ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
24 ลุ่มน้ำปัตตานี
25 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

รูปที่ 2 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย (25 ลุ่มน้ำ)

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำท่า 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

ที่ตั้งลุ่มน้ำ	รหัสลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.) (พ.ศ.2536)
ภาคเหนือ	01	สาละวิน	17,920	8,029
	03	แม่กก	7,895	4,956
	06	ปิง	33,898	7,919
	07	วัง	10,791	1,098
	08	ยม	23,616	2,957
	09	น่าน	34,330	7,993
		รวมย่อย	**128,450**	**32,952**
ภาคกลาง	10	เจ้าพระยา	20,125	2,392
	11	สะแกกรัง	5,192	1,060
	12	ป่าสัก	16,292	2,497
	13	ท่าจีน	13,682	1,457
	14	แม่กลอง	30,837	6,942
	19	เพชรบุรี	2,603	694
	20	ชายทะเลฝั่งตะวันตก	6,745	402
		รวมย่อย	**98,476**	**15,444**
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	02	แม่โขง	57,422	18,738
	04	ชี	49,477	6,950
	05	มูล	69,711	13,811
		รวมย่อย	**176,599**	**46,119**
ภาคตะวันออก	15	ปราจีนบุรี	9,821	4,466
	16	บางปะกง	8,679	2,721
	17	ทะเลสาบเขมร	4,150	3,634
	18	ชายทะเลฝั่งตะวันออก	13,830	10,285
		รวมย่อย	**36,480**	**21,106**
ภาคใต้	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	26,352	16,736
	22	ตาปี	12,225	12,513
	23	ทะเลสาบสงขลา	8,495	3,883
	24	ปัตตานี	3,858	2,955
	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	21,172	21,138
		รวมย่อย	**72,102**	**57,223**
รวมทั้งประเทศ			**512,107**	**173,173**

ที่มา : กรมชลประทาน.2539. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักงานพัฒนาแหล่งน้ำทั่วประเทศ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ



รูปที่ 3 ระบบลุ่มน้ำหลัก 3 ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Makkaveyev (1955) ได้นำข้อมูลของ Filenko (1950) มาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำน้ำกับพื้นที่ลุ่มน้ำได้ว่า

$L = 2.51 A^{0.5}$ สำหรับลำน้ำในบริเวณภูเขาในแคว้น Crimea .....(1)

$L = 2.37 A^{0.5}$ สำหรับลำน้ำในบริเวณภูเขา Caucasus .....(2)

$L = 2.90 A^{0.5}$ สำหรับลำน้ำในรัสเซีย ประเทศจีนและสหรัฐอเมริกา .....(3)

โดยที่ L คือ ความยาวของลำน้ำ (กิโลเมตร, km)

A คือ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร, km^2)

Schumm (1956) ได้พบความสัมพันธ์กันอย่างดีระหว่างความยาวลำน้ำเฉลี่ยในแต่ละลำดับลำน้ำกับพื้นที่เฉลี่ยของลุ่มน้ำในแต่ละลำดับ ดังนี้

$L = 1.09 A^{0.55}$ .....(4)

Hack (1957) ได้นำข้อมูลของ Langbein (1947) จากสถานีวัดจำนวน 400 สถานี ในอเมริกา แล้วหาความสัมพันธ์ของความยาวลำน้ำกับพื้นที่ลุ่มน้ำได้ว่า

$L = 1.4 A^{0.6}$ .....(5)

Sokolov (1962) ได้ใช้ข้อมูลลุ่มน้ำหลายร้อยตัวอย่างในประเทศรัสเซียหาความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าและเล็กกว่า 250 ตารางกิโลเมตร พบว่า

$L = 3.1 A^{0.5}$ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่กว่า 250 ตารางกิโลเมตร .....(6)

$L = 1.54 A^{0.5}$ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กกว่า 250 ตารางกิโลเมตร .....(7)

Wisler และ Brator (1959) ได้เสนอความคิดเห็นในเรื่องการวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ว่า การหาปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ของลุ่มน้ำที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลน้ำท่าหรือมีการจัดบันทึกข้อมูลระยะเวลาสั้นๆ ควรมีการสร้างข้อมูลน้ำท่าจากลุ่มน้ำใกล้เคียงและยังได้เสนอว่าการหาค่าปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่จากข้อมูลระยะเวลาสั้นๆ ในเขตลุ่มน้ำที่มีสภาพอากาศชื้นให้ผลเป็นที่น่าพอใจ

Quimpo (1962) ได้ศึกษาลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำท่าตามฤดูกาลและได้แสดงการกระจายโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของน้ำท่ารายเดือนจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำท่ารายเดือนกับปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย สำหรับแม่น้ำปิงมีค่าแปรผันจาก 0.144-3.103 แม่น้ำวังมีค่าระหว่าง 0.130-4.263 แม่น้ำยมมีค่าระหว่าง 0.080-5.010 และแม่น้ำน่านมีค่าอยู่ระหว่าง 0.102-3.648

Sangthongloun (1964) ได้ศึกษาและอธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ของแม่น้ำปราณบุรี และแม่น้ำเพชรบุรีพบว่ามีความสัมพันธ์กับ ลักษณะภูมิอากาศ ซึ่งได้แก่ ชนิดของฝน การระเหย การคายน้ำ และลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำ และลักษณะลำน้ำ นอกจากนี้ยังได้หาความสัมพันธ์ของอัตราการไหลรายปีเฉลี่ยกับขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ

$$\overline{Q} = 0.01\ A \qquad \text{.....(8)}$$

โดยที่ $\overline{Q}$ คือ อัตราการไหลเฉลี่ยรายปี (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที, cms)

A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร, km^2)

Engineering Consultants Inc. (1971) ได้ศึกษาหาค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ของลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำบางปะกง โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยเป็นข้อมูลเบื้องต้น และทำการวิเคราะห์หาค่าการกระจายของปริมาณน้ำท่ารายเดือนของลุ่มน้ำโดยคิดเป็นร้อยละของปริมาณน้ำท่ารายปี พบว่าแม่น้ำนครนายกจะเริ่มฤดูน้ำเร็วกว่าแม่น้ำปราจีนบุรี เนื่องจากทิศทางของลมฝนที่พัดฝนมาตกในเขตลุ่มน้ำ

สุบิน ปิ่นขยัน (1973) ได้ศึกษาอุทกวิทยาของลุ่มน้ำลำเซบก โครงการทุ่งหมาหิว จังหวัดอุบลราชธานี โดยอาศัยข้อมูลจากสถานีวัดน้ำ 20 สถานี ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษาพบว่า

$$\overline{Q} = 0.029\ A^{0.87}\ ,\quad r = 0.972 \qquad \text{.....(9)}$$

จากการบันทึกสถิติระดับน้ำ 129 สถานีและปริมาณน้ำ 83 สถานี ของลำน้ำสายต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยกรมชลประทานในช่วงระยะเวลา 15 ปี สามารถสรุปลักษณะการไหลของน้ำท่าได้ดังต่อไปนี้

1. บริเวณต้นน้ำที่มีพื้นที่รับน้ำน้อยกว่า 100 ตารางกิโลเมตร ลำน้ำจะมีน้ำไหลเป็นครั้งคราว ปกติจะมีน้ำไหลเมื่อมีฝนตกแต่ละครั้งเท่านั้น

2. ลำน้ำที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ 100-1,000 ตารางกิโลเมตร จะมีน้ำไหลเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น เมื่อหมดฤดูฝนแล้วน้ำที่มีไหลอยู่ในตัวลำน้ำจะค่อยลดลงจนไม่มีน้ำเลย ลำน้ำประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีน้ำไหลอยู่ประมาณปีละ 4-6 เดือน คือ ในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

3. ลำน้ำที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่า 1,000 ตารางกิโลเมตร จะมีน้ำไหลตลอดปี ได้แก่ ลำน้ำขนาดกลางที่เป็นสาขาของแม่น้ำโขง ชี และมูล

4. ปริมาณน้ำส่วนใหญ่ไหลในช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) โดยมีสัดส่วนของปริมาณน้ำที่ไหลในฤดูฝนต่อปริมาณการไหลทั้งปี ดังแสดงในตารางที่ 3

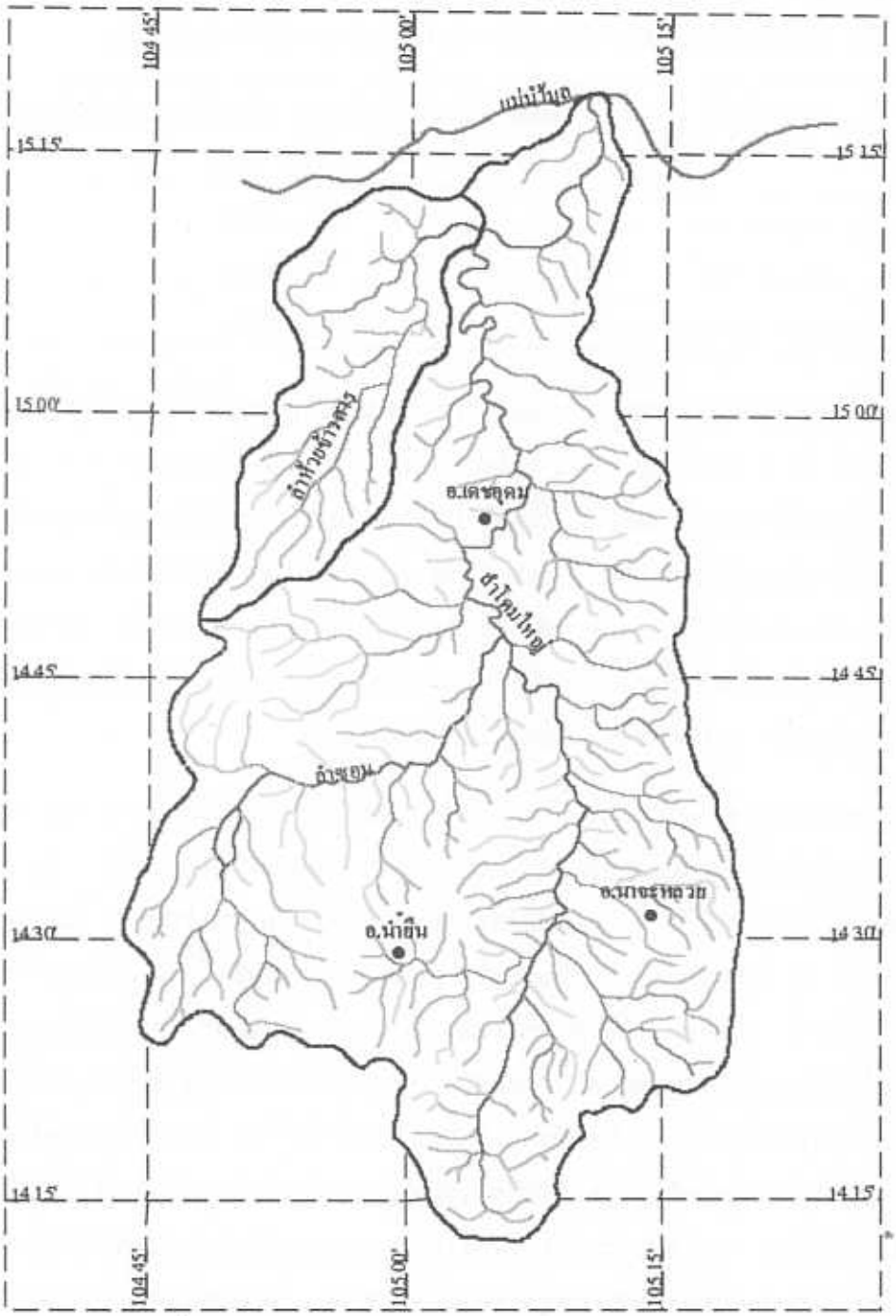
ตารางที่ 3 สัดส่วนของปริมาณการไหลในลำน้ำ ในฤดูฝนของลุ่มน้ำขนาดต่างๆ

ขนาดลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำท่าที่ไหลในฤดูฝนจากปริมาณน้ำท่าทั้งหมด (พ.ค. - ต.ค.)
น้อยกว่า 4,000 ตร.กม.	95 - 100 %
4,000 - 20,000 ตร.กม.	90 - 95 %
มากกว่า 20,000 ตร.กม.	75 - 90 %

ธนา (2529) ศึกษาลักษณะน้ำท่าของแม่น้ำในประเทศไทย พบว่าปริมาณน้ำท่าต่ำสุดต่อหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำช่วงเวลา 1, 3, 6 เดือนและ 1 ปี มีค่าระหว่าง 0-32.8, 0.06-36.2, 0.16-37.7 และ 1.2-77.1 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การกระจายของปริมาณน้ำท่ารายเดือนของแม่น้ำในประเทศไทยมีค่าอยู่ในช่วง 0.001-0.516 โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน และค่าสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ยกเว้นทางด้านตะวันออกของภาคใต้ นอกจากนี้ยังได้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยกับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้ความสัมพันธ์ในรูป $Q = kA^n$ ค่า k มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-1.632 และค่า n มีค่าอยู่ในช่วง 0.769-1.340

ประกอบ (2533) จัดทำระบบเครือข่ายลำน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามระบบการจัดลำดับลำน้ำของ Panov กล่าวคือ ลำน้ำแต่ละสายที่เริ่มปรากฏเป็นลำน้ำเล็กๆ ในแผนที่ 1 : 50,000 ให้เป็นลำน้ำลำดับ 1 เมื่อลำน้ำลำดับ 1 สองสายไหลมารวมกันจะเกิดเป็นลำน้ำลำดับ 2 ในทำนองเดียวกันเมื่อลำน้ำลำดับ 2 ไหลมารวมกันก็จะเกิดเป็นลำน้ำลำดับ 3 ซึ่งเป็นลำน้ำที่ใหญ่ขึ้นและมีลำดับสูงขึ้นเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ตามทิศทางที่ไหลลงสู่ท้ายน้ำ เมื่อลำน้ำลำดับเดียวกันสองสายไหลมารวมกันก็จะเกิดเป็นลำน้ำลำดับสูงขึ้นจนในที่สุดกลายเป็นลำน้ำลำดับสูงสุดเมื่อไหลออกสู่ทะเล แต่ถ้าลำน้ำที่มีลำดับต่ำกว่าไหลลงสู่ลำน้ำที่มีลำดับสูงกว่าลำดับของลำน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลง ระบบเครือข่ายลำน้ำที่จัดทำขึ้นดังกล่าว นอกจากจะนำเสนอในรูปของแผนที่ซึ่งแสดงขอบเขตของลุ่มน้ำ เครือข่ายลำน้ำลำดับต่างๆ ที่ตั้งหมู่บ้าน ที่ตั้งเมือง และรายละเอียดอื่นๆ แล้ว ยังประกอบด้วยข้อมูลเชิงตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติของเครือข่ายลำน้ำ ได้แก่ จำนวนและความยาวของลำน้ำแต่ละลำดับ ขนาดของลุ่มน้ำ ความยาวของลุ่มน้ำตามแนวของลำน้ำหลัก ความลาดเอียงของลำน้ำหลัก และความลาดเอียงของลำน้ำต่างๆ เป็นต้น ข้อมูลเชิงตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติทางกายภาพของลุ่มน้ำสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำได้ เช่น ปริมาตรกักเก็บของลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีจากลุ่มน้ำ และอัตราการไหลท่วมนองสูงสุด เป็นต้น

รูปที่ 4 และ 5 เป็นตัวอย่างของระบบข้อมูลเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ (ลุ่มน้ำขนาดกลาง) และลุ่มน้ำห้วยข้าวสาร (ลุ่มน้ำขนาดเล็ก) ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดการแบ่งลำดับขนาดของลำน้ำ และคุณสมบัติการไหลในลำน้ำลำดับต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



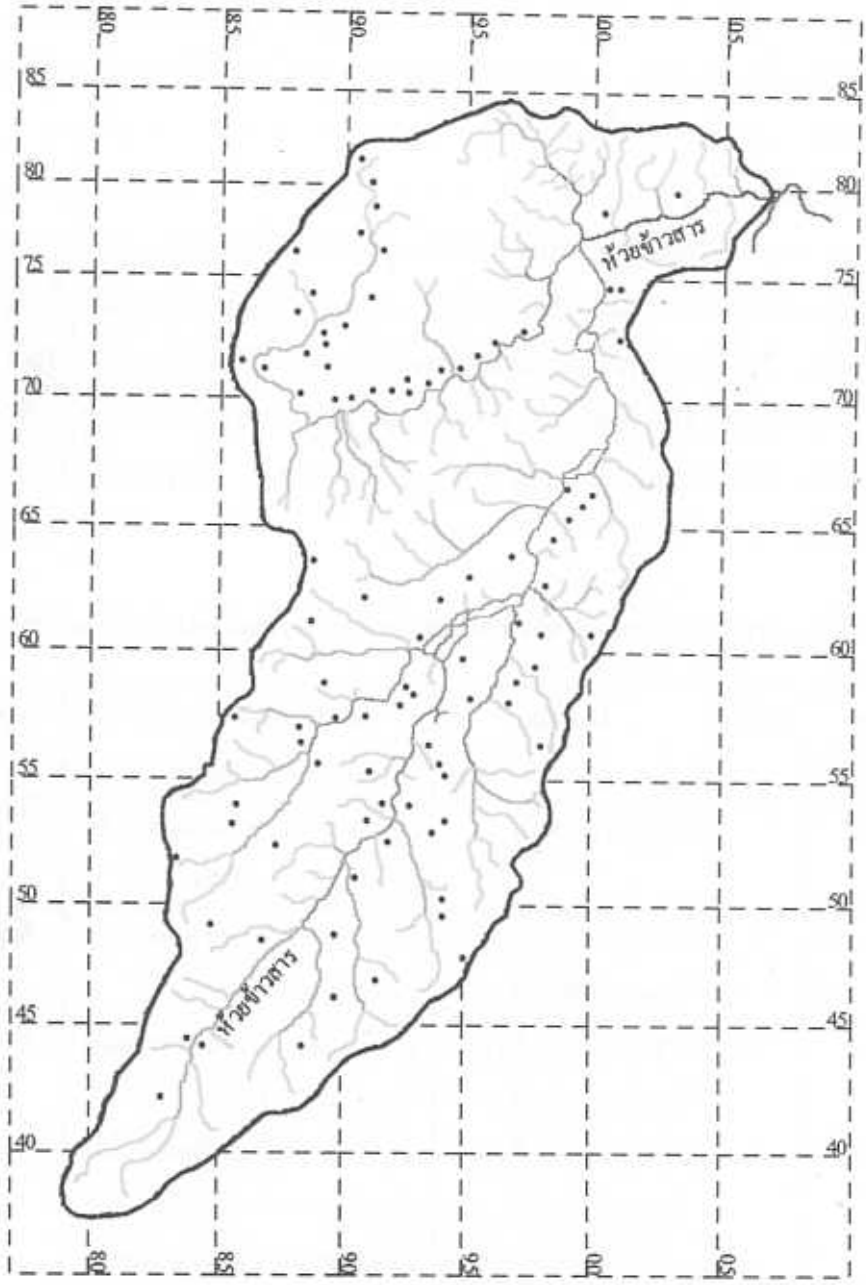
คุณสมบัติของลุ่มน้ำ

ความยาวของลำน้ำหลัก 230 กม.

ลำน้ำลำดับ 1	916	สาย	ยาว 1719	กม.
ลำน้ำลำดับ 2	226	สาย	ยาว 591	กม.
ลำน้ำลำดับ 3	56	สาย	ยาว 229	กม.
ลำน้ำลำดับ 4	13	สาย	ยาว 124	กม.
ลำน้ำลำดับ 5	3	สาย	ยาว 151	กม.
ลำน้ำลำดับ 6	1	สาย	ยาว 100	กม.

ขนาดพื้นที่รับน้ำ	4646	ตร.กม.
ความยาวของลุ่มน้ำ	255	กม.
ระดับความสูงเฉลี่ยของลุ่มน้ำ	140-150	ม.
ความลาดชันของลำน้ำหลัก	0.0002	
ขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำหลัก	918	ตร.ม.

รูปที่ 4 ระบบข้อมูลเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ (ลำดับ 6)



คำอธิบายแผนที่

- ที่ตั้งหมู่บ้าน
- ลำน้ำลำดับต่างๆ

N

คุณสมบัติของลุ่มน้ำ

ความยาวของลำน้ำหลัก 66 กม.

ลำน้ำลำดับ 1 129 สาย ยาว 230 กม.

ลำน้ำลำดับ 2 39 สาย ยาว 80 กม.

ลำน้ำลำดับ 3 7 สาย ยาว 41 กม.

ลำน้ำลำดับ 4 2 สาย ยาว 17 กม.

ลำน้ำลำดับ 5 1 สาย ยาว 9.5 กม.

ขนาดพื้นที่รับน้ำ	624	ตร.กม.
ความยาวของลุ่มน้ำ	71	กม.
ระดับความสูงเฉลี่ยของลุ่มน้ำ	130	ม.
ความลาดชันของลำน้ำหลัก	0.00056	
ขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำหลัก	123	ตร.ม.

