บทที่ 4

การวิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหาการเกิดอุทกภัย

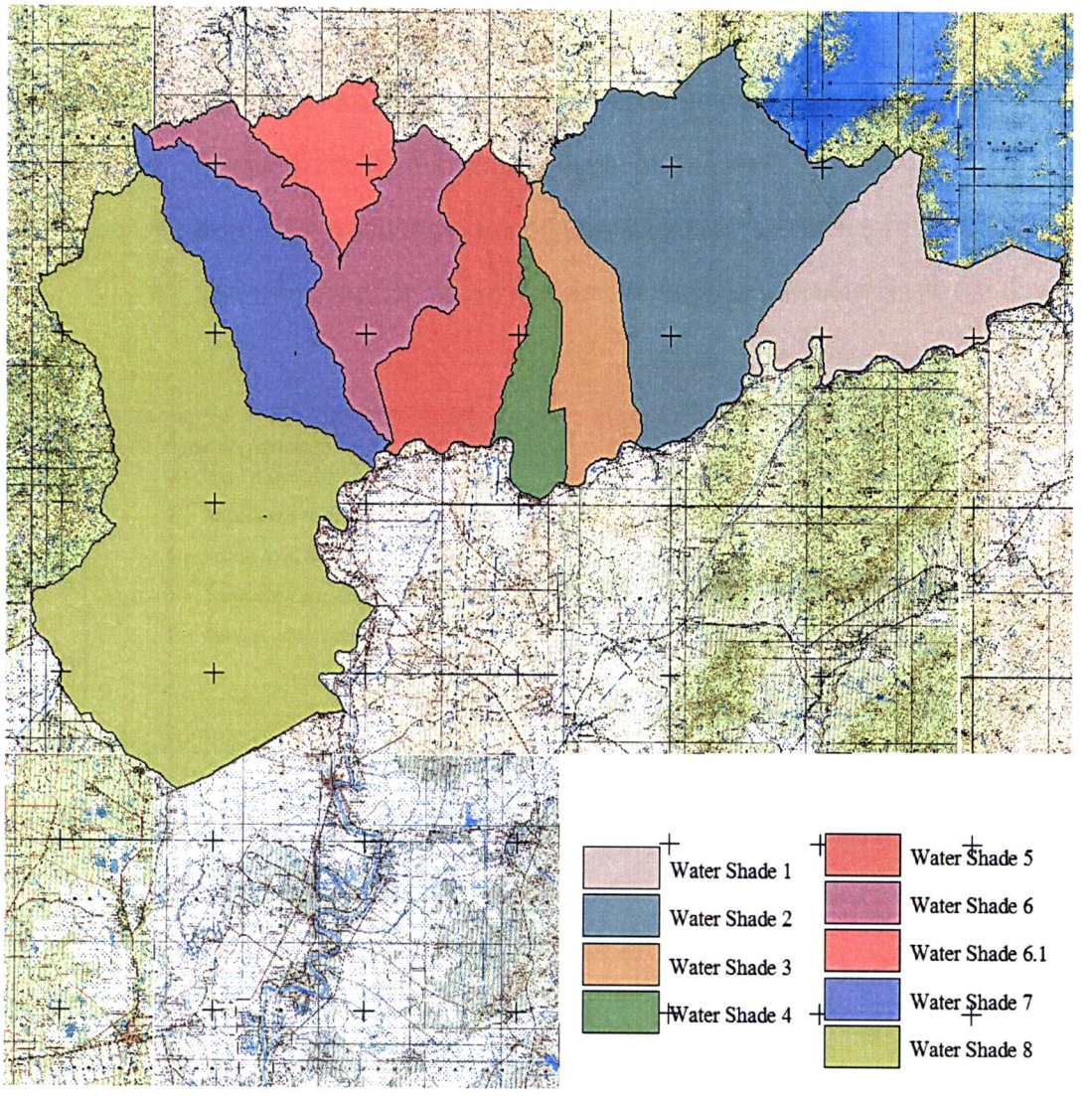
4.1 การวิเคราะห์สภาพอุทกวิทยา

จากการพิจารณาคุณลักษณะเบื้องต้นของลุ่มน้ำ และคุณลักษณะทางภูมิประเทศในเขตพื้นที่ศึกษาโดยมีผลการศึกษาแสดงดังต่อไปนี้

4.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า

การวิจัยนี้ทำการศึกษาภายในเขตพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้โปรแกรม Arcview และแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำจากแนวสันปันน้ำ (Watershed) จำนวน 9 Watershed แสดงดังรูปที่ 4-1 ลำน้ำในเขตพื้นที่ศึกษาเป็นลำน้ำขนาดค่อนข้างใหญ่มีน้ำไหลตลอดปี ปกติจะมีน้ำมากในช่วงฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งจะมีน้ำไหลเพียงเล็กน้อย สภาพป่าทางต้นน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ดีพอสมควร เนื่องจากเป็นลุ่มน้ำมีความลาดชันค่อนข้างสูง ดังนั้นการไหลของน้ำจึงมีลักษณะขึ้นเร็วลงเร็วกล่าวคือ เมื่อฝนตกภายในลุ่มน้ำก็จะมีปริมาณน้ำมาก เมื่อฝนหยุดตกปริมาณน้ำก็จะลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไหลบ่าออกไปจากพื้นที่เร็ว

การคำนวณหาปริมาณท่า สามารถคำนวณได้โดยอาศัยสถิติฝนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝน Sta.70151 (N.12A) บ้านหาดไผ่ อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่อยู่ใกล้เคียงเป็นเกณฑ์ ทั้งนี้ ฝนที่ตกในที่ลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะมีฝนตกชุกในระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ส่วนฝนเนื่องจากอิทธิพลของลมจร (Depression) นั้นมีโอกาสได้รับเป็นครั้งคราว ส่วนใหญ่เกิดขึ้นได้ในเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนตกชุกที่สุด มีความถี่ของฝนตกเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 123 วัน จากสถิติข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝนดังกล่าว ระหว่างปี พ.ศ.2509-2551 บ่งชี้ว่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดเท่ากับ 1931.40 มม. ต่ำสุด 864.60 มม. และ เฉลี่ยเท่ากับ 1229.80 มม. แสดงดังตารางที่ 4 -1



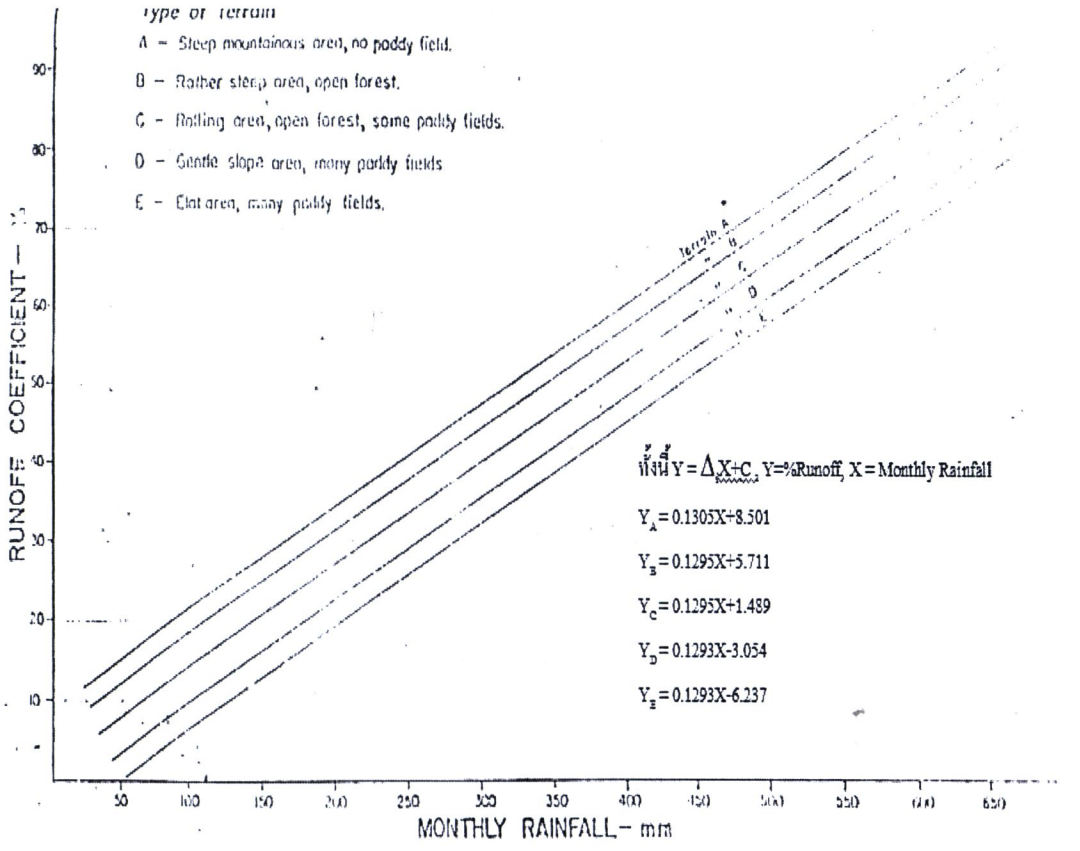
รูปที่ 4 -1 แสดงการแบ่งพื้นที่รับน้ำจากแนวสันปันน้ำ (Water Shed)

ตารางที่ 4-1 ปริมาณน้ำฝนสถานีวัดน้ำฝน บ้านหาดไผ่ อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์

รายการ	เดือน												รายปี
ปริมาณฝน (มม.)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
ต่ำสุด	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	51.2	29.2	0.4	0.0	0.0	864.6
เฉลี่ย	7.9	12.4	35.1	88.0	197.7	159.8	172.5	227.8	221.2	87.0	14.6	5.8	1,229.8
สูงสุด	86.2	73.3	307.5	272.8	342.3	405.3	455.4	409.8	407.9	297.5	88.0	79.0	1,931.4

การคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านหัวงานโดยวิธี Terrain ใช้กราฟ Runoff Estimation Chart มาพิจารณาประกอบ แสดงดังรูป 4-2 โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

- กำหนดชนิดของพื้นที่ศึกษาเป็น Type of Terrain B
- สมการในการคำนวณค่า Runoff Coefficient = 0.1295X + 5.711
- ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าในแต่ละ Watershed แสดงดังตารางที่ 4-2



