

### บทที่ 3

## วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

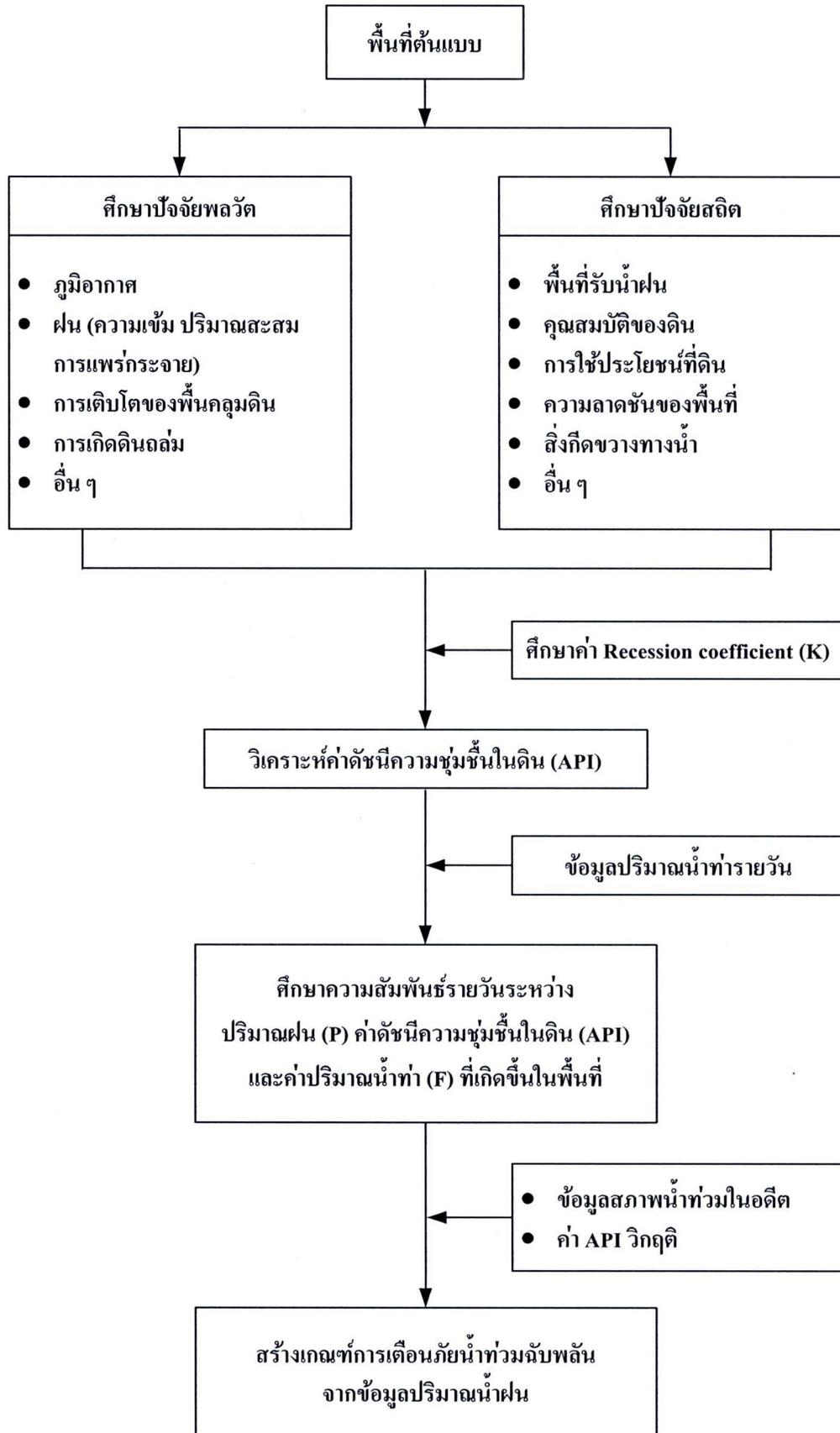
### 3.1 วิธีการศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัยพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำเพื่อพัฒนาระบบการเฝ้าระวัง และการเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลัน แสดงได้ดังรูปที่ 3-1 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาต้นแบบ
2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลแผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศ จากกรมแผนที่ทหาร
3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลปริมาณฝน และข้อมูลปริมาณน้ำท่าในบริเวณพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และที่ติดตั้งเองโดย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
4. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดดิน และพืชปกคลุมดิน จากแผนที่ชุดดิน และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน
5. ดำเนินการเก็บรวบรวมโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ และสิ่งกีดขวางทางน้ำ ในพื้นที่
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



รูปที่ 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) ที่มีอยู่ก่อนในดินของวันใดๆ ( $API(t)$ ) จะมีค่าเท่ากับค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ในดินของวันก่อนหน้า ( $API(t-1)$ ) คูณด้วยค่า K ของวันก่อนหน้า หรือค่า  $K(t-1)$  โดยที่ค่า K จะเป็นฟังก์ชันกับปริมาณการระเหยของน้ำ (Potential Evaporation) จาก Chodhury and Blanchard (1983)

$$K(t) = \text{EXP}(-E(t)/W(m)) \quad (2)$$

- เมื่อ
- $E(t)$  = ค่าการระเหยของน้ำในวันที่ t (มม.)
  - $W(m)$  = เป็นค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ z หรือ maximum soil moisture available for evaporation ของวันที่ t (มม.)



อย่างไรก็ตาม ค่าการระเหยของน้ำนิยมใช้ผลการคำนวณจากค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช (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

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

8. ดำเนินการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และค่าปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่
9. การศึกษาสาเหตุ ปัจจัย และสภาพน้ำท่วมในอดีตของพื้นที่ศึกษา
10. การศึกษาเพื่อสร้างเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน ซึ่งประกอบด้วย เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน เกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และเกณฑ์การเตือนภัยจากค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุด

### 3.2 การศึกษาปัจจัยสถิติ

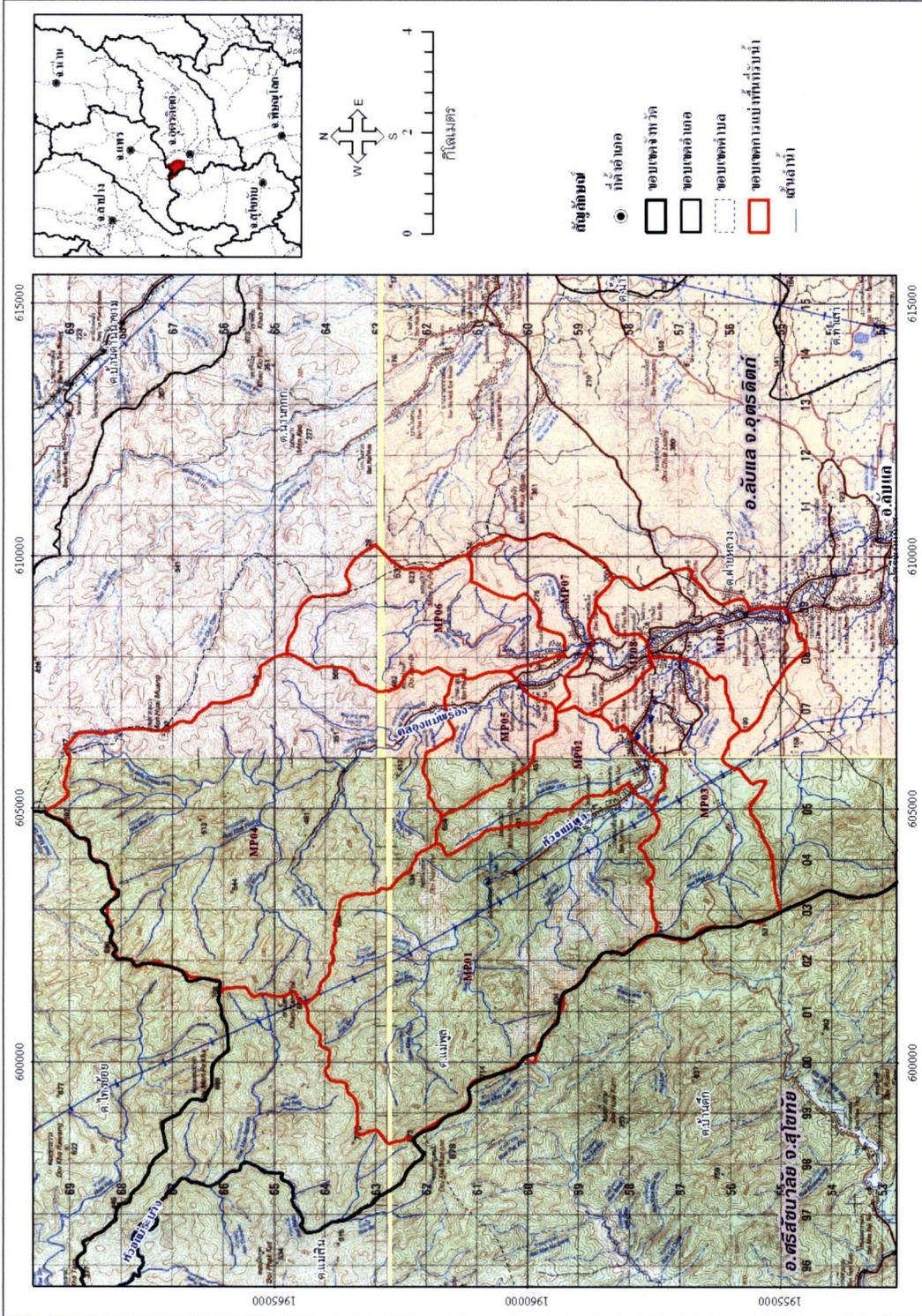
การศึกษาปัจจัยสถิติที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ประกอบด้วย พื้นที่รับน้ำฝน คุณสมบัติของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความลาดชันของพื้นที่ และสิ่งกีดขวางทางน้ำ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

#### 3.2.1 พื้นที่รับน้ำฝน

การแบ่งขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝน (พื้นที่ลุ่มน้ำ) ภายในพื้นที่ศึกษา ได้ทำการกำหนดจุดพิจารณาที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันและต้องการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่วมของจุดพิจารณานั้นๆ ดังนี้

(1) พื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก 2 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำน่าน (09) และลุ่มน้ำยม (08) โดยตั้งอยู่ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 4 (0911) และลุ่มน้ำสาขาห้วยแม่สิน (0809) ตามลำดับ และมีลำน้ำสายสำคัญในพื้นที่ ได้แก่ คลองแม่พร่อง ห้วยคำบิ และห้วยแม่พูล

สำหรับโครงการวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดจุดพิจารณาแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนตามตำแหน่งที่ตั้งของหมู่บ้านที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมฉับพลัน และทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนออกได้เป็น 9 ลุ่มน้ำสาขาย่อยตามสภาพภูมิประเทศ โดยพิจารณาพื้นที่รับฝนสิ้นสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งโครงการฝายหลวงในลำห้วยแม่พูล ซึ่งอยู่ตอนล่างของพื้นที่ตำบลแม่พูล มีพื้นที่รับน้ำฝนรวม 105.66 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 การแบ่งพื้นที่รับน้ำสำหรับพื้นที่ตำบลแม่พืด อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

(2) พื้นที่ตำบลป่าตอง อำเภอเกาะกู่ จังหวัดภูเก็ต ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำหลักภาคใต้ฝั่งตะวันตก (25) และลุ่มน้ำสาขาเกาะภูเก็ต (2506) และมีลำน้ำสายสำคัญในพื้นที่ ได้แก่ คลองบางวาด คลองปากบาง และคลองบางโตน

สำหรับโครงการวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดจุดพิจารณาแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนตามตำแหน่งที่ตั้งของชุมชนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมฉับพลัน และทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนออกได้เป็น 9 ลุ่มน้ำสาขาย่อยตามสภาพภูมิประเทศ โดยพิจารณาพื้นที่รับฝนสิ้นสุดจุดออกทะเลอันดามัน มีพื้นที่รับน้ำฝนรวม 7.76 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-3

### 3.2.2 คุณสมบัติของดิน

ผลการศึกษาค้นสมบัติของดินจากแผนที่กลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อศึกษาการกระจายตัวของดินชุดต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา และเพื่อให้ทราบถึงลักษณะและสมบัติพื้นฐานของดินแต่ละชุด ซึ่งเป็นปัจจัยสัทธิที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

ลักษณะดินที่พบในพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบด้วย 5 กลุ่มชุดดิน ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และรูปที่ 3-4 โดยกลุ่มชุดดินที่พบมากในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 62 และกลุ่มชุดดินที่ 47 และลักษณะดินที่พบในพื้นที่ป่าตอง อำเภอเกาะกู่ จังหวัดภูเก็ต ประกอบด้วย 4 กลุ่มชุดดิน ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และรูปที่ 3-5 โดยกลุ่มชุดดินที่พบมากในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 62 และกลุ่มชุดดินที่ 26 ซึ่งมีรายละเอียดของลักษณะดินดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 15 หน่วยที่ดินนี้เป็นกลุ่มชุดดิน ที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินบนมีสีน้ำตาลปนเทา ดินล่างสีน้ำตาลหรือสีเทาปนชมพูพบจุดประสีเหลืองหรือสีน้ำตาลปนเหลืองตลอดชั้นดิน ในดินชั้นล่างมักพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีส กลุ่มชุดดินนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบเป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินมีความสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-7.5 ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินน่าน ชุดดินหล่มสักชุดดิน แม่ทะ ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินลับแล

กลุ่มชุดดินที่ 22 หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย ดินทรายเป็นดินร่วนสีพื้นเป็นสีเทาหรือน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน และอาจพบศิลาแลงอ่อนในดินชั้นล่าง มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ ค่าความเป็นกรด เป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 มีปัญหาเรื่องการแข็งตัวของน้ำในช่วงฤดูฝน ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินน้ำกระจาย ชุดดินสีทน ชุดดินสันทราย และชุดดินชัยภูมิ



## ตารางที่ 3-1 พื้นที่ของกลุ่มชุดดินต่างๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	ตำบลแม่พูน		ตำบลป่าตอง	
		ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ
1.	กลุ่มชุดดินที่_15	2.74	2.08	-	-
2.	กลุ่มชุดดินที่_15B	0.91	0.69	-	-
3.	กลุ่มชุดที่_22	-	-	0.89	3.86
4.	กลุ่มชุดที่_26B	-	-	0.55	2.41
5.	กลุ่มชุดที่_26C/53C	-	-	0.43	1.88
6.	กลุ่มชุดที่_26D	-	-	0.17	0.72
7.	กลุ่มชุดที่_26D/53D	-	-	0.27	1.19
8.	กลุ่มชุดดินที่_29B	0.09	0.07	-	-
9.	กลุ่มชุดดินที่_29D/47D	0.60	0.46	-	-
10.	กลุ่มชุดดินที่_33	0.78	0.59	-	-
11.	กลุ่มชุดดินที่_47B	2.54	1.94	-	-
12.	กลุ่มชุดดินที่_47C	0.04	0.03	-	-
13.	กลุ่มชุดดินที่_47D	3.57	2.72	-	-
14.	กลุ่มชุดดินที่_47E	0.13	0.10	-	-
15.	กลุ่มชุดดินที่_62	119.98	91.32	-	-
16.	กลุ่มชุดที่_62	-	-	17.83	77.48
17.	ไม่ระบุรายละเอียด	-	-	2.87	12.46
รวม		131.37	100.00	23.01	100.00





กลุ่มชุดดินที่ 26 หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียว หรือเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นพวกดินเหนียว พบในเขตที่มีฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ สีสดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง ส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของหินต้นกำเนิดชนิดต่างๆ ซึ่งมีทั้งหินอัคนี หินตะกอนและหินแปร พบบริเวณพื้นที่ตอน ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงพื้นที่เนินเขาเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินพังงา ชุดดินภูเก็ต ชุดดินโคกลอย ชุดดินท้ายเหมือง ชุดดินห้วยโป่ง ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินกระบี่ ชุดดินลำภูรา ชุดดินปากจั่น

กลุ่มชุดดินที่ 29 เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาลเหลือง หรือแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิด ดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือเกิดจากการสลายตัวของหินหลายชนิด ที่มีเนื้อละเอียด พบบริเวณที่ตอนที่เป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา 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

กลุ่มชุดดินที่ 33 เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทรายแป้ง ดินมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดง บางแห่ง ในดินล่างลึกๆ มีจุดประสีเทาและน้ำตาล อาจมีแร่ไมก้าหรือก้อนปูนปะปน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า พบบนสันดินริมน้ำเก่าและเนินตะกอนรูปพัด มีพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันประมาณ 2-12 % เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ดินชั้นบนมี pH ประมาณ 6.5-7.5 ได้แก่ชุดดินดงยางเอน ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินกำแพงเพชร

กลุ่มชุดดินที่ 47 เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วน ที่มีเศษหินปะปนมาก และพบชั้นหิน พื้นลึก 50 - 80 ซม. ดินมีสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง เกิดจากการสลายตัวของหินเนื้อละเอียด มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 2 - 20 % เป็นดินตื้น มี การระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 3 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำถึง ปานกลาง pH 5.0-7.5 ตัวอย่างชุดดิน ได้แก่ ชุดดินลิ้มวกเหล็ก นครสวรรค์ ท่าลี่ สบปราบ และไพสาลี หินซ้อน โคนปรีด โป่งน้ำร้อนงาว

กลุ่มชุดดินที่ 53 หน่วยที่ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่มีเนื้อดินบน เป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว ส่วนดินล่างในระดับความลึกระหว่าง 50-100 ซม. เป็นดินลูกรังหรือดินปนเศษหินผุ ซึ่งเป็นพวกหินดินดานพบในเขตฝนตกชุก เช่น ภาคใต้ ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นหรือเนินเขา ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 5.0-5.5 ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินตราด ชุดดินตรัง ชุดดินป่าดงเบงช่า ชุดดินนาทอน ชุดดินโอ ลำเจียก ชุดดินคลองเต็ง

กลุ่มชุดดินที่ 62 ดินนี้ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35 % ดินที่พบในบริเวณดังกล่าวนี้มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ

แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจายตัวไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่างๆ หลายแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอย โดยปราศจากมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินพื้นโผล่ ได้แก่ชุดดินที่ลาดชันเชิงซ้อน (Sc) กลุ่มชุดดินนี้ไม่ควรนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เนื่องจากมีปัญหาลายประการที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ควรสงวนไว้เป็นป่าตามธรรมชาติ เพื่อรักษาแหล่งต้นน้ำลำธาร

### 3.2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2551 ของกรมพัฒนาที่ดิน มาตรฐาน 1:50,000 เพื่อศึกษาประเภทการใช้ที่ดินและพืชปกคลุมดิน ในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

(1) พื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 92.27 รองลงมา คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 5.35 และที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย คิดเป็นร้อยละ 2.26 ดังแสดงในตารางที่ 3-2 และรูปที่ 3-6 และเมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร พบว่า ส่วนใหญ่เพาะปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น รวมกันคิดเป็นร้อยละ 74.53 รองลงมา คือ การทำนา คิดเป็นร้อยละ 16.06 ดังแสดงในตารางที่ 3-3

สำหรับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลปี 2543 และ 2551 พบว่า ในพื้นที่ตำบลแม่พูลมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 38.24 และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรมเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 28.72 ในขณะที่การใช้ที่ดินประเภทป่าไม้มีพื้นที่ลดลง คิดเป็นร้อยละ 1.94 ดังแสดงในตารางที่ 3-4

(2) พื้นที่ตำบลป่าตอง อำเภอกะหู่ จังหวัดภูเก็ต พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 50.66 รองลงมา คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย ชายหาด สันทราย และพายุชยกรรม คิดเป็นร้อยละ 25.46 และที่ดินเพื่อเกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 22.47 ดังแสดงไว้แล้วในตารางที่ 3-2 และรูปที่ 3-7 และเมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร พบว่า ส่วนใหญ่เพาะปลูกยางพารา คิดเป็นร้อยละ 96.38 รองลงมา คือ มะพร้าวและปาล์ม น้ำมัน รวมกันคิดเป็นร้อยละ 2.88 ดังแสดงในตารางที่ 3-3

สำหรับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลปี 2543 และ 2551 พบว่า ในพื้นที่ตำบลป่าตองมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย เกษตรกรรม และป่าไม้ลดลง คิดเป็นร้อยละ 60.78 22.19 และ 15.62 ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ เพิ่มขึ้นสูง คิดเป็นร้อยละ 204.13 ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ประกอบด้วย ชายหาด สันทราย และพื้นที่

พาดิษยกรรรม แสดงให้เห็นว่าในพื้นที่มีแนวโน้มการขยายตัวทางด้านพาดิษยกรรรมและการท่องเที่ยวสูง ดังแสดงในตารางที่ 3-4

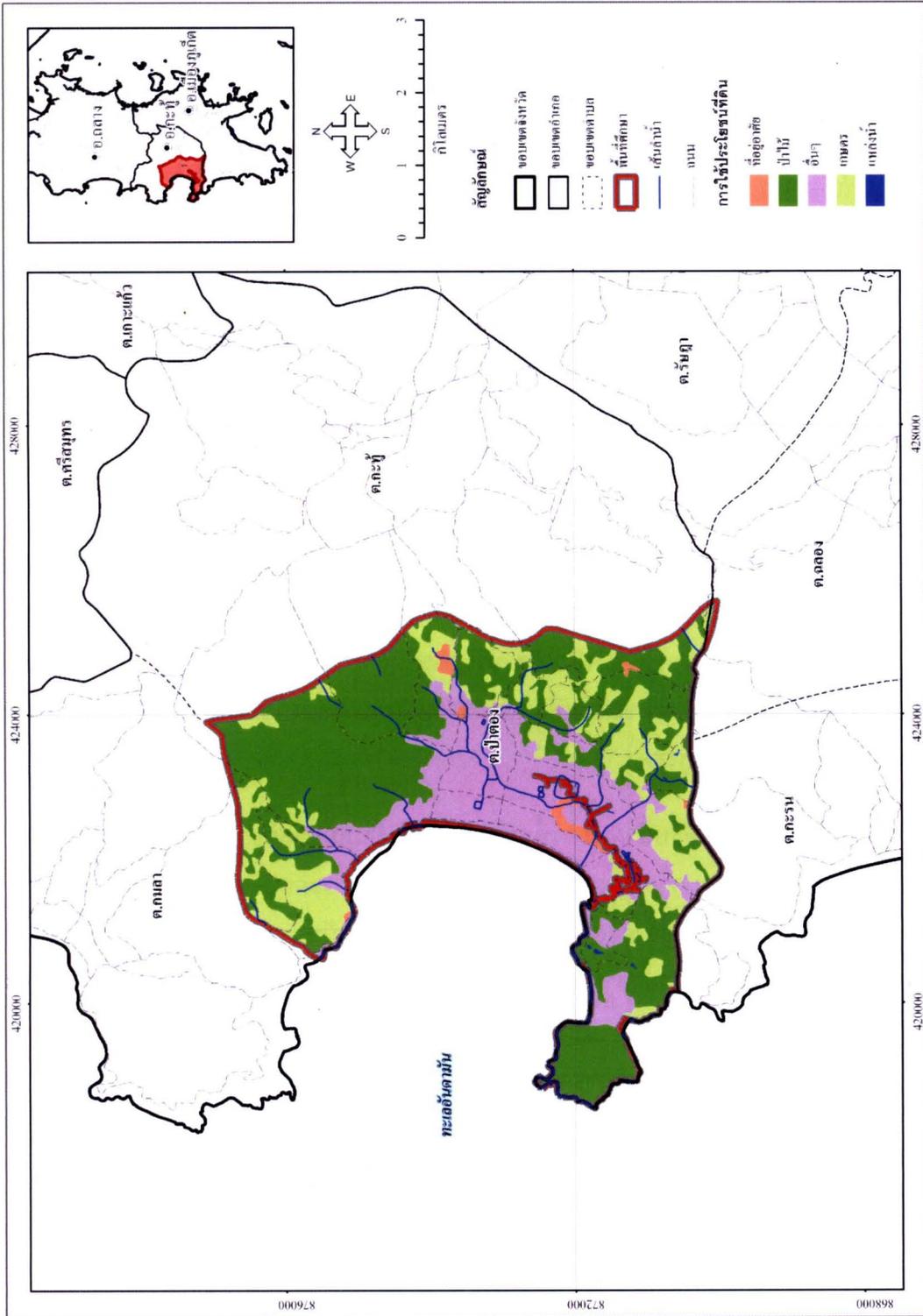
ตารางที่ 3-2 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	ประเภทการใช้ที่ดิน	ตำบลแม่พูล		ตำบลป่าตอง	
		ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ
1.	เกษตรกรรม	7.03	5.35	5.17	22.47
2.	ที่อยู่อาศัย	2.97	2.26	0.33	1.41
3.	ป่าไม้	121.22	92.27	11.66	50.66
4.	อื่นๆ	0.15	0.11	5.86	25.46
รวม		131.37	100.00	23.01	100.00

ตารางที่ 3-3 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้านการเกษตร	ตำบลแม่พูล		ตำบลป่าตอง	
		ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ
1.	นาข้าว	1.13	16.06	-	-
2.	กาแฟ	0.02	0.31	-	-
3.	กล้วย	0.64	9.10	-	-
4.	ทุเรียน	0.46	6.48	-	-
5.	ยางสด ลองกอง	1.05	14.94	-	-
6.	ไม้ผล	3.69	52.48	0.04	0.73
7.	มะพร้าว	-	-	0.08	1.55
8.	ยางพารา	-	-	4.98	96.38
9.	ปาล์มน้ำมัน	-	-	0.07	1.33
10.	สั๊ก	0.04	0.64	0.00	0.00
รวม		7.03	100.00	5.17	100.00





รูปที่ 3-7 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ตำบลปาดอง อำเภอเกาะขลุ่ย จังหวัดภูเก็ต

## ตารางที่ 3-4 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	ประเภทการใช้ที่ดิน	ตำบลแม่พูล			ตำบลป่าตอง		
		ปี 2543	ปี 2551	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง	ปี 2543	ปี 2551	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง
1.	เกษตรกรรม	5.46	7.03	28.72	6.65	5.17	-22.19
2.	ที่อยู่อาศัย	2.15	2.97	38.24	0.83	0.33	-60.78
3.	ป่าไม้	123.62	121.22	-1.94	13.82	11.66	-15.62
4.	อื่นๆ	0.13	0.15	12.83	1.72	5.86	240.13
รวม		131.37	131.37	-	23.01	23.01	-

