บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการศึกษาทำให้ทราบถึงสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภัยพิบัติจากอุทกภัยน้ำท่วมในเขตพื้นที่ อำเภอลับแล อำเภอท่าปลา และอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ ดังนี้

1. มีอาคารชลประทานจากหลายหน่วยงานไปก่อสร้าง บางแห่งขวางทางน้ำทำให้ไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน เป็นเหตุทำให้น้ำท่วมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง

2. สภาพดินในบริเวณที่เกิดอุทกภัยเป็นดินตื้น ทำให้ประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดินไม่ดีเท่าที่ควร ประกอบกับสภาพภูมิประเทศมีความลาดชันสูง และการบุกรุกแผ้วถางป่าเพื่อใช้เป็นพื้นที่การเกษตรและที่อยู่อาศัย

3. ปริมาณน้ำหลากมีค่าสูงมากเกินกว่าความสามารถในการระบายน้ำของคลองแม่พร่องทำให้น้ำไหลในคลองแม่พร่องบ่าล้นตลิ่ง และไหลเข้าท่วมพื้นที่บริเวณข้างเคียง

4. ปริมาณน้ำหลากที่เกิดขึ้นนั้นมีปริมาณมากเกินกว่าขีดความสามารถในการระบายน้ำของคลองน้ำริดและคลองโพธิ์ จึงทำให้เกิดน้ำไหลบ่าและล้นตลิ่ง ประกอบกับในบางแห่งมีการขยายตัวของเขตชุมชนเมืองทำให้มีสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางน้ำ ทำให้ระดับน้ำท่วมบางแห่งมีระดับน้ำสูงกว่าที่ควรจะเป็น

การวิเคราะห์สภาพอุทกวิทยา

จากการพิจารณาคุณลักษณะเบื้องต้นของลุ่มน้ำ และคุณลักษณะทางภูมิประเทศในเขตพื้นที่ศึกษาโดยมีผลการศึกษาแสดงดังต่อไปนี้

1. **การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน**

ฝนที่ตกในที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะมีฝนตกชุกในระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ส่วนฝนเนื่องจากอิทธิพลของลมจร (Depression) นั้นมีโอกาสได้รับเป็นครั้งคราว ส่วนใหญ่จะได้รับฝนเนื่องจากลมจร (Depression) ในเดือนสิงหาคม – กันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนตกชุกที่สุด มีจำนวนฝนตกเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 123 วัน ข้อมูลน้ำฝนในเขตพื้นที่ศึกษาใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝน Sta.70151 (N.12A) บ้านหาดไผ่ อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2509-2551 (ฐานข้อมูล 42 ปี) สถิติข้อมูล

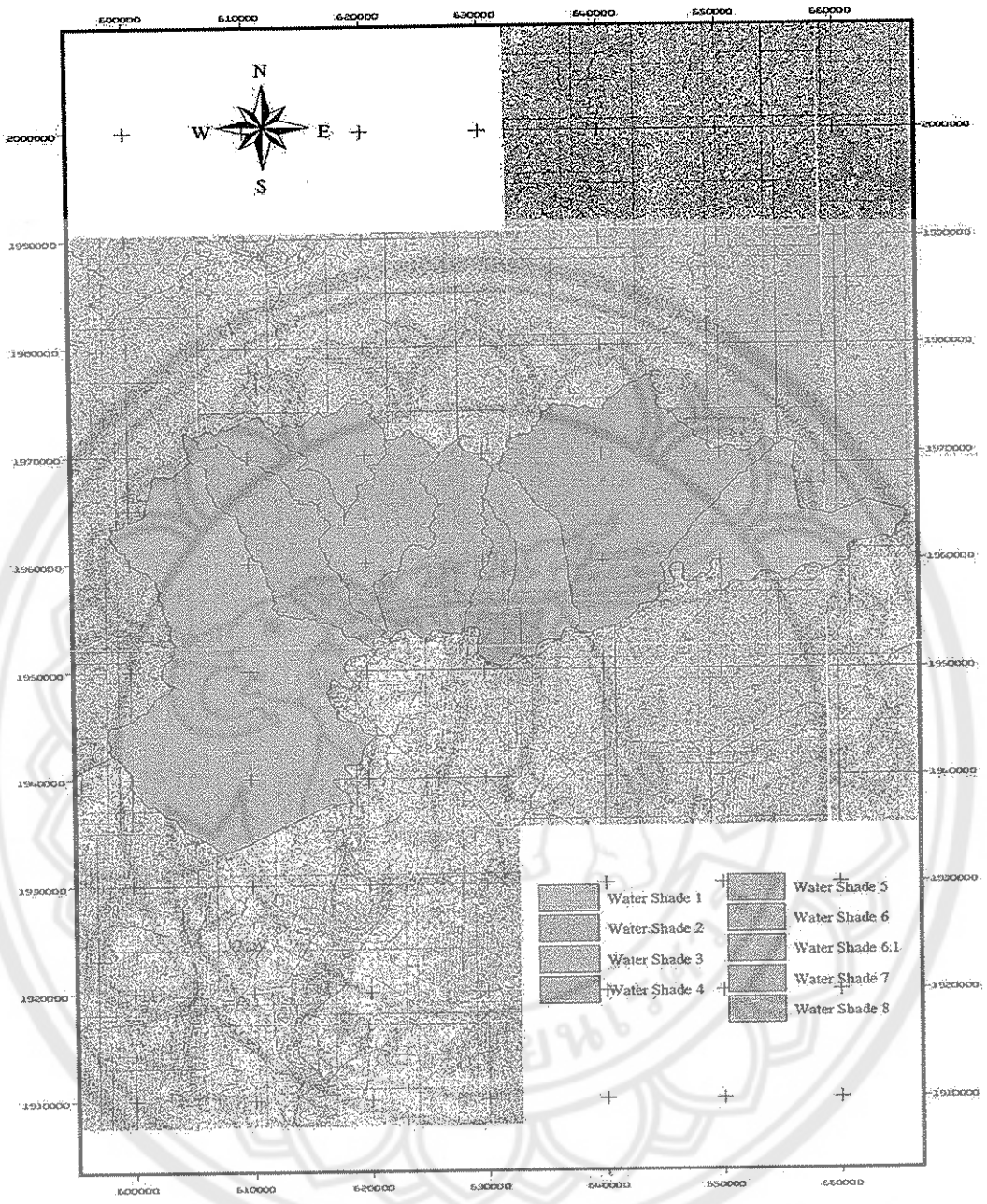
แสดงในภาคผนวก ก. จากข้อมูลสถิติน้ำฝนทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำฝนสูงสุด, ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนต่ำสุดแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (ข้อมูลระหว่าง พ.ศ. 2509-2551)

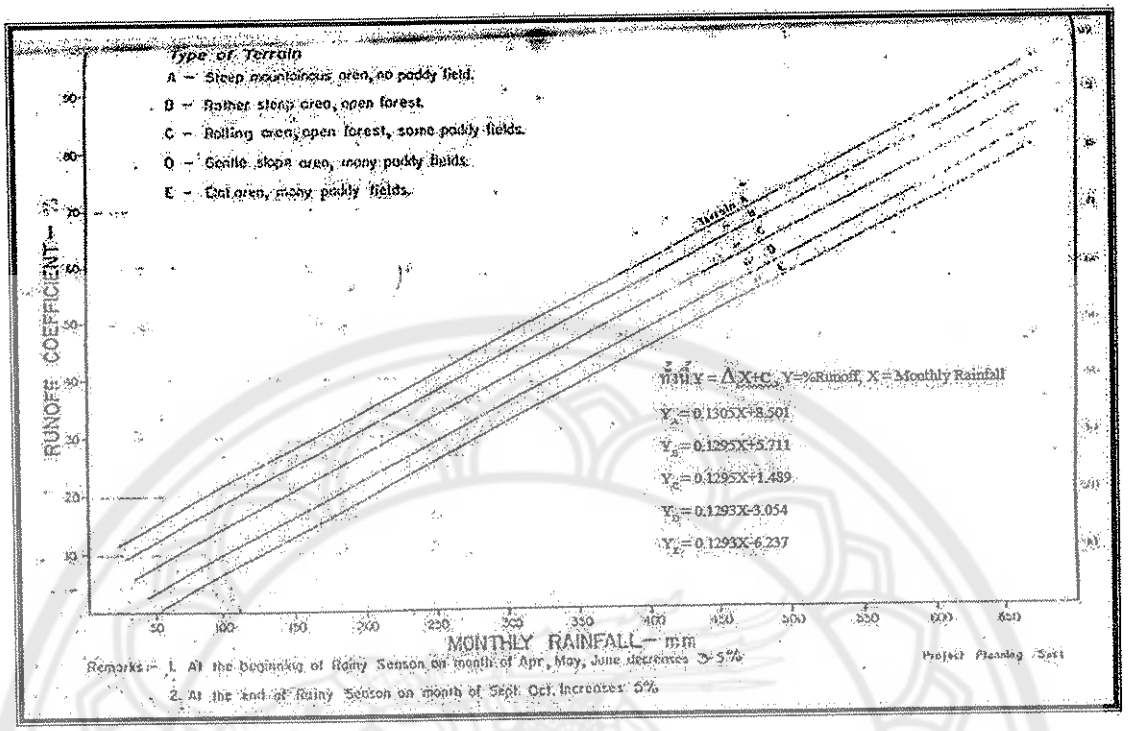
รายการ	เดือน												รายปี
ปริมาณฝน (มม.)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
ต่ำสุด	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	51.2	29.2	0.4	0.0	0.0	864.6
เฉลี่ย	7.9	12.4	35.1	88.0	197.7	159.8	172.5	227.8	221.2	87.0	14.6	5.8	1,229.8
สูงสุด	86.2	73.3	307.5	272.8	342.3	405.3	455.4	409.8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

2. **การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า**

การวิจัยนี้ทำการศึกษาภายในเขตพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ทำการแบ่งแนวสันปันน้ำ (Water Shed) เป็นทั้งหมด 8 แนวสันปันน้ำ (Water Shed) แสดงดังภาพ 9 ลำน้ำในเขตพื้นที่ศึกษาเป็นลำน้ำขนาดค่อนข้างใหญ่มีน้ำไหลตลอดปี ปกติจะมีน้ำมากในช่วงฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งจะมีน้ำไหลเพียงเล็กน้อย สภาพป่าทางต้นน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ดีพอสมควร เนื่องจากเป็นลุ่มน้ำมีความลาดชันค่อนข้างสูง ดังนั้นการไหลของน้ำจึงมีลักษณะขึ้นเร็วลงเร็วกล่าวคือ เมื่อฝนตกภายในลุ่มน้ำก็จะมีน้ำไหลมาก เมื่อฝนตกน้อยปริมาณน้ำไหลก็จะลดน้อยลงด้วย การคำนวณหาปริมาณท่า สามารถคำนวณได้โดยอาศัยสถิติฝนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝน Sta.70151 (N.12A) บ้านหาดไผ่ อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่อยู่ใกล้เคียงเป็นเกณฑ์มาคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านหัวงานโดยวิธี Terrain โดยใช้กราฟ Runoff Estimation Chart พิจารณาประกอบ แสดงดังรูปที่ 10 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าโปร่ง และพื้นที่ค่อนข้างสูงชัน โดยกำหนดชนิดของพื้นที่ศึกษาเป็น Type of Terrain B มีสมการในการคำนวณค่า Runoff Coefficient = 0.1295X + 5.711 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าในแต่ละ Water Shed แสดงดังตาราง 4



ภาพ 9 แสดงการแบ่งแนวสันปั้นน้ำ (Water Shed)



ภาพ 10 แสดง Runoff Estimation Chart สำหรับพื้นที่ไม่เกิน 2,000 ตร.กม.

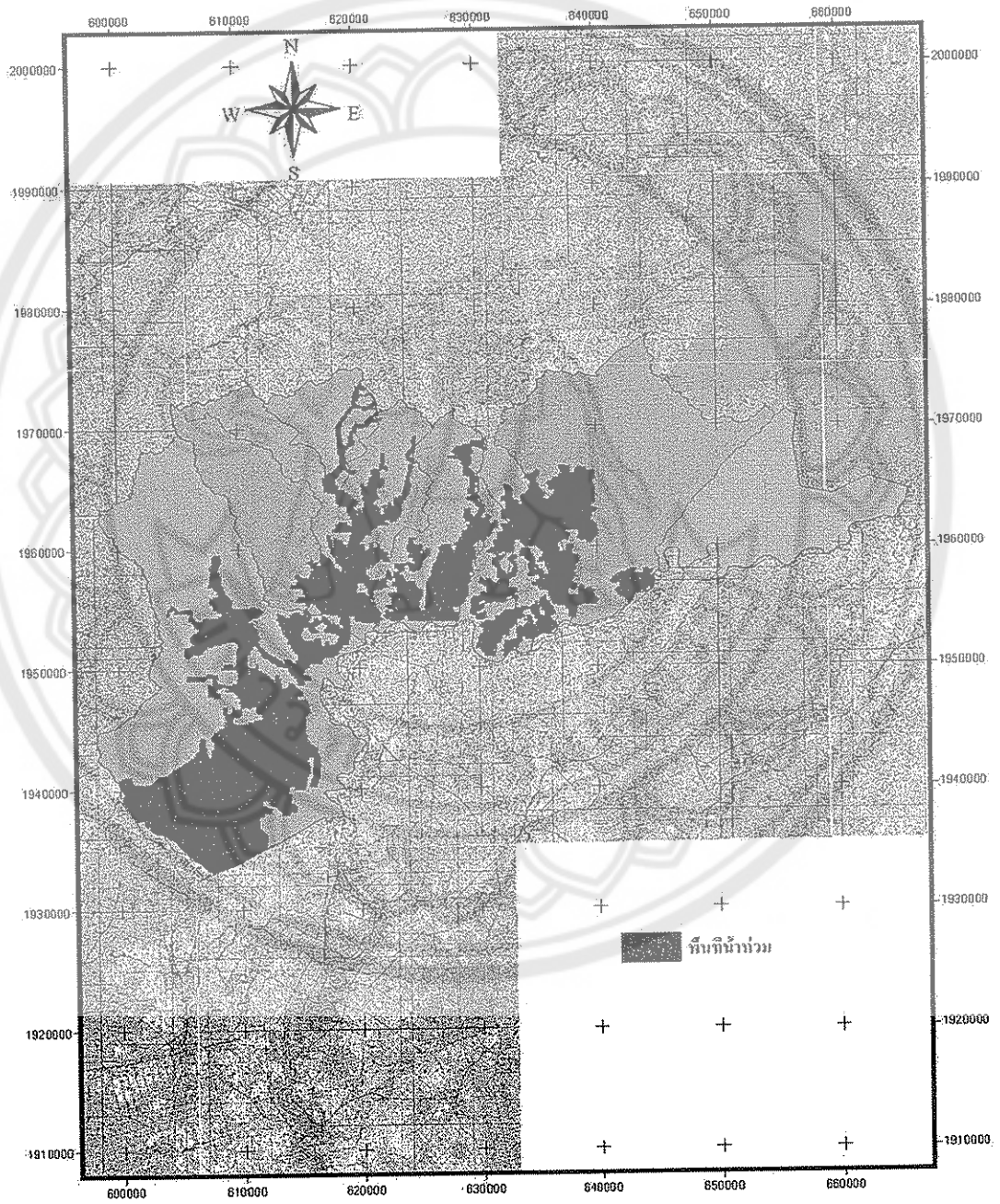
ที่มา: พิมาย จันทะชิต, 2548

ตาราง 4 แสดงปริมาณน้ำท่า R.O.COEFFICIENT คำนวณจาก; Y = 0.1295X + 5.711

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
6.1	49.52	1,229.7	17,086,530.89
7	110.74	1,229.7	38,210,065.23
8	453.48	1,229.7	156,470,113.61
รวม	1,341.08		462,730,307.75

3. **การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่วม**

ผลจากการแบ่งแนวสันปันน้ำ (Water Shed) เป็นทั้งหมด 8 แนวสันปันน้ำ แล้วนำมารวมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์พื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมทางอากาศ ทำให้ทราบถึงพื้นที่อุทกภัย แสดงดังภาพ 11 และตาราง 5



ภาพ 11 แสดงขอบเขตพื้นที่เกิดอุทกภัย

ตาราง 5 แสดงรายละเอียดพื้นที่น้ำท่วม

แนวปันน้ำ	พื้นที่เกิดอุทกภัย (ตร.ม.)	ระดับน้ำท่วมสูง (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
6.1	6,375,531.03	0.50	3,187,765.52
7	16,599,977.82	0.50	8,299,988.91
8	178,868,925.72	0.20	35,773,785.14
รวม	367,061,250.35		129,869,947.46