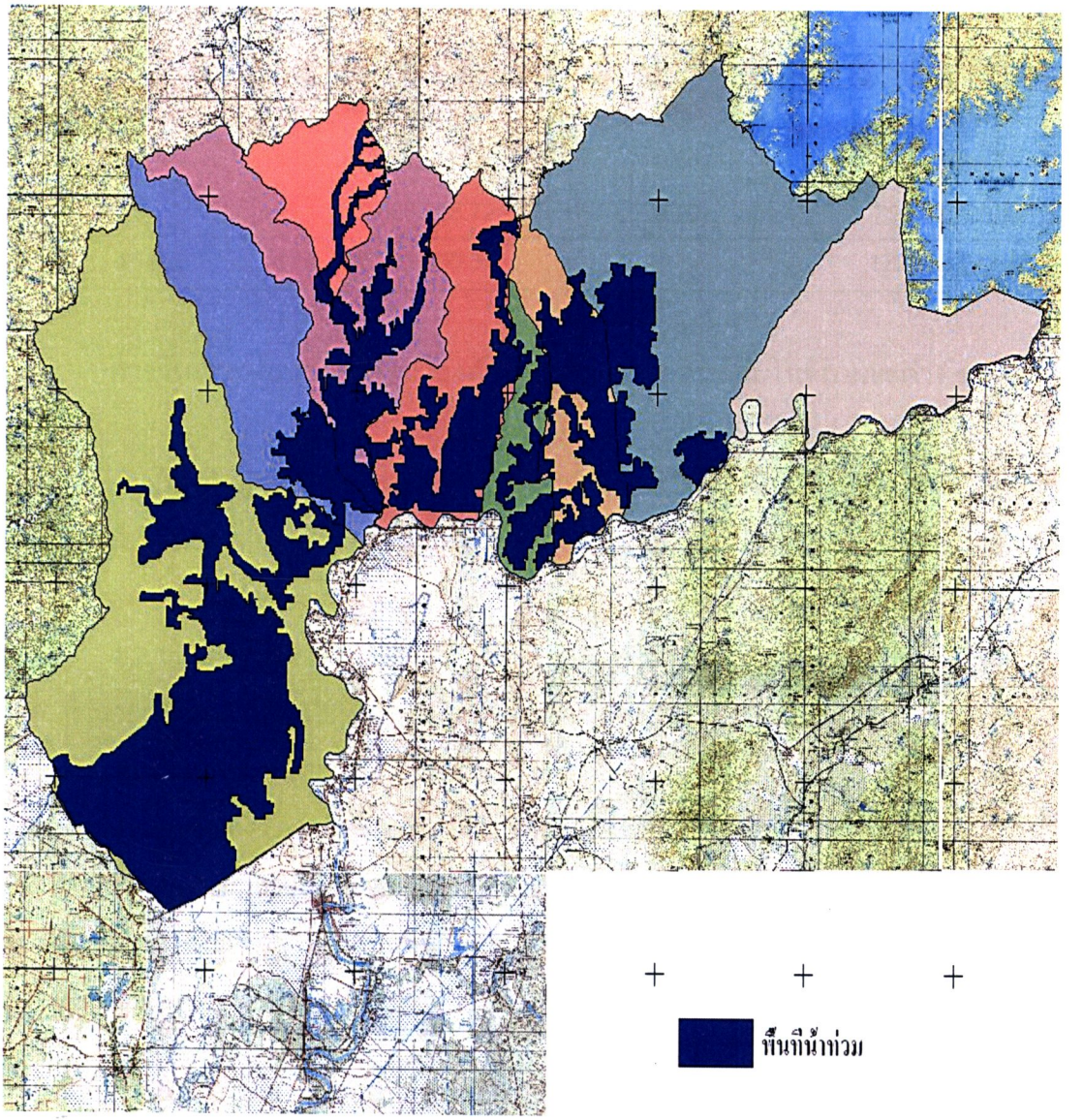
รูปที่ 4-2 Runoff Estimation Chart (สำหรับพื้นรับน้ำที่ไม่เกิน 2,000 ตร.กม.)

ตารางที่ 4 -2 ปริมาณน้ำท่า

แนวปันน้ำ	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (ลบ.ม)
1	126.94	1,229.7	43,799,762.33
2	257.20	1,229.7	88,745,067.52
3	69.20	1,229.7	23,876,977.73
4	41.20	1,229.7	14,215,772.87
5	103.80	1,229.7	35,815,466.60
6	129.00	1,229.7	44,510,550.97
7	49.52	1,229.7	17,086,530.89
8	110.74	1,229.7	38,210,065.23
9	453.48	1,229.7	156,470,113.61
รวม	**1341.08**	**1,229.7**	**462,730,307.75**

4.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่วม

ผลจากการแบ่งแนวสันปันน้ำ เป็นทั้งหมด 9 พื้นที่รับน้ำ หรือ Watershed เมื่อนำมาปรับปรุงและซ้อนทับกับข้อมูลสารสนเทศพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมทางอากาศ ทำให้ทราบถึงพื้นที่เสี่ยงภัยจากอุทกภัยในแต่ละ Watershed แสดงดังรูปที่ 4-3 และสามารถคำนวณรายละเอียดขนาดพื้นที่และปริมาณน้ำท่วมในแต่ละ Watershed จากแบบจำลองได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-3



รูปที่ 4-3 พื้นที่อุทกภัยในแต่ละ Watershed

ตารางที่ 4-3 รายละเอียดพื้นที่น้ำท่วม

แนวสันปันน้ำ	พื้นที่น้ำท่วม (ตร.ม)	ระดับความสูง (ม.)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม)
1	0	0	0
2	31,012,978.78	0.50	15,506,489.39
3	38,994,393.70	0.50	19,497,196.85
4	19,040,080.74	0.50	9,520,040.37
5	42,634,651.08	0.50	21,317,325.54
6	33,534,711.48	0.50	16,767,355.74
8	6,375,531.03	0.50	3,187,765.52
8	16,599,977.82	0.50	8,299,988.91
9	178,868,925.72	0.20	35,773,785.14
รวม	**367,061,250.35**		**129,869,947.46**

4.2 การวิเคราะห์แนวทางการป้องกันอุทกภัยและโคลนถล่มในลักษณะต่าง ๆ

การป้องกันอุทกภัยที่เหมาะสม สามารถแบ่งออกเป็นการป้องกัน 3 ลักษณะ ซึ่งควรทำควบคู่กันไป ได้แก่

4.2.1 โดยการป้องกันโดยการบำรุงรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และหลีกเลี่ยงการบุกรุก ทำลายสภาพแวดล้อมในพื้นที่ป่าต้นน้ำและพื้นที่ลาดชัน การฟื้นฟูและบริหารจัดการป่า ชุมชุน และพื้นที่เกษตรกรรม สามารถดำเนินการโดยอาศัยกฎหมาย ข้อบังคับ การบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งจิตสำนึกและความร่วมมืออย่างจริงจัง ทั้งจากภาครัฐและเอกชนในพื้นที่ ทั้งนี้ สามารถดำเนินการได้จากงบประมาณบริหารราชการปกติซึ่งหน่วยงานของรัฐและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นต่างๆ มีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ ได้รับการจัดสรรงบประมาณและ/หรือจัดเก็บรายได้ตามกฎหมายอยู่แล้ว รวมทั้งความช่วยเหลือจากองค์กรภาคเอกชนต่างๆ

นอกจากนี้ การประสานงานอย่างเป็นระบบ จะเป็นกุญแจสำคัญในการดำเนินการด้านต่างๆให้เป็นผลสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การควบคุมระดับน้ำในลำน้ำน่านในช่วงฤดูน้ำหลาก เนื่องจากคลองระบายน้ำหลัก คือ คลองน้ำริด และคลองโพธิ์ ซึ่งคลองน้ำริด และคลองโพธิ์ จะระบายน้ำไปยังแม่น้ำน่าน ดังนั้นระดับน้ำในแม่น้ำน่านโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูน้ำหลาก จึงมีผลต่อประสิทธิภาพการระบายจากพื้นที่ศึกษา การควบคุมระดับน้ำในแม่น่านให้อยู่ในระดับที่สามารถรองรับการระบายน้ำได้ จึงนับเป็นส่วนสำคัญมาก จึงควรมีการประสานการจัดการอ่าง

เก็บน้ำต่างๆเพื่อป้องกันอุทกภัยร่วมกับเขื่อนสิริกิติ์ เพื่อเป็นการช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำได้ดียิ่งขึ้น

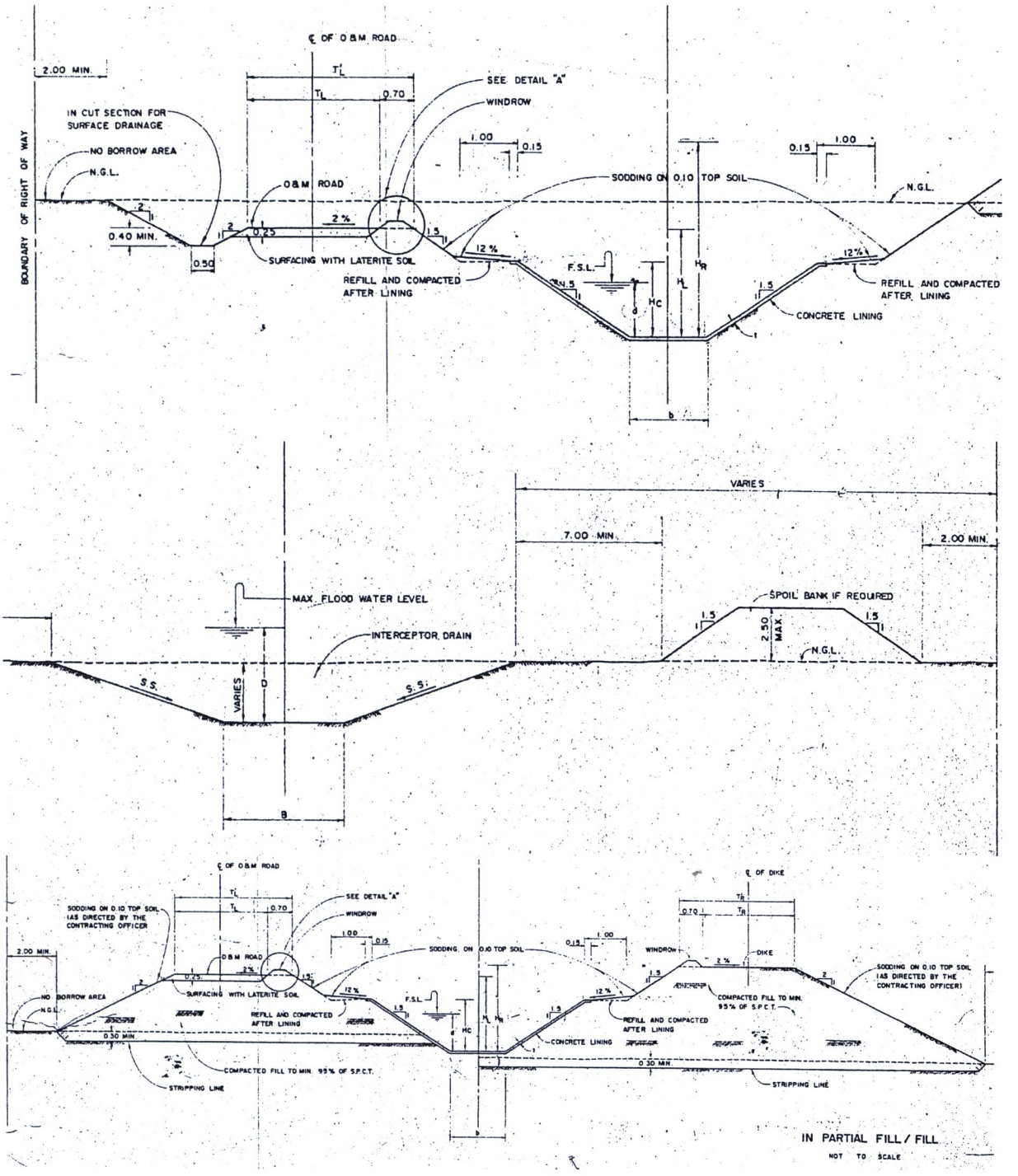
4.2.2 โดยการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ ซึ่งต้องใช้งบประมาณเพิ่มเติม โดยจากการสำรวจพื้นที่ศึกษา พบว่า คลองระบายน้ำหลักตามแนวคลองในบางแห่งจะปรากฏสันดอนที่เกิดจากปริมาณตะกอนทับถมและมีวัชพืชเจริญเติบโตอย่างหนาแน่น อีกทั้งอาคารที่ก่อสร้างในคลองบางแห่งก็ทำให้เป็นอุปสรรคกีดขวางทางน้ำ ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาการระบายน้ำในพื้นที่ศึกษาสามารถสรุปเป็น 4 แนวทาง ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำ การปรับปรุงอาคารที่กีดขวางทางน้ำ และการปรับปรุงพื้นที่แก้มลิง จากแนวทางที่กล่าวมานั้นจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการไหลในลำน้ำได้ดียิ่งขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

