บทที่ 2
การทบทวนรายงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 นโยบายพลังงานของประเทศไทย

การกำหนดนโยบายพลังงานก่อให้เกิดความมั่นคงด้านพลังงานภายในประเทศ โดยให้เกิดความสมดุลระหว่างความต้องการใช้พลังงานกับการจัดหาพลังงาน หลักการในการกำหนดนโยบายนั้นต้องมีความชัดเจน ให้ความเป็นธรรมกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริมระบบการค้าเสรี และให้ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องร่วมรับผิดชอบต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (เมตตา บันเทิงสุข, 2548) ซึ่งนโยบายพลังงานปัจจุบัน (แถลงต่อรัฐสภา 30 ธันวาคม 2551 โดยอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ) ประเทศไทยมุ่งเน้นนโยบายหลัก 5 ประการ คือ 1) เสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้มีพลังงานใช้อย่างเพียงพอต่อการพัฒนาประเทศและให้พึ่งพาตนเองทางพลังงานได้มากขึ้น 2) ส่งเสริมให้มีการกำกับดูแลกิจการพลังงานให้ราคาพลังงานในประเทศมีความเหมาะสมและมีเสถียรภาพ 3) ส่งเสริมและวิจัยพลังงานทดแทนทุกรูปแบบอย่างต่อเนื่อง 4) ส่งเสริมการอนุรักษ์และประหยัดพลังงานอย่างจริงจังโดยรณรงค์ส่งเสริมให้เกิดวินัยในการประหยัดพลังงานของคนในชาติ และ 5) ส่งเสริมการพัฒนาพลังงานการผลิตพลังงาน และการใช้พลังงานควบคู่ไปกับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม (กระทรวงพลังงาน, 2552) การกำหนดนโยบายดังกล่าว เป็นการพิจารณาถึงกระบวนการบริหารจัดการ และการพัฒนาระบบพลังงานของประเทศ ให้เกิดความสมดุลระหว่างความต้องการใช้พลังงาน (Demand Side) กับการจัดหาพลังงาน (Supply Side) ซึ่งแนวทางในการดำเนินการดังกล่าว จะทำให้เกิดความมั่นคงทางด้านพลังงานตามมา และสามารถลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศได้ และหากประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศตระหนักถึงปัญหาด้านพลังงาน โดยช่วยกันอนุรักษ์และใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า ก็สามารถนำประเทศไปสู่การพัฒนาทางพลังงานที่ยั่งยืนต่อไปได้

นอกจากนี้ การดำเนินนโยบายพลังงานของรัฐบาลปัจจุบัน ได้มุ่งเน้นการพัฒนาจากรากฐานของประเทศ คือ การให้ชุมชนเข้ามีส่วนร่วมในการพัฒนาศักยภาพทรัพยากรท้องถิ่น โดยนำมาเป็นแหล่งพลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์ ชีวมวล (ปาล์ม สบู่ดำ อ้อย แกลบ และ ขุยมะพร้าว เป็นต้น) ขยะ มูลสัตว์ ลม และน้ำ ซึ่งทรัพยากรต่างๆเหล่านี้ล้วนเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพมาก จากนโยบายรัฐบาลนำไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม กระทรวงพลังงานได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นในการจัดหาแหล่งพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งพลังงานหมุนเวียนในประเทศ และได้จัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี ทั้งนี้มีกรอบการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศ ตั้งแต่ ปี 2551 - 2565 โดยได้แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสั้น (พ.ศ. 2551 - 2554) ระยะกลาง (พ.ศ. 2555 - 2559) และระยะยาว(พ.ศ.2560-2565)โดยจะทดแทนการใช้น้ำมันได้รวม 19,799 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ในปี 2565 คิดเป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานของประเทศ (พรชัย รุจิประภา, 2552) แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแผนพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

โดยกำหนดให้โรงไฟฟ้าใหม่ต้องมีโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (Renewable Portfolio Standard: RPS) ร้อยละ 5 โดย กฟผ. ได้รับการอนุมัติให้ก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ ตามขนาดของโครงการ ชุดละประมาณ 700 เมกะวัตต์ รวม 4 โครงการ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2551) นโยบายพลังงานในอนาคตจึงเป็นการดำเนินการเพื่อให้เกิดความมั่นคง และสามารถจัดหาแหล่งพลังงานสำรองไว้ให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ ในประเทศ

จากแนวนโยบายพลังงานข้างต้นนั้น รัฐบาลได้ออกมาตรการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียน โดยมีการปรับปรุงระเบียบด้านการส่งเสริมให้ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producer: SPP) และผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) จากมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2549 เห็นชอบการกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากราคารับซื้อไฟฟ้าตามระเบียบ SPP หรือ VSPP โดย กพช. ได้กำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน ที่มีปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขายไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ ซึ่งขายไฟฟ้าเข้าระบบตามระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP โดยกำหนดให้ผู้สนใจยื่นข้อเสนอต่อกฟภ. และ กฟน. ภายในปีพ.ศ.2551 แต่ทั้งนี้ไม่มีการกำหนดปริมาณไฟฟ้ารับซื้อ และสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขายมากกว่า 10 