การวิเคราะห์แนวทางการป้องกันอุทกภัยโดยการสร้างอ่างเก็บน้ำ

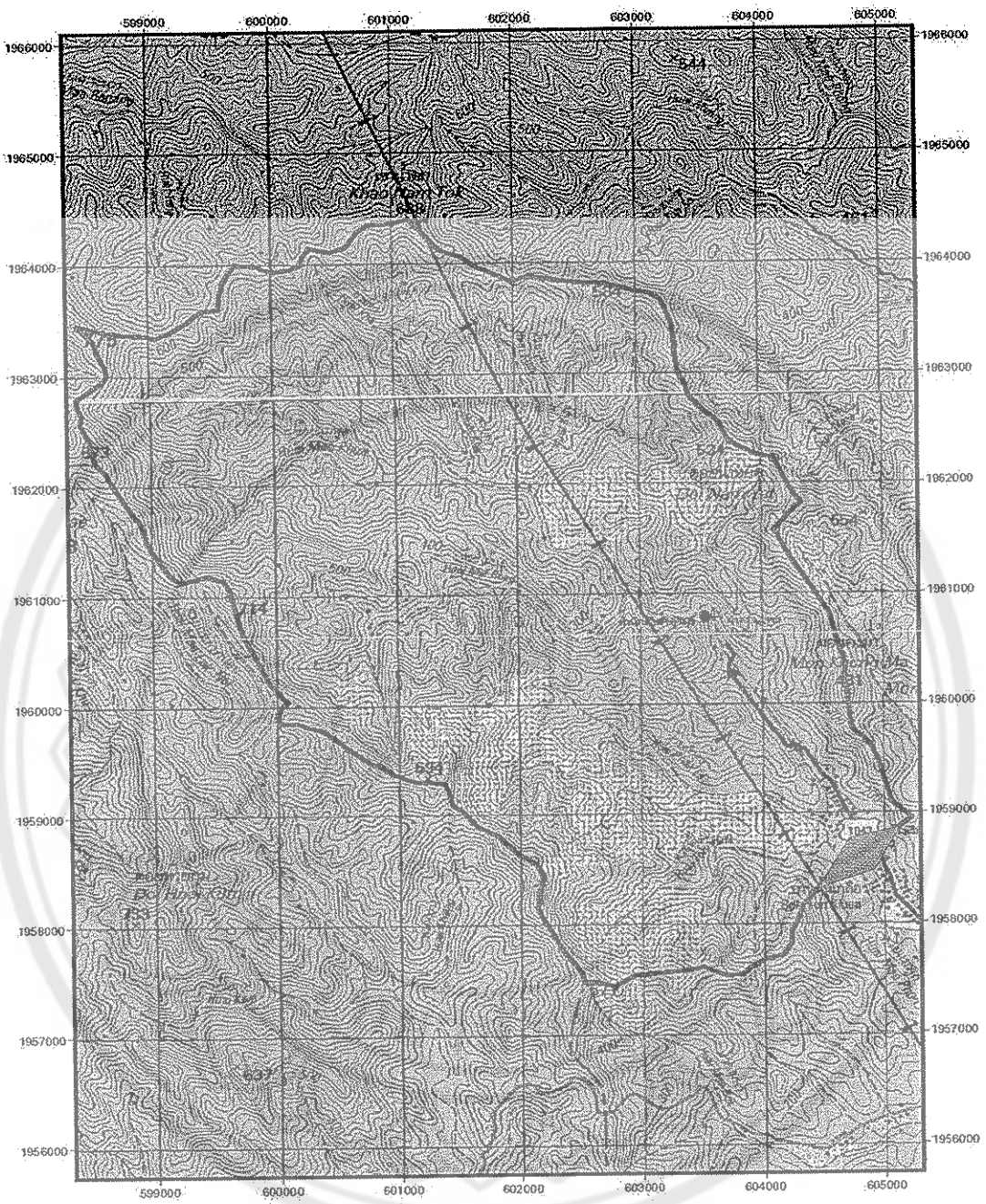
1. **สถานที่ตั้งอ่างเก็บน้ำ**

พื้นที่ลุ่มน้ำเหนือแนวที่ตั้งหัวงานซึ่งมีอาณาเขตล้อมรอบบรรจบกันเป็นวงรอบปิดด้วยแนวสันปันน้ำ (Water Shed) หรือสันเนินสูงสุด ภายในพื้นที่รับน้ำนี้หากมีฝนตกจนเกิดการไหลนองแล้ว น้ำทั้งหมดจะไหลลงมายังที่ตั้งหัวงานเปรียบเสมือนกับหลังคาบ้านที่รองรับน้ำฝนลงมาใส่ถังเก็บน้ำ การลากแนวสันปันน้ำจากจุดที่ตั้งหัวงานตรวจดูว่าลำน้ำนั้นมีขอบเขตของลำน้ำและห้วยสาขาคลุมพื้นที่ถึงไหน เลือกจุดสูงสุด (บริเวณต้นน้ำ) ลากเส้นตามแนวสันเนินลงมายังจุดที่ตั้งหัวงานสังเกต ลักษณะแนวสันเนินซึ่งจะตรงกันข้ามกับร่องน้ำ (เส้น contour จะมีลักษณะแหลมหรือมนสวนทิศทางการไหลของน้ำ) ให้ดีโดยเฉพาะเส้น contour บริเวณที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อนบริเวณที่ราบจะมีปัญหาในการลากเส้นสันปันน้ำมาก ต้องสังเกตจุดแสดงระดับความสูง ลักษณะภูมิประเทศ ขนาดและลักษณะของพื้นที่รับน้ำฝนดังกล่าว มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำต้นทุนที่ไหลผ่านหัวงานตลอดจนอัตราน้ำหลากสูงสุดที่หัวงานจะได้รับ

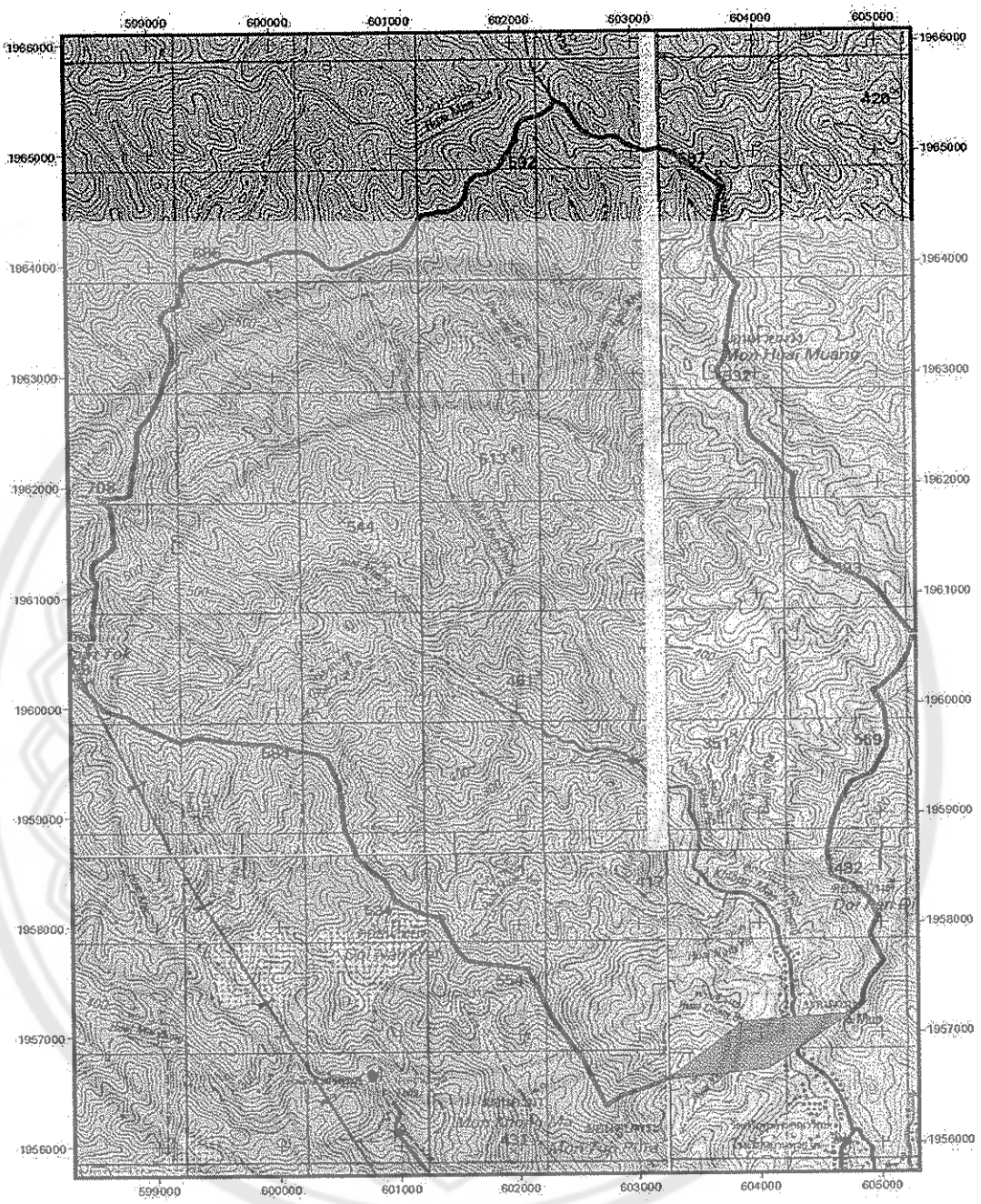
จากการศึกษารายละเอียดสภาพภูมิประเทศจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ปรากฏว่ามีจุดที่ตั้งหัวงานที่เหมาะสมทั้งหมด 7 หัวงาน เพื่อทำการสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อบรรเทาอุทกภัย แสดงดังตาราง 6 และภาพ 12 ถึง 18