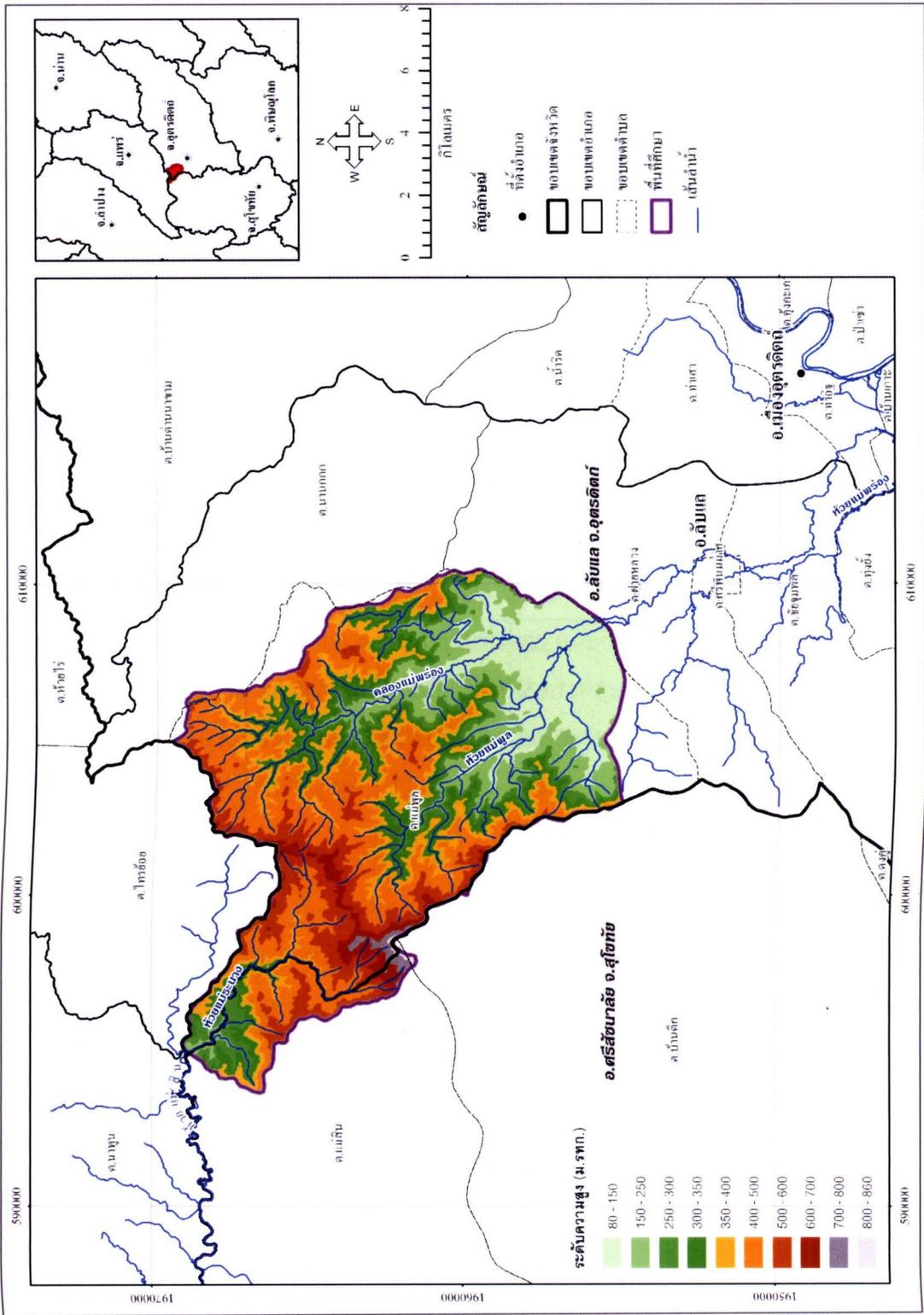
## 3.2.4 ความลาดชันของพื้นที่

เพื่อศึกษาความลาดชันของพื้นที่ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแผนที่ภูมิศาสตร์ มาตรฐาน 1:250,000 และมาตรฐาน 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 และแสดงความสูงระดับพื้นดินของพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งสร้างจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงได้ดังรูปที่ 3-8 และ 3-9

ตารางที่ 3-5 พารามิเตอร์กลุ่มน้ำ-ลำน้ำ ของพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	กลุ่มน้ำ สาขาย่อย	พารามิเตอร์กลุ่มน้ำ-ลำน้ำ				
		A	L	Lc	S <sub>avg</sub>	S <sub>max</sub>
<b>พื้นที่ตำบลแม่พูน จังหวัดอุตรดิตถ์</b>						
1.	MP1	27.97	10.41	5.44	0.02885	0.07109
2.	MP2	5.29	5.00	2.54	0.04857	0.08001
3.	MP3	11.05	7.25	3.01	0.01914	0.06130
4.	MP4	34.75	10.02	4.86	0.02790	0.04262
5.	MP5	4.54	3.20	1.43	0.04354	0.11771
6.	MP6	9.42	9.47	5.06	0.02568	0.03892
7.	MP7	4.58	3.60	1.99	0.03929	0.08887
8.	MP8	2.01	1.85	1.05	0.00359	0.02252
9.	MP9	6.05	4.62	2.18	0.00894	0.03462
<b>พื้นที่ตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต</b>						
1.	P01	0.22	0.76	0.50	0.03941	0.10547
2.	P02	1.63	1.43	0.88	0.12466	0.15248
3.	P03	0.36	1.29	0.67	0.23729	0.25955
4.	P04	1.16	4.17	1.33	0.15484	0.19402
5.	P05	0.14	0.92	0.51	0.12576	0.20343
6.	P06	0.76	4.51	0.91	0.07945	0.12259
7.	P07	1.71	2.49	1.26	0.15360	0.22386
8.	P08	0.35	1.55	0.83	0.25612	0.31273
9.	P09	1.44	1.74	1.30	0.11097	0.15080



รูปที่ 3-8 ความสูงระดับพื้นดินของพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์



### 3.2.5 สิ่งกีดขวางทางน้ำ

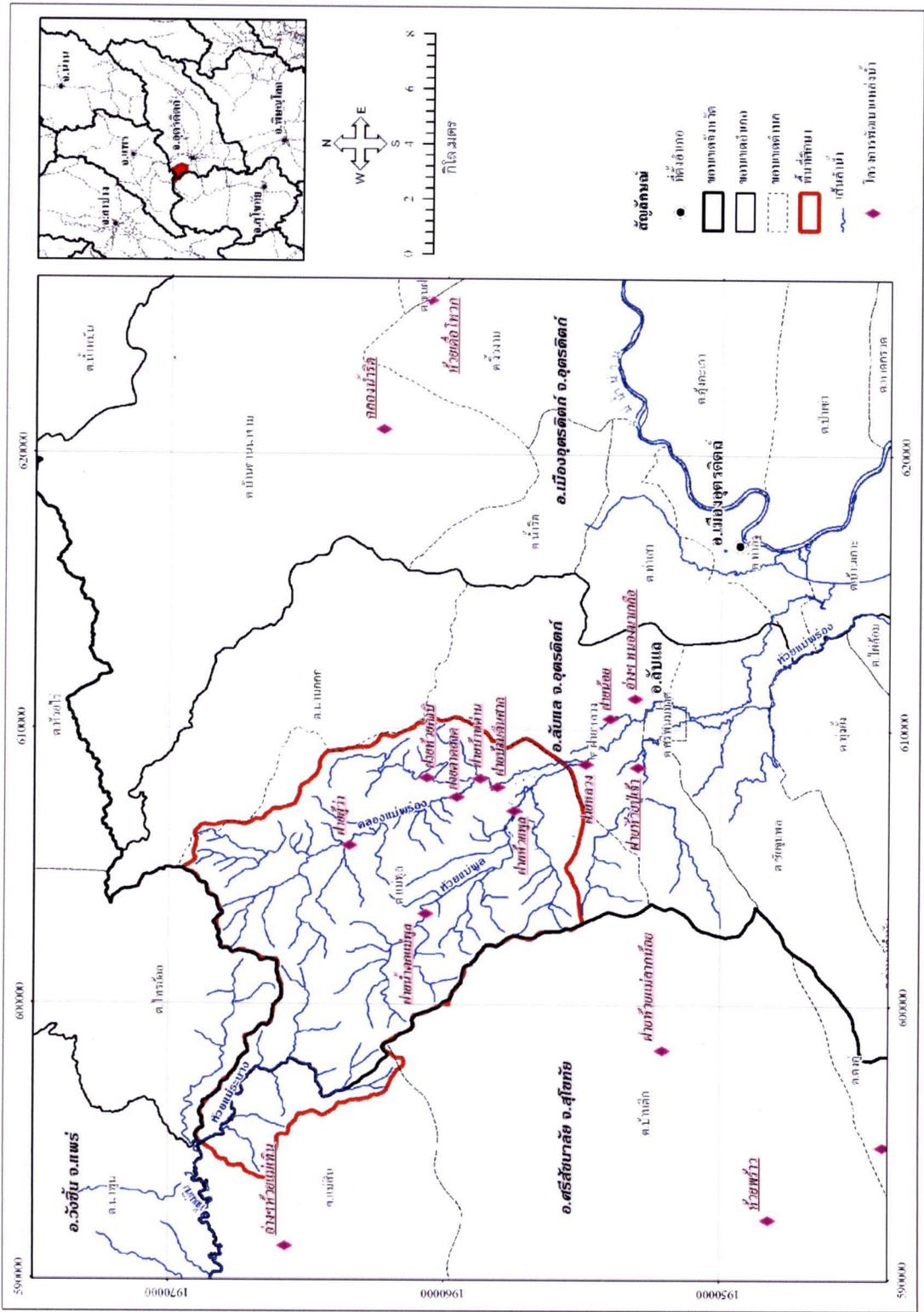
สิ่งกีดขวางทางเดินน้ำโดยธรรมชาติ เช่น โขดหินหรือต้นไม้ล้มขวางทางน้ำ จะทำหน้าที่คล้ายเป็นเขื่อนชั่วคราวซึ่งสามารถเก็บสะสมน้ำไว้ได้ระดับหนึ่ง และเมื่อมีปริมาณน้ำมากเกินไปจนเกินขีดจำกัด จะพังทลายลงมาเหมือนเขื่อนแตกซึ่งจะเพิ่มความรุนแรงของน้ำท่วมฉับพลัน และสำหรับสิ่งกีดขวางทางน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ถนน ฝาย และประตูระบายน้ำต่างๆ ถ้าขาดการออกแบบก่อสร้างที่ถูกต้องเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมแล้ว ก็อาจส่งผลกระทบต่อเช่นเดียวกับสิ่งกีดขวางทางเดินน้ำโดยธรรมชาติในขณะที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน คณะวิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งที่ตั้งอยู่ในทางน้ำต่างๆ ภายในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีโครงการชลประทานเล็กประเภทฝาย ดังแสดงในรูปที่ 3-10 และ 3-11

### 3.3 การศึกษาปัจจัยพลวัต

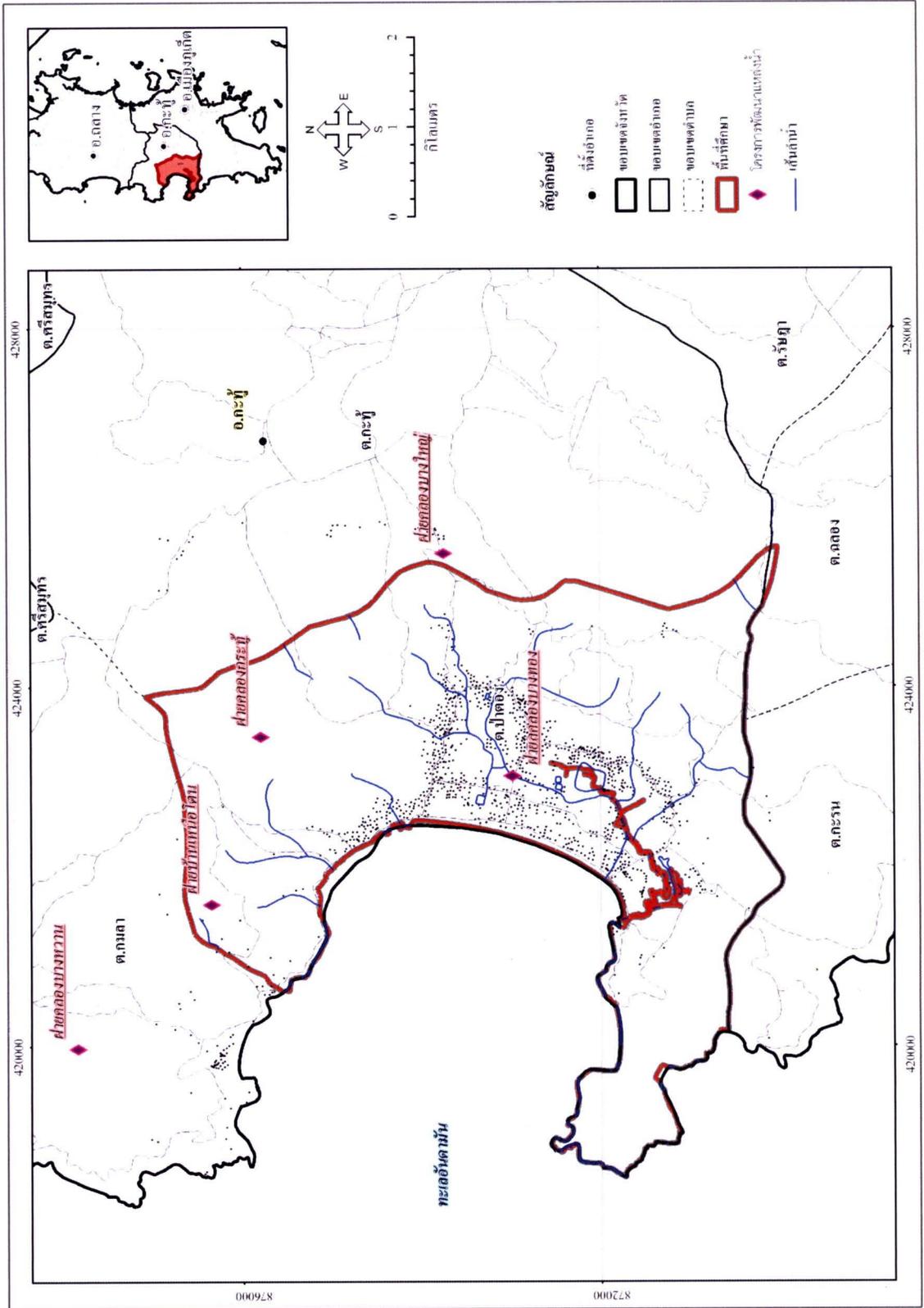
ปัจจัยพลวัต ที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศ สภาพฝน พืชคลุมดิน และการเกิดดินถล่ม

สำหรับการศึกษาปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ และสภาพฝน จะใช้ผลการศึกษาร่วมกับโครงการวิจัยย่อยที่ 2 “การคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนมากเกินไปเพื่อเตือนภัยจากดินถล่มบริเวณตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต และตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์” ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและสภาพฝนทั้งในระดับพื้นที่ศึกษาและระดับภูมิภาค ดังแสดงรายละเอียดไว้ในรายงานก้าวหน้าของโครงการวิจัยย่อยที่ 2

สำหรับการศึกษาปัจจัยด้านการเกิดดินถล่ม จะใช้ผลการศึกษาร่วมกับ โครงการวิจัยย่อยที่ 1 “การศึกษาเพื่อปรับปรุงแบบจำลองดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิฤติสำหรับการเตือนภัยดินถล่มและลดผลกระทบจากดินถล่มเชิงวิศวกรรม” ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงพิบัติภัยแผ่นดินถล่มในพื้นที่ศึกษาดังแสดงรายละเอียดไว้ในรายงานก้าวหน้าของโครงการวิจัยย่อยที่ 1



รูปที่ 3-10 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในบริเวณพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์



รูปที่ 3-11 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในบริเวณพื้นที่ตำบลป่าตอง อำเภอเกาะขาม จังหวัดภูเก็ต

### 3.4 การสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติม

การการรวบรวมและทบทวนข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา พบว่าในพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการวิจัย คณะวิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติม ประกอบด้วย การเก็บตัวอย่างดินจำนวน 7 จุด พร้อมวิเคราะห์คุณสมบัติดินพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ และการติดตั้งเสาวัดระดับน้ำพร้อมจดบันทึกค่าระดับน้ำรายวันจำนวน 5 แห่ง ดังแสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างดินและติดตั้งเสาวัดระดับน้ำในรูปที่ 3-12 และแสดงการติดตั้งเสาวัดระดับน้ำทั้ง 5 แห่งในรูปที่ 3-13

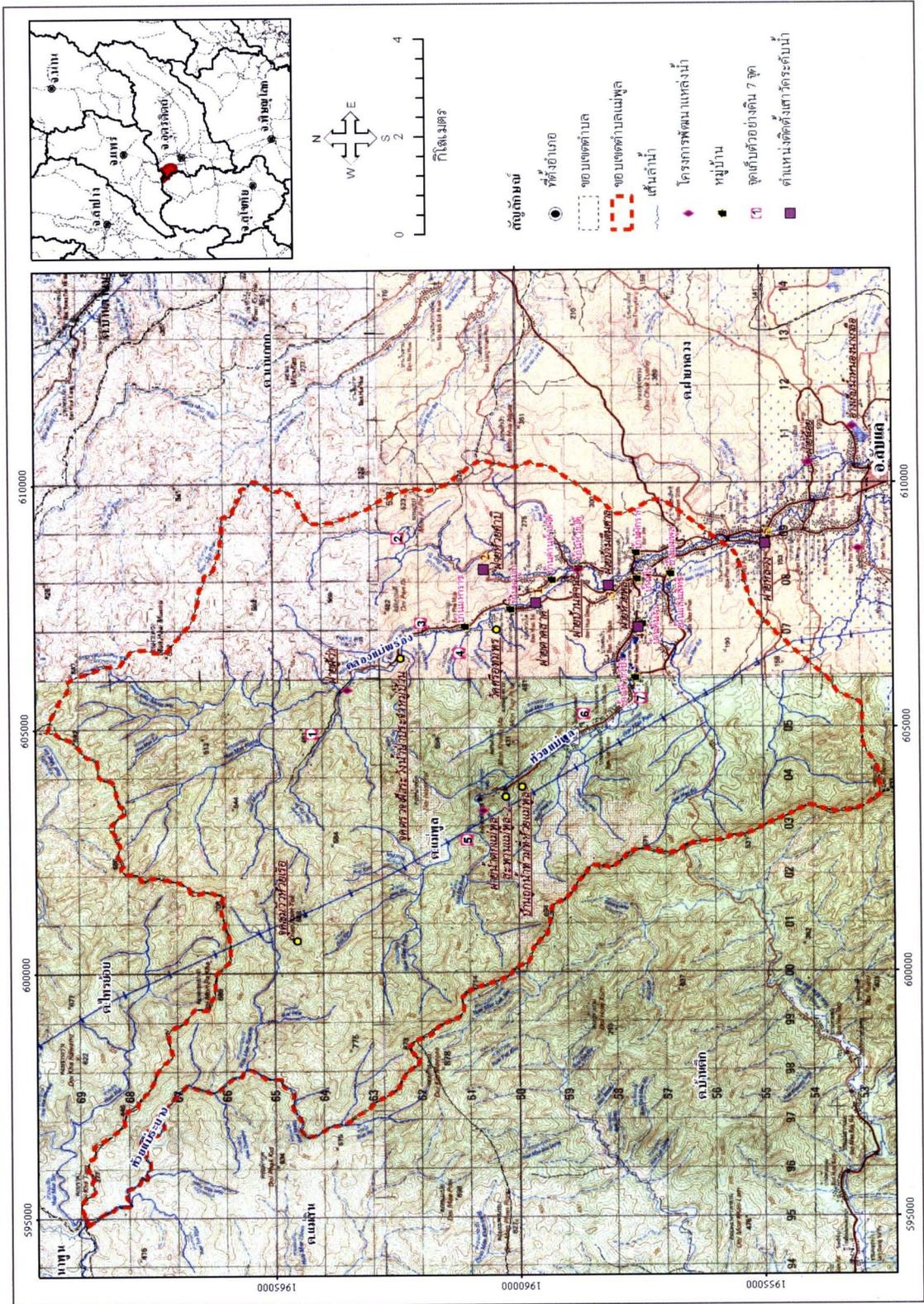
### 3.5 การวิเคราะห์ปริมาณฝนสูงสุด

#### 3.5.1 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง

ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกสะสมตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง (1 วัน) ที่เกิดขึ้นสูงสุดในแต่ละปี ซึ่งปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงนี้ จะนำมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้ โดยได้ทำการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่และข้างเคียง ที่มีข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายปีก่อนข้างยาวพอเพียงและสามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีในการวิเคราะห์กราฟน้ำหลากสูงสุดจากข้อมูลน้ำฝน ดังแสดงชื่อสถานีและสรุปค่าปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง พร้อม วัน เดือน ปี ที่เคยเกิดสูงสุดได้ดังตารางที่ 3-6 และจากข้อมูลปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของสถานีวัดน้ำฝนที่ได้คัดเลือกแล้ว นำมาวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุด โดยใช้วิธีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบกัมเบลเพื่อหาค่าปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่างๆ ได้ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 3-7

#### 3.5.2 การกระจายตัวของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง

ข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงของสถานีวัดน้ำฝน จะใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงในพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ออกแบบกราฟน้ำหลากสูงสุดจากข้อมูลน้ำฝน โดยทำการรวบรวมได้จากสถานีที่วัดข้อมูลปริมาณฝนแบบอัตโนมัติและมีการเก็บข้อมูลรายชั่วโมงอย่างต่อเนื่องเท่านั้น ซึ่งในข้อมูลการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนสูงสุด 24 ชั่วโมงของสถานีที่อยู่ใกล้ที่สุด ได้แก่ สถานีอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ และสถานีสนามบินนานาชาติ จังหวัดภูเก็ต ดังแสดงกราฟเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายของปริมาณฝน 24 ชั่วโมง ของสถานีทั้ง 2 แห่ง ซึ่งได้ใช้เป็นตัวแทนสำหรับพื้นที่ศึกษา ได้ดังรูปที่ 3-14 และ 3-15



รูปที่ 3-12 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างดินและติดตั้งเสาตรวจระดับน้ำ



ก) บริเวณฝายทุ่งนากลาง



ข) ฝายห้วยคำบิ



ค) ฝายบ้านตีนศาล



ง) ฝายห้วยพูล



จ) ฝายหลวง

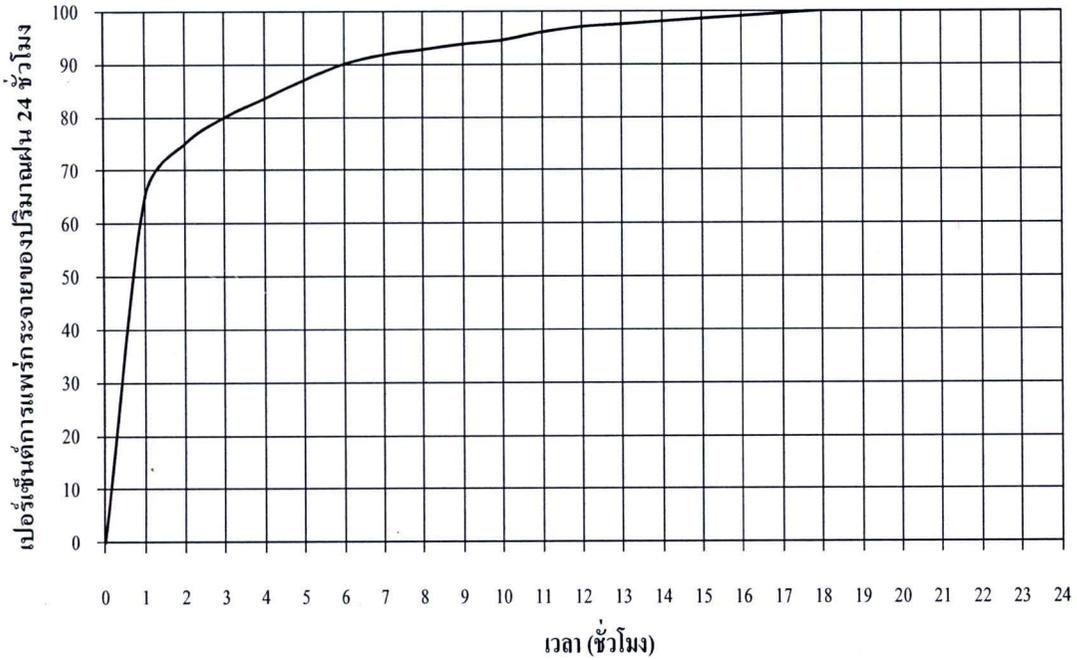
รูปที่ 3-13 การติดตั้งเสาวัดระดับน้ำ

## ตารางที่ 3-6 ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

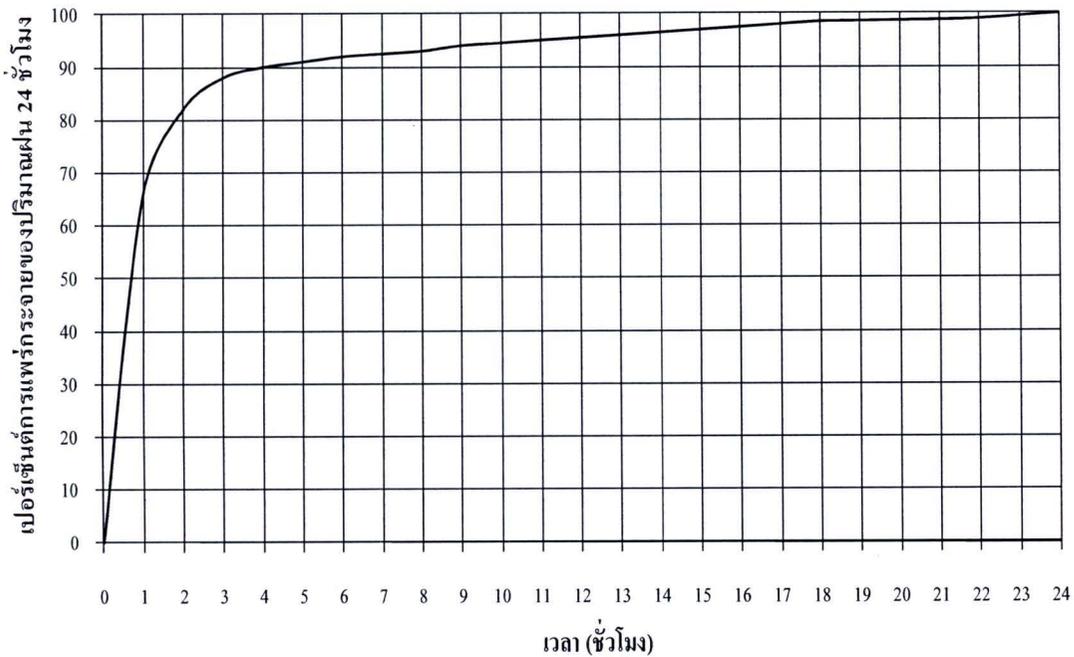
ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	ตำบล	อำเภอ	ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง (มม.)	วัน เดือน ปี ที่เกิด
<b>พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์</b>						
1	อำเภอลับแล	70032	ชัยภูมิพล	ลับแล	330	22 พ.ค. 2549
<b>พื้นที่ตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต</b>						
1	โครงการ บางวาด	43060	กะทู้	กะทู้	219.0	11 พ.ย. 2529