รูปที่ 5 ระบบข้อมูลเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำห้วยข้าวสาร (ลำดับ 5)

ประกอบ และ ชูชัย (2539) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติต่างๆ ของระบบเครือข่ายลำน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีจากลุ่มน้ำและคุณสมบัติเครือข่ายลำน้ำสำหรับลุ่มน้ำขนาดไม่เกิน 5,000 ตารางกิโลเมตร พบว่าขนาดของพื้นที่รับน้ำมีความสัมพันธ์ที่ดีกับ ความยาวของลำน้ำหลัก ความยาวรวมของลำน้ำ และจำนวนของลำน้ำลำดับ 1 ส่วนปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีนั้นมีความสัมพันธ์ที่ดีกับขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำหลัก ความยาวรวมของลำน้ำ และจำนวนของลำน้ำลำดับ 1 นอกจากนี้ยังพบว่าลุ่มน้ำที่มีพื้นที่น้อยกว่า 100 ตร.กม. จะมีการไหลเป็นครั้งคราวในฤดูฝนเมื่อมีฝนตกเท่านั้น ลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ระหว่าง 100-1,000 ตร.กม. จะมีน้ำไหลเฉพาะในฤดูฝน ลุ่มน้ำที่มีพื้นที่มากกว่า 1,000 ตร.กม. จะมีน้ำไหลตลอดทั้งปี และในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กกว่า 5,000 ตร.กม. ปริมาณน้ำส่วนใหญ่ไหลในฤดูฝน ประมาณ 95-100% ของปริมาณน้ำที่ไหลตลอดทั้งปี

ตารางที่ 4 การแบ่งลำดับขนาดของลำน้ำและลักษณะการไหลในลำน้ำลำดับต่างๆ

ขนาดลำน้ำ	ลำดับ	การเกิด	ลักษณะการไหลในลำน้ำ (โดยเฉพาะภาคอีสาน)	ลัญลักษณ์
ต้นน้ำ	1	เป็นลำน้ำเริ่มต้น	มีน้ำไหลในขณะฝนตกและหลังฝนตกประมาณครึ่งวัน	เส้นสีเหลือง
เล็ก	2	เกิดจากลำน้ำลำดับที่ 1 ไหลมาบรรจบกัน	มีน้ำไหลต่อเนื่องหลังจากฝนตกประมาณ 1-2 วัน	เส้นสีส้ม
	3	เกิดจากลำน้ำลำดับที่ 2 ไหลมาบรรจบกัน	มีน้ำไหลต่อเนื่องหลังจากฝนตกประมาณ 3 - 5 วัน	เส้นสีน้ำตาล
	4	เกิดจากลำน้ำลำดับที่ 3 ไหลมาบรรจบกัน	มีน้ำไหลต่อเนื่องหลังจากฝนตกประมาณ 6-9 วัน ส่วนใหญ่จะมีน้ำไหลตลอดเวลา 5-6 เดือนของฤดูฝน	เส้นสีเขียวอ่อน
กลาง	5	เกิดจากลำน้ำลำดับที่ 4 ไหลมาบรรจบกัน	มีน้ำไหลตลอดฤดูฝนนานประมาณ 7-8 เดือน	เส้นสีเขียวแก่
	6	เกิดจากลำน้ำลำดับที่ 5 ไหลมาบรรจบกัน	มีน้ำไหลตลอดฤดูฝนนานประมาณ 9-12 เดือน	เส้นสีฟ้า
ใหญ่	7	เกิดจากลำน้ำลำดับที่ 6 ไหลมาบรรจบกัน	เป็นลำน้ำขนาดใหญ่ มีน้ำไหลตลอดปี	เส้นสีน้ำเงิน
	8	เกิดจากลำน้ำลำดับที่ 7 ไหลมาบรรจบกัน	เป็นแม่น้ำขนาดใหญ่ มีน้ำไหลตลอดปี	เส้นสีม่วง

4. ระบบข้อมูลทรัพยากรน้ำ

ระบบข้อมูลทรัพยากรน้ำที่จัดทำขึ้นในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) ของลุ่มน้ำ และข้อมูลอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

4.1 ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำ

ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ เช่น ระบบเครือข่ายและคุณสมบัติของลำน้ำ (stream network and stream properties) ลักษณะการใช้พื้นที่ (land use) ชนิดของดิน (soil type) ระดับผิวดิน (surface elevation) ลักษณะชั้นน้ำใต้ดิน (subsurface conditions) ระดับน้ำใต้ดิน (groundwater elevation) เป็นต้น โดยมีโปรแกรม GIS เป็นเครื่องมือในการประมวลข้อมูลเพื่อสร้างเป็นแบบจำลองของพื้นผิวโลก ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถประเมินสภาพความเป็นจริงและการเปลี่ยนแปลงของทั้งระบบได้ในเชิงปริมาณ

กรมควบคุมมลพิษได้จัดทำระบบเครือข่ายลำน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากแผนที่ 1 : 50,000 ไว้ในรูปโปรแกรม GIS ดังแสดงในรูปที่ 6 แต่ข้อมูลของระบบเครือข่ายลำน้ำยังไม่สมบูรณ์ยังขาดส่วนของลำน้ำเล็กๆ ทำให้ไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์หาคุณสมบัติพื้นฐานของลุ่มน้ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้จัดทำระบบเครือข่ายลำน้ำเพิ่มเติมใน 6 ลุ่มน้ำเพื่อเป็นตัวอย่าง ได้แก่ ลุ่มน้ำลำคันฉู น้ำโมง น้ำพังชู ลำเซบก ลำน้ำยัง และห้วยบังฮี ดังแสดงในรูปที่ 7 ถึง 12 การปรับปรุงเพิ่มเติมระบบข้อมูลดังกล่าวจะทำให้สามารถจัดลำดับลำน้ำและศึกษาหาคุณสมบัติของลำน้ำลำดับต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตามระบบที่กำหนดไว้ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ระบบเครือข่ายลำน้ำเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของลุ่มน้ำเป็นไปอย่างถูกต้องในอนาคต

จาก GIS ของลุ่มน้ำที่ได้รับการปรับปรุงดังกล่าว (ซึ่งยังไม่สมบูรณ์ในขณะนี้) คุณสมบัติของลุ่มน้ำที่สามารถวิเคราะห์หาได้จากระบบข้อมูล ประกอบด้วย

- **พื้นที่ลุ่มน้ำ** ซึ่งหมายถึง ขนาดของพื้นที่รับน้ำของลำน้ำที่จุดไหลออก
- **ความยาวของลำน้ำหลัก** โดยวัดจากจุดสูงสุดทางต้นน้ำของลำน้ำหลักไปจนถึงจุดที่ไหลออกจากพื้นที่รับน้ำ
- **ความยาวรวมของลำน้ำ** ซึ่งรวมความยาวของลำน้ำหลักและความยาวของลำน้ำสาขาย่อยทุกสาย
- **ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ** โดยการเฉลี่ยความลาดชันของลำน้ำในช่วงสั้นๆ ตลอดระยะทางของลำน้ำ

ตารางที่ 5, 6 และ 7 สรุปคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญ ซึ่งได้แก่ ขนาดพื้นที่รับน้ำ ความยาวลำน้ำหลัก และระดับพื้นดินที่จุดต้นน้ำและท้ายน้ำของลำน้ำขนาดกลางตั้งแต่ลำดับ 5 ขึ้นไป ในลุ่มน้ำโขง ชี และมูล ตามลำดับ จากระบบข้อมูลภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จัดทำขึ้น และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของลุ่มน้ำดังกล่าวทำให้สามารถจัดแบ่งขนาดของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามลำดับของลำน้ำได้ดังแสดงในตารางที่ 8

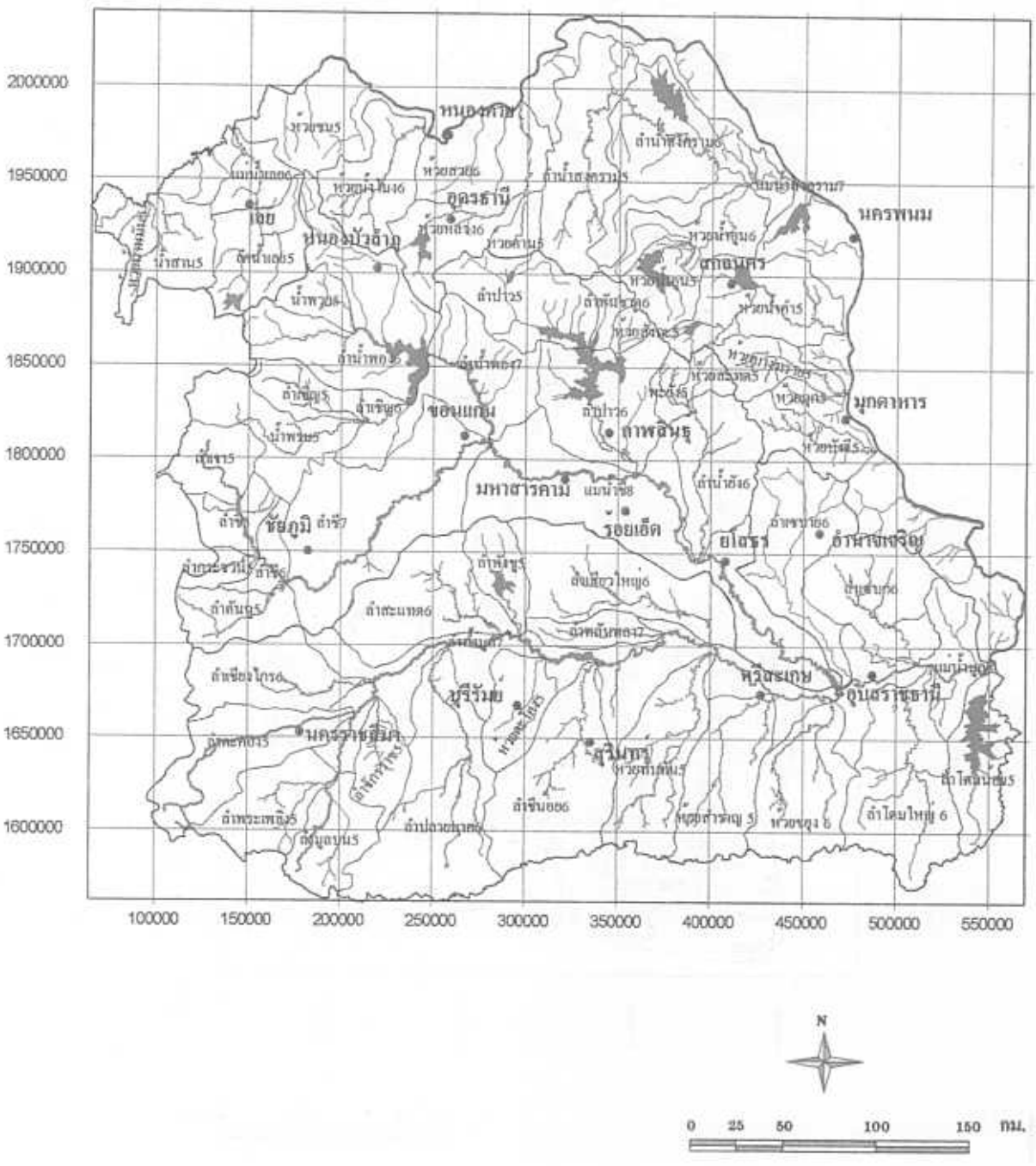
ตารางที่ 8 การจัดแบ่งขนาดของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขนาดลุ่มน้ำ	ลำดับลำน้ำ	ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
ลุ่มน้ำขนาดเล็ก	4 และเล็กกว่า	เล็กกว่า 500
ลุ่มน้ำขนาดกลาง	5 และ 6	500 - 10,000
ลุ่มน้ำขนาดใหญ่	7 และใหญ่กว่า	ใหญ่กว่า 10,000

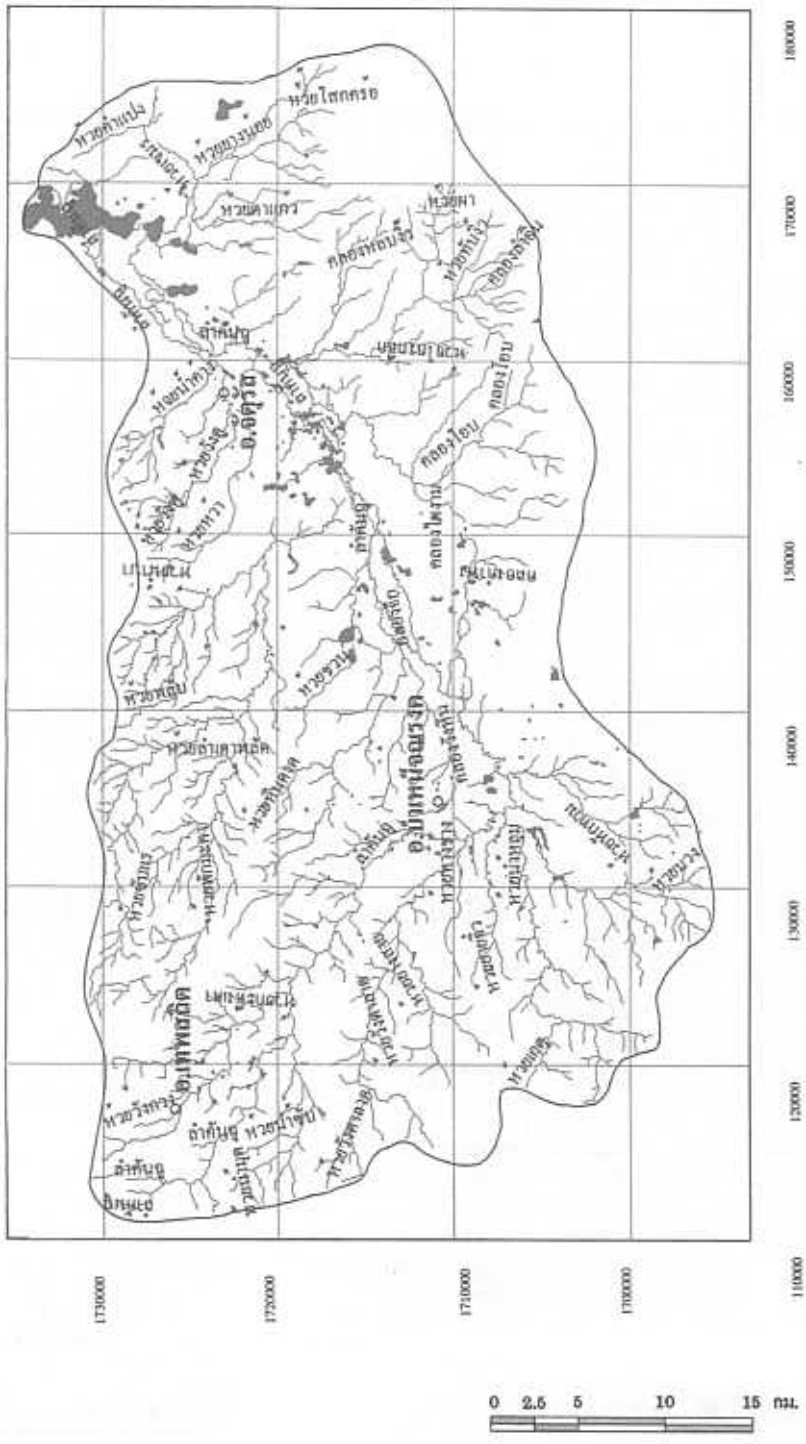
4.2 ข้อมูลอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

ข้อมูลอุทกวิทยาในระยะเริ่มแรกของการจัดเก็บนี้ประกอบด้วยข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลน้ำท่า โดยที่ข้อมูลน้ำฝนคือปริมาณฝนเฉลี่ยรายวันที่รวบรวมจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จำนวน 51 สถานี ทั่วภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนข้อมูลน้ำท่านั้นเป็นข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่รวบรวมจากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานและกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จำนวน 69 สถานี ที่มีสถิติข้อมูลยาวไม่น้อยกว่า 10 ปีขึ้นไป รูปที่ 13 แสดงตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลอุทกวิทยา ดังกล่าว

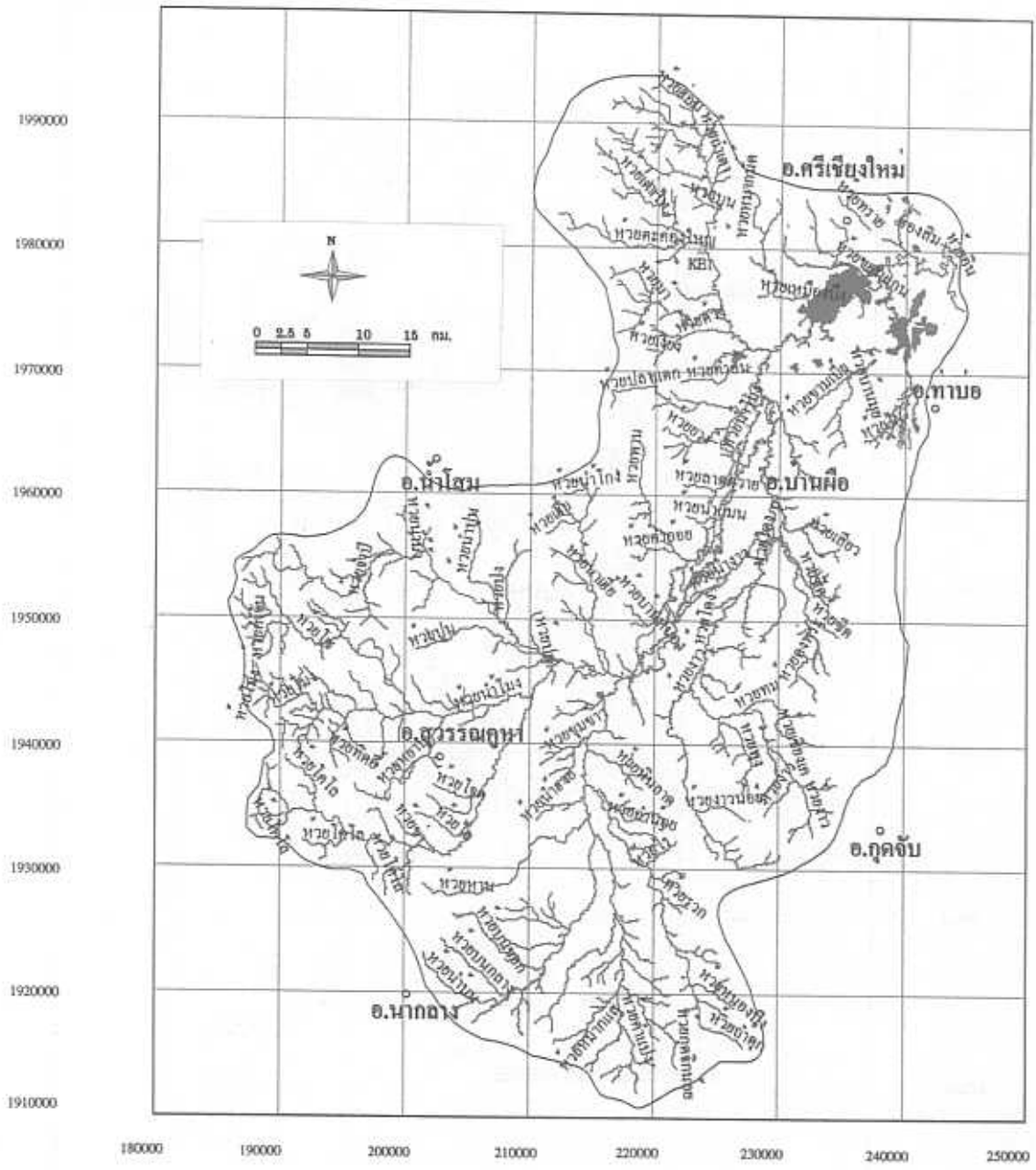
รูปที่ 14 แสดงตัวอย่างผลของการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนในรูปของแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน (isohyet) ของฝนเฉลี่ยต่อปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ค่าฝนเฉลี่ยต่อปีทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำฝนทั้งปีที่ตกลงในบริเวณต่างๆ มีมากน้อยเพียงใด ซึ่งบ่งบอกถึงสภาพทั่วๆ ไปของทรัพยากรน้ำตามธรรมชาติและสภาพภูมิอากาศ เช่น หากฝนเฉลี่ยต่อปี ณ พื้นที่หนึ่งมีค่า 100-200 มิลลิเมตร แสดงว่าเป็นเขตแห้งแล้งมากหรือเขตทะเลทราย 400-500 มิลลิเมตร ถือว่าแห้งแล้งแบบกึ่งทะเลทราย 700-800 มิลลิเมตร ถือว่าเป็นเขตแห้งแล้ง 1,000-1,200 มิลลิเมตร ถือว่าเป็นเขตฝนปานกลาง 1,600-2,000 มิลลิเมตร ถือว่าเป็นเขตฝนตกชุก หากพิจารณาจากเกณฑ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปีดังกล่าว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นเขตที่มีฝนตกปานกลางโดยทั่วไป ยกเว้นบริเวณริมแม่น้ำโขงในเขตจังหวัดหนองคาย นครพนม และอุบลราชธานี ที่เป็นเขตชุ่มชื้นมีฝนตกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณบนสุดของจังหวัดหนองคายที่อยู่ติดแม่น้ำโขงในเขตอำเภอบึงกาฬ บุ่งกล้า ศรีวิลัย และบึงโขงโหลง ที่ถือว่าเป็นเขตฝนตกชุกซึ่งมีฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 2,400 มิลลิเมตร



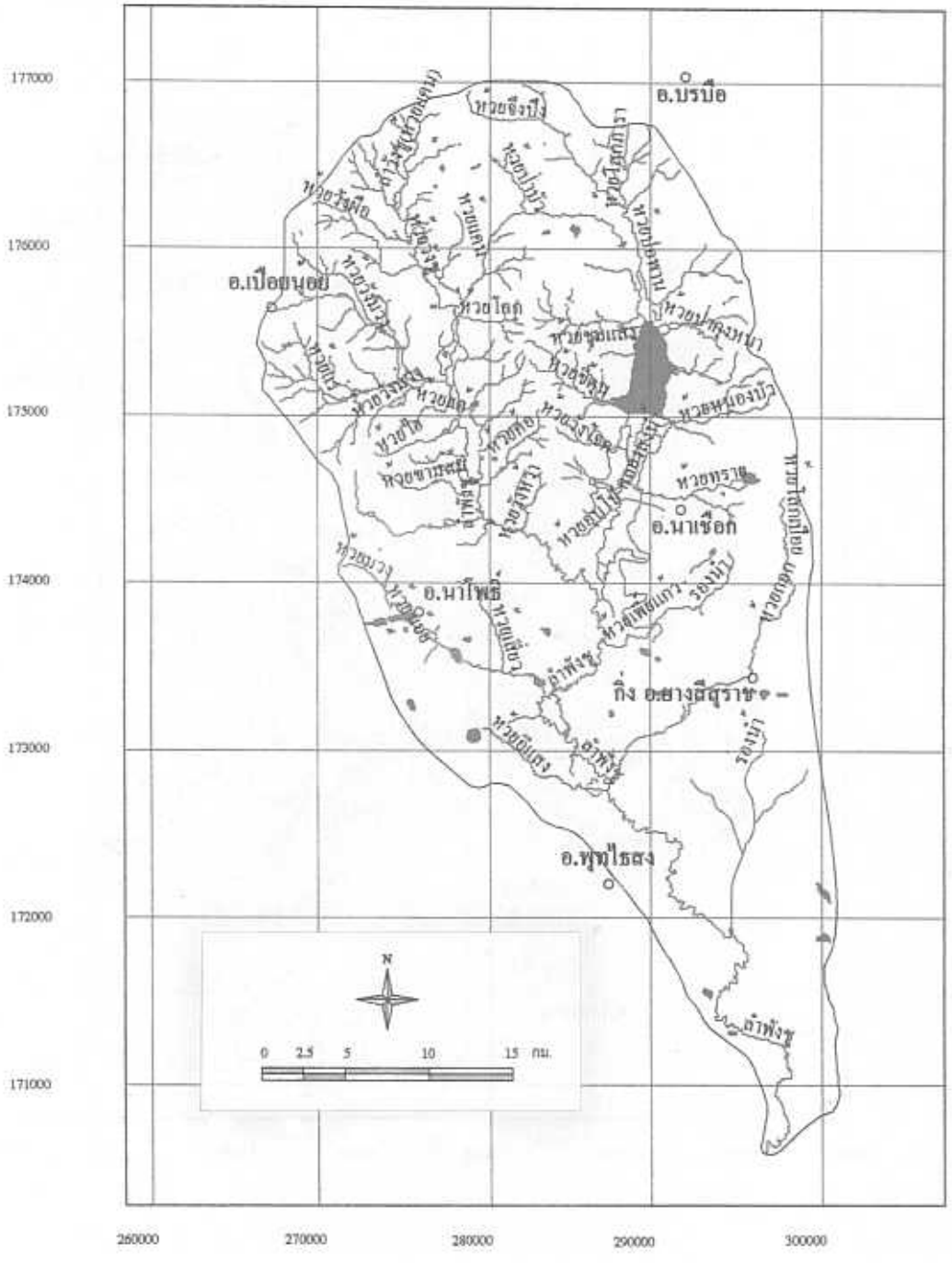
รูปที่ 6 ตัวอย่าง GIS ของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 7 ระบบเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำลำตันฉู

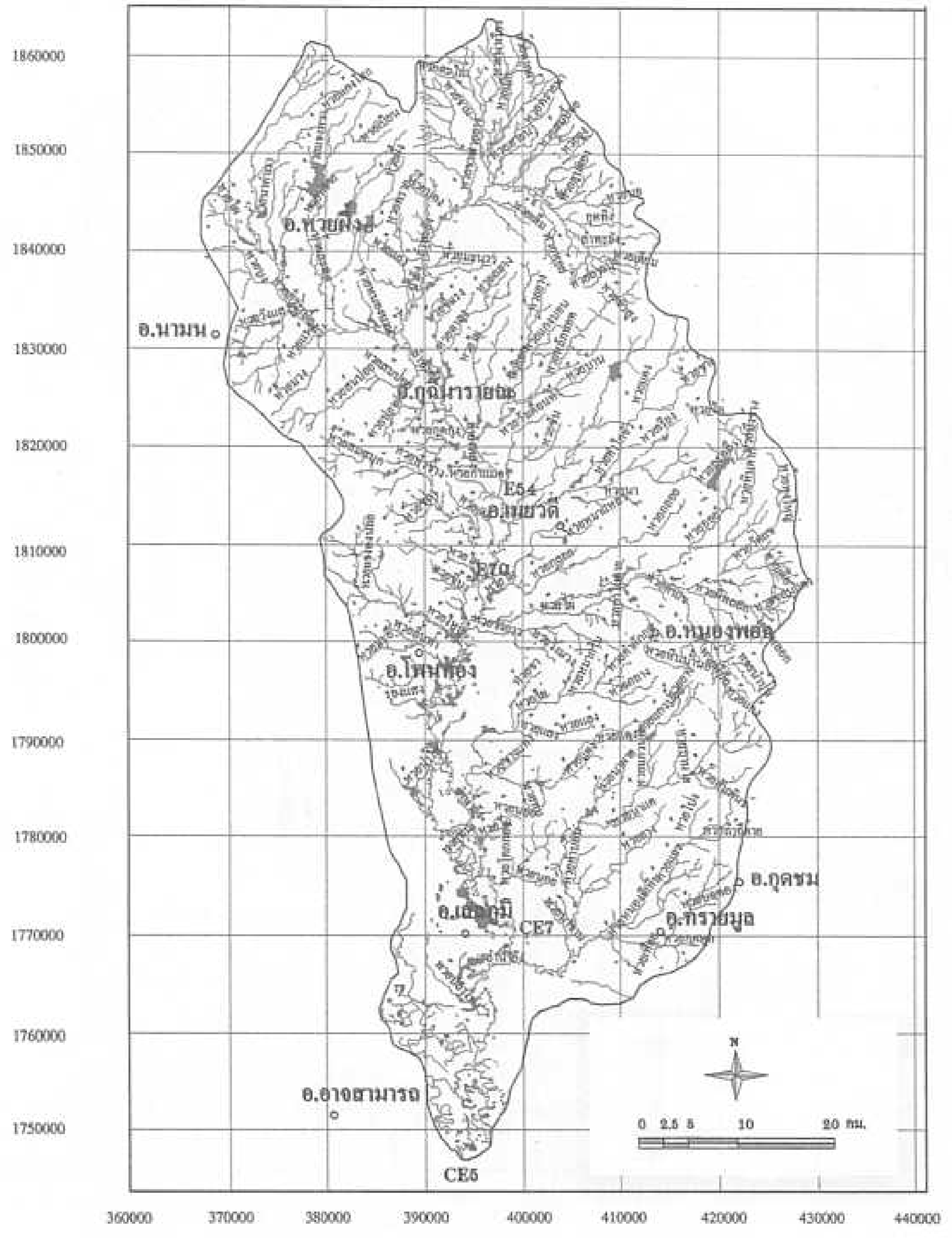


รูปที่ 8 ระบบเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำโมง

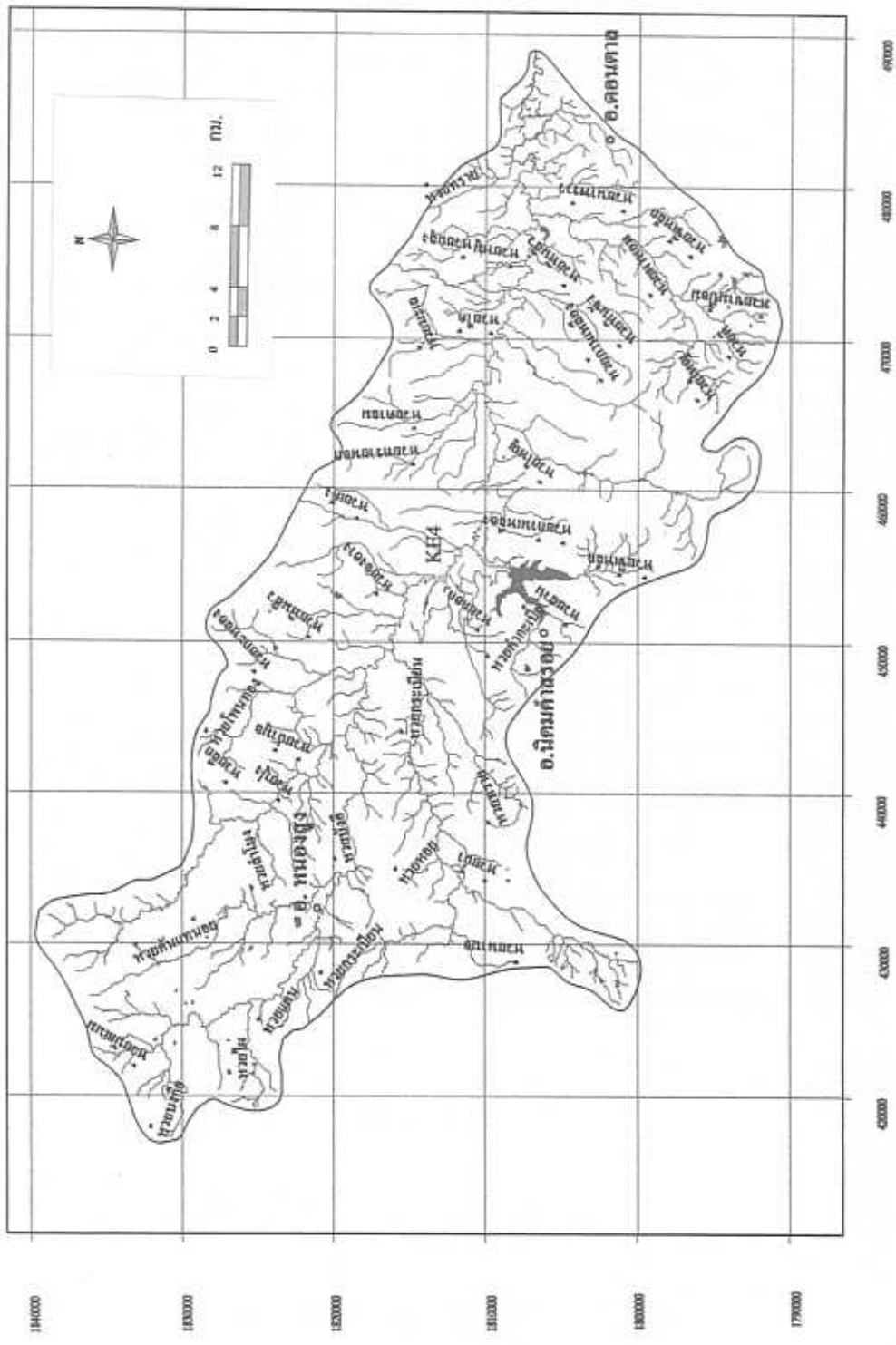


รูปที่ 9 ระบบเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำพังชู

รูปที่ 10 ระบบเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำลำเซบก



รูปที่ 11 ระบบเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำลำน้ำยัง



รูปที่ 12 ระบบเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำห้วยบังอี

ตารางที่ 5 คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในลุ่มน้ำโขง

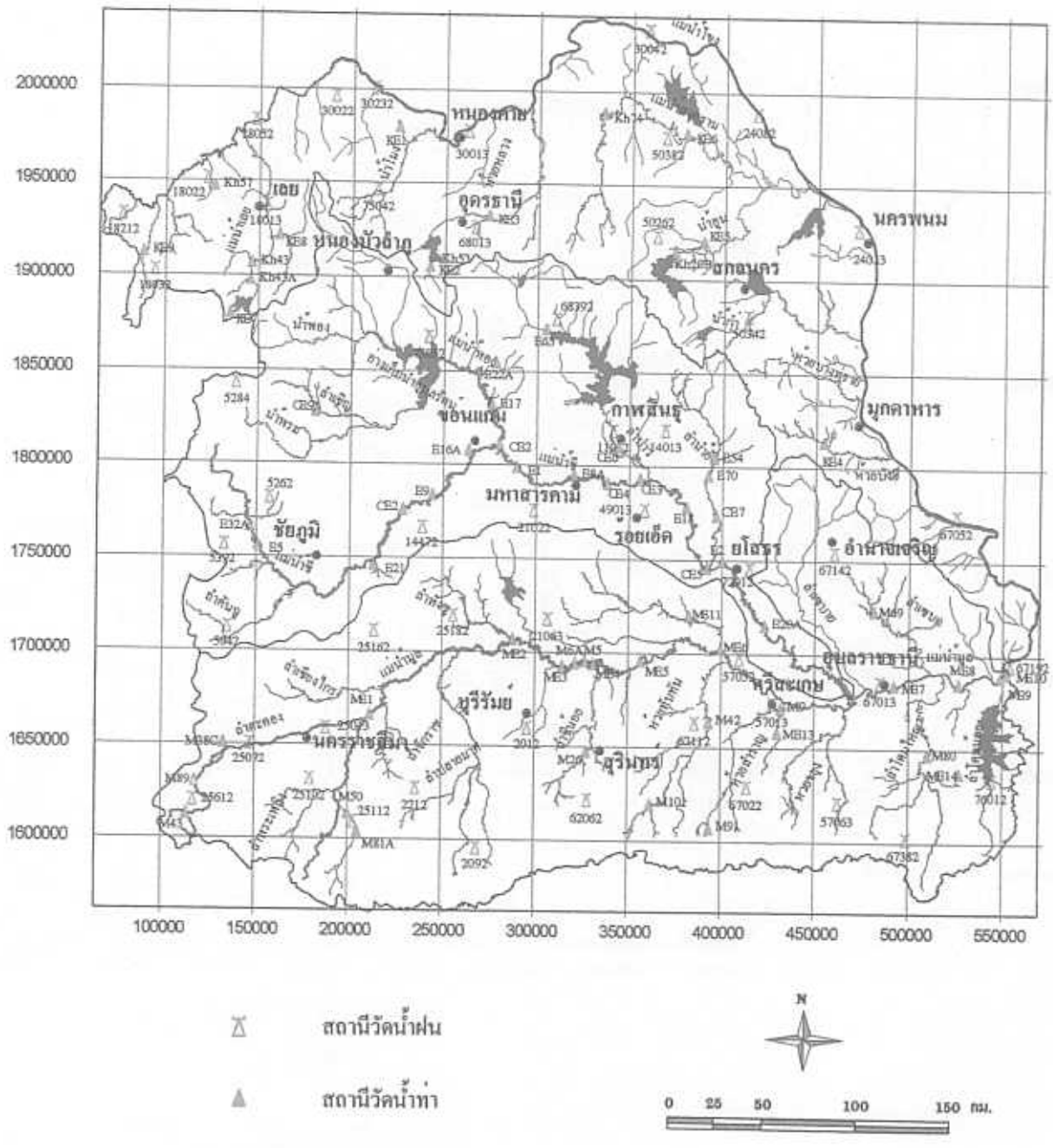
ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ ตร.กม.	ความยาวลำน้ำหลัก (กม.)	ระดับพื้นดิน (ม.)	
				ต้นน้ำ	ท้ายน้ำ
แม่น้ำสงคราม	7	13,007	423	380	140
ห้วยหลวง	6	3,968	250	230	160
ห้วยน้ำโขง	6	2,750	145	390	160
ห้วยสวย	6	1,834	104	160	155
แม่น้ำเลย	6	3,803	164	830	200
ลำน้ำสงคราม	6	9,022	381	380	140
ห้วยน้ำอูน	6	3,487	263	500	140
ลำน้ำสงคราม	5	4,067	182	380	175
ห้วยชม	5	2,969	64	430	200
ห้วยคาน	5	666	67	165	158
ห้วยน้ำหมัน	5	658	96	1,440	245
ห้วยน้ำก่ำ	5	3,468	128	155	130
ห้วยบางทราย	5	1,428	128	340	150
ห้วยมุก	5	814	62	220	130
ห้วยบังฮี	5	1,458	132	340	130
ลำน้ำเลย	5	2,608	73	830	245
ห้วยน้ำอูน	5	1,432	104	500	158
น้ำสาน	5	1,674	69	600	310

ตารางที่ 6 คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในลุ่มน้ำชี

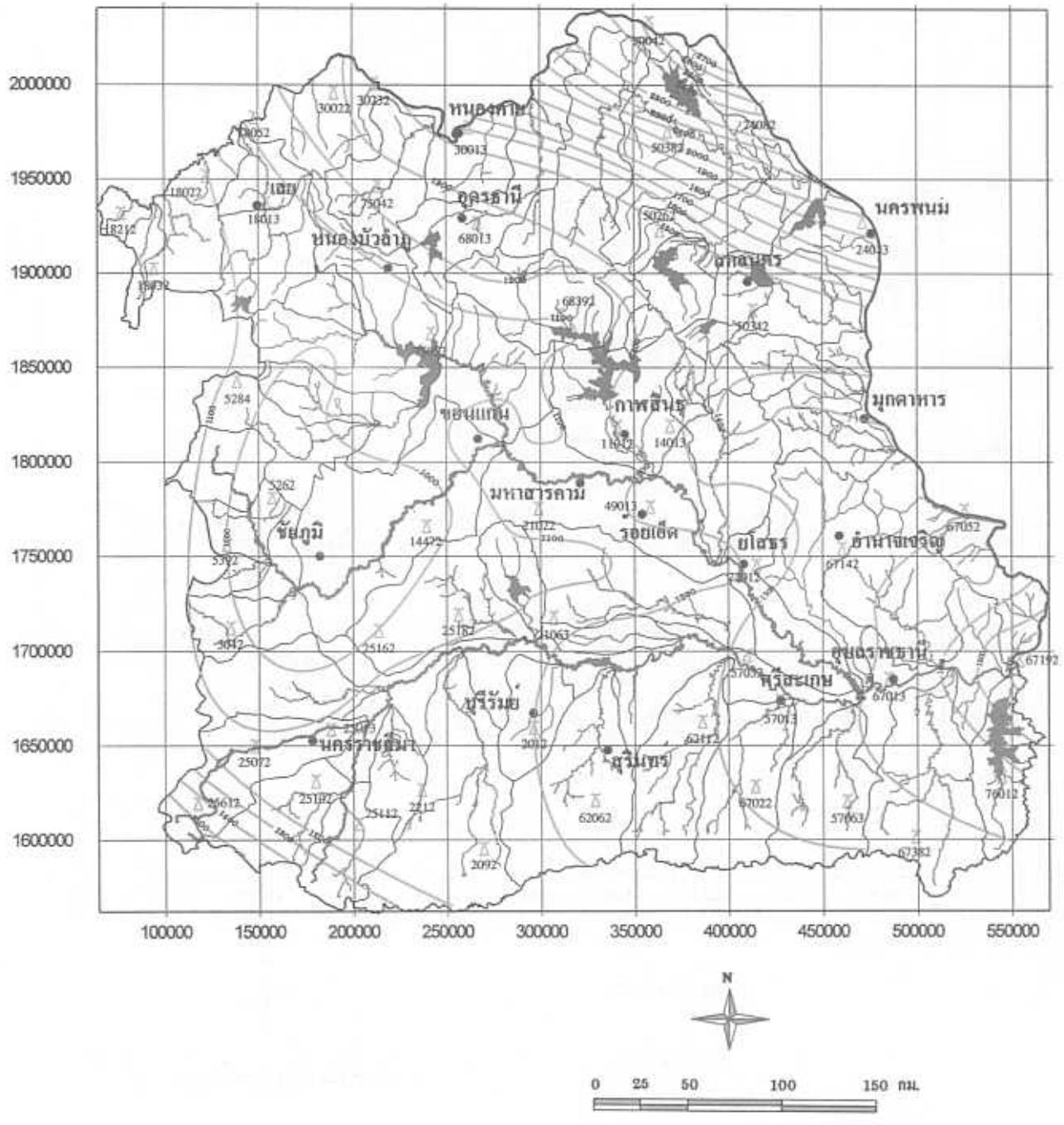
ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ ตร.กม.	ความยาวลำน้ำหลัก (กม.)	ระดับพื้นดิน (ม.)	
				ต้นน้ำ	ท้ายน้ำ
แม่น้ำชี	8	49,477	946	642	110
ลำน้ำพอง	7	14,677	328	200	153
แม่น้ำชี	7	12,735	408	642	153
ลำน้ำพอง	6	6,437	174	200	190
ลำพันชาด	6	594	58	380	160
ลำปาว	6	8,025	160	170	140
ลำเชิญ	6	4,853	93	700	187
ลำน้ำยัง	6	4,198	32	300	120
ลำชี	6	4,079	138	642	188
ลำค้นฤ	6	1,717	64	598	188
ลำปาว	5	3,148	51	170	160
น้ำพวย	5	881	42	350	130
ห้วยสังกะ	5	401	33	280	162
ลำพะยัง	5	536	57	300	165
ห้วยสะทด	5	590	45	440	165
ลำเชิญ	5	1,231	51	700	189
น้ำพรม	5	2,627	81	800	189
ลำเจา	5	1,632	41	580	210
ลำชี	5	1,148	53	642	210
ลำกระจวน	5	516	76	580	200

ตารางที่ 7 คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในลุ่มน้ำมูล

ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ ตร.กม.	ความยาวลำน้ำหลัก (กม.)	ระดับพื้นดิน (ม.)	
				ต้นน้ำ	ท้ายน้ำ
แม่น้ำมูล	8	70,740	708	180	100
ลำน้ำมูล	7	53,136	582	180	116
ลำเซบาย	6	3,990	233	154	110
ลำเสียวใหญ่	6	4,435	228	160	120
ลำสะแทด	6	3,810	158	159	132
ลำเซบก	6	3,532	143	137	110
ลำเชียงไกร	6	2,954	192	318	155
ลำปลายมาศ	6	6,083	302	270	138
ห้วยทับทัน	6	3,592	172	156	117
ลำชีน้อย	6	4,936	138	168	127
ลำโดมใหญ่	6	4,803	229	400	110
ห้วยขยุง	6	3,371	148	238	110
ลำมูลบน	5	2,022	102	941	180
ลำพังชู	5	1,313	96	168	128
ลำพลับพลา	5	987	105	132	116
ห้วยตะโคง	5	1,746	75	150	128
ลำโดมน้อย	5	2,199	78	155	100
ห้วยสำราญ	5	3,417	161	130	120
ลำจักราช	5	1,371	81	187	153
ลำตะคอง	5	3,538	234	255	165
ลำพระเพลิง	5	2,345	112	470	180



รูปที่ 13 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 14 เส้นชั้นน้ำฝน (isohyet) ของฝนเฉลี่ยต่อปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

5. คุณสมบัติการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำ

5.1 ปริมาณการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำ

ปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของลุ่มน้ำ สภาพภูมิอากาศที่สำคัญคือปริมาณและอัตราการตกของฝนเนื่องจากเกือบทั้งหมดของน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำได้มาจากส่วนของฝนที่ตกลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนที่เป็นการไหลเสริมจากน้ำใต้ดินนั้นมีน้อยมาก ในส่วนของสภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำนั้น ที่สำคัญได้แก่ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ลักษณะการใช้พื้นที่ (land use) ชนิดของดิน (soil type) ความลาดชันของผิวดิน (surface slope) และลักษณะเครือข่ายของลำน้ำ (stream network properties) การหาปริมาณและลักษณะของการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำทำได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากการวัดเป็นระยะเวลานานพอสมควร สำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีข้อมูลการวัดนั้น เราสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าจากลุ่มน้ำจากค่าปริมาณน้ำฝนและค่าคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยาและข้อมูลทางกายภาพของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดังกล่าวมาแล้วพบว่า ประมาณ 24%, 12% และ 10% ของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ชี และมูล ตามลำดับ กลายเป็นน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำในแต่ละปี

5.2 น้ำท่าเฉลี่ยรายปี (Annual Runoff)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (annual runoff , Q_m) ของลุ่มน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ดีกับขนาดพื้นที่รับน้ำ และความยาวลำน้ำหลัก ($r > 0.834$) แต่สมการที่นิยมใช้กันมักอยู่ในรูปความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่รับน้ำ ดังแสดงในสมการ 10 ถึงสมการ 12 สำหรับลุ่มน้ำโขง ชี และมูล ตามลำดับ

ลุ่มน้ำโขง ; $Q_m = 0.2871\ A^{1.017}$ $r = 0.929$ .....(10)

ลุ่มน้ำชี ; $Q_m = 1.8600\ A^{0.752}$ $r = 0.972$ .....(11)

ลุ่มน้ำมูล ; $Q_m = 0.7709\ A^{0.839}$ $r = 0.933$ .....(12)

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (annual rainfall, $\overline{R}$) น่าจะเป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เพราะว่าปริมาณฝนเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเป็นน้ำท่าในลำน้ำคู่กับขนาดของพื้นที่รับน้ำ ด้วยเหตุนี้จึงควรใช้ค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเป็นตัวแปรตัวที่สองในการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ของค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี โดยสามารถนำมาพิจารณาใช้ใน 3 ลักษณะ ดังนี้

