บทที่ 3

วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิธีการศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน (Flash Flood) ได้นำปัจจัยหลักของการเกิดน้ำท่วมฉับพลันมาศึกษาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่แนวทางการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีกรอบแนวคิดของการวิจัยดังแสดงไว้ในภาพที่ 3-1 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลแผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศ จากกรมแผนที่ทหาร

2) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลปริมาณฝน และข้อมูลปริมาณน้ำท่าในบริเวณพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และที่ติดตั้งเองโดย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์

3) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดดิน และพืชปกคลุมดิน จากแผนที่ชุดดิน และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน

4) ดำเนินการเก็บรวบรวมโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ และสิ่งกีดขวางทางน้ำ ในพื้นที่

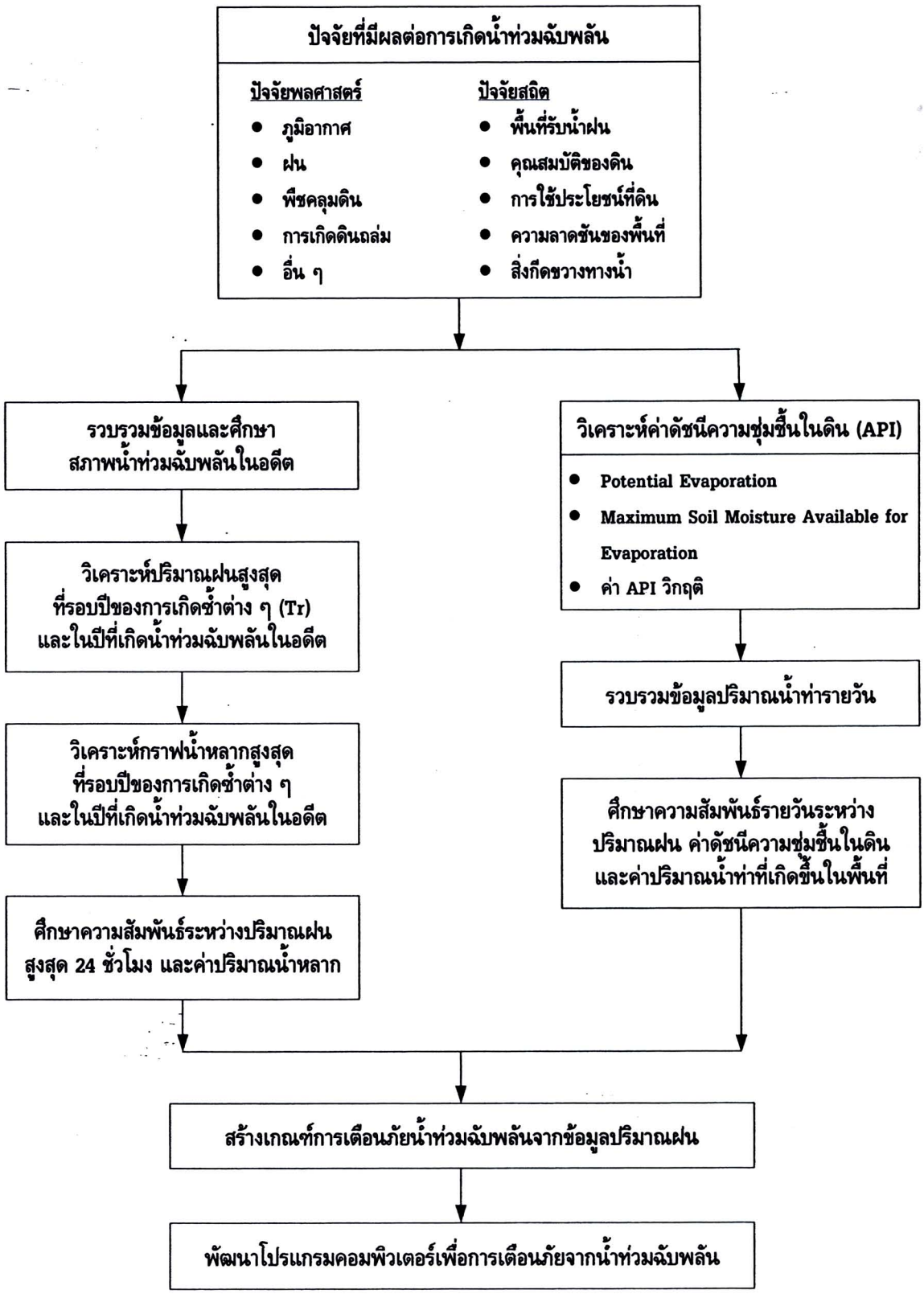
5) การศึกษาสาเหตุ ปัจจัย และสภาพน้ำท่วมในอดีตของพื้นที่ศึกษา

6) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณสมบัติของดินที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API)

7) ดำเนินการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ของพื้นที่ ดังนี้

(1) ทำการศึกษาปริมาณฝน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ประกอบด้วย การวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุดรายปี และการวิเคราะห์การแพร่กระจายของปริมาณฝนเชิงพื้นที่

(2) ทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน หรือ Antecedent Precipitation Index (API) เป็นค่าดัชนีที่ใช้ชี้วัดปริมาณความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดิน โดยเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการสะสมของน้ำฝนที่ตกลงมา น้ำในดินที่ระเหยกลับขึ้นไปในอากาศ และน้ำในดินที่ระบายให้กับลำธารทั้งทางผิวดินและใต้ผิวดิน จากพฤติกรรมดังกล่าวสามารถนำมาจำลองแบบให้เป็นสมการที่ใช้หาค่าดัชนีความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดิน ($API_{(t)}$) ได้จากข้อมูลดัชนีความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดินของวันก่อนหน้า ($API_{(t-1)}$) ปริมาณน้ำฝน ($P_{(t)}$) และอัตราส่วนลดของปริมาณน้ำในดินของวันก่อนหน้า ($K_{(t-1)}$) ซึ่งมีสมการรูปแบบดังนี้



ภาพที่ 3-1 วิธีการดำเนินการวิจัย

$$API_{(t)} = (API_{(t-1)} \times K_{(t-1)}) + P_{(t)} \quad (1)$$

เมื่อ $API_{(t)}$ = ค่าดัชนีความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดินของวันที่ t (มม.)

$API_{(t-1)}$ = ค่าดัชนีความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดินของวันก่อนหน้าหนึ่งวัน (มม.)

$P_{(t)}$ = ค่าปริมาณน้ำฝนในวันที่ t (มม.)

$K_{(t-1)}$ = อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดินของวันก่อนหน้า

ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ที่มีอยู่ก่อนในดินของวันใด ๆ ($API_{(t)}$) จะมีค่าเท่ากับค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ในดินของวันก่อนหน้า ($API_{(t-1)}$) คูณด้วยค่า K ของวันก่อนหน้า หรือค่า $K_{(t-1)}$ โดยที่ค่า K จะเป็นฟังชั่นกับปริมาณการระเหยของน้ำ (Potential Evaporation) จาก Chodhury and Blanchard (1983)

$$K_{(t)} = EXP(-E_{(t)}/W_{(m)}) \quad (2)$$

เมื่อ $E_{(t)}$ = ค่าการระเหยของน้ำวันที่ t (มม.)

$W_{(m)}$ = เป็นค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ z หรือ maximum soil moisture available for evaporation ของวันที่ t (มม.)

อย่างไรก็ตาม ค่าการระเหยของน้ำนิยมใช้ผลการคำนวณจากค่าศักย์การคายระเหยน้ำของพืช (Potential Evapotranspiration, PET) แทน ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ ($W_{(m)}$) สัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นของดิน (BD) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (WHC) ดังสมการ

$$W_{(m)} = (WHC/100)(BD*100) \quad (3)$$

(3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และปริมาณน้ำฝน ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) สำหรับพื้นที่ศึกษา การวิเคราะห์ค่า K ดังกล่าวประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าปริมาณการคายน้ำรวมการระเหยสูงสุด (Potential Evapotranspiration, PET) และการวิเคราะห์ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ พร้อมทั้งการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต โดยอาศัยหลักการความสามารถในการเก็บกักน้ำได้สูงสุดจนดินอิ่มตัว ซึ่งจะคำนึงถึงปัจจัยความลึกของดิน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัว คือ การหาปริมาณน้ำที่ดินสามารถรองรับได้สูงสุด ซึ่งเมื่อเกินความสามารถนี้จะเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน ดังสมการ

$$API_{วิกฤต} = (\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำ}) * (\text{ความลึกของดิน}) \quad (4)$$

8) ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และค่าปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่

9) การวิเคราะห์กราฟน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ และในปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันในอดีต

10) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง และค่าปริมาณน้ำหลาก

11) การศึกษาเพื่อสร้างเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน ซึ่งประกอบด้วย เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน และเกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API)

12) พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน

การศึกษาวิจัยตามกรอบแนวคิดดังกล่าวได้พัฒนาเพิ่มเติมจากแนวทางการวิจัย ระบบการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลัน ในพื้นที่นำร่องอำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวเป็นโครงการวิจัยย่อยของแผนงานวิจัยระบบเตือนภัยและการมีส่วนร่วมของชุมชนเครือข่ายลุ่มน้ำน่านตอนบน เพื่อการป้องกันอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2550 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ การวิจัยในแผนงานวิจัยนี้จึงเป็นการขยายผลวิจัยให้ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำน่านตอนบน และทำการปรับปรุงโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเตือนอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3.2 การศึกษาปัจจัยสถิต

การศึกษาปัจจัยสถิตที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ประกอบด้วย พื้นที่รับน้ำฝน คุณสมบัติของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความลาดชันของพื้นที่ และสิ่งกีดขวางทางน้ำ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

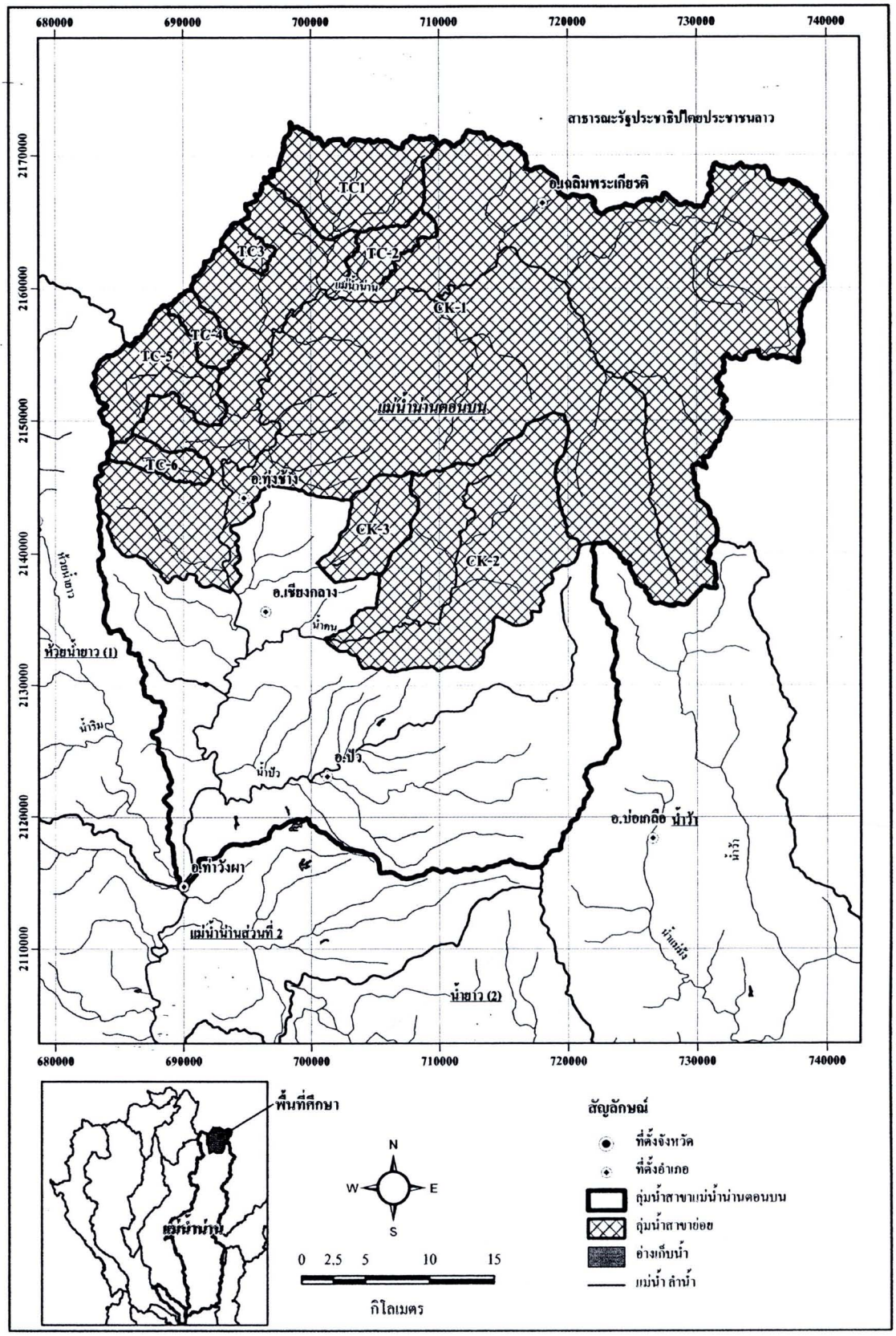
3.2.1 พื้นที่รับน้ำฝน

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน (รหัสลุ่มน้ำสาขา 0902) มีขนาดพื้นที่รับน้ำฝน 2,221.82 ตารางกิโลเมตร และเป็นหนึ่งใน 16 ลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำหลักแม่น้ำน่าน (รหัสลุ่มน้ำหลัก 09) การแบ่งขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝน (พื้นที่ลุ่มน้ำ) ภายในพื้นที่ศึกษา ได้ทำการกำหนดจุดพิจารณาที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ได้รับผลกระทบสูงและต้องการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่วมของจุดพิจารณานั้น ๆ

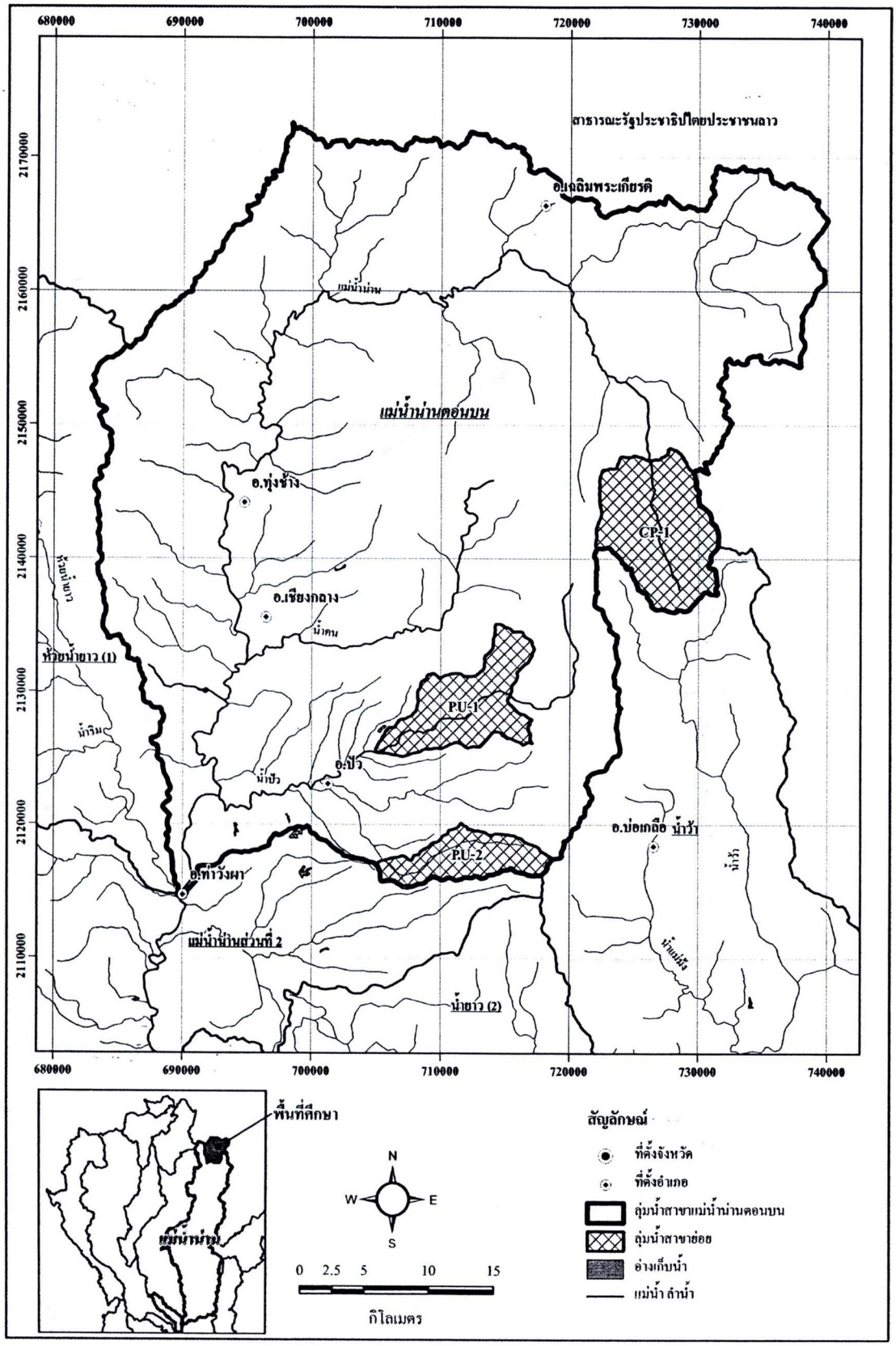
โดยได้ทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนออกได้เป็น 12 ลุ่มน้ำสาขาย่อย มีพื้นที่รับน้ำฝนรวม 1,869.18 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3-2 และแสดงรายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 พื้นที่รับน้ำฝนของลุ่มน้ำสาขาย่อยที่พิจารณา