- **การปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำ**

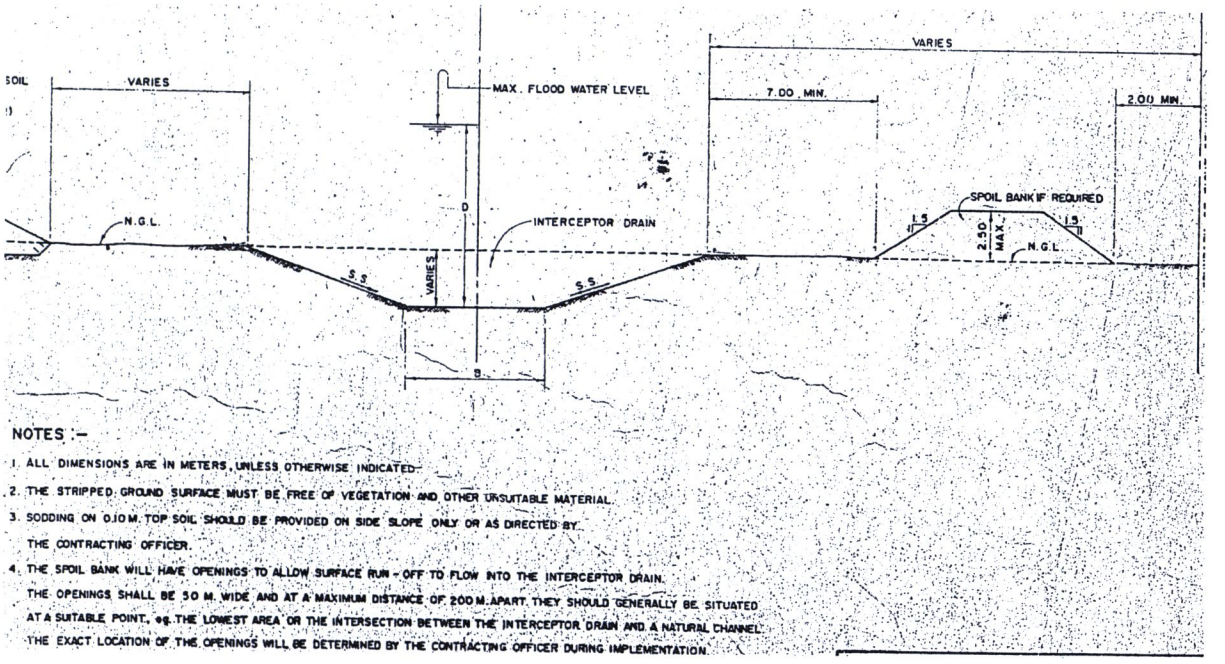
การปรับปรุงคลองระบายน้ำธรรมชาติด้วยการขุดลอกลำน้ำสายหลัก โดยทำการปรับปรุงคลองแม่พร่อง ห้วยน้ำรี คลองน้ำริด คลองโพธิ์ ซึ่งเป็นคลองระบายน้ำหลัก เนื่องจากตามแนวคลองในบางแห่งจะปรากฏสันดอน ที่เกิดจากปริมาณตะกอนทับถมและมีวัชพืชเจริญเติบโตอย่างหนาแน่น ดังนั้นการขุดลอกสันดอน, การปรับปรุงลาดท้องน้ำให้ได้ระดับที่เหมาะสมหรือขยายลำน้ำในช่วงที่แคบมากๆ จะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการไหลในลำน้ำได้เป็นดียิ่งขึ้น

- **การปรับปรุงอาคารที่กีดขวางทางน้ำ**

การปรับปรุงอาคารที่กีดขวางทางน้ำ ซึ่งเป็นการแก้ไขบริเวณที่เกิดปัญหากับการระบายน้ำในพื้นที่ประกอบด้วย การปรับปรุงอาคารชลประทานบริเวณแนวคลองระบายน้ำหลักไหลผ่านและการก่อสร้างท่อระบายน้ำ



รูปที่ 4-4 ตัวอย่างรายละเอียดคลองระบายน้ำมาตรฐานกรมชลประทาน



รูปที่ 4-4 (ต่อ) ตัวอย่างรายละเอียดคลองระบายน้ำมาตรฐานกรมชลประทาน

- **การปรับปรุงพื้นที่แก้มลิง**

เนื่องจากบึงมาย และ บึงกะโล่อยู่ในพื้นที่ลุ่ม จึงรับน้ำจากพื้นที่โดยรอบบึง ซึ่งจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทางอากาศ แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 สามารถประเมินพื้นที่รับน้ำเข้าสู่บึงมายและบึงกะโล่ได้ประมาณ 20.88 ตร.กม. และ 37.85 ตร.กม. ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้มีศักยภาพในการรับน้ำส่วนเกินได้ประมาณ 16,747,200 ลบ.ม

ในการประมาณราคาการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน คำนวณโดยใช้ราคากลางของกรมชลประทานและจากงานก่อสร้างในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกันในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกับการศึกษาเป็นเกณฑ์ในการประมาณราคา โดยแสดงผลการประมาณงบประมาณดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 มูลค่างานปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน

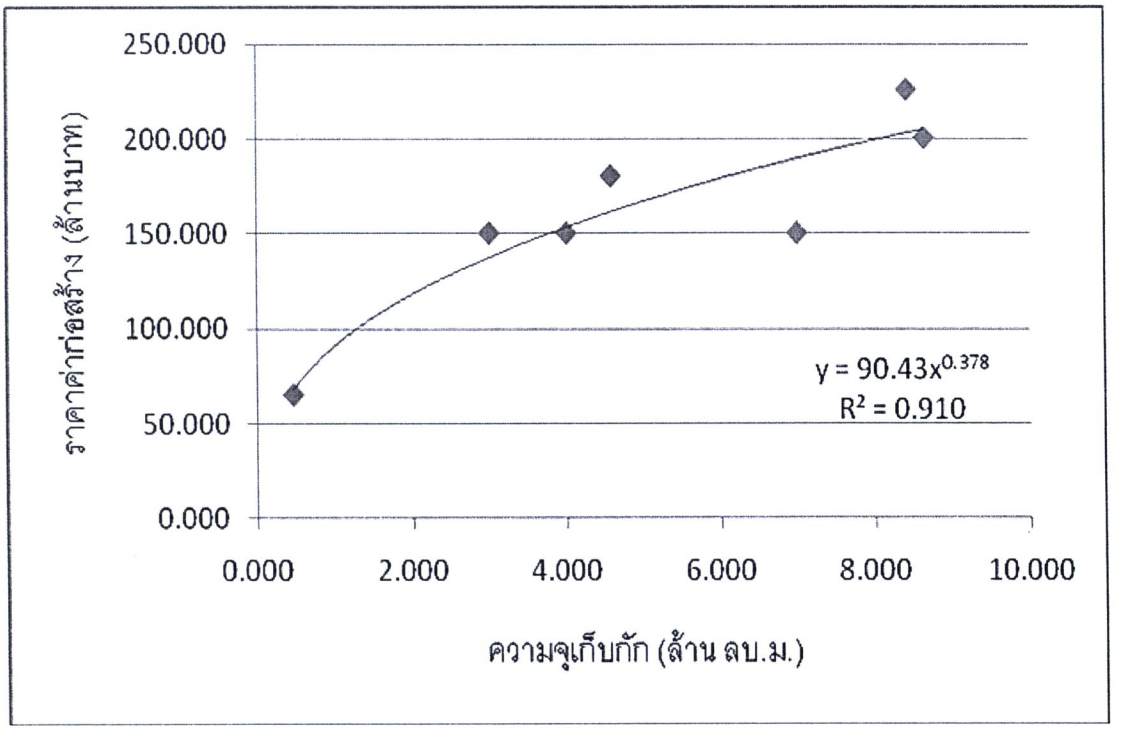
ลำดับ	ดำเนินการ	ปริมาณ	ราคา/ต่อหน่วย	งบประมาณ
1	ปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำ	960,000 ลบ.ม.	28.71 บาท	27,561,600 บาท
2	ปรับปรุงอาคารกีดขวางทางน้ำ	10 แห่ง	520,000 บาท	5,200,000 บาท
3	ปรับปรุงพื้นที่แก้มลิง	58.73 ตร.กม.	8,186,823 บาท	480,812,112 บาท

4.2.3 โดยการสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นเพิ่มเติม ทั้งนี้ อ่างเก็บน้ำเป็นโครงสร้างชลศาสตร์ที่มีความสำคัญและเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของอ่างเก็บน้ำหรือหัวงาน คือบริเวณที่ใกล้กับทางออกของมวลน้ำในพื้นที่รับน้ำนั้นๆ เนื่องจากสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือแนวที่ตั้งหัวงานซึ่งมีอาณาเขตล้อมรอบบรรจบกันเป็นวงรอบปิดด้วยแนวสันปันน้ำ หรือสันเนินสูงสุด ภายในพื้นที่รับน้ำนี้หากมีฝนตกจนเกิดการไหลนองแล้ว น้ำทั้งหมดจะไหลลงมายังที่ตั้งหัวงาน สามารถวิเคราะห์ได้จากการลากแนวสันปันน้ำจากจุดที่ตั้งหัวงาน ซึ่งจะทำให้ข้อมูลขอบเขตของลำน้ำและห้วยสาขาที่ครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ จากนั้นจึงเลือกจุดสูงสุดบริเวณต้นน้ำลากเส้นตามแนวสันเนินลงมาบรรจบกันยังจุดที่ตั้งหัวงาน

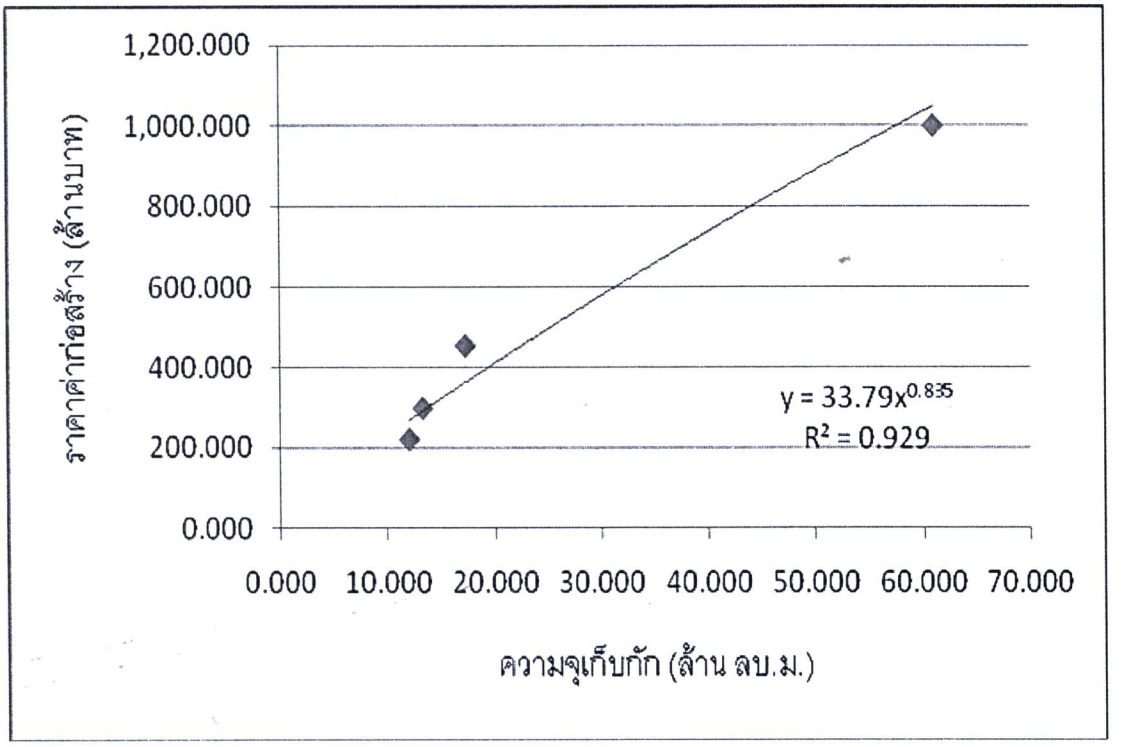
การประมาณราคาในงานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำได้ใช้ข้อมูลจากงานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำที่ได้ดำเนินการก่อสร้างโดยกรมชลประทานจำนวน 11 โครงการในระยะเวลาที่ต่อเนื่องกันมา แสดงดังตารางที่ 4-5 นำมาวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis) หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุเก็บกัก และค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี กรณีแรกความจุเก็บกัก 0 – 10 ล้าน ลบ.ม. และกรณีที่สอง 10 – 60 ล้าน ลบ.ม. แสดงดังรูปที่ 4-5 และ 4-6

ตารางที่ 4-5 มูลค่างานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำที่ได้ดำเนินการก่อสร้างโดยกรมชลประทานจำนวน 11 โครงการ

ลำดับที่	โครงการอ่างเก็บน้ำ	ความจุเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	ค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ (ล้านบาท)
1	อ่างเก็บน้ำห้วยยาง	0.46	65.00
2	อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำจาง	3.00	150.00
3	อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำเฮี้ย	4.00	150.00
4	อ่างเก็บน้ำบ้านธารทิพย์	4.58	180.00
5	อ่างเก็บน้ำบ้านเสลี่ยงแห้ง 3	7.00	150.00
6	อ่างเก็บน้ำห้วยป่าเลา	8.40	225.46
7	อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำซุนน้อย	8.63	200.00
8	อ่างเก็บน้ำคลองน้ำทิน	12.00	222.00
9	อ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่	13.25	300.00
10	อ่างเก็บน้ำห้วยเล็ง	17.20	455.00
11	อ่างเก็บน้ำมวกเหล็ก	61.00	998.30



รูปที่ 4-5 ความสัมพันธ์มูลค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ กรณีความจุ 0 – 10 ล้าน ลบ.ม.



รูปที่ 4-6 ความสัมพันธ์มูลค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ กรณีความจุ 10 – 60 ล้าน ลบ.ม.

จากการศึกษารายละเอียดสภาพภูมิประเทศจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ประกอบกับข้อมูลสารสนเทศ ปรากฏว่ามีตำแหน่งที่ตั้งหัวงานที่เหมาะสมทั้งหมด 7 หัวงาน แสดงดังตารางที่ 4-6 และ รูปที่ 4-7 ถึง 4-13 สามารถสรุปลักษณะคุณสมบัติโดยทั่วไปของอ่างเก็บน้ำได้ดังตารางที่ 4-7 ถึง 4-13

ตารางที่ 4-6 ที่ตั้งอ่างเก็บน้ำตำแหน่งต่างๆ

ลำดับที่	ที่ตั้งหัวงาน	ลำน้ำ	พิกัดดำเนินการ	ระวางที่
1	บ้านด่านนาเกลือ	ห้วยแม่พูล	47 QPU 049586	4944-II
2	บ้านผามูบ	คลองแม่พร่อง	47 QPU 067610	5044-III
3	บ้านในห้วย	ห้วยซายเขา	47 QPU 123644	5044-IV
4	บ้านห้วยเกี๋ยง	ห้วยเกี๋ยงพา	47 QPU 115695	5044-IV
5	บ้านปางต้นผึ้ง	ห้วยกั้ง	47 QPU 125700	5044-IV
6	บ้านไฮฮ้า	ห้วยฮ้า	47 QPU 182702	5044-IV
7	บ้านน้ำไคร้	ห้วยน้ำไคร้	47 QPU 213664	5044-IV

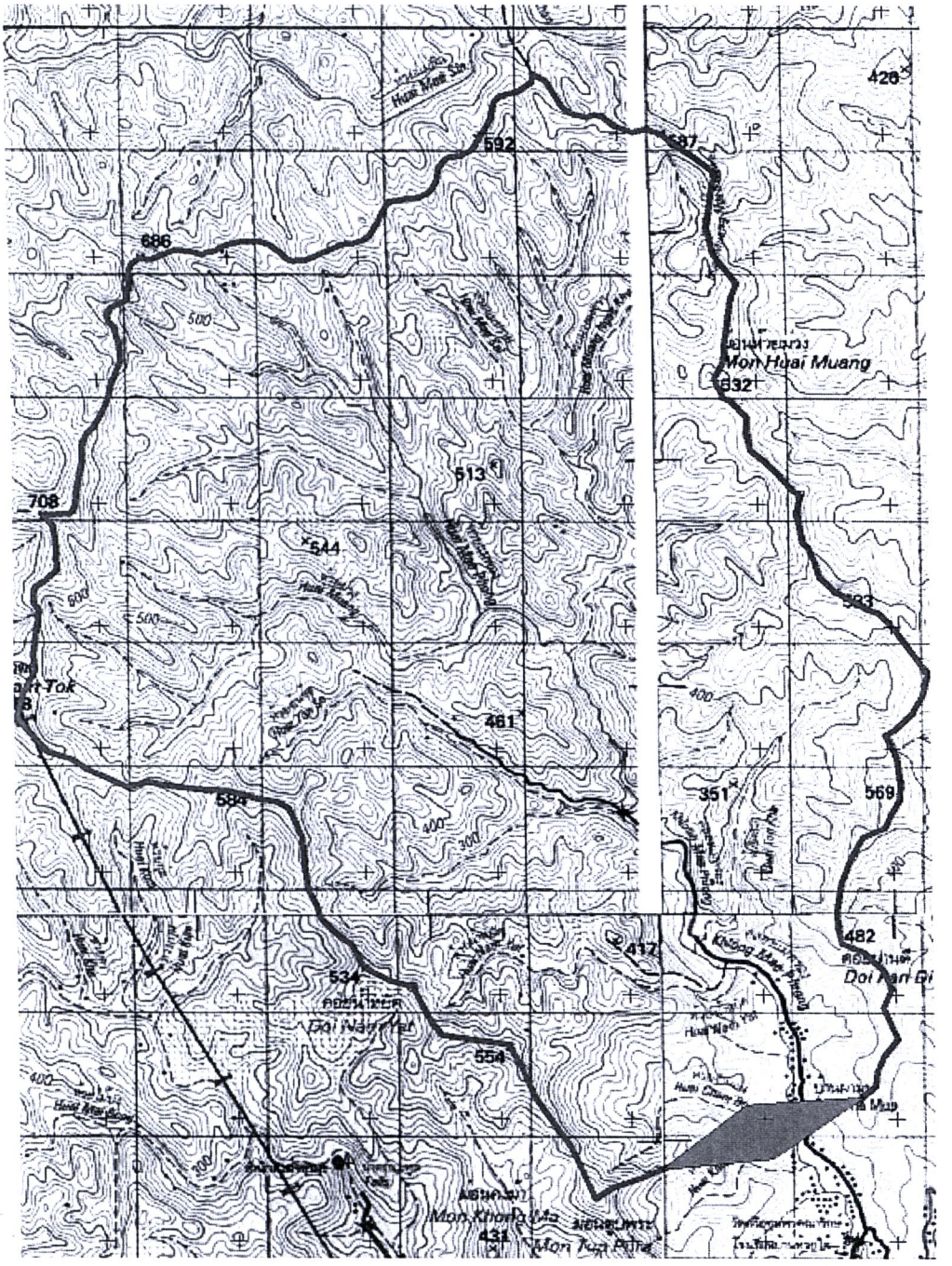
1) อ่างเก็บน้ำห้วยแม่พูล บ้านด่านนาเกลือ

รูปที่ 4-7 ที่ตั้งหัวงานบ้านด่านนาเกลือ

ตารางที่ 4-7 รายละเอียดอ่างเก็บน้ำห้วยแม่พูล บ้านด่านนาเกลือ

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	จำนวน
1	พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	กม.^{2}	26.823
2	ฝนเฉลี่ยทั้งปี	มม.	1,229.80
3	จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	วัน	123
4	อัตราการระเหยทั้งปี	มม.	1,596.3
5	ความยาวลำน้ำ	กม.	4.55
6	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	ม.^{3}	9,255,089
7	ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	ม.^{3}	237,600
8	ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ม.^{3}	8,264,500
9	ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.^{3}	12,775,000
10	ระดับท้องน้ำโดยประมาณ	ม.รทก.	+ 130
11	ระดับ Dead Storage โดยประมาณ	ม.รทก.	+ 134
12	ระดับเก็บกัก	ม.รทก.	+ 154
13	ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.รทก.	+ 155
14	ระดับสันเขื่อน	ม.รทก.	+ 157
15	ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	ม.	27
16	ความยาวของทำนบดินประมาณ	ม.	509
17	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	ไร่	74.250
18	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ไร่	419.688
19	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ไร่	436.406

2) อ่างเก็บน้ำคลองแม่พร่อง บ้านผามูบ

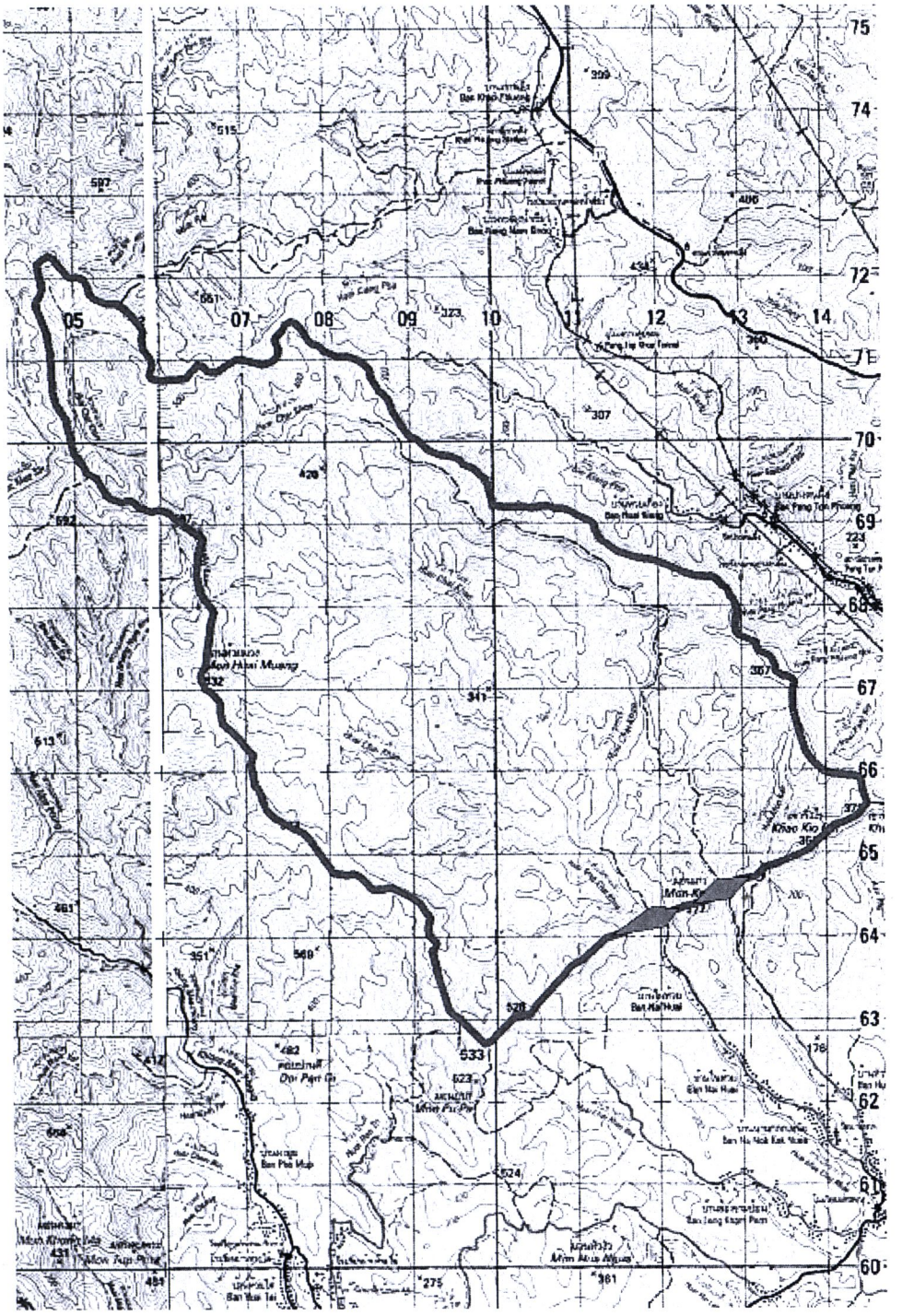


รูปที่ 4-8 ที่ตั้งหัวงานบ้านผามูบ

ตารางที่ 4-8 รายละเอียดอ่างเก็บน้ำคลองแม่พร่อง บ้านผามูบ

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	จำนวน
1	พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	กม.^{2}	37.480
2	ฝนเฉลี่ยทั้งปี	มม.	1,229.80
3	จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	วัน	123
4	อัตราการระเหยทั้งปี	มม.	1,596.3
5	ความยาวลำน้ำ	กม.	4.55
6	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	ม.^{3}	12,932,212
7	ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	ม.^{3}	330,000
8	ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ม.^{3}	10,688,550
9	ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.^{3}	11,523,138
10	ระดับท้องน้ำโดยประมาณ	ม.รทก.	+ 138
11	ระดับ Dead Storage โดยประมาณ	ม.รทก.	+ 140
12	ระดับเก็บกัก	ม.รทก.	+ 158
13	ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.รทก.	+ 159
14	ระดับสันเขื่อน	ม.รทก.	+ 161
15	ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	ม.	23
16	ความยาวของทำนบดินประมาณ	ม.	459
17	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	ไร่	206.250
18	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ไร่	513.094
19	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ไร่	530.141

3) อ่างเก็บน้ำห้วยแม่ชายเขา บ้านในห้วย

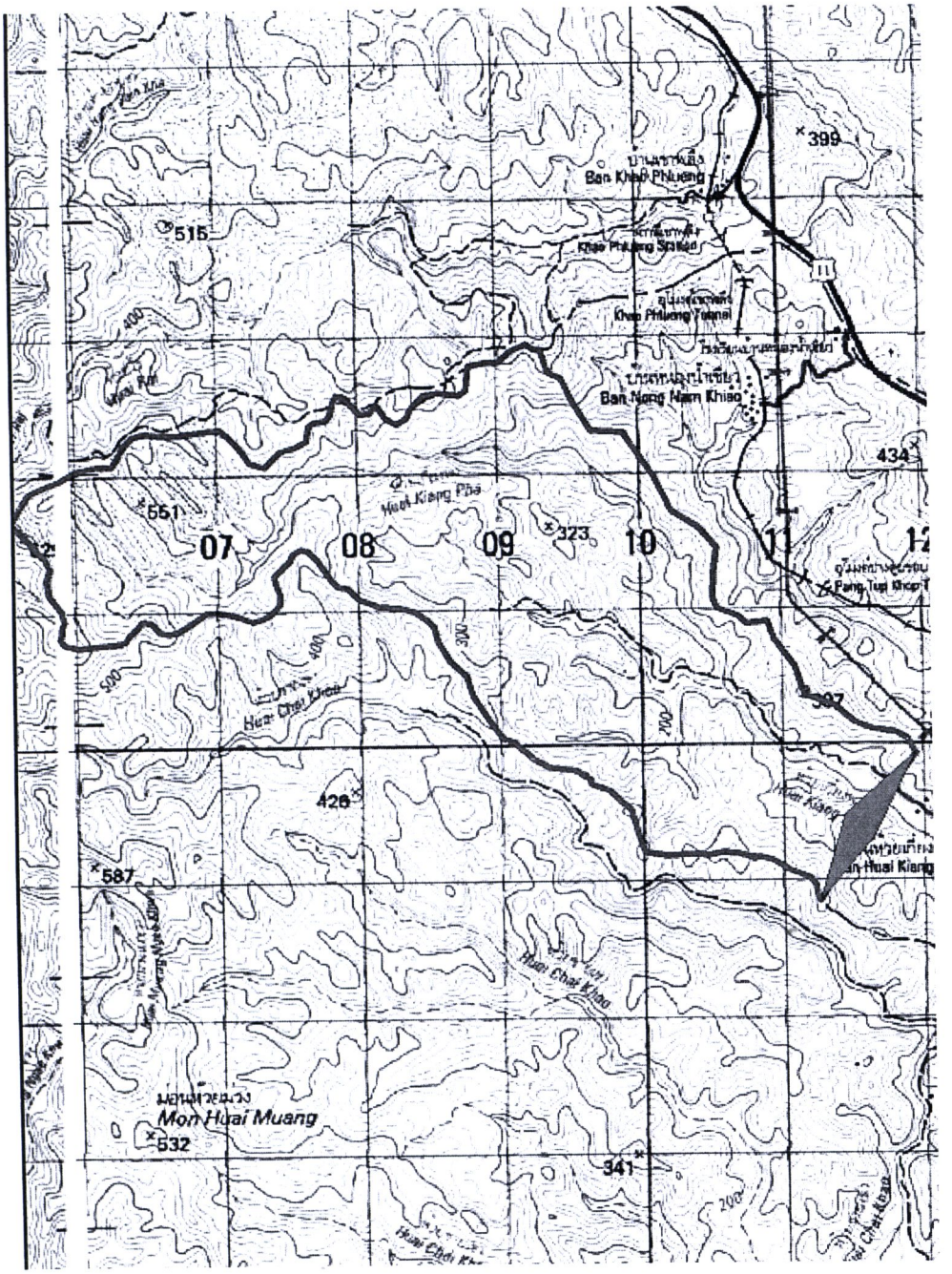


รูปที่ 4-9 ที่ตั้งหัวงานบ้านในห้วย

ตารางที่ 4-9 รายละเอียดอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ชายเขา บ้านในห้วย

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	จำนวน
1	พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	กม.^{2}	38.783
2	ฝนเฉลี่ยทั้งปี	มม.	1,229.80
3	จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	วัน	123
4	อัตราการระเหยทั้งปี	มม.	1,596.3
5	ความยาวลำน้ำ	กม.	14.85
6	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	ม.^{3}	13,381,803
7	ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	ม.^{3}	237,175
8	ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ม.^{3}	10,281,919
9	ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.^{3}	11,508,250
10	ระดับท้องน้ำโดยประมาณ	ม.รทก.	+ 130
11	ระดับ Dead Storage โดยประมาณ	ม.รทก.	+ 132
12	ระดับเก็บกัก	ม.รทก.	+ 149
13	ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.รทก.	+ 150
14	ระดับสันเขื่อน	ม.รทก.	+ 152
15	ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	ม.	22
16	ความยาวของทำนบดินประมาณ	ม.	217
17	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	ไร่	92.219
18	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ไร่	742.523
19	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ไร่	790.391

4) อ่างเก็บน้ำห้วยเกี๋ยงพา บ้านห้วยเกี๋ยง

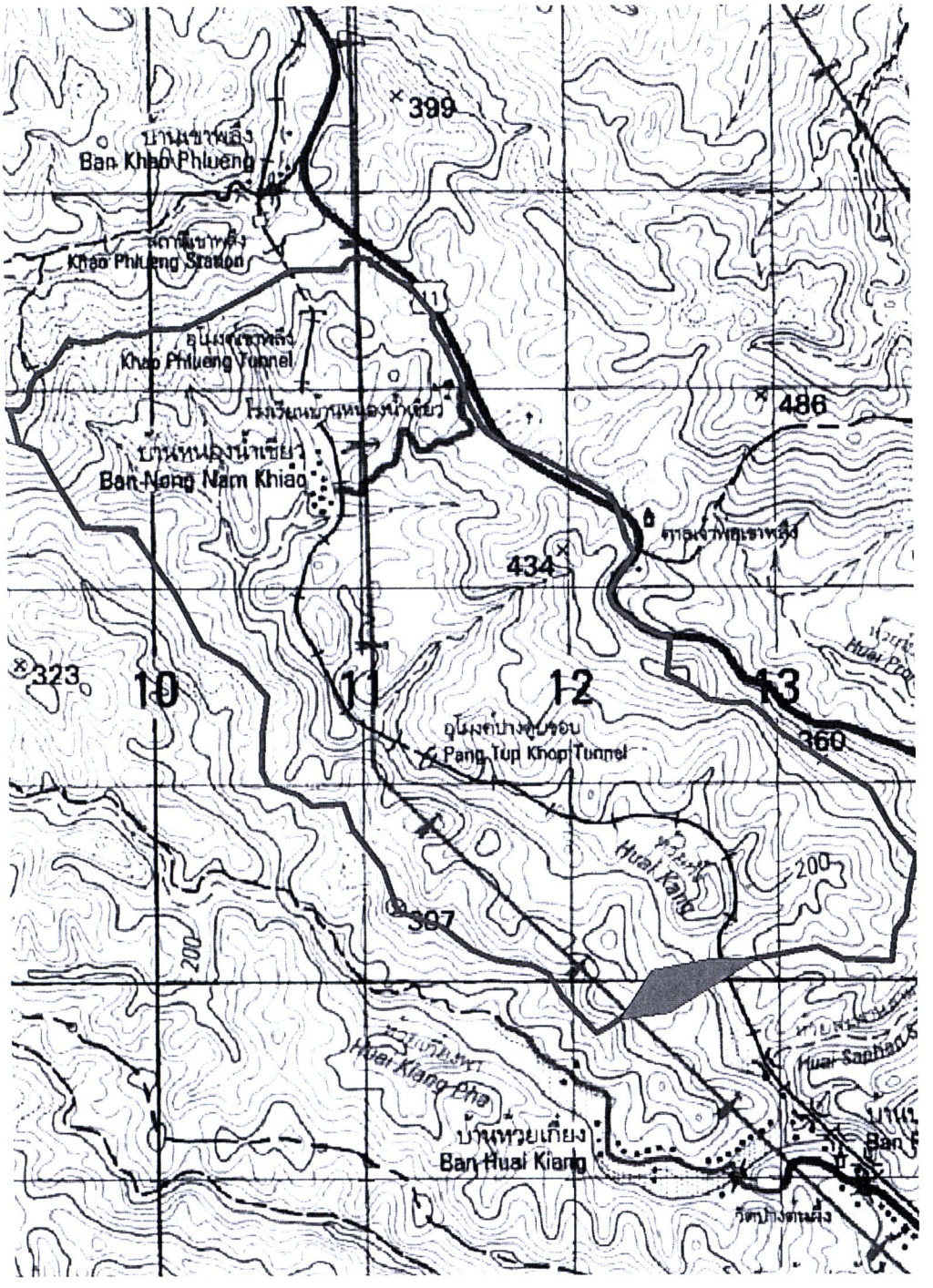


รูปที่ 4-10 ที่ตั้งหัวงานบ้านห้วยเกี๋ยง

ตารางที่ 4-10 รายละเอียดอ่างเก็บน้ำห้วยเกี๋ยงพา บ้านห้วยเกี๋ยง

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	จำนวน
1	พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	กม.^{2}	10.680
2	ฝนเฉลี่ยทั้งปี	มม.	1,229.80
3	จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	วัน	123
4	อัตราการระเหยทั้งปี	มม.	1,596.3
5	ความยาวลำน้ำ	กม.	8.05
6	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	ม.^{3}	3,685,059
7	ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	ม.^{3}	69,750
8	ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ม.^{3}	3,079,225
9	ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.^{3}	3,447,500
10	ระดับท้องน้ำโดยประมาณ	ม.รทก.	+ 150
11	ระดับ Dead Storage โดยประมาณ	ม.รทก.	+ 153
12	ระดับเก็บกัก	ม.รทก.	+ 169
13	ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.รทก.	+ 170
14	ระดับสันเขื่อน	ม.รทก.	+ 172
15	ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	ม.	22
16	ความยาวของทำนบดินประมาณ	ม.	327
17	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	ไร่	29.063
18	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ไร่	223.156
19	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ไร่	237.188

5) อ่างเก็บน้ำห้วยกั้ง บ้านปางต้นผึ้ง

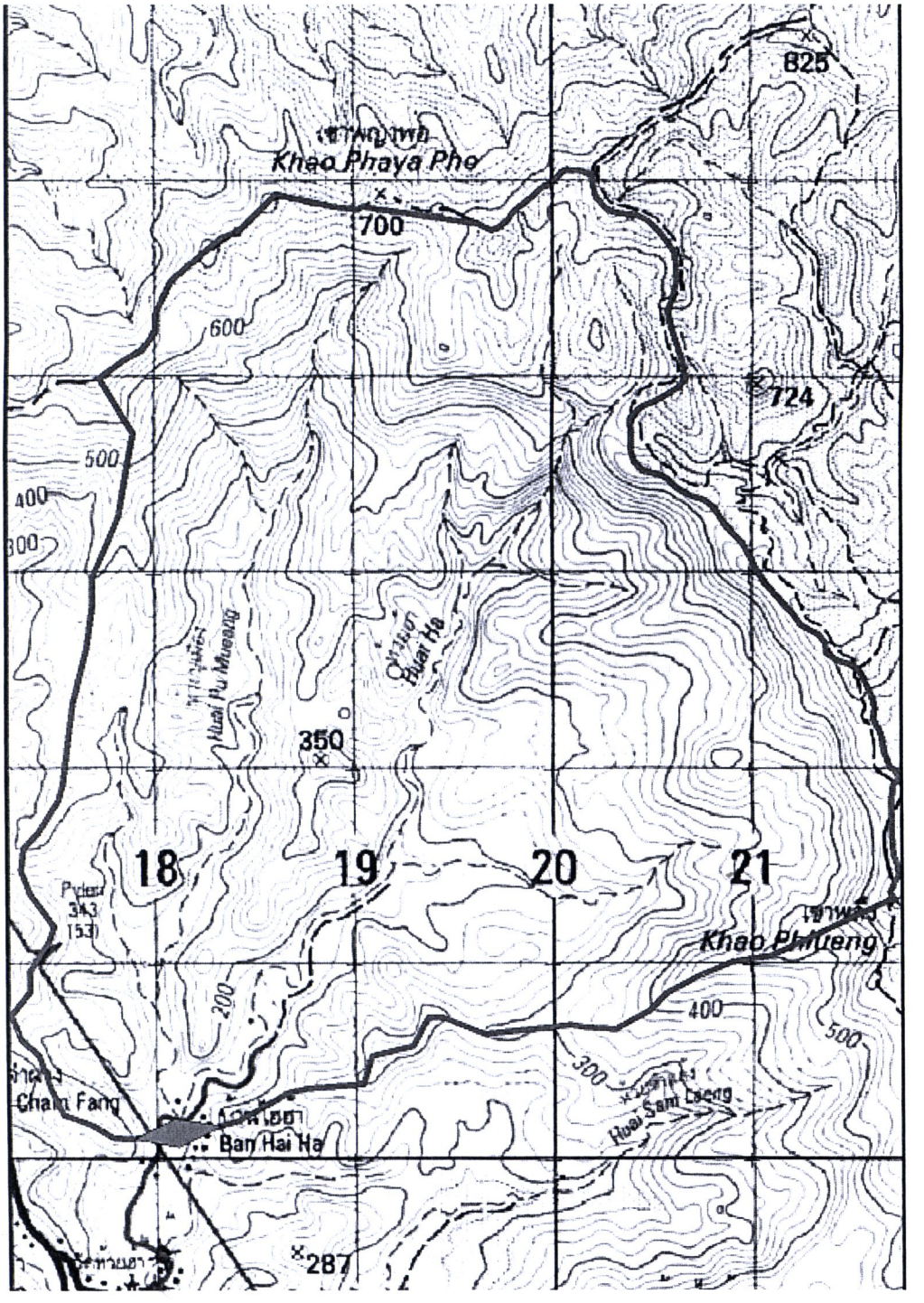


รูปที่ 4-11 ที่ตั้งหัวงานบ้านปางต้นผึ้ง

ตารางที่ 4-11 รายละเอียดอ่างเก็บน้ำห้วยกั้ง บ้านปางต้นผึ้ง

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	จำนวน
1	พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	กม.^{2}	8.045
2	ฝนเฉลี่ยทั้งปี	มม.	1,229.80
3	จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	วัน	123
4	อัตราการระเหยทั้งปี	มม.	1,596.3
5	ความยาวลำน้ำ	กม.	4.55
6	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	ม.^{3}	2,775,871
7	ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	ม.^{3}	61,988
8	ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ม.^{3}	2,231,550
9	ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.^{3}	2,486,388
10	ระดับท้องน้ำโดยประมาณ	ม.รทก.	+ 140
11	ระดับ Dead Storage โดยประมาณ	ม.รทก.	+ 143
12	ระดับเก็บกัก	ม.รทก.	+ 158
13	ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.รทก.	+ 159
14	ระดับสันเขื่อน	ม.รทก.	+ 161
15	ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	ม.	21
16	ความยาวของทำนบดินประมาณ	ม.	205.7
17	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	ไร่	25.828
18	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ไร่	154.969
19	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ไร่	163.578

6) อ่างเก็บน้ำห้วยฮ้า บ้านไฮฮ้า

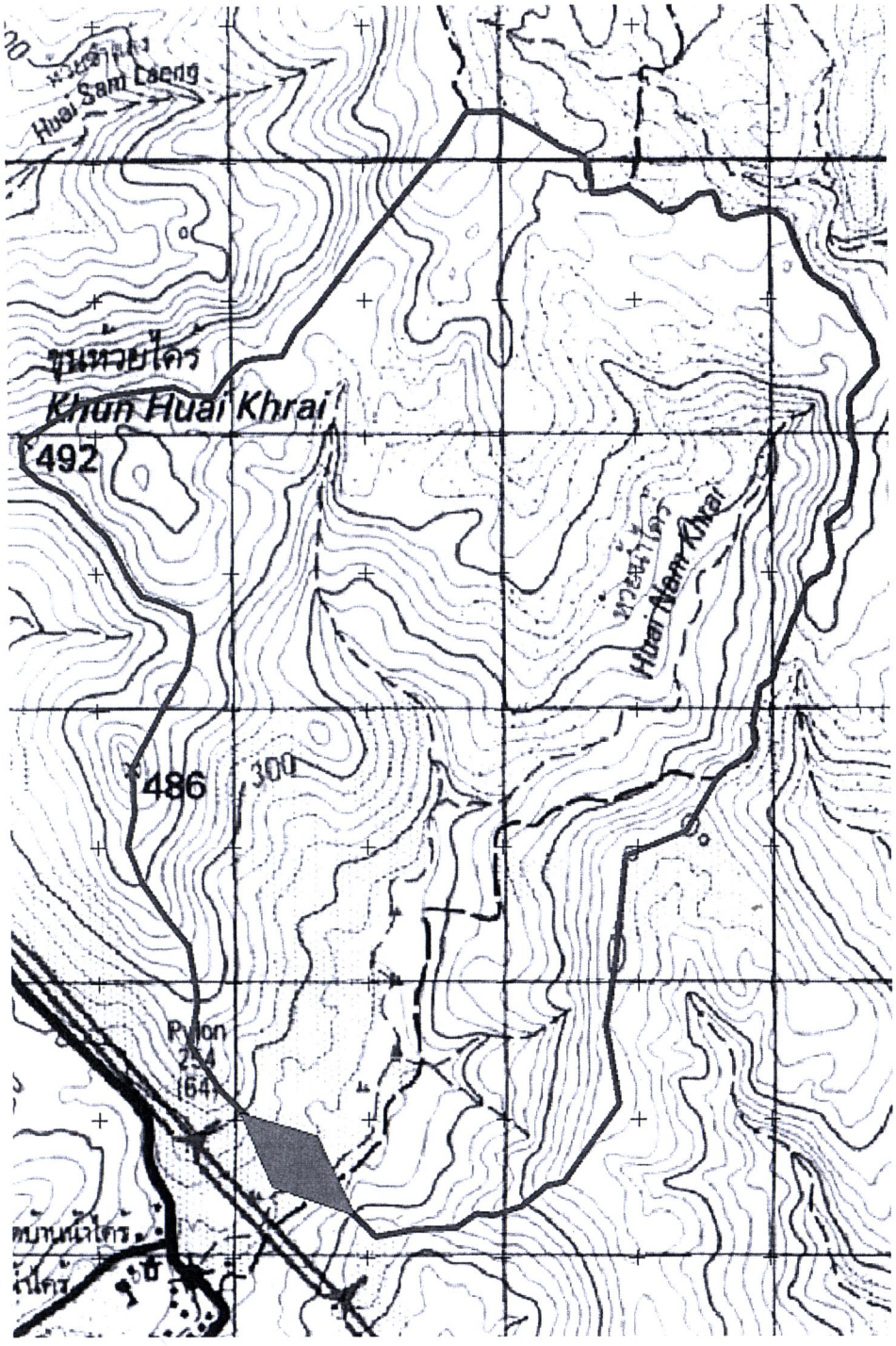


รูปที่ 4-12 ที่ตั้งหัวงานบ้านไฮฮ้า

ตารางที่ 4-12 รายละเอียดอ่างเก็บน้ำห้วยฮ้า บ้านไฮฮ้า

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	จำนวน
1	พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	กม.^{2}	15.199
2	ฝนเฉลี่ยทั้งปี	มม.	1,229.80
3	จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	วัน	123
4	อัตราการระเหยทั้งปี	มม.	1,596.3
5	ความยาวลำน้ำ	กม.	4.85
6	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	ม.^{3}	5,244,309
7	ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	ม.^{3}	132,750
8	ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ม.^{3}	4,766,963
9	ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.^{3}	5,278,750
10	ระดับท้องน้ำโดยประมาณ	ม.รทก.	+ 150
11	ระดับ Dead Storage โดยประมาณ	ม.รทก.	+ 153
12	ระดับเก็บกัก	ม.รทก.	+ 169
13	ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.รทก.	+ 170
14	ระดับสันเขื่อน	ม.รทก.	+ 172
15	ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	ม.	22
16	ความยาวของทำนบดินประมาณ	ม.	334
17	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	ไร่	50,000
18	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ไร่	311.766
19	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ไร่	327.969

7) อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำไคร้ บ้านน้ำไคร้



รูปที่ 4-13 ที่ตั้งหัวงานบ้านน้ำไคร้

ตารางที่ 4-13 รายละเอียดอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำไคร้ บ้านน้ำไคร้

ลำดับ	รายละเอียด	หน่วย	จำนวน
1	พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	กม.^{2}	7.307
2	ฝนเฉลี่ยทั้งปี	มม.	1,229.80
3	จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	วัน	123
4	อัตราการระเหยทั้งปี	มม.	1,596.3
5	ความยาวลำน้ำ	กม.	4.65
6	ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	ม.^{3}	2,521,229
7	ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	ม.^{3}	64,100
8	ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ม.^{3}	2,155,756
9	ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.^{3}	2,372,400
10	ระดับท้องน้ำโดยประมาณ	ม.รทก.	+ 140
11	ระดับ Dead Storage โดยประมาณ	ม.รทก.	+ 144
12	ระดับเก็บกัก	ม.รทก.	+ 163
13	ระดับน้ำนองสูงสุด	ม.รทก.	+ 164
14	ระดับสันเขื่อน	ม.รทก.	+ 166
15	ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	ม.	26
16	ความยาวของทำนบดินประมาณ	ม.	288
17	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	ไร่	20.031
18	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	ไร่	130.367
19	พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	ไร่	140.438

จากนั้น ทำการประมาณราคาค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำได้ โดยใช้สมการความสัมพันธ์ Regression ระหว่างปริมาณความจุเก็บกัก และค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ ที่สร้างขึ้นจากรูปที่ 4-5 และ 4-6 โดยมีค่า Correlation Coefficient (R^2) มากกว่า 0.90 ผลการประมาณราคาค่าก่อสร้างอ่างเก็บกักน้ำที่เหมาะสมทั้ง 7 แห่ง แสดงดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 มูลค่าประมาณการงานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำจากสมการ Regression

ลำดับที่	ที่ตั้งหัวงาน	ความจุเก็บกัก (ลบ.ม)	ค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ (ล้านบาท)
1	บ้านด่านนาเกลือ	12,775,000	109.91
2	บ้านผามูบ	10,688,550	142.15
3	บ้านในห้วย	10,281,919	136.74
4	บ้านห้วยเกี๋ยง	3,079,225	40.95
5	บ้านป่างต้นผึ้ง	2,231,550	29.68
6	บ้านไฮฮ้า	4,766,963	63.40
7	บ้านน้ำไคร้	2,155,756	28.67
รวม		**45,978,963**	**1,017.84**

4.3 การวิเคราะห์ทางเลือกระหว่างเงินลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับ

การวิเคราะห์ทางเลือกระหว่างด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Surrogate Worth Trade-off จำนวนเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำ และจำนวนเงินลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานโดยแปรผันกับจำนวนผู้รอดชีวิตที่เพิ่มขึ้นและบ้านเรือนที่ไม่เกิดความเสียหาย มีทั้งหมด 196 ทางเลือก แสดงในภาคผนวก ก. โดยจำนวนทรัพย์สินที่ไม่เกิดความเสียหาย และจำนวนผู้รอดชีวิตที่เพิ่มขึ้นหาได้จากการเทียบสัดส่วนแบบเส้นตรง (Interpolation) ระหว่างปริมาณน้ำท่วมคงเหลือหลังจากสร้างอ่างเก็บน้ำ และการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน กับปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นใน อำเภอลับแล อำเภอท่าปลา และอำเภอเมือง แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนที่ลดลงของผู้เสียชีวิต(ราย)} = \text{จำนวนผู้เสียชีวิต} - \frac{\text{ปริมาณน้ำท่วมคงเหลือ} \times \text{จำนวนผู้เสียชีวิต}}{\text{ปริมาณน้ำท่วมที่เกิดขึ้น}}$$

$$\text{จำนวนที่ลดลงของที่อยู่อาศัยที่เสียหาย (หน่วย)} = \text{จำนวนที่อยู่อาศัยที่เสียหาย} - \frac{\text{ปริมาณน้ำท่วมคงเหลือ} \times \text{จำนวนที่อยู่อาศัยที่เสียหาย}}{\text{ปริมาณน้ำท่วมที่เกิดขึ้น}}$$