วิธีแรกโดยการแบ่งกลุ่มลุ่มน้ำออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ได้แก่กลุ่มลุ่มน้ำที่อยู่ในเขตฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับหรือน้อยกว่า 1,300 มม. และกลุ่มที่อยู่ในเขตฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,300 มม. ดังจะเห็นได้จากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในรูปที่ 14 ปริมาณฝน 1,300 มม. เป็นปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามธรรมชาติของข้าวในหนึ่งฤดูกาลเพาะปลูก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังต้องการน้ำเสริมเพื่อการทำนาในฤดูฝน สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในลักษณะนี้มีค่าความสัมพันธ์ดีขึ้น ดังจะเห็นได้จากสมการ

$\overline{R} \leq$ 1,300 มม. ; $Q_m = 2.04\ A^{0.727}$ $r = 0.959$ .....(13)

$\overline{R} >$ 1,300 มม. ; $Q_m = 2.521\ A^{0.900}$ $r = 0.968$ .....(14)

วิธีที่สองโดยการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์หลายตัวแปร (multiple regression) ซึ่งให้ผลเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณฝนรายปีและขนาดพื้นที่รับน้ำ สำหรับลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนี้

ลุ่มน้ำโขง ; $Q_m = 0.3499\ A^{0.949}\ \overline{R}^{1.068}$ $r = 0.939$ .....(15)

ลุ่มน้ำชี ; $Q_m = 2.10\ A^{0.736}\ \overline{R}^{0.239}$ $r = 0.973$ .....(16)

ลุ่มน้ำมูล ; $Q_m = 0.7727\ A^{0.803}\ \overline{R}^{0.875}$ $r = 0.944$ .....(17)

ซึ่งจะเห็นว่าได้ค่าความสัมพันธ์ดีขึ้นเมื่อเทียบกับสมการที่ใช้ตัวแปรเดียว (สมการ 10-12)

วิธีที่สามโดยการเทียบสัดส่วนของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำและปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำ ซึ่งจะทำให้ได้เป็นสมการความสัมพันธ์ในรูปของสมการเส้นตรง และมีสมการทั่วไปคือ $Q_m = k\overline{R}A$ โดยที่ Q_m คือปริมาณน้ำท่ารายปี $\overline{R}A$ คือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำในหนึ่งปี และ k คือ ค่าสัมประสิทธิน้ำท่า (runoff coefficient) หรือสัดส่วนที่น้ำฝนกลายเป็นน้ำท่านั่นเอง สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในลักษณะนี้ คือ

ลุ่มน้ำโขง ; $Q_m = 0.2431\ \overline{R}A$ $r = 0.9132$ .....(18)

ลุ่มน้ำชี ; $Q_m = 0.1201\ \overline{R}A$ $r = 0.9573$ .....(19)

ลุ่มน้ำมูล ; $Q_m = 0.0974\ \overline{R}A$ $r = 0.9901$ .....(20)

โดยที่ Q_m คือ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี หน่วยเป็นล้านลูกบาศก์เมตร (mcm)

A คือ ขนาดพื้นที่รับน้ำ หน่วยเป็นตารางกิโลเมตร (km^2)

$\overline{R}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี หน่วยเป็นเมตร (m)

r คือ ค่าความสัมพันธ์ (correlation coefficient)

จะเห็นได้ว่าค่าความสัมพันธ์ของสมการ 18 และ 19 สำหรับลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำชี มีค่าน้อยลง ซึ่งสาเหตุอาจจะเกิดจากการแบ่งกลุ่มลุ่มน้ำออกเป็นกลุ่มลุ่มน้ำหลัก โขง ชี และมูล ยังมีเหตุผลทางอุทกวิทยาไม่ดีพอ แนวทางหนึ่งในการแบ่งกลุ่มลุ่มน้ำที่เหมาะสมสำหรับกรณีนี้คือการแบ่งกลุ่มตามความลาดชันของลำน้ำหลัก โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มลุ่มน้ำที่มีความลาดชันของลำน้ำน้อยกว่า 0.00024 ($S < 0.00024$) และที่มากกว่า 0.00024 ($S > 0.00024$) ตัวเลข 0.00024 ได้มาจากการคำนวณโดยใช้สมการ Manning เพื่อให้ความเร็วของการไหลในลำน้ำเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วที่เริ่มจะทำให้เกิดการกัดเซาะ ของลำน้ำที่เป็นคลองดิน สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีดังนี้

กรณี $S < 0.00024$; $Q_m = 0.0958 \overline{R} A$ $r = 0.9886$ .....(21)

กรณี $S > 0.00024$; $Q_m = 0.2772 \overline{R} A$ $r = 0.9836$ .....(22)

ซึ่งจะเห็นว่าได้ค่าความสัมพันธ์ที่ดีขึ้น โดยที่สัมประสิทธิของน้ำท่า (k) มีค่ามากขึ้นเมื่อความลาดชันของลุ่มน้ำมีมากขึ้น

เพื่อเป็นการทดสอบความแม่นยำในการทำนายปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของสมการ 10-22 จึงได้ทดลองคำนวณค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของลุ่มน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากระบบข้อมูลลุ่มน้ำ โดยแบ่งวิธีการคำนวณออกเป็น 5 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 คำนวณจากสมการ 10 - 12

วิธีที่ 2 คำนวณจากสมการ 15 - 17

วิธีที่ 3 คำนวณจากสมการ 13 - 14

วิธีที่ 4 คำนวณจากสมการ 18 - 20

วิธีที่ 5 คำนวณจากสมการ 21 - 22

ตารางที่ 8-10 สรุปผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากลุ่มน้ำต่างๆ ในลุ่มน้ำโขง ชี และมูล ตามลำดับ โดยวิธีการทั้ง 5 วิธี ในกรณีของลุ่มน้ำที่มีข้อมูลน้ำท่าจากการวัด เปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดหาได้จากผลต่างของค่าจริงที่ได้จากการวัดและค่าที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีต่างๆ หารด้วยค่าจริงจากการวัด จากผลที่แสดงในตารางที่ 8-10 สรุปได้ว่า วิธีที่ 1, 2 และ 3 ให้ค่าผิดพลาดน้อยกว่าวิธีที่ 4 และ 5 ทั้งนี้พออธิบายได้ว่า วิธีที่ 4 และ 5 ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้นตรงนั้น ถึงแม้จะเป็นแบบจำลองที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ k เพียงตัวเดียวที่เป็นคุณสมบัติของระบบลุ่มน้ำในการเปลี่ยนปริมาณน้ำฝน ($\overline{R} A$)ให้กลายเป็นปริมาณน้ำท่า (Q_m) แต่ระบบจำลองเชิงเส้นตรงก็ขาดความยืดหยุ่นในการปรับตัวให้สามารถจำลองสภาพ ลุ่มน้ำที่แตกต่างหลากหลายในแต่ละเขต ส่วนในกรณีของวิธีที่ 5 นั้น การแบ่งย่อย กลุ่มลุ่มน้ำตามความลาดชันยังหยาบเกินไป ทำให้ไม่สามารถจำลองสภาพความหลากหลายของลุ่มน้ำด้วยค่าความลาดชันได้ดีพอ หากสามารถแบ่งกลุ่มลุ่มน้ำตามค่าความลาดชันให้ละเอียดกว่านี้ก็อาจจะได้ชุดของสมการที่มีความแม่นยำในการทำนายมากขึ้น

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำแต่ละลำดับในลุ่มน้ำโขง

ลำดับ	ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ ตร.กม.	ความชันลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำฝน มม.	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี (ล้าน ลบ. ม.)										
						วิธีที่1	ผิดพลาด(%)	วิธีที่2	ผิดพลาด(%)	วิธีที่3	ผิดพลาด(%)	วิธีที่4	ผิดพลาด(%)	วิธีที่5	ผิดพลาด(%)	จากการวัด
1	ห้วยน้ำหมัน	5	658	0.00576	1,090	211	28	181	38	228	22	174	41	199	32	294
2	น้ำสาน	5	1,674	0.01084	1,180	545		479		450		480		548		
3	ลำน้ำเลย	5	2,608	0.01386	1,260	856	16	782	24	621	39	799	22	911	11	1,024
4	ห้วยคาน	5	666	0.00007	1,470	214		252		181		238		271		
5	ห้วยมุก	5	814	0.00713	1,600	262		334		217		317		361		
6	ห้วยบางทราย	5	1,428	0.00351	1,600	464		570		360		555		633		
7	ห้วยน้ำอูน	5	1,432	0.00370	1,340	465	7	473	5	361	28	466	7	532	6	500
8	ห้วยบังอี	5	1,458	0.00251	1,680	474	29	612	8	367	45	595	11	679	2	669
9	ห้วยชม	5	2,969	0.00531	1,330	977		937		695		960		1,095		
10	ห้วยน้ำก่ำ	5	3,468	0.00022	1,600	1,144		1,323		800		1,349		532		
11	ลำน้ำสงคราม	5	4,067	0.00015	1,720	1,345	37	1,662	22	923	57	1,701	21	670	69	2,141
12	แม่น้ำเลย	6	3,803	0.00567	1,330	1,256	16	1,185	21	869	42	1,230	18	1,402	6	1,494
13	ห้วยน้ำโมง	6	2,750	0.00301	1,390	903	4	913	5	649	26	929	6	1,060	21	873
14	ห้วยหลวง	6	3,968	0.00223	1,470	1,312	112	1,373	122	903	46	1,418	129	1,617	162	618
15	ห้วยสวย	6	1,834	0.00007	1,730	598		785		451		771		304		
16	ห้วยน้ำอูน	6	3,487	0.00144	1,790	1,150	7	1,499	21	804	35	1,517	23	1,730	40	1,235
17	ลำน้ำสงคราม	6	9,022	0.00010	2,030	3,024	63	4,226	48	1,891	77	4,452	45	1,755	78	8,079
18	แม่น้ำสงคราม	7	13,007	0.00009	2,300	4,387	62	6,833	41	2,628	77	7,273	38	2,866	75	11,648
					ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด		35		32		45		33		46	

หมายเหตุ ; ค่าความผิดพลาด (error) คิดเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการวัด

วิธีที่1 คำนวณจากสมการ 10-12 วิธีที่2 คำนวณจากสมการ 15-17 วิธีที่3 คำนวณจากสมการ 13-14

วิธีที่4 คำนวณจากสมการ 18-20 วิธีที่5 คำนวณจากสมการ 21-22

ตารางที่ 9 ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำแต่ละลำดับในลุ่มน้ำชี

ลำดับ	ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ ตร.กม.	ความชันลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำฝน มม.	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี (ล้าน ลบ. ม.)										
						วิธีที่1	ผิดพลาด(%)	วิธีที่2	ผิดพลาด(%)	วิธีที่3	ผิดพลาด(%)	วิธีที่4	ผิดพลาด(%)	วิธีที่5	ผิดพลาด(%)	จากการวัด
1	น้ำพรม	5	2,627	0.00814	960	693		683		625		303		699		
2	ลำชี	5	2,780	0.00815	1,000	723		720		651		334		771		
3	ลำกระเวน	5	516	0.00855	1,030	204		210		191		64		147		
4	ลำเจา	5	1,632	0.01212	1,030	485		490		442		202		466		
5	ลำเชิญ	5	1,231	0.00971	1,140	392		408		360		169		389		
6	ห้วยสะทด	5	590	0.00738	1,180	226		239		211		84		193		
7	น้ำพวย	5	881	0.01048	1,200	305		323		282		127		293		
8	ลำปาว	5	3,148	0.00169	1,280	794	2	836	4	712	12	484	40	1,117	38	808
9	ห้วยสังกะ	5	401	0.00542	1,430	169		188		115		69		159		
10	ลำพะยัง	5	536	0.00696	1,580	210		239		149		102		235		
11	ลำชี	6	4,079	0.00320	1,000	965	5	954	4	860	6	490	47	1,131	23	917
12	ลำคันฉู	6	1,717	0.00958	1,010	504		506		458		208		481		
13	ลำเชิญ	6	4,853	0.00575	1,060	1,100		1,099		976		618		1,426		
14	ลำน้ำพอง	6	7,230	0.00010	1,190	1,485	11	1,516	9	1,304	21	1,033	38	824	50	1,660
15	ลำปาว	6	8,025	0.00115	1,240	1,606	26	1,653	24	1,407	35	1,195	45	2,758	27	2,177
16	ลำน้ำยัง	6	4,198	0.00016	1,320	986	22	1,041	17	950	24	666	47	531	58	1,257
17	ลำพันชาด	6	594	0.00269	1,340	227		248		163		96		221		
18	ลำน้ำชี	7	12,735	0.00120	1,100	2,272	20	2,256	19	1,968	4	1,682	11	3,883	105	1,893
19	ลำน้ำพอง	7	14,386	0.00106	1,170	2,490	48	2,505	49	2,150	28	2,021	20	4,666	177	1,684
20	แม่น้ำชี	8	46,915	0.00055	1,260	6,058	27	6,085	26	5,078	38	7,099	14	16,386	99	8,253
				ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด			**20**		**19**		**21**		**33**		**72**	

หมายเหตุ : ค่าความผิดพลาด (error) คิดเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการวัด

วิธีที่1 คำนวณจากสมการ 10-12 *วิธีที่2 คำนวณจากสมการ 15-17* *วิธีที่3 คำนวณจากสมการ 13-14*

วิธีที่4 คำนวณจากสมการ 18-20 *วิธีที่5 คำนวณจากสมการ 21-22*

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำแต่ละลำดับในลุ่มน้ำมูล

ลำดับ	ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ ตร.กม.	ความชันลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำฝน มม.	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี (ล้าน ลบ. ม.)										
						วิธีที่1	ผิดพลาด(%)	วิธีที่2	ผิดพลาด(%)	วิธีที่3	ผิดพลาด(%)	วิธีที่4	ผิดพลาด(%)	วิธีที่5	ผิดพลาด(%)	จากการวัด
1	ลำตะคอง	5	3,538	0.00543	1,090	732	31	590	44	775	27	376	65	1,069	1	1,059
2	ลำมูลบน	5	2,022	0.00725	1,160	458	32	397	41	516	23	228	66	650	4	675
3	ลำจักราช	5	1,371	0.00068	1,180	330		295		389		158		448		
4	ลำพังชู	5	1,313	0.00063	1,200	319		289		377		153		437		
5	ลำพระเพลิง	5	2,345	0.00375	1,230	518		471		575		281		800		
6	ห้วยตะโคง	5	1,746	0.00192	1,250	405		377		454		213		605		
7	ห้วยสำราญ	5	3,417	0.00070	1,260	711	10	651	18	756	5	419	47	1,193	50	794
8	ลำพลับพลา	5	987	0.00026	1,330	251		252		258		128		364		
9	ลำโคมน้อย	5	2,199	0.00372	1,800	491		624		531		386		1,097		
10	ลำเชียงไกร	6	2,954	0.00105	1,060	629		498		680		305		868		
11	ลำสะแทด	6	3,810	0.00017	1,140	779		651		818		423		416		
12	ลำปลายมาศ	6	6,083	0.00189	1,140	1,153		947		1,150		675		1,922		
13	ห้วยทับทัน	6	3,592	0.00003	1,210	741	28	654	36	784	23	423	59	416	59	1,025
14	ลำเสียวใหญ่	6	4,435	0.00020	1,250	885	28	797	16	914	33	540	22	531	23	689
15	ลำชีน้อย	6	4,936	0.00041	1,360	968	15	935	11	1,099	30	654	22	1,861	121	843
16	ห้วยขยุง	6	3,371	0.00078	1,480	703		741		780		486		1,383		
17	ลำเชบาย	6	3,990	0.00075	1,530	809		874		907		595		1,692		
18	ลำเชบก	6	3,532	0.00011	1,650	731	98	846	97	813	98	568	98	558	98	33,447
19	ลำโคมใหญ่	6	4,803	0.00168	1,700	946	87	1,112	85	1,072	85	795	89	2,263	69	7,227
20	ลำน้ำมูล	7	53,136	0.00140	1,260	7,106	12	5,894	7	5,559	12	6,521	3	18,559	193	6,339
21	แม่น้ำมูล	8	70,740	0.00119	1,760	9,034	36	9,936	29	12,065	14	12,127	14	34,512	146	14,037
				ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด			38		38		35		48		76	

หมายเหตุ : ค่าความผิดพลาด (error) คิดเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการวัด

วิธีที่1 *คำนวณจากสมการ 10-12* วิธีที่2 *คำนวณจากสมการ 15-17* วิธีที่3 *คำนวณจากสมการ 13-14*

วิธีที่4 *คำนวณจากสมการ 18-20* วิธีที่5 *คำนวณจากสมการ 21-22*

5.3 ลักษณะการกระจายของน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน

ลักษณะการกระจายของน้ำท่าในแต่ละเดือนบอกให้ทราบถึงปริมาณการให้น้ำตามธรรมชาติของลุ่มน้ำในแต่ละช่วงเวลาของปี ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำที่มีความสำคัญต่อการวางแผนการใช้ประโยชน์จากน้ำท่า การวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าจากลุ่มน้ำลำดับต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แบ่งกลุ่มลุ่มน้ำออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มลุ่มน้ำในเขตฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1,300 มม. และกลุ่มที่อยู่ในเขตฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,300 มม. ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

เขตฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1,300 มิลลิเมตร

ลักษณะการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำลำดับ 5 และ 6 มีความคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ น้ำท่าส่วนใหญ่ประมาณ 92% เกิดขึ้นในช่วง 6 เดือนของฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) น้ำท่ารายเดือนสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนกันยายน ประมาณ 29-30% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เมื่อหมดฤดูฝนปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีค่าน้อยมากคือประมาณ 1-2% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

ลักษณะการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำลำดับ 7 และ 8 มีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ประมาณ 80% ของน้ำท่าเกิดขึ้นในช่วง 6 เดือน (พ.ค.-ต.ค.) น้ำท่ารายเดือนสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนกันยายนหรือตุลาคมขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำ ถ้าเกิดขึ้นในเดือนกันยายนจะมีค่าประมาณ 25% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี แต่ถ้าเกิดในเดือนตุลาคมจะมีค่าสูงกว่าคือประมาณ 30% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในฤดูแล้งมีค่าน้อยคือประมาณ 2-3% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

รูปที่ 15-18 แสดงการกระจายของน้ำท่ารายเดือนในรอบ 1 ปี ของลุ่มน้ำลำดับ 5-8 ที่อยู่ในเขตฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1,300 มม.

เขตฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร

การกระจายของน้ำท่ารายเดือนมีลักษณะแตกต่างกันมากกว่าในกรณีของลุ่มน้ำที่อยู่ในเขตฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1,300 มม. ดังจะเห็นได้จากกราฟแสดงการกระจายของน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนสำหรับลุ่มน้ำลำดับ 5-8 ในรูปที่ 19-22

น้ำท่าจากลุ่มน้ำลำดับ 5 และ 6 มีลักษณะการกระจายคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ประมาณ 92% ของ น้ำท่าเฉลี่ยรายปีเกิดขึ้นในช่วง 6 เดือนของฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) น้ำท่ารายเดือนสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนกันยายนและมีค่าประมาณ 28% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี น้ำท่ารายเดือนในช่วงฤดูแล้งจะมีน้อยมากคือประมาณ 1-2% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

น้ำท่าจากลุ่มน้ำลำดับ 7 และ 8 มีลักษณะการกระจายคล้ายกันกับน้ำท่าจากลุ่มน้ำลำดับ 5 และ 6 กล่าวคือ น้ำท่าส่วนใหญ่ประมาณ 92% ไหลในช่วง 6 เดือน (พ.ค.-ต.ค.) และจะมีไหลน้อยมากในช่วงฤดูแล้งคือในแต่ละเดือนจะมีน้ำท่าไหลอยู่ประมาณ 1-2% ของน้ำท่ารายปี น้ำท่ารายเดือนสูงสุดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเดือนตุลาคมและมีค่าประมาณ 33% ของน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

ตารางที่ 11 สรุปลักษณะการกระจายของน้ำท่ารายเดือนของลุ่มน้ำลำดับต่างๆ รูปที่ 23 และรูปที่ 24 แสดงกราฟเฉลี่ยของการกระจายน้ำท่ารายเดือนของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

5.4 สัดส่วนน้ำท่าจากน้ำใต้ดิน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าเพื่อหาสัดส่วนน้ำท่าจากน้ำใต้ดิน (base flow index, BFI) พบว่ามีความสัมพันธ์น้อยมากกับลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ ($r < 0.703$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำท่าที่ไหลอยู่ในลำน้ำส่วนใหญ่มาจากน้ำผิวดิน (surface water) และน้ำใต้ผิวดินระดับตื้น (shallow subsurface water) ที่เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงในลุ่มน้ำในช่วงเวลานั้น ส่วนของน้ำท่าที่ไหลเสริมจากน้ำใต้ดิน (base flow) มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำท่าจากการไหลบนผิวดิน ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติทางอุทกวิทยาที่สำคัญของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

5.5 อัตราการไหลท่วม (Flood Flow)

อัตราการไหลท่วมของน้ำท่าจากลุ่มน้ำที่ไม่มีข้อมูลการวัดสามารถคำนวณโดยประมาณได้โดยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปี (mean annual flood, Q_{mf}) และขนาดพื้นที่รับน้ำ จากนั้นจึงหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนอัตราการไหลท่วมต่ออัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปี (Q_f/Q_{mf}) กับคาบการเกิดซ้ำ (return period, T) ของอัตราการไหลท่วมดังกล่าว จากการวิเคราะห์ข้อมูลการไหลท่วมของน้ำท่าจากลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ผลดังแสดงในสมการ 23 ถึง 28

ลุ่มน้ำโขง

$$Q_{mf} = 0.7709\ A^{0.839} \qquad r = 0.9538 \qquad \text{.....(23)}$$

$$Q_f / Q_{mf} = 0.8836 + 0.4458\ \ln T \qquad \text{.....(24)}$$

ลุ่มน้ำชี

$$Q_{mf} = 15.28\ A^{0.3639} \qquad r = 0.9213 \qquad \text{.....(25)}$$

$$Q_f / Q_{mf} = 0.7577 + 0.9284\ \ln T \qquad \text{.....(26)}$$

ลุ่มน้ำมูล

$$Q_{mf} = 1.37\ A^{0.6202} \qquad r = 0.9244 \qquad \text{.....(27)}$$

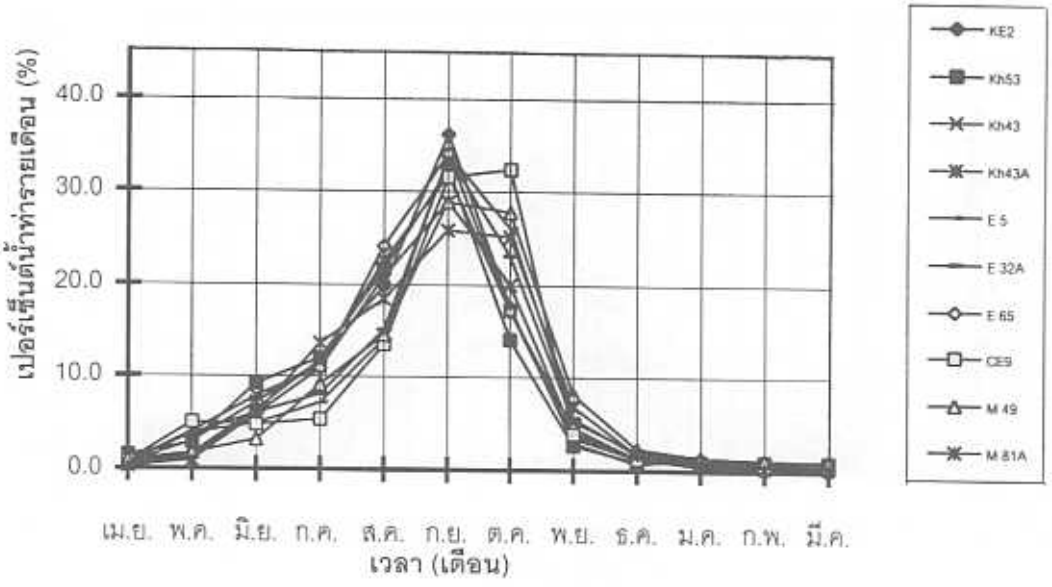
$$Q_f / Q_{mf} = 0.8151 + 0.7085\ \ln T \qquad \text{.....(28)}$$

โดยที่ Q_{mf} คือ อัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปี (mean annual flood, cms)

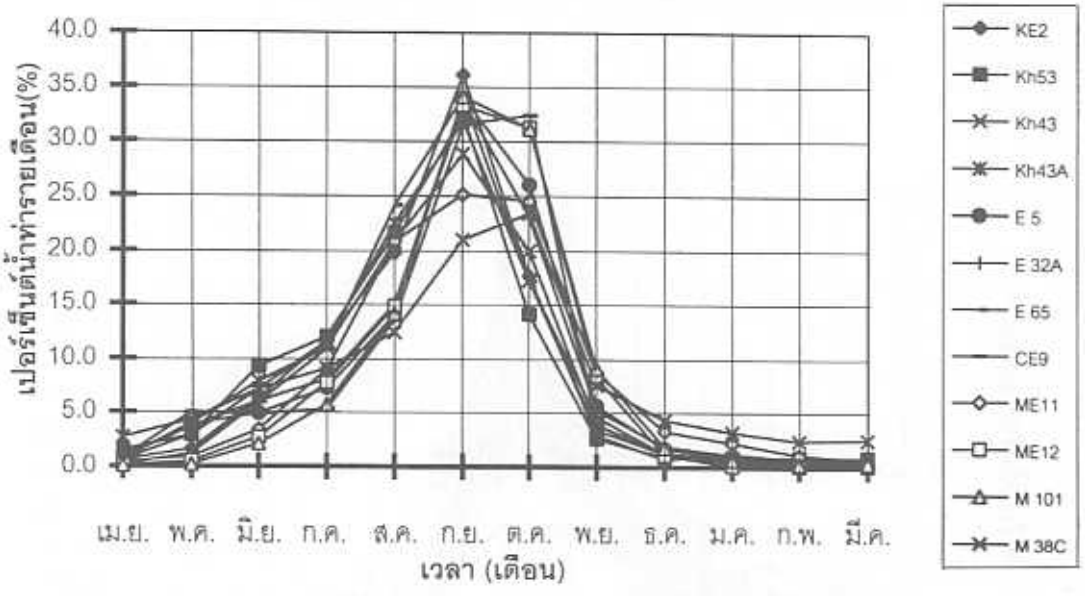
Q_f คือ อัตราการไหลท่วม (flood flow, cms)

A คือ ขนาดพื้นที่รับน้ำ (km^2)

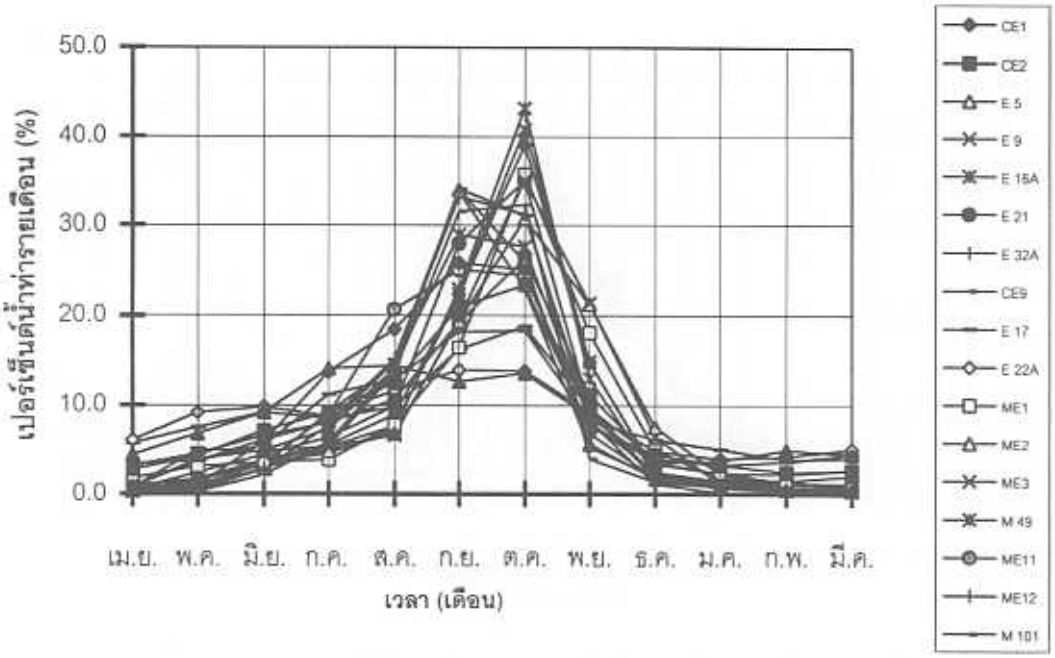
T คือ คาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ (return period)



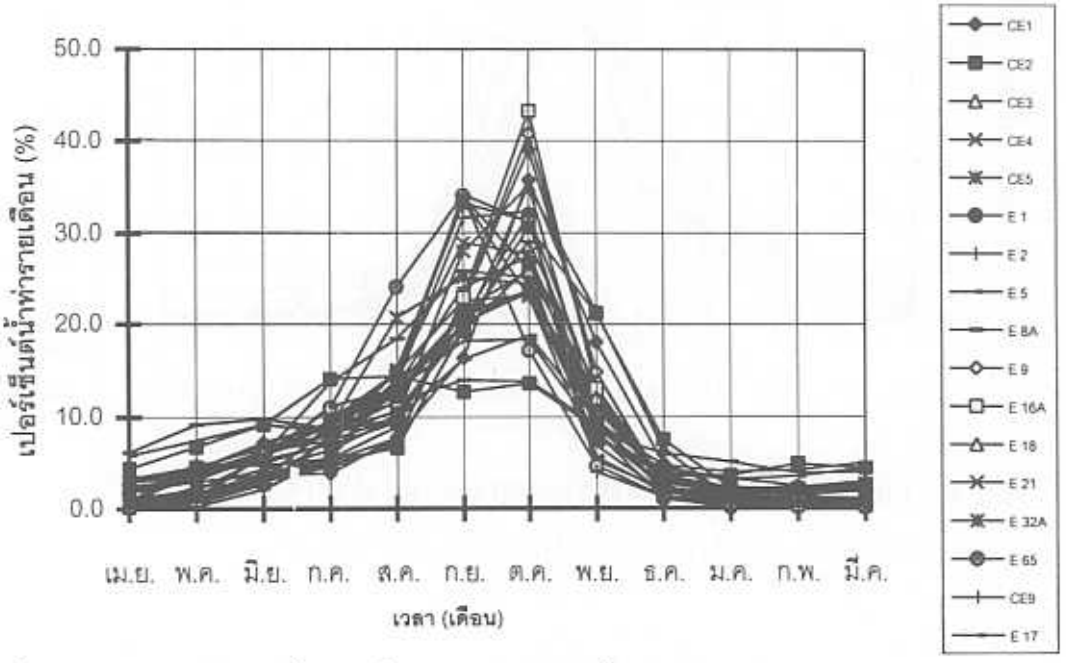
รูปที่ 15 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 5 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มิลลิเมตร



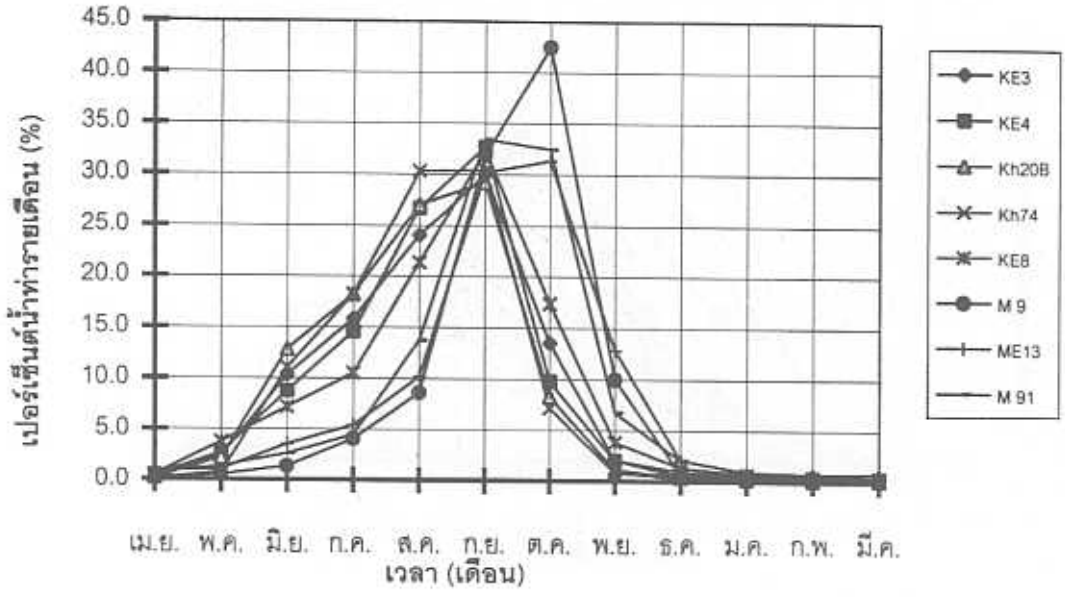
รูปที่ 16 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 6 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มิลลิเมตร



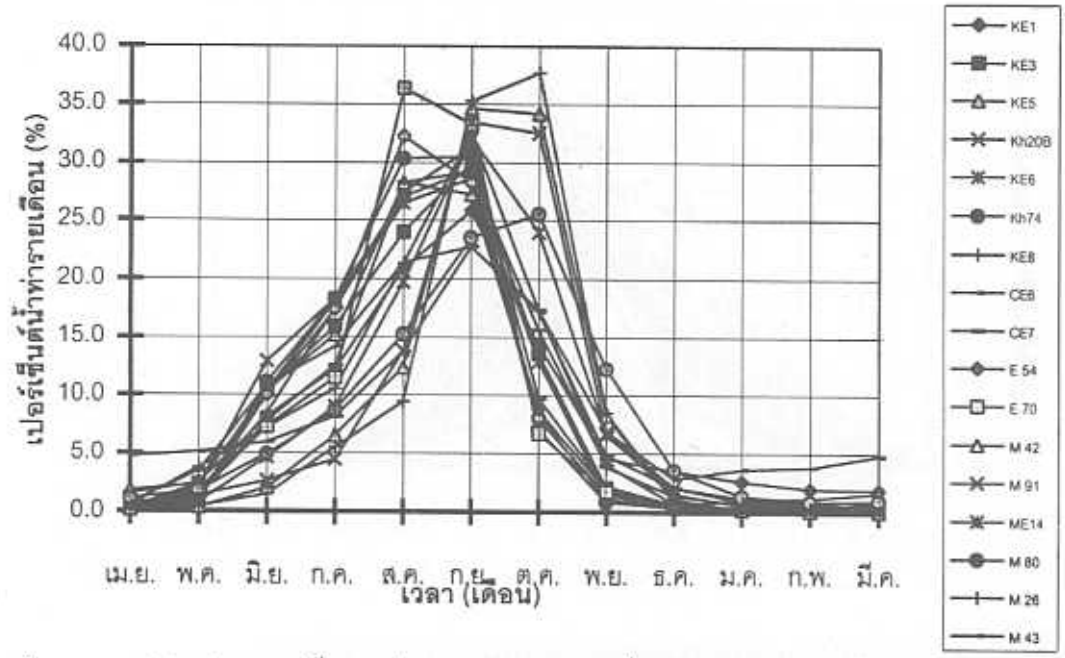
รูปที่ 17 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 7 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มิลลิเมตร



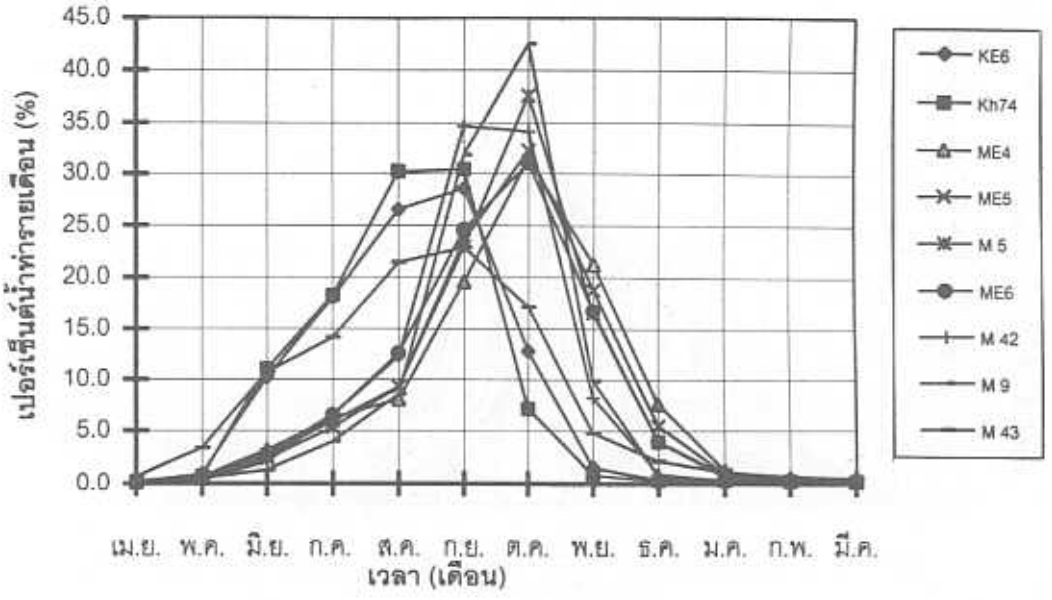
รูปที่ 18 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 8 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มิลลิเมตร



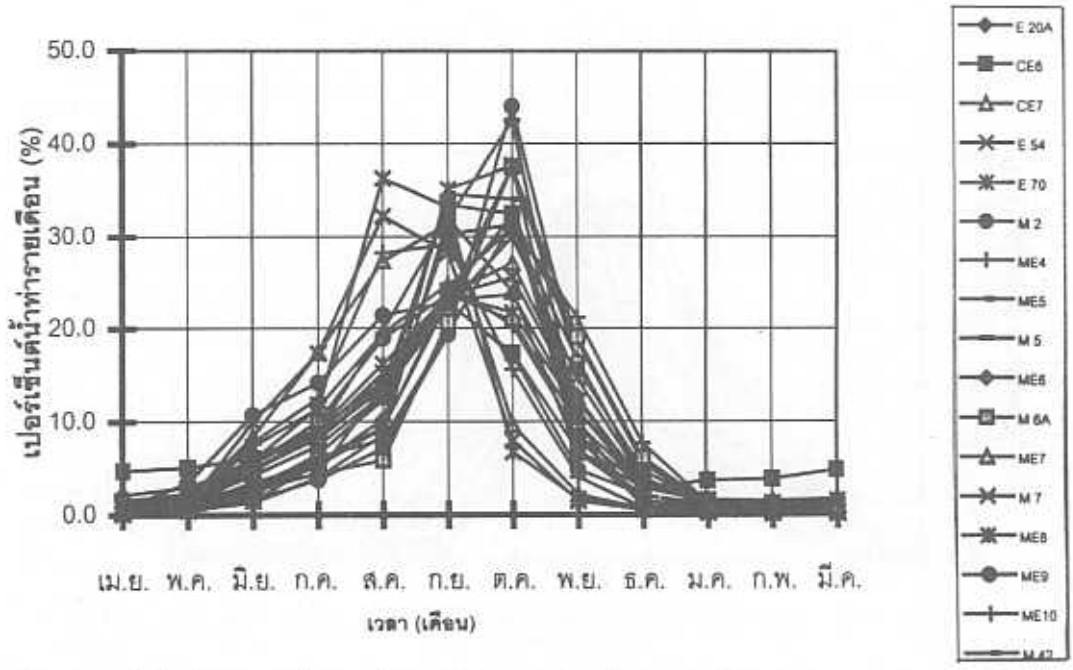
รูปที่ 19 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 5 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร



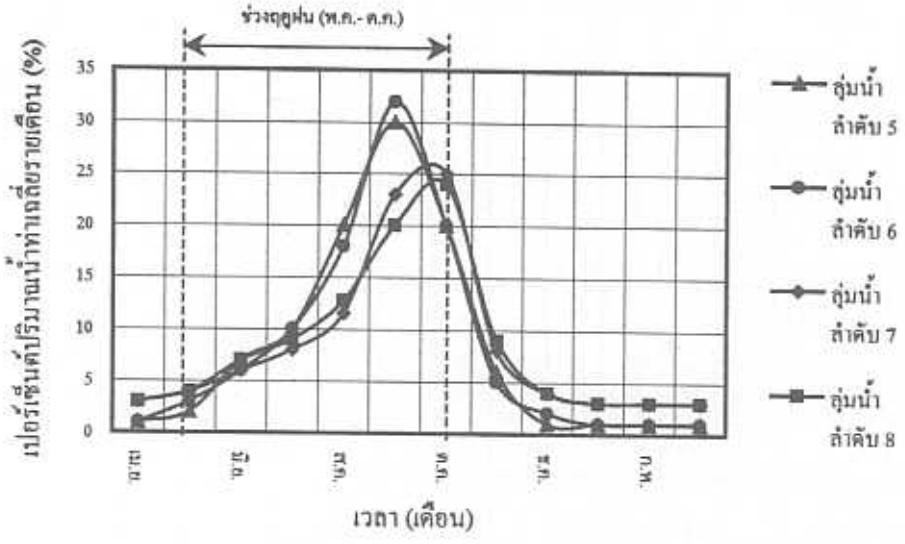
รูปที่ 20 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 6 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร



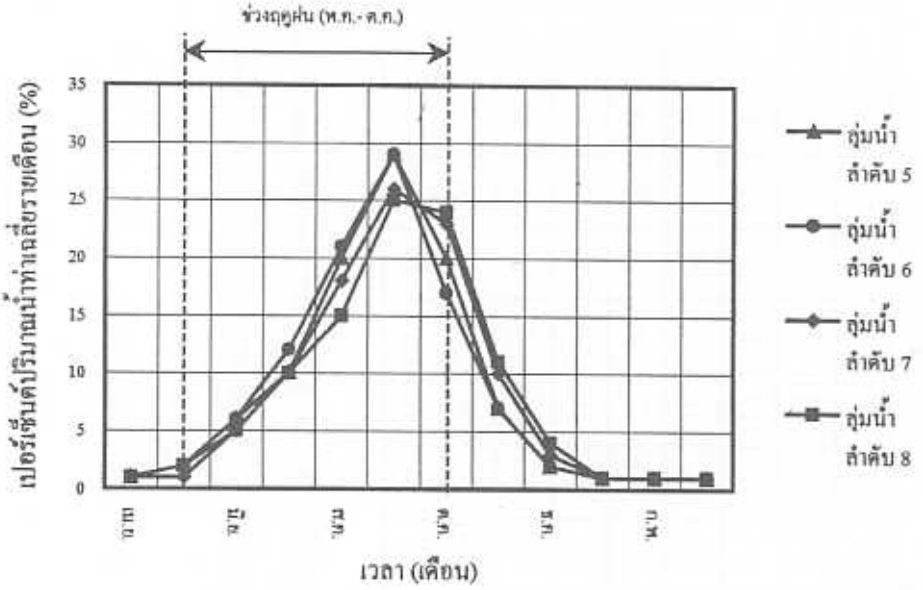
รูปที่ 21 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 7 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร



รูปที่ 22 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ของลุ่มน้ำลำดับ 8 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร



รูปที่ 23 กราฟน้ำท่า (hydrograph) ของลุ่มน้ำแต่ละลำดับในเขตปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มม.



รูปที่ 24 กราฟน้ำท่า (hydrograph) ของลุ่มน้ำแต่ละลำดับในเขตปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มม.

ตารางที่ 11 การกระจายปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำแต่ละลำดับ

ปริมาณน้ำฝน	ลำดับลุ่มน้ำ	น้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (%)												เดือนที่เกิดปริมาณน้ำสูงสุด	น้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย (%)		น้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนนอกฤดูฝน (%)
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		ก.ย.	ต.ค.	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มม.	5	1	2	7	10	20	30	20	6	1	1	1	1	ก.ย.	29.0	-	2
	6	1	3	6	10	18	32	20	5	2	1	1	1	ก.ย.	30.0	-	2
	7	3	4	6	8	10	23	25	8	4	3	3	3	ก.ย.,ต.ค.	31.5	39.0	4
	8	3	4	7	9	11	20	24	9	4	3	3	3	ก.ย.,ต.ค.	34.0	34.0	4
มากกว่า 1,300 มม.	5	1	2	6	10	20	29	20	7	2	1	1	1	ก.ย.,ต.ค.	30.0	34.0	2
	6	1	2	6	12	21	29	17	7	2	1	1	1	ก.ย.,ต.ค.	26.5	28.5	2
	7	1	1	5	10	18	26	23	10	3	1	1	1	ก.ย.,ต.ค.	27.5	36.0	3
	8	1	2	5	10	15	25	24	11	4	1	1	1	ก.ย.,ต.ค.	29.0	30.5	3

หมายเหตุ *: เปอร์เซ็นต์น้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน หมายถึง ปริมาณน้ำท่าในแต่ละเดือนเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี*

เปอร์เซ็นต์น้ำท่าสูงสุดเฉลี่ย หมายถึง ค่าเฉลี่ยของน้ำท่าสูงสุดรายเดือนเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี

6. บทสรุป

ระบบข้อมูลทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (GIS) ของลุ่มน้ำมีความสำคัญต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ยุติธรรม เป็นประโยชน์ต่อประชาชนส่วนใหญ่ และมีความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากข้อมูลลุ่มน้ำทำให้ทราบถึงสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และปริมาณน้ำตามธรรมชาติในลุ่มน้ำ นอกจากนี้ GIS ของลุ่มน้ำยังสามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงสภาพต่างๆ ในลุ่มน้ำเพื่อการจัดการลุ่มน้ำ เช่น ที่ตั้งชุมชน ความต้องการน้ำของชุมชน ปัญหาและการพัฒนาที่ผ่านมา เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ระบบข้อมูลลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จัดทำขึ้นจึงควรได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลและวิเคราะห์ใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง

น้ำท่าจากลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะไหลส่วนมากในช่วง 6 เดือนของฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) ในปริมาณกว่า 80-92% ของน้ำท่าทั้งปี ทำให้เหลือน้ำท่าไหลในช่วงฤดูแล้งประมาณ 1-3% ของน้ำท่าทั้งปีในแต่ละเดือนของฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.) น้ำท่ารายเดือนสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนกันยายนหรือตุลาคมในปริมาณ 28-33% ของน้ำท่าทั้งปี ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของลุ่มน้ำ

การประมาณค่าปริมาณน้ำท่าและอัตราการไหลท่วมของน้ำท่าจากลุ่มน้ำสามารถคำนวณได้จากสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพของลุ่มน้ำและข้อมูลปริมาณฝน ซึ่งยังต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Prakob Wirojanagud and others, 1990, **Tools of small water resources implementation and management in rural Thailand**, International Symposium on Development of Small Scale Water Resources in Rural Areas, 21-25 May 1990, Khon Kaen, Thailand, p.107-114.

2. ประกอบ วิโรจนกูฎ และ ธิดารัตน์ ติยะจามร 2540 **สภาวะการณ์เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำของประเทศไทย** วิศวกรรมสาร ม.ข. ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 หน้า 1-20.

3. Makkaveyev, N.J., 1955, **The stream channel and erosion in its basin**, Tzd. Akad. Nauk, Moscow. (in Russian)

4. Schumm, S.A., 1956, **Evolution of drainage systems and slopes in Badlands in Perth Amboy, New Jersey**, Bulletin of the Geophysical Society of America 67, p.597-646.

5. Hack, J.T., 1957, **Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland**, U.S. Geol Surv. Professional Paper 294-B.

6. Sokolov, A.A., 1962, **Interrelations between the morphological features of basins and river network**, Meteorol., Gidrol., 2. (in Russian)

7. Wisler, C.O., and E.F. Brater, 1959, **Hydrology**, John Wiley and Sons Inc., New York.

8. Quimpo, R.G., 1962, **Geographic and seasonal variation of specific yield in Northern Thaialnd**, Master's Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

9. Sangthongluan, Y., 1966, **Topographic parameters in evaluating runoff**, Master's Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

10. Engineering Consultants Inc., 1971, **Reconnaisance Report for Bang Pakong River Basin**, Bangkok.

11. Subin Pinkayan and V.A. Sahagun, 1973, **Hydrologic Study of the Thung Ma Hiu Project**, National Energy Administration, Thailand.

12. ธนา สุวัฑฒน 2529 **ลักษณะน้ำท่าของแม่น้ำในประเทศไทย** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

13. ประกอบ วิโรจนกูฏ 2533 **ระบบเครือข่ายลำน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** โครงการพัฒนาลุ่มน้ำขนาดเล็กไทย-นิวซีแลนด์ สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

14. ประกอบ วิโรจนกูฏ และ ชูชัย สินไชย 2539 **การหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากลักษณะเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำ** วิศวกรรมสาร ม.ข. ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 หน้า 133-147.

ภาคผนวก ก. ข้อมูลเบื้องต้น

ก.1 รายละเอียดของสถานีวัดน้ำท่าและน้ำฝน

ตารางที่ ก.1 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับ	รหัสสถานี	แม่น้ำ	ที่ตั้ง	ตำแหน่ง		พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ช่วงปีข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย ล้าน ลบ.ม.
				lat	long			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
1	KE1	Nam mong	Ban Kruat	17-49-06	102-26-48	2,370	1981-1995	11.7	18.3	61.1	91.6	157.2	194.5	107.6	34.5	26.0	20.2	15.0	14.3	751.9
2	KE2	Huai Luang	Ban Mo Maha Ton	17-15-54	102-35-47	418	1984-1995	0.5	1.2	5.0	9.1	15.4	28.0	13.7	2.3	0.6	0.9	0.6	0.4	77.7
3	KE3	Huai Luang	Ban Tha Tum	17-28-54	102-48-30	1,220	1982-1995	0.6	4.5	19.7	30.1	45.7	57.0	25.7	3.9	0.9	0.7	0.5	0.6	190.0
4	Kh53	Huai Luang	Nong Wua So, Udon Thani	17-15-53	102-35-48	436	1970-1986	1.5	2.9	9.2	11.8	21.3	32.0	13.9	2.6	0.9	0.9	0.9	0.9	98.8
5	KE4	Huai Bang I	Near Ban Kham Soi	16-23-42	104-23-42	702	1963-1979	1.5	8.7	28.1	46.8	86.3	105.1	31.5	6.6	3.0	1.8	1.4	1.0	321.8
6	KE5	Huai Nam Oun	Ban Phok Yai	17-19-06	103-59-12	2,140	1981-1995	13.5	18.0	78.3	114.7	213.9	206.2	66.1	14.3	4.6	7.6	8.7	12.4	758.4
7	Kh20B	Nam Oun	Ban Nong Bua, Sakon Nakhon	17-18-08	103-45-27	1,117	1962-1971	0.8	8.5	50.1	71.0	105.4	114.1	32.3	4.3	1.5	0.7	0.4	0.5	389.6
8	KE6	Nam Songkhram	Ban Tha Kok Daeng	17-51-42	103-46-48	4,650	1964-1995	6.6	38.8	484.3	772.6	1114.1	1140.3	502.7	61.1	17.3	10.3	8.2	7.9	4,164.2
9	Kh74	Songkhram River	Ban Tha Huai Lua, Sakon Nakhon	17-49-05	103-23-28	2,145	1984-1995	2.1	8.3	125.2	205.9	341.8	343.8	80.8	9.8	3.9	3.0	2.0	2.0	1,128.6
10	KE7	Nam Loei	Ban Loei Wang Sai	17-03-06	101-31-12	235	1976-1995	0.8	5.3	17.0	32.3	61.5	60.7	31.2	6.8	11.9	1.6	1.0	0.8	230.9
11	KE8	Nam Loei	Wang Sa phung	17-17-54	101-46-48	1,240	1967-1995	2.6	20.5	35.7	51.6	101.6	154.6	87.1	18.7	6.7	3.7	2.0	2.0	486.8
12	Kh43	Loei River	Wat Ku Kam, Loei	17-14-15	101-41-31	991	1967-1993	3.2	17.9	35.5	49.5	93.3	129.9	89.8	17.8	6.0	3.4	1.9	1.9	449.9
13	Kh43A	Loei River	near Ban Sai Khao, Loei	17-13-30	101-41-26	790	1969-1984	2.2	12.7	28.3	44.8	81.6	116.5	64.1	12.5	4.5	2.5	1.6	1.8	373.1
14	KE9	Nam Man	Dan sai	17-17-06	101-09-06	401	1967-1995	1.8	7.6	14.0	19.4	40.0	43.6	28.8	9.5	10.1	2.1	1.2	1.3	179.4
15	Kh57	Huai Nam Man	Ban Pong Bia, Loei	17-30-13	101-37-35	79	1977-1986	0.9	2.4	3.7	3.7	2.8	5.3	3.4	1.1	0.7	0.6	0.4	0.4	25.5
16	CE1	Nam Chi	Ban Chod	16-06-00	102-34-36	10,200	1975-1995	3.5	26.7	62.6	90.4	147.0	371.0	648.7	244.7	41.0	13.3	5.3	3.6	1,657.8
17	CE2	Nam Chi	Ban Kok	16-21-00	102-57-48	28,500	1966-1995	114.1	161.8	234.3	283.3	379.7	686.3	940.3	397.4	125.1	82.4	76.4	91.2	3,572.4
18	CE3	Nam Chi	Ban Khui Kho	16-13-00	103-42-48	39,200	1975-1995	175.9	220.6	335.6	437.3	680.6	1103.6	1286.6	648.3	186.1	122.3	124.9	156.4	5,478.3
19	CE4	Nam Chi	Ban Bung Khla	16-11-36	103-45-06	39,700	1977-1995	168.9	210.6	353.0	528.3	769.6	1236.9	1377.8	631.2	167.4	125.8	122.1	152.9	5,844.5
20	CE5	Nam Chi	Yasothon	15-46-54	104-08-30	43,100	1962-1995	160.8	235.6	434.9	727.2	1117.3	1710.0	1752.1	865.5	206.6	122.9	111.3	138.2	7,582.3
21	E 1	Chi River	Kosum Phisai, Maha Sarakham	16-15-02	103-04-25	29,788	1956-1995	84.5	134.9	204.5	262.8	356.6	780.2	1216.8	468.1	107.8	65.3	58.5	70.6	3,810.8
22	E 2	Chi River	Wat Si Thammaram, Yasothon	15-47.1	104-08.6	47,391	1952-1981	84.6	142.3	400.5	690.2	962.8	1725.1	1979.8	856.5	158.8	73.5	62.5	70.3	7,206.9
23	E 5	Chi River	Kosum Phisai, Maha Sarakham	15-46-07	101-49-03	4,254	1958-1995	6.8	37.2	47.0	68.9	133.8	324.4	248.6	53.6	16.1	8.6	5.2	5.1	955.5

ตารางที่ ก.1 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสสถานี	แม่น้ำ	ที่ตั้ง	ตำแหน่ง		พื้นที่รับน้ำฝน	ช่วงปีข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย
				lat	long	(ตร.กม.)		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ล้าน ลบ.ม.
24	E 8A	Chi River	Ban Tha Khon Yang, Maha Sarakham	16-13-51	103-16-29	30,764	1955-1995	86.7	142.0	243.6	290.2	385.4	784.3	1132.1	507.6	116.9	70.0	61.3	73.0	3,893.0
25	E 9	Chi River	Ban Tha Nang Luan,Khon Kaen	16-05-49	102-34-23	11,020	1967-1995	5.5	23.5	59.5	86.0	124.4	366.5	668.9	242.8	36.9	12.9	6.0	4.8	1,637.6
26	E 16A	Chi River	Ban Tha Phra, Khon Kaen	16-21-14	102-45-09	13,171	1958-1995	6.2	30.0	64.8	86.1	137.5	437.9	826.0	247.3	40.9	17.6	8.7	6.0	1,909.3
27	E 18	Chi River	Ban Tha Krai, Roi-Et	16-01-59	103-54-38	41,594	1954-1995	146.2	202.2	360.9	493.1	714.2	1319.0	1581.1	739.2	189.0	126.1	113.1	132.1	6,116.0
28	E 20A	Chi River	Maha Chana Chai, Yasothon	15-31-59	104-15-24	47,848	1974-1995	181.2	251.2	462.8	763.9	1207.8	1940.7	1984.6	936.5	241.5	136.5	126.0	147.6	8,380.3
29	E 21	Chi River	Ban Kaeng Ko, Chaiyaphum	15-45-07	102-15-24	8,912	1968-1995	5.6	28.5	52.5	76.6	119.7	339.1	424.4	117.3	25.1	11.6	5.2	4.3	1,209.9
30	E 32A	Chi River	Ban Nong O, Chaiyaphum	15-54-40	101-49-03	2,905	1967-1995	5.9	27.3	44.3	59.1	110.2	246.9	168.8	38.5	14.2	8.4	5.0	4.6	733.1
31	CE6	Lam Pao	Kamalasai	16-20-18	103-34-48	5,680	1975-1995	73.2	78.3	93.5	125.5	210.7	351.3	268.0	106.4	44.0	56.4	59.3	74.0	1,540.7
32	E 65	Lam Pao	Ban Tha Hin, Udon Thani	16-56-54	103-10-16	1,949	1983-1995	1.0	6.3	29.8	54.2	120.6	170.4	85.7	23.0	6.3	2.0	0.7	0.2	500.2
33	CE7	Nam Yang	Ban Na Thom	16-03-30	104-02-18	3,240	1979-1995	3.3	15.7	81.3	169.1	265.4	304.1	93.5	21.6	6.2	3.7	2.8	3.3	970.0
34	E 54	Nam Yang	Ban Kaeng Yao, Kalasin	16-26-29	104-02-07	1,511	1969-1995	1.5	7.2	59.9	104.4	194.4	170.0	48.2	8.8	3.0	2.0	1.4	1.5	602.3
35	E 70	Lam Nam Yang	Ban Kut Kwang, Roe-Et	16-17-15	104-00-33	3,168	1984-1995	2.6	13.6	72.6	113.1	359.8	328.5	66.7	17.1	5.9	3.6	2.5	3.0	989.4
36	CE9	Nam Pong	Ban Chom Thong	16-53-26	102-17-13	2,570	1985-1995	4.6	29.6	28.3	31.8	79.8	186.3	190.7	23.0	7.4	4.0	2.2	2.6	590.2
37	E 17	Lam Nam Phong	Ban Tha Hin, Khon Kaen	16-26-20	102-56-52	14,426	1965-1991	91.9	127.9	137.7	153.7	195.9	273.9	304.3	158.9	68.4	52.5	59.2	64.3	1,688.6
38	E 22A	Nam Phong	Ban Nong Wai, Khon Kaen	16-43-29	102-48-21	13,183	1966-1995	87.2	121.3	129.3	134.2	156.2	200.7	181.1	125.4	70.4	54.6	53.1	63.9	1,377.4
39	ME1	Nam Mun	Ban Som	15-01-96	102-17-12	7,850	1979-1994	11.2	19.1	22.1	23.8	48.2	102.2	223.4	112.8	30.1	10.7	8.8	12.1	624.6
40	ME2	Nam Mun	Ban Bung Bao	15-26-00	103-00-54	23,200	1979-1995	17.0	19.3	65.2	92.4	131.8	376.7	597.1	412.5	146.4	42.3	23.9	20.0	1,944.6
41	M 2	Mun River	Ban Tha Kut Khon, Nakhon Ratchasima	15-00-03	105-15-57	4,800	1950-1995	2.5	6.6	9.0	20.7	39.4	106.0	241.6	86.6	26.3	4.7	2.2	2.5	548.0
42	ME3	Nam Mun	Satuk	15-18-12	103-17-24	26,800	1979-1995	5.1	13.5	55.3	100.4	125.1	375.4	671.1	409.0	123.5	20.3	8.3	6.4	1,913.3
43	ME4	Nam Mun	Chumphon Buri	15-20-00	103-23-00	28,400	1979-1995	2.0	10.4	48.7	96.3	125.8	303.6	487.8	329.4	119.4	19.0	5.9	3.6	1,551.9
44	ME5	Nam Mun	Tha Tum	15-19-36	103-41-00	34,400	1979-1995	3.7	12.8	80.9	177.7	278.3	705.6	967.5	560.7	166.3	26.5	9.3	5.5	2,994.7
45	M 5	Mun River	Rasi Salai, Si Sa Ket	15-20-16	103-09-29	44,275	1955-1995	7.1	33.0	144.9	325.6	570.7	1401.2	2302.8	1007.1	243.5	51.8	17.4	9.2	6,114.4
46	ME6	Nam Mun	Rasi Salai	15-20-06	104-09-42	44,600	1979-1995	5.9	25.5	148.4	347.7	670.2	1309.9	1650.7	886.9	213.1	40.5	14.0	8.4	5,321.2
47	M 6A	Mun River	Satuk, Buri Ram	15-17-44	103-17-51	28,275	1964-1995	6.0	19.9	61.7	95.5	126.6	446.0	809.5	410.4	132.4	25.6	10.8	7.9	2,152.3

ตารางที่ ก.1 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสสถานี	แม่น้ำ	ที่ตั้ง	ตำแหน่ง		พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ช่วงปีข้อมูล	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย ล้าน ลบ.ม.
				lat	long			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
48	ME7	Nam Mun	Ubon	15-13-18	104-51-42	104,000	1962-1995	202.4	358.4	929.7	1590.9	2720.2	4571.0	5214.1	2432.8	634.1	231.8	167.0	188.0	19,240.5
49	M 7	Mun River	Seri Prachathipatai Bridge, Ubon Ratchathani	15-13-17	104-51-39	106,673	1950-1996	148.6	288.6	817.5	1444.0	2517.0	4356.3	5832.2	2850.1	724.2	194.4	124.3	137.0	19,434.1
50	ME8	Nam Mun	Kaeng Saphu (dowstream)	15-14-24	105-14-54	116,000	1979-1995	380.7	562.7	1477.3	2242.5	3936.3	5751.2	5291.6	2715.2	875.0	396.8	312.3	362.9	24,304.5
51	ME9	Nam Mun	Ban Hua Heo	15-17-12	105-28-12	117,000	1969-1992	418.4	629.8	1493.6	2774.4	5227.9	6535.4	5761.1	2696.8	864.2	441.2	340.9	377.0	27,560.8
52	ME10	Nam Mun	Pak Mun	15-18-30	105-29-42	117,000	1965-1995	212.8	477.2	1361.1	2675.8	4528.9	5770.0	4727.4	2002.8	679.7	345.5	224.3	211.5	23,217.0
53	M 49	Mun River	Ban Chorakhe Hin, Nakhon Ratchasima	14-30-32	102-09-50	474	1965-1981	0.9	1.7	3.2	9.2	14.7	29.4	28.1	8.3	2.4	1.4	1.1	1.0	101.4
54	ME11	Lam Sieo Yai	Ban Ku Phra Ko Na	15-34-12	103-49-24	3,230	1981-1995	1.9	4.4	17.1	44.9	104.0	126.0	122.8	43.4	16.8	11.3	5.8	3.8	502.1
55	ME12	Huai Thab Than	Ban Huai Thab Than	15-02-48	104-01-24	2,030	1979-1995	0.8	3.1	15.5	45.0	85.5	192.1	180.5	47.7	6.3	0.9	0.6	0.8	578.6
56	M 42	Huai Thap Than	Ban Huai Thop than, Si Sa Ket	15-02-42	104-01-29	794	1972-1995	0.9	2.3	12.0	39.0	73.2	205.7	202.6	49.6	5.2	1.6	1.0	0.7	593.7
57	M 101	Huai Thap Than	Ban Yaeng, Surin	14-37-42	103-42-12	390	1980-1995	0.2	0.3	2.9	8.1	19.8	47.9	43.7	12.8	2.6	1.0	0.4	0.6	140.4
58	M 9	Huai Samran	Si Sa Ket, Si Sa Ket	15-07-00	104-19-20	3,026	1954-1995	1.5	3.4	9.5	28.2	60.6	224.3	298.9	69.9	5.0	1.0	0.4	0.3	703.1
59	ME13	Huai Sam ran	Ban Bantha Rua	15-07-42	104-20-12	2,890	1979-1995	2.1	2.4	8.4	13.1	24.7	72.9	75.5	30.7	5.1	2.3	1.8	1.9	240.9
60	M 91	Huai Samran	Ban Tamuan, Si So Ket	14-29-48	104-03-29	128	1977-1995	0.4	0.7	1.3	2.2	6.7	16.2	15.7	3.3	1.0	0.4	0.2	0.4	48.4
61	ME14	Lam Dom Yai	Ban Fang Phe	14-46-24	104-40-06	912	1968-1995	3.2	5.8	31.8	61.2	135.3	219.6	164.2	45.8	10.8	3.8	1.9	1.4	684.7
62	M 80	Lam Dom Yai	Bet Udom, Ubon Ratchathani	14-53-53	105-05-08	3,363	1965-1995	56.1	97.1	252.6	447.1	787.0	1196.8	1268.8	606.2	179.1	68.8	48.4	51.8	5,059.8
63	M 50	Lam Sae	Khon Buri, Nakhon Ratchasima	14-31.1	102-14.7	875	1965-1981	10.1	10.6	15.9	32.5	37.3	52.9	53.1	24.0	17.5	14.7	11.1	11.6	291.5
64	M 81A	Lam Sae	Ban Map Krat, Nakhon Ratchasima	14-22-22	102-15-40	433	1970-1983	0.5	1.7	10.9	25.1	33.9	47.5	46.1	12.5	3.2	1.2	0.7	0.5	183.7
65	M 26	Lam Chi	Ban Yang Loeng, Roi-Et	14-54-03	103-24-21	2,927	1954-1995	0.4	2.3	7.3	28.0	47.2	175.9	188.6	42.6	5.5	0.9	0.5	0.4	499.7
66	M 38C	Lam Takhong	Ban Khlong Phai, Nakhon Ratchasima	14-52-06	101-33-53	665	1970-1995	5.4	8.6	14.2	18.1	24.7	41.6	46.5	15.0	8.7	6.3	4.8	4.9	198.7
67	M 89	Lam Takhong	Pak Chong, Nakhon Ratchasima	14-41-46	101-25-07	1,292	1963-1994	7.7	11.8	16.0	24.5	25.1	22.1	23.7	15.1	6.0	6.3	8.5	7.6	174.7
68	M 43	Lam Takhong	Ban Mu Si, Nakhon Ratchasima	14-31-40	101-24-09	235	1965-1988	0.9	4.0	12.7	16.7	25.3	26.9	20.2	5.7	2.5	1.4	0.8	0.6	117.9
69	M 69	Lam Se Bok	Ban Tha Bo Baeng, Ubon Ratchathani	15-30-11	104-58-01	132	1971-1995	1.7	17.6	97.4	156.6	353.0	365.1	195.3	50.6	9.5	1.6	0.7	1.0	1,250.1

ตารางที่ ก.2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและรายปีของสถานีวัดน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ปีเก็บข้อมูล 1985-1995)

ลำดับ	รหัสสถานี	ที่ตั้ง	ตำแหน่ง		ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)												ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย
			E	N	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	มม.
1	2012	A.Muang, Buri Ram	296500	1658200	72.9	170.7	155.8	163.0	194.0	263.8	137.8	26.7	2.0	0.3	12.2	35.5	1234.6
2	2092	A.Lahan Sai, Buri Ram	269300	1594100	67.2	114.2	128.1	134.7	148.9	221.7	147.0	22.1	4.1	0.1	11.7	32.3	1032.3
3	2212	A.Nong Ki, Buri Ram	236600	1624700	72.4	154.3	110.4	136.0	176.3	214.5	172.2	24.4	3.1	0.5	21.5	47.4	1133.0
4	5042	A.Bamnet Narong, Chaiyaphum	134800	1711000	64.1	143.2	77.9	100.3	119.7	171.4	81.9	6.7	2.6	5.0	5.7	39.9	818.5
5	5262	A.Nong Bua Daeng, Chaiyaphum	156500	1779900	56.8	163.8	86.1	101.2	212.5	188.4	135.3	3.2	7.9	1.0	8.3	35.4	999.8
6	5284	Chulabhorn Dam, A.Khon San, Chaiyaphum	139100	1840600	138.4	283.4	118.8	125.5	218.4	269.7	263.6	24.3	14.5	5.1	8.4	63.4	1533.5
7	5392	A.Nong Bua Ra-Heo, Chaiyaphum	132100	1755400	44.4	127.2	191.5	105.4	150.3	194.9	96.3	2.8	0.7	5.9	8.4	55.6	983.4
8	11012	A.Muang, Kalasin	341000	1817050	49.0	150.8	220.3	156.0	251.6	218.5	94.2	3.6	5.4	1.2	27.1	46.4	1224.1
9	14013	A.Muang, Khon Kaen	369200	1817500	56.1	174.5	159.4	161.6	202.7	214.2	124.9	6.3	7.7	1.4	20.6	51.1	1180.3
10	14472	A.Waeng Yai, Khon Kaen	238900	1765300	37.6	141.0	106.9	114.6	119.6	184.3	92.9	10.4	1.0	0.0	5.4	28.5	842.2
11	18013	A.Muang, Loei	153100	1935800	98.8	233.9	152.2	158.7	182.7	204.4	114.0	6.5	9.7	4.2	10.9	48.0	1224.0
12	18022	A.Tha Li, Loei	122000	1949900	84.4	180.8	133.0	117.6	156.4	213.9	120.7	9.0	7.3	7.3	12.5	66.5	1109.3
13	18032	A.Dan Sai, Loei	94400	1900500	79.2	181.2	120.8	108.7	180.0	159.2	90.5	11.3	8.1	8.2	17.1	44.7	1008.9
14	18052	A.Chiang Khan, Loei	148000	1981600	67.3	194.1	167.7	159.4	202.5	177.1	95.5	12.3	4.4	7.8	13.9	52.0	1154.0
15	18212	A.Na Haeo, Loei	76800	1930400	92.1	224.7	132.2	133.6	186.8	155.5	96.7	17.1	9.4	5.3	10.2	55.9	1119.5
16	21022	A.Borabu, Maha Sarakham	299200	1773800	53.5	191.7	173.5	156.1	213.4	192.4	88.2	5.9	1.8	0.0	8.1	36.6	1121.3
17	21063	A.Phayakkhaphum Phisai, Maha Sarakham	306600	1716000	70.9	181.6	162.5	138.4	194.6	224.8	85.4	9.6	0.3	2.2	18.0	26.3	1114.5
18	24013	A.Muang, Nakhon Phanom	476900	1924700	69.7	275.8	441.1	486.1	589.4	251.2	88.3	7.3	9.6	3.6	34.5	64.0	2320.6
19	24082	A.Ban Phaeng, Nakhon Phanom	417200	1986500	91.8	300.6	461.7	503.2	594.9	306.4	51.1	6.9	3.9	5.2	22.3	46.8	2394.7
20	25013	A.Muang, Nakhon Ratchasima	188500	1656900	58.4	159.7	93.7	115.2	146.4	230.2	158.3	13.5	2.8	5.0	8.9	29.6	1021.7
21	25072	A.Sikhiu, Nakhon Ratchasima	147300	1648700	53.0	149.3	81.9	83.8	88.0	190.3	178.3	15.2	3.0	4.6	1.8	24.1	873.3
22	25102	A.Pak Thong Chai, Nakhon Ratchasima	179700	1629200	80.8	137.2	86.1	114.3	104.8	195.4	160.4	14.1	4.1	2.1	14.8	18.2	932.2
23	25112	A.Khon Buri, Nakhon Ratchasima	203000	1607000	79.2	109.5	91.0	69.5	124.0	171.6	126.6	18.4	6.2	0.6	19.1	46.9	862.6
24	25162	A.Khong, Nakhon Ratchasima	213700	1708800	61.5	180.2	157.2	127.0	158.9	275.9	171.8	10.8	1.4	2.0	13.2	47.1	1207.1
25	25182	A.Pra Thai, Nakhon Ratchasima	256050	1718050	56.5	164.3	149.7	142.3	144.6	185.0	84.2	7.2	1.5	2.1	21.9	45.2	1004.5
26	25612	Agriculture Office, //a.Pak Chong, Nakhon Ratchasima	116800	1617600	58.4	132.3	66.0	88.2	106.7	187.7	183.3	13.2	2.8	13.4	14.1	60.3	926.3
27	30013	A.Muang, Nong Khai	260800	1977900	61.6	219.0	271.3	233.8	309.1	216.9	71.3	8.6	7.7	6.3	18.2	42.1	1465.9
28	30022	A.Phon Phisai, Nong Khai	190900	1994900	74.0	260.3	418.2	331.3	427.0	290.0	97.6	13.6	4.2	9.4	24.8	39.0	1989.4
29	30042	A.Bung Kan, Nong Khai	358300	2031000	84.4	338.7	586.1	599.2	607.0	289.6	91.2	7.1	7.2	2.9	12.0	23.9	2649.3
30	30232	A.Sang Khom, Nong Khai	211900	1999100	52.9	201.8	207.8	212.0	262.8	235.6	61.2	2.0	2.2	2.4	11.1	20.1	1272.0

ตารางที่ ก.2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและรายปีของสถานีวัดน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ปีเก็บข้อมูล 1985-1995) (ต่อ)

ลำดับ	รหัสสถานี	ที่ตั้ง	ตำแหน่ง		ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)												ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย
			E	N	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	มม.
31	49013	A.Muang, Roi Et	356500	1774800	56.9	164.6	222.2	181.7	246.6	237.8	85.6	7.0	2.2	4.3	15.3	39.4	1263.4
32	50262	A.Phang Khon, Sakon Nakhon	364000	1921200	30.5	174.2	205.2	229.0	330.1	142.5	60.2	0.6	2.8	0.0	9.6	32.6	1217.3
33	50342	A.Tao Ngoi, Sakon Nakhon	413200	1879200	55.9	221.8	215.6	221.1	324.4	186.8	50.5	2.4	9.6	2.6	26.7	44.2	1361.4
34	50382	A.Kham Ta Kla, Sakon Nakhon	368300	1974000	28.3	200.0	264.4	277.0	439.2	208.7	42.0	0.0	3.5	0.0	19.2	19.8	1502.1
35	57013	A.Muang, Si Sa Ket	427600	1671500	83.8	217.5	209.4	191.6	242.8	260.5	124.2	25.3	1.4	2.7	12.3	34.3	1406.0
36	57052	A.Rasi Salai, Si Sa Ket	409600	1695800	64.6	194.8	198.9	181.6	241.1	262.0	79.5	20.1	1.1	1.3	7.3	27.4	1279.8
37	57063	A.Kantharalak, Si Sa Ket	462800	1618300	87.9	195.9	222.1	227.5	292.3	259.5	185.7	36.6	4.2	0.9	10.4	52.0	1574.9
38	62062	A.Prasat, Surin	328600	1618900	68.0	143.7	187.7	196.8	226.1	259.7	154.9	10.6	2.8	4.1	13.0	44.1	1311.5
39	62112	A.Samrong Thap, Surin	386100	1660800	36.2	196.2	144.0	160.3	190.0	189.6	94.7	17.5	1.3	2.1	10.2	41.9	1083.9
40	67013	A.Muang, Ubon Ratchathani	485100	1683300	68.2	220.7	236.4	221.1	296.7	286.3	118.3	16.5	1.1	2.2	13.3	23.6	1504.6
41	67022	A.Phibun Mangsahan, Ubon Ratchathani	414000	1626500	74.7	223.3	322.7	281.9	351.2	263.8	130.2	12.8	0.4	0.9	5.4	40.2	1707.5
42	67052	A.Khemarat, Ubon Ratchathani	524800	1773300	48.2	229.1	336.0	324.4	377.4	215.2	88.7	7.2	5.5	1.9	10.7	31.3	1675.5
43	67142	A.Buntharik, Ubon Ratchathani	460600	1753100	82.4	261.7	295.1	317.6	366.8	311.7	130.2	38.2	3.5	5.5	1.4	38.7	1852.7
44	67192	A.Khong Chiam, Ubon Ratchathani	553600	1693000	81.5	224.0	332.0	391.5	491.4	280.4	104.5	24.0	2.6	2.0	3.0	26.1	1963.0
45	67382	A.Nam Yun, Ubon Ratchathani	498200	1600400	69.2	202.8	143.7	200.9	209.7	309.2	147.4	37.8	6.3	2.3	3.2	47.6	1379.9
46	68013	A.Muang, Udon Thani	265600	1925500	56.1	206.1	239.9	200.2	290.6	221.1	81.5	4.5	6.2	5.7	27.6	59.3	1398.9
47	68392	A.Si That, Udon Thani	310400	1877100	46.9	151.1	188.5	166.9	238.0	170.3	63.2	1.9	6.1	1.9	6.7	27.2	1068.6
48	72012	A.Muang, Yasothon	408300	1746200	56.0	191.1	218.9	184.7	242.2	215.4	108.5	6.7	1.9	3.7	13.0	23.6	1265.6
49	75042	A.Suwan Khuha, Nong Bua Lamphu	213500	1944250	62.5	203.8	213.6	191.4	258.3	217.8	83.9	6.5	5.4	3.6	27.2	64.8	1338.8
50	75052	A.Non Sang, Nong Bua Lamphu	241800	1866000	65.0	135.9	151.2	155.1	191.7	202.5	86.6	6.2	9.7	1.8	22.0	34.0	1061.7
51	76012	A.Muang, Amnat Charoen	544500	1631250	59.2	224.5	246.3	216.1	324.9	240.6	91.3	6.5	1.3	6.2	14.6	28.1	1459.6

ตารางที่ ก.3 อัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปีจากสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ช่วงปี ข้อมูล	Daily Mean (CMS)													
	รหัสสถานี													
	KE1	KE2	KE5	KE6	KE8	KE3	KE9	KE4	KH43	KH43A	KH53	KH57	KH74	KH79
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	1070	-	-	-	1090	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	330	-	-	-	180	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	421	-	-	-	146	-	-	-	-	-	-
1966	-	-	-	582	-	-	-	115	-	-	-	-	-	-
1967	-	-	-	398	135	-	29	101	-	-	-	-	-	-
1968	-	-	-	380	171	-	21	142	-	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	425	272	-	45	189	-	-	-	-	-	-
1970	-	-	-	644	294	-	72	164	-	-	65	-	-	-
1971	-	-	-	413	282	-	33	191	-	-	53	-	-	-
1972	-	-	-	414	88	-	49	160	-	-	22	-	-	-
1973	-	-	-	527	913	-	39	95	-	-	36	-	-	-
1974	-	-	-	670	266	-	53	166	-	-	56	-	-	-
1975	-	-	-	671	138	-	58	232	-	-	64	-	-	-
1976	-	-	-	1190	329	-	43	189	-	-	24	-	-	-
1977	-	-	-	1190	104	-	27	240	-	-	73	-	-	-
1978	-	-	-	1190	1300	-	176	364	805	644	109	51	-	-
1979	-	-	-	1190	422	-	32	261	286	210	43	21	-	-
1980	-	-	-	1190	478	-	1190	0	448	531	58	49	-	-
1981	125	-	124	1190	301	-	64	0	329	282	19	10	-	-
1982	135	-	93	1190	148	67	62	0	147	123	44	25	-	-
1983	150	-	88	1190	173	40	86	0	232	-	42	17	-	-
1984	107	29	108	1190	196	43	43	0	202	184	25	10	330	13
1985	125	46	88	1190	264	38	44	0	326	-	41	9	208	40
1986	80	34	89	609	109	27	42	0	119	-	34	10	227	25
1987	153	42	120	401	230	32	122	0	261	-	-	-	177	47
1988	146	14	113	447	147	34	60	0	497	-	-	-	88	43
1989	159	37	96	486	179	34	27	0	214	-	43	-	189	111
1990	200	50	432	562	1190	45	58	-	407	-	68	-	316	70
1991	64	31	88	474	608	35	138	-	705	-	39	-	154	254
1992	256	36	93	637	192	35	63	-	155	-	-	-	271	60
1993	97	1190	112	672	198	33	22	-	147	-	-	-	195	76
1994	182	40	103	708	322	44	51	-	-	-	-	-	281	37
1995	309	25	139	848	442	49	87	-	-	-	-	-	491	38

ตารางที่ ก.3 อัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปีจากสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

ช่วงปีข้อมูล	Daily Mean$_{max}$ (CMS)													
	รหัสสถานี													
	E1	E16A	E17	E18	E2	E20A	E21	E22A	E32A	E5	E54	E65	E70	E8A
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	1570	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	951	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	836	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	-	-	-	-	1739	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955	-	-	-	-	680	-	-	-	-	-	-	-	-	636
1956	684	-	-	-	1609	-	-	-	-	-	-	-	-	663
1957	1430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1469
1958	1017	520	-	-	1074	-	-	-	-	324	-	-	-	857
1959	1382	29003	-	-	1044	-	-	-	-	334	-	-	-	959
1960	713	253	-	-	845	-	-	-	-	328	-	-	-	684
1961	1038	16002	-	-	1843	-	-	-	-	275	-	-	-	1144
1962	1453	27500	-	-	2116	-	-	-	-	396	-	-	-	1108
1963	1322	24200	-	-	1032	-	-	-	-	382	-	-	-	1052
1964	1354	32003	-	-	1986	-	-	-	-	435	-	-	-	1068
1965	308	174	182	-	767	-	-	-	-	211	-	-	-	-
1966	585	611	227	-	1700	-	-	129	-	333	-	-	-	-
1967	489	-	216	-	818	-	-	116	-	285	-	-	-	-
1968	127	-	80	-	836	-	198	77	178	118	-	-	-	-
1969	1120	-	272	-	912	-	1751	104	775	913	0	-	-	-
1970	583	-	343	-	892	-	148	277	188	198	194	-	-	1406
1971	483	313	288	-	892	-	199	270	203	290	793	-	-	1149
1972	188	-	108	-	682	-	183	87	242	297	305	-	-	186
1973	285	-	115	-	459	-	185	72	209	264	147	-	-	469
1974	150	-	109	515	955	1210	112	130	169	169	1219	-	-	155
1975	517	331	-	866	842	999	253	301	263	292	361	-	-	570
1976	660	479	-	600	723	680	257	324	283	322	142	-	-	1247
1977	517	330	-	4195	1154	1529	247	160	304	319	308	-	-	-
1978	1472	-	-	3631	5376	3947	2694	922	1455	447	165	-	-	907
1979	545	306	-	130	827	953	188	252	386	373	234	-	-	449
1980	1245	1376	-	1952	1609	2320	271	-	-	385	547	-	-	820
1981	292	67	185	605	912	122	67	-	196	197	360	-	-	415
1982	634	493	300	911	-	122	478	147	314	348	343	-	-	660
1983	562	225	271	949	-	1206	186	254	186	226	381	89	-	607
1984	343	216	191	568	-	781	236	199	178	272	319	113	377	342
1985	261	209	123	374	-	792	279	71	222	332	166	65	365	342
1986	211	90	151	576	-	691	92	121	84	100	315	93	340	245
1987	432	311	180	603	-	682	362	147	366	350	358	160	443	213
1988	468	253	329	426	-	658	271	258	192	318	118	83	345	466
1989	414	190	173	535	-	714	126	-	234	264	7	128	559	416
1990	145	311	372	791	-	1171	349	-	397	457	434	156	541	348
1991	847	676	407	943	-	1763	425	-	938	787	513	89	763	593
1992	263	-	-	562	-	1104	195	197	329	389	218	132	475	286
1993	261	-	-	348	-	585	129	39	200	259	118	75	177	243
1994	442	248	-	661	-	1070	338	142	441	483	430	145	487	457
1995	716	751	-	784	-	986	628	257	422	487	280	189	359	725

ตารางที่ ก.3 อัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปีจากสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

ช่วงปีข้อมูล	Daily Mean$_{max}$ (CMS)													
	รหัสสถานี													
	E9	CE1	CE2	CE6	CE3	CE4	CE5	CE7	CE9	M101	M2	M26	M38C	M42
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	432	-	-
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	-
1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	-	-
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104	-	-
1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	232	-	-
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	687	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	1920	-	-	-	-	154	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	948	-	-	-	-	98	115	-
1964	-	-	-	-	-	-	1490	-	-	-	-	56	107	-
1965	-	-	1070	-	-	-	828	-	-	-	-	133	95	-
1966	-	-	633	-	-	-	1370	-	-	-	-	603	77	-
1967	862	-	586	-	-	-	862	-	-	-	-	205	-	-
1968	85	-	142	-	-	-	804	-	-	-	-	200	-	-
1969	1443	-	803	-	-	-	984	-	-	-	-	244	-	-
1970	166	-	635	-	-	-	929	-	-	-	-	61	-	-
1971	620	-	531	-	-	-	934	-	-	-	-	240	14	-
1972	149	-	216	-	-	-	796	-	-	-	234	645		298
1973	310	-	321	-	-	-	516	-	-	-	119	158	17	57
1974	148	-	155	-	-	-	1070	-	-	-	72	25	13	149
1975	412	694	637	538	2740	-	1020	-	-	-	173	62	19	188
1976	525	522	770	93	601	-	836	-	-	-	262	260	13	381
1977	372	296	542	337	639	987	1210	-	-	-	113	107	20	138
1978	2948	1240	1500	437	3850	1670	2380	-	-	-	167	391	25	427
1979	268	232	488	132	595	607	932	461	-	-	76	276	13	380
1980	1236	1550	1020	438	1280	1600	1430	391	-	131	132	205	19	228
1981	73	93	327	319	591	666	1130	1220	-	47	41	65	20	205
1982	1041	568	652	193	808	847	1280	316	-	210	159	1140	16	950
1983	434	218	614	177	833	838	1000	174	-	168	947	791	15	447
1984	376	202	343	121	534	549	670	134	-	161	66	138	20	896
1985	312	203	226	94	318	345	794	215	184	71	95	162	19	217
1986	89	83	195	206	493	440	712	118	135	36	253	177	20	149
1987	857	229	446	222	581	620	758	149	417	57	75	77	16	232
1988	545	246	523	112	434	421	574	172	489	24	187	78	15	59
1989	137	138	372	188	498	500	698	409	397	70	86	229	20	139
1990	967	373	633	379	756	842	927	381	444	62	302	102	13	162
1991	-	513	898	207	952	982	1290	1070	336	54	135	438	18	308
1992	144	179	260	144	443	473	896	117	246	92	66	136	17	207
1993	131	188	258	87	290	313	505	133	286	17	59	132	9	128
1994	294	307	470	159	688	706	920	141	383	22	63	129	20	77
1995	660	604	772	206	802	858	846	197	364	53	89	233	16	196

ตารางที่ ก.3 อัตราการไหลท่วนเฉลี่ยรายปีจากสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

ช่วงปีข้อมูล	Daily Mean$_{max}$ (CMS)													
	รหัสสถานี													
	M49	M5	M50	M69	M6A	M7	M80	M81A	M89	M9	M91	M43	ME1	ME2
1950	-	-	-	-	-	10015	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	2645	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	-	2049	-	-	-	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	-	1876	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	-	-	-	-	-	3287	-	-	-	313	-	-	-	-
1955	-	-	-	-	-	960	-	-	-	16	-	-	-	-
1956	-	-	-	-	-	2696	-	-	-	54	-	-	-	-
1957	-	-	-	-	-	1954	-	-	-	214	-	-	-	-
1958	-	-	-	-	-	2986	-	-	-	325	-	-	-	-
1959	-	-	-	-	-	3482	-	-	-	426	-	-	-	-
1960	-	-	-	-	-	3287	-	-	-	494	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	5154	-	-	-	418	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	6782	-	-	-	728	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	1976	-	-	-	127	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	598	4571	-	-	-	254	-	-	-	-
1965	-	-	67	-	507	1249	-	-	-	18	-	61	-	-
1966	-	-	-	-	678	5817	451	-	-	760	-	86	-	-
1967	-	-	102	-	537	2552	275	-	-	212	-	59	-	-
1968	-	-	17	-	212	2390	438	-	-	225	-	16	-	-
1969	-	-	167	-	507	2299	222	-	-	250	-	42	-	-
1970	-	-	16	-	245	2592	330	30	-	455	-	27	-	-
1971	-	-	66	432	362	2265	260	0	38	127	-	20	-	-
1972	276	2565	171	322	795	2946	1819	195	201	332	-	108	-	-
1973	40	388	66	190	219	1166	142	70	81	27	-	29	-	-
1974	27	481	39	623	153	2338	307	46	84	136	-	42	-	-
1975	58	1034	83	491	339	2932	391	85	72	164	-	44	-	-
1976	91	1709	84	307	635	2964	228	54	145	481	-	84	-	-
1977	41	1529	64	575	704	3690	395	77	58	108	-	17	-	-
1978	76	3289	109	585	1759	9876	869	74	80	778	116	58	-	-
1979	36	862	69	874	198	2540	433	52	106	169	96	72	76	513
1980	44	1637	52	332	1020	3676	327	71	63	213	37	47	116	655
1981	35	985	38	586	254	2440	270	-	38	108	36	31	49	138
1982	-	3220	-	580	1522	-	991	47	54	-	37	89	114	2950
1983	-	2563	-	301	1586	3191	339	147	121	-	57	80	406	1660
1984	-	876	-	397	184	2326	950	-	137	-	38	-	76	171
1985	-	808	-	371	359	2122	524	-	34	-	25	-	94	240
1986	-	718	-	204	261	1728	341	-	146	-	16	-	169	186
1987	-	768	-	470	356	2664	429	-	66	217	41	-	70	256
1988	-	436	-	187	263	1745	310	-	128	101	11	-	113	269
1989	-	437	-	337	71	1622	309	-	45	86	16	31	101	92
1990	-	802	-	311	339	2619	389	-	113	188	31	-	316	302
1991	-	1619	-	546	598	3224	387	-	87	325	19	-	139	461
1992	-	538	-	324	109	2314	331	-	11	134	34	-	92	105
1993	-	363	-	186	131	1073	240	-	60	131	6	-	73	105
1994	-	690	-	225	245	2523	383	-	157	154	10	-	78	254
1995	-	1464	-	87	704	2282	330	-	100	189	21	-		595

ตารางที่ ก.3 อัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปีจากสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

ช่วงปีข้อมูล	Daily Mean$_{max}$ (CMS)											
	รหัสสถานี											
	ME3	ME4	ME5	ME6	ME7	ME8	ME9	ME10	ME11	ME12	ME13	ME14
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	3930	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	1930	-	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	-	-	3620	-	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	-	-	1240	-	-	1390	-	-	-	-
1966	-	-	-	-	5540	-	-	22900	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	2440	-	-	2930	-	-	-	-
1968	-	-	-	-	2420	-	-	1190	-	-	-	602
1969	-	-	-	-	2350	-	11500	3150	-	-	-	200
1970	-	-	-	-	2250	-	4760	4880	-	-	-	207
1971	-	-	-	-	2230	-	3330	3220	-	-	-	186
1972	-	-	-	-	2850	-	3380	3320	-	-	-	346
1973	-	-	-	-	1130	-	1920	1570	-	-	-	60
1974	-	-	-	-	2250	-	2730	2780	-	-	-	124
1975	-	-	-	-	2760	-	4110	3490	-	-	-	179
1976	-	-	-	-	2810	-	3630	3220	-	-	-	122
1977	-	-	-	-	3840	-	5490	4900	-	-	-	205
1978	-	-	-	-	7250	-	7950	1190	-	-	-	640
1979	212	180	461	3200	2560	17600	3660	4590	-	336	269	215
1980	932	453	1010	1530	3800	4460	4780	4160	-	297	237	191
1981	249	260	383	1100	2540	4050	5680	6320	165	202	70	146
1982	1600	521	2270	2910	4270	4630	7800	5270	260	596	105	254
1983	1500	494	1770	2260	2720	3290	5360	4220	188	281	572	209
1984	196	173	391	909	2900	3790	6290	4260	102	320	641	270
1985	326	268	510	829	2330	2800	3990	2960	158	216	367	290
1986	265	156	479	738	1990	2410	3160	2610	1190	167	81	187
1987	291	235	394	811	2640	3400	5700	4420	111	230	220	214
1988	235	195	285	426	1950	2380	2030	2160	64	68	120	180
1989	69	71	315	459	1670	2100	2690	2390	100	141	79	175
1990	343	256	417	766	2600	3080	5720	4030	100	138	162	182
1991	634	441	759	1250	3360	3960	8430	5280	132	241	289	183
1992	113	124	289	548	2170	2850	3350	2880	99	166	128	231
1993	120	116	163	361	1180	1530	-	1860	119	128	90	159
1994	240	208	387	625	2030	2850	-	2760	44	98	82	212
1995	773	506	744	1210	2300	2550	-	2710	112	178	192	189

ตารางที่ ก.4 คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่นำมาวิเคราะห์

ลำดับ	รหัสสถานี	ปริมาณฝน มม.	ความยาวลำน้ำ กม.	ระดับดิน ม.	ความชันลำน้ำ	ปริมาณน้ำใต้ดินเฉลี่ยรายเดือน ล้าน ลบ.ม.	ปริมาณน้ำใต้ดินเฉลี่ยทั้งปี ล้าน ลบ.ม.	BFI
1	CE1	1080	358	283	0.0008	13.4	160.3	0.097
2	CE2	1180	498	491	0.0010	97.9	1174.2	0.329
3	CE3	1408	614	513	0.0008	153.1	1837.6	0.335
4	CE4	1448	570	506	0.0009	147.4	1769.0	0.303
5	CE5	1157	233	535	0.0023	147.9	1775.3	0.234
6	CE6	1180	149	55	0.0004	61.4	736.7	0.478
7	CE7	1636	157	353	0.0023	3.9	46.4	0.048
8	E 1	1218	384	493	0.0013	77.4	928.3	0.244
9	E 16A	1070	177	467	0.0026	15.9	190.9	0.100
10	E 17	1341	432	326	0.0008	67.2	807.0	0.478
11	E 18	1179	358	507	0.0014	141.3	1695.4	0.277
12	E 2	1266	58	548	0.0095	89.9	1079.3	0.150
13	E 20A	1239	443	525	0.0012	166.6	1998.8	0.239
14	E 21	1000	180	469	0.0026	10.4	124.4	0.103
15	E 5	1121	115	478	0.0042	8.4	100.3	0.105
16	E 54	1320	79	351	0.0044	1.9	22.6	0.038
17	E 70	1330	96	337	0.0035	3.6	42.7	0.043
18	E 8A	1146	375	496	0.0013	81.6	978.9	0.251
19	KE1	1453	84	429	0.0051	17.4	209.2	0.278
20	KE2	1238	43	583	0.0134	0.6	7.2	0.092
21	KE3	1039	98	504	0.0051	0.7	8.0	0.042
22	KE4	1652	64	294	0.0046	1.7	20.8	0.065
23	KE5	1479	129	418	0.0032	9.4	112.4	0.148
24	KE7	1170	51	907	0.0176	3.2	38.7	0.168
25	KE9	1083	56	237	0.0042	3.3	39.5	0.220
26	Kh20B	1181	89	325	0.0036	0.8	9.2	0.024
27	Kh43	1272	99	955	0.0096	3.3	39.3	0.087
28	Kh43A	1220	90	754	0.0084	2.5	30.4	0.081

ตารางที่ ก.4 คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่นำมาวิเคราะห์ (ต่อ)

ลำดับ	รหัสสถานี	ปริมาณฝน มม.	ความยาวลำน้ำ กม.	ระดับดิน ม.	ความชันลำน้ำ	ปริมาณน้ำใต้ดินเฉลี่ยรายเดือน ล้าน ลบ.ม.	ปริมาณน้ำใต้ดินเฉลี่ยทั้งปี ล้าน ลบ.ม.	BFI
29	Kh53	1291	44	585	0.0134	1.0	12.2	0.124
30	Kh74	1045	178	343	0.0019	2.6	31.3	0.028
31	M 26	2419	52	58	0.0011	1.6	18.7	0.037
32	M 43	1007	4	612	0.1623	1.3	15.0	0.127
33	M 5	1724	527	91	0.0002	65.8	789.5	0.129
34	M 50	1150	70	606	0.0087	13.0	155.9	0.535
35	M 6A	1111	316	82	0.0003	36.5	438.6	0.204
36	M 7	2065	170	65	0.0004	265.7	3188.1	0.164
37	M 80	1601	193	550	0.0029	46.9	563.2	0.247
38	M 89	1710	49	769	0.0155	7.3	87.0	0.498
39	M 9	1568	186	109	0.0006	1.6	19.7	0.028
40	ME1	1321	169	35	0.0002	14.6	175.0	0.280
41	ME10	2070	182	95	0.0005	334.8	4017.2	0.173
42	ME11	1600	101	53	0.0005	7.9	94.9	0.189
43	ME12	1167	359	26	0.0001	1.9	22.3	0.039
44	ME13	2182	436	110	0.0003	2.6	31.5	0.131
45	ME2	1101	292	63	0.0002	49.9	598.9	0.308
46	ME3	1067	267	66	0.0002	32.7	392.7	0.205
47	ME4	1106	301	86	0.0003	30.0	359.6	0.232
48	ME5	1250	466	39	0.0001	42.3	507.1	0.169
49	ME6	1070	359	57	0.0002	56.4	676.6	0.127
50	ME7	2010	175	60	0.0003	284.7	3416.1	0.178
51	ME9	2070	251	95	0.0004	488.4	5860.5	0.213

ภาคผนวก ข.
แผนที่ลุ่มน้ำโขง-ชี-มูล

สัญลักษณ์

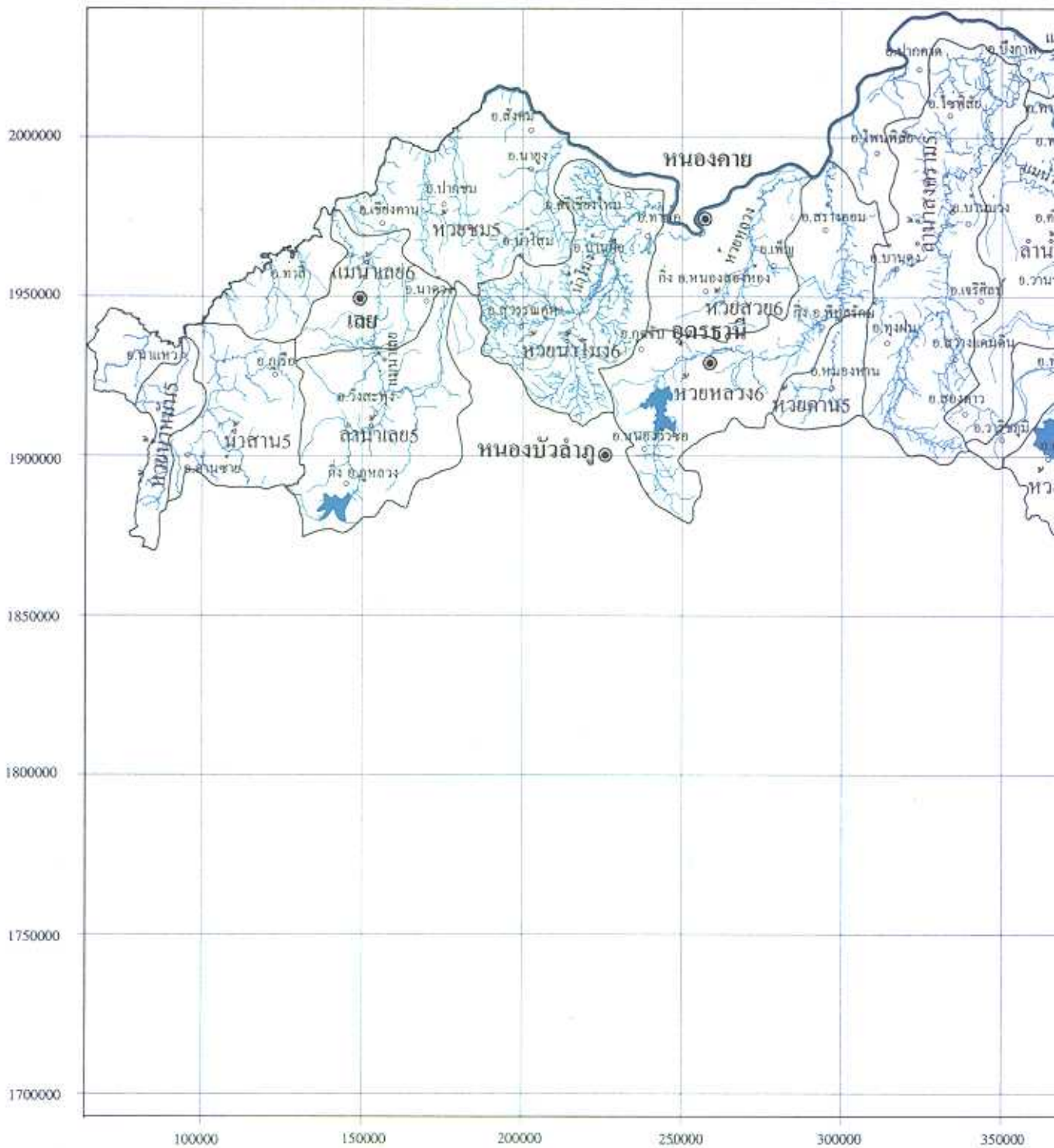
- จังหวัด
- แหล่งน้ำ
- แม่น้ำ, ลำน้ำ
- ขอบเขตจังหวัด
- ขอบเขตลุ่มน้ำ

N

มาตราส่วน

0 25 50 100 กม.

รูปที่ ข1 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยและขอบเขตจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ ข2 ระบบเครือข่ายลำน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำโขง

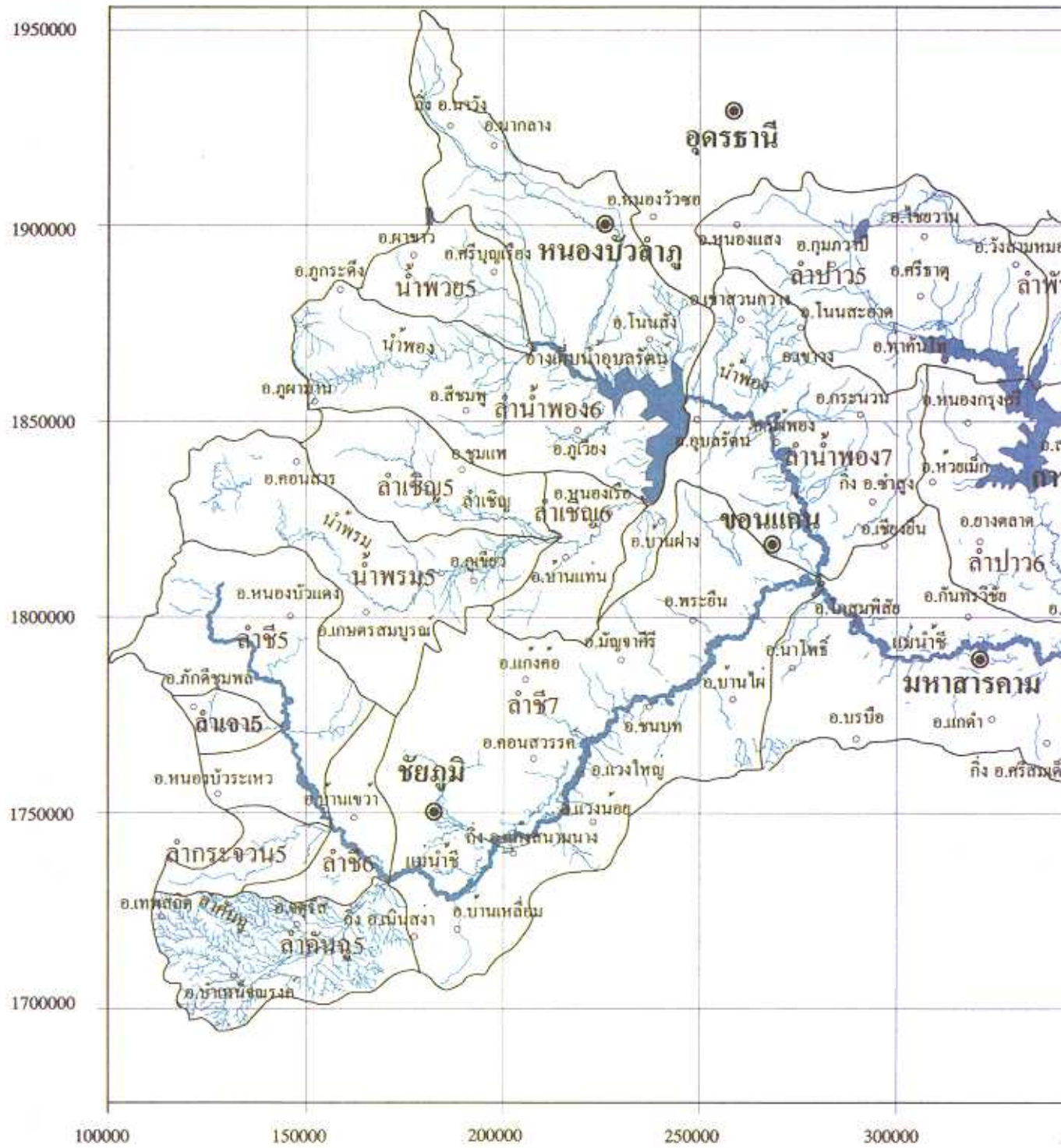
สัญลักษณ์

- จังหวัด
- อำเภอ
- แหล่งน้ำ
- แม่น้ำ, ลำน้ำ
- ขอบเขตลุ่มน้ำ

N

มาตราส่วน

0 25 50 100 กม.



รูปที่ ข3 ระบบเครือข่ายลำน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำชี

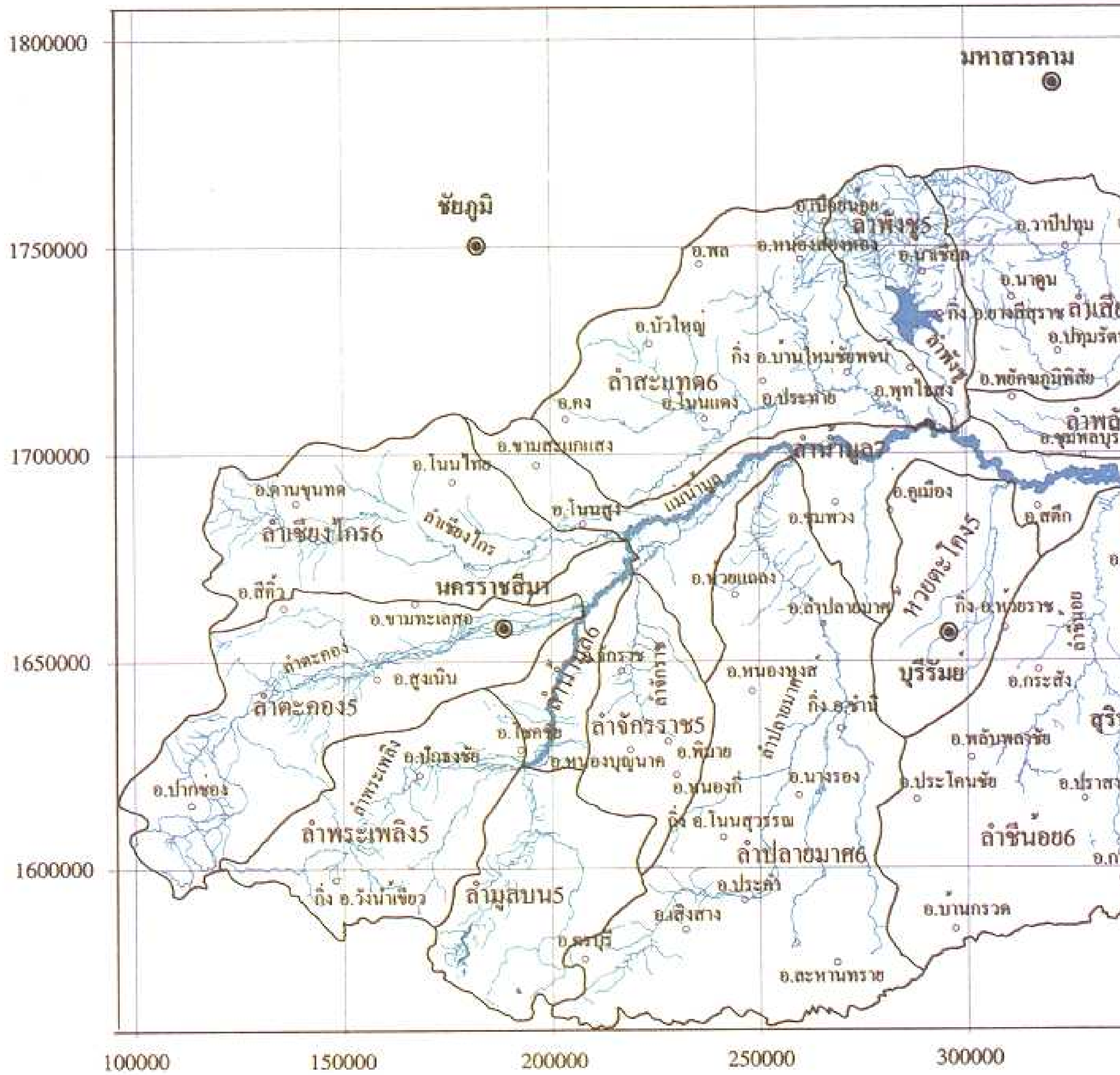
สัญลักษณ์

- จังหวัด
- อำเภอ
- แหล่งน้ำ
- แม่น้ำ, ลำน้ำ
- ขอบเขตลุ่มน้ำ

N

มาตราส่วน

0 25 50 100 กม.



สัญลักษณ์

จังหวัด

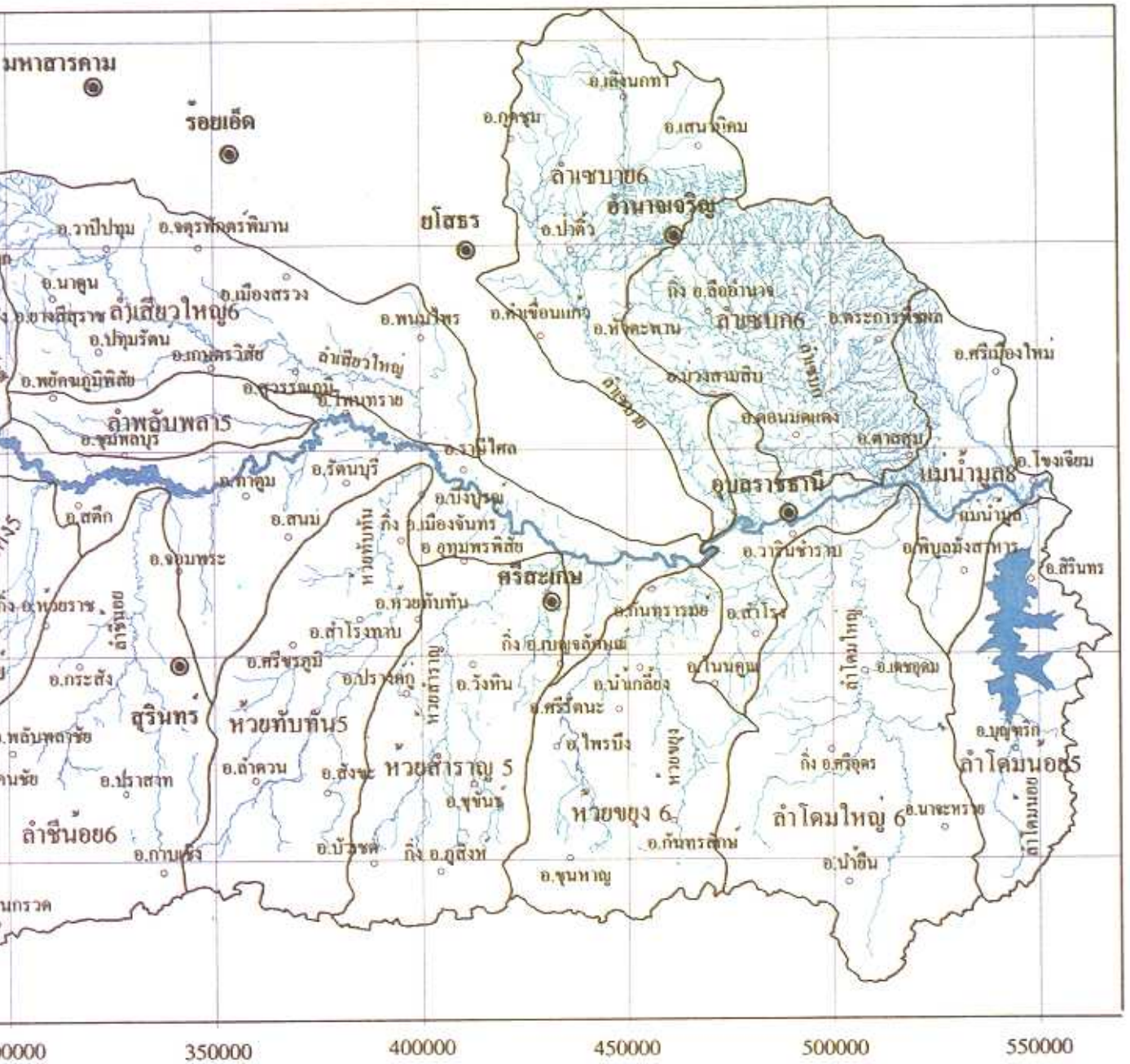
อำเภอ

แหล่งน้ำ

แม่น้ำ, ลำน้ำ

ขอบเขต

รูปที่ ข4 ระบบเครือข่ายลำน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูล



มาตราส่วน

0 25 50 100 กม.

N

ขอบเขตลุ่มน้ำ