หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การประเมินผลประโยชน์และค่าลงทุนของโครงการ

ในการประเมินผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายลงทุนก่อสร้าง การเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปวิเคราะห์ความเป็นไปได้ และใช้เป็นข้อกำหนดเลือกขนาดของการเสริมสันเขื่อนที่ดีที่สุด ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการสำหรับการศึกษานี้ ประกอบด้วย ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทานและการป้องกันอุทกภัย ซึ่งวิเคราะห์จากการประเมินราคาต่อหน่วยของผลประโยชน์ แล้วนำไปวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำต่อไป ส่วนค่าใช้จ่ายลงทุนของโครงการ ประกอบด้วย ค่าก่อสร้าง ค่าออกแบบและดำเนินงานก่อสร้าง ค่าดำเนินงาน ซ่อมแซมบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

4.1 พื้นที่โครงการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์

โครงการอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ หรือโครงการน้ำพอง เป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำโครงการหนึ่ง ของโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ดำเนินการโดยการก่อสร้างเขื่อนอุบลรัตน์ ซึ่งเป็นเขื่อนหินทิ้งแกนกลางเป็นดินเหนียว ยาวประมาณ 1 กิโลเมตร กั้นลำน้ำพอง ที่บริเวณที่เรียกว่า "พองหนีบ" อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ห่างจากตัวเมืองขอนแก่นทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ประมาณ 50 กิโลเมตร การก่อสร้างได้เริ่มเมื่อปี พ.ศ.2507 และแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2509 ใช้เงินก่อสร้างทั้งสิ้น 556.95 ล้านบาท ในปัจจุบันอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ อยู่ภายใต้การรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

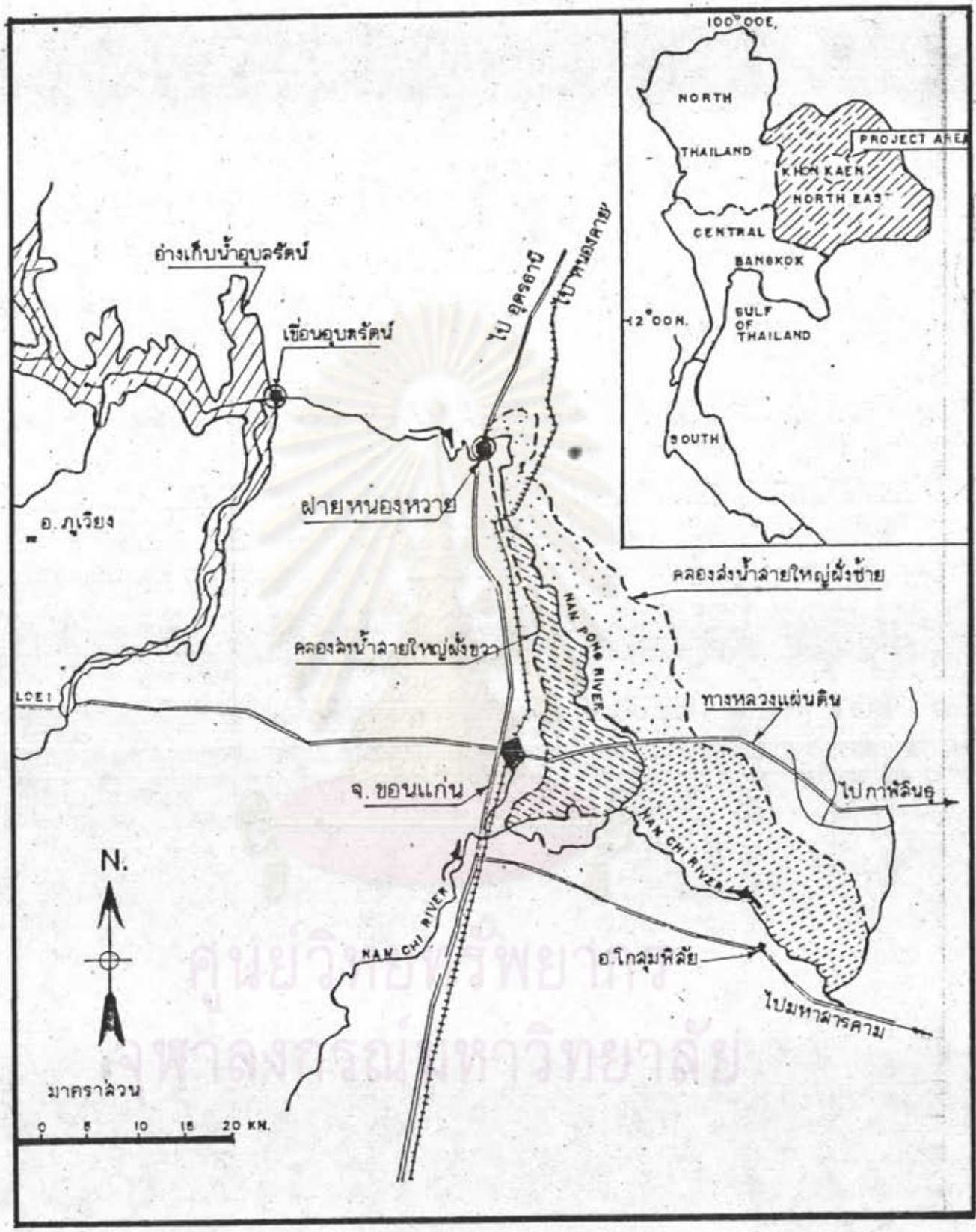
อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ มีพื้นที่รับน้ำ ประมาณ 12,000 ตารางกิโลเมตร ปริมาตรเก็บกักสูงสุด ประมาณ 2,560 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับ +182.00 เมตร รทก.(เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) ปริมาตรเก็บกักต่ำสุดกำหนดให้มี ปริมาณ 490 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับ +174.00 เมตร รทก. ความลึกของน้ำในอ่างสูงสุดประมาณ 20.00 เมตร และความลึกใช้งานต่ำสุด 8.00 เมตร พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกักสูงสุด ประมาณ 411 ตารางกิโลเมตร ในปัจจุบันการผลิตกระแสไฟฟ้าดำเนินการด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เครื่อง กำลังผลิตเครื่องละ 8.3 เมกกะวัตต์ รวมกำลังผลิตประมาณ 24.9 เมกกะวัตต์

เหนือเขื่อนอุบลรัตน์ ขึ้นไปประมาณ 90 กิโลเมตร เป็นที่ตั้งของเขื่อนห้วยกุ่ม และเหนือเขื่อนห้วยกุ่มขึ้นไปประมาณ 40 กิโลเมตร เป็นที่ตั้งของเขื่อนจุฬาภรณ์ ทั้งสองเขื่อนเป็นเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ โดยสร้างปิดลำน้ำพรหม ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของลำน้ำพอง และที่ท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ ระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร ตามลำน้ำพอง เป็นหัวงานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหนองหวาย ซึ่งมีหัวงานเป็นฝาย เพื่อทดน้ำส่งให้พื้นที่เพาะปลูก

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหนองหวาย รับน้ำจากอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์ หลังจากที่ได้ใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว ดูรูปที่ 4.1 กรมชลประทานเป็นผู้ก่อสร้างในปี พ.ศ.2509 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำการทดน้ำเข้าสู่ไร่นา ของเกษตรกรเพื่อทำการเพาะปลูกพืช ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามแนวทั้งสองฝั่งของลำน้ำพอง คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย สามารถส่งน้ำได้ประมาณ 35 ลบ.ม./วินาที ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 186,000 ไร่ และคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา สามารถส่งน้ำได้ประมาณ 15 ลบ.ม./วินาที ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูก ประมาณ 68,000 ไร่ และยังสามารถส่งน้ำสนับสนุนการประปาในตัวเมืองขอนแก่น และมหาวิทยาลัยขอนแก่นอีกด้วย ตัวหัวงานเป็นฝายคอนกรีตแบบ Ogee Weir มีสันฝายยาว 125.24 เมตร ความสูง 5.90 เมตร โดยที่ปริมาณน้ำไหลผ่านสันฝายได้ประมาณ 1,500 ลบ.ม./วินาที ในปี พ.ศ.2524 กรมชลประทานได้เสริมสันฝายหนองหวาย เป็นฝายยาง สามารถปรับยกระดับสันฝายให้สูงกว่าเดิมได้ 0.60 เมตร ด้วยการอัดลมเข้าไปในฝายยาง การเสริมสันฝายนี้ทำให้สามารถเก็บกักสำรองน้ำไว้ได้ 9,300,000 ลบ.เมตร และเพิ่มปริมาณน้ำไหลเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ประมาณ 37.20 และ 16.80 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ

4.2 การออกแบบการเสริมสันเขื่อน

ในกรณีของเขื่อนโดยทั่ว ๆ ไป สามารถดำเนินการออกแบบการเสริมสันเขื่อนได้หลายวิธีแตกต่างกัน หลักสำคัญในการเลือกวิธีการเสริมสันเขื่อนนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของเขื่อนเดิม ความมั่นคงของเขื่อนที่เสริมตลอดอายุโครงการและค่าใช้จ่ายลงทุนก่อสร้าง การดำเนินงาน การซ่อมแซมและบำรุงรักษา สำหรับในกรณีศึกษา การเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ ซึ่งตัวเขื่อนเดิมเป็นเขื่อนหินทิ้งแกนกลางเป็นดินเหนียว สามารถเลือกวิธีออกแบบการเสริมสันเขื่อนที่ดีที่สุด โดยที่ตัวเขื่อนที่เสริมมีความมั่นคงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้าง การดำเนินงาน การซ่อมแซมและบำรุงรักษาตลอดอายุโครงการน้อยที่สุด ได้ด้วยการเสริมเป็นเขื่อนหินทิ้งแกนกลางเป็นดินเหนียว



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหนองหวาย จ. ขอนแก่น

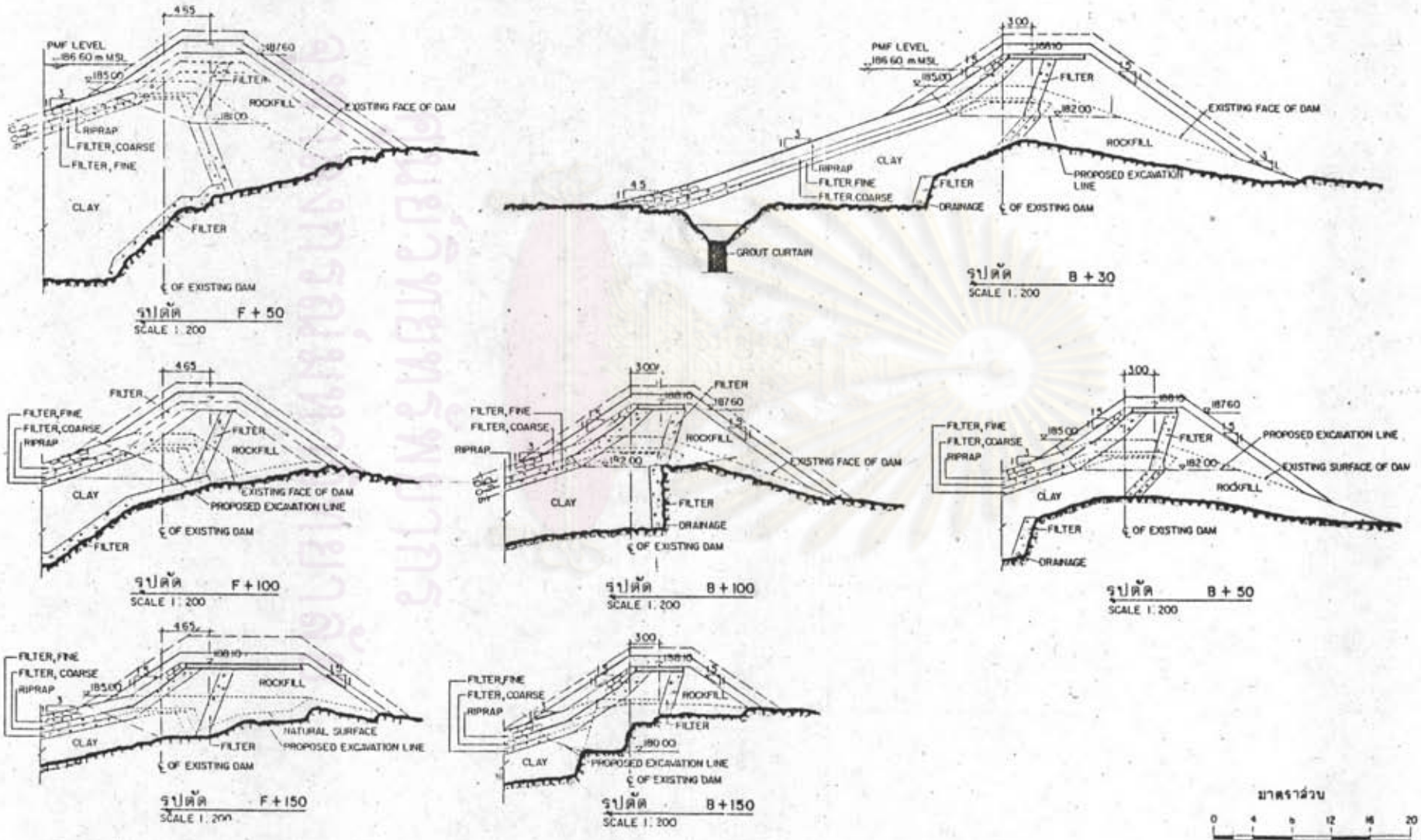
เช่นเดียวกับโครงสร้างเดิมโดยเพิ่มระดับแกนดินเหนียวให้สูงขึ้นจนถึงระดับที่ต้องการ ดูรูปที่ 4.2 ซึ่งแสดงรูปตัดต่าง ๆ ของแบบการก่อสร้างการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น รูปตัด B+30 แสดงรูปตัดตรงจุดลึกที่สุดของลำน้ำพอง ก่อนที่จะเสริมสันเขื่อนต้องขุดลอกชั้นร่องแกน หินทิ้ง ฯลฯ ให้ได้ตามแบบเสียก่อน แล้วจึงเสริมสันเขื่อนจนถึงระดับที่ต้องการ สำหรับการออกแบบการเสริมสันเขื่อนวิธีอื่น ๆ ที่สามารถดำเนินการได้มีหลายวิธี ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.3 และ 4.4 ดังนี้

รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการออกแบบการเสริมสันเขื่อนดิน แกนกลางเป็นเหนียว รูปที่ 4.3(ก) แสดงการออกแบบเป็นกำแพงกันดินคอนกรีตเสริมเหล็ก สูงถึงระดับที่ต้องการวางอยู่บนแกนดินเหนียว ด้านความมั่นคง ต้องตรวจสอบความมั่นคงต่อการเลื่อนไถล การพลิกคว่ำและการรั่วซึม รูปที่ 4.3 (ข) แสดงการออกแบบโดยใช้เข็มพืดตอกเป็นชั้นทึบน้ำแล้วเสริมทับด้วยวัสดุต่าง ๆ ตามต้องการ และรูปที่ 4.3 (ค) แสดงการออกแบบ โดยการเพิ่มระดับแกนดินเหนียว วัสดุละเอียด วัสดุหยาบและหินทิ้ง จนถึงระดับที่ต้องการเช่นเดียวกับที่แสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งวิธีนี้ต้องตรวจสอบความมั่นคงต่อความลาดที่เงื่อนไขการไหลซึม (Steady Seepage) และการลดระดับน้ำ (Rapid Drawdown) รวมทั้งการรั่วซึมผ่านตัวเขื่อน