รหัส	ชื่อลุ่มน้ำสาขาย่อยที่พิจารณา	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)
CP-1	แม่น้ำน่านจากต้นน้ำถึงบ้านด่าน	81.73
TC-1	น้ำแงนจากต้นน้ำถึงบ้านไร่ไทรงามและบ้านน้ำเลียง	73.25
TC-2	น้ำปอนจากต้นน้ำถึงบ้านปอนและบ้านป่าเปือย	20.68
TC-3	ห้วยสะแตงจากต้นน้ำถึงบ้านห้วยสะแตง	8.81
TC-4	ห้วยภูคำจากต้นน้ำถึงบ้านภูคำ	15.64
TC-5	น้ำสอดจากต้นน้ำถึงบ้านน้ำสอด	56.25
TC-6	น้ำพิจากต้นน้ำถึงบ้านน้ำพิ	16.12
CK-1	แม่น้ำน่านจากต้นน้ำถึงบ้านดอนสบเปือ	1,263.00
CK-2	ห้วยน้ำเปือจากต้นน้ำถึงบ้านหัวน้ำและบ้านดอนแก้ว	36.99
CK-3	น้ำกอนจากต้นน้ำถึงบ้านพญาแก้วและบ้านม่วง	203.70
PU-1	น้ำปัวจากต้นน้ำถึงบ้านนาฝาง	58.01
PU-2	น้ำคูณจากต้นน้ำถึงบ้านหัวน้ำ	35.01



ภาพที่ 3-2 พื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ได้รับผลกระทบสูง



ภาพที่ 3-2 พื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ได้รับผลกระทบสูง (ต่อ)

3.2.2 คุณสมบัติของดิน

ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินจากแผนที่กลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อศึกษาการกระจายตัวของดินชุดต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา และเพื่อให้ทราบถึงลักษณะและสมบัติพื้นฐานของดินแต่ละชุด ซึ่งเป็นปัจจัยสถิตที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

ลักษณะดินที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน ประกอบด้วย 12 กลุ่มชุดดิน ดังแสดงในตารางที่ 3-2 และภาพที่ 3-3 โดยกลุ่มชุดดินที่พบมากในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่62 (คิดเป็นร้อยละ 86 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด) กลุ่มชุดดินที่ 29 (คิดเป็นร้อยละ 9 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด) และกลุ่มชุดดินที่ 5 (คิดเป็นร้อยละ 1 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด) โดยมีพื้นที่ของกลุ่มชุดดินทั้งสามรวมกันคิดเป็นร้อยละ 96 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ซึ่งมีรายละเอียดของดินทั้งสามกลุ่มดังนี้

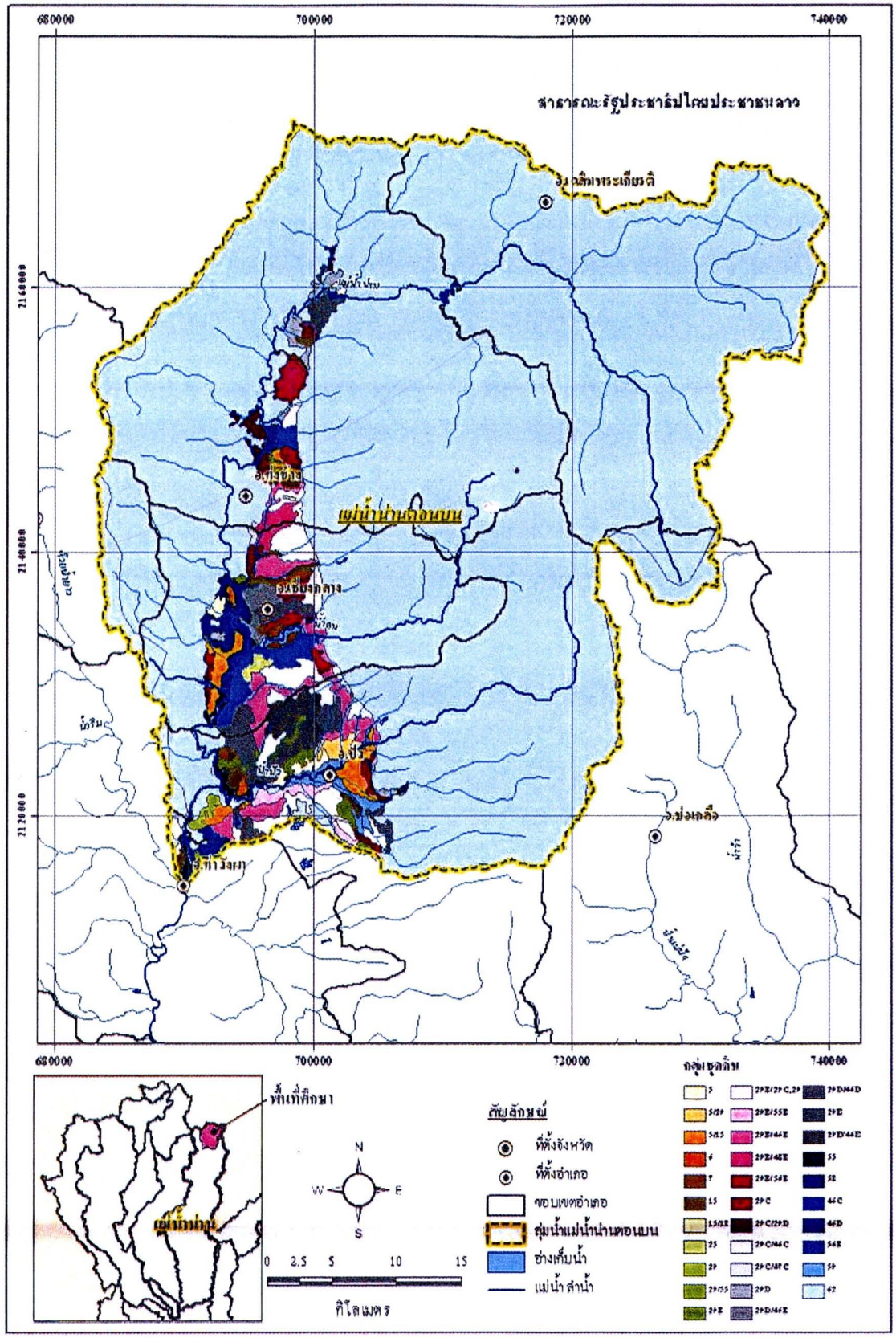
<u>กลุ่มชุดดินที่ 5</u> เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีเทาแก่ น้ำตาลปนเทา ตลอดชั้นดินมักพบก้อนสารเคมี เหล็กและแมงกานีสปะปนอยู่ ชั้นดินลึกดินกลุ่มดินนี้ เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ และเป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว พบในพื้นที่ราบเรียบตามลานตะพักลำน้ำค่อนข้างใหม่ และลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขังลึกน้อยกว่า 30 ซม. นาน 3-5 เดือน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง pH 5.5-6.5 แต่ถ้าดินมีก้อนปูนปะปนในดินชั้นล่าง ดินชั้นนี้จะมีปฏิกิริยาเป็นด่างอ่อน pH 7.5-8.0 ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ชุดดินหางดง และ พาน

<u>กลุ่มชุดดินที่ 29</u> เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาลเหลือง หรือแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิด ดินพวกตะกอนลำน้ำ หรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของดินหลายชนิด ที่มีเนื้อละเอียด พบบริเวณที่ดอนที่เป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 3-25 % เป็นดินลึก มีการระบาย น้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5 ได้แก่ ชุดดินบ้านจ้อง เชียงของ หนอง-มด แม่แตง ปากช่อง ห้างฉัตร เขาใหญ่ และ โชคชัย สูงเนิน

<u>กลุ่มชุดดินที่ 62</u> ดินกลุ่มนี้ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35 % ดินที่พบในบริเวณดังกล่าวนี้มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่าง ๆ หลายแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอย โดยปราศจากมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินพื้นโผล่ ได้แก่ชุดดินที่ลาดชันเชิงซ้อน (Sc) กลุ่มชุดดินนี้ไม่ควรนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เนื่องจากมีปัญหาหลายประการที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ควรสงวนไว้เป็นป่าตามธรรมชาติ เพื่อรักษาแหล่งต้นน้ำลำธาร

ตารางที่ 3-2 พื้นที่ของกลุ่มชุดดินต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน	
		ตร.กม.	ร้อยละ
1.	กลุ่มชุดดินที่ 5	24.59	1.11
2.	กลุ่มชุดดินที่ 6	1.47	0.07
3.	กลุ่มชุดดินที่ 7	8.58	0.39
4.	กลุ่มชุดดินที่ 15	8.35	0.38
5.	กลุ่มชุดดินที่ 25	2.30	0.10
6.	กลุ่มชุดดินที่ 29	194.06	8.73
7.	กลุ่มชุดดินที่ 33	6.91	0.31
8.	กลุ่มชุดดินที่ 38	17.22	0.78
9.	กลุ่มชุดดินที่ 46	4.80	0.22
10.	กลุ่มชุดดินที่ 56	14.43	0.65
11.	กลุ่มชุดดินที่ 59	11.78	0.53
12.	กลุ่มชุดดินที่ 62	1,910.32	85.98
13.	ไม่ระบุรายละเอียด	17.00	0.77
รวม		2,221.82	100.00



ภาพที่ 3-3 แผนที่ชุดดินบริเวณพื้นที่ศึกษา

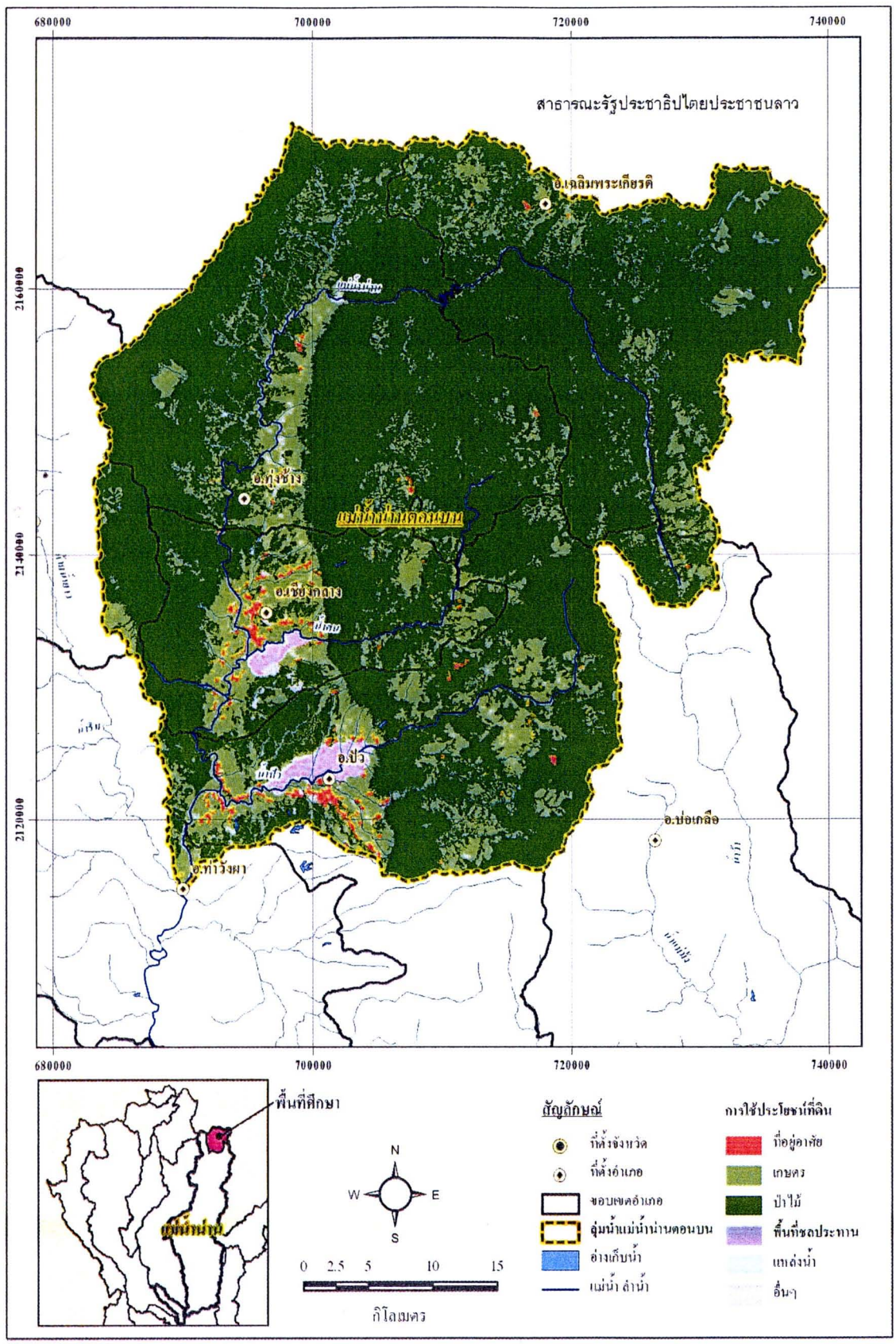
3.2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 ของกรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อศึกษาประเภทการใช้ที่ดินและพืชปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำน่านตอนบน มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 76.43 รองลงมา คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 19.95 และที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย คิดเป็นร้อยละ 1.28 ดังแสดงในตารางที่ 3-3 และภาพที่ 3-4 และเมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรพบว่า ส่วนใหญ่เพาะปลูกพืชไร่และข้าวโพดรวมกันคิดเป็นร้อยละ 67.38 รองลงมา คือ การทำนา คิดเป็นร้อยละ 20.34 ดังแสดงในตารางที่ 3-4 และภาพที่ 3-5

ตารางที่ 3-3 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

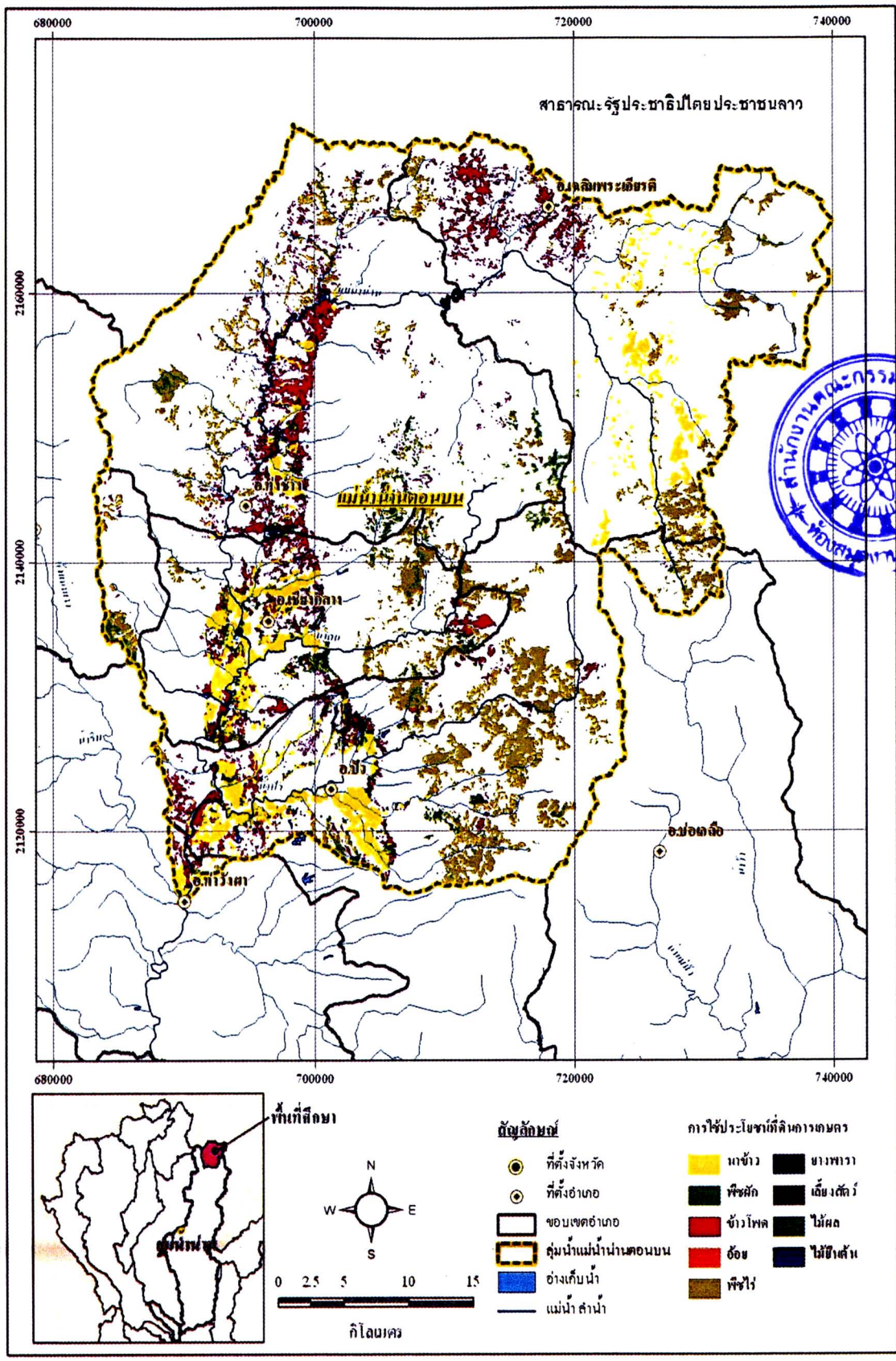
ลำดับ	ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน	
		ตร.กม.	ร้อยละ
1.	เกษตรกรรม	442.84	19.93
2.	ที่อยู่อาศัย	28.37	1.28
3.	ป่าไม้	1,696.87	76.37
4.	พื้นที่ชลประทาน	22.43	1.01
5.	แหล่งน้ำ	7.50	0.34
6.	อื่นๆ	23.80	1.07
รวม		2,221.82	100.00



ภาพที่ 3-4 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 3-4 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านการเกษตร	พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน	
		ตร.กม.	ร้อยละ
1.	ข้าวโพด	129.67	29.280
2.	นาข้าว	90.07	20.338
3.	พืชผัก	5.03	1.136
4.	พืชไร่	168.74	38.103
5.	ไม้ผล	42.22	9.534
6.	ไม้ยืนต้น	6.01	1.358
7.	ยางพารา	0.69	0.155
8.	เลี้ยงสัตว์	0.41	0.092
9.	อ้อย	0.02	0.004
รวม		442.84	100.00



ภาพที่ 3-5 การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

3.2.3 ความลาดชันของพื้นที่

เพื่อศึกษาความลาดชันของพื้นที่ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแผนที่ภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1:250,000 และมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร และข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เส้นชั้นความสูงของระดับพื้นดิน (Contour Line) เพื่อใช้สำหรับการศึกษาความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำ พร้อมทั้งการศึกษาค่าพารามิเตอร์ลุ่มน้ำ - ลำน้ำ ของพื้นที่รับน้ำฝนสำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยจากน้ำท่วมฉับพลัน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์กราฟน้ำหลากสูงสุด

จากการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่ศึกษาออกเป็นลุ่มน้ำสาขาย่อย คณะวิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ทางด้านกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ – ลำน้ำ ประกอบด้วย ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อย (A) ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (L) ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนลำน้ำสายใหญ่ที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุด (L_c) ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่ของลุ่มน้ำ (S_{avg}) และความลาดชันสูงสุดของลำน้ำสายใหญ่ (S_{max}) ดังแสดงในตารางที่ 3-5 เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์กราฟน้ำหลากสูงสุด และแสดงความสูงระดับพื้นดินของพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งสร้างจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงได้ดังภาพที่ 3-6 และแสดงความลาดชันของแม่น้ำน่านตั้งแต่ต้นน้ำที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จนถึงจุดบรรจบลำน้ำยาวซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบนที่อำเภอท่าวังผาได้ดังภาพที่ 3-7 จะเห็นได้ว่าในลำน้ำสายหลักแม่น้ำน่านมีค่าระดับความสูงของพื้นดินระหว่าง 1,700 ม.รทก. จากต้นน้ำ ถึงระดับ 200 ม.รทก. ที่จุดบรรจบกับลำน้ำยาวที่อำเภอท่าวังผา

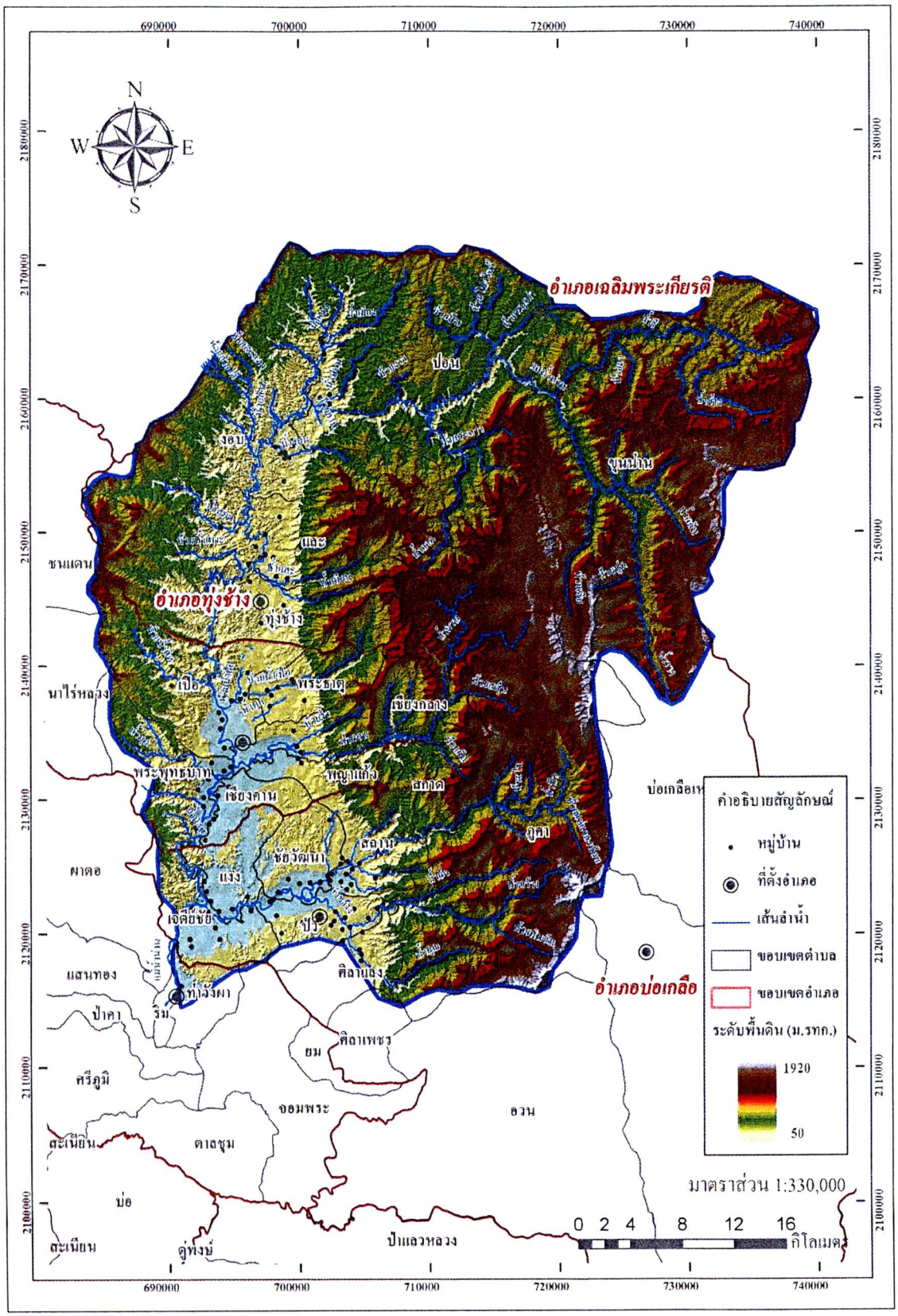
3.2.4 สิ่งกีดขวางทางน้ำ

สิ่งกีดขวางทางเดินน้ำโดยธรรมชาติ เช่น โขดหินหรือต้นไม้ล้มขวางทางน้ำ จะทำหน้าที่คล้ายเป็นเขื่อนชั่วคราวซึ่งสามารถเก็บสะสมน้ำไว้ได้ระดับหนึ่ง และเมื่อมีปริมาณน้ำมากเกินขีดจำกัด จะพังทลายลงมาเหมือนเขื่อนแตกจะเพิ่มความรุนแรงของน้ำท่วมฉับพลัน และสำหรับสิ่งกีดขวางทางน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ถนน ฝาย และประตูระบายน้ำต่าง ๆ ถ้าขาดการออกแบบก่อสร้างที่ถูกต้องเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมแล้ว ก็อาจส่งผลกระทบได้เช่นเดียวกับสิ่งกีดขวางทางเดินน้ำโดยธรรมชาติในขณะที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน

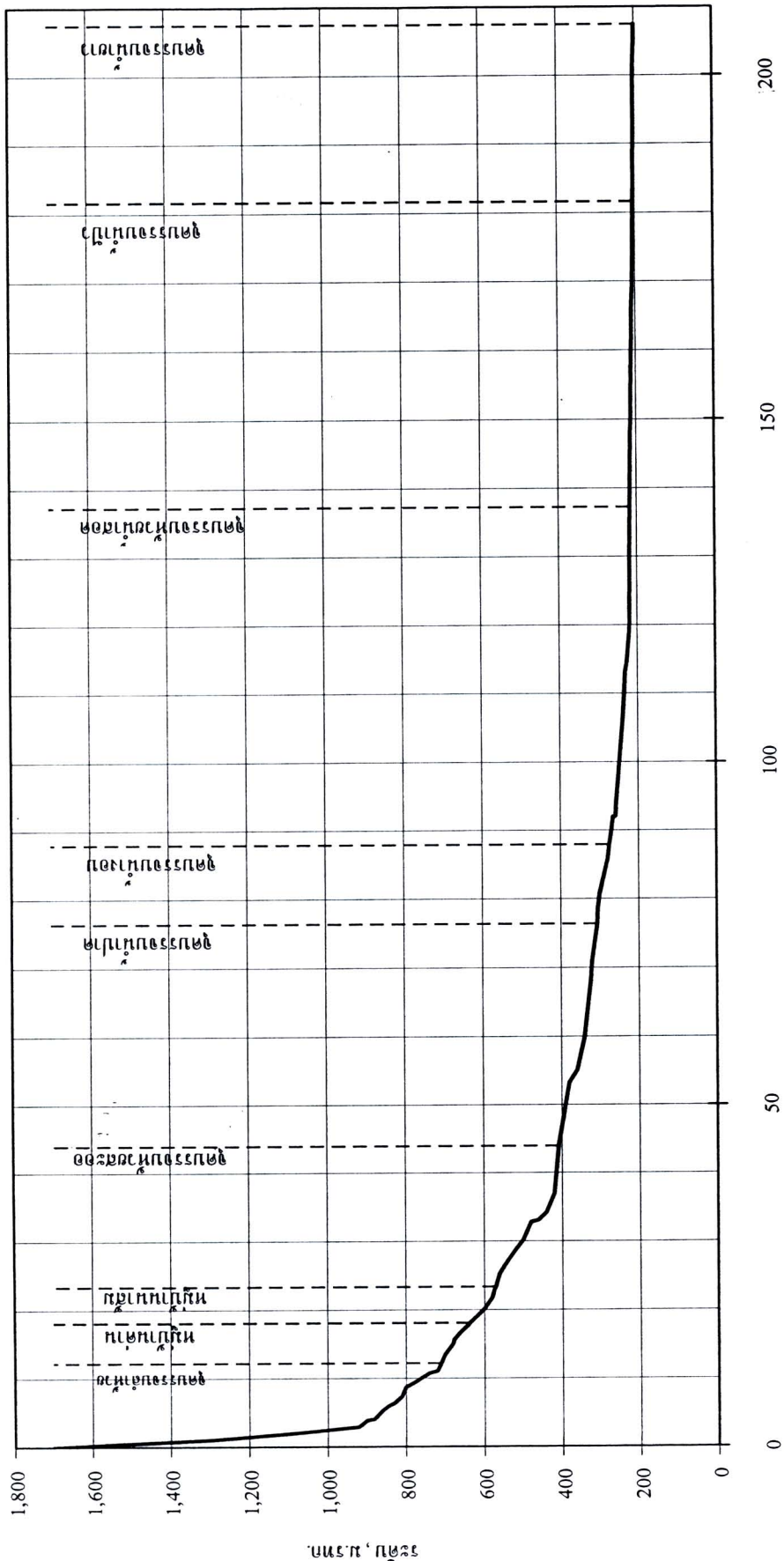
คณะวิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งที่ตั้งอยู่ในทางน้ำต่าง ๆ ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำน่านตอนบน พบว่า มีโครงการชลประทานขนาดกลางที่ตั้งอยู่ในลำน้ำจำนวน 2 โครงการ ได้แก่ ฝายน้ำปัว และฝายน้ำกอน และมีโครงการขนาดเล็กประเภทอ่างเก็บน้ำ จำนวน 15 แห่ง โครการขนาดเล็กประเภทฝาย จำนวน 9 แห่ง ดังแสดงในภาพที่ 3-8

ตารางที่ 3-5 พารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ ของพื้นที่ศึกษา

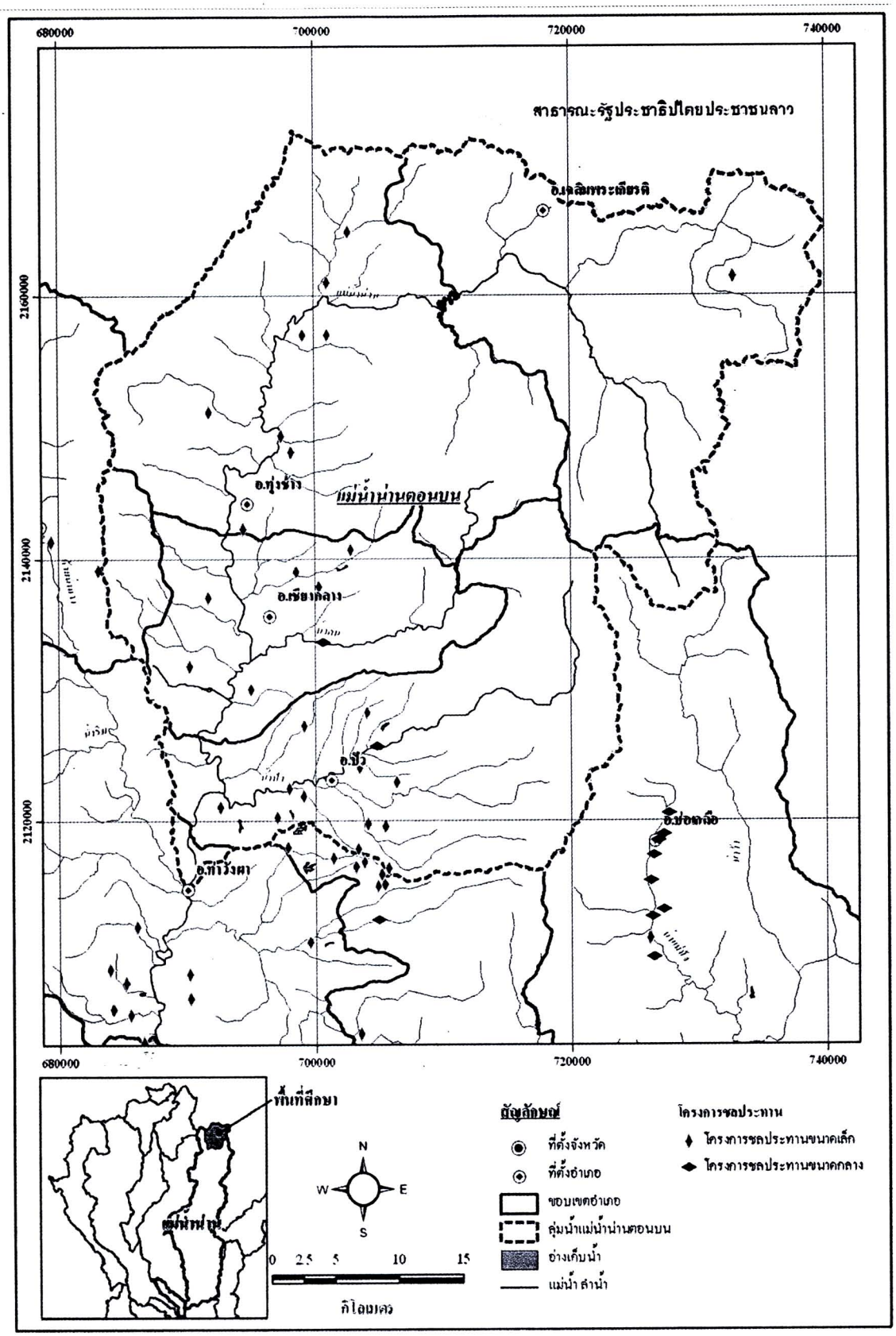
ลำดับ	รหัสลุ่มน้ำสาขาย่อย	พารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ				
		A	L	L_c	S_{avg}	S_{max}
1	CP-1	81.73	16.53	7.00	0.03777	0.03024
2	TC-1	73.25	20.31	4.93	0.03379	0.02462
3	TC-2	20.68	13.59	6.85	0.02613	0.02943
4	TC-3	8.81	5.59	3.35	0.05642	0.07160
5	TC-4	15.64	8.29	3.75	0.03211	0.07237
6	TC-5	56.25	19.45	10.53	0.02500	0.03599
7	TC-6	16.12	9.40	4.87	0.12516	0.08814
8	CK-1	1,263.00	21.82	10.47	0.00359	0.01663
9	CK-2	36.99	5.49	3.00	0.04019	0.01281
10	CK-3	203.70	10.08	4.45	0.02549	0.03603
11	PU-1	58.01	20.91	11.01	0.09667	0.06219
12	PU-2	35.01	17.15	8.23	0.10625	0.08745



ภาพที่ 3-6 ความสูงระดับพื้นดินของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำน่านตอนบน



ภาพที่ 3-7 ความลาดชันของแม่น้ำน่านตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงจุดบรรจบลำน้ำยาวที่อำเภอท่าวังผา



ภาพที่ 3-8 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา

3.3 การศึกษาปัจจัยพลวัต

ปัจจัยพลวัต ที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศ สภาพฝน พืชคลุมดิน และการเกิดดินถล่ม

สำหรับการศึกษาปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ และสภาพฝน จะใช้ผลการศึกษาร่วมกับโครงการวิจัยย่อยที่ 1 "การเตือนภัยจากสภาพอากาศสภาวะฝนมากเกินปกติบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน" ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและสภาพฝนทั้งในระดับพื้นที่ศึกษาและระดับภูมิภาค ดังแสดงรายเอียดไว้ในรายงานผลการวิจัยของโครงการวิจัยย่อยที่ 1

สำหรับการศึกษาปัจจัยด้านการเกิดดินถล่ม จะใช้ผลการศึกษาร่วมกับ โครงการวิจัยย่อยที่ 2 "การขยายการคาดการณ์พิบัติภัยแผ่นดินถล่ม และระบบเตือนภัย บริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน" ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงพิบัติภัยแผ่นดินถล่มในพื้นที่ศึกษา ดังแสดงรายเอียดไว้ในรายงานผลการวิจัยของโครงการวิจัยย่อยที่ 2

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณฝนสูงสุด

3.4.1 ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง

ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกสะสมตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง (1 วัน) ที่เกิดขึ้นสูงสุดในแต่ละปี ซึ่งปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงนี้ จะนำมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้ โดยได้ทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่และข้างเคียง ที่มีข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายปีค่อนข้างยาวพอเพียงและสามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีในการวิเคราะห์กราฟน้ำหลากสูงสุดจากข้อมูลน้ำฝน ดังแสดงรายชื่อสถานีและข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายปีเฉลี่ยที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ปี 2495- 2550 ของสถานีที่เลือกใช้ในการศึกษาไว้ในภาคผนวก 3-1 ในรายงานภาคผนวก ซึ่งสามารถสรุปค่าปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง พร้อม วัน เดือน ปี ที่เคยเกิดสูงสุดได้ดังตารางที่ 3-6 และจากข้อมูลปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของสถานีวัดน้ำฝนที่ได้คัดเลือกแล้ว นำมาวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุด โดยใช้วิธีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบกัมเบล เพื่อหาค่าปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ ได้ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-6 ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ตำบล	อำเภอ	ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง (มม.)	วัน เดือน ปี ที่เกิด
1	อำเภอปัว	28042	ปัว	ปัว	193.70	23 สิงหาคม 2530
2	อำเภอทุ่งช้าง	28053	ทุ่งช้าง	ทุ่งช้าง	190.60	16 สิงหาคม 2496
3	อำเภอท่าวังผา	28073	ท่าวังผา	ท่าวังผา	150.00	2 มิถุนายน 2519
4	อำเภอเชียงกลาง	28102	เชียงกลาง	เชียงกลาง	170.20	8 สิงหาคม 2527
5	ดอยภูคา	28164	ภูคา	ปัว	193.50	21 สิงหาคม 2549

ตารางที่ 3-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของสถานีวัดน้ำฝนที่ศึกษา

ลำดับที่	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ปริมาณฝนสูงสุด 24 ที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ , มม.									
			2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000
1	อำเภอปัว	28042	94.8	121.9	139.9	157.1	162.6	179.4	196.1	212.7	234.7	251.3
2	อำเภอทุ่งช้าง	28053	104.2	133.0	152.0	170.3	176.1	194.0	211.7	229.4	252.8	270.4
3	อำเภอท่าวังผา	28073	86.4	111.8	128.7	144.8	150.0	165.8	181.5	197.1	217.7	233.3
4	อำเภอเชียงกลาง	28102	95.1	121.1	138.4	154.9	160.1	176.3	192.3	208.3	229.4	245.3
5	ดอยภูคา	28164	120.5	157.4	181.9	205.3	212.7	235.6	258.4	281.0	310.9	333.5

3.4.2 การแพร่กระจายของปริมาณฝนเชิงพื้นที่

พื้นที่สำหรับการวิเคราะห์การแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ได้แก่ พื้นที่รับตอนบน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ได้รับผลกระทบสูงทั้ง 12 แห่ง ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2

จากผลการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุดรายปีช่วงเวลา 24 ชั่วโมง สามารถนำมาหาค่าการแพร่กระจายของปริมาณฝนเชิงพื้นที่ในแต่ละพื้นที่รับน้ำฝนดังกล่าวข้างต้น โดยใช้วิธีเฉลี่ยธีเอสเซ่น (Thiessen Average) ซึ่งสามารถทำได้โดยการลงตำแหน่งที่ตั้งสถานีตัวแทนทั้ง 4 แห่งที่ได้เลือกไว้แล้ว และลากเส้นธีเอสเซ่นเหนือพื้นที่ศึกษาและทำการวัดพื้นที่อิทธิพลของแต่ละ

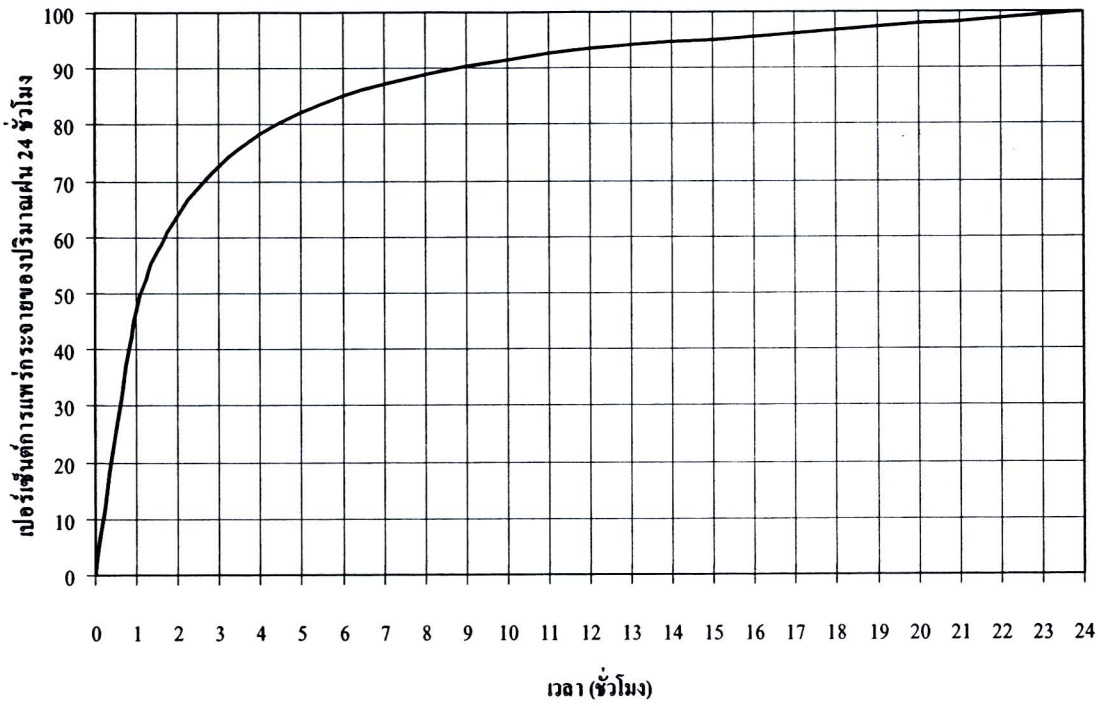
สถานีวัดน้ำฝนบนพื้นที่รับน้ำฝนต่าง ๆ จากพื้นที่ที่วัดได้นี้ทำการเปลี่ยนให้เป็นค่าแฟคเตอร์ถ่วงน้ำหนักธีเอสเซ่นของแต่ละพื้นที่รับน้ำฝนต่าง ๆ และทำการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของสถานีต่าง ๆ ซึ่งจะได้ค่าปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง สำหรับรอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของพื้นที่รับน้ำฝน ดังแสดงได้ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ สำหรับพื้นที่รับน้ำฝนที่ศึกษา

รหัสพื้นที่รับน้ำฝน	ปริมาณฝนสูงสุดที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ, มม.									
	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000
CP-1	120.5	157.4	181.9	205.3	212.7	235.6	258.4	281.0	310.9	333.5
TC-1	104.2	133.0	152.0	170.3	176.1	194.0	211.7	229.4	252.8	270.4
TC-2	104.2	133.0	152.0	170.3	176.1	194.0	211.7	229.4	252.8	270.4
TC-3	104.2	133.0	152.0	170.3	176.1	194.0	211.7	229.4	252.8	270.4
TC-4	104.2	133.0	152.0	170.3	176.1	194.0	211.7	229.4	252.8	270.4
TC-5	104.2	133.0	152.0	170.3	176.1	194.0	211.7	229.4	252.8	270.4
TC-6	98.1	125.3	143.3	160.5	166.0	182.9	199.6	216.3	238.3	254.9
CK-1	103.9	132.8	151.9	170.2	176.0	194.0	211.8	229.5	252.9	270.5
CK-2	103.0	131.5	150.5	168.6	174.4	192.1	209.7	227.3	250.4	267.9
CK-3	98.1	125.3	143.3	160.5	166.0	182.9	199.6	216.3	238.3	254.9
PU-1	113.3	147.5	170.1	191.8	198.7	219.9	240.9	261.9	289.6	310.5
PU-2	94.8	121.9	139.9	157.1	162.6	179.4	196.1	212.7	234.7	251.3

3.4.3 การกระจายตัวของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง

ข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงของสถานีวัดน้ำฝน จะใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงในพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ออกแบบกราฟน้ำหลากสูงสุดจากข้อมูลน้ำฝน โดยทำการรวบรวมได้จากสถานีที่วัดข้อมูลปริมาณฝนแบบอัตโนมัติและมีการเก็บข้อมูลรายชั่วโมงอย่างต่อเนื่องเท่านั้น ซึ่งในข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงของสถานีที่อยู่ใกล้ที่สุดคือ สถานีอำเภอเมือง จังหวัดน่าน ดังแสดงกราฟเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของปริมาณฝน 24 ชั่วโมง ของสถานีอำเภอเมือง จังหวัดน่าน ซึ่งได้ใช้เป็นตัวแทนสำหรับพื้นที่ศึกษา ได้ดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 เปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของปริมาณฝน 24 ชั่วโมง ของสถานีอำเภอเมือง จังหวัดน่าน

3.5 การคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดจากข้อมูลพายุฝน

การคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดจากข้อมูลพายุฝน จะดำเนินการคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ โดยใช้วิธีเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ขั้นตอนหลักประกอบด้วย การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า การวิเคราะห์พายุฝน 24 ชั่วโมง และการคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดของพื้นที่รับน้ำฝน

3.5.1 พารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ประกอบด้วย ข้อมูลพารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ดังแสดงในตารางที่ 3-5) ข้อมูลพารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำและพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มพารามิเตอร์ทั้งสองนี้ ดังแสดงพารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ และพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำน่านที่รวบรวมได้ จำนวนทั้งสิ้น 14 สถานี ตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 พารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ และพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ

แม่น้ำและสถานีวัดน้ำท่า	รหัสสถานี	จังหวัด	พารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ					พารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า		
			A	L	L_C	S	$LL_c/\sqrt{S}$	q_P	t_P	q_P/A
1. แม่น้ำน่านที่สำนักงานป่าไม้	N.1	น่าน	4,609.00	206.75	87.82	0.00128	507,704.7	367.25	19.75	0.080
2. แม่น้ำน่านที่ อ.ท่าปลา	N.6A	อุตรดิตถ์	13,173.00	385.03	153.54	0.00076	2,144,393.1	695.81	41.60	0.053
3. แม่น้ำน่านที่บ้านหาดไผ่	N.12A	อุตรดิตถ์	15,718.00	395.02	161.77	0.00074	2,349,838.8	867.32	45.05	0.055
4. แม่น้ำน่านที่บ้านบันนาค	N.13A	น่าน	8,784.00	251.66	89.65	0.00100	714,156.1	584.02	27.57	0.066
5. แม่น้ำน่านที่บ้านหม่อน	N.17	น่าน	1,156.00	94.54	47.80	0.00453	67,132.4	119.63	16.40	0.103
6. ลำน้ำทานที่บ้านพร้าว	N.29	พิษณุโลก	6.00	5.50	2.30	0.08636	43.0	3.25	3.00	0.542
7. น้ำยาวที่สะพานทางหลวง	N.44	น่าน	41.00	16.30	7.75	0.00460	1,862.6	14.72	7.60	0.359
8. น้ำขุนที่บ้านหัวน้ำ	N.47	น่าน	35.00	16.85	9.15	0.04570	721.2	10.57	5.67	0.302
9. น้ำยาวที่สะพานทางหลวง	N.49	น่าน	155.00	37.00	23.70	0.01365	7,505.6	61.23	7.86	0.395
10. น้ำปัวที่สะพานทางหลวง	N.50	น่าน	192.00	40.60	19.70	0.01897	5,807.1	49.92	8.40	0.260
11. น้ำยางที่สะพานทางหลวง	N.52	น่าน	49.00	18.80	8.25	0.05851	641.2	20.14	6.00	0.411
12. คลองบุษบงค์ที่บ้านห้วยถ้ำ	N.53	เพชรบูรณ์	111.00	16.00	5.80	0.01750	701.5	48.17	7.17	0.434
13. น้ำแหงที่บ้านอ้อย	NN.2	น่าน	166.00	22.90	16.30	0.01659	2,898.0	59.43	6.40	0.358
14. น้ำปัวที่บ้านนาฟัน	NN.5	น่าน	148.00	33.10	17.90	0.02968	3,439.1	49.43	7.57	0.334

หมายเหตุ : A = พื้นที่รับน้ำฝน, ตร.กม.