จากการ simulate ทางเลือกทั้งหมด 196 ทางเลือก นำไปแสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศ และประมาณค่าจำนวนที่ลดลงของผู้เสียชีวิตและจำนวนที่ลดลงของที่อยู่อาศัยที่เสียหาย (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก) โดยมีจำนวนงบประมาณในการดำเนินการกับผลประโยชน์ที่ได้รับแตกต่างกัน จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์โดยวิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression) ระหว่างตัวแปรต่างๆ ซึ่งให้ค่า Correlation Coefficient (R^2) มากกว่า 90% แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$f_1 = -4.595 + 0.172x_1 + 0.000000924x_1^2 + 0.59x_2$$

$$f_2 = -1.093 + 0.041x_1 + 0.000000176x_1^2 + 0.014x_2 + 0.0000275x_2^2$$

โดยที่ x_1 = จำนวนเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำ (ล้านบาท)

x_2 = จำนวนเงินลงทุนในการปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (ล้านบาท)

$f_1(x_1, x_2)$= ผลตอบแทนเป็นจำนวนจำนวนที่ลดลงของที่อยู่อาศัยที่เสียหาย (หน่วย)

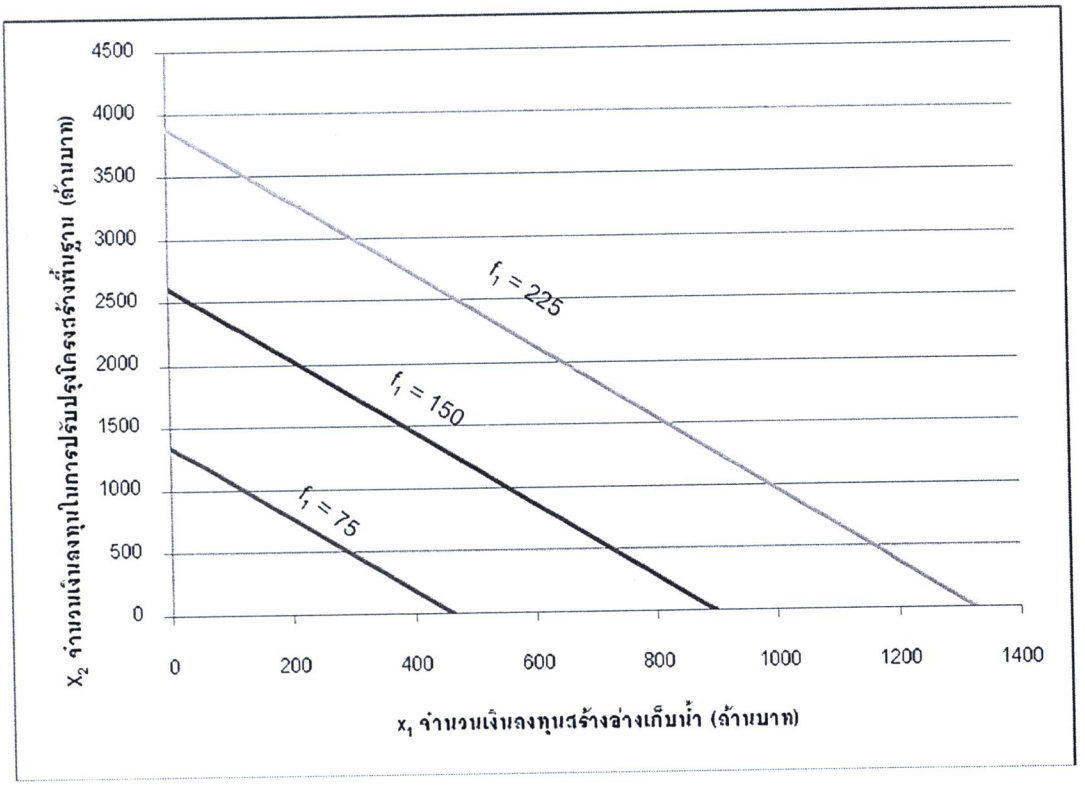
$f_2(x_1, x_2)$= ผลตอบแทนเป็นจำนวนที่ลดลงของผู้เสียชีวิต (ราย)

จากสมการข้างต้นจะได้แนวทางในการตัดสินใจในการดำเนินการ แสดงดังตารางที่ 4-15

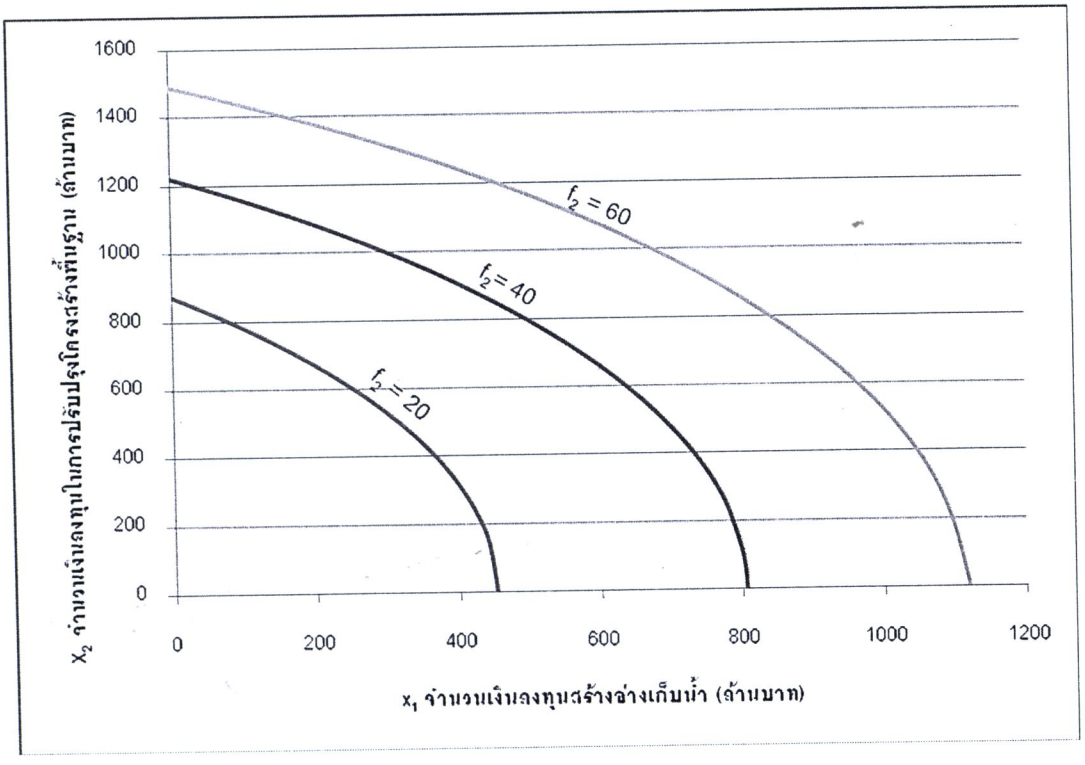
ตารางที่ 4-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเงินงบประมาณในการดำเนินการและผลตอบแทน

x_1 (ล้านบาท)	X_2 (ล้านบาท)	f_1 (หลังคาเรือน)	f_2 (ราย)
0	0	0	0
50	50	7	2
150	100	27	7
300	150	56	14
500	250	96	25
800	350	154	40
1,020	515	202	55

หากแปรผันค่าตัวแปรทีละตัวแปร โดยกำหนดให้ตัวแปรที่เหลือคงที่ จะทำให้สามารถสร้างความสัมพันธ์ได้ดังแสดงเป็นแผนภูมิ ดังรูปที่ 4-14 และ 4-15



รูปที่ 4-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุน x_1, x_2 และผลตอบแทน f_1



รูปที่ 4-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุน x_1, x_2 และผลตอบแทน f_2

จากรูปที่ 4-14 และ 4-15 สามารถนำกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุน x_1, x_2 และผลตอบแทน f_1, f_2 ไปช่วยตัดสินใจในการจัดสรรงบประมาณในการลงทุนเพื่อป้องกัน และบรรเทาผลกระทบอุทกภัยเบื้องต้นได้ ในสถานการณ์ที่คล้ายกันกับกรณีศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีงบประมาณที่จำกัด ยกตัวอย่างเช่น

<u>ตัวอย่างที่1</u> กรณีที่งบประมาณจำกัดที่จำนวน 250,000,000 บาท

- กรณี 1.1 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น

การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 50,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 200,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 122 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 4-5 ราย

- กรณี 1.2 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น

การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 150,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 100,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 80 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 6-7 ราย

- กรณี 1.3 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น

การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 200,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 50,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 59-60 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 8-9 ราย

ตัวอย่างที่ 2 กรณีที่งบประมาณจำกัดที่จำนวน 500,000,000 บาท

- กรณี 2.1 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น
  การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 500,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 0 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 81-82 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 19-20 ราย

- กรณี 2.2 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น
  การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 250,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 250,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 186 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 14-15 ราย

- กรณี 2.3 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น
  การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 200,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 300,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 206-207 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 13-14 ราย

- กรณี 2.4 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น
  การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 0 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 500,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 290-291 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 12-13 ราย

ตัวอย่างที่ 3 กรณีที่งบประมาณจำกัดที่จำนวน 1,000,000,000 บาท

- กรณี 1.1 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น

การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 0 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 1,000,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 585-586 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 40-41 ราย

- กรณี 3.2 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น

การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 500,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 500,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 376-377 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 33-34 ราย

- กรณี 3.3 ตัดสินใจแบ่งงบประมาณออกเป็น

การสร้างอ่างเก็บน้ำ (x_1) = 800,000,000 บาท

และ การปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (x_2) = 200,000,000 บาท

จะส่งผลให้จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหาย (f_1) = 251-252 หลังคาเรือน

และ จำนวนผู้เสียชีวิตลดลง (f_2) = 35-36 ราย

จะเห็นได้ว่า จากการนำข้อมูลความเสียหายรูปแบบต่างๆที่มีอยู่ มาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง โดยวิธี Surrogate Worth Trade-off ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ช่วยในการตัดสินใจดำเนินการป้องกันแก้ไขที่เหมาะสมกับข้อจำกัดด้านทรัพยากรต่างๆ (ซึ่งในที่นี้ ได้แก่งบประมาณการลงทุนก่อสร้างและปรับปรุงอาคารชลศาสตร์ลักษณะต่างๆ) โดยจะทำให้ทราบผลตอบแทนการดำเนินการเหล่านั้น (ซึ่งในที่นี้ ได้แก่จำนวนจำนวนที่อยู่อาศัยที่รอดพ้นจากความเสียหายและจำนวนผู้เสียชีวิตลดลง) ตามความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้จากสมการทางสถิติ