ตาราง 6 แสดงรายละเอียดที่ตั้งอ่างเก็บน้ำ

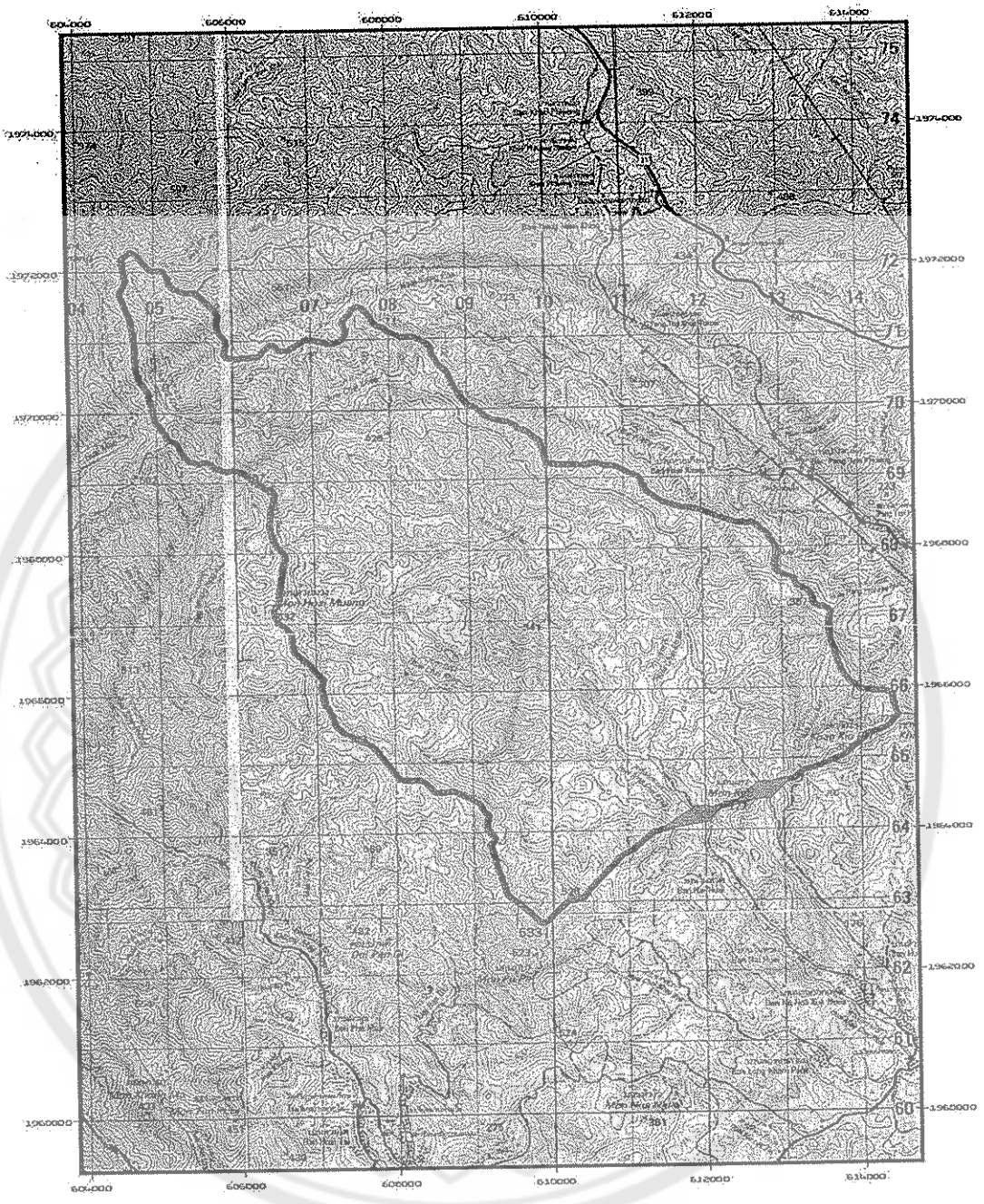
ลำดับที่	ที่ตั้งหัวงาน	ลำน้ำ	พิกัดดำเนินการ	ระวางที่
1	บ้านด่านนาเกลือ	ห้วยแม่พูล	47 QPU 049586	4944-II
2	บ้านผามูบ	คลองแม่พร่อง	47 QPU 067610	5044-III
3	บ้านในห้วย	ห้วยชายเขา	47 QPU 123644	5044-IV
4	บ้านห้วยเกี๋ยง	ห้วยเกี๋ยงพา	47 QPU 115695	5044-IV
5	บ้านปางต้นผึ้ง	ห้วยกั้ง	47 QPU 125700	5044-IV
6	บ้านไฮฮ้า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



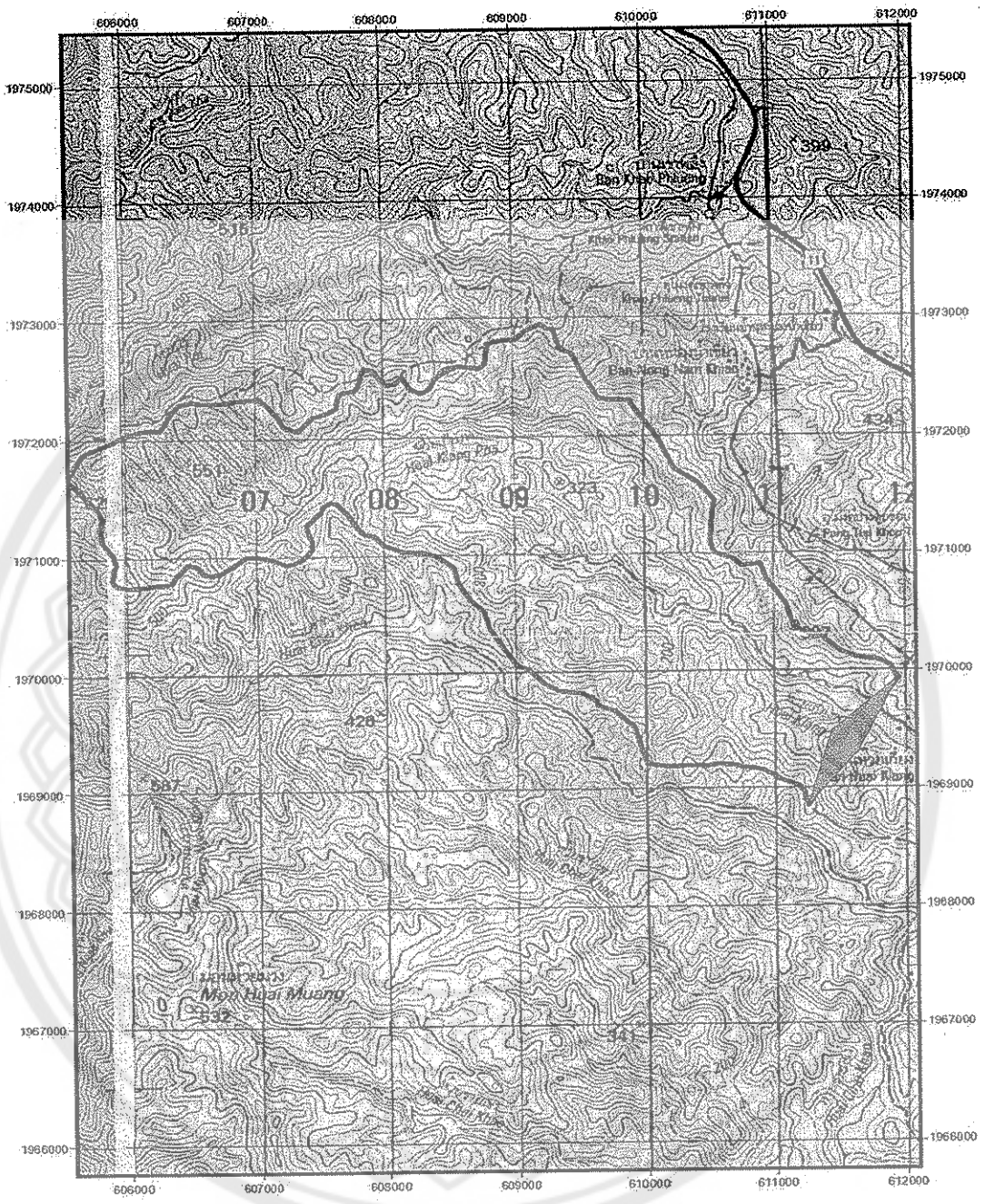
ภาพ 12 แสดงที่ตั้งหัวงานบ้านด่านนาเกลือ



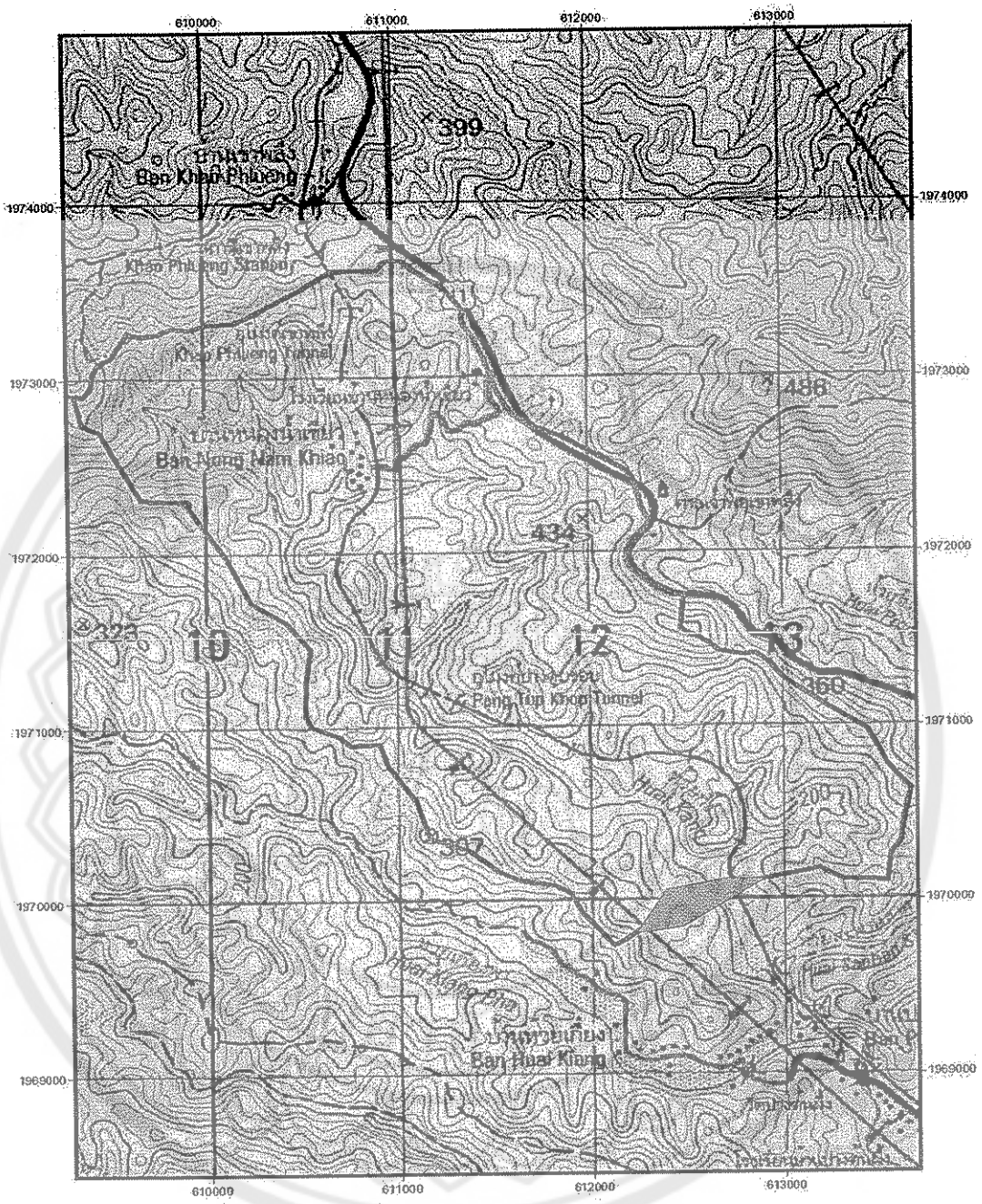
ภาพ 13 แสดงที่ตั้งหัวงานบ้านผามูบ



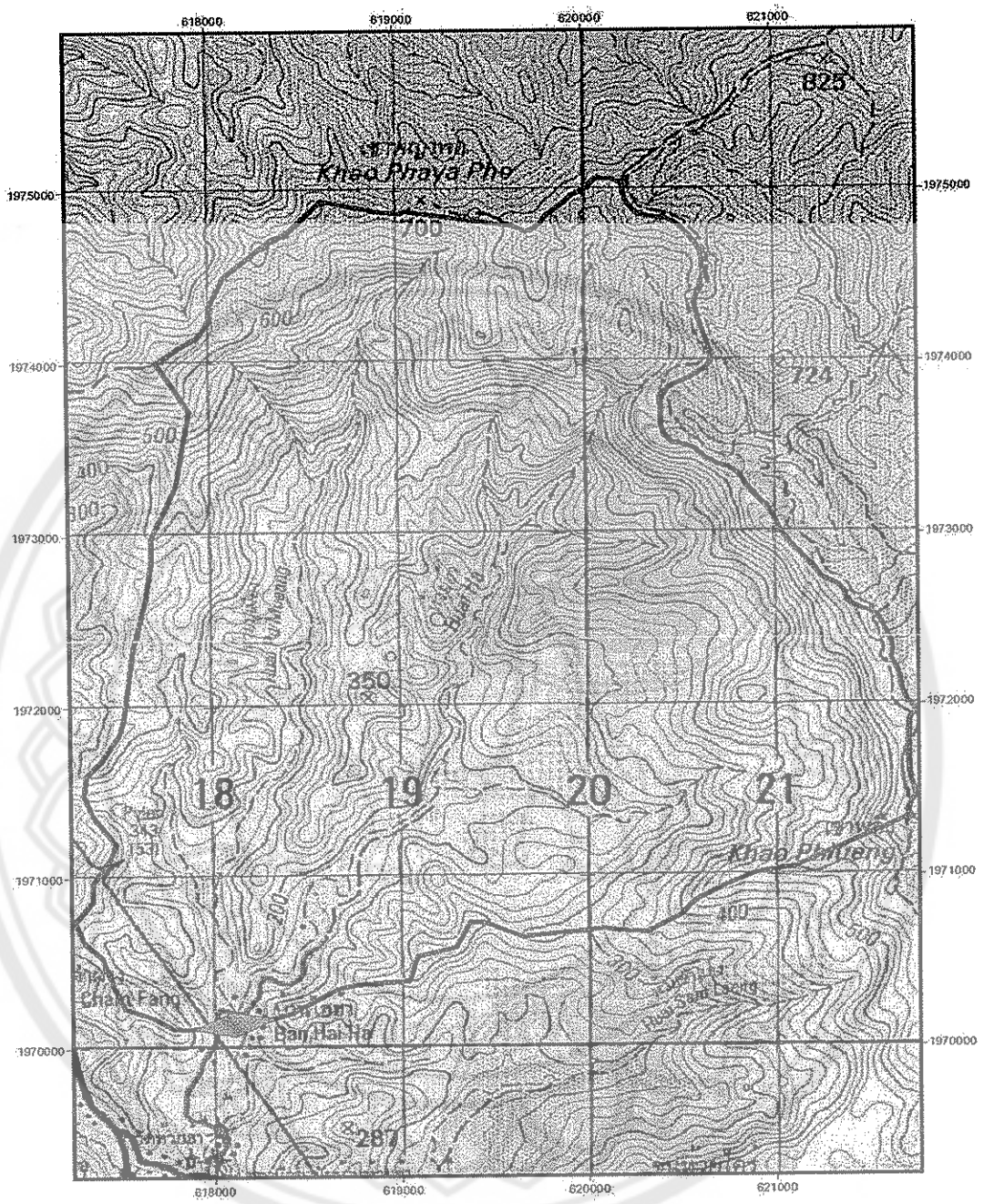
ภาพ 14 แสดงที่ตั้งหัวงานบ้านในห้วย



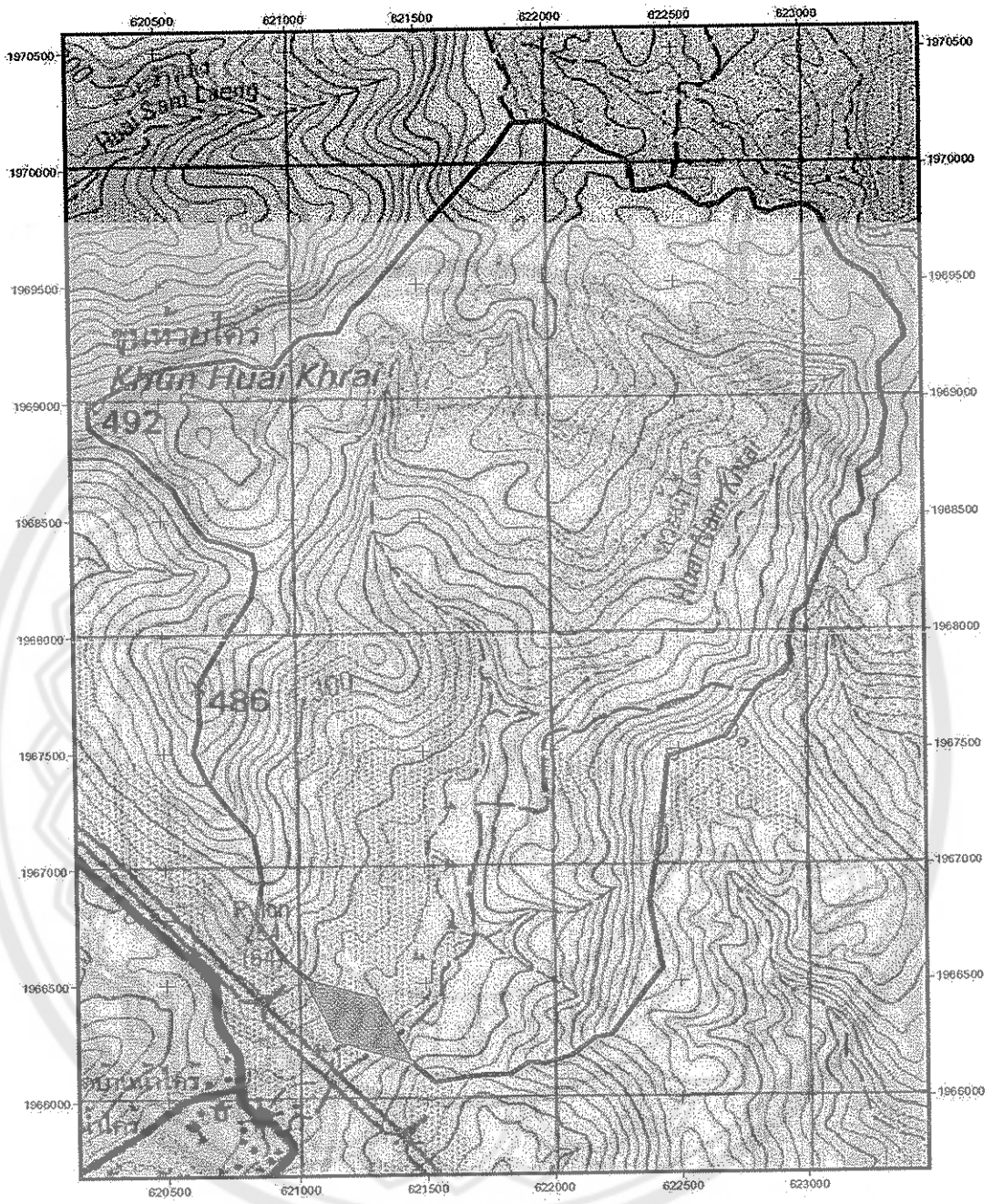
ภาพ 15 แสดงที่ตั้งหัวงานบ้านห้วยเกี๋ยง



ภาพ 16 แสดงที่ตั้งหัวงานบ้านปางต้นผึ้ง



ภาพ 17 แสดงที่ตั้งหัวงานบ้านไฮฮ้า



ภาพ 18 แสดงที่ตั้งหัวงานบ้านน้ำไคร้

2. ลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ

จากการศึกษารายละเอียดจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 สามารถสรุปลักษณะเค้าโครงโดยทั่วไปของอ่างเก็บน้ำได้ดังนี้

2.1 อ่างเก็บน้ำห้วยแม่พูล

พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	26.823	กม.^{2}
ฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,229.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	123	วัน
อัตราการระเหยทั้งปี	1,596.3	มม.
ความยาวลำน้ำ	4.55	กม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ยต่อปี	9,255,089	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	237,600	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	8,264,500	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	12,775,000	ม.^{3}
ระดับท้องน้ำประมาณ	+ 130	ม.รทก.
ระดับ Dead Storage ประมาณ	+ 134	ม.รทก.
ระดับเก็บกัก	+ 154	ม.รทก.
ระดับน้ำนองสูงสุด	+ 155	ม.รทก.
ระดับสันเขื่อน	+ 157	ม.รทก.
ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	27	ม.
ความยาวของทำนบดินประมาณ	509	ม.
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	74.250	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	419.688	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	436.406	ไร่

2.2 อ่างเก็บน้ำคลองแม่พร่อง

พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	37.480	กม.^{2}
ฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,229.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	123	วัน
อัตราการระเหยทั้งปี	1,596.3	มม.
ความยาวลำน้ำ	4.55	กม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ย	12,932,212	ม.^{3}

ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	330,000	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	10,688,550	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	11,523,138	ม.^{3}
ระดับท้องน้ำประมาณ	+ 138	ม.รทก.
ระดับ Dead Storage ประมาณ	+ 140	ม.รทก.
ระดับเก็บกัก	+ 158	ม.รทก.
ระดับน้ำนองสูงสุด	+ 159	ม.รทก.
ระดับสันเขื่อน	+ 161	ม.รทก.
ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	23	ม.
ความยาวของทำนบดินประมาณ	459	ม.
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	206.250	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	513.094	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	530.141	ไร่
2.3 อ่างเก็บน้ำห้วยแม่ซายเขา		
พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	38.783	กม.^{2}
ฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,229.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	123	วัน
อัตราการระเหยทั้งปี	1,596.3	มม.
ความยาวลำน้ำ	14.85	กม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ย	13,381,803	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	237,175	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	10,281,919	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	11,508,250	ม.^{3}
ระดับท้องน้ำประมาณ	+ 130	ม.รทก.
ระดับ Dead Storage ประมาณ	+ 132	ม.รทก.
ระดับเก็บกัก	+ 149	ม.รทก.
ระดับน้ำนองสูงสุด	+ 150	ม.รทก.
ระดับสันเขื่อน	+ 152	ม.รทก.
ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	22	ม.

ความยาวของทำนบดินประมาณ	217	ม.
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	92.219	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	742.523	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	790.391	ไร่
2.4 อ่างเก็บน้ำห้วยเกี๋ยงพา		
พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	10.680	กม.^{2}
ฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,229.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	123	วัน
อัตราการระเหยทั้งปี	1,596.3	มม.
ความยาวลำน้ำ	8.05	กม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ย	3,685,059	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	69,750	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	3,079,225	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	3,447,500	ม.^{3}
ระดับท้องน้ำประมาณ	+ 150	ม.รทก.
ระดับ Dead Storage ประมาณ	+ 153	ม.รทก.
ระดับเก็บกัก	+ 169	ม.รทก.
ระดับน้ำนองสูงสุด	+ 170	ม.รทก.
ระดับสันเขื่อน	+ 172	ม.รทก.
ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	22	ม.
ความยาวของทำนบดินประมาณ	327	ม.
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	29.063	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	223.156	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	237.188	ไร่
2.5 อ่างเก็บน้ำห้วยกั้ง		
พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	8.045	กม.^{2}
ฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,229.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	123	วัน
อัตราการระเหยทั้งปี	1,596.3	มม.

ความยาวลำน้ำ	4.55	กม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ย	2,775,871	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	61,988	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	2,231,550	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	2,486,388	ม.^{3}
ระดับท้องน้ำประมาณ	+ 140	ม.รทก.
ระดับ Dead Storage ประมาณ	+ 143	ม.รทก.
ระดับเก็บกัก	+ 158	ม.รทก.
ระดับน้ำนองสูงสุด	+ 159	ม.รทก.
ระดับสันเขื่อน	+ 161	ม.รทก.
ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	21	ม.
ความยาวของทำนบดินประมาณ	205.7	ม.
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	25.828	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	154.969	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	163.578	ไร่
2.6 อ่างเก็บน้ำห้วยฮ้า		
พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	15.199	กม.^{2}
ฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,229.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	123	วัน
อัตราการระเหยทั้งปี	1,596.3	มม.
ความยาวลำน้ำ	4.85	กม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ย	5,244,309	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	132,750	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	4,766,963	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	5,278,750	ม.^{3}
ระดับท้องน้ำประมาณ	+ 150	ม.รทก.
ระดับ Dead Storage ประมาณ	+ 153	ม.รทก.
ระดับเก็บกัก	+ 169	ม.รทก.
ระดับน้ำนองสูงสุด	+ 170	ม.รทก.

ระดับสันเขื่อน	+ 172	ม.รทก.
ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	22	ม.
ความยาวของทำนบดินประมาณ	334	ม.
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	50.000	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	311.766	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	327.969	ไร่

2.7 อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำไคร้

พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ	7.307	กม.^{2}
ฝนเฉลี่ยทั้งปี	1,229.80	มม.
จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี	123	วัน
อัตราการระเหยทั้งปี	1,596.3	มม.
ความยาวลำน้ำ	4.65	กม.
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ในเกณฑ์เฉลี่ย	2,521,229	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Deed Storage	64,100	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	2,155,756	ม.^{3}
ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	2,372,400	ม.^{3}
ระดับท้องน้ำประมาณ	+ 140	ม.รทก.
ระดับ Dead Storage ประมาณ	+ 144	ม.รทก.
ระดับเก็บกัก	+ 163	ม.รทก.
ระดับน้ำนองสูงสุด	+ 164	ม.รทก.
ระดับสันเขื่อน	+ 166	ม.รทก.
ส่วนสูงที่สุดของทำนบดินประมาณ	26	ม.
ความยาวของทำนบดินประมาณ	288	ม.
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage	20.031	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	130.367	ไร่
พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด	140.438	ไร่

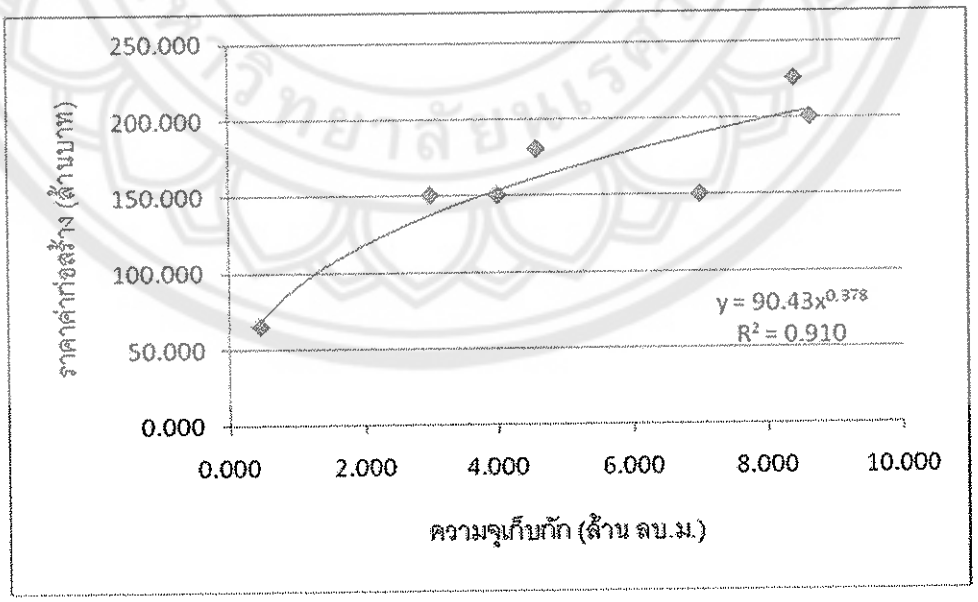
3. การประมาณราคาค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ

การประมาณราคาในงานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำได้ใช้ข้อมูลจากงานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำที่ผ่านมาจากกรมชลประทานจำนวน 11 โครงการ แสดงดังตาราง 7 นำมาวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis) หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุเก็บกัก และค่า

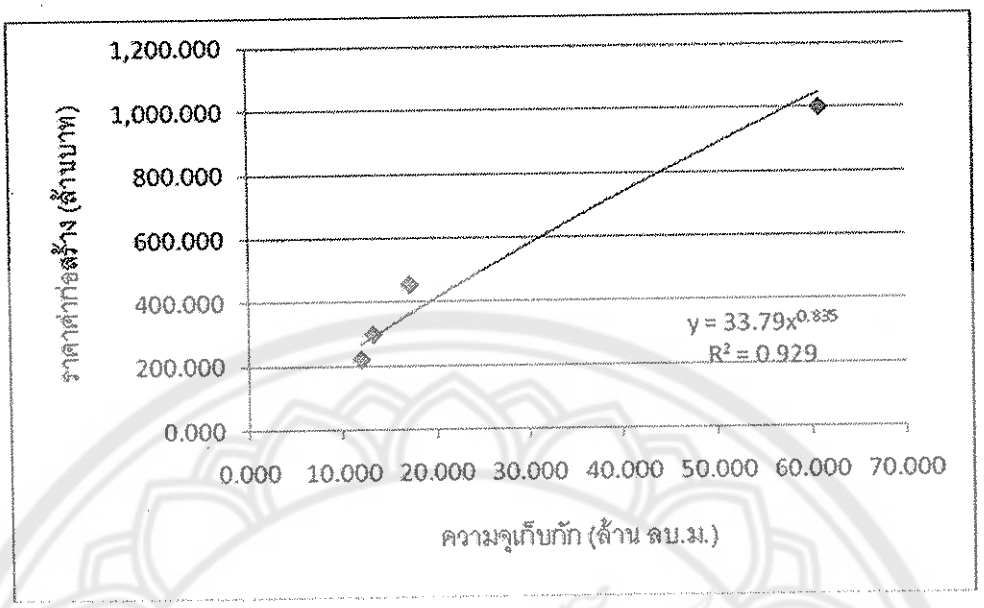
ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำโดยแบ่งเป็น 2 กรณี กรณีแรกความจุเก็บกัก 0 – 10 ล้าน ลบ.ม. และกรณีที่สอง 10 – 60 ล้าน ลบ.ม. แสดงดังภาพ 19 ถึงภาพ 20

ตาราง 7 แสดงรายละเอียดมูลค่างานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำที่ผ่านมาของกรมชลประทาน

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	อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำชุนน้อย	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



ภาพ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุเก็บกัก และค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำกรณีที่ 1



ภาพ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุเก็บกัก และค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำกรณีที่ 2

จากภาพ 19 และภาพ 20 จะได้สมการ Regression ระหว่างปริมาณความจุเก็บกักและค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ โดยมีค่า R^2 มากกว่า 90% เพื่อทำการประมาณราคามูลค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำในเขตพื้นที่ศึกษา แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงมูลค่างานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ

ลำดับที่	ที่ตั้งหัวงาน	ความจุเก็บกัก (ลบ.ม)	ค่าก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ (ล้านบาท)
1	บ้านด่านนาเกลือ	12,775,000	236.91
2	บ้านผามูบ	10,688,550	221.45
3	บ้านในห้วย	10,281,919	218.20
4	บ้านห้วยเกี๋ยง	3,079,225	86.44
5	บ้านปางต้นผึ้ง	2,231,550	66.01
6	บ้านไฮฮ้า	4,766,963	124.55
7	บ้านน้ำไคร้	2,155,756	64.28
รวม		45,978,963	1,017.84

การวิเคราะห์แนวทางการป้องกันอุทกภัยโดยการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน

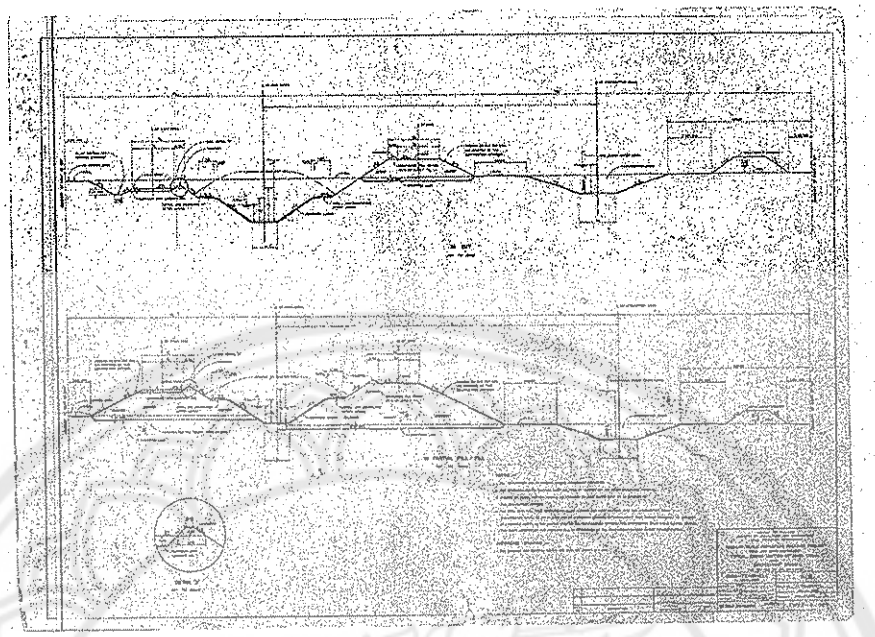
ผลจากการวิเคราะห์การป้องกันอุทกภัยน้ำท่วมโดยการปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐานพบว่า คลองระบายน้ำหลักตามแนวคลองในบางแห่งจะปรากฏสันดอน ที่เกิดจากปริมาณตะกอนทับถมและมีวัชพืชเจริญเติบโตอย่างหนาแน่น อีกทั้งอาคารที่ก่อสร้างในคลองบางแห่งก็ทำให้เป็นอุปสรรคกีดขวางทางน้ำ ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาการระบายน้ำในพื้นที่ศึกษาสามารถสรุปเป็น 4 แนวทางได้ดังนี้ 1) การปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำ 2) การปรับปรุงอาคารที่กีดขวางทางน้ำ 3) การปรับปรุงพื้นที่แก้มลิง 4) การควบคุมระดับลำน้ำน่านในช่วงฤดูน้ำหลาก จากแนวทางที่กล่าวมานั้นจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการไหลในลำน้ำได้ดียิ่งขึ้น

1. **การปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำ**

การปรับปรุงคลองระบายน้ำธรรมชาติด้วยการขุดลอกลำน้ำสายหลัก โดยทำการปรับปรุงคลองแม่พร่อง ห้วยน้ำรี คลองน้ำริด คลองโพธิ์ ซึ่งเป็นคลองระบายน้ำหลัก เนื่องจากตามแนวคลองในบางแห่งจะปรากฏสันดอน ที่เกิดจากปริมาณตะกอนทับถมและมีวัชพืชเจริญเติบโตอย่างหนาแน่น ดังนั้น การขุดลอกสันดอน, การปรับปรุงลาดท้องน้ำให้ได้ระดับที่เหมาะสมหรือขยายลำน้ำในช่วงที่แคบมาก ๆ จะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการไหลในลำน้ำได้เป็นดียิ่งขึ้น

2. **การปรับปรุงอาคารที่กีดขวางทางน้ำ**

การปรับปรุงอาคารที่กีดขวางทางน้ำ ซึ่งเป็นการแก้ไขบริเวณที่เกิดปัญหากับการระบายน้ำในพื้นที่ประกอบด้วย การปรับปรุงอาคารชลประทานบริเวณแนวคลองระบายน้ำหลักไหลผ่าน และการก่อสร้างท่อระบายน้ำ



ภาพ 21 แสดงรายละเอียดคลองระบายน้ำ

3. **การปรับปรุงพื้นที่แก้มลิง**

เนื่องจากบึงมาย และ บึงกะโล่อยู่ในพื้นที่ลุ่ม จึงรับน้ำจากพื้นที่โดยรอบบึง ซึ่งจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทางอากาศ แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 สามารถประเมินพื้นที่รับน้ำเข้าสู่บึงมายและบึงกะโล่ได้ประมาณ 20.88 ตร.กม. , 37.85 ตร.กม. ตามลำดับ

4. **การควบคุมระดับน้ำในลำน้ำน่านในช่วงฤดูน้ำหลาก**

เนื่องจากคลองระบายน้ำหลัก คือ คลองน้ำริด และคลองโพธิ์ ซึ่งคลองน้ำริดและคลองโพธิ์ จะระบายน้ำไปยังแม่น้ำน่าน ดังนั้นระดับน้ำในแม่น้ำน่านโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูน้ำหลาก จึงมีผลต่อประสิทธิภาพการระบายจากพื้นที่ศึกษา การควบคุมระดับน้ำในแม่น่านให้อยู่ในระดับที่สามารถรองรับการระบายน้ำได้ จึงนับเป็นส่วนสำคัญมาก จึงควรมีการประสานการจัดการอ่างเก็บน้ำเพื่อป้องกันอุทกภัยร่วมกับเขื่อนสิริกิติ์ เพื่อเป็นการช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำได้ดียิ่งขึ้น

5. **การประมาณราคาการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน**

ในการประมาณราคาการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานได้ใช้ราคากลางของกรมชลประทานและ จากงานก่อสร้างในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกันเป็นเกณฑ์ในการประมาณราคา โดยรายละเอียดแสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงมูลค่างานปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน

ลำดับที่	ดำเนินการ	ปริมาณ	ราคา/ต่อหน่วย	เงินลงทุน/บาท
1	ปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายน้ำ	960,000 ลบ.ม	28.71 บาท	27,561,600
2	ปรับปรุงอาคารกีดขวางทางน้ำ	10 แห่ง	520,000 บาท	5,200,000
3	ปรับปรุงพื้นที่แก้มลิง	16,747,200 ลบ.ม	28.71 บาท	480,812,112
			รวม	513,573,712

การวิเคราะห์ทางเลือกระหว่างเงินลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับโดยวิธี Surrogate Worth Trade - off

การวิเคราะห์ทางเลือกระหว่าง จำนวนเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำ และจำนวนเงินลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานโดยแปรผันกับจำนวนผู้รอดชีวิตที่เพิ่มขึ้นและบ้านเรือนที่ไม่เกิดความเสียหาย มีทั้งหมด 196 ทางเลือก แสดงในภาคผนวก ข. โดยจำนวนทรัพย์สินที่ไม่เกิดความเสีย และจำนวนผู้รอดชีวิตที่เพิ่มขึ้นหาได้จากการเทียบบัญญัตยางค์ (Interpulate) ระหว่างปริมาณน้ำท่วมคงเหลือหลังจากสร้างอ่างเก็บน้ำ และการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน กับปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นใน อำเภอลับแล อำเภอท่าปลา และอำเภอเมือง แสดงดังตัวอย่างสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนผู้รอดชีวิต} = \text{จำนวนผู้เสียชีวิต} - \frac{\text{ปริมาณน้ำท่วมคงเหลือ}}{\text{ปริมาณน้ำท่วมที่เกิดขึ้น}} \times \text{จำนวนผู้เสียชีวิต}$$

จากทางเลือกทั้งหมด 196 ทางเลือกโดยมีจำนวนเงินลงทุนกับผลประโยชน์ที่ได้รับแตกต่างกัน เมื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุนกับผลประโยชน์ที่ได้ก็นำมาหาสมการความสัมพันธ์โดยวิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ ระหว่าง f_1, f_2 และ x_1, x_2 มีค่า R-square 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

x_2 = จำนวนเงินลงทุนในการปรับปรุงและสร้างโครงสร้างพื้นฐาน

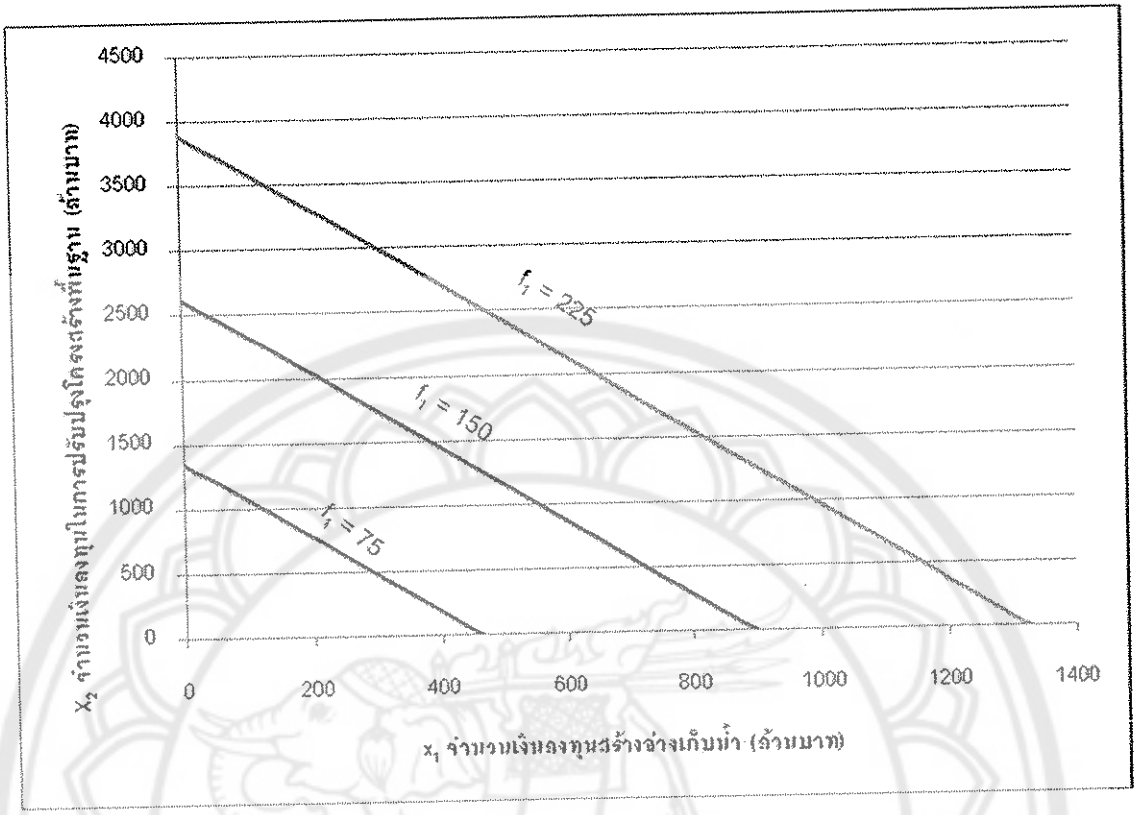
$f_1(x_1, x_2)$ = จำนวนทรัพย์สินที่ไม่เกิดความเสียหายซึ่งขึ้นอยู่กับทั้ง x_1 และ x_2

$f_2(x_1, x_2)$ = จำนวนผู้รอดชีวิตซึ่งขึ้นอยู่กับทั้ง x_1 และ x

จากสมการข้างต้นจะได้แนวทางในการตัดสินใจในการลงทุนแสดงดังตารางที่ 10 และภาพ 22 ถึง 23

ตาราง 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับ

x_1 (ล้านบาท)	X_2 (ล้านบาท)	f_1 (หลัง)	f_2 (คน)
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



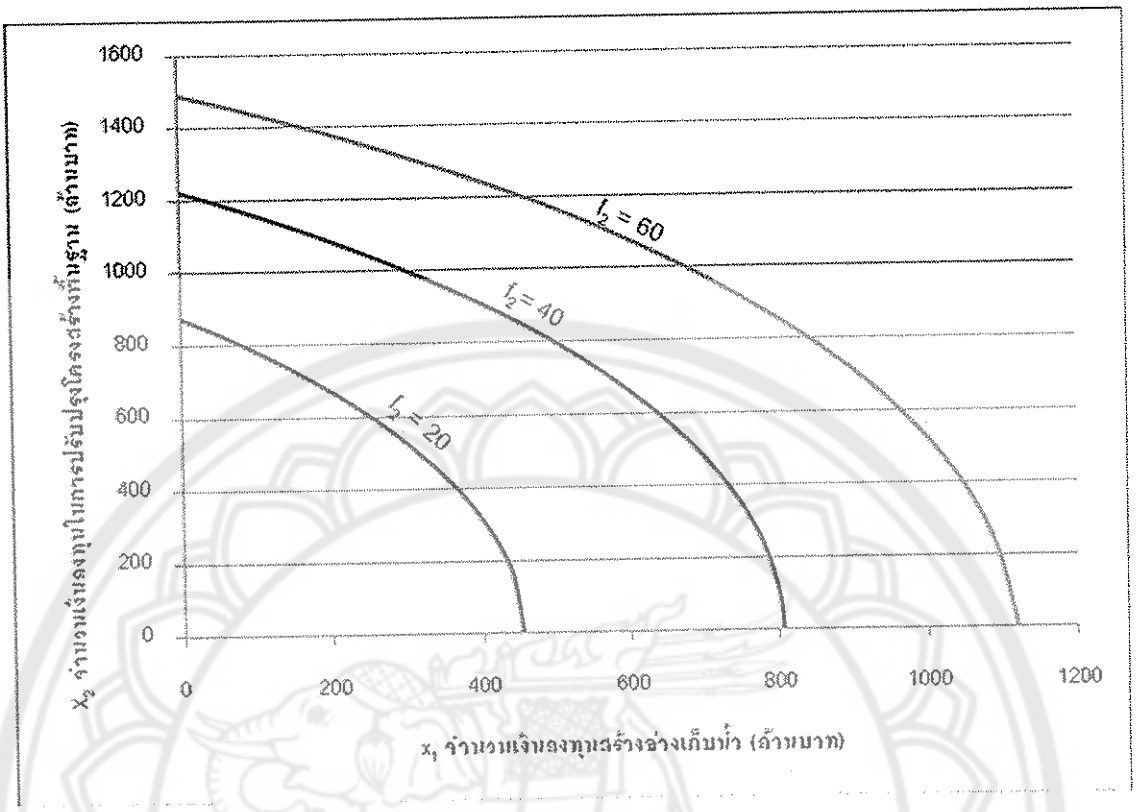
ภาพ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุน x_1, x_2 และผลตอบแทน f_1

จากภาพ 22 สามารถนำกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุน x_1, x_2 และผลตอบแทน f_1 ไปช่วยตัดสินใจในการลงทุนบรรเทาอุทกภัยเบื้องต้นได้ โดยแบ่งผลตอบแทน f_1 ออกเป็น 3 กรณี ดังภาพ 22 โดยมีช่วงการตัดสินใจในการลงทุนแสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. หากต้องการ f_1 = 75 ต้องมีเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำประมาณ 400 ล้านบาท และ ลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 200 ล้านบาท

2. หากต้องการ f_1 = 150 ต้องมีเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำประมาณ 800 ล้านบาท และ ลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 300 ล้านบาท

3. หากต้องการ f_1 = 225 ต้องมีเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำประมาณ 1,100 ล้านบาท และ ลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 600 ล้านบาท



ภาพ 23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุน x_1, x_2 และผลตอบแทน f_2

จากภาพ 23 สามารถนำกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเงินลงทุน x_1, x_2 และผลตอบแทน f_1 ไปช่วยตัดสินใจในการลงทุนบรรเทาอุทกภัยเบื้องต้นได้ โดยแบ่งผลตอบแทน f_2 ออกเป็น 3 กรณี ดังภาพ 23 โดยมีช่วงการตัดสินใจในการลงทุนแสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. หากต้องการ $f_2 = 20$ ต้องมีเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำประมาณ 400 ล้านบาท และ ลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 300 ล้านบาท

2. หากต้องการ $f_2 = 40$ ต้องมีเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำประมาณ 700 ล้านบาท และ ลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 500 ล้านบาท

3. หากต้องการ $f_2 = 60$ ต้องมีเงินลงทุนในการสร้างอ่างเก็บน้ำประมาณ 1,000 ล้านบาท และ ลงทุนในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 500 ล้านบาท