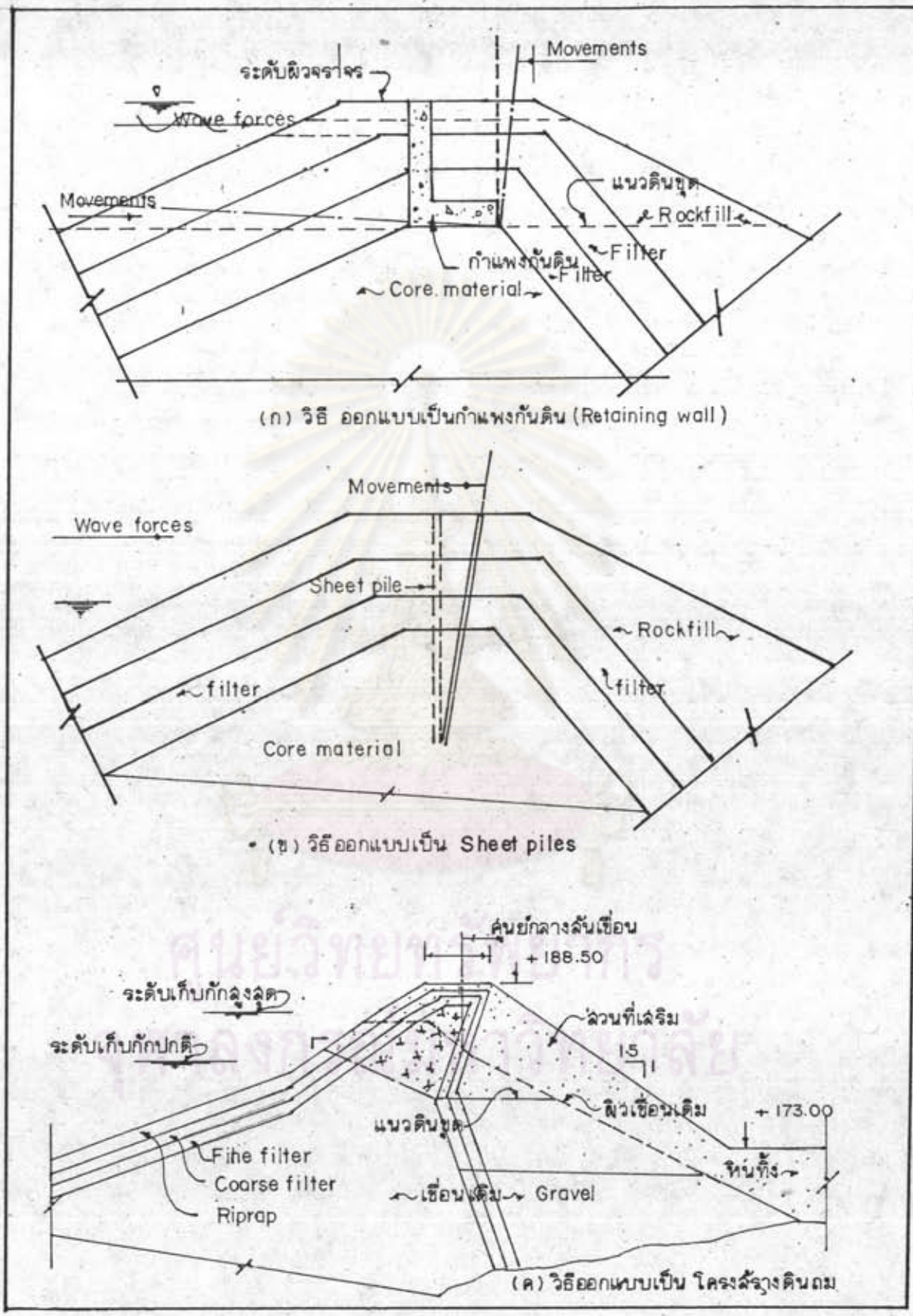
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการเสริมสันเขื่อนแบบต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ และมีการออกแบบก่อสร้างมาแล้ว เช่นรูปที่ 4.4 (ก), (ข), (ค), และ (ง) แสดงแบบต่าง ๆ ของการเสริมสันเขื่อนชนิดโครงสร้างเป็นดิน รูปที่ 4.4 (จ),(ฉ),(ช) และ (ซ) แสดงแบบต่าง ๆของการเสริมสันเขื่อนชนิดโครงสร้างเป็นคอนกรีต ซึ่งรูปที่ 4.4 (จ) เป็นเขื่อนคอนกรีตแบบแรงโน้มถ่วง การเสริมสันเขื่อนยังสามารถช่วยเพิ่มความมั่นคงต่อการเลื่อนไถลและการพลิกคว่ำได้ ถ้ามีการเก็บกักน้ำที่ระดับเท่าเดิม และรูปที่ 4.4 (ฉ), (ช) และ (ซ) เป็นการเสริมสันเขื่อนคอนกรีตโค้งแบบต่าง ๆ

4.3 การประเมินค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

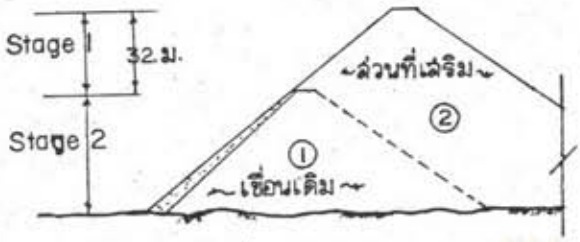
การวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนเดิมให้สูงขึ้น สามารถประเมินได้ จากค่าผลประโยชน์ต่อหน่วยที่ได้รับจากโครงการ ด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ การชลประทาน การป้องกันอุทกภัย ฯลฯ สำหรับการศึกษาผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ ได้ประเมินผลประโยชน์ต่อหน่วยดังนี้



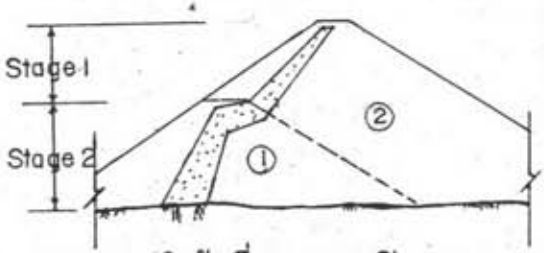
รูปที่ 4.2 แสดงรูปตัดต่างๆ ของแบบก่อสร้างการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น



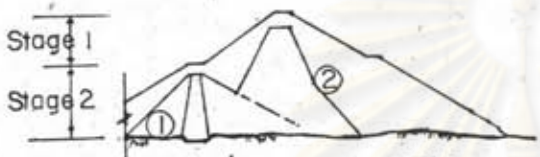
รูปที่ 4.3 แสดงการออกแบบการเสริมสันเขื่อน Earth Fill Dam



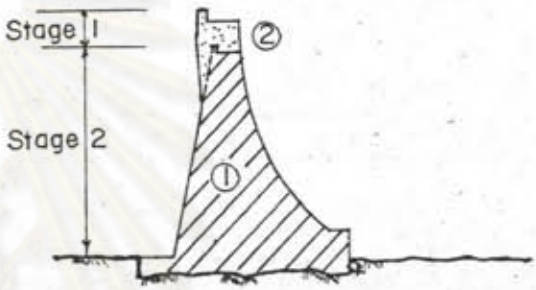
(ก) การเสริมสันเขื่อน Pindori–Australia
สูง 32.0 ม.



(ข) การเสริมสันเขื่อน แบบ Slope–core–rockfill–Dam

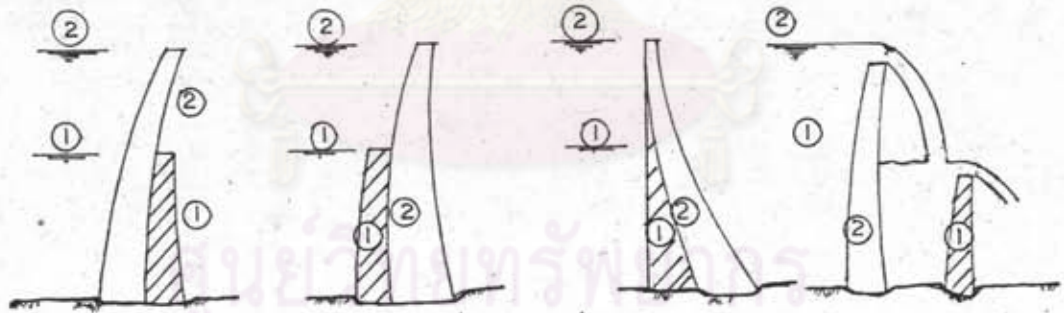


(ค) การเสริมสันเขื่อน แบบ Rockfill Dam

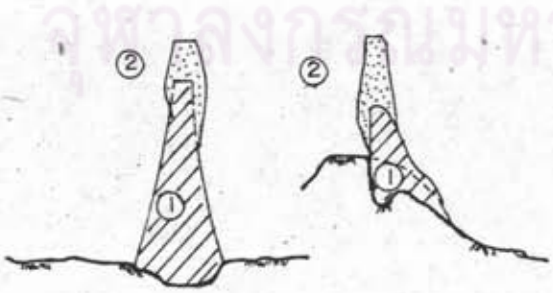


(จ) การเสริมสันเขื่อน แบบ แรงโน้มถ่วง

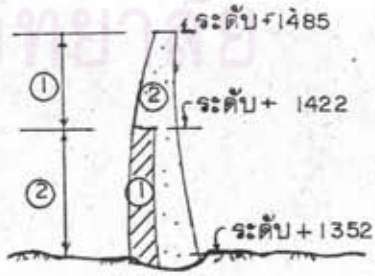
(ง) การเสริมสันเขื่อนแบบ Trickcore-Rockfill Dam.