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ, กม.

L_c = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนลำน้ำสายใหญ่ที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุด, กม.

S = ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่

q_p = ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า, ลบ.ม./วินาที

t_p = เวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า, ชั่วโมง

3.5.2 การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า

จากข้อมูลพารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ และพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ (ตารางที่ 3-8) นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มพารามิเตอร์ทั้งสองนี้ และทำการหาค่าพารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ และพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ได้รับผลกระทบสูง โดยทำการวัดและคำนวณจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ดังแสดงผลการคำนวณค่าพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไว้ในตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 พารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ และพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับพื้นที่รับน้ำฝน

พื้นที่รับน้ำฝน	รหัส	พารามิเตอร์ลุ่มน้ำ-ลำน้ำ					พารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า		
		A	L	Lc	S_{avg}	S_{max}	q_p	t_p	t_r
1. แม่น้ำน่านจากต้นน้ำถึงบ้านด่าน	CP-1	81.73	16.53	7.00	0.03777	0.03024	36.60	5.00	2.00
2. น้ำแงนจากต้นน้ำถึงบ้านไร่ไทรงามและน้ำเลียง	TC-1	73.25	20.31	4.93	0.03379	0.02462	32.80	5.00	3.00
3. น้ำปอนจากต้นน้ำถึงบ้านปอนและป่าเปือย	TC-2	20.68	13.59	6.85	0.02613	0.02943	9.26	5.00	2.00
4. ห้วยสะแตงจากต้นน้ำถึงบ้านห้วยสะแตง	TC-3	8.81	5.59	3.35	0.05642	0.07160	6.64	3.00	1.00
5. ห้วยภูคำจากต้นน้ำถึงบ้านภูคำ	TC-4	15.64	8.29	3.75	0.03211	0.07237	8.80	4.00	1.00
6. น้ำสอดจากต้นน้ำถึงบ้านน้ำสอด	TC-5	56.25	19.45	10.53	0.02500	0.03599	20.91	6.00	2.00
7. น้ำพิจากต้นน้ำถึงบ้านน้ำพิ	TC-6	16.12	9.40	4.87	0.12516	0.08814	12.16	3.00	1.00
8. แม่น้ำน่านจากต้นน้ำถึงบ้านดอนสบเปือ	CK-1	1,263.00	21.82	10.47	0.00359	0.01663	349.93	8.00	4.00
9. ห้วยน้ำเปือจากต้นน้ำถึงบ้านหัวน้ำและดอนแก้ว	CK-2	36.99	5.49	3.00	0.04019	0.01281	27.91	3.00	1.00
10. น้ำกอนจากต้นน้ำถึงบ้านพญาแก้วและม่วง	CK-3	203.70	10.08	4.45	0.02549	0.03603	114.56	4.00	1.00
11. น้ำปัวจากต้นน้ำถึงบ้านนาฝาง	PU-1	58.01	20.91	11.01	0.09667	0.06219	25.97	5.00	2.00
12. น้ำคูณจากต้นน้ำถึงบ้านหัวน้ำ	PU-2	35.01	17.15	8.23	0.10625	0.08745	19.69	4.00	1.00

หมายเหตุ : A = พื้นที่รับน้ำฝน, ตร.กม.

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ, กม.

L_c = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนลำน้ำสายใหญ่ที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุด, กม.

S_{avg} = ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่

S_{max} = ความลาดเทสูงสุดของลำน้ำสายใหญ่

q_p = ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า, ลบ.ม./วินาที

t_p = เวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า, ชั่วโมง

t_r = ช่วงเวลาของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า, ชั่วโมง

3.5.3 การวิเคราะห์พายุฝน 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์พายุฝน เป็นการนำผลการศึกษาการแพร่กระจายของปริมาณฝนเชิงพื้นที่มาดำเนินการศึกษาการแพร่กระจายตามเวลา ด้วยการแบ่งปริมาณฝนออกเป็นช่วง ๆ ที่มีช่วงเวลาเท่ากับช่วงเวลาของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า โดยอาศัยค่าเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของปริมาณฝน 24 ชั่วโมง ของสถานีอำเภอเมือง จังหวัดน่าน (ภาพที่ 3-9) ดังแสดงผลการจัดเรียงปริมาณฝนสูงสุดที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ ไว้ในภาคผนวก 3-2

3.5.4 การคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดของพื้นที่รับน้ำฝน

การคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดจากข้อมูลพายุฝนด้วยวิธีเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ได้ใช้แบบจำลอง HEC-HMS (Hydrologic Model System) ซึ่งพัฒนาโดย US Army Corps of Engineers ประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วยในการวิเคราะห์ และใช้แฟคเตอร์ลดปริมาณน้ำฝนตามขนาดพื้นที่ (Areal Rainfall Reduction Factor) จาก ไชยาพงษ์ (2540)

ผลการคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากแบบจำลอง HEC-HMS ได้นำมาพิจารณาปริมาณการไหลพื้นฐาน ซึ่งกำหนดให้มีค่าผันแปรกับปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำหลาก โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลพื้นฐานกับปริมาณการไหลสูงสุดของลุ่มน้ำน่าน จาก วีระพล (2544) ซึ่งมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q_B = 0.134151\ Q_P^{0.964146} \qquad (5)$$

เมื่อ Q_P = ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำหลาก, ลบ.ม.ต่อวินาที

Q_B = ปริมาณการไหลพื้นฐาน, ลบ.ม.ต่อวินาที

ผลการคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของพื้นที่รับน้ำฝนที่ศึกษา แสดงสรุปค่าปริมาณการไหลสูงสุด (Q_P) ปริมาตรน้ำหลากทั้งหมด (V_T) และปริมาณการไหลพื้นฐาน (Q_B) ของกราฟน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ไว้ในตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 สรุปผลการคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ

รหัสพื้นที่รับน้ำฝน		รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ (ปี)							
		2	5	10	20	50	100	200	500
CP-1	Q_P	155.80	220.60	310.50	313.20	377.60	428.90	482.20	556.80
	V_T	4.34	6.40	8.94	9.28	11.24	12.78	14.38	16.58
	Q_B	2.92	5.90	7.84	9.69	12.06	13.82	15.57	17.86
TC-1	Q_P	122.20	169.20	235.80	236.30	283.10	320.00	358.80	412.50
	V_T	3.45	5.02	6.95	7.21	8.69	9.85	11.05	12.70
	Q_B	2.63	5.31	7.06	8.72	10.85	12.43	14.01	16.07
TC-2	Q_P	38.20	52.90	73.80	74.20	89.00	100.90	113.20	130.40
	V_T	1.07	1.56	2.16	2.24	2.70	3.07	3.45	3.97
	Q_B	0.78	1.57	2.08	2.58	3.20	3.67	4.14	4.75
TC-3	Q_P	24.40	33.60	46.90	46.90	56.20	63.50	71.20	81.80
	V_T	0.47	0.68	0.95	0.98	1.18	1.34	1.50	1.72
	Q_B	0.34	0.69	0.92	1.13	1.41	1.61	1.82	2.08

ตารางที่ 3-11 สรุปผลการคำนวณกราฟน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ (ต่อ)

รหัสพื้นที่รับน้ำฝน		รอบปีของการเกิดซ้ำต่าง ๆ (ปี)							
		2	5	10	20	50	100	200	500
TC-4	Q_P	35.20	48.80	68.10	68.30	81.90	92.60	100.90	119.40
	V_T	0.83	1.20	1.67	1.73	2.08	2.36	2.59	3.05
	Q_B	0.59	1.20	1.59	1.97	2.45	2.81	3.16	3.63
TC-5	Q_P	81.80	113.50	158.00	158.70	190.00	218.40	248.00	286.70
	V_T	2.71	3.94	5.45	5.65	6.81	7.82	8.87	10.24
	Q_B	2.04	4.12	5.47	6.76	8.41	9.64	10.86	12.46
TC-6	Q_P	41.90	57.80	80.80	80.90	92.30	109.50	122.90	141.40
	V_T	0.81	1.18	1.64	1.70	1.97	2.32	2.61	3.00
	Q_B	0.61	1.23	1.64	2.02	2.52	2.89	3.25	3.73
CK-1	Q_P	1,039.7	1,444.5	2,004.5	2,004.10	2,760.10	3,076.30	3,411.80	3,911.60
	V_T	45.22	66.18	91.22	94.64	127.91	143.24	159.37	182.77
	Q_B	40.96	82.71	109.89	135.72	168.89	193.58	218.07	250.22
CK-2	Q_P	94.60	130.60	182.20	182.10	223.80	254.40	285.50	329.50
	V_T	1.83	2.66	3.68	3.81	4.70	5.35	6.01	6.93
	Q_B	1.36	2.75	3.65	4.51	5.61	6.43	7.25	8.32
CK-3	Q_P	346.40	477.50	823.20	714.10	851.50	962.50	1,077.50	1,237.40
	V_T	8.32	12.14	20.08	18.48	22.20	25.18	28.20	32.39
	Q_B	7.05	14.24	18.92	23.37	29.08	33.33	37.55	43.08
PU-1	Q_P	107.30	153.80	218.90	221.80	268.20	305.10	343.70	397.10
	V_T	3.00	4.48	6.32	6.58	8.00	9.11	10.26	11.84
	Q_B	2.10	4.24	5.64	6.96	8.66	9.93	11.18	12.83
PU-2	Q_P	67.80	96.20	135.50	136.70	164.80	187.20	210.50	243.00
	V_T	1.61	2.41	3.36	3.51	4.25	4.84	5.44	6.27
	Q_B	1.29	2.61	3.46	4.28	5.32	6.10	6.87	7.89

หมายเหตุ : Q_P = ปริมาณน้ำการไหลของน้ำหลาก, ลบ.ม./วินาที

V_T = ปริมาตรน้ำหลาก, ล้าน ลบ.ม.

Q_B = ปริมาณการไหลพื้นฐาน, ลบ.ม./วินาที

3.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำหลาก

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำหลาก โดยการวิเคราะห์ถดถอย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุด (Q_P) และปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง (R_{24hr}) ที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่รับน้ำฝน ซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์กำหนดให้มีรูปแบบดังนี้

$$Q_P = a R_{24hr} + b \quad (6)$$

เมื่อ Q_P = ปริมาณน้ำหลากสูงสุด, ลบ.ม.ต่อวินาที

R_{24hr} = ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง, มม.

a และ b = เป็นค่าสัมประสิทธิ์

ผลการวิเคราะห์ถดถอยของแต่ละพื้นที่รับน้ำฝนแสดงได้ดังภาคผนวก 3-3 และแสดงสมการความสัมพันธ์ในแต่ละพื้นที่รับน้ำฝนได้ดังตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดและปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง

พื้นที่รับน้ำฝน	รหัส	สมการความสัมพันธ์	R^2
1. แม่น้ำน่านจากต้นน้ำถึงบ้านด่าน	CP-1	$Q_P = 2.051\ R_{24hr} + 93.139$	0.9870
2. น้ำแงนจากต้นน้ำถึงบ้านไร่ไทรงามและน้ำเลียง	TC-1	$Q_P = 1.901\ R_{24hr} + 76.627$	0.9861
3. น้ำปอนจากต้นน้ำถึงบ้านปอนและป่าเปือย	TC-2	$Q_P = 0.604\ R_{24hr} + 25.265$	0.9864
4. ห้วยสะแตงจากต้นน้ำถึงบ้านห้วยสะแตง	TC-3	$Q_P = 0.376\ R_{24hr} + 14.973$	0.9857
5. ห้วยภูคำจากต้นน้ำถึงบ้านภูคำ	TC-4	$Q_P = 0.543\ R_{24hr} + 21.435$	0.9844
6. น้ำสอดจากต้นน้ำถึงบ้านน้ำสอด	TC-5	$Q_P = 1.343\ R_{24hr} + 61.049$	0.9843
7. น้ำพิจากต้นน้ำถึงบ้านน้ำพิ	TC-6	$Q_P = 0.687\ R_{24hr} + 26.222$	0.9794
8. แม่น้ำน่านจากต้นน้ำถึงบ้านดอนสบเปือ	CK-1	$Q_P = 19.590\ R_{24hr} + 1086.405$	0.9870
9. ห้วยน้ำเปือจากต้นน้ำถึงบ้านหัวน้ำและดอนแก้ว	CK-2	$Q_P = 1.563\ R_{24hr} + 69.608$	0.9867
10. น้ำกอนจากต้นน้ำถึงบ้านพญาแก้วและม่วง	CK-3	$Q_P = 6.030\ R_{24hr} + 217.002$	0.9363
11. น้ำปัวจากต้นน้ำถึงบ้านนาฝาง	PU-1	$Q_P = 1.604\ R_{24hr} + 75.768$	0.9876
12. น้ำคูณจากต้นน้ำถึงบ้านหัวน้ำ	PU-2	$Q_P = 1.219\ R_{24hr} + 48.507$	0.9871

3.7 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API)

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน หรือ Antecedent Precipitation Index (API) ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าศักย์การคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวัน (Potential Evaporation) การวิเคราะห์ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ (Maximum Soil Moisture Available for Evaporation) และการวิเคราะห์อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน ดังนี้

3.7.1 การวิเคราะห์ค่าศักย์การคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวัน

การวิเคราะห์ค่าศักย์การคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวัน (Potential Evapotranspiration) โดยโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศของสถานีอำเภอทุ่งช้าง และอำเภอท่าวังผา ของกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิของอากาศ (สูงสุด, ต่ำสุด, เฉลี่ย) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย) ความเร็วลมผิวดินหรือที่ระดับ 2.00 เมตร (เฉลี่ย) และจำนวนชั่วโมงแสงแดด (เฉลี่ย)

การวิเคราะห์ศักย์การคายระเหยน้ำของพืชสำหรับพื้นที่ศึกษา พบว่าการคำนวณโดยวิธี Modified Penman ให้ค่าศักย์การคายระเหยน้ำของพืชที่เหมาะสมกับสำหรับการวิเคราะห์ดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) มากกว่าการคำนวณโดยวิธี Penman และวิธี FAO Penman Monteith การคำนวณศักย์การคายระเหยน้ำของพืชคำนวณด้วยวิธี Modified Penman มีสมการดังนี้

$$ETo=c[W.Rn+(1-W).f(u).(e_s-e_a)] \quad (7)$$

เมื่อ ETo = ปริมาณการคายระเหยน้ำ (มม./วัน)

C = ค่าสำหรับใช้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อน (Adjustment Factor)

W = แฟคเตอร์ที่อยู่ในเทอมที่เกี่ยวข้องกับรังสีแสงแดด

Rn = รังสีแสงแดดสุทธิ

$(1-W)$ = อิทธิพลของลมและความชื้นในอากาศที่ทราบระดับและอุณหภูมิเฉลี่ย

$f(u)$ = อิทธิพลของกระแสลม

(e_s-e_a) = ผลต่างระหว่างค่าความดันไอน้ำอิ่มตัวเฉลี่ย (e_s) กับความดันไอน้ำที่เป็นจริงเฉลี่ย (e_a)

ผลการคำนวณค่าค่าศักย์การคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือนแสดงได้ในตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 ผลการคำนวณศักย์การคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือน

เดือน	ศักย์การคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวัน , มม./วัน	
	สถานีอำเภอทุ่งช้าง	สถานีอำเภอท่าวังผา
มกราคม	3.42	3.30
กุมภาพันธ์	4.11	4.05
มีนาคม	5.13	5.24
เมษายน	5.87	5.92
พฤษภาคม	5.21	5.45
มิถุนายน	4.68	4.72
กรกฎาคม	4.68	4.31
สิงหาคม	4.20	4.09
กันยายน	4.59	4.35
ตุลาคม	4.39	4.22
พฤศจิกายน	3.74	3.58
ธันวาคม	3.20	3.01

3.7.2 ปริมาณน้ำในดินสูงสุดที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ

คำนวณค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ (Maximum Soil Moisture Available for Evaporation , W_m) จากสมการที่ (3) โดยที่ ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ (W_m) สัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นของดิน (Bulk Density, BD) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Water Holding Capacity, WHC) ซึ่งค่าดังกล่าวได้จากการเก็บตัวอย่างดินและทำการวิเคราะห์คุณสมบัติดินพื้นฐานจากห้องปฏิบัติการของตัวอย่างดินในพื้นที่ จาก "โครงการกำหนดค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Antecedent Precipitation Index : API) เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยล่วงหน้าน้ำท่วมฉับพลันและแผ่นดินถล่ม" ของกรมทรัพยากรน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3-14 และแสดงผลค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ (W_m) ได้ดังตารางที่ 3-15 และแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า W_m ได้ดังภาพที่ 3-10

ตารางที่ 3-14 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ลซม.)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (%WHC)
1	ห้วยทรายขาว	ห้วยโก๋น	เฉลิมพระเกียรติ	0-15	0.95	25.88
				15-30	1.13	24.79
				30-50	1.14	25.59
				50-70	1.21	25.53
				0-15	0.87	27.30
				15-30	1.13	22.18
2	น้ำช้าง	ขุนน่าน	เฉลิมพระเกียรติ	0-15	1.27	21.18
				15-30	1.34	19.84
				30-50	1.44	19.20
				50-70	1.52	18.94
				0-15	0.97	21.77
				15-30	1.21	21.01
3	เฉลิมราช	ปอน	ทุ่งช้าง	0-15	0.75	29.60
				15-30	1.05	27.10
				30-50	1.19	25.99
				50-70	1.22	24.11
				0-15	1.05	22.66
				15-30	1.26	21.64
				0-15	1.03	25.17
				15-30	1.14	26.14
4	น้ำสอด	และ	ทุ่งช้าง	0-15	1.12	22.23
				15-30	1.34	23.06
				30-50	1.21	23.41
				0-15	0.99	21.24
				15-30	1.17	17.63
				0-15	1.13	23.31
				15-30	1.17	22.80

ตารางที่ 3-14 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง (ต่อ)

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ลซม.)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (%WHC)
5	น้ำมืด	เปือ	เชียงกลาง	0-15	1.34	17.59
				15-30	1.35	18.90
				30-50	1.41	20.15
				50-70	1.40	22.24
				70-100	1.49	19.89
				0-15	1.37	14.57
				15-30	1.46	15.50
6	หนองปลา	พระธาตุ	เชียงกลาง	0-15	1.13	17.90
				15-30	1.05	17.29
				30-50	1.05	18.94
				0-15	1.18	22.56
				15-30	0.97	23.14
				0-15	1.15	20.82
				15-30	1.28	20.82
7	นาวงค์	เจดีย์ชัย	ปัว	0-15	1.22	21.33
				15-30	1.33	19.11
				30-50	1.29	19.30
				50-70	1.15	20.53
				70-100	1.27	21.63
				0-15	1.17	17.78
				15-30	1.28	15.99
8	ขุนกุน	ภูคา	ปัว	0-15	1.06	23.71
				15-30	1.24	24.55
				30-50	1.19	25.71
				50-70	1.26	26.21
				70-100	1.14	27.53
				0-15	0.99	25.49
				15-30	1.15	25.22
				0-15	1.00	23.72
				15-30	1.20	23.20

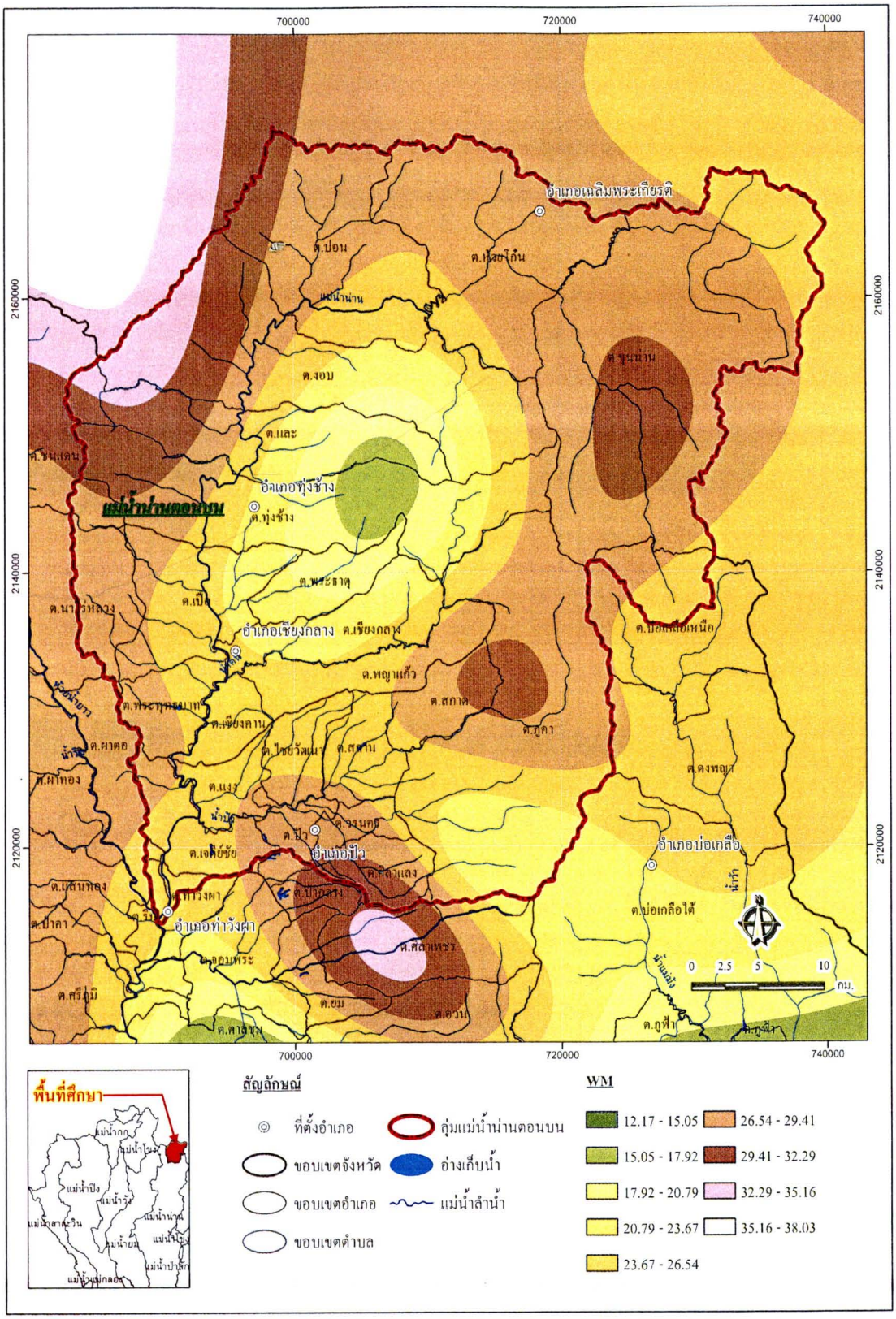
ตารางที่ 3-14 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง (ต่อ)

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ลซม.)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (%WHC)
9	ผาเวียง	ภูคา	ปัว	0-15	0.91	24.66
				15-30	0.89	24.71
				30-50	1.03	24.99
				50-70	1.04	23.80
				70-100	1.00	26.52
				0-15	1.12	24.20
				15-30	1.30	23.40
				0-15	0.86	24.43
				15-30	1.04	24.46
10	เต๋ยกิ่วเห็น (เต๋ยกลาง)	ภูคา	ปัว	0-15	0.83	24.02
				15-30	1.22	23.12
				30-50	1.15	27.53
				0-15	1.03	25.24
				15-30	1.18	24.48
11	สกาดเหนือ	สกาด	ปัว	0-15	0.78	36.12
				15-30	0.89	30.98
				30-50	1.18	25.14
				50-70	1.16	25.09

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ

ตารางที่ 3-15 ผลการวิเคราะห์ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดิน (W_m)

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ (Wm) (มิลลิเมตร)
1	ห้วยระพี (ละเบ้ายา)	สะเนียน	เมืองน่าน	17.06
2	น้ำปาย	น้ำปาย	แม่จริม	24.07
3	วังกอก	น้ำตก	นาน้อย	22.97
4	กอก	อวน	ปัว	21.58
5	ทุ่งใหม่	อวน	ปัว	22.47
6	นาวงค์	เจดีย์ชัย	ปัว	25.43
7	ขุนกุน	ภูคา	ปัว	28.87
8	ผาเวียง	ภูคา	ปัว	23.62
9	เต๋ยกิ่วเห็น (เต๋ยกลาง)	ภูคา	ปัว	27.04
10	สกาดเหนือ	สกาด	ปัว	29.37
11	สันติสุข	แสนทอง	ท่าวังผา	27.88
12	ฮากฮาน	ยาบหัวนา	เวียงสา	20.70
13	ป่าแพะ	แม่ขะนิง	เวียงสา	26.85
14	ห้วยนาจิ้ว	แม่ขะนิง	เวียงสา	28.86
15	เฉลิมราช	ปอน	ทุ่งช้าง	27.84
16	น้ำสอด	และ	ทุ่งช้าง	28.05
17	น้ำมืด	เปือ	เชียงกลาง	26.06
18	หนองปลา	พระธาตุ	เชียงกลาง	19.47
19	ท่าควาย (น้ำแขวง)	เมืองลี	นาหมื่น	26.54
20	ห้วยเย็น	ปิงหลวง	นาหมื่น	24.76
21	เวร	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	26.87
22	บ่อหยวกใต้ (บ่อหยวก)	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	24.84
23	นาก๋วิ้น	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	25.36
24	ห้วยป๋อ	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	25.14
25	นาบง	บ่อเกลือใต้	บ่อเกลือ	20.27
26	ห้วยล้อม	ภูฟ้า	บ่อเกลือ	21.96
27	สว้าใต้ (สว้าเหนือ)	ดงพญา	บ่อเกลือ	25.66
28	ผาสิงห์ (ป่างส้าน)	ยอด	สองแคว	26.74
29	น้ำเกาะ	ยอด	สองแคว	25.37
30	ห้วยทรายขาว	ห้วยโก๋น	เฉลิมพระเกียรติ	27.47
31	น้ำช้าง	ขุนน่าน	เฉลิมพระเกียรติ	27.16



หน่วย: มิลลิเมตร

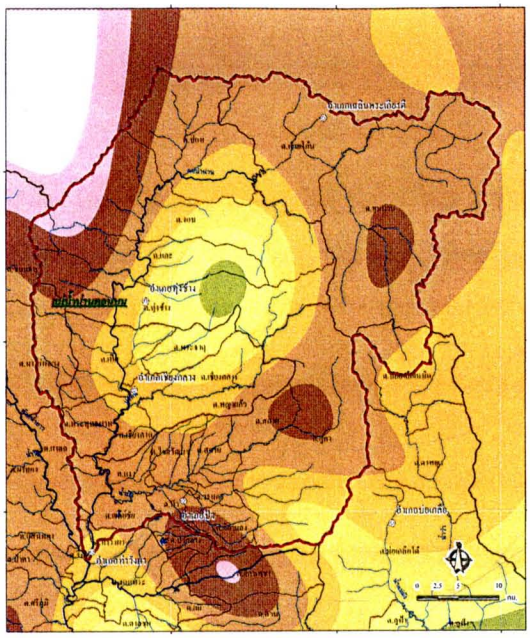
ภาพที่ 3-10 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดิน (W_m)

3.7.3 อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K)

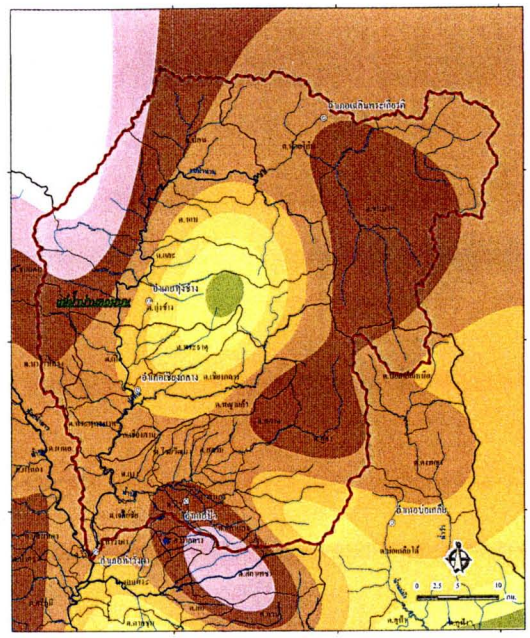
จากค่าศักย์การคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือนสำหรับพื้นที่ศึกษาในตารางที่ 3-11 และค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ (W_m) นำมาคำนวณหาอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ได้จากสมาการที่ (2) ซึ่งมีผลการคำนวณแสดงได้ดังตารางที่ 3-16 และแสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ในแต่ละเดือนได้ในภาพที่ 3-11

ตารางที่ 3-16 อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ในแต่ละเดือน

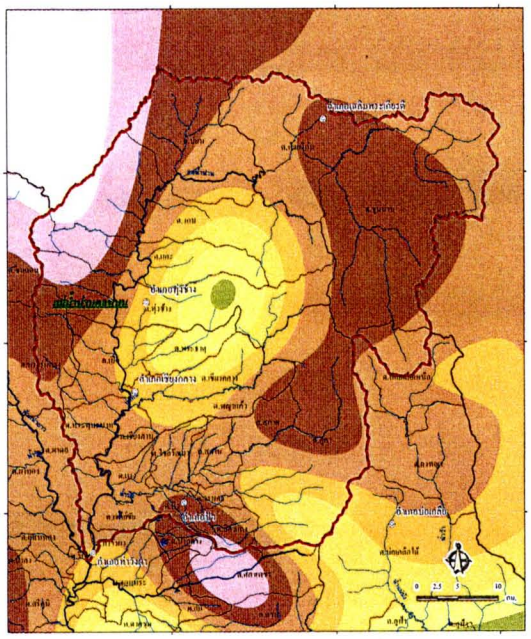
ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K), มม./วัน											
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	ห้วยระพี (ละเบ้ายา)	สะเนียน	เมืองน่าน	0.821	0.781	0.734	0.702	0.721	0.744	0.764	0.777	0.765	0.774	0.806	0.835
2	น้ำปาย	น้ำปาย	แม่จริม	0.870	0.839	0.803	0.778	0.793	0.811	0.826	0.836	0.827	0.834	0.858	0.880
3	วังกอก	น้ำตก	นาน้อย	0.864	0.832	0.795	0.769	0.784	0.803	0.819	0.829	0.819	0.827	0.852	0.874
4	กอก	อวน	ปัว	0.858	0.829	0.785	0.760	0.777	0.804	0.819	0.827	0.817	0.822	0.847	0.870
5	ทุ่งใหม่	อวน	ปัว	0.863	0.835	0.792	0.769	0.785	0.811	0.826	0.834	0.824	0.829	0.853	0.875
6	นาวงค์	เจดีย์ชัย	ปัว	0.878	0.853	0.814	0.792	0.807	0.831	0.844	0.851	0.843	0.847	0.869	0.888
7	ขุนกุน	ภูคา	ปัว	0.892	0.869	0.834	0.815	0.828	0.849	0.861	0.868	0.860	0.864	0.883	0.901
8	ผาเวียง	ภูคา	ปัว	0.870	0.842	0.801	0.778	0.794	0.819	0.833	0.841	0.832	0.836	0.859	0.880
9	เด่ยถิ่วเห็น (เด่ยกลาง)	ภูคา	ปัว	0.885	0.861	0.824	0.803	0.818	0.840	0.853	0.860	0.851	0.856	0.876	0.895
10	สกาดเหนือ	สกาด	ปัว	0.894	0.871	0.837	0.818	0.831	0.852	0.864	0.870	0.862	0.866	0.885	0.902
11	สันติสุข	แสนทอง	ท่าวังผา	0.888	0.865	0.829	0.809	0.823	0.844	0.857	0.864	0.855	0.860	0.879	0.898
12	ฮากฮาน	ยาบหัวนา	เวียงสา	0.850	0.816	0.775	0.747	0.764	0.784	0.801	0.812	0.802	0.810	0.837	0.862
13	ป่าแพะ	แม่ขะนิง	เวียงสา	0.882	0.855	0.822	0.799	0.812	0.829	0.843	0.852	0.843	0.850	0.872	0.891
14	ห้วยนาจิ๋ว	แม่ขะนิง	เวียงสา	0.890	0.864	0.833	0.811	0.824	0.840	0.853	0.861	0.853	0.859	0.880	0.899
15	เฉลิมราช	ปอน	ทุ่งช้าง	0.884	0.863	0.832	0.810	0.829	0.845	0.845	0.860	0.848	0.854	0.874	0.891
16	น้ำสอด	และ	ทุ่งช้าง	0.885	0.864	0.833	0.811	0.831	0.846	0.846	0.861	0.849	0.855	0.875	0.892
17	น้ำมืด	เปือ	เชียงกลาง	0.877	0.854	0.821	0.798	0.819	0.835	0.836	0.851	0.838	0.845	0.866	0.884
18	หนองปลา	พระธาตุ	เชียงกลาง	0.839	0.810	0.768	0.740	0.765	0.786	0.786	0.806	0.790	0.798	0.825	0.848
19	ท่าควาย (น้ำแขวง)	เมืองลี	นาหมื่น	0.881	0.853	0.820	0.797	0.810	0.827	0.841	0.850	0.842	0.848	0.871	0.890
20	ห้วยเย็น	ปงหลวง	นาหมื่น	0.873	0.843	0.808	0.784	0.798	0.816	0.831	0.840	0.831	0.838	0.862	0.883
21	เวร	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	0.881	0.858	0.826	0.804	0.824	0.840	0.840	0.855	0.843	0.849	0.870	0.888
22	บ่อหยวกใต้ (บ่อหยวก)	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	0.871	0.848	0.813	0.789	0.811	0.828	0.828	0.844	0.831	0.838	0.860	0.879
23	นากึ่น	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	0.874	0.850	0.817	0.793	0.814	0.831	0.832	0.847	0.834	0.841	0.863	0.881
24	ห้วยป้อ	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	0.873	0.849	0.815	0.792	0.813	0.830	0.830	0.846	0.833	0.840	0.862	0.880
25	นาบง	บ่อเกลือใต้	บ่อเกลือ	0.845	0.817	0.776	0.748	0.773	0.794	0.794	0.813	0.797	0.805	0.831	0.854
26	ห้วยล้อม	ภูฟ้า	บ่อเกลือ	0.856	0.829	0.792	0.765	0.789	0.808	0.808	0.826	0.811	0.819	0.843	0.864
27	สว้าใต้ (สว้าเหนือ)	ดงพญา	บ่อเกลือ	0.875	0.852	0.819	0.795	0.816	0.833	0.833	0.849	0.836	0.843	0.864	0.883
28	ผาสิงห์ (ป่างส้าน)	ยอด	สองแคว	0.880	0.858	0.825	0.803	0.823	0.839	0.839	0.855	0.842	0.848	0.869	0.887
29	น้ำเกาะ	ยอด	สองแคว	0.874	0.851	0.817	0.793	0.814	0.831	0.832	0.847	0.834	0.841	0.863	0.881
30	ห้วยทรายขาว	ห้วยโก๋น	เฉลิมพระเกียรติ	0.883	0.861	0.830	0.808	0.827	0.843	0.843	0.858	0.846	0.852	0.873	0.890
31	น้ำช้าง	ขุนน่าน	เฉลิมพระเกียรติ	0.882	0.860	0.828	0.806	0.826	0.842	0.842	0.857	0.844	0.851	0.871	0.889



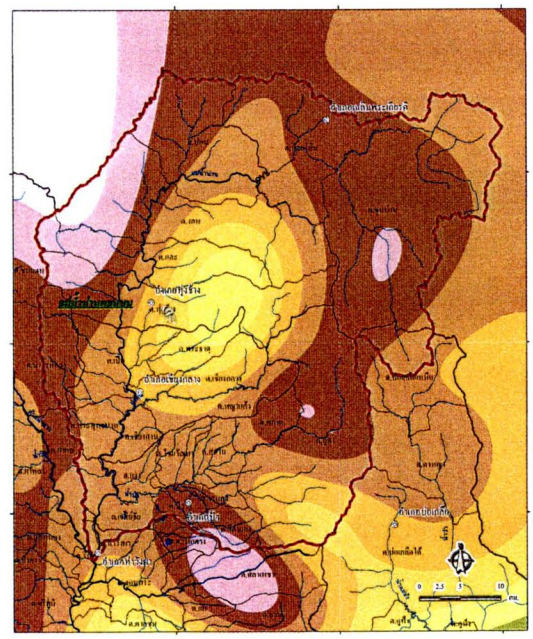
(ก) มกราคม



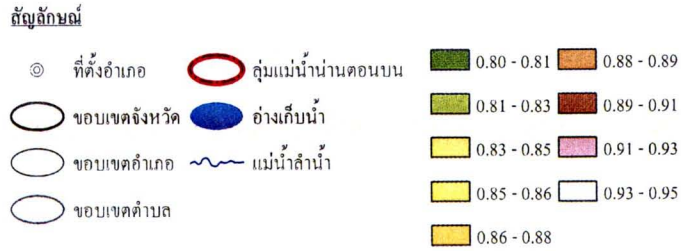
(ข) กุมภาพันธ์



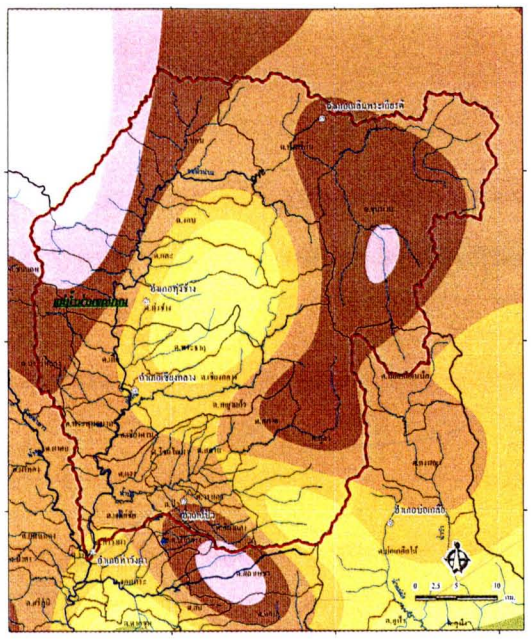
(ค) มีนาคม



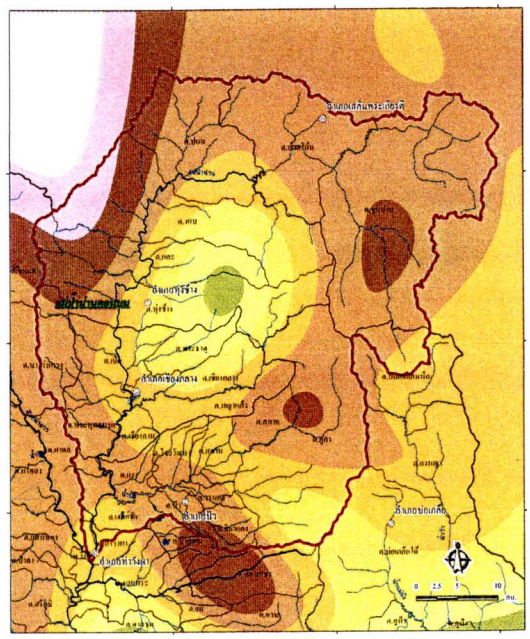
(ง) เมษายน



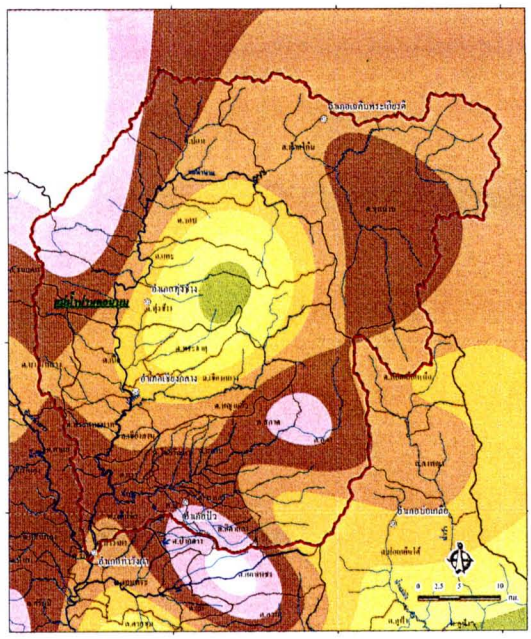
ภาพที่ 3-11 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K)



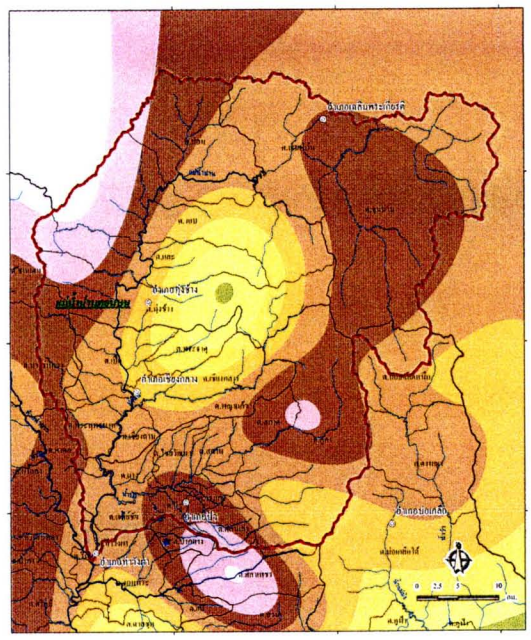
(จ) พฤษภาคม



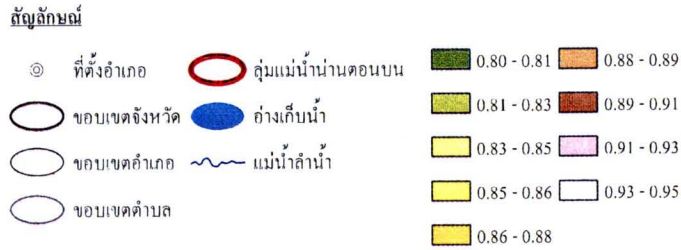
(ฉ) มิถุนายน



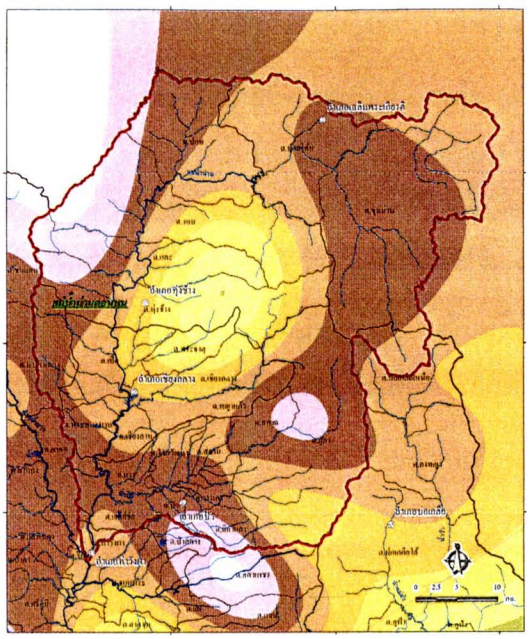
(ช) กรกฎาคม



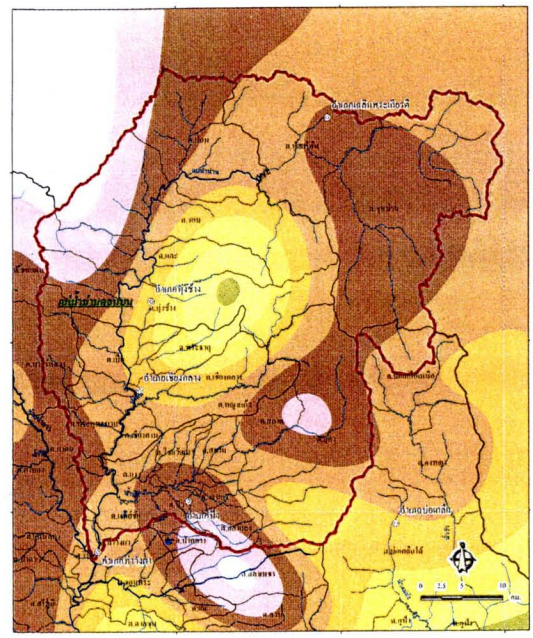
(ซ) สิงหาคม



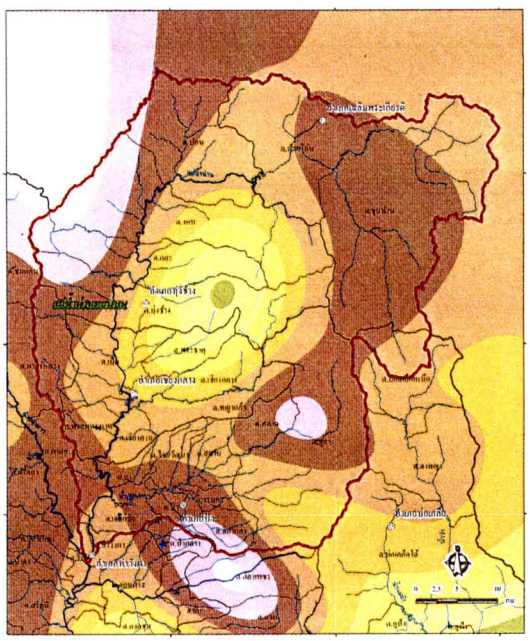
ภาพที่ 3-11 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) (ต่อ)



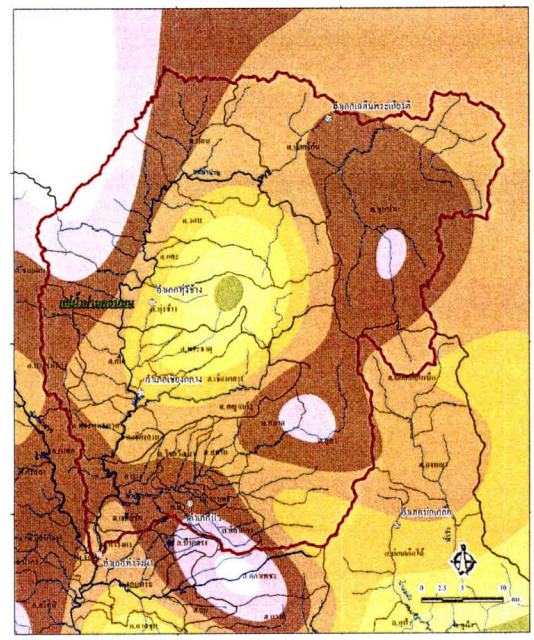
(ฌ) กันยายน



(ญ) ตุลาคม



(ฎ) พฤศจิกายน



(ฏ) ธันวาคม

สัญลักษณ์

- ที่ตั้งอำเภอ
- ขอบเขตจังหวัด
- ขอบเขตอำเภอ
- ขอบเขตตำบล
- ลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน
- อ่างเก็บน้ำ
- แม่น้ำลำน้ำ

0.80 - 0.81	0.88 - 0.89
0.81 - 0.83	0.89 - 0.91
0.83 - 0.85	0.91 - 0.93
0.85 - 0.86	0.93 - 0.95
0.86 - 0.88	

ภาพที่ 3-11 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) (ต่อ)

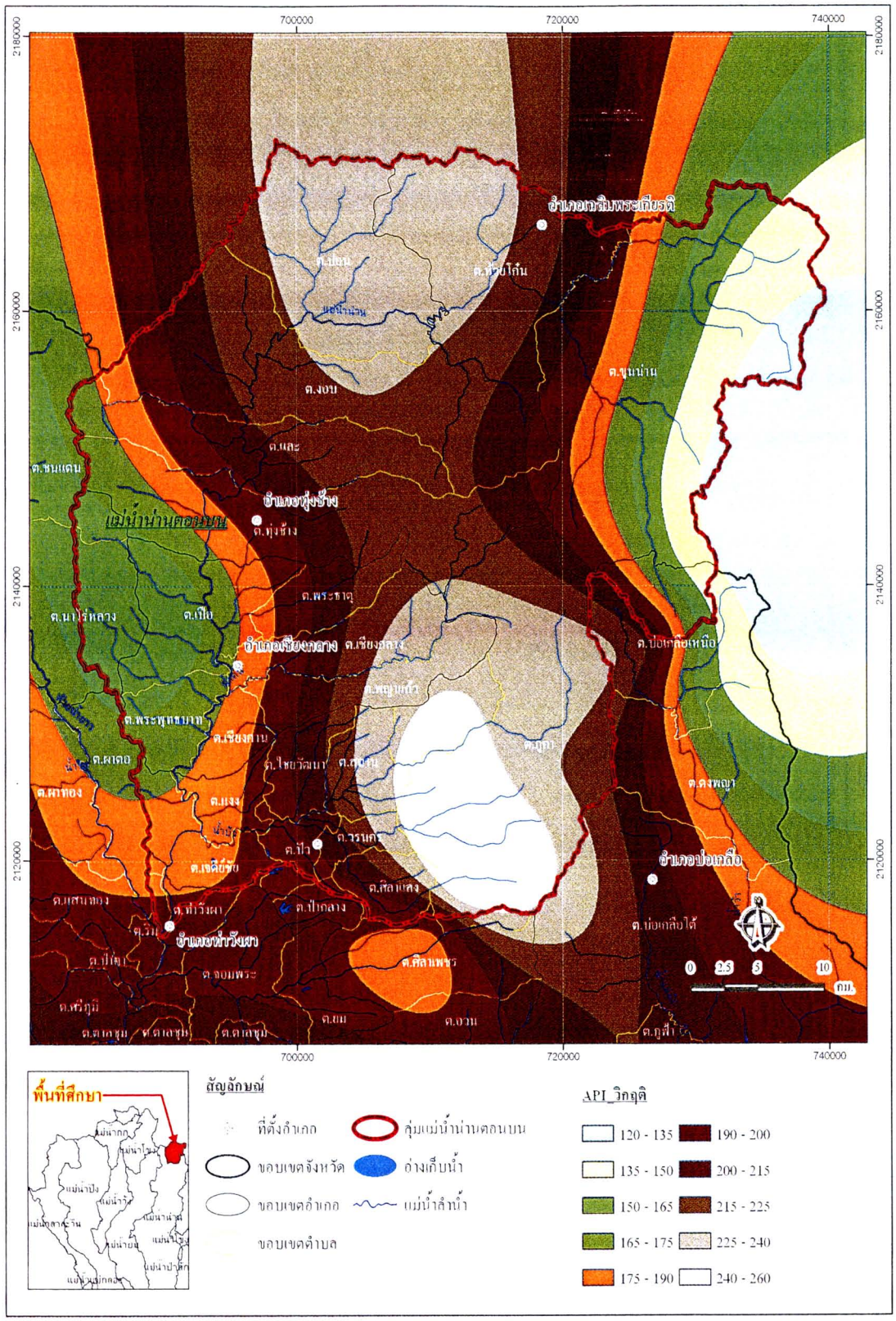
3.8 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต เพื่อการเตือนภัยนั้น อาศัยหลักการและทฤษฎีเรื่องประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดิน และค่าความชุ่มชื้นของดินหรือความชื้นสะสมในดินที่จะส่งผลให้เกิดน้ำท่วม สำหรับการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต ของพื้นที่ศึกษาจะทำการวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการความสามารถในการเก็บกักน้ำได้สูงสุดจนดินอิ่มตัว ซึ่งจะคำนึงถึงปัจจัยความลึกของดิน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัว คือ การหาปริมาณน้ำที่ดินสามารถรองรับได้สูงสุด ซึ่งเมื่อเกินความสามารถนี้จะเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน ดังสมการที่ (4)

ค่า API วิกฤต จะพิจารณาตามความลึกของชั้นดินตั้งแต่ 0-15 15-30 30-50 50-70 70-100 เซนติเมตร ขึ้นกับความลึกของชั้นดินแต่ละจุด จากนั้นนำค่า API ของแต่ละชั้นความลึกมาบวกรวมกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่า API ถึงชั้นดินลึก 70 เซนติเมตร และจากข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินพื้นฐานของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง ทำให้ทราบค่าความชื้นในดินเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำในแต่ละความลึกของชั้นดิน สามารถคำนวณค่า API วิกฤตของพื้นที่ศึกษาได้ดังตารางที่ 3-17 และและแสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของค่า API วิกฤตของพื้นที่ศึกษาได้ในภาพที่ 3-12

ตารางที่ 3-17 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต (มิลลิเมตร)
1	ห้วยระพี (ละเบ้ายา)	สะเนียน	เมืองน่าน	218.63
2	น้ำปาย	น้ำปาย	แม่จริม	169.57
3	วังกอก	น้ำตก	นาน้อย	155.71
4	กอก	อวน	ปัว	165.54
5	ทุ่งใหม่	อวน	ปัว	209.78
6	นาวงค์	เจดีย์ชัย	ปัว	186.93
7	ขุนกุน	ภูคา	ปัว	198.98
8	ผาเวียง	ภูคา	ปัว	249.34
9	เต๋ยกิ่วเห็น (เต๋ยกลาง)	ภูคา	ปัว	229.46
10	สกาดเหนือ	สกาด	ปัว	238.07
11	สันติสุข	แสนทอง	ท่าวังผา	198.21
12	ฮากฮาน	ยาบหัวนา	เวียงสา	220.73
13	ป่าแพะ	แม่ขะนิง	เวียงสา	195.78
14	ห้วยนาง้ิว	แม่ขะนิง	เวียงสา	207.73
15	เฉลิมราช	ปอน	ทุ่งช้าง	227.32
16	น้ำสอด	และ	ทุ่งช้าง	207.39
17	น้ำมืด	เปือ	เชียงกลาง	155.73
18	หนองปลา	พระธาตุ	เชียงกลาง	219.76
19	ท่าควาย (น้ำแขวง)	เมืองลี	นาหมื่น	217.58
20	ห้วยเย็น	ปิงหลวง	นาหมื่น	202.46
21	เวร	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	164.61
22	บ่อหยวกใต้ (บ่อหยวก)	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	170.49
23	นากึ๋น	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	161.45
24	ห้วยป๋อ	บ่อเกลือเหนือ	บ่อเกลือ	207.10
25	นาบง	บ่อเกลือใต้	บ่อเกลือ	195.42
26	ห้วยล้อม	ภูฟ้า	บ่อเกลือ	173.00
27	สว้าใต้ (สว้าเหนือ)	ดงพญา	บ่อเกลือ	172.39
28	ผาสิงห์ (ป่างส้าน)	ยอด	สองแคว	168.00
29	น้ำเกาะ	ยอด	สองแคว	228.73
30	ห้วยทรายขาว	ห้วยโก๋น	เฉลิมพระเกียรติ	216.90
31	น้ำช้าง	ขุนน่าน	เฉลิมพระเกียรติ	148.83



หน่วย: มิลลิเมตร

ภาพที่ 3-12 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต

3.9 เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน

การสร้างเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน เป็นการสร้างเกณฑ์เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยได้รับทราบถึงสถานการณ์ และขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการเกิดภัยน้ำท่วมฉับพลันและดินถล่ม

เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน ประกอบ เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวันโดยตรง เกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ซึ่งคำนวณได้จากค่าปริมาณฝนรายวัน ดังนี้

3.9.1 เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน

เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ได้ใช้เกณฑ์จากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ซึ่งได้กำหนดขั้นตอนปฏิบัติในการเตือนภัยไว้ตามสถานการณ์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ซึ่งได้กำหนดไว้ใช้ในโครงการเครือข่ายอาสาสมัครเตือนภัยดินถล่ม "มิเตอร์เตือนภัย" ดังตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน

ปริมาณฝน	ขั้นตอนปฏิบัติ
น้ำฝนมีปริมาณมากกว่า 150 มม.	ให้ผู้ใหญ่บ้านตัดสินใจในการสั่งการอพยพ
น้ำฝนมีปริมาณมากกว่า 100 มม.	จัดเวรยามเฝ้าระวังเหนือน้ำ และแจ้ง อบต. ให้เฝ้าระวัง
น้ำฝนมีปริมาณมากกว่า 90 มม.	แจ้งผู้อาศัยอยู่บริเวณแม่น้ำเตรียมตัวรับสถานการณ์ดินถล่ม
น้ำฝนมีปริมาณมากกว่า 60 มม.	ให้แจ้งคณะกรรมการหมู่บ้านทราบ

3.9.2 เกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API)

เกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ได้ใช้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤตของพื้นที่ศึกษา ดังแสดงการคำนวณไว้ในหัวข้อที่ 3.8 โดยการศึกษาให้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต เป็นค่าระดับการเสี่ยงภัยสูง และลดระดับความเสี่ยงลงตามค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ที่ลดลง โดยที่เริ่มมีระดับเสี่ยงภัยค่อนข้างสูง เมื่อค่า API อยู่มากกว่าร้อยละ 60 ของค่า API วิกฤต และมีระดับการเสี่ยงภัยปานกลาง เมื่อค่า API อยู่ระหว่างร้อยละ 40 - 60 ของค่า API วิกฤต และมีค่าระดับการเสี่ยงภัยต่ำ เมื่อค่า API มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 40 ของค่า API วิกฤต โดยพิจารณาค่าดังกล่าวร่วมกับค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ที่เคยเกิดขึ้นในปีที่เกิดน้ำท่วมในอดีต ดังแสดงเกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ได้ดังตารางที่ 3-19

ตารางที่ 3-19 เกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API)

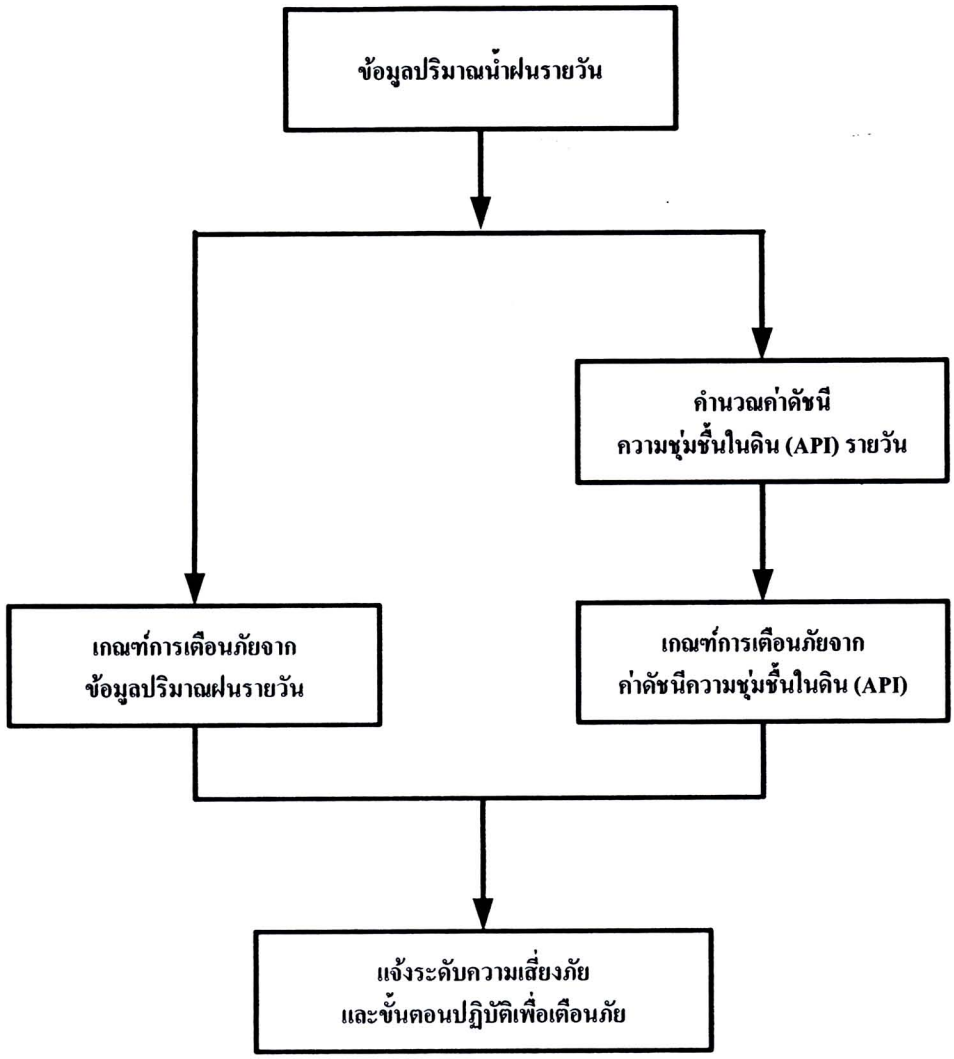
API	ระดับการเสี่ยงภัย	ขั้นตอนปฏิบัติ
ค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่า API วิกฤติ	สูง	อพยพ
ค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 60 – 100 ของค่า API วิกฤติ	ค่อนข้างสูง	เตรียมพร้อม
ค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 40 – 60 ของค่า API วิกฤติ	ปานกลาง	เฝ้าระวัง
ค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าร้อยละ 40 ของค่า API วิกฤติ	ต่ำ	ปลอดภัย

3.10 การพัฒนาโปรแกรมเพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลันบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน

โปรแกรมเพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลันบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน มีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับประชาชนทั่วไป นักเรียน หน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่น และเครือข่ายประชาชน ได้ใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันและดินถล่มในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยใช้เพียงการป้อนข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันเข้าไปในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของพื้นที่สามารถรวบรวมได้จาก สถานีวัดปริมาณน้ำฝนของหน่วยงานต่าง ๆ และจากมิเตอร์เตือนภัยในพื้นที่ ซึ่งมิเตอร์เตือนภัยจะทำหน้าที่วัดปริมาณฝนรายวันในพื้นที่หมู่บ้านที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมฉับพลันและดินถล่ม

หลักการทำงานของโปรแกรมเพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลัน คือ เมื่อมีการป้อนข้อมูลปริมาณฝนรายวันเข้าไปแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และหลังจากนั้น โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบผลระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันกับเกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลระหว่างค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) กับเกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) แล้วจึงทำการแจ้งผลการเตือนภัยออกมา

รายละเอียดการใช้งานของโปรแกรมเพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลันบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน ได้แสดงไว้ในภาคผนวก 3-4 ของรายงาน และสรุปหลักการทำงานของโปรแกรมเพื่อการเตือนอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม ได้ดังภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 หลักการทำงานของโปรแกรมเพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลัน