บทที่ 5
การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์

ในการศึกษานี้ได้นำเอาข้อจำกัดของขนาดการเสริมสันเขื่อนที่พัฒนาขึ้น ในบทที่ 3 มาวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนของกรณีศึกษาเขื่อนอุบลรัตน์ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำที่การเสริมสันเขื่อนขนาดต่าง ๆ กัน และนำผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดที่วิเคราะห์ได้กับค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อนมาวิเคราะห์ ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

5.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหานี้ ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลทุติยภูมิของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกรมชลประทาน ประกอบด้วย แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศของที่ตั้งเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ มาตราส่วน 1:50,000 และมาตราส่วน 1:250,000 ข้อมูลทางด้านการชลประทาน ข้อมูลด้านกลศาสตร์ของดิน ข้อมูลอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน รวม 30 ปี ในช่วงปี พ.ศ.2498-2529 ข้อมูลน้ำท่าเป็นข้อมูลการไหลของน้ำรายเดือนในช่วงปี พ.ศ.2500-2529 ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวน้ำ ระดับของน้ำในอ่างเก็บน้ำ และความจุของอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลทางด้านอุทกภัยที่เกิดขึ้นในอดีต ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำท่าสูงสุดรายปี ข้อมูลปริมาณน้ำท่วม และค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ได้รวบรวมรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก และภาคผนวก ข

5.2 การวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนและผลของการวิเคราะห์

สำหรับกรณีศึกษาผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น ซึ่งเริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2507 แล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ.2509 มีระดับเก็บกักสูงสุด +182.00 เมตร รทก. ระดับสันเขื่อน +185.00 เมตร รทก. และเมื่อใช้งานจนถึงปี พ.ศ. 2521 ได้เกิดอุทกภัยขนาดใหญ่ขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขื่อนอุบลรัตน์ มีระดับเก็บกักเหนือเขื่อนสูงถึงระดับ +183.74 เมตร รทก. ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่โครงการประมาณ 620 ล้านบาท ในการวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนเดิมนี้ ใช้ข้อมูลดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 5.1 และโดยใช้ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมา จากการศึกษาดังรายละเอียดในบทที่ 3 ได้แก่ข้อจำกัดของตัวเขื่อน

และอาคารประกอบ ข้อจำกัดของฐานรากที่รับน้ำหนักเพิ่มขึ้น ข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำ ข้อจำกัดด้านอุตุ-อุทกวิทยา และข้อจำกัดทางด้านการเงิน โดยที่รายละเอียดของข้อจำกัดต่าง ๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 ข้อจำกัดของตัวเขื่อนและอาคารประกอบ

สิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบด้วย ลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งตัวเขื่อน เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ความมั่นคงของตัวเขื่อนที่เสริมและชนิดของเขื่อนเดิม สำหรับรายละเอียดที่ต้องวิเคราะห์ ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.1 ผลของการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1) ลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งตัวเขื่อน

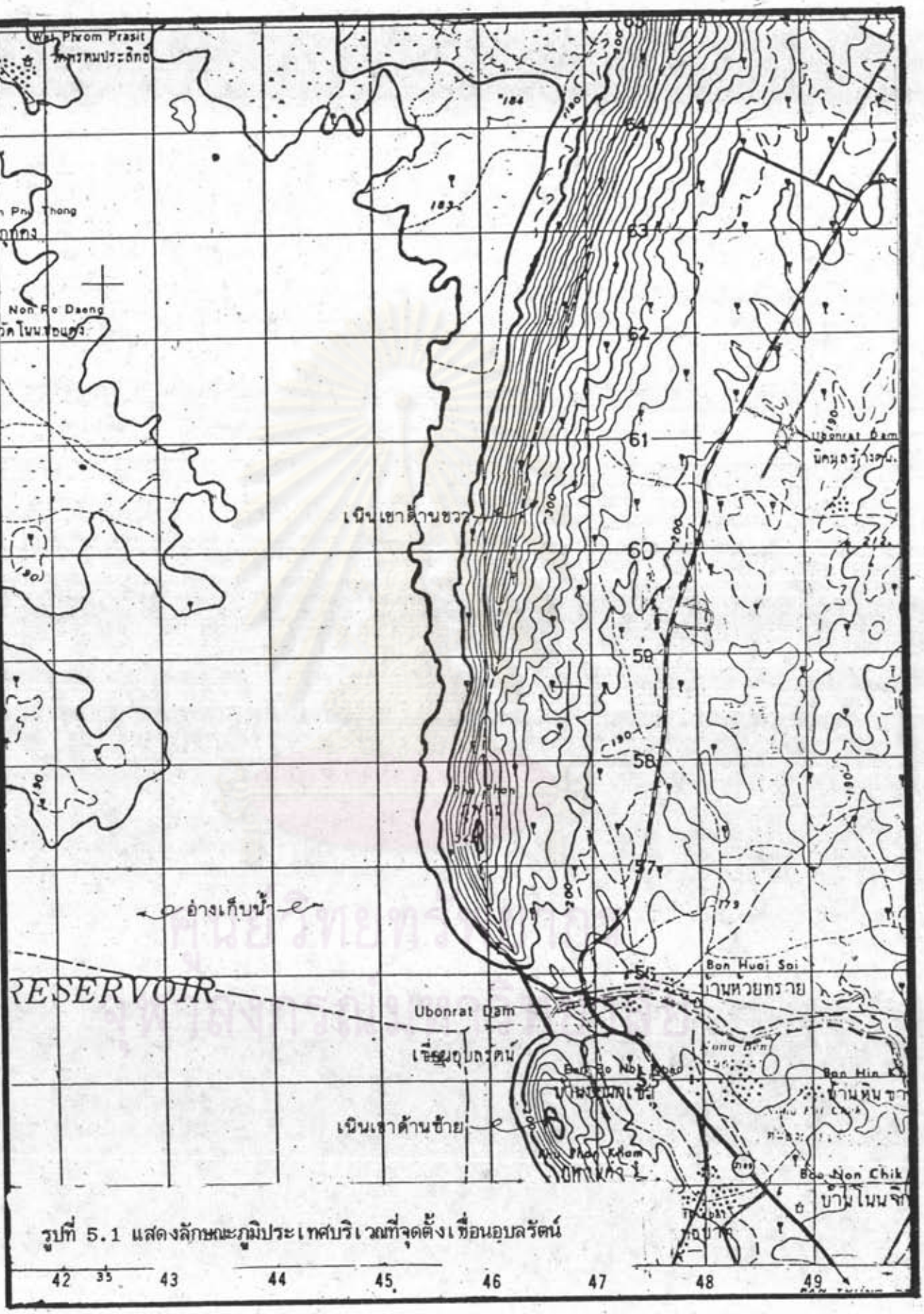
เขื่อนอุบลรัตน์ เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำ สร้างปิดกั้นอยู่ระหว่างเนินเขาสูงชันทั้งสองด้านตรงช่องเขาบริเวณที่เรียกว่า พองหนีบ อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น จากแผนที่ ระวาง 5542 IV พิกัด 4650-5570 มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งใช้ในการศึกษานี้ ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งแสดงลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งเขื่อนอุบลรัตน์ จะเห็นว่าภูเขาทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ คือเทือกเขาภูพาน มีระดับควบคุมการเสริมสันเขื่อนประมาณ +342.00 เมตร รทก.และภูเขาด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ คือ ภูเขาภูพานคำ มีระดับควบคุมการเสริมสันเขื่อนอยู่ที่ +225.00 เมตร รทก. ดังนั้นลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งเขื่อนจำกัดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน ที่ระดับ +225.00 เมตร รทก.

2) ความสูงออกแบบของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ

อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์เป็นโครงการเขื่อนและอ่างเก็บน้ำแบบเอนกประสงค์ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำรวมอยู่ด้วย ในปัจจุบันมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าติดตั้งอยู่ทั้งหมด 3 เครื่อง กำลังผลิตเครื่องละ 8.3 เมกกะวัตต์ซึ่งอาจสามารถติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ ความสูงออกแบบของน้ำเฉลี่ยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเดิมสูง 16.1 เมตร ที่ระดับเก็บกักเฉลี่ย +179.90 เมตร รทก.ความสูงของน้ำต่ำสุดของการผลิตกระแสไฟฟ้าคือ 10.2 เมตรและความสูงออกแบบของน้ำสูงสุด เท่ากับ 22.7 เมตร โดยมีแกนกั้นหัวน้ำ ติดตั้งอยู่ที่ระดับ+163.80 เมตร รทก. ดังนั้นระดับเก็บกักสูงสุดที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ คือ +186.50 เมตร รทก. โดยมีระดับสันเขื่อนสูงสุด +189.50 เมตร รทก. เมื่อมี Free board สูง 3.00 เมตร

3) ความมั่นคงของเขื่อนที่เสริม

เขื่อนอุบลรัตน์เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ ชนิดของเขื่อนเดิม เป็นเขื่อนประเภท Inclined Impervious Clay Core Rockfill Dam จึงสามารถพิจารณาความมั่นคงเฉพาะกรณีของ Slope Stability เท่านั้น เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดิน ซึ่งโดยทั่วไปจะทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 กรณีคือ



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณที่จุดตั้งเขื่อนอุบลรัตน์

ก) เงื่อนไขที่ End of Construction เมื่อก่อสร้างเขื่อนดินแล้วเสร็จ วิเคราะห์ความมั่นคงทั้งด้านหน้าเขื่อนและท้ายเขื่อน

ข) เงื่อนไขที่ Rapid Drawdown ในกรณีเมื่อน้ำเต็มอ่างเก็บน้ำ น้ำด้านหน้าเขื่อนลดลงอย่างรวดเร็ว จะวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดด้านเหนือน้ำ

ค) เงื่อนไขที่ Steady Seepage เมื่อกรณีที่เก็บกักน้ำเต็มอ่างเก็บน้ำ เป็นเวลานาน จนน้ำซึมผ่านตัวเขื่อนเป็นการไหลแบบคงที่Steady Flow จะวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดด้านท้ายน้ำ

ในการวิเคราะห์ความมั่นคงต่อความลาด (Slope Stability) ผลการคำนวณเขื่อนจะต้องมีความมั่นคงมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ความปลอดภัยที่ยอมให้ สำหรับวิธีการและรายละเอียดของการวิเคราะห์ ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.1.3 และตารางที่ 3.2 สำหรับกรณีศึกษาการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์นี้ ได้ทำการวิเคราะห์ความมั่นคงต่อความลาดที่การเสริมสันเขื่อนสูงถึงระดับสันเขื่อน +190.00 เมตร รทก. มีระดับเก็บกักสูงสุด +187.00 เมตร.รทก. เนื่องจากเป็นขนาดที่สูงกว่า ขนาดของการเสริมสันเขื่อนสูงสุด ที่ได้จากการวิเคราะห์จากข้อจำกัดของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ตามแบบของการก่อสร้างในหัวข้อที่ 4.2 และรูปที่ 4.4 โดยทำการวิเคราะห์เพียง 2 กรณี คือ เงื่อนไขที่ Steady Seepage และ Rapid Drawdown ดังต่อไปนี้

3.1) การวิเคราะห์ที่เงื่อนไข Steady Seepage

การวิเคราะห์ความมั่นคง ต่อความลาดที่เงื่อนไข Steady Seepage จะกระทำเมื่อมีน้ำเต็มอ่างเก็บน้ำที่ระดับเก็บกักสูงสุด เป็นเวลานานจนเกิดการไหลซึมผ่านตัวเขื่อนแบบคงที่ (Steady Flow) สามารถวิเคราะห์ความมั่นคงได้โดยวิธี Slice Method โดยการสมมุติแนวการพังทะลายของลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำเป็นรูปส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดต่าง ๆ กัน แล้วแบ่งแนวการพังทะลายที่สมมุตินี้ออกเป็นส่วนเลื่อนย่อยตามแนวดิ่ง ดังรูปที่ 5.2 ซึ่งแสดงการสมมุติแนวการพังทะลายของลาดด้านท้ายน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ ออกเป็นส่วนโค้ง AB มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด O และแบ่งส่วนโค้ง AB ออกเป็น 11 ส่วนย่อย คำนวณหาแรงต้านทานการเลื่อนตัว แรงกระทำให้เกิดการพังทะลาย และค่าเกณฑ์ความปลอดภัย (F.S.) ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.1.3 ทำการสมมุติโค้งการพังทะลายต่าง ๆ แล้วคำนวณหาค่าเกณฑ์ความปลอดภัย เปรียบเทียบกันจนได้ส่วนโค้งการพังทะลายที่มีค่าเกณฑ์ความปลอดภัยต่ำสุด

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ความมั่นคงต่อความลาดของเขื่อนอุบลรัตน์ ที่กรณีของ Steady Seepage ได้ค่าเกณฑ์ความปลอดภัยต่ำสุดเท่ากับ 1.516 เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ความปลอดภัยที่ยอมให้เท่ากับ 1.500 จึงสามารถสรุปผลได้ว่า เขื่อนที่เสริมมีความปลอดภัยต่อความลาดที่เงื่อนไข Steady Seepage

3.2) การวิเคราะห์ที่เงื่อนไข Rapid Drawdown ในกรณีที่น้ำเต็มอ่างเก็บน้ำและระดับน้ำด้านหน้าเขื่อนลดลงอย่างรวดเร็ว จะทำการวิเคราะห์ความมั่นคงต่อความลาดที่ลาดด้านหน้าเขื่อน โดยการสมมุติแนวการพังทะลายเป็นรูปส่วนโค้งของวงกลม แล้วแบ่งส่วนโค้งการพังทะลายที่สมมุติขึ้นนี้ ออกเป็นส่วนเลื่อนย่อยตามแนวดิ่ง ดังรูปที่ 5.3 ซึ่งแสดงโค้งการพังทะลาย AB แบ่งส่วนโค้ง AB ออกเป็นส่วนเลื่อนย่อยตามแนวดิ่ง 12 ส่วน คำนวณหาค่าเกณฑ์ความปลอดภัยเปรียบเทียบหาการสมมุติโค้งการพังทะลายที่คำนวณค่าเกณฑ์ความปลอดภัยได้ต่ำสุด

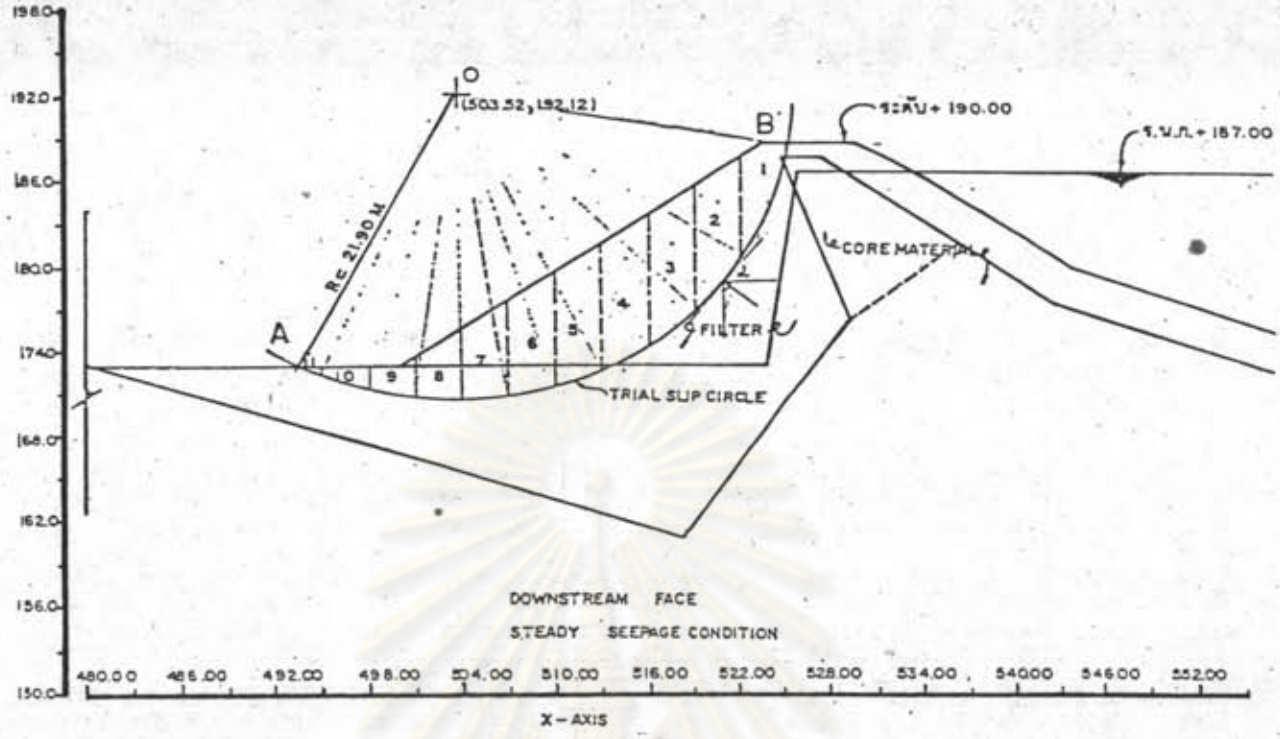
ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ความมั่นคงต่อความลาด ของเขื่อนอุบลรัตน์ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ที่กรณี Rapid Drawdown ได้ค่าเกณฑ์ความปลอดภัยต่ำสุด เท่ากับ 1.9282 เปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ความปลอดภัยที่ยอมให้ เท่ากับ 1.250 จึงสามารถสรุปได้ว่า เขื่อนที่เสริมมีความปลอดภัยต่อความลาด

จากรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ความมั่นคงต่อความลาด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 และ 5.2 สามารถสรุปผลได้ว่า ตัวเขื่อนอุบลรัตน์มีความมั่นคงอย่างเพียงพอ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนจนถึงระดับเก็บกัก +187.00 เมตร รทก. ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ข้อจำกัดทางด้านความมั่นคงของเขื่อนที่เสริม กำหนดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน สูงกว่า 5.00 เมตร จากระดับสันเขื่อนเดิม

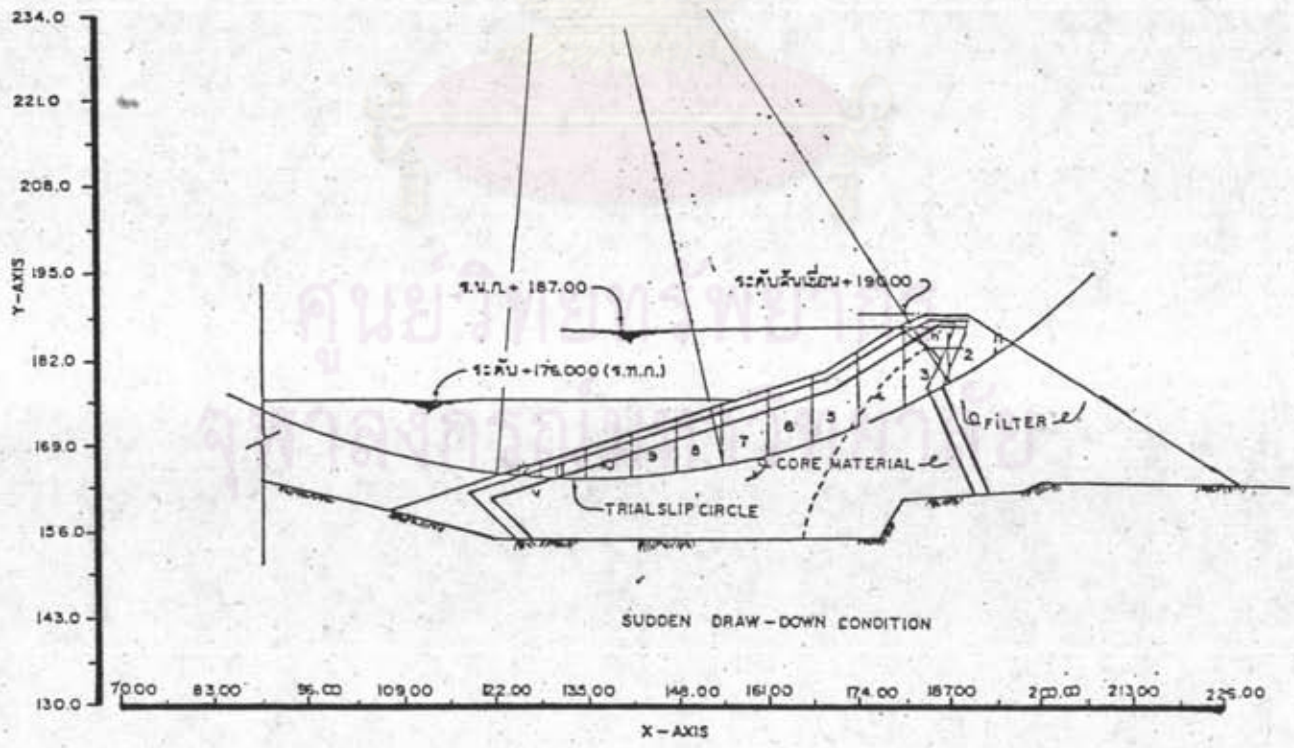
5.2.2 ข้อจำกัดของฐานรากที่รับน้ำหนักเพิ่มขึ้น

สำหรับกรณีของกรณีศึกษาเขื่อนอุบลรัตน์ การไหลลอดผ่านตัวเขื่อนและแรงดันใต้ฐานราก (Uplift Pressure) จะไม่มีผลกระทบต่อการจำกัดขนาดของการเสริมสันเขื่อนสูงสุด เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเขื่อน บริเวณแกนกลาง (Core Material) มีคุณภาพและมีความหนาของชั้นดินเพียงพอ และในการออกแบบการเสริมสันเขื่อน ก็ได้เพิ่มความสูงของ Core เป็นแบบ Inclined Core สูงจนถึง ระดับเก็บกักสูงสุดของแต่ละกรณีศึกษา มีการขยายความกว้างของฐานเขื่อนออกและปรับระดับดินถมด้านท้ายเขื่อนให้สูงขึ้น ตัวเขื่อนจึงมีความมั่นคงปลอดภัยทั้งการไหลซึมผ่านตัวเขื่อนและแรงดันใต้ฐานราก

การทรุดตัวของฐานราก (Settlement) เนื่องจากเขื่อนอุบลรัตน์ เป็นเขื่อนหินทิ้งแกนกลางเป็นดินเหนียว วางอยู่บนฐานรากที่เป็นหินแข็งอยู่ในระดับที่ไม่ลึกนัก การทรุดตัวของชั้นดินใต้ตัวเขื่อนจึงไม่มีนัยสำคัญ ต่อการจำกัดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน ส่วนตัวเขื่อนหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ เมื่อปี พ.ศ.2509 ชั้นดินมีการทรุดตัวเพียงเล็กน้อย และชั้นดินมีการบดอัดแน่นเพียงพอจากการก่อสร้างและใช้งานมาระยะเวลานาน ดังนั้นการทรุดตัวที่เกิดจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการเสริมสันเขื่อน ที่ตัวเขื่อนและฐานรากมีค่าน้อยมาก ไม่เป็นอันตรายต่อความมั่นคงต่อตัวเขื่อน



รูปที่ 5.2 การวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดิน เงื่อนไขของ Steady seepage



รูปที่ 5.3 การวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดิน เงื่อนไขของ Sudden Drawdown

ตารางที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดิน และคำนวณแรงกระทำต่าง ๆ ที่เงื่อนไขของ Steady Seepage

ลำดับที่	กว้าง \b/	น้ำหนัก (ตัน)			มุม α degree	Sin α	Cos α	T=Wsinα (ตัน)	N=Wcosα (ตัน)	Tan α (ตัน)	แรงยกตัว U (ตัน)	(N-U) (ตัน)	(N-U).tanα (ตัน)
		(ชื้น)	(เปียก)	(รวม)									
1	8.60	25.00	-	25.00	68.00	0.927	0.347	23.17	8.67	0.700	0.0	8.67	6.07
2	4.96	49.50	-	49.50	50.00	0.766	0.643	37.91	31.83	0.700	0.0	31.83	22.28
3	4.01	60.97	-	60.97	38.50	0.623	0.783	37.94	47.74	0.700	0.0	47.74	33.42
4	3.44	60.97	-	60.97	28.10	0.470	0.883	28.66	53.84	0.700	0.0	53.84	37.69
5	3.05	49.60	7.50	57.10	20.00	0.342	0.837	19.53	53.50	0.577	0.0	53.50	30.87
6	2.68	38.30	12.20	50.50	11.00	0.191	0.982	9.65	49.60	0.577	0.0	49.60	28.62
7	2.60	23.80	15.22	39.02	3.50	0.061	0.998	2.38	38.94	0.577	0.0	38.94	22.47
8	2.60	15.50	15.22	30.72	-4.00	-0.070	0.997	-2.15	30.62	0.577	0.0	30.62	17.66
9	2.60	4.80	14.90	19.70	-13.00	-0.225	0.974	-4.43	19.19	0.577	0.0	19.19	11.07
10	2.67	-	8.96	3.96	-20.00	-0.342	0.939	-3.06	8.41	0.577	0.0	8.41	4.85
11	0.13	-	4.20	4.20	-25.00	-0.423	0.906	-1.78	3.80	0.577	0.0	3.80	2.20
รวม								=145.45					=202.62

W = น้ำหนักทั้งหมดของแต่ละรอยเลื่อน (Slices)

U = แรงดันน้ำทั้งหมด(Pore pressure) ที่กระทำต่อฐานรอยเลื่อน

T = แรงกระทำทั้งหมดที่กระทำต่อรอยเลื่อน

N = แรงปฏิกริยาทั้งหมดที่กระทำต่อฐานของรอยเลื่อน

ความยาวโค้งทั้งหมดที่ผ่าน core material = 18.00 ม.

ค่าแรงยึดเหนี่ยวตามผิวรอยเลื่อนที่ยอมให้ = C.L ตัน

= 180 x 0.10 = 18.0 ตัน

$$F.S. = \frac{(18 + 202.62)}{145.45} = 1.516$$

ตารางที่ 5.2 แสดงการวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดิน และคำนวณแรงกระทำต่าง ๆ ที่เงื่อนไขของ Rapid Drawdown

ลำดับที่	น้ำหนัก (ตัน)			α degree	Sin α	Cos α	N=Wcosα	T=Wsinα	Tanϕ	โดยวิธีของ Bishop		
	น.น. (ชิ้น)	น.น. (เปียก)	น.น. (รวม)							$U=\frac{u.b}{\cos\alpha}$	(N-U)	(N-U)Tanϕ (ตัน)
1	9.73	-	9.73	43.50	0.688	0.725	7.023	6.63	0.700	0.00	7.02	4.91
2	110.90	-	110.90	32.00	0.530	0.848	94.044	58.70	0.700	0.00	94.04	65.38
3	25.08	134.87	159.95	29.00	0.485	0.875	139.280	77.52	0.577	60.243	79.04	44.02
4	30.50	143.87	165.37	24.00	0.407	0.914	151.080	67.27	0.577	52.66	98.42	56.77
5	26.49	117.12	146.61	19.00	0.326	0.946	135.720	46.74	0.577	41.31	94.42	54.46
6	27.72	113.53	141.25	13.00	0.225	0.974	135.000	31.31	0.577	35.21	99.89	57.58
7	32.50	160.47	138.97	10.00	0.174	0.985	128.030	22.66	0.577	35.00	93.03	53.66
8	32.50	83.85	116.35	3.00	0.052	0.998	116.133	6.088	0.577	30.0.	86.10	49.62
9	36.83	61.20	98.04	2.00	0.034	0.999	98.060	3.42	0.577	16.39	81.71	46.74
10	58.50	64.67	123.17	0.00	0.000	1.000	123.170	0.00	0.577	7.30	115.86	66.81
11	47.70	21.88	69.58	-3.00	-0.052	0.998	57.000	-3.28	0.577	0.00	57.0	32.90
12	19.76	-	19.76	-6.00	-0.104	0.994	19.650	-2.06	0.750	0.00	19.65	13.76
รวม								=314.83				=547.06

W = น้ำหนักทั้งหมดของแต่ละรอยเลื่อน (Slices)

U = แรงดันน้ำทั้งหมด(Pore pressure)ที่กระทำต่อฐานรอยเลื่อน

T = แรงกระทำทั้งหมดที่กระทำต่อรอยเลื่อน

N = แรงปฏิกริยาทั้งหมดที่กระทำต่อฐานของรอยเลื่อน

ความยาวโค้งทั้งหมดที่ผ่าน core material = 60.00 ม.

ค่าแรงยึดเหนี่ยวตามผิวรอยเลื่อนที่ยอมให้ = C.L ตัน

= 600 x 0.10 = 60 ตัน

$F.S. = \frac{(60 + 547.06)}{314.83 \times 1000} = 1.9282$

5.2.3 ข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำ

สิ่งที่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำประกอบด้วย ลักษณะของภูมิประเทศ และสภาพทางธรณีวิทยาของอ่างเก็บน้ำ การพังทะลายของเนินเขา พื้นที่สำคัญที่ยอมให้น้ำท่วมไม่ได้ และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณค่าทางเศรษฐกิจ สำหรับรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.3 ซึ่งมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1) ลักษณะทางภูมิประเทศและสภาพทางธรณีวิทยาของอ่างเก็บน้ำ

จากการศึกษาโดยใช้แผนที่แสดงบริเวณอ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน์ มาตราส่วน 1:250,000 ดังแสดงในรูปที่ 5.4 และข้อมูลทางกายภาพอื่น ๆ พบว่าถ้าระดับเก็บกักสูงสุดเพิ่มขึ้นจาก +182.00 เมตร รทก. เป็นระดับ +187.50 เมตร รทก. จะทำให้มีระดับน้ำเก็บกักเพิ่มขึ้น 4.00 เมตร พื้นที่ถูกน้ำท่วมเพิ่มขึ้น 288.75 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่หมู่บ้าน โรงเรียนและวัดทั้งหมดประมาณ 55 ,13 และ 30 แห่งตามลำดับ อันมีผลทำให้ ที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำกินอันอุดมสมบูรณ์รอบ ๆ อ่างเก็บน้ำถูกน้ำท่วม ได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมาก ซึ่งพื้นที่เหล่านี้อาจยอมให้น้ำท่วมได้บ้างแต่ต้องดำเนินการอพยพราษฎร ที่ได้รับความเดือดร้อน ออกมาอยู่ในที่ที่จัดสรรไว้ให้ โดยค่าใช้จ่ายคิดเป็นส่วนหนึ่งของค่าลงทุนทั้งหมด ส่วนระดับเก็บกักที่สูงกว่า +187.50 เมตร รทก. จากการศึกษาของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ถ้าระดับเก็บกักสูงกว่าระดับนี้ จะทำให้เกิดการรั่วซึมผ่านรอยแตกร้าว ช่องโพรงหินผุต่าง ๆ ไม่สามารถเก็บกักน้ำได้ และที่ระดับเก็บกักสูงถึงระดับ +225.00 เมตร รทก. น้ำจะไหลล้นออกจากอ่างเก็บน้ำตรงช่องเขา ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตัวเขื่อน ดังนั้นขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนถูกจำกัดอยู่ที่ระดับ +187.50 เมตร รทก.

2) การพังทะลายของเนินเขา

พื้นที่โครงการมีเนินเขาที่สูงชัน ได้แก่ เขาภูเก้า เขาภูพานและเขาภูพานคำ ดูรูปที่ 5.4 ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือของอ่างเก็บน้ำ เนื่องจากอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์ เป็นอ่างขนาดใหญ่และน้ำท่วมไม่ถึงระดับภูเขาที่สูงชัน ดังนั้นการพังทะลายของเนินเขาจึงไม่เป็นข้อจำกัดของการเสริมสันเขื่อนนี้

3) พื้นที่สำคัญที่ยอมให้น้ำท่วมไม่ได้

จากการศึกษาจากแผนที่โครงการและข้อมูลต่าง ๆ พบว่าพื้นที่สำคัญที่ยอมให้น้ำท่วมไม่ได้จำกัดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนอยู่ที่ระดับเก็บกัก +187.00 เมตร รทก.ซึ่งถ้าระดับสูงกว่านี้ จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12 ซึ่งเชื่อมระหว่าง จังหวัดขอนแก่น กับ อำเภอหนองเรือ และทางหลวงหมายเลข 2038 เชื่อมระหว่าง อำเภอหนองเรือ กับอำเภอภูเวียง นอกจากนี้ยังมี อำเภอโนนสัง หมู่บ้านโคกกลาง หมู่บ้านกุดขอนแก่น และบ้านโนนทอง จังหวัดขอนแก่น เป็นต้น ซึ่งพื้นที่สำคัญเหล่านี้ไม่สามารถยอมให้น้ำท่วมได้

4) ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณค่าทางเศรษฐกิจ

การเสริมสันเพื่อเพิ่มระดับเก็บกักน้ำนี้ จะมีผลกระทบต่อระดับน้ำใต้ดินและพืชพันธุ์บางชนิดบริเวณรอบ ๆ อ่างเก็บน้ำ นอกจากนี้อาจมีแหล่งแร่ที่สำคัญ ป่าไม้ หรือวัตถุโบราณต่าง ๆ ถูกน้ำท่วมเสียหายได้ แต่สำหรับการศึกษานี้ ผลกระทบเหล่านี้มีไม่มากนัก ไม่มีผลต่อการจำกัดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน

5.2.4 ข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา

ข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา ประกอบด้วยปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำสูญเสียจากการระเหยและรั่วซึมและปริมาณน้ำฝนที่ตกลงพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน สามารถวิเคราะห์หาได้จากขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำสูงสุดที่สามารถมีน้ำเต็มได้โดยไม่มีการปล่อยน้ำทิ้งออกจากอ่างเก็บน้ำ ในการศึกษานี้วิเคราะห์หาขนาดสูงสุดของอ่างเก็บน้ำได้โดยใช้ข้อมูลทางด้านอุตุ-อุทกวิทยาของปีน้ำมากสูงสุด ในปี พ.ศ. 2521 โดยใช้หลักการสมดุลย์ของน้ำสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำทั้งหมด ได้จากผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ กับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงพื้นที่อ่างเก็บน้ำลบด้วยปริมาณน้ำสูญเสียจากการรั่วซึมและการระเหย กับปริมาณความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ ดังสมการ

$$\text{ปริมาณเก็บกัก} = \text{ปริมาณน้ำไหลเข้า} + \text{ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่างเก็บน้ำ} - \text{ปริมาณน้ำสูญเสีย} - \text{ปริมาณน้ำต้องการ}$$

สำหรับกรณีศึกษาการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ สามารถแสดงรายละเอียดของการคำนวณขนาดความจุสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ จากข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา ได้ดังตารางที่ 5.3 โดยได้เลือกชุดข้อมูลตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2521 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ.2522 ตามลักษณะปีน้ำ (Water Year) ของประเทศ จะเห็นว่า ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำมีปริมาณสูงมากในเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม ประมาณ 97 % ของปริมาณน้ำทั้งปี โดยมีปริมาณน้ำไหลเข้าสูงสุดเดือนกันยายน เท่ากับ 2,493.0 ล้าน ม.^{3} ปริมาณน้ำต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 9.20 ล้าน ม.^{3} และปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งปี เท่ากับ 6,300.80 ล้าน ม.^{3} ปริมาณน้ำสูญเสียทั้งหมดจากอ่างเก็บน้ำรายเดือนค่อนข้างคงที่ โดยมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม ปริมาณ 59.17 ล้าน ม.^{3} และต่ำสุดในเดือนมิถุนายน ปริมาณ 33.11 ล้าน ม.^{3} ส่วนปริมาณน้ำต้องการจะมีค่าสูงสุดสองช่วงจากการเพาะปลูกในฤดูฝนช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายนและการเพาะปลูกในฤดูแล้งช่วงเดือนธันวาคม ถึง เดือนพฤษภาคม ซึ่งปริมาณน้ำต้องการจะมีค่ากระจายและสูงสุดในเดือนมีนาคม เท่ากับ 154.00 ล้าน ม.^{3} จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องเก็บกักปริมาณน้ำส่วนเกินที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในช่วง

เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมเพื่อนำมาใช้ทำการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง จากลักษณะสมดุลย์ของน้ำสามารถคำนวณค่าปริมาตรเก็บกักสูงสุดได้เท่ากับ 4,855 ล้าน ม.^{3} ที่ระดับเก็บกักสูงสุด +186.50 เมตร รทก. ดังนั้นข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา กำหนดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนสูง 4.50 เมตร

5.2.5 ข้อจำกัดทางด้านการเงิน

การวิเคราะห์ค่าลงทุนทั้งหมดของโครงการเสริมสันเขื่อนในครั้งนี้ กำหนดตามแบบของการเสริมสันเขื่อนที่ได้เสนอไว้ในหัวข้อที่ 4.2 และผลการประเมินค่าใช้จ่ายทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อนในหัวข้อที่ 4.4 ดังรายละเอียดแสดงใน ตารางที่ 4.7 โดยเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานปีละประมาณ 1% และทำการซ่อมแซมทุก ๆ 10 ปี ปีละประมาณ 7% ของค่าลงทุนทั้งหมด ค่าลงทุนเหล่านี้สามารถหาแหล่งเงินลงทุนมาดำเนินการก่อสร้างได้ ดังนั้น ข้อจำกัดทางด้านการเงินจึงไม่เป็นตัวกำหนดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน

5.2.6 สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน

ผลการวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน ที่ได้ในครั้งนี้ซึ่งมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 5.4 สรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1) ข้อจำกัดของตัวเขื่อนและอาคารประกอบ จากตารางที่ 5.4 พบว่าเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้เดิม เป็นตัวจำกัดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนอยู่ที่ระดับเก็บกัก +186.50 เมตร รทก. ในขณะที่ระดับเก็บกัก +187.00 เมตร รทก. ตัวเขื่อนยังมีความมั่นคงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งตัวเขื่อน จำกัดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนอยู่ที่ระดับเก็บกัก +225.00 เมตร รทก.

2) ข้อจำกัดของฐานรากที่รับน้ำหนักเพิ่มขึ้น ประกอบด้วยอัตราการไหลลอดผ่านตัวเขื่อนและการทรุดตัวของฐานราก สำหรับในกรณีของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ ฐานรากไม่ได้เป็นตัวกำหนดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน

3) ข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำ พื้นที่สำคัญที่ยอมให้น้ำท่วมไม่ได้ จำกัดขนาดไว้ต่ำสุดอยู่ที่ระดับเก็บกัก +187.50 เมตร รทก. ในขณะที่การพังทะลายของตลิ่งไม่มีนัยสำคัญต่อการจำกัดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน และลักษณะทางภูมิประเทศของอ่างเก็บน้ำจำกัดอยู่ที่ระดับเก็บกัก +187.50 เมตร รทก.

4) ข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา จำกัดขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงสุดจากปริมาณน้ำต้นทุนสูงสุดที่สามารถมีน้ำเต็มเขื่อนได้ อยู่ที่ระดับเก็บกัก +186.50 เมตร รทก.

5) ข้อจำกัดทางด้านภาระเงิน ประกอบด้วยค่าลงทุน ค่าดำเนินงาน ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ไม่ได้เป็นตัวกำหนดขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน

รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะทางภูมิประเทศของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน์

ตารางที่ 5.3 การคำนวณหาขนาดความจุสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ จากข้อจำกัดทางด้าน อุตุ-อุทกวิทยา

เวลา	ปริมาตรน้ำไหลเข้า	ปริมาตรน้ำสูญเสีย	ปริมาตรน้ำต้องการ	ฝนใช้การ		ปริมาตรน้ำไหลเข้าสุทธิ
เดือน/ปี	ล้าน ม.^3	ล้าน ม.^3	ล้าน ม.^3	มม.	ล้าน ม.^3	ล้าน ม.^3
4/2521	20.01	50.92	434.10	74.76	1.920	-160.00
5/2521	57.10	40.47	40.70	146.30	3.758	-20.31
6/2521	31.60	33.11	1.40	128.20	3.293	0.38
7/2521	1013.11	34.78	61.50	133.50	3.429	920.25
8/2521	1066.51	36.29	107.60	168.70	4.333	926.94
9/2521	2493.01	36.06	110.60	245.60	6.310	2350.67
10/2521	1540.60	55.14	136.70	97.20	2.497	1351.26
11/2521	31.20	52.49	39.90	13.90	0.357	-60.83
12/2521	23.75	59.17	0.40	4.30	0.111	-35.76
1/2522	11.20	57.47	32.90	4.30	0.111	-79.06
2/2522	9.20	55.48	94.30	16.11	0.411	-140.17
3/2522	13.53	46.74	154.00	3.50	0.089	-197.67
รวม	6302.00	558.12	911.00	936.24	24.05	4855.73

ตารางที่ 5.4 สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์

รายการข้อจำกัดขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงสุด	ระดับเก็บกัก (ม.รทก.)
1) ข้อจำกัดของตัวเขื่อนและอาคารประกอบ	
1.1 ลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งตัวเขื่อน	+225.000
1.2 ความสูงออกแบบสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	+186.500
1.3 ความมั่นคงของตัวเขื่อนที่เสริม	
1.3.1 ความมั่นคงเนื่องจาก Overturning	> +187.000
1.3.2 ความมั่นคงเนื่องจาก Sliding	> +187.000
1.3.3 ความมั่นคงเนื่องจาก Slope stability	> +187.000
1.3.4 ความมั่นคงเนื่องจากความเค้นสูงสุด	> +187.000
1.4 ชนิดของเขื่อนเดิมและอื่น ๆ	*****
2) ข้อจำกัดของฐานรากที่รับน้ำหนักเพิ่มขึ้น	*****
2.1 การไหลลอดผ่านตัวเขื่อน (Seapage Flow)	*****
2.2 การทรุดตัวของฐานราก (Settlement)	*****
3) ข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำ	
3.1 ลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งอ่างเก็บน้ำ	+187.500
3.2 การพังทะลายของตะลิ่ง (Land slides)	*****
3.3 สถานที่สำคัญที่ยอมให้น้ำท่วมไม่ได้	+187.000
3.4 ผลกระทบต่อคุณค่าทางเศรษฐกิจ	*****
4) ข้อจำกัดทางด้านอุทกวิทยา	+186.500
5) ข้อจำกัดด้านการเงิน (Maximum cost)	*****

สรุป ดังนั้นขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงสุด +186.500 เมตร รทก.

Freeboard +3.000 เมตร

ระดับสันเขื่อนสูงสุด +189.500 เมตร รทก.

เครื่องหมาย >nnn คือจำกัดขนาดการเสริมสันเขื่อนที่ระดับสูงกว่าระดับ nnn

เครื่องหมาย **** คือไม่มีนัยสำคัญต่อกรณีการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์

ดังนั้นจากการพิจารณาผลการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 5.2.6 สามารถสรุปขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน อยู่ที่ระดับเก็บกัก +186.00 เมตร รทก. จากข้อจำกัดของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำและข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา

5.3 การวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน

การหาผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน ที่มีความสูงขนาดต่าง ๆ กัน สามารถวิเคราะห์ได้จากการศึกษาการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation) โดยการหาปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน จากข้อมูลอุทกวิทยาของปี พ.ศ.2521 เพื่อให้ได้ผลประโยชน์ตอบแทนทางด้าน การชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำและการป้องกันอุทกภัยสูงสุด

5.3.1 การดำเนินงานอ่างเก็บน้ำและผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน

เมื่อมีการก่อสร้างโครงการอ่างเก็บน้ำขึ้นมาแล้ว ต้องมีการศึกษาและวางแผน วิธีการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและผลประโยชน์ตอบแทนสูงสุด จากการใช้น้ำเพื่อสนองความต้องการในด้านต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากจะมีการขัดแย้งกัน แผนการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต การดำเนินงานอ่างเก็บน้ำที่ดีที่สุดคือการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำที่จำกัดตามเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ปริมาณน้ำต้นทุน ความจุของอ่างเก็บน้ำ เงื่อนไขการปล่อยน้ำเพื่อการผลิตพลังงานและการชลประทาน เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลประโยชน์ตอบแทนจากโครงการตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ สูงสุด ในการศึกษาการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำเพื่อหาผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน ทำการวิเคราะห์โดยวิธีการโปรแกรมแบบพลวัตน์ ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.2 และได้นำเอาวิธีการโปรแกรมแบบพลวัตน์มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้คำนวณหาการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ และผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ

5.3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และขั้นตอนการคำนวณ

ในการคำนวณหาขนาดการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ รายเดือนที่ให้ผลประโยชน์ทดแทนสูงสุด สามารถคำนวณหาได้โดยวิธีการโปรแกรมแบบพลวัตน์ ในการศึกษานี้ได้นัดมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโฟรแทรน ใช้กับเครื่อง IBM.AT. เรียกว่า Dynamic Program โดยดัดแปลงและนัดมาแนวความคิดมาจาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DYNPRO โดย J.W. LABADIE, DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, COLORADO STATE UNIVERSITY ซึ่งมีรายละเอียดของโปรแกรมดังแสดงในภาคผนวก ง. หลักการคือกำหนดปัญหาการ

ดำเนินงานอ่างเก็บน้ำรายเดือนให้เป็นปัญหาที่ระบบมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และพยายามหาขนาดการปล่อยน้ำที่ดีที่สุดจากขนาดต่ำสุดถึงสูงสุดที่สามารถเป็นไปได้ เลือกหาขนาดการปล่อยน้ำรายเดือนที่ให้ผลรวมของผลตอบแทนสูงสุดจากข้อมูลน้ำท่ารายเดือนของปีที่ต้องการศึกษา ข้อมูลการระเหยและรั่วซึมจากอ่างเก็บน้ำและเงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ การดำเนินงานอ่างเก็บน้ำและผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน

5.3.3 ผลของการคำนวณ

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ ตามรายละเอียดดังแสดงไว้ในหัวข้อ 5.3.1 และ 5.3.2 และในการศึกษานี้ได้ทำการกำหนดขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงสุด ที่ได้จากการวิเคราะห์มาแล้วในหัวข้อ 5.2 เท่ากับ 4.50 เมตร แบ่งขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงสุดออกเป็น 10 กรณี สำหรับการศึกษาการเสริมสันเขื่อนขนาดต่าง ๆ คือ เสริมสูง 0.00,0.50,1.00,1.50,2.00,2.50,3.00,3.50,4.00 และ 4.50 เมตร จากขนาดสันเขื่อนเดิม และใช้ขนาดการเสริมสันเขื่อนต่าง ๆ เหล่านี้สำหรับการคำนวณหาผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด ทำการวิเคราะห์โดยคำนวณด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงรายละเอียดของโปรแกรมและขั้นตอนการคำนวณไว้ในภาคผนวก ง ผลของการวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ ค-1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ ค-1 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์การดำเนินงานอ่างเก็บน้ำและผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนที่ขนาด 0.00,0.50,1.00,1.50,2.00,2.50,3.00, 3.50,4.00 และ 4.50 เมตร แสดงไว้ในตารางที่ ค-1/1 ถึง ค-1/10 ตามลำดับ ผลการคำนวณที่แสดงไว้ในตารางที่ ค-1 นี้ประกอบด้วย การตัดสินใจเลือกขนาดการปล่อยน้ำ ปริมาตรเก็บกักน้ำต้นเดือนและปลายเดือน ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการปล่อยน้ำทางด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า การชลประทานและความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย พร้อมทั้งแสดงระดับน้ำด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ความสูงของการผลิตกระแสไฟฟ้า ปริมาณน้ำที่ต้องระบายออกที่ทางระบายน้ำล้นและพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้รายเดือน สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

- ความสูงของน้ำสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยรายเดือน ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50เมตร มีค่าเท่ากับ 15.830, 16.709, 16.770, 17.302, 17.448, 18.083, 18.152, 18.710, 18.990 และ 19.373 ล้านบาท ตามลำดับ พบว่าที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะสามารถเก็บกักน้ำได้ปริมาณและระดับสูงขึ้น ความสูงของการผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

- ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำรายเดือน ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 300 ล้าน ม.^{3} หรือการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำจะมีค่าค่อนข้างคงที่ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนต่าง ๆ

- ปริมาณน้ำที่ระบายออกที่ทางระบายน้ำล้น ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00 ถึง 4.50 เมตร มีค่าเท่ากับ 2,998.550, 2,712.800, 2,478.150, 2,283.400, 2,107.750, 1,792.200, 1,664.750, 1,303.750, 861.750 และ 522.750 ล้าน ม.^{3} ตามลำดับ พบว่าถึงแม้จะเสริมสันเขื่อนจนถึงระดับเก็บกัก +186.50 เมตร รทก. ก็ไม่สามารถลดปริมาณน้ำที่ระบายออกที่ทางระบายน้ำล้นได้ทั้งหมด แต่ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น สามารถเพิ่มปริมาณเก็บกักได้มากขึ้น และลดปริมาณน้ำที่ต้องระบายทิ้งที่ทางระบายน้ำล้นได้

- ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้า ด้วยพลังน้ำ พบว่าที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะได้รับมากขึ้น เนื่องจากความสูงของการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงขึ้น โดยมีมูลค่าเท่ากับ 114.855, 116.896, 117.688, 118.490, 119.481, 119.810, 120.680, 122.023, 124.561 และ 125.550 ล้านบาท ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00 ถึง 4.50เมตร ตามลำดับ

- ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทาน มีค่าเพิ่มขึ้นที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้นจนถึงขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 3.50 เมตร จะมีค่าคงที่ เนื่องจากไม่สามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกได้เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 416.170, 418.579, 420.870, 422.090, 423.220, 424.720, 426.110, 427.614, 427.614, 427.600 ล้านบาท ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00 ถึง 4.50 เมตร ตามลำดับ

- ค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย ที่ค่าอรอบปี เท่ากับ 100 ปี ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้นค่าความเสียหายจะมีค่าลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 619.996, 618.014, 595.00, 554.50, 522.90, 413.20, 390.30, 213.70 และ 43.00 ล้านบาท ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00 ถึง 4.50 เมตร ตามลำดับ ดังนั้นที่การเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น สามารถช่วยบรรเทาความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยได้ จากการเพิ่มปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัยให้สูงขึ้น

จากตารางที่ ค-1 นำค่าผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่างๆ มาสรุปเปรียบเทียบกับค่าลงทุนทั้งหมดของโครงการเสริมสันเขื่อน ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.4 ตารางที่ 4.6 และ 4.7 ได้ดังตารางที่ 5.5 และ 5.6 ดังนี้

ตารางที่ 5.5 แสดงการสรุปผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนกับค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อน โดยแบ่งเป็น 10 กรณี คือที่ขนาดการเสริมสูง 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50 เมตร จาก

การเปรียบเทียบระหว่างค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด กับขนาดการเสริมสันเขื่อน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ค่าลงทุนเสริมสันเขื่อน ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะเสียค่าลงทุนก่อสร้างสูงขึ้น
- ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ และค่าความเสียหาย เนื่องจากอุทกภัย เมื่อเปรียบเทียบกับที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะได้รับผลประโยชน์เพิ่มขึ้น โดยได้สรุปผลไว้แล้ว ในตารางที่ ค-1
- เปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด ระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้าและจากการป้องกันอุทกภัย พบว่า ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทานมีค่าสูงที่สุด ประมาณ 75% ของผลประโยชน์ที่ได้รับทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้า และการป้องกันอุทกภัย

ตารางที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุดรายปีกับโครงการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ โดยใช้ค่าที่ได้จากตารางที่ 5.5 มาคำนวณหาผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุด จากผลต่างระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการเสริมสันเขื่อนขนาดต่าง ๆ กับผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากโครงการเดิมคือเสริมสันเขื่อนสูง 0.00 เมตร ค่าที่ได้เป็นผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุดรายปี จากการเปรียบเทียบสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการชลประทาน มีมูลค่าเท่ากับ 0.00, 2.10, 4.40, 5.61, 6.75, 8.64 และ 9.64 ล้านบาท ที่ขนาดการเสริมสูง 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.06, 2.50 และ 3.00 เมตร ตามลำดับ ส่วนที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงกว่า 3.00 เมตร จะมีผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการชลประทานคงที่ เท่ากับ 10.990 ล้านบาท เนื่องจากไม่สามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นได้อีก

- ผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการผลิตกระแสไฟฟ้าและการป้องกันอุทกภัย ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะมีมูลค่าสูงขึ้น ตามลำดับ
- เปรียบเทียบที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 3.00 เมตร มีผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้าและการป้องกันอุทกภัย 9.640, 5.830 และ 2.068 ล้านบาท ตามลำดับ หรือ เท่ากับ 54.96%, 33.24% และ 11.80% ของผลประโยชน์ที่ได้รับทั้งหมดตามลำดับ จะเห็นว่าผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการชลประทาน จะมีมูลค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าและการป้องกันอุทกภัย ตามลำดับ แต่ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 4.50 เมตร ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทานและการผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีค่าใกล้เคียงกัน คือประมาณ 80% ของผลประโยชน์ที่ได้รับทั้งหมด

รูปที่ 5.5 แสดงเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับเก็บกัก เป็นเมตร รทก. ความจุของอ่างเก็บน้ำ เป็นล้าน ม.^{3} กับระยะเวลาเป็นเดือน ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00, 3.00 และ 4.00 เมตร โดยใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำและผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อน ดังแสดงไว้ ในตารางที่ ค-1/1 , ค-1/4 และ ค-1/9 ตามลำดับ สรุปผลได้ดังต่อไปนี้

- ที่ระดับการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น ระดับและปริมาตรเก็บกักของอ่างเก็บน้ำจากการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำจะสูงขึ้น ดังนี้ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00, 3.00 และ 4.00 เมตร มีระดับเก็บกักสูงสุด +184.500, +185.628 และ 186.680 เมตร รทก. ตามลำดับ
- ระดับเก็บกักสูงสุด จะอยู่ในช่วงเดือน กันยายนถึงตุลาคม หลังจากนั้นระดับเก็บกักจะค่อย ๆ ลดลงจนต่ำสุดในเดือนมีนาคม

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ ในครั้งนี้ จะนำผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก ตารางที่ ค-1 ตั้งแต่ตารางที่ ค-1/1 ถึง ค-1/10 มาเสนอผลการศึกษาไว้ดังตารางที่ ค-2 ถึง ค-11 ในภาคผนวก ค ดังนี้

ตารางที่ ค-2 ถึง ค-11 แสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ ที่โครงการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50 เมตร สรุปผลมาจากค่าที่ได้ ในตารางที่ ค-1 โดยแสดงค่า ระดับเก็บกักต้นเดือน ความสูงของน้ำ (Head) ปริมาณน้ำต้นเดือนและปลายเดือน ปริมาณน้ำที่ปล่อยออก และปริมาณน้ำที่ระบายออกที่ทางระบายน้ำล้น รวมทั้งค่าผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า การชลประทาน และการป้องกันน้ำท่วม รายเดือน ซึ่งสามารถสรุปผลได้เช่นเดียวกับ ผลที่ได้จากตารางที่ ค-1

ตารางที่ ค-12 แสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำที่โครงการเสริมสันเขื่อนสูง 3.00 เมตร โดยใช้ข้อมูลอุทกภัยของปี พ.ศ.2523 มาทำการวิเคราะห์ โดยเสนอผลการศึกษา แสดงค่าการดำเนินการปล่อยน้ำรายเดือน และผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ สรุปผลได้ดังนี้

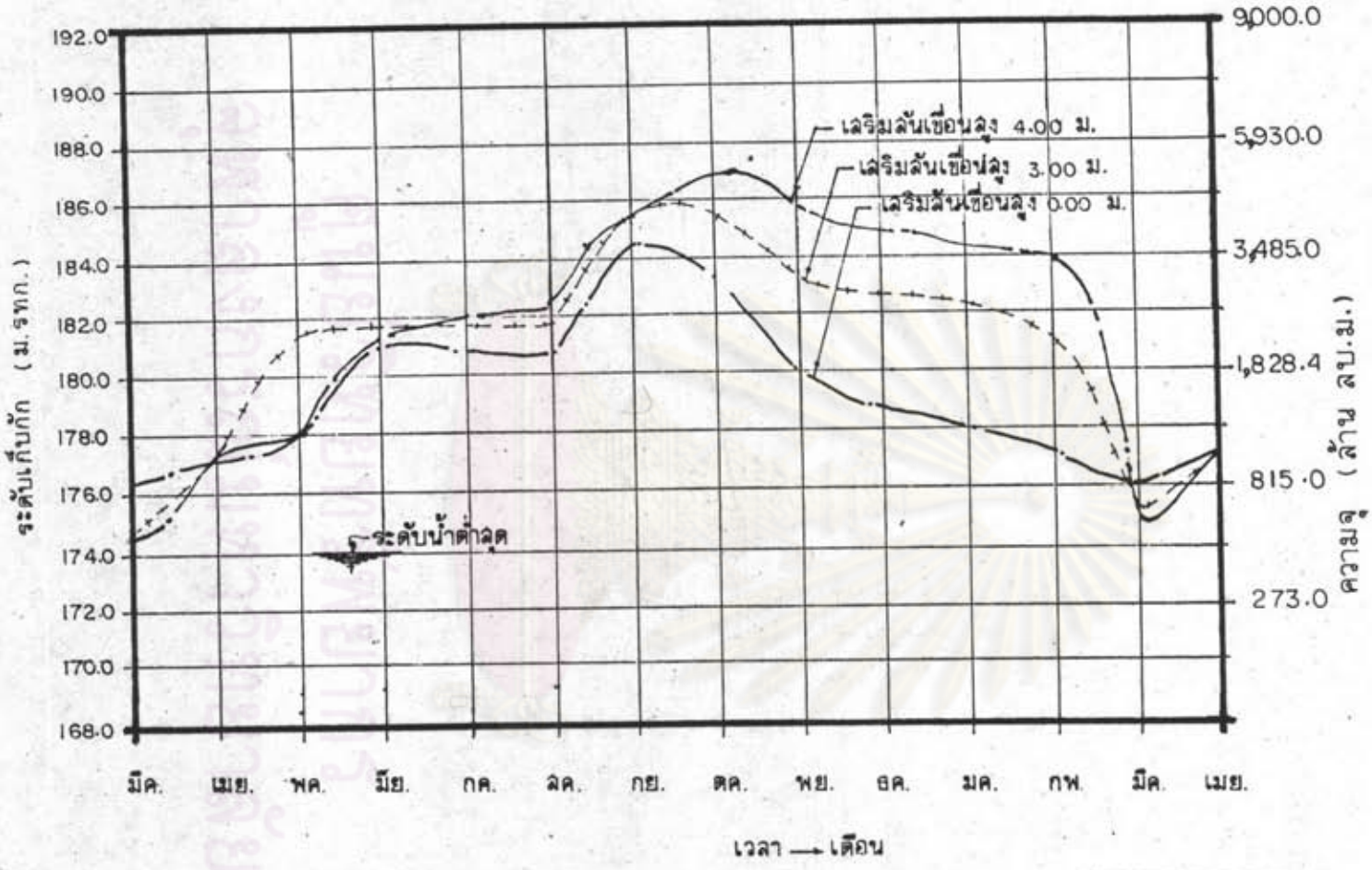
- จากผลการวิเคราะห์ ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 3.00 เมตร ถ้าเกิดอุทกภัยเท่ากับที่เคยเกิดเมื่อปี พ.ศ.2523 จะได้รับผลประโยชน์ตอบแทน ทางด้านการชลประทาน และการผลิตพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 425.57 และ 120.499 ล้านบาท ตามลำดับ และได้รับความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยเท่ากับ 114.04 ล้านบาท จากค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นทั้งหมด 265.00 ล้านบาท เมื่อไม่มีการเสริมสันเขื่อน

ตารางที่ 5.5 สรุปค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อนที่ ขนาดต่าง ๆ

กรณีศึกษา	ขนาดที่เสริม เมตร	ค่าลงทุน ล้านบาท	ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อน		
			การชลประทาน	พลังงานไฟฟ้า	ป้องกันอุทกภัย
1	0.000	0.000	416.470	113.150	-620.000
2	0.500	30.756	418.570	115.490	-618.000
3	1.000	50.835	420.870	116.280	-595.000
4	1.500	62.892	422.090	117.160	-554.500
5	2.000	75.955	423.220	118.180	-520.900
6	2.500	84.608	424.770	118.580	-466.200
7	3.000	91.990	426.110	119.280	-413.200
8	3.500	114.652	427.460	120.660	-390.300
9	4.000	143.000	427.460	122.750	-213.700
10	4.500	158.524	427.460	124.080	-43.000

ตารางที่ 5.6 สรุปค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อน ที่ขนาดต่าง ๆ

กรณีศึกษา	ขนาดที่เสริม เมตร	ค่าลงทุน ล้านบาท	ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อน		
			การชลประทาน	พลังงานไฟฟ้า	ป้องกันอุทกภัย
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.500	30.756	2.100	2.340	0.020
3	1.000	50.835	4.400	3.130	0.250
4	1.500	62.892	5.620	4.010	0.655
5	2.000	75.955	6.750	5.030	0.991
6	2.500	84.608	8.300	5.430	1.538
7	3.000	91.990	9.640	6.130	2.068
8	3.500	114.652	10.990	7.510	2.297
9	4.000	143.000	10.990	9.600	4.063
10	4.500	158.524	10.990	10.930	5.770



รูปที่ 5.5 แสดงกฎการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ สำหรับกรณีศึกษาเขื่อนอุบลรัตน์

ตารางที่ ค-13 แสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุด จากการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ ที่โครงการเสริมสันเขื่อนสูง 3.00 เมตร โดยใช้ข้อมูลอุทกภัยของปี พ.ศ. 2526 มาทำการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอุทกภัยของปี พ.ศ.2521 และ 2523 จากตารางที่ ค-8 และ ค-12 สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

- จากผลการวิเคราะห์ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 3.00 เมตร ถ้าเกิดอุทกภัยเท่ากับที่เคยเกิดเมื่อ ปี พ.ศ.2526 จะได้รับผลประโยชน์ทางด้านการชลประทานและการผลิตพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 416.53 และ 104.296 ล้านบาท ตามลำดับ โดยสามารถลดความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุทกภัยได้ทั้งหมด

5.4 <u>การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ และผลของการวิเคราะห์</u>

ในการศึกษานี้ ได้เลือกผลการทดสอบความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อกำหนดขนาดการเสริมสันเขื่อนที่ดีที่สุด และทำการทดสอบความเหมาะสมด้วยวิธีที่นิยมใช้ 4 วิธี คือ วิธีค่าเงินปัจจุบัน วิธีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน วิธีอัตราผลตอบแทน และวิธีค่าเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.4

5.4.1 วัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณหาค่าความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน และใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจทำโครงการและใช้เป็นตัวกำหนดขนาดการเสริมสันเขื่อนที่ดีที่สุด จากโครงการเสริมสันเขื่อนขนาดต่าง ๆ คือ เสริมสูง 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00,และ 4.50 เมตร สำหรับในการศึกษานี้มีข้อสมมุติฐานกำหนดให้

1) ราคาค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษานี้ มีความถูกต้องเชื่อถือได้ โดยเป็นมูลค่าราคาของที่ต้นปี พ.ศ. 2528 และผลประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการ

2) อายุโครงการ (Economic Life) เป็น 50 ปีและต้องมีการซ่อมแซมทุกๆ 10 ปี หลังจากก่อสร้างเสร็จแล้ว

3) อัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในการเปลี่ยนค่าต่างที่เหมาะสมที่สุดคิดค่า Discount rate เป็น 10 % มีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการ ซึ่งในปัจจุบันนี้อัตราดอกเบี้ยในท้องตลาด มีค่าประมาณ 9.50 %.

5.4.2 ผลของการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ เริ่มต้นโดยนำค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุดรายปี ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนต่าง ๆ จากตารางที่ 5.6 มาคำนวณหา

ค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุด รายปี ตลอดอายุโครงการ 50 ปี โดยเสียค่าลงทุนเริ่มต้นก่อสร้างโครงการระยะเวลา 2 ปี และเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทุก ๆ ปี ปีละประมาณ 1 % เสียค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาทุก ๆ 10 ปี ประมาณ 7% ของค่าลงทุนเริ่มต้น ซึ่งมีรายละเอียดของผลการคำนวณ แสดงไว้ในตารางที่ ค-14 ถึง ค-22 ในภาคผนวก ค

ตารางที่ ค-14 ถึง ค-22 เป็นการเสนอผลการคำนวณค่าลงทุนทั้งหมดและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุดรายปี ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50 เมตร ตารางที่ ค-14 ถึง ค-22 ตามลำดับ โดยเสียค่าใช้จ่ายลงทุนก่อสร้างเริ่มต้นระยะเวลา 2 ปี ในปีต่อไปเสียค่าดำเนินงานทุก ๆ ปี และเสียค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาทุก ๆ 10 ปี สำหรับผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการชลประทาน การผลิตพลังงานไฟฟ้าและการป้องกันอุทกภัย จะได้รับตั้งแต่ปีที่ 3 และมีค่าคงที่ตลอดอายุโครงการ

จากตารางที่ ค-14 ถึง ค-22 ทำการคำนวณเปลี่ยนค่าเงินที่เวลาต่าง ๆ ตลอดอายุโครงการ 50 ปี เป็นค่าเงินปัจจุบันเมื่อเริ่มโครงการ ที่ทุกขนาดของการเสริมสันเขื่อน โดยใช้ตัวคูณ Present Worth Factor (P/F, i%, t) ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.4 โดยทำการคำนวณตั้งแต่ค่า Discount rate (i%) 8% ถึง 16% เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ ในกรณีที่ค่า Discount rate มีการเปลี่ยนแปลง ในการศึกษานี้ได้เสนอตัวอย่างของผลการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 5.7, 5.8 และ 5.9 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.7 แสดงรายละเอียดของผลการคำนวณ การเปลี่ยนค่าเงินลงทุน และผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุดที่เวลาต่าง ๆ ตลอดอายุโครงการ เป็นค่าเงินปัจจุบันของโครงการ ณ ปี พ.ศ.2528 ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50 เมตร โดยเสนอผลการคำนวณค่าเงินปัจจุบันที่ค่า Discount rate 8% ถึง 16% เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนด 10% สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ค่าเงินปัจจุบันของผลประโยชน์ การเสริมสันเขื่อนสูง 0.50 เมตร ได้รับผลประโยชน์ตอบแทนทั้งหมดรายปี เท่ากับ 4.160 ล้านบาท ตลอดอายุโครงการ 50 ปี สามารถคำนวณเป็นค่าเงินปัจจุบันได้เท่ากับ 47.122, 41.835, 37.496, 33.596, 30.845, 29.256, 26.029, 24.094 และ 22.400 ล้านบาท เมื่อ Discount rate เท่ากับ 8 ถึง 16% ตามลำดับ จะเห็นว่า ถ้ากำหนดให้ค่า Discount rate สูงขึ้น จะได้ผลรวมของค่าเงินปัจจุบันลดลง

- ค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50 เมตร ใช้เวลาก่อสร้าง 2 ปี เสียค่าลงทุนเริ่มต้น เท่ากับ 12.552 และ 19.174 ล้านบาท ในปีที่ 1 และปีที่ 2 ตามลำดับ หลังจากนั้นจะเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาทุก ๆ ปี ปีละ 1.015

ล้านบาท และจะเสียค่าซ่อมแซม ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาทุก ๆ 10 ปี เท่ากับ 2.023 ล้านบาท ตลอดอายุโครงการ 50 ปี สามารถคำนวณเป็นค่าเงินปัจจุบันได้เท่ากับ 41.615, 40.064, 39.764, 37.661, 36.712, 35.857, 35.160, 34.513 และ 33.934 ล้านบาท เมื่อ Discount rate เท่ากับ 8 ถึง 16% ตามลำดับ

ตารางที่ 5.8 แสดงรายละเอียดของผลการคำนวณ การเปลี่ยนค่าเงินลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุด ที่เวลาต่างๆ ตลอดอายุโครงการ เป็นค่าเงินปัจจุบันของโครงการ ณ ปี พ.ศ.2528 ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 1.00 เมตร. โดยเสนอผลการคำนวณค่าเงินปัจจุบันที่ค่า Discount rate ตั้งแต่ 8% ถึง 16% เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนด 10 ได้ดังต่อไปนี้

- ค่าเงินปัจจุบันของผลประโยชน์ ในการเสริมสันเขื่อนนี้ ระหว่างการก่อสร้าง 2 ปี จะไม่ได้รับผลประโยชน์ตอบแทน หลังจากก่อสร้างเสร็จและเปิดใช้งาน ได้รับผลประโยชน์ตอบแทนทั้งหมดรายปี เท่ากับ 7.250 ล้านบาท ตลอดอายุโครงการ 50 ปี สามารถคำนวณเป็นค่าเงินปัจจุบันได้เท่ากับ 82.455, 73.232, 65.636, 59.317, 53.994, 49.461, 45.561, 42.176 และ 39.20 ล้านบาท เมื่อ Discount rate เท่ากับ 8 ถึง 16% ตามลำดับ

- ค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน การเสริมสันเขื่อนสูง 1.00 เมตร เสียค่าลงทุนเริ่มต้นในการก่อสร้างในปีที่ 1 และปีที่ 2 เท่ากับ 20.310 และ 30.520 ล้านบาท ตามลำดับ หลังจากนั้นจะเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาทุก ๆ ปี ปีละ 1.130 ล้านบาท และเสียค่าซ่อมแซม ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาทุก ๆ 10 ปี เท่ากับ 2.240 ล้านบาท ตลอดอายุโครงการ 50 ปี สามารถคำนวณเป็นค่าเงินปัจจุบัน โดยใช้ Discount rate ตั้งแต่ 8 ถึง 16% ได้เท่ากับ 62.060, 60.263, 55.745, 57.444, 56.314, 55.320, 54.436, 53.642 และ 52.923 ล้านบาท ตามลำดับ

ตารางที่ 5.9 แสดงการสรุปผล การคำนวณค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน และผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุด จากการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50 เมตร ที่ค่า Discount rate 8% ถึง 16% โดยค่าที่แสดงเป็นผลรวมของค่าเงินปัจจุบันสุทธิของค่าลงทุนและผลประโยชน์ ได้ดังต่อไปนี้

- ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะมีค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน และผลประโยชน์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะได้รับผลประโยชน์ตอบแทนจากโครงการ และเสียค่าลงทุนก่อสร้างทั้งหมดสูงขึ้น

- เมื่อกำหนดค่า Discount rate ของโครงการเท่ากับ 10% ผลการคำนวณค่าเงิน

ปัจจุบันของผลประโยชน์ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 3.00 และ 4.50 เมตร เท่ากับ 158.078 และ 244.45 ล้านบาท ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน เท่ากับ 104.619 และ 191.488 ล้านบาท ตามลำดับ

- เปรียบเทียบเมื่อค่า Discount rate มีการเปลี่ยนแปลงถ้า Discount rate เพิ่มขึ้น จะคำนวณค่าเงินปัจจุบันได้ลดลง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ จากข้อมูลค่าลงทุน และผลประโยชน์ ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุด รายปี ตลอดอายุโครงการ ที่ขนาดของการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50 เมตร จากตารางที่ ค-14 ถึง ค-22 ตามลำดับ และข้อมูลผลการคำนวณค่าเงินปัจจุบันของเงินลงทุน และผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการเสริมสันเขื่อน จากตารางที่ 5.9 ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี ค่าเงินปัจจุบัน วิธีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน วิธีอัตราผลตอบแทนและวิธีค่าเงินเฉลี่ยเท่ากับรายปี ผลของการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.10/1 ถึง 5.10/9 ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50 ถึง 4.50 เมตร ตามลำดับ พร้อมทั้งสรุปผลการวิเคราะห์ แสดงไว้ในตารางที่ 5.12, 5.13 และ 5.14 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.10 แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50 เมตร โดยแยกวิเคราะห์ทีละขนาดความสูง ดังแสดงไว้ในตาราง 5.10/1 ถึง 5.10/9 ตามลำดับ โดยแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนและวิธีค่าเงินปัจจุบันที่ค่า Discount rate ตั้งแต่ 8% ถึง 16% พร้อมทั้งแสดงผลการวิเคราะห์ ด้วยวิธีอัตราผลตอบแทน และวิธีค่าเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี เฉพาะค่า Discount rate ที่กำหนดไว้ 10%

ตารางที่ 5.11 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ของโครงการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ ที่ขนาดการเสริมสูง 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00 และ 4.50 เมตร โดยกำหนดค่า Discount rate เท่ากับ 10% พร้อมทั้งแสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ 5.12 แสดงรายละเอียดการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน เมื่อกำหนด Discount rate 10% และ

มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 8% ถึง 16% ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50 ถึง 4.50 เมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5.13 แสดงรายละเอียดการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีค่าเงินปัจจุบันสุทธิ เมื่อกำหนด Discount rate 10% และมีการเปลี่ยนแปลงได้ ตั้งแต่ 8% ถึง 16%

จากตารางที่ 5.10, 5.11, 5.12 และ 5.13 สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

- เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีค่าเงินปัจจุบัน วิธีผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน วิธีค่าเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี และวิธีอัตราผลตอบแทน พบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีต่าง ๆ จะมีค่าสอดคล้องกัน

- ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50 เมตร เป็นโครงการที่ไม่มีความเหมาะสม เมื่อกำหนด Discount rate เท่ากับ 10% โดยมีค่าเงินปัจจุบันสุทธิ ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน ค่าเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี และอัตราผลตอบแทนเท่ากับ -1.268 ล้านบาท, 0.9673, -0.1277ล้านบาท/ปี และ 9.5827% ตามลำดับ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้น จะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์สูงขึ้น และที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 4.00 เป็นขนาดที่มีความเหมาะสมสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของการเสริมสันเขื่อนอื่น ๆ

- เปรียบเทียบเมื่อค่า Discount rate มีการเปลี่ยนแปลง โดยการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน พบว่าไม่ว่าค่า Discount rate จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็ตามขนาดการเสริมสันเขื่อนที่ดีที่สุดคือ 4.00 เมตร แต่ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปดังนี้ ถ้า Discount rate มีค่าต่ำลงกว่าที่กำหนดค่าความเหมาะสมจะสูงขึ้น ในทางกลับกันถ้า Discount rate มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความเหมาะสมของโครงการจะต่ำลง ในกรณีศึกษานี้ ถ้ากำหนด Discount rateเท่ากับ 16% จะไม่มีขนาดการเสริมสันเขื่อนใด มีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นในการกำหนดค่า Discount rate ของโครงการจึงมีความสำคัญมาก

- เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสม ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีค่าเงินปัจจุบันสุทธิ เมื่อค่า Discount rate ที่กำหนดไว้ มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 8% ถึง 16% จะได้รับผลเช่นเดียวกับที่วิเคราะห์ด้วยวิธีอัตราผลตอบแทน และจะเห็นว่า ถ้าค่า Discount rate ลดลงจาก 10% เป็น 8% หรือ 9% ที่ทุกขนาดของการเสริมสันเขื่อน มีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 4.00 เมตร มีค่าความเหมาะสมสูงสุด และถ้าค่า Discount rate สูงกว่า 10% ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมจะมีค่าลดลง

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการคำนวณการเปลี่ยนค่าเงินที่เวลาต่าง ๆ เป็นค่าเงินปัจจุบัน ณ ปี พ.ศ.2528
ที่ขนาดการเสริมสูง 0.50 เมตร

ปีที่	ค่าลงทุน	ประโยชน์	ค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน (ล้านบาท)									ค่าเงินปัจจุบันของผลประโยชน์ (ล้านบาท)								
			8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%
0	12.552	0.0000	12.552	12.552	12.552	12.582	12.552	12.557	12.552	12.562	12.552	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	15.174	0.0000	16.525	16.673	16.522	16.373	16.227	16.093	15.942	15.803	15.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1.015	4.1600	0.570	0.554	0.539	0.524	0.509	0.795	0.781	0.767	0.754	3.561	3.501	3.435	3.376	3.316	3.259	3.201	3.146	3.092
3	1.015	4.1600	0.506	0.751	0.763	0.742	0.722	0.703	0.655	0.667	0.650	3.302	3.212	3.125	3.042	2.961	2.553	2.505	2.735	2.665
4	1.015	4.1600	0.746	0.719	0.693	0.669	0.645	0.623	0.601	0.550	0.561	3.055	2.947	2.541	2.740	2.644	2.551	2.463	2.375	2.295
5	1.015	4.1600	0.691	0.660	0.630	0.602	0.576	0.551	0.527	0.505	0.453	2.531	2.704	2.553	2.469	2.360	2.255	2.161	2.065	1.951
6	1.015	4.1600	0.630	0.605	0.573	0.543	0.514	0.455	0.462	0.439	0.417	2.672	2.450	2.345	2.224	2.105	1.999	1.595	1.795	1.707
7	1.015	4.1600	0.592	0.555	0.521	0.459	0.459	0.431	0.406	0.352	0.359	2.427	2.226	2.135	2.004	1.552	1.765	1.662	1.564	1.472
8	1.015	4.1600	0.545	0.509	0.474	0.440	0.410	0.352	0.356	0.332	0.310	2.248	2.055	1.841	1.505	1.650	1.565	1.455	1.360	1.269
9	1.015	4.1600	0.505	0.467	0.430	0.397	0.366	0.335	0.312	0.259	0.261	2.051	1.913	1.784	1.676	1.500	1.355	1.279	1.153	1.094
10	1.015	4.1600	0.470	0.429	0.391	0.357	0.327	0.299	0.274	0.251	0.230	1.927	1.757	1.604	1.465	1.339	1.225	1.122	1.029	0.943
11	1.015	4.1600	0.435	0.393	0.356	0.322	0.292	0.265	0.240	0.216	0.195	1.756	1.612	1.459	1.320	1.196	1.055	0.994	0.591	0.813
12	2.023	4.1600	0.503	0.719	0.643	0.575	0.519	0.467	0.420	0.378	0.341	1.652	1.478	1.326	1.158	1.065	0.960	0.563	0.779	0.701
13	1.015	4.1600	0.373	0.331	0.294	0.261	0.233	0.207	0.185	0.165	0.147	1.530	1.357	1.205	1.011	0.953	0.549	0.737	0.636	0.604
14	1.015	4.1600	0.346	0.304	0.267	0.235	0.206	0.153	0.162	0.143	0.127	1.416	1.245	1.095	0.965	0.851	0.752	0.664	0.586	0.521
15	1.015	4.1600	0.320	0.279	0.243	0.212	0.185	0.162	0.142	0.125	0.110	1.311	1.142	0.996	0.869	0.760	0.665	0.583	0.511	0.449
16	1.015	4.1600	0.296	0.256	0.221	0.191	0.166	0.144	0.125	0.109	0.094	1.214	1.045	0.905	0.783	0.679	0.559	0.511	0.445	0.357
17	1.015	4.1600	0.274	0.235	0.201	0.172	0.149	0.127	0.109	0.094	0.081	1.124	0.961	0.823	0.706	0.606	0.521	0.445	0.387	0.334
18	1.015	4.1600	0.254	0.215	0.183	0.155	0.132	0.112	0.096	0.082	0.070	1.041	0.892	0.748	0.636	0.541	0.461	0.393	0.336	0.285
19	1.015	4.1600	0.235	0.197	0.166	0.140	0.119	0.100	0.084	0.071	0.061	0.964	0.509	0.650	0.573	0.453	0.408	0.345	0.292	0.249
20	1.015	4.1600	0.215	0.181	0.151	0.126	0.105	0.085	0.074	0.062	0.052	0.593	0.742	0.615	0.516	0.431	0.361	0.303	0.254	0.214
21	1.015	4.1600	0.202	0.166	0.137	0.113	0.094	0.075	0.065	0.054	0.045	0.526	0.651	0.562	0.465	0.365	0.319	0.266	0.221	0.184
22	2.023	4.1600	0.372	0.304	0.249	0.204	0.167	0.137	0.113	0.093	0.077	0.765	0.625	0.511	0.419	0.344	0.283	0.233	0.192	0.159
23	1.015	4.1600	0.173	0.140	0.113	0.092	0.075	0.061	0.050	0.041	0.033	0.709	0.573	0.465	0.377	0.307	0.250	0.204	0.167	0.137
24	1.015	4.1600	0.160	0.125	0.103	0.083	0.067	0.054	0.044	0.035	0.029	0.656	0.526	0.422	0.340	0.274	0.221	0.179	0.145	0.118
25	1.015	4.1600	0.148	0.115	0.094	0.075	0.060	0.048	0.038	0.031	0.025	0.607	0.482	0.384	0.306	0.245	0.196	0.157	0.126	0.102
26	1.015	4.1600	0.137	0.106	0.085	0.067	0.053	0.042	0.034	0.027	0.021	0.562	0.443	0.349	0.276	0.219	0.173	0.139	0.110	0.088
27	1.015	4.1600	0.127	0.099	0.077	0.061	0.048	0.037	0.030	0.023	0.019	0.521	0.406	0.317	0.249	0.195	0.153	0.121	0.096	0.076
28	1.015	4.1600	0.118	0.091	0.070	0.055	0.042	0.033	0.026	0.020	0.016	0.482	0.373	0.289	0.221	0.174	0.136	0.106	0.083	0.065
29	1.015	4.1600	0.109	0.083	0.064	0.049	0.038	0.029	0.023	0.018	0.014	0.446	0.342	0.262	0.202	0.156	0.120	0.093	0.072	0.056
30	1.015	4.1600	0.101	0.077	0.058	0.044	0.034	0.026	0.020	0.015	0.012	0.413	0.314	0.238	0.182	0.139	0.106	0.082	0.063	0.048
31	1.015	4.1600	0.093	0.070	0.053	0.040	0.030	0.073	0.017	0.013	0.010	0.353	0.255	0.217	0.164	0.124	0.094	0.072	0.055	0.042
32	2.023	4.1600	0.172	0.125	0.096	0.072	0.054	0.041	0.031	0.023	0.018	0.354	0.261	0.197	0.147	0.111	0.083	0.063	0.048	0.036
33	1.015	4.1600	0.050	0.059	0.044	0.032	0.024	0.015	0.013	0.010	0.005	0.325	0.242	0.179	0.133	0.099	0.014	0.055	0.041	0.031
34	1.015	4.1600	0.074	0.054	0.040	0.029	0.022	0.016	0.012	0.009	0.007	0.301	0.222	0.163	0.120	0.058	0.065	0.018	0.036	0.027
35	1.015	4.1600	0.069	0.050	0.036	0.026	0.019	0.014	0.010	0.008	0.006	0.251	0.204	0.149	0.105	0.079	0.058	0.042	0.031	0.023
36	1.015	4.1600	0.061	0.046	0.033	0.024	0.017	0.012	0.009	0.007	0.005	0.261	0.157	0.135	0.097	0.070	0.051	0.037	0.027	0.020
37	1.015	4.1600	0.059	0.042	0.030	0.021	0.015	0.011	0.005	0.006	0.004	0.241	0.172	0.122	0.055	0.063	0.045	0.033	0.024	0.017
38	1.015	4.1600	0.054	0.035	0.027	0.019	0.013	0.010	0.007	0.005	0.004	0.223	0.157	0.111	0.079	0.056	0.040	0.029	0.021	0.015
39	1.015	4.1600	0.050	0.035	0.025	0.017	0.012	0.009	0.006	0.004	0.003	0.207	0.144	0.101	0.071	0.050	0.035	0.025	0.018	0.013
40	1.015	4.1600	0.047	0.032	0.022	0.016	0.011	0.005	0.005	0.004	0.003	0.191	0.132	0.092	0.064	0.045	0.031	0.022	0.016	0.011
41	1.015	4.1600	0.043	0.030	0.020	0.014	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.177	0.122	0.084	0.055	0.040	0.029	0.019	0.014	0.009
42	2.023	4.1600	0.050	0.054	0.037	0.025	0.017	0.012	0.009	0.006	0.004	0.164	0.111	0.076	0.052	0.036	0.025	0.017	0.012	0.009
43	1.015	4.1600	0.037	0.025	0.017	0.011	0.005	0.005	0.004	0.002	0.002	0.152	0.102	0.069	0.047	0.032	0.022	0.015	0.010	0.007
44	1.015	4.1600	0.034	0.023	0.015	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.001	0.141	0.094	0.063	0.042	0.025	0.019	0.013	0.009	0.006
45	1.015	4.1600	0.032	0.021	0.014	0.009	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.130	0.086	0.057	0.039	0.025	0.017	0.011	0.005	0.005
46	1.015	4.1600	0.029	0.019	0.013	0.005	0.006	0.004	0.002	0.002	0.001	0.121	0.079	0.052	0.036	0.023	0.015	0.010	0.007	0.005
47	1.015	4.1600	0.027	0.019	0.012	0.008	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.112	0.072	0.047	0.031	0.020	0.013	0.009	0.006	0.004
48	1.015	4.1600	0.025	0.016	0.010	0.007	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.103	0.066	0.043	0.025	0.019	0.012	0.009	0.005	0.003
49	1.015	4.1600	0.023	0.015	0.010	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.096	0.061	0.039	0.025	0.016	0.010	0.007	0.004	0.003
50	1.015	4.1600	0.022	0.014	0.009	0.005	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.059	0.056	0.035	0.023	0.014	0.009	0.006	0.004	0.002
51	1.015	4.1600	0.020	0.013	0.009	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.052	0.051	0.032	0.020	0.013	0.008	0.005	0.003	0.002
ผลรวม			41.618	40.064	35.764	37.461	36.712	35.657	35.160	34.513	33.934	47.122	41.635	37.496	33.556	30.645	25.256	26.025	24.994	22.400

ตารางที่ 5.8 แสดงผลการคำนวณการเปลี่ยนค่าเงินที่เวลาต่าง ๆ เป็นค่าเงินปัจจุบัน ณ ปี พ.ศ.2528
ที่ขนาดการเสริมสูง 1.00 เมตร

ปีที่	ค่าลงทุน	ประโยชน์	ค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน (ล้านบาท)									ค่าเงินปัจจุบันของผลประโยชน์ (ล้านบาท)								
			8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%
	20.31	0.00	20.314	20.314	20.314	20.314	20.314	20.314	20.314	20.314	20.314	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	30.52	0.00	28.260	28.001	27.746	27.496	27.251	27.010	26.773	26.540	26.311	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1.13	7.25	0.965	0.947	0.930	0.913	0.897	0.881	0.866	0.851	0.836	6.243	6.129	6.015	5.910	5.805	5.703	5.603	5.506	5.412
3	1.13	7.25	0.893	0.869	0.845	0.823	0.801	0.780	0.759	0.740	0.721	5.791	5.623	5.471	5.325	5.183	5.047	4.915	4.788	4.665
4	1.13	7.25	0.827	0.797	0.768	0.741	0.715	0.690	0.666	0.643	0.621	5.352	5.153	4.974	4.797	4.625	4.466	4.312	4.164	4.022
5	1.13	7.25	0.766	0.731	0.699	0.668	0.638	0.611	0.584	0.559	0.536	4.956	4.733	4.522	4.322	4.132	3.952	3.782	3.620	3.467
6	1.13	7.25	0.709	0.671	0.635	0.601	0.570	0.540	0.513	0.486	0.462	4.589	4.342	4.110	3.893	3.689	3.495	3.313	3.140	2.959
7	1.13	7.25	0.656	0.615	0.577	0.542	0.509	0.478	0.450	0.423	0.399	4.249	3.984	3.737	3.507	3.294	3.095	2.910	2.735	2.577
8	1.13	7.25	0.608	0.565	0.525	0.488	0.454	0.423	0.394	0.369	0.343	3.934	3.655	3.397	3.160	2.941	2.738	2.553	2.380	2.221
9	1.13	7.25	0.563	0.515	0.477	0.440	0.406	0.374	0.346	0.320	0.296	3.643	3.353	3.088	2.847	2.626	2.424	2.239	2.070	1.915
10	1.13	7.25	0.521	0.475	0.434	0.396	0.362	0.331	0.303	0.275	0.255	3.373	3.076	2.805	2.565	2.345	2.145	1.964	1.800	1.651
11	1.13	7.25	0.482	0.436	0.394	0.357	0.323	0.293	0.266	0.242	0.220	3.123	2.822	2.552	2.310	2.093	1.895	1.723	1.565	1.423
12	2.24	7.25	0.569	0.796	0.713	0.640	0.575	0.517	0.465	0.415	0.377	2.892	2.559	2.328	2.081	1.869	1.650	1.511	1.361	1.227
13	1.13	7.25	0.414	0.367	0.326	0.290	0.259	0.230	0.205	0.183	0.163	2.678	2.375	2.109	1.575	1.669	1.457	1.326	1.154	1.055
14	1.13	7.25	0.383	0.337	0.296	0.261	0.230	0.203	0.180	0.159	0.141	2.479	2.179	1.915	1.659	1.490	1.316	1.163	1.029	0.912
15	1.13	7.25	0.355	0.309	0.269	0.235	0.206	0.180	0.159	0.135	0.121	2.296	1.999	1.743	1.522	1.330	1.164	1.020	0.895	0.786
16	1.13	7.25	0.325	0.283	0.245	0.212	0.184	0.159	0.138	0.120	0.105	2.126	1.834	1.585	1.371	1.185	1.030	0.895	0.779	0.678
17	1.13	7.25	0.304	0.260	0.223	0.191	0.164	0.141	0.121	0.105	0.090	1.968	1.683	1.441	1.235	1.061	0.912	0.785	0.677	0.584
18	1.13	7.25	0.282	0.239	0.202	0.172	0.146	0.125	0.106	0.091	0.078	1.822	1.544	1.310	1.113	0.947	0.807	0.659	0.558	0.504
19	1.13	7.25	0.261	0.219	0.184	0.155	0.131	0.110	0.093	0.079	0.067	1.687	1.416	1.191	1.003	0.845	0.714	0.604	0.512	0.434
20	1.13	7.25	0.241	0.201	0.167	0.140	0.117	0.098	0.082	0.069	0.058	1.562	1.299	1.082	0.903	0.755	0.632	0.530	0.445	0.374
21	1.13	7.25	0.228	0.184	0.152	0.126	0.104	0.086	0.072	0.060	0.050	1.447	1.192	0.954	0.814	0.674	0.559	0.465	0.387	0.323
22	2.24	7.25	0.412	0.336	0.275	0.225	0.185	0.152	0.125	0.103	0.086	1.339	1.094	0.895	0.733	0.602	0.495	0.408	0.336	0.278
23	1.13	7.25	0.192	0.155	0.126	0.102	0.083	0.068	0.055	0.045	0.037	1.240	1.003	0.813	0.660	0.537	0.438	0.358	0.293	0.240
24	1.13	7.25	0.177	0.142	0.114	0.092	0.074	0.060	0.049	0.039	0.032	1.148	0.920	0.739	0.595	0.450	0.358	0.314	0.254	0.207
25	1.13	7.25	0.164	0.130	0.104	0.083	0.066	0.053	0.043	0.034	0.025	1.063	0.844	0.672	0.536	0.425	0.343	0.275	0.221	0.178
26	1.13	7.25	0.152	0.120	0.094	0.075	0.059	0.047	0.037	0.030	0.024	0.985	0.775	0.611	0.483	0.382	0.304	0.241	0.192	0.154
27	1.13	7.25	0.141	0.110	0.086	0.067	0.053	0.041	0.033	0.026	0.020	0.912	0.711	0.555	0.435	0.341	0.268	0.212	0.167	0.132
28	1.13	7.25	0.130	0.101	0.079	0.061	0.047	0.037	0.029	0.022	0.015	0.844	0.652	0.505	0.392	0.305	0.236	0.186	0.145	0.114
29	1.13	7.25	0.121	0.092	0.071	0.055	0.042	0.032	0.025	0.020	0.015	0.782	0.598	0.459	0.353	0.272	0.210	0.163	0.124	0.095
30	1.13	7.25	0.112	0.085	0.064	0.049	0.038	0.029	0.022	0.017	0.013	0.724	0.549	0.417	0.315	0.243	0.186	0.143	0.110	0.085
31	1.13	7.25	0.104	0.075	0.059	0.044	0.034	0.025	0.019	0.015	0.011	0.670	0.504	0.379	0.287	0.217	0.165	0.125	0.096	0.073
32	2.24	7.25	0.191	0.142	0.106	0.079	0.060	0.045	0.034	0.026	0.019	0.620	0.462	0.345	0.258	0.194	0.146	0.110	0.083	0.063
33	1.13	7.25	0.089	0.065	0.045	0.036	0.027	0.020	0.015	0.011	0.005	0.574	0.424	0.314	0.233	0.173	0.129	0.096	0.072	0.054
34	1.13	7.25	0.082	0.060	0.044	0.032	0.024	0.015	0.013	0.010	0.007	0.532	0.389	0.255	0.210	0.154	0.114	0.085	0.063	0.047
35	1.13	7.25	0.076	0.055	0.040	0.029	0.021	0.016	0.011	0.005	0.006	0.493	0.357	0.258	0.159	0.135	0.101	0.074	0.055	0.040
36	1.13	7.25	0.070	0.051	0.036	0.026	0.019	0.014	0.010	0.007	0.005	0.456	0.327	0.236	0.170	0.123	0.059	0.065	0.045	0.035
37	1.13	7.25	0.065	0.046	0.033	0.024	0.017	0.012	0.009	0.006	0.005	0.422	0.300	0.214	0.153	0.110	0.079	0.057	0.041	0.030
38	1.13	7.25	0.060	0.043	0.030	0.021	0.015	0.011	0.008	0.006	0.004	0.391	0.275	0.195	0.135	0.095	0.070	0.050	0.036	0.026
39	1.13	7.25	0.056	0.039	0.027	0.019	0.014	0.010	0.007	0.005	0.003	0.362	0.253	0.177	0.124	0.055	0.062	0.044	0.031	0.022
40	1.13	7.25	0.052	0.036	0.025	0.017	0.012	0.009	0.006	0.004	0.003	0.335	0.232	0.161	0.112	0.075	0.055	0.039	0.027	0.019
41	1.13	7.25	0.048	0.033	0.023	0.016	0.011	0.007	0.005	0.004	0.003	0.310	0.213	0.146	0.101	0.070	0.049	0.034	0.024	0.017
42	1.13	7.25	0.044	0.030	0.021	0.014	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.287	0.195	0.133	0.091	0.062	0.042	0.030	0.021	0.014
43	1.13	7.25	0.041	0.025	0.019	0.013	0.009	0.006	0.004	0.003	0.002	0.266	0.179	0.121	0.052	0.056	0.035	0.026	0.015	0.012
44	1.13	7.25	0.035	0.025	0.017	0.011	0.005	0.005	0.004	0.002	0.002	0.246	0.164	0.110	0.074	0.050	0.031	0.023	0.016	0.011
45	1.13	7.25	0.035	0.023	0.015	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.001	0.228	0.151	0.100	0.068	0.044	0.029	0.020	0.014	0.009
46	1.13	7.25	0.033	0.021	0.011	0.009	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.211	0.135	0.091	0.060	0.040	0.026	0.015	0.012	0.005
47	1.13	7.25	0.030	0.020	0.013	0.005	0.005	0.004	0.002	0.002	0.001	0.196	0.127	0.053	0.054	0.035	0.023	0.015	0.010	0.007
48	1.13	7.25	0.025	0.015	0.012	0.005	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.151	0.116	0.075	0.049	0.032	0.021	0.014	0.009	0.006
49	1.13	7.25	0.026	0.016	0.011	0.007	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.165	0.107	0.065	0.044	0.025	0.015	0.012	0.005	0.005
50	1.13	7.25	0.024	0.015	0.010	0.006	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.155	0.095	0.062	0.039	0.025	0.016	0.010	0.007	0.004
51	1.13	7.25	0.022	0.014	0.009	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.144	0.090	0.056	0.036	0.022	0.014	0.009	0.006	0.004
ผลรวม			62.060	60.263	58.745	57.444	56.318	55.320	54.436	53.642	52.923	52.455	73.232	65.636	59.317	53.994	49.461	45.561	42.178	39.211

ตารางที่ 5.9 สรุปค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ

ขนาดการเสริม		ค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน (ล้านบาท)									ค่าเงินปัจจุบันของผลประโยชน์ (ล้านบาท)								
กรณีที่	เสริมสูง	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.50	41.61	40.06	38.76	37.66	36.71	35.88	35.16	34.51	33.93	47.12	41.83	37.49	33.88	30.84	28.25	20.02	24.09	22.40
3	1.00	62.06	60.30	58.78	57.84	56.31	55.31	54.43	53.63	52.92	82.48	73.27	65.63	59.71	53.99	49.46	45.56	42.17	39.21
4	1.50	79.91	75.56	73.58	71.82	70.42	69.14	67.97	66.94	66.05	113.04	100.36	89.95	81.29	73.99	67.78	62.42	57.82	53.43
5	2.00	88.83	86.55	84.62	82.96	81.51	80.24	79.09	78.07	77.13	139.84	124.15	111.28	100.56	91.54	83.85	77.24	71.50	66.48
6	2.50	101.26	98.60	96.18	94.19	92.46	90.94	89.58	88.37	87.26	169.45	150.54	134.84	121.85	110.92	101.61	93.60	89.65	80.55
7	3.00	109.97	107.06	104.61	102.53	100.72	99.11	97.72	96.46	95.31	198.65	176.37	158.07	142.85	130.04	119.11	109.73	101.57	94.43
8	3.50	132.97	129.77	127.06	124.73	122.70	120.91	119.31	117.88	116.39	232.16	206.12	184.74	166.95	151.97	139.21	128.23	118.70	110.36
9	4.00	161.76	158.23	155.23	152.64	150.74	148.37	146.57	144.95	143.47	275.88	244.93	219.53	198.35	180.95	165.43	152.38	141.06	131.15
10	4.50	199.12	194.99	191.48	188.45	185.77	183.14	181.28	179.35	177.95	307.20	272.74	244.45	220.91	201.09	184.21	169.68	152.07	146.03

ตารางที่ 5.10 แสดงผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ที่การเสริมสันเขื่อน ขนาดต่าง ๆ

อัตราดอกเบี้ย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	41.6180	47.1220	1.1323	5.5040
9.00	40.0640	41.8350	1.0442	1.7710
10.00	38.7640	37.4960	0.9673	-1.2680
11.00	37.6610	33.5860	0.8998	-3.7750
12.00	36.7120	30.8450	0.8402	-5.8670
13.00	35.8870	28.2560	0.7874	-7.6310
14.00	35.1600	26.0280	0.7403	-9.1320
15.00	34.5130	24.0940	0.6951	-10.4190
16.00	33.9340	22.4000	0.6601	-11.5340

Internal rate of return = 9.562757486
Annual Costs (10%) = 3.9066359
Annual Benefits (10%) = 3.7788469
Annual net benefits (10%) = -0.1278017

5.10/1 เสริมสูง 0.50 ม.

อัตราดอกเบี้ย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	59.9110	113.0460	1.8869	53.1350
9.00	75.5620	100.3650	1.3282	24.8030
10.00	73.5830	89.9540	1.2225	16.3710
11.00	71.8920	81.2930	1.1308	9.4010
12.00	70.4270	73.9990	1.0507	3.5720
13.00	69.1400	67.7870	0.9804	-1.3530
14.00	67.9790	62.4220	0.9183	-5.5570
15.00	66.9750	57.8020	0.8630	-9.1730
16.00	66.0510	53.7390	0.8136	-12.3120

Internal rate of return = 12.72527918
Annual Costs (10%) = 7.4156947
Annual Benefits (10%) = 9.0655641
Annual net benefits (10%) = 1.6500331

5.10/3 เสริมสูง 1.50 ม.

อัตราดอกเบี้ย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	62.0593	82.4850	1.3291	20.4257
9.00	60.3040	73.2730	1.2151	12.9690
10.00	58.7451	65.6360	1.1173	6.8909
11.00	57.8410	59.7130	1.0324	1.8720
12.00	56.3140	53.9940	0.9588	-2.3200
13.00	55.3198	49.4610	0.8941	-5.8588
14.00	54.4356	45.5610	0.8370	-8.8746
15.00	53.6380	42.1720	0.7862	-11.4660
16.00	52.9220	39.2110	0.7409	-13.7110

Internal rate of return = 11.44655423
Annual Costs (10%) = 5.9203312
Annual Benefits (10%) = 6.6147961
Annual net benefits (10%) = 0.6945338

5.10/2 เสริมสูง 1.00 ม.

อัตราดอกเบี้ย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	88.8270	139.8470	1.5744	51.0200
9.00	86.5510	124.1590	1.4345	37.6080
10.00	84.6260	111.2800	1.3150	26.6540
11.00	82.9640	100.5660	1.2122	17.6020
12.00	81.5170	91.5420	1.1230	10.0250
13.00	80.2400	83.8570	1.0451	3.6170
14.00	79.0990	77.2450	0.9766	-1.8540
15.00	78.0710	71.5050	0.9159	-6.5660
16.00	77.1360	66.4800	0.8619	-10.6560

Internal rate of return = 13.66112228
Annual Costs (10%) = 8.5286083
Annual Benefits (10%) = 11.2147984
Annual net benefits (10%) = 2.6864567

5.10/4 เสริมสูง 2.00 ม.

ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

อัตราคิดลดเป็นร้อย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	101.2620	169.4590	1.6735	68.1970
9.00	98.6040	150.5440	1.5268	51.9400
10.00	96.1830	134.8410	1.4019	38.6580
11.00	94.1920	121.8590	1.2937	27.6670
12.00	92.4620	110.9240	1.1997	18.4620
13.00	90.9400	101.6120	1.1174	10.6720
14.00	89.5860	93.6000	1.0448	4.0140
15.00	91.3790	89.6540	0.9811	-1.7250
16.00	87.2670	80.5550	0.9231	-6.7120

Internal rate of return = 14.69942498
Annual Costs (10%) = 9.6933227
Annual Benefits (10%) = 13.5892760
Annual net benefits (10%) = 3.8963395

5.10/5 เสริมสูง 2.50 ม.

อัตราคิดลดเป็นร้อย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	132.9750	232.1640	1.7459	99.1890
9.00	129.7740	206.1200	1.5883	76.3460
10.00	127.0640	184.7400	1.4539	57.6760
11.00	124.7350	166.9530	1.3385	42.2180
12.00	122.7060	151.9720	1.2385	29.2660
13.00	120.9160	139.2140	1.1513	18.2980
14.00	119.3190	128.2380	1.0747	8.9190
15.00	117.8600	118.7080	1.0070	0.8250
16.00	116.3910	110.3650	0.9482	-6.0260

Internal rate of return = 15.12080536
Annual Costs (10%) = 12.8055099
Annual Benefits (10%) = 18.6180972
Annual net benefits (10%) = 5.8131640

5.10/7 เสริมสูง 3.50 ม.

อัตราคิดลดเป็นร้อย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	109.9770	198.6580	1.8064	88.6810
9.00	107.0630	176.3720	1.6474	69.3090
10.00	104.6190	158.0780	1.5110	53.4590
11.00	102.5300	142.8580	1.3933	40.3280
12.00	100.7200	130.0400	1.2911	29.3200
13.00	99.1170	119.1120	1.2017	19.9950
14.00	97.7220	109.7300	1.1229	12.0080
15.00	96.4600	101.5760	1.0530	5.1160
16.00	95.3174	94.4370	0.9908	-0.8804

Internal rate of return = 15.85266666
Annual Costs (10%) = 10.5435028
Annual Benefits (10%) = 15.9311005
Annual net benefits (10%) = 5.3881326

5.10/6 เสริมสูง 3.00 ม.

อัตราคิดลดเป็นร้อย	ค่าลงทุนทั้งหมด	ผลตอบแทนทั้งหมด	B/C	B-C
8.00	161.7600	275.9890	1.7055	114.1280
9.00	158.2300	244.9390	1.5480	86.7080
10.00	155.2390	219.5390	1.4142	64.3010
11.00	152.6430	198.3950	1.2997	45.7520
12.00	150.7400	180.9530	1.2004	30.2130
13.00	148.3750	165.4320	1.1150	17.0570
14.00	146.5790	152.3890	1.0396	5.8100
15.00	144.9530	141.0640	0.9732	-3.8890
16.00	143.4710	131.1500	0.9141	-12.3210

Internal rate of return = 14.59903082
Annual Costs (10%) = 15.6449856
Annual Benefits (10%) = 22.1251404
Annual net benefits (10%) = 6.4809978

5.10/8 เสริมสูง 4.00 ม.

ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

Discount rates	Total costs	Total benefits	B/C	B-C
8.00	199.1210	307.2050	1.5425	105.0570
9.00	194.9990	272.7450	1.3957	77.7460
10.00	191.4580	244.4540	1.2766	52.9660
11.00	188.4500	220.9150	1.1723	32.4650
12.00	185.7790	201.0950	1.0824	15.3160
13.00	183.4160	184.2130	1.0043	0.7970
14.00	181.2570	169.6950	0.9360	-11.5990
15.00	179.3580	157.0750	0.8758	-22.2500
16.00	177.5930	146.0390	0.8223	-31.5540

Internal rate of return = 13.06429493
Annual Costs (10%) = 19.2951606
Annual Benefits (10%) = 24.6360741
Annual net benefits (10%) = 5.3354431

5.10/9 เสริมสูง 4.50 น.

ตารางที่ 5.11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยวิธีต่าง ๆ

กรณีศึกษา	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์				
ลำดับที่	ขนาดที่เสริม	ค่าเงินปัจจุบัน	ผลประโยชน์/เงินทุน	เงินเฉลี่ยเท่าทันรายปี	อัตราผลตอบแทน
1	0.500	-1.2680	0.9673	-0.1277	9.5821
2	1.000	6.8909	1.1173	0.9271	11.4465
3	1.500	16.3810	1.2225	1.6500	12.7252
4	2.000	26.6540	1.3150	2.6864	13.6611
5	2.500	38.6581	1.4019	3.896	14.4994
6	3.000	53.4590	1.5110	5.3881	15.8526
7	3.500	57.6510	1.4539	5.8131	15.1208
8	4.000	64.3010	1.4142	6.4808	14.5990
9	4.500	52.9660	1.2766	5.3384	13.0642

ตารางที่ 5.12 สรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยวิธีอัตราส่วน
ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน ที่ขนาดความสูงและ ค่า discount rate ต่าง ๆ

กรณีศึกษา		วิธีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน								
ลำดับที่	ขนาดที่เสริม	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%
1	0.500	1.132	1.042	1.967	0.988	0.840	0.788	0.740	0.697	0.660
2	1.000	1.329	1.215	1.117	1.032	0.958	0.894	0.837	0.786	0.741
3	1.500	1.414	1.328	1.222	1.131	1.051	0.980	0.918	0.863	0.813
4	2.000	1.574	1.434	1.315	1.212	1.123	1.043	0.976	0.916	0.862
5	2.500	1.673	1.527	1.402	1.294	1.199	1.117	1.045	0.981	0.923
6	3.000	1.816	1.647	1.511	1.393	1.291	1.291	1.123	1.053	0.911
7	3.500	1.746	1.588	1.454	1.338	1.238	1.151	1.074	1.007	0.948
8	4.000	1.705	1.548	1.414	1.299	1.200	1.115	1.039	0.973	0.914
9	4.500	1.543	1.398	1.480	1.172	1.082	1.004	0.936	0.876	0.822

ตารางที่ 5.13 สรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยวิธีค่าเงิน
ปัจจุบันสุทธิ ที่ขนาดความสูงและ ค่า discount rate ต่าง ๆ

กรณีศึกษา		วิธีค่าเงินปัจจุบันสุทธิ								
ลำดับที่	ขนาดที่เสริม	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%
1	0.500	5.5	1.77	-1.28	-3.77	-5.86	-7.63	-9.13	-10.41	-11.53
2	1.000	20.5	12.96	6.89	1.87	-2.32	-5.85	-8.87	-9.46	-11.81
3	1.500	33.13	24.83	16.37	9.4	3.57	-1.35	-5.55	-9.17	-12.31
4	2.000	51.02	37.6	26.65	17.6	10.02	3.61	-1.18	-6.56	-10.65
5	2.500	68.19	51.94	38.65	27.66	18.46	10.67	4.01	-1.72	-6.71
6	3.000	88.68	69.3	53.45	40.32	29.32	19.99	12	5.11	-0.88
7	3.500	99.18	76.34	57.67	42.21	29.26	18.26	8.91	0.82	-6.02
8	4.000	114.12	86.7	64.3	45.75	30.21	17.05	5.81	-3.88	-12.53
9	4.5	108.08	77.74	52.96	32.46	15.31	0.79	-11.59	-22.28	-31.55