(ฉ) การเสริมสันเขื่อน แบบ เขื่อนโค้ง (Arch Dam)



(ช) การเสริมสันเขื่อน รอลล์ อเมริกา



(ซ) การเสริมสันเขื่อน เฟอร์รา อิตาลี

รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะการเสริมสันเขื่อนแบบต่างๆ

4.3.1 ผลประโยชน์ต่อหน่วยด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ

เนื่องจากปริมาณน้ำท่า ที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ในแต่ละเดือนและในแต่ละปีมีปริมาณไม่คงที่ ยังผลให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้แปรเปลี่ยนไปด้วย ในกรณีที่มีน้ำไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำมากจนเกินกว่า ความจุของอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำเก็บกัก ก็อาจต้องระบายทิ้งไปที่ทางระบายน้ำล้น ซึ่งเป็นการสูญเสียน้ำที่สามารถนำมาใช้ สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า แต่ถ้าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้อยก็จะทำให้ขาดน้ำ สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้เกิดการขาดแคลนกระแสไฟฟ้าได้ สำหรับผลประโยชน์ต่อหน่วยของการผลิตกระแสไฟฟ้า ในการศึกษานี้ สามารถวิเคราะห์แยกออกได้เป็น 3 กรณี ได้แก่

1) ในเดือนที่ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ สามารถระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำได้เพียงพอสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ Firm Energy ตามที่กำหนดไว้ ผลประโยชน์ที่ได้ต่อหน่วยกำหนดให้เท่ากับ ค่าลงทุนสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเครื่องจักรไอน้ำ พลังงานความร้อน คือ 1.0535 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

2) ถ้าอ่างเก็บน้ำมีปริมาณมากเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้จนสามารถระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำได้มากกว่าการผลิตที่ Firm Energy จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ Secondary Energy ด้วยแต่ผลประโยชน์ต่อหน่วยของกระแสไฟฟ้า ส่วนที่ผลิตจาก Secondary Energy กำหนดให้ต่ำกว่าผลประโยชน์ต่อหน่วยที่ได้จาก Firm Energy โดยกำหนดให้มีค่าประมาณ 0.400 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

3) ในกรณีที่อ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้ำน้อยจนขาดแคลนน้ำ และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้น้อยกว่า Firm-Energy จะต้องผลิตกระแสไฟฟ้าชดเชยด้วยเครื่องจักรดีเซลล์ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่าย 1.350 บาท/กิโลวัตต์-ชม. ดังนั้น ค่าเสียหายที่เกิดขึ้นจากการขาดน้ำ จึงกำหนดจากค่าใช้จ่ายนี้ต้องเพิ่มขึ้นจาก 1.0535 บาท/กิโลวัตต์-ชม. เป็น 1.350 บาท/กิโลวัตต์-ชม. คือ 0.2965 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

4.3.2 ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการชลประทาน

ผลประโยชน์ด้านการชลประทานที่ได้รับจากอ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน์สำหรับการศึกษานี้คือผลประโยชน์จากการระบายน้ำช่วยเสริมน้ำฝนสำหรับการทำนาปี และการระบายน้ำสู่พื้นที่โครงการสำหรับการทำนาปรัง ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการชลประทาน มีรายละเอียดดังนี้

1) ในฤดูการทำนาปี พื้นที่โครงการน้ำพองหนองหวาย สามารถทำการผลิตข้าวได้ประมาณ 550 กก./ไร่ โดยเสียค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยว จากค่าแรงงาน ค่าปุ๋ย ค่าขนส่ง ฯลฯ ประมาณ 320 บาท/ไร่ เมื่อพิจารณาผลประโยชน์ตามราคาข้าวในตลาดโลก คือ 4.94 บาท/กก. จะได้รับผลประโยชน์ทั้งหมดจากการผลิตต่อไร่ ประมาณ 2,717 บาท/ไร่ ได้รับผลประโยชน์สุทธิหลังหักค่าใช้จ่ายในการผลิต คือ 2,397 บาท/ไร่ แต่ถ้าขาดน้ำสำหรับการทำนาจะทำให้ผลิตข้าวได้ลดลง คือผลผลิตข้าวที่ได้เฉลี่ยจะประมาณ 350 กก./ไร่ ซึ่งจะให้ผลประโยชน์ทั้งหมด 1,729 บาท/ไร่ แต่ค่าใช้จ่าย สำหรับการเพาะปลูกยังคงเท่าเดิม คือ 320 บาท/ไร่ ดังนั้นผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ ในกรณีที่ขาดแคลนน้ำคือ 1,409 บาท/ไร่ ยังผลให้ค่าเสียหายจากการขาดแคลนน้ำ ประมาณ 988 บาท/ไร่

2) ในการทำนาปรัง ผลประโยชน์ข้าวนาปรังที่ได้รับประมาณ 640 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลประโยชน์ทั้งหมดประมาณ 3,161.6 บาท/ไร่ แต่การผลิตข้าวนาปรังต้องเสียค่าใช้จ่ายการผลิตเพิ่มขึ้นถึง 900 บาท/ไร่ ดังนั้น จึงได้ผลประโยชน์สุทธิจากการทำนาปรัง คือ 2,261.6 บาท/ไร่ แต่ถ้าขาดน้ำสำหรับทำนาปรัง ผลผลิตข้าวที่ได้เฉลี่ยจะประมาณ 622.80 กก./ไร่ ซึ่งจะให้ผลประโยชน์ทั้งหมดประมาณ 3,076.6 บาท/ไร่ เมื่อค่าใช้จ่ายสำหรับการเพาะปลูกเท่าเดิมคือ 900 บาท/ไร่ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับในกรณีที่ขาดแคลนน้ำทำนาปี คือ 2176.6 บาท/ไร่ ดังนั้นถ้าขาดน้ำยังผลให้เกิดความเสียหาย คือ 985 บาท/ไร่

4.3.3 ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการป้องกันอุทกภัย

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการป้องกันอุทกภัย คือค่าเสียหายที่ลดลง เมื่อมีการเสริมสันเขื่อน ซึ่งมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างความเสียหายที่เกิดขึ้น เมื่อไม่มีการเสริมสันเขื่อน กับค่าความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เมื่อมีการเสริมสันเขื่อนแล้ว สำหรับเขื่อนอุบลรัตน์ ได้เคยมีการสำรวจความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยมาแล้ว รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก โดยในปี พ.ศ.2523 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้มอบให้บริษัท Team Consulting ทำการศึกษาความเสียหายโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลความรุนแรง เนื่องจากอุทกภัยด้วยวิธีการออกแบบสอบถามและสรุปผลการเปรียบเทียบค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2518, 2519, 2521 และ พ.ศ.2523 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งในปี พ.ศ.2521 เกิดอุทกภัยรุนแรงที่สุด มีอัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสูงสุดถึง 7,100 ลบ.เมตร/วินาที ระดับเก็บกักในอ่างเก็บน้ำสูงสุดเพิ่มขึ้นถึง +183.740 เมตร รทก. ซึ่งสูงกว่าระดับเก็บกักสูงสุดที่ออกแบบไว้ +182.000 เมตร รทก. ทำให้

สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2518, 2519, 2521 และ พ.ศ.2523 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งในปี พ.ศ.2521 เกิดอุทกภัยรุนแรงที่สุด มีอัตราการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสูงสุดถึง 7,100 ลบ. ม /วินาที ระดับเก็บกักในอ่างเก็บน้ำสูงสุดเพิ่มขึ้นถึง +183.740 เมตร รทก. ซึ่งสูงกว่าระดับเก็บกักสูงสุดที่ออกแบบไว้ +182.000 เมตร รทก. ทำให้ปริมาตรน้ำรั่วซึมผ่านเหนือร่องแกนออกไปด้านท้ายเขื่อน ซึ่งเป็นอันตรายต่อความมั่นคงของตัวเขื่อน อาจจะเป็นสาเหตุทำให้เขื่อนพังเสียหายได้ อุทกภัยครั้งนี้ก่อให้เกิดค่าความเสียหายทั้งหมดประมาณ 620.0 ล้านบาท ส่วนในปี พ.ศ.2518, 2519 และ 2523 ถึงแม้อุทกภัยจะมีความรุนแรงน้อยกว่าปี พ.ศ.2521 แต่ระดับน้ำสูงสุดก็ยังสูงกว่าระดับเก็บสูงสุดที่ออกแบบไว้ ซึ่งถ้ามีระยะเวลายาวนานเพียงพอก็อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวเขื่อนอย่างมหาศาลได้เช่นกัน ค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยของปีเหล่านี้ คำนวณเป็นค่าความเสียหายเฉลี่ยที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตลอดรอบ 100 ปี ข้างหน้า ได้จากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับการบรรเทาอุทกภัย (Economic of Flood Mitigation) จากตารางที่ 4.1 สามารถนำมาเป็นข้อมูลวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ได้ดังกราฟรูปที่ 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 ,ตารางที่ 4.2 และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย กับปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัย จะเห็นว่าเมื่อพิจารณาผลประโยชน์ที่ได้รับจากการป้องกันอุทกภัย ตามหลักการในหัวข้อที่ 2.3.3 ค่าความเสียหาย เนื่องจากอุทกภัยของเขื่อนอุบลรัตน์สัมพันธ์ผกผันกับปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัย ในเชิงเส้นตรง ดังนี้

$$Bfld = Cfld\ (FCS) + C$$
$$= -0.3968\ (FCS) + 700.00 \qquad 4.1$$

โดยที่

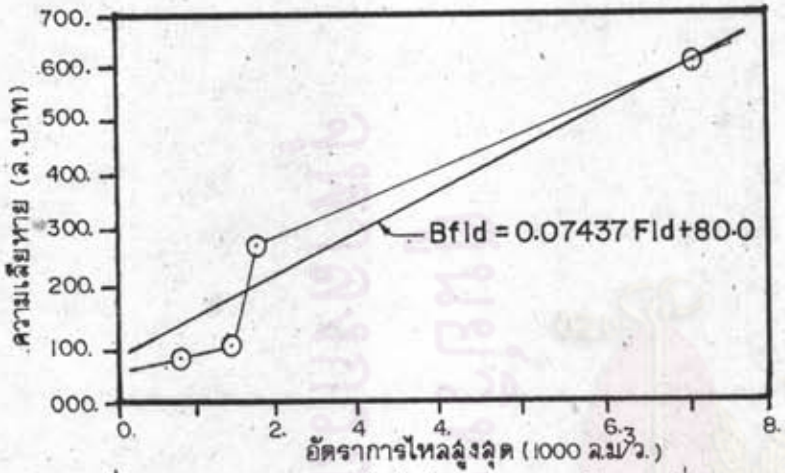
Bfld คือค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย

Cfld คือความลาดของเส้นกราฟความสัมพันธ์ เท่ากับ -0.3968

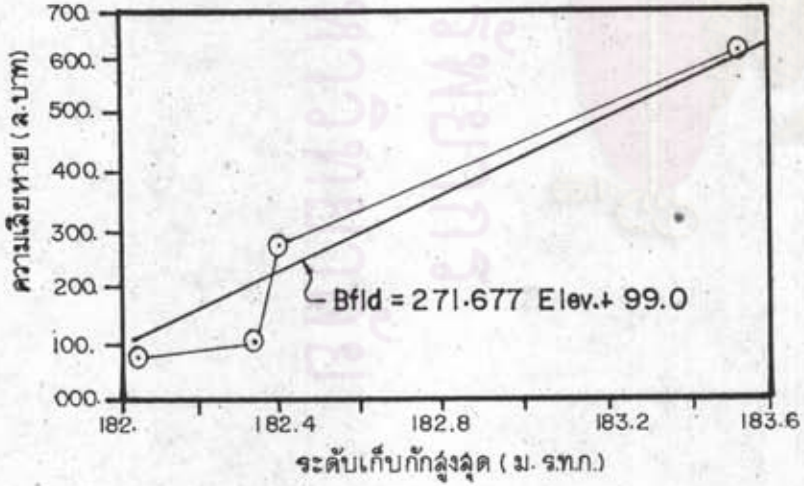
C คือค่าคงที่ มีค่าเท่ากับ 700.00

FCS คือปริมาตรเก็บกักสำหรับป้องกันอุทกภัย

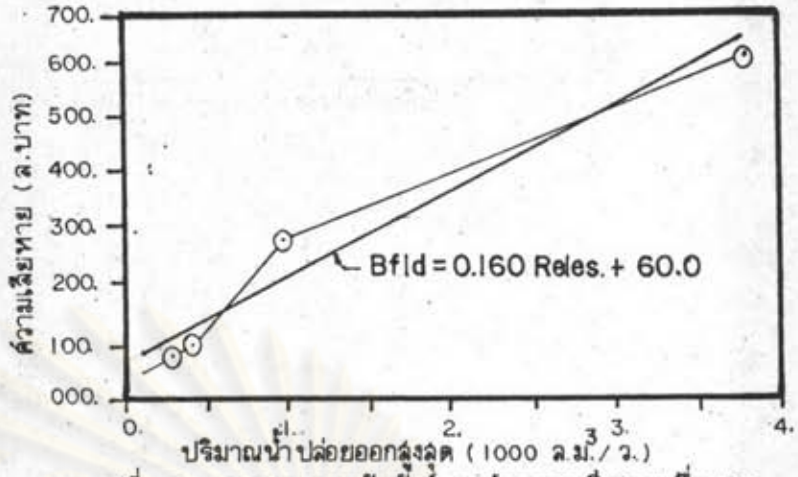
รูปที่ 4.5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยกับอัตราการไหลสูงสุด โดยใช้ข้อมูล 4 ปี จากตารางที่ 4.1 และสามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้โดยวิธีสมการเส้นตรง สมการคือ Bfld = 0.07437 Fld+80.0 ล้านบาท เมื่อ Fld คืออัตราการไหลสูงสุด



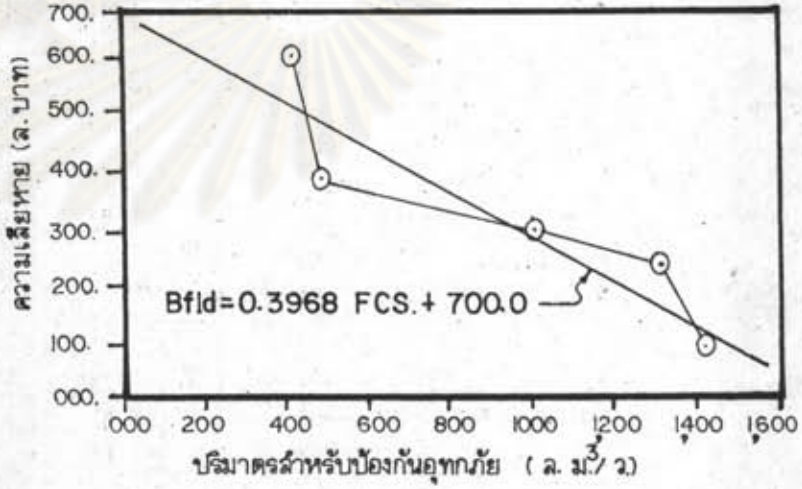
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย กับ อัตราการไหลสูงสุด



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย กับ ระดับเก็บกักสูงสุด



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง ความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย กับ ปริมาณน้ำปล่อยออกสูงสุด



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเสียหายเนื่องจากอุทกภัย กับ ปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัย

รูปที่ 4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหาย เนื่องจากอุทกภัยกับระดับน้ำในอ่างสูงสุด โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.1 ของปี พ.ศ.2518, 2519, 2521 และ 2523 จำนวน 4 ปี ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้โดยใช้วิธีกะประมาณเป็นเส้นตรง สมการคือ Bfld = 271.677 Elev. +99.0 ล้านบาท เมื่อ Elev. คือระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำสูงสุด

รูปที่ 4.7 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหาย เนื่องจากอุทกภัยกับ2ปริมาณน้ำปล่อยออกสูงสุด โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.1 จำนวน 4 ปี ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีกะประมาณ เป็นเส้นตรง สมการคือ Bfld = 0.160 Reles. +60.0 ล้านบาท เมื่อ Reles. คือปริมาณน้ำปล่อยออกสูงสุด

ตารางที่ 4.2 แสดงการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหาย เนื่องจากอุทกภัยกับปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัย ได้จากกราฟรูปที่ 4.6 สำหรับปริมาตรเก็บกักคำนวณจากข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความจุกับระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำจากภาคผนวก ข. และปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัย กำหนดให้คำนวณได้จากผลต่างระหว่างปริมาตรเก็บกักสูงสุดกับปริมาตรเก็บกักที่คำนวณได้ ซึ่งค่าความสัมพันธ์ที่ได้ จะเห็นว่า ถ้าปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัยมีน้อยจะเกิดความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยสูง

4.3.4 สรุปผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเสริมสันเขื่อน

สำหรับการศึกษาผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนในครั้งนี้ ได้พิจารณาผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการอันประกอบด้วย ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน และการป้องกันอุทกภัย โดยการวิเคราะห์การดำเนินงานอ่างเก็บน้ำที่ดีที่สุด โดยกำหนดให้ ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทานมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน (Q_t) และความจุของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน (V_t) และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการป้องกันอุทกภัยมีความสัมพันธ์กับความจุสำหรับป้องกันอุทกภัย ดังได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้ว ในหัวข้อ 2.3 สำหรับกรณีการศึกษาการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์นี้ สามารถสรุปเงื่อนไขของผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ โดยใช้ข้อมูลผลประโยชน์ต่อหน่วยที่วิเคราะห์ได้ในหัวข้อ 4.3.1, 4.3.2 และ 4.3.3 ได้ดังนี้

1) ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้า

ในการวิเคราะห์ผลประโยชน์ ได้กำหนดการผลิตพลังงานไฟฟ้า ออกได้เป็น 2 กรณีคือ การผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Firm Power คือพลังงานที่กำหนดให้ผลิตอย่างน้อยที่สุด เพื่อสนองความต้องการของกิจกรรมต่าง ๆ และการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Secondary Power คือพลังงานไฟฟ้าส่วนที่สามารถผลิตได้มากกว่า Firm Power เนื่องจากปริมาณน้ำต้นทุนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำมีจำนวนจำกัด การปล่อยน้ำออกเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จะต้องให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยมีเงื่อนไขดังนี้

1.1) กรณีการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Firm Power ถ้าเดือนใดมีปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำเพียงพอสามารถปล่อยน้ำออกมาได้มากกว่า ปริมาณน้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ที่ Firm Power (Qf_t) จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ Firm Power คือ 4.00 เมกกะวัตต์ แต่ถ้าน้อยกว่าจะทำการผลิตกระแสไฟฟ้า ตามปริมาณน้ำที่สามารถปล่อยออกได้ โดยมีเงื่อนไขของผลประโยชน์ ดังนี้

ถ้า $Q_t \geq Pft$; $B1 = 1.0535 \times 4.00 = 4.214$ 4.2

ถ้า $Q_t < Pft$; $B1 = 1.0535\ (Q_t)\ (0.002725\ E_n.H)$ 4.3

1.2) ในกรณีที่ขาดแคลนน้ำ สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้ปล่อยน้ำออกมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้น้อยลง ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขาดไปนี้จะก่อให้เกิดความเสียหาย จึงต้องผลิตพลังงานทดแทนด้วยเครื่องจักรดีเซลล์ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ดังนั้นเงื่อนไขของผลเสียหายจากการขาดแคลนน้ำต่อหน่วย คือ

ถ้า $Q_t \geq Q_f$; $B2 = 0.00$ 4.4

ถ้า $Q_t < Q_f$; $B2 = 0.2965\ (Q_f - Q_t)\ (0.002725\ E_n.H)$ 4.5

1.3) กรณีการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Secondary Power ถ้าเดือนใดมีปริมาณน้ำต้นทุนอย่างเพียงพอ สามารถปล่อยน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า Firm Power ก็จะผลิตกระแสไฟฟ้าที่ Secondary Power จะก่อให้เกิดผลประโยชน์ตอบแทนต่อหน่วย ตามเงื่อนไข ดังนี้

ถ้า $Q_t \geq Q_f$; B3 = 0.400 $(Q_t - Q_f)$ (0.002725 E_n. H) 4.6

ถ้า $Q_t < Q_f$; B3 = 0.00 4.7

2) ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทาน

สำหรับโครงการอ่างเก็บน้ำในลักษณะเอนกประสงค์ ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำ สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถส่งให้พื้นที่ชลประทานเพื่อทำการเพาะปลูกก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อเกษตรกร ทำให้สามารถปลูกพืชได้มากขึ้น ในพื้นที่เท่าเดิม และอาจขยายพื้นที่เพาะปลูกได้เพิ่มขึ้น ในการศึกษานี้สามารถคำนวณหาผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทานได้จากปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำ (Q_t) ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานและอื่น ๆ และพื้นที่เพื่อการชลประทาน ได้ดังนี้

2.1) ผลประโยชน์ที่ได้รับโดยตรง จากการชลประทาน ถ้าเดือนใดสามารถปล่อยน้ำออกมาจากอ่างเก็บน้ำตามปริมาณที่ต้องการ ก็สามารถส่งน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการของพื้นที่เพาะปลูก ไม่เกิดสภาพการขาดแคลนน้ำ พื้นที่เพาะปลูกจะอำนวยผลผลิตเต็มที่ แต่ถ้าปล่อยน้ำออกมาไม่ได้ปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ คือเกิดการขาดน้ำ จะทำให้สามารถทำการเพาะปลูกได้น้อยลง ต้องลดพื้นที่เพาะปลูก โดยมีเงื่อนไขของผลประโยชน์ต่อหน่วยดังนี้

ถ้า $Q_t \geq$ QIRR + SND ; B4 = 2,329.3 (AIRR) 4.8

ถ้า $Q_t <$ QIRR + SND ; B4 = 2,329.3$[Q_t/(QIRR + SND)]$(AIRR) 4.9

2.2) ผลเสียหายเมื่อขาดน้ำเพื่อการชลประทาน เมื่อขาดน้ำจะทำให้ ต้องลดขนาดของพื้นที่เพาะปลูกลง ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทานก็จะลดลง และในกรณีที่มีพื้นที่ขาดแคลนน้ำจะทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย โดยมีเงื่อนไขความเสียหายต่อหน่วย ดังนี้

ถ้า $Q_t \geq$ QIRR + SND ; B5 = 0.00 4.10

ถ้า $Q_t <$ QIRR + SND ; B5 = 986.5(QIRR+SND-Q_t)(AIRR/QIRR) 4.11

2.3) ผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการขยายพื้นที่เพาะปลูก ถ้ามีปริมาณน้ำมากสามารถปล่อยออกมาได้ ในปริมาณที่มากกว่าความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน ปริมาณน้ำที่มีเพิ่มขึ้นนี้ สามารถนำไปขยายพื้นที่เพาะปลูกได้ อันเป็นการเพิ่มผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทานได้ โดยที่ผลประโยชน์ต่อหน่วยของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ คือ

ถ้า $Q_t \geq QIRR + SND$ $B6 = 2,329.3(Q_t - QIRR - SND)(AIRR/QIRR)$ 4.12

ถ้า $Q_t < QIRR + SND$ $B6 = 0.00$ 4.13

3) ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการป้องกันอุทกภัย

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการป้องกันอุทกภัย สามารถคำนวณหาได้จากผลต่างระหว่างค่าความเสียหายจากอุทกภัย ก่อนมีโครงการเสริมสันเขื่อนกับค่าความเสียหาย ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นหลังมีโครงการป้องกันอุทกภัย สำหรับค่าความเสียหายของอุทกภัยที่คาดว่าจะเกิดขึ้น สามารถคำนวณหาได้จาก ปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัยของเดือนที่เกิดอุทกภัยสูงสุด คือเดือนกันยายน (t=6) และเดือนตุลาคม (t=7) โดยกำหนดตามปีน้ำ (Water Year) โดยเริ่มต้นเดือนเมษายน t=1, เดือนพฤษภาคม t=2 ตามลำดับ ถ้าทำการวิเคราะห์ช่วงเวลา 1 ปี จะได้เดือนมีนาคม t=12 จะได้

ถ้า t=6 หรือ t=7 ; $Bfld = -0.3968\ (FCS) + 700.00$ 4.14

โดยที่ B1 คือผลประโยชน์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Firm Energy (ล้านบาท)

B2 คือผลเสียเนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Firm Energy (ล้านบาท)

B3 คือผลประโยชน์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ Scondary Energy (ล้านบาท)

B4 คือผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทาน (ล้านบาท)

B5 คือผลเสียเนื่องจากการขาดน้ำเพื่อการชลประทาน (ล้านบาท)

B6 คือผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการขยายพื้นที่เพาะปลูก (ล้านบาท)

Bfld คือผลประโยชน์ที่ได้รับเนื่องจากการป้องกันอุทกภัย (ล้านบาท)

AIRR คือพื้นที่เพื่อการชลประทาน (ไร่)

QIRR คือความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.)