## ตารางที่ 3-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง ของสถานีวัดน้ำฝนที่ศึกษา

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	ปริมาณฝนสูงสุด 24 ที่รอบปีของการเกิดซ้ำต่างๆ, มม.									
			2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000
<b>พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์</b>												
1	อำเภอ ลับแล	70032	108.8	152.7	181.7	209.6	218.4	245.6	272.7	299.6	335.1	361.9
<b>พื้นที่ตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต</b>												
1	โครงการ บางวาด	43060	114.1	146.5	168.0	188.6	195.1	215.3	235.3	255.2	281.5	301.3



รูปที่ 3-14 เปอร์เซนต์การแพร่กระจายปริมาณฝน 24 ชั่วโมง ของสถานีอำเภอเมือง  
จังหวัดอุดรดิตถ์



รูปที่ 3-15 เปอร์เซนต์การแพร่กระจายปริมาณฝน 24 ชั่วโมง ของสถานีสนามบิน จังหวัดภูเก็ต

### 3.6 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API)

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน หรือ Antecedent Precipitation Index (API) ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวัน การวิเคราะห์ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ และการวิเคราะห์อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน ดังนี้

#### 3.6.1 การวิเคราะห์ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวัน

การวิเคราะห์ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวัน (Potential Evapotranspiration) โดยการใช้ข้อมูลภูมิอากาศของสถานีวัดภูมิอากาศ ของกรมอุตุนิยมวิทยา อาทิเช่น ข้อมูลอุณหภูมิของอากาศ (สูงสุด ต่ำสุด เฉลี่ย) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย) ความเร็วลมผิวดินหรือที่ระดับ 2.00 เมตร (เฉลี่ย) และจำนวนชั่วโมงแสงแดด หรือค่าความครึ้มเมฆ (เฉลี่ย) และทำการคำนวณศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชคำนวณด้วยวิธี FAO Penman Monteith ซึ่งมีสมการดังนี้

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} \quad (5)$$

เมื่อ	$ET_o$	=	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ( มม./วัน)
	$R_n$	=	ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ ( MJ/m <sup>2</sup> /d )
	$G$	=	flux ค่าความร้อนของพื้นดิน ( MJ/m <sup>2</sup> /d )
	$T$	=	อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย ( °C )
	$\Delta$	=	ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ ( kPa/°C )
	$\gamma$	=	ค่าคงที่ของ psychrometric ( kPa/°C )
	$U_2$	=	ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 ม. ( m/s )
	$(e_a - e_d)$	=	ค่าความต่างของแรงดันไอ ( kPa )
	900	=	factor ปรับแก้

ผลการคำนวณค่าค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือนแสดงได้ในตารางที่

ตารางที่ 3-8 ผลการคำนวณศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือน

เดือน	ศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวัน , มม./วัน	
	ตำบลแม่พูล <sup>1</sup>	ตำบลป่าตอง <sup>2</sup>
มกราคม	2.93	4.39
กุมภาพันธ์	3.49	4.80
มีนาคม	4.34	5.05
เมษายน	5.02	4.73
พฤษภาคม	4.87	4.25
มิถุนายน	4.23	4.20
กรกฎาคม	3.97	4.09
สิงหาคม	3.75	4.22
กันยายน	3.93	3.96
ตุลาคม	3.88	3.73
พฤศจิกายน	3.39	3.69
ธันวาคม	2.94	4.04

หมายเหตุ : 1. ตำบลแม่พูล ใช้ข้อมูลของสถานีวัดภูมิอากาศอุตรดิตถ์  
2. ตำบลป่าตอง ใช้ข้อมูลของสถานีวัดภูมิอากาศสนามบินภูเก็ต

### 3.6.2 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) ซึ่งค่าดังกล่าวได้จากการเก็บตัวอย่างดินและทำการวิเคราะห์คุณสมบัติดินพื้นฐานจากห้องปฏิบัติการของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและจาก “โครงการกำหนดค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Antecedent Precipitation Index : API) เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยล่วงหน้าน้ำท่วมฉับพลันและแผ่นดินถล่ม” ของกรมทรัพยากรน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3-9 และแสดงผลค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ ( $W_m$ ) ได้ดังตารางที่ 3-10 และแสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของค่า  $W_m$  ในพื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์ได้ดังรูปที่ 3-16 สำหรับตำบลป่าตอง มีค่า  $W_m$  เท่ากับ 23.89 มิลลิเมตร

## ตารางที่ 3-9 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ซม.)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (%WHC)
พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์							
1**	ช่วงบูก	ห้วยไร่	เด่นชัย	แพร่	0-15	1.29	19.23
					15-30	1.18	19.57
					30-50	1.23	20.02
					50-70	1.35	18.26
					70-100	1.27	18.95
					0-15	1.38	17.98
					15-30	1.36	18.12
2**	ดงยาป่า	บ้านดึก	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	0-15	1.14	20.61
					15-30	1.03	20.92
					30-50	1.25	18.35
					50-70	1.15	17.51
					0-15	1.23	19.36
					15-30	1.41	14.47
3**	ป่าคา	บ้านแก่ง	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	0-15	1.13	21.65
					15-30	1.26	20.20
					30-50	1.37	16.82
					0-15	1.28	20.91
					15-30	1.25	19.15
					0-15	1.47	19.90
4**	น้ำวังหลวง	บ้านด่าน	เมือง	อุตรดิตถ์	0-15	1.24	17.58
					15-30	1.39	12.56
					30-50	1.45	12.97
					0-15	1.48	12.36
					15-30	1.70	9.03
5*	บ้านบ่อแก้ว	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0-15	0.70	37.76
					15-30	0.98	31.83
					30-50	1.02	31.04
					50-70	0.96	32.95

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ซม.)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (%WHC)
<b>พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์</b>							
6*	บ้านด่านห้วยไต้	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0-15	0.91	33.23
					15-30	0.93	32.97
					30-50	0.92	34.05
					50-70	0.89	33.73
7*	บ้านผามูบ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0-15	0.90	34.33
					15-30	0.92	34.09
					30-50	0.86	35.29
					50-70	0.90	34.93
8*	บ้านนหาราช	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0-15	0.92	33.80
					15-30	0.91	34.31
					30-50	0.86	35.42
					50-70	0.90	33.49
9*	บ้านต้นเกลือ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0-15	0.93	34.19
					15-30	0.84	35.81
					30-50	0.82	36.58
					50-70	0.80	36.43
10*	บ้านนอกด่านจุดที่ 1	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0-15	0.78	36.17
					15-30	1.01	32.43
					30-50	1.02	30.99
					50-70	0.99	32.49
11*	บ้านนอกด่านจุดที่ 2	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0-15	0.88	33.91
					15-30	0.98	31.78
					30-50	1.11	30.07
					50-70	1.02	31.86

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง

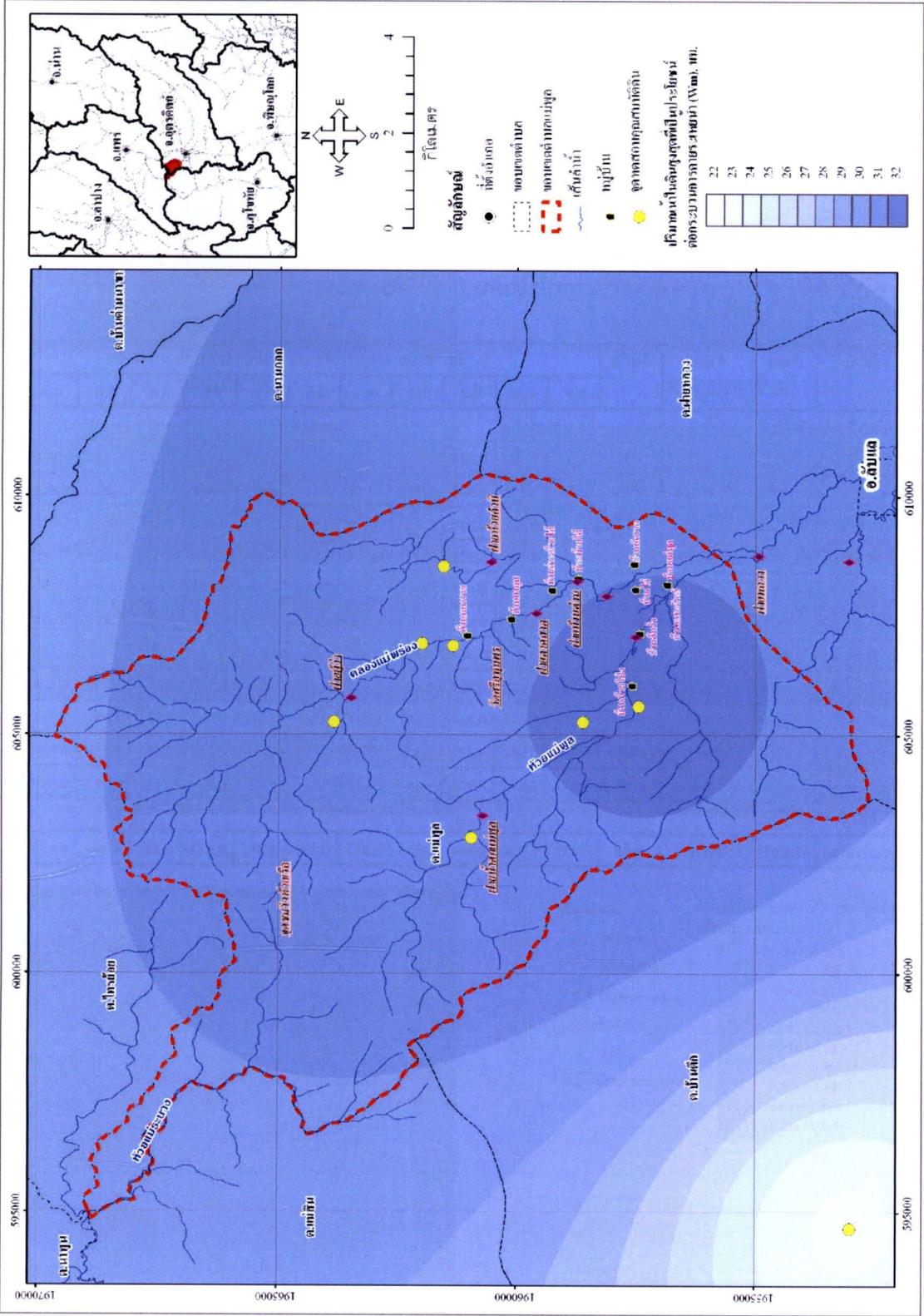
ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ซม.)	ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (%WHC)
พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์							
1**	ลิพอนบางกอก	ศรีสุนทร	กลาง	ภูเก็ท	0-15	1.36	17.21
					15-30	1.49	15.64
					30-50	1.33	18.43
					50-70	1.25	19.17
					70-100	1.28	20.51
					0-15	1.31	15.12
					15-30	1.51	16.61

หมายเหตุ: \* จากการเก็บตัวอย่างและทดสอบโดยโครงการวิจัย

\*\* จากโครงการกำหนดค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน กรมทรัพยากรน้ำ

ตารางที่ 3-10 ผลการวิเคราะห์ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดิน ( $W_m$ )

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ ( $W_m$ ) (มิลลิเมตร)
พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์					
1	ช่วงบुक	ห้วยไร่	เด่นชัย	แพร่	24.23
2	ดงยาปา	บ้านตึก	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	22.79
3	ป่าคา	บ้านแก่ง	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	24.39
4	น้ำวังหลวง	บ้านด่าน	เมือง	อุตรดิตถ์	19.48
5	บ้านบ่อแก้ว	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	30.35
6	บ้านด่านห้วยไต้	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	30.81
7	บ้านผามูบ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	30.78
8	บ้านมหาราช	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	30.91
9	บ้านต้นเกลือ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	30.65
10	บ้านนอกด่าน	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	31.12
11	บ้านนอกด่าน	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	31.80
พื้นที่ตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต					
1	ลิพอนบางกอก	ศรีสุนทร	กลาง	ภูเก็ต	23.89



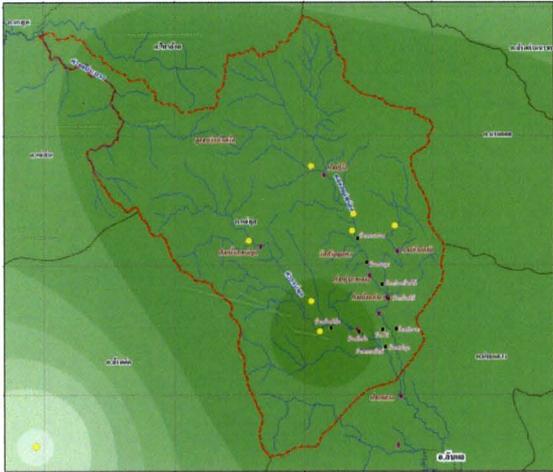
รูปที่ 3-16 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดิน (Wm)

### 3.6.3 อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K)

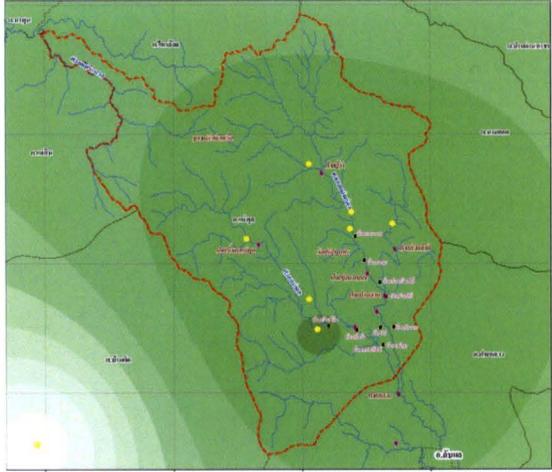
จากค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือนสำหรับพื้นที่ศึกษาในตารางที่ 3.6-1 และค่าสูงสุดของปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการคายระเหยน้ำ ( $W_m$ ) นำมาคำนวณหาอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ได้จากสมการที่ (2) ซึ่งมีผลการคำนวณแสดงได้ดังตารางที่ 3-11 และแสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ในแต่ละเดือนของพื้นที่ตำบลแม่พูล ได้ในรูปที่ 3-17

ตารางที่ 3-11 อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ในแต่ละเดือน

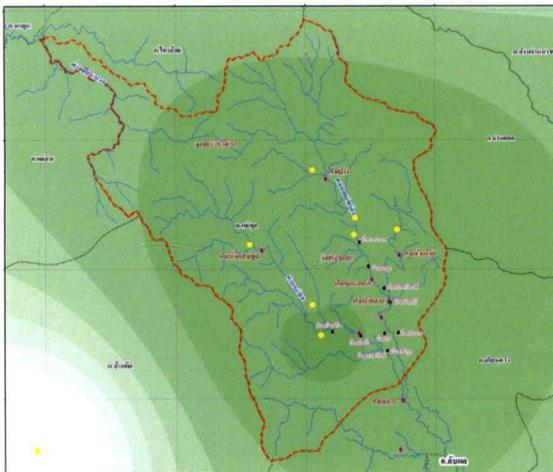
ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) รายเดือน, มม./วัน											
					ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์																
1	ช่วงนุก	ห้วยไร่	เด่นชัย	แพร่	0.886	0.866	0.836	0.813	0.818	0.840	0.849	0.857	0.850	0.852	0.870	0.886
2	คงข่าป่า	บ้านตึก	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	0.879	0.858	0.827	0.802	0.808	0.830	0.840	0.848	0.841	0.844	0.862	0.879
3	ป่าคา	บ้านแก่ง	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	0.887	0.867	0.837	0.814	0.819	0.841	0.850	0.858	0.851	0.853	0.870	0.886
4	น้ำวังหลวง	บ้านด่าน	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	0.860	0.836	0.800	0.773	0.779	0.805	0.816	0.825	0.817	0.820	0.840	0.860
5	บ้านบ่อแก้ว	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0.908	0.891	0.867	0.848	0.852	0.870	0.877	0.884	0.878	0.880	0.894	0.908
6	บ้านด่านห้วยไต้	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0.909	0.893	0.869	0.850	0.854	0.872	0.879	0.886	0.880	0.882	0.896	0.909
7	บ้านผาบุบ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0.909	0.893	0.868	0.849	0.854	0.871	0.879	0.885	0.880	0.882	0.896	0.909
8	บ้านมหาราช	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0.910	0.893	0.869	0.850	0.854	0.872	0.879	0.886	0.881	0.882	0.896	0.909
9	บ้านต้นเกลือ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0.909	0.892	0.868	0.849	0.853	0.871	0.878	0.885	0.880	0.881	0.895	0.908
10	บ้านนอกด่าน	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0.910	0.894	0.870	0.851	0.855	0.873	0.880	0.887	0.881	0.883	0.897	0.910
11	บ้านนอกด่าน	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	0.912	0.896	0.872	0.854	0.858	0.875	0.883	0.889	0.884	0.885	0.899	0.912
พื้นที่ตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต																
1	ลิพอนบางกอก	ศรีสุนทร	ถลาง	ภูเก็ต	0.832	0.818	0.809	0.820	0.837	0.839	0.843	0.838	0.847	0.855	0.857	0.844



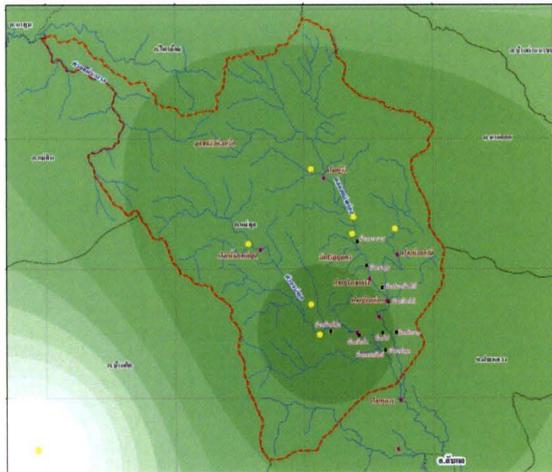
ก) มกราคม



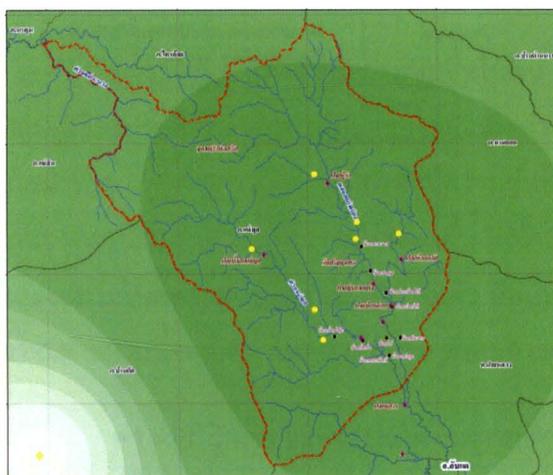
ข) กุมภาพันธ์



ค) มีนาคม



ง) เมษายน



จ) พฤษภาคม



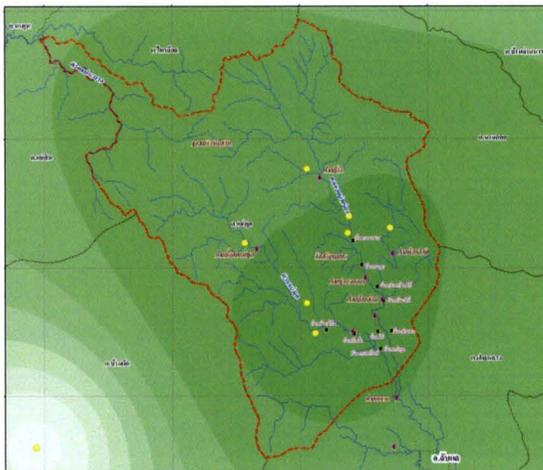
รูปที่ 3-17 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ของพื้นที่ตำบลแม่พูน



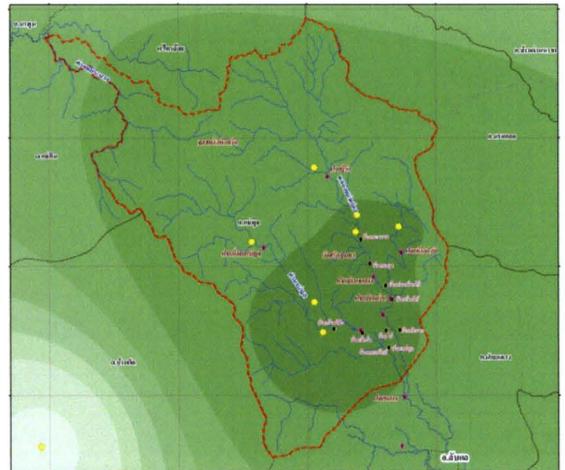
ฉ) มิถุนายน



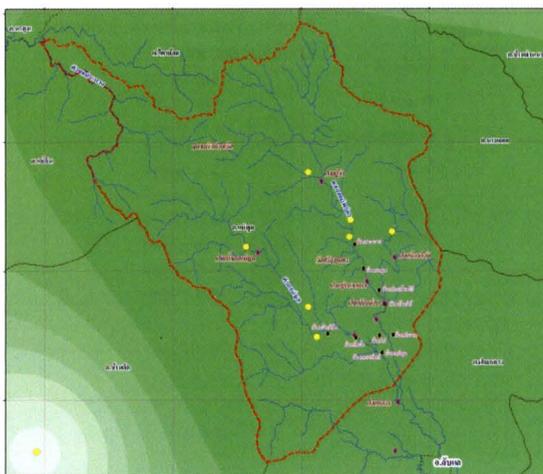
ช) กรกฎาคม



ซ) สิงหาคม



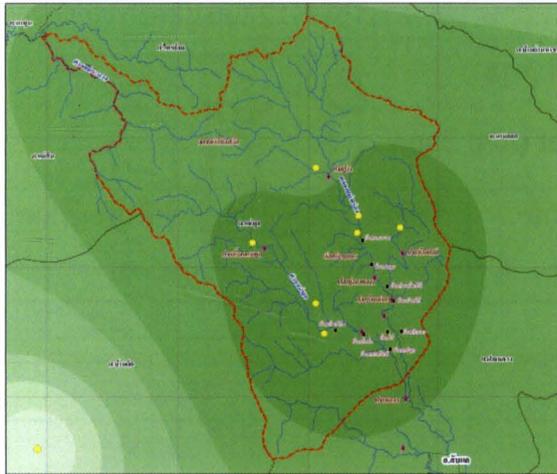
ณ) กันยายน



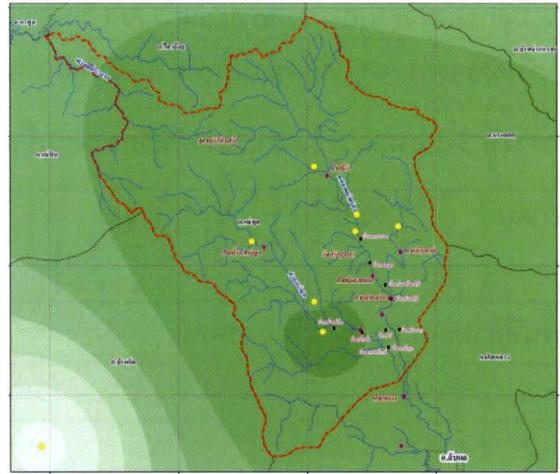
ญ) ตุลาคม



รูปที่ 3-17 (ต่อ) การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ของพื้นที่ตำบลแม่พูล



ก) พฤษจิกายน



ข) ธันวาคม



รูปที่ 3-17 (ต่อ) การกระจายเชิงพื้นที่ของค่าอัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (K) ของพื้นที่ตำบลแม่พูล

### 3.7 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต

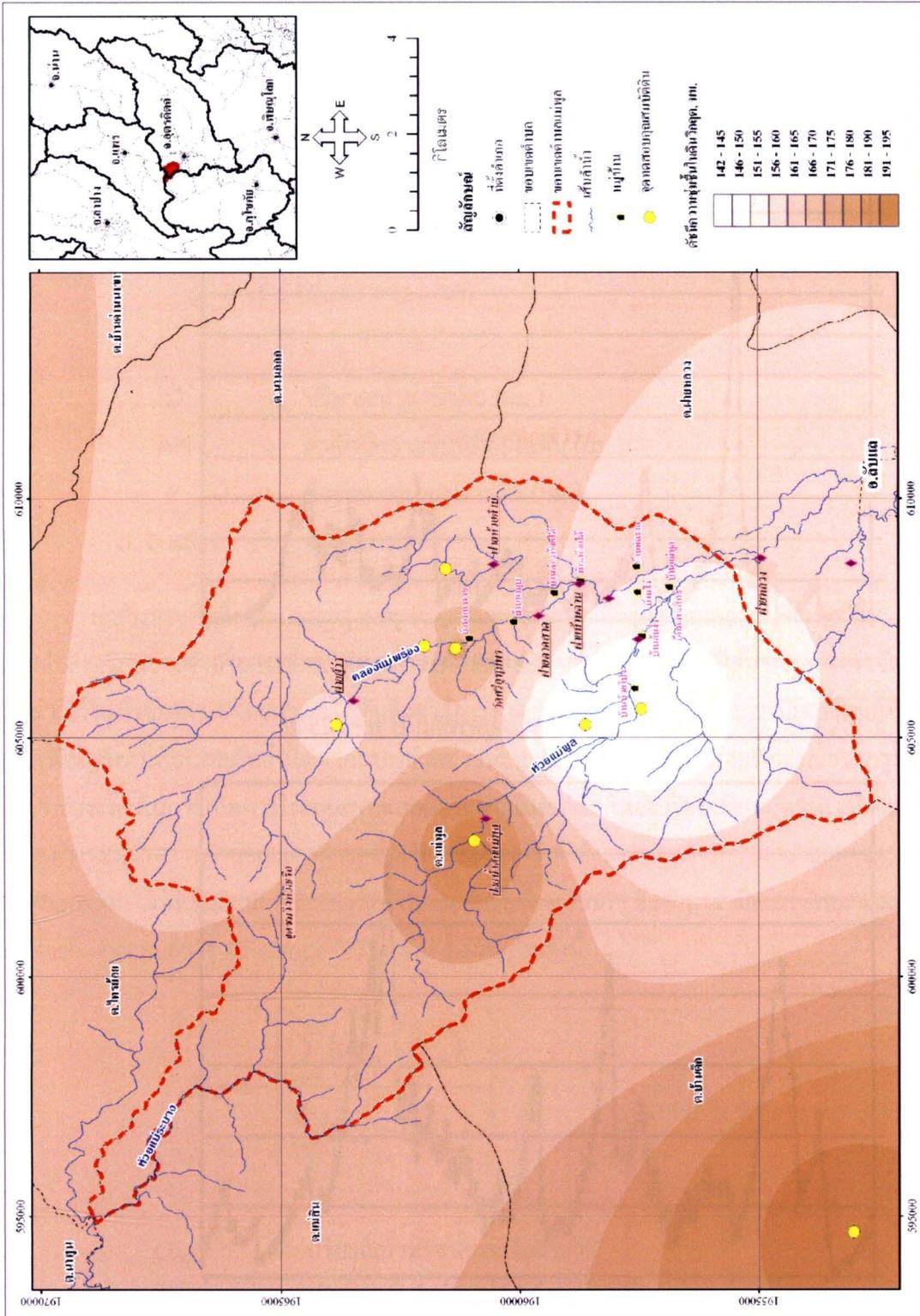
การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต เพื่อการเตือนภัยนั้น อาศัยหลักการและทฤษฎีเรื่องประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดิน และค่าความชุ่มชื้นของดินหรือความชื้นสะสมในดินที่จะส่งผลให้เกิดน้ำท่วม สำหรับการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต ของพื้นที่ศึกษาจะทำการวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการความสามารถในการเก็บกักน้ำได้สูงสุดจนดินอิ่มตัว ซึ่งจะคำนึงถึงปัจจัยความลึกของดินและเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัว 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 90 เซนติเมตร และจากข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินพื้นฐานของตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาและข้างเคียง ทำให้ทราบค่าความชื้นในดินเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำในแต่ละ

ความลึกของชั้นดิน สามารถคำนวณค่า API วิกฤตของพื้นที่ศึกษาได้ดังตารางที่ 3-12 และแสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของค่า API วิกฤตของพื้นที่ตำบลแม่พูลได้ในรูปที่ 3-18

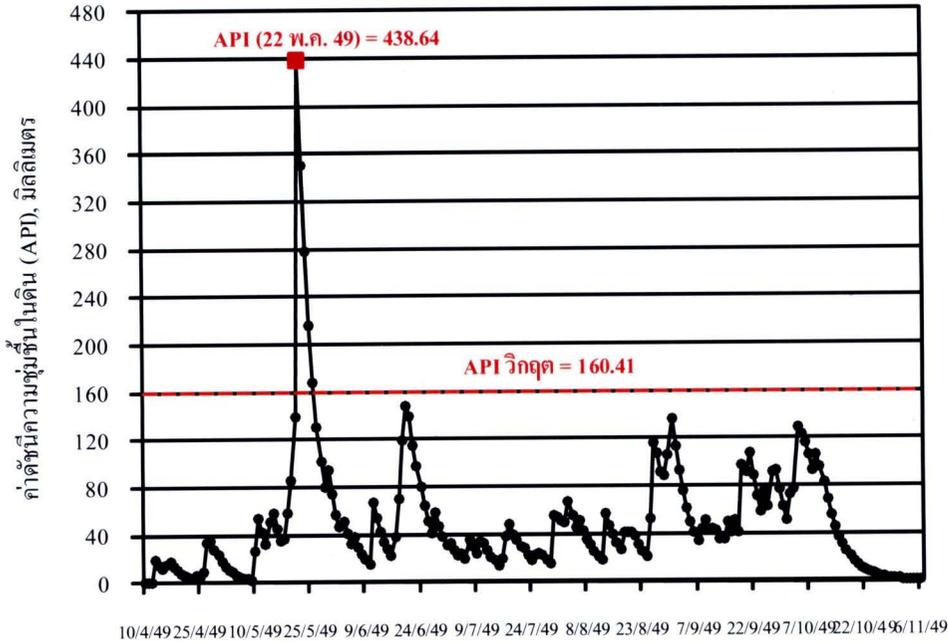
ตารางที่ 3-12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิกฤต

ลำดับ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ดัชนีความชุ่มชื้นในดินวิกฤต (มิลลิเมตร)
<b>พื้นที่ตำบลแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์</b>					
1	ช่วงบुक	ห้วยไร่	เด่นชัย	แพร่	181.01
2	ดงยาปา	บ้านตึก	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	195.24
3	ป่าคา	บ้านแก่ง	ศรีสัชชนาลัย	สุโขทัย	179.23
4	น้ำวังหลวง	บ้านด่าน	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	145.88
5	บ้านบ่อแก้ว	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	158.76
6	บ้านด่านห้วยไต้	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	162.80
7	บ้านผามูบ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	162.51
8	บ้านมหาราช	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	171.10
9	บ้านต้นเกลือ	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	182.35
10	บ้านนอกด่าน	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	141.67
11	บ้านนอกด่าน	แม่พูล	ลับแล	อุตรดิตถ์	143.72
<b>พื้นที่ตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต</b>					
1	ลิพอนบางกอก	ศรีสุนทร	ถลาง	ภูเก็ต	213.48

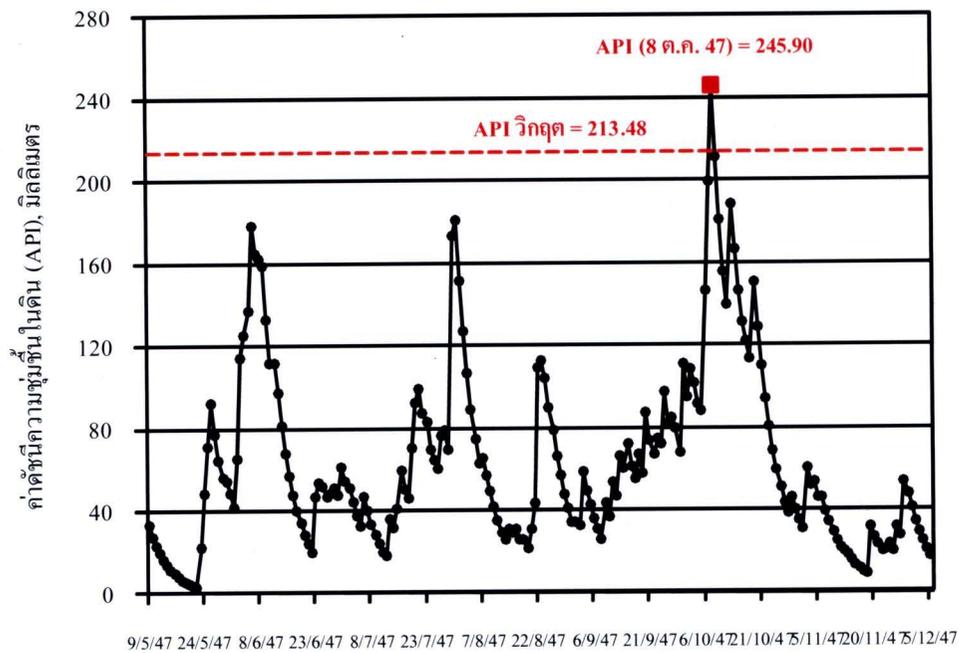


รูปที่ 3-18 การกระจายเชิงพื้นที่ของค่า API วิกฤตของพื้นที่ตำบลแม่พูน

โดยค่า API วิฤตของพื้นที่ตำบลแม่พูล และตำบลป่าตองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 160.41 และ 213.48 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่า API รายวัน ของเหตุการณ์จริงที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันและดินถล่ม พบว่า ค่า API วิฤตที่คำนวณได้ (90 ชม.) แสดงได้ดังรูปที่ 3-19



ก) ตำบลแม่พูล จังหวัดอุดรดิตถ์ ปี พ.ศ. 2549



ข) ตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต ปี พ.ศ. 2547

รูปที่ 3-19 เปรียบเทียบค่า API จากเหตุการณ์จริงกับค่า API วิฤต จากการคำนวณ

### 3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และปริมาณน้ำท่วมฉับพลัน

การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำ โดยใช้ความสัมพันธ์รายวันระหว่างปริมาณฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และค่าปริมาณน้ำท่า ได้ทำการศึกษาค่าปริมาณน้ำท่ารายวัน โดยใช้สมการความสัมพันธ์ของ Viessman et al. (1989) ดังนี้

$$Q = a + (b \times P) + (c \times \text{API}) \quad (6)$$

เมื่อ  $Q$  = ปริมาณน้ำท่าผิวดิน (มม.)  
 $\text{API}$  = ค่าดัชนีความชื้นที่มีอยู่ในดิน (มม.)  
 $P$  = ค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน (มม.)  
 $a, b$  และ  $c$  = ค่าสัมประสิทธิ์

ค่าสัมประสิทธิ์  $a, b$  และ  $c$  เป็นพารามิเตอร์ซึ่งได้จากผลการปรับเทียบ (Calibration) แบบจำลองระหว่างค่าปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้กับค่าปริมาณน้ำท่ารายวันที่ได้จากการตรวจวัดในสนามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.4 โดยหาค่าเริ่มต้นด้วยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดและปรับค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัด โดยจะพิจารณาจากรูปร่างกราฟน้ำท่า ช่วงเวลาในการเกิดการไหลสูงสุด และอัตราการไหลเฉลี่ย โดยเปรียบเทียบอัตราการไหลรายวันจากค่าผลต่างระหว่างการคำนวณและการตรวจวัด และผลต่างกำลังสองของการคำนวณและการตรวจวัด ด้วยวิธี The Nash and Sutcliffe Efficiency Criterion (Beven, 1997) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดจะให้ค่า Nash and Sutcliffe Efficiency ( $Z$ ) เท่ากับ 1 มีสมการดังนี้

$$Z = 1 - \frac{\left[ \sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2 \right]}{\left[ \sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{mean})^2 \right]} \quad (7)$$

เมื่อ  $Q_{obs}$  = ปริมาณน้ำท่าจากการวัดรายวัน  
 $Q_{sim}$  = ปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณรายวัน  
 $Q_{mean}$  = ปริมาณน้ำท่าจากการวัดเฉลี่ย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายวันจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) โดยใช้ความสัมพันธ์ในสมการที่ (6) ที่จุดพิจารณาฝ่ายทุ่งนากลางและฝ่ายหลวงแสดงได้ดังรูปที่

จากผลการคำนวณของแบบจำลองพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน และปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้ให้ค่า Modelling Efficiency of Nash-Sutcliff efficiency (Z) จากสมการ (7) ค่อนข้างต่ำ คือ ฝ่ายทุ่งนากลาง ให้ค่า Z เท่ากับ 0.261 และฝ่ายหลวงให้ค่า Z เท่ากับ 0.566 ซึ่งยังไม่เข้าใกล้ค่าเท่ากับ 1 ซึ่งเป็นค่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุด คณะวิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน และปริมาณน้ำท่า ในสมการที่ (6) โดยได้นำค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) วิฤต มาร่วมการพิจารณาเพื่อแยกพารามิเตอร์ออกเป็น 2 ชุดตามเงื่อนไขการพิจารณาดังนี้

กรณีค่า API < ค่า API วิฤต

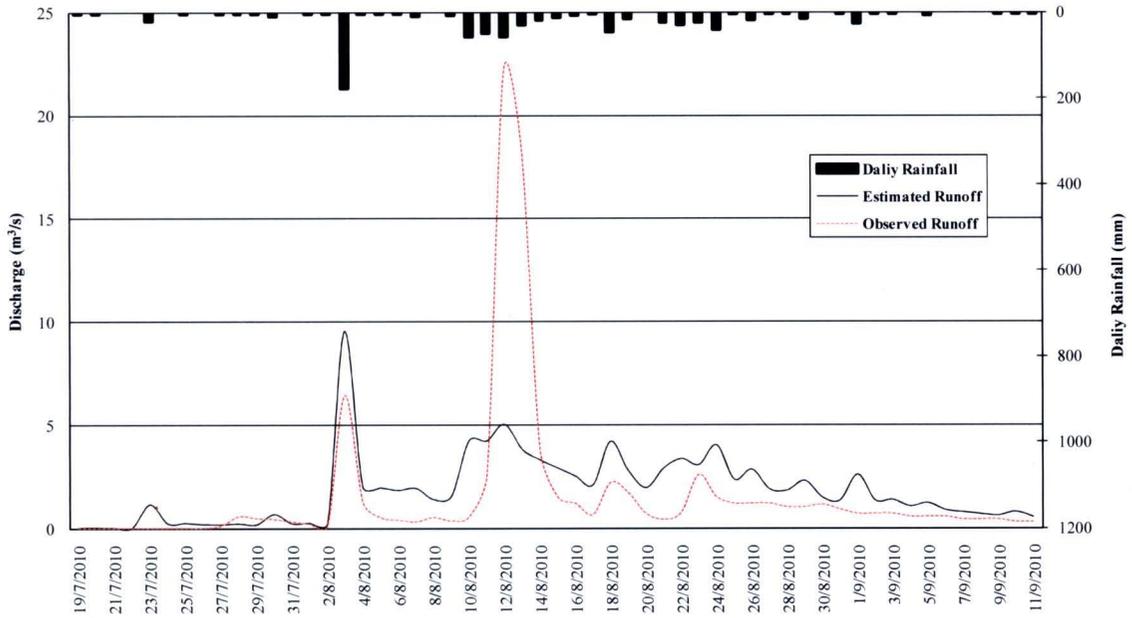
$$Q = a_1 + (b_1 \times P) + (c_1 \times \text{API}) \quad (8)$$

กรณีค่า API > ค่า API วิฤต

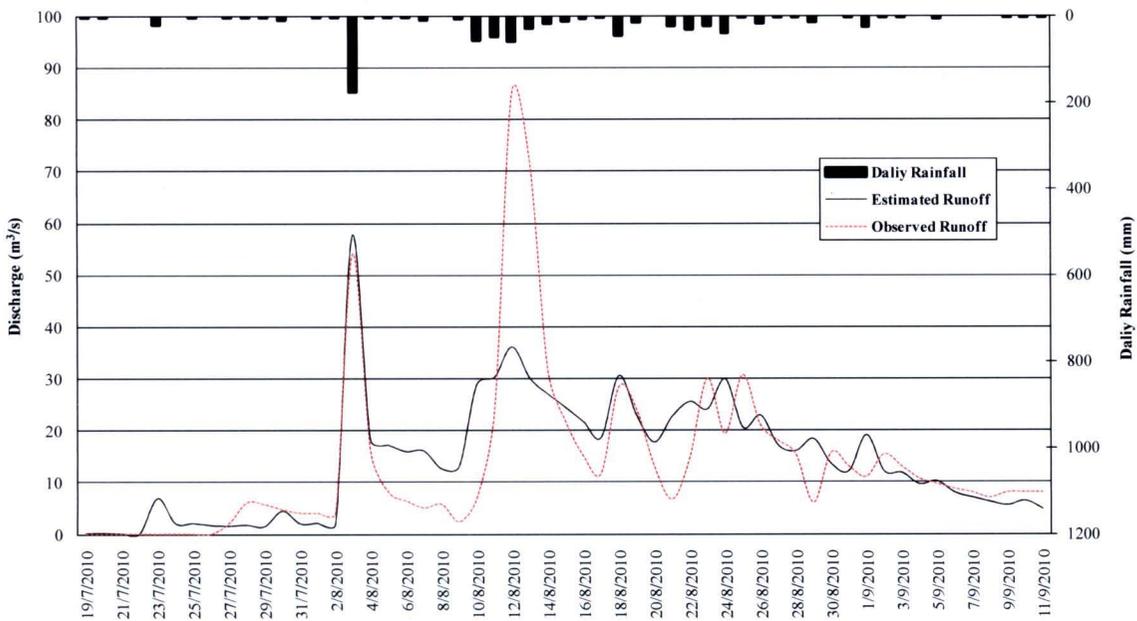
$$Q = a_2 + (b_2 \times P) + (c_2 \times \text{API}) \quad (9)$$

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายวันจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) โดยใช้ความสัมพันธ์ในสมการที่ (8) และ (9) ร่วมกัน ที่จุดพิจารณาฝ่ายทุ่งนากลางและฝ่ายหลวงแสดงได้ดังรูปที่ 3-21

ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้ให้ค่า Modelling Efficiency of Nash-Sutcliff efficiency (Z) จากสมการ (7) ที่ดี คือ ฝ่ายทุ่งนากลาง ให้ค่า Z เท่ากับ 0.991 และฝ่ายหลวงให้ค่า Z เท่ากับ 0.917 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 1 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบ (Calibration) ให้ค่าผลลัพธ์ที่ดี จึงพิจารณาใช้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสำหรับการพยากรณ์น้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา

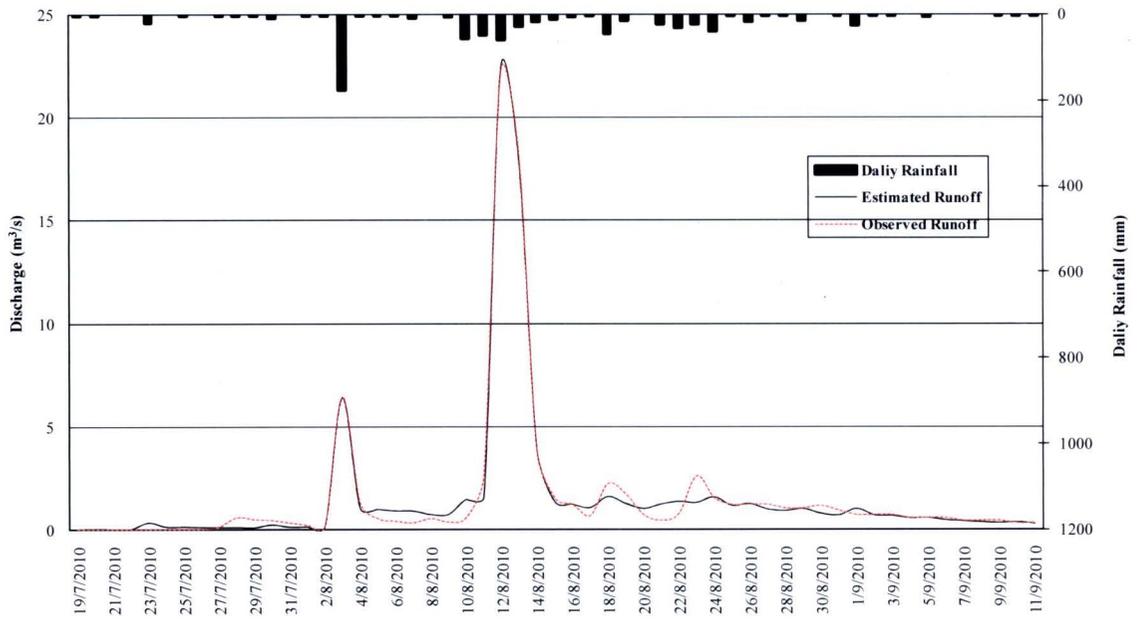


ก) จุดพิจารณาฝายทุ่งนากลาง

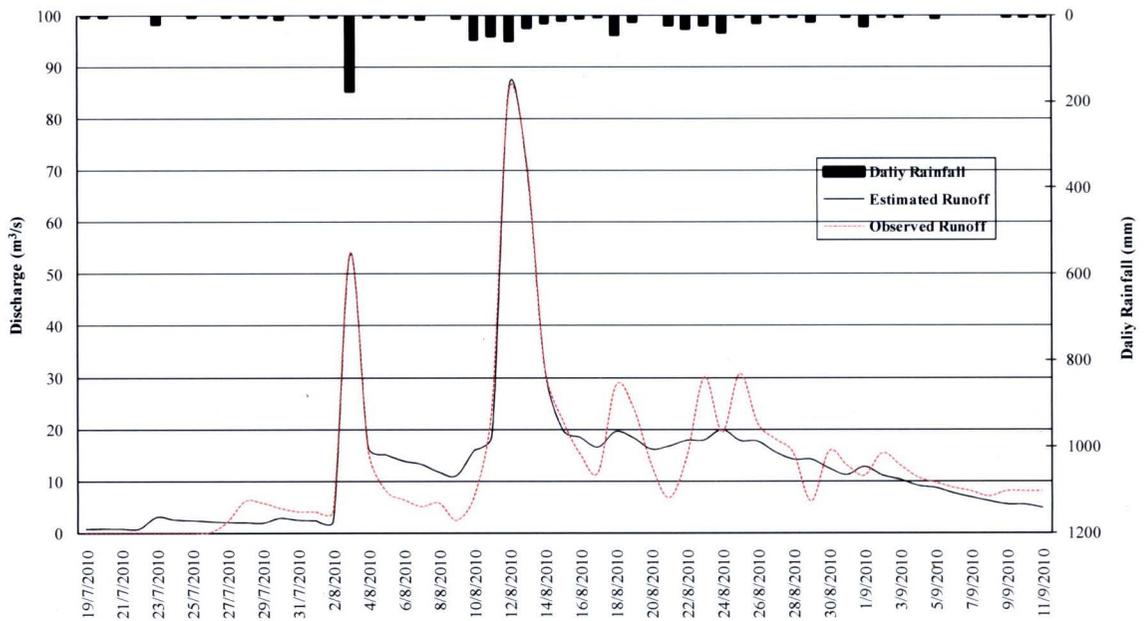


ข) จุดพิจารณาฝายหลวง

รูปที่ 3-20 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจวัดและคำนวณด้วยสมการของ Viessman



ก) จุดพิจารณาฝายทุ่งนากลาง



ข) จุดพิจารณาฝายหลวง

รูปที่ 3-21 ปริมาณน้ำท่ารายวันจากการตรวจวัดและคำนวณด้วยการปรับปรุงสมการของ Viessman

กรณีค่า API < ค่า API วิถีฤดู

$$\text{ฝายทุ่งนากลาง } Q = (0.019 P) + (0.013 \text{ API}) + 0.014 \tag{10}$$

$$\text{ฝายหลวง } Q = (0.010 P) + (0.076 \text{ API}) + 0.549 \tag{11}$$

**กรณีค่า API > ค่า API วิกฤติ**

$$\text{ฝ่ายทุ่งนากลาง } Q = (0.573 P) + (3.149 \text{ API}) - 686.329 \tag{12}$$

$$\text{ฝ่ายหลวง } Q = (0.668 P) + (3.221 \text{ API}) - 686.259 \tag{13}$$

จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) และปริมาณน้ำท่ารายวัน ในสมการที่ (10) ถึง (13) สามารถใช้เป็นความสัมพันธ์ตัวแทนสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายวัน สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยของพื้นที่ศึกษาได้ โดยกำหนดให้พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยที่อยู่ตอนบนฝ่ายทุ่งนา กลางใช้สมการที่ (10) และ (12) ของฝ่ายทุ่งนากลาง ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาย่อยที่อยู่ตอนล่างฝ่ายทุ่งนา กลางใช้สมการที่ (11) และ (13) ของฝ่ายหลวง ในการวิเคราะห์ ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในภาคผนวก

**3.9 การสร้างเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน**

การสร้างเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน เป็นการสร้างเกณฑ์เพื่อให้ ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยได้รับทราบถึงสถานการณ์ และขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการเกิดภัยน้ำท่วมฉับพลัน ดินถล่ม เกณฑ์การเตือนภัย ประกอบ เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวันโดยตรง เกณฑ์การ เตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ซึ่งคำนวณได้จากค่าปริมาณฝนรายวัน ดังนี้

**3.9.1 เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน**

เกณฑ์การเตือนภัยจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ได้ใช้เกณฑ์จากกรมป้องกันและบรรเทา สาธารณภัย ซึ่งได้กำหนดขั้นตอนปฏิบัติในการเตือนภัยไว้ตามสถานการณ์ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ซึ่งได้กำหนดไว้ในโครงการเครือข่ายอาสาสมัครเตือนภัยดินถล่ม “มิสเตอร์เตือนภัย” ดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 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 โดยการศึกษาให้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นใน

ดิน (API) วิฤต เป็นค่าระดับการเสี่ยงภัยสูง และลดระดับความเสี่ยงลงตามค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ที่ลดลง โดยที่เริ่มมีระดับเสี่ยงภัยค่อนข้างสูง เมื่อค่า API อยู่มากกว่าร้อยละ 60 ของค่า API วิฤต และมีระดับการเสี่ยงภัยปานกลาง เมื่อค่า API อยู่ระหว่างร้อยละ 40 - 60 ของค่า API วิฤต และมีค่าระดับการเสี่ยงภัยต่ำ เมื่อค่า API มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 40 ของค่า API วิฤต โดยพิจารณาค่าดังกล่าวร่วมกับค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ที่เคยเกิดขึ้นในปีที่เกิดน้ำท่วมในอดีต ดังแสดงเกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API) ได้ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 เกณฑ์การเตือนภัยจากค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน (API)

API	ระดับการเสี่ยงภัย	ขั้นตอนปฏิบัติ
ค่าเท่ากับหรือมากกว่า ค่า API วิฤต	สูง	อพยพ
ค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 60 - 100 ของค่า API วิฤต	ค่อนข้างสูง	เตรียมพร้อม
ค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 40 - 60 ของค่า API วิฤต	ปานกลาง	เฝ้าระวัง
ค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า ร้อยละ 40 ของค่า API วิฤต	ต่ำ	ปลอดภัย