SND คือความต้องการน้ำด้านอื่น ๆ (ล้าน ลบ.ม.)

FCS คือ Flood Control Storage (ล้าน ลบ.ม.)

Q_t คือปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อน (ล้าน ลบ.ม.)

Qf_t คือปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ Firm-Energy (ล้าน ลบ.ม.)

4.4 การประเมินค่าใช้จ่ายของโครงการเสริมสันเขื่อน

ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการเสริมสันเขื่อน หาได้จากการวิเคราะห์ราคาต่อหน่วยของรายการก่อสร้าง และคำนวณหาปริมาณงานการเสริมสันเขื่อนทั้งหมด เช่น งานดิน ขุดดินถม ทำ Base Core งานขนย้ายคอนกรีตเดิมออกและการทำผิวจราจรใหม่ เป็นต้น ในการศึกษานี้จะคำนวณค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ โดยการเพิ่มความสูง ครั้งละ 0.50 เมตร จากระดับสันเขื่อนเดิม +185.00 เมตร.รทก. ถึงระดับ +190.50 เมตร รทก. รวมการศึกษาทั้งสิ้น 11 กรณี

4.4.1 ราคาต่อหน่วยของการก่อสร้าง (Unit Cost)

ราคาต่อหน่วยของการก่อสร้าง การเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ วิเคราะห์จากการแยกรายการก่อสร้างออกตามประเภทของงาน คือ งานขุดดิน ขุดหิน Filter Rockfill Ribrab Base Core Core material งานขนย้ายคอนกรีต งานคอนกรีตเสริมเหล็ก งานไม้แบบและการทำลาดผิวจราจร ส่วนราคาต่อหน่วยนั้นพิจารณาจากค่าใช้จ่ายของค่าแรง ค่าเครื่องมือก่อสร้างและซ่อมแซม ค่าวัสดุก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ค่าคุมงาน ค่าดอกเบี้ย และภาษี เป็นต้น โดยแยกออกเป็นเปอร์เซนต์ของราคาค่าแรงงาน ค่าเครื่องมือก่อสร้าง ค่าวัสดุและอื่น ๆ ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของงานที่ทำ ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ราคาต่อหน่วยของรายการก่อสร้าง ยกตัวอย่างเช่นงานขุดดิน ราคาต่อหน่วย คือ 54.0 บาท ลบ.ม. ซึ่งในจำนวนนี้แบ่งออกเป็น ค่าแรง 2.50 % ค่าเครื่องมือก่อสร้าง 73.40 % ค่าวัสดุที่ใช้ไม่มี และอื่นๆ ประมาณ 23 % นอกจากนี้ รายการก่อสร้างที่ค่าวัสดุที่ใช้ไม่มี ได้แก่ งานขุดหิน และขนย้ายคอนกรีต

4.4.2 ค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อน

ค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ คำนวณได้จากปริมาณงานตามรายการก่อสร้าง ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบก่อสร้าง และราคาต่อหน่วย จากตารางที่ 4.3 สำหรับในการศึกษาการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์นี้ หาปริมาณงานได้โดยใช้ planimeter วัดพื้นที่และคำนวณหาปริมาตรงานจากแบบก่อสร้างที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 4.2 และรูปที่ 4.4 ได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดผลการคำนวณ ปริมาณงานก่อสร้างที่ต้องดำเนินการสำหรับการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ ที่ขนาดการเสริมสูง 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00, 4.50, 5.00 และ 5.50 โดยแยกคำนวณตามรายการก่อสร้างต่าง ๆ ที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.00 เมตร ปริมาณงานเป็นศูนย์หมดทุกรายการก่อสร้าง เนื่องจากยังไม่มีการเสริมสันเขื่อน และที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 0.50 ถึง 5.50 เมตร ค่าปริมาณงานจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ สำหรับปริมาณงานของรายการก่อสร้างงานคอนกรีต ในกรณีศึกษานี้ไม่มี เนื่องจากกำหนดว่าไม่มีการปรับปรุงทางระบายน้ำล้นเดิม

จากข้อมูลปริมาณงานก่อสร้างที่ได้จากตารางที่ 4.4 นำไปคำนวณค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ ดังตารางที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ เขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของผลการคำนวณค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดความสูง 0.00 เมตร ถึง 5.50 เมตร โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 แยกคำนวณตามรายการก่อสร้างต่าง ๆ ได้แก่ งานดินขุด งานหินขุด งานขนย้ายวัสดุ ฯลฯ พร้อมทั้งแสดงผลรวมของค่าลงทุนก่อสร้างไว้ด้วย ซึ่งค่าลงทุนก่อสร้างมีค่าเพิ่มขึ้นค่อนข้างมากที่ขนาดความสูงช่วงแรก และมีค่าเพิ่มขึ้น ลดลงเล็กน้อยที่ขนาดความสูงช่วงท้ายที่ขนาด 4.00 เมตร ถึง 5.50 เมตร ค่าใช้จ่ายของ Riprab Material มีค่าสูงสุดและไม่มีงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 4.6 แสดงการสรุปผลค่าลงทุนทั้งหมดของกรณีศึกษาการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ที่ขนาดความสูงต่าง ๆ จากตารางที่ 4.6 ตั้งแต่ขนาดการเสริมสูง 0.00 ถึง 4.50 เมตร

รูปที่ 4.9 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าลงทุนทั้งหมดของโครงการเสริมสันเขื่อนกับขนาดของการเสริมสันเขื่อน โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.7 ซึ่งจะเห็นว่าที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูงขึ้นค่าลงทุนจะเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบขนาดความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยของโครงการศึกษา

สรุปรายการเปรียบเทียบ	ปีดำเนินการ			
	2518	2519	2521	2523
1)อัตราการไหลสูงสุดของอุทกภัย (ม.^{3}/ว.)	747	1,412	7,100	1,540
2)ระดับน้ำในอ่าวสูงสุด (ม.รทก.)	+182.045	+182.354	+183.740	+182.417
3)อัตราการปล่อยน้ำสูงสุด (ม^3/ว.)	286.87	363.4	3,800.0	988.0
4)ระยะเวลาปล่อยน้ำ > 400 ม.^{3}/ว-วัน	-	-	25	27
5)ปริมาณน้ำเกิน 400.0 ม.^{3}/ว-วัน	-	-	2,260	668.0
6)ระยะเวลาระดับน้ำเก็บกัก > + 182.00 ม.รทก.	-	-	30	21
7)ค่าความเสียหาย				
7.1) พื้นที่เหนือเขื่อน				
7.1.1) พื้นที่เพาะปลูก(ไร่)	-	-	104,000	37,000
7.1.2) ประชาชนถูกน้ำท่วม (ครอบครัว)	-	-	7,000	2,500
7.1.3) ค่าความเสียหาย (ล้านบาท)	18.0	32.0	182.0	32.0
7.2) พื้นที่ท้ายเขื่อน				
7.2.1) พื้นที่เพาะปลูก(ไร่)	-	-	204,000	103,000
7.2.2) ประชาชนถูกน้ำท่วม (ครอบครัว)	-	-	14,000	7,000
7.2.3) ค่าความเสียหาย (ล้านบาท)	58.90	75.0	438.0	203.0
7.3) ค่าความเสียหายรวม	76.90	98.0	620.0	265.0

ตารางที่ 4.2 ค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยที่ปริมาตรการป้องกันอุทกภัยต่างๆ

อัตราการปล่อยน้ำสูงสุด ม.^{3}/ว.	ระดับน้ำในอ่าง ม.รทก.	ปริมาตร ล.ม.^{3}	ปริมาตรป้องกันอุทกภัย ล.ม^3	ค่าความเสียหาย (ล้านบาท)
3,800.0	+183.740	3,350.0	435.0	620.0
2,250.0	+183.000	3,235.0	350.0	400.0
1,650.0	+182.720	2,750.0	103.5	300.0
988.0	+182.417	2,480.0	1,305.0	265.0
500.0	+181.600	2,350.0	1,435.0	100.0

ตารางที่ 4.3 แสดงการวิเคราะห์ราคาต่อหน่วยของรายการก่อสร้าง

รายการก่อสร้าง	หน่วย	ราคาต่อหน่วย(บาท)	ค่าแรง %	ค่าเครื่องมือก่อสร้าง %	ค่าวัสดุ %	อื่นๆ %
ค่าขุดดิน	ลบ.ม.	54.0	2.50	73.40	-	23%
ค่าขุดหิน	ลบ.ม.	130.0	55.80	69.60	-	23%
Filter	ลบ.ม.	130.0	4.50	58.50	13.9	23%
Rockfill	ลบ.ม.	120.0	2.30	30.00	35.2	23%
Ribrab	ลบ.ม.	210.0	1.70	44.00	27.1	25%
Base Core	ลบ.ม.	125.0	5.30	45.00	27.1	25%
Core	ลบ.ม.	114.0	2.90	59.00	10.6	25%
ลาดผิวจราจร	ลบ.ม.	280.0	3.80	35.60	38.2	25%
คอนกรีต+ไม้แบบ	ลบ.ม.	2,700.0	3.00	8.70	65.3	23%
คอนกรีตเสริมเหล็ก	ลบ.ม.	16,300.	4.60	3.00	64.4	25%
ขนย้ายคอนกรีต	ลบ.ม.	400.0	7.0	7.00	-	25%

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการคำนวณปริมาณงานก่อสร้างทั้งหมด ของการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ

รายการก่อสร้าง	หน่วย	ปริมาณงานก่อสร้างที่ขนาดของการเสริมสันเขื่อนต่าง ๆ (ม.)											
	x1000	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
งานดินขุด	ม.^3	0.00	0.925	11.77	2.185	2.630	2.926	3.241	4.074	5.037	5.555	5.981	6.759
งานดินขุด	ม.^3	0.00	1.661	2.87	3.404	4.412	4.588	5.147	6.471	7.941	8.574	9.338	10.588
งานขนย้ายวัสดุ	ม.^3	0.00	23.518	60.40	85.925	92.111	100.648	108.900	138.425	172.648	195.741	207.037	232.034
Filter material	ม.^3	0.00	15.846	32.50	44.800	50.192	58.015	64.692	92.384	113.169	128.615	138.461	156.923
Rockfill m.	ม.^3	0.00	53.333	102.04	129.592	190.416	203.416	221.083	259.166	326.675	357.333	387.750	433.750
Ribrab m.	ม.^3	0.00	11.939	20.70	26.574	35.046	37.500	41.018	60.981	85.648	94.954	109.074	117.454
Basecoarse m.	ม.^3	0.00	1.936	3.68	4.640	5.520	6.160	6.800	8.000	10.560	11.472	12.480	14.160
Core m.	ม.^3	0.00	17.921	33.95	42.017	50.877	60.965	62.456	76.491	96.491	109.649	113.254	127.193
งานคอนกรีต	ม.^3	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ลาดยางถนน	ม.^3	0.00	1.821	3.01	3.714	4.500	5.000	5.536	6.893	8.607	9.286	10.178	11.536

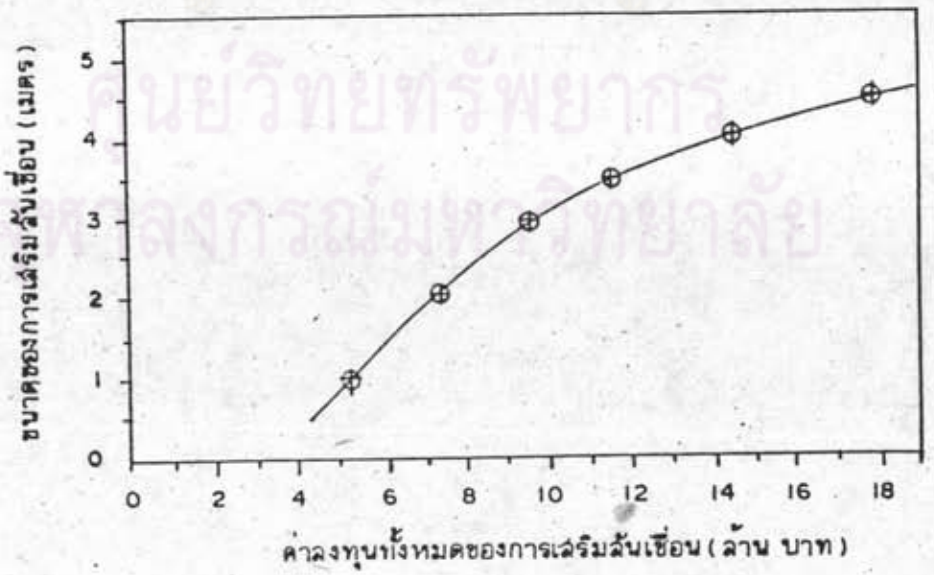
ตารางที่ 4.5 แสดงผลของการคาดคะเนค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ

รายการก่อสร้าง	ราคา	ราคาค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดความสูงต่าง ๆ (ล้านบาท)											
	บาท/ม.^3	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
งานดินขุด	54.0	0.00	0.050	0.095	0.118	0.142	0.158	0.175	0.22	0.272	0.30	0.323	0.365
งานหินขุด	136.0	0.00	0.226	0.374	0.463	0.600	0.623	0.700	0.880	1.08	1.166	1.270	1.440
งานขนย้ายวัสดุ	54.0	0.00	1.274	3.261	4.640	4.974	5.435	5.880	7.475	9.323	10.570	11.180	12.53
Filter matorial	130.0	0.00	2.060	4.225	5.824	6.525	7.542	8.410	12.010	14.712	15.720	18.000	20.400
Rock fill m.	120.0	0.00	6.40	12.244	15.551	28.850	24.410	26.530	31.100	39.021	42.880	46.530	52.050
Ribrab m.	216.0	0.00	2.579	4.264	5.740	7.57	8.100	8.860	13.172	18.500	20.510	23.560	25.370
Basecoarse m.	125.0	0.00	0.242	0.460	0.580	0.69	0.77	0.850	1.000	1.320	1.434	1.560	1.770
Core m.	114.0	0.00	2.043	3.870	4.790	5.80	6.95	7.120	8.720	11.000	12.500	12.911	14.500
งานคอนกรีตเสริมเหล็ก	2700.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ลาดยางถนน	280.0	0.00	0.510	0.8414	1.040	1.26	1.400	1.550	1.930	2.410	2.600	2.850	3.230
รวม		0.00	16.304	29.636	38.800	48.411	55.388	60.075	76.507	97.638	108.68	118.584	131.65
ค่าออกแบบ, คุมงาน	L.S.30%	0.00	4.891	8.892	11.640	14.623	15.616	18.023	22.952	29.291	32.604	35.575	39.50
อื่น ๆ	L.S. %	0.00	19.561	12.307	12.422	12.913	13.664	13.900	15.193	16.071	17.24	18.151	24.186
รวมค่าลงทุนก่อสร้าง		0.00	30.756	50.835	62.862	75.955	84.668	91.996	114.652	143000	158.524	172.31	195.338

ตารางที่ 4.6 สรุปผลค่าลงทุนทั้งหมดของโครงการกับการเสริมสันเขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ

กรณีศึกษา	เสริมสันเขื่อนสูง (ม.)	ระดับสันเขื่อน (ม.รทก.)	ค่าลงทุนก่อสร้าง (ล้านบาท)
1	0.00	+185.000	0.00
2	0.50	+185.500	30.756
3	1.00	+186.000	50.835
4	1.50	+186.500	62.892
5	2.00	+187.000	75.955
6	2.50	+187.500	84.668
7	3.00	+188.000	91.990
8	3.50	+188.500	114.652
8	4.00	+190.000	143.000
10	4.50	+195.000	158.524

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าลงทุนก่อสร้างทั้งหมดกับขนาดของการเสริมสันเขื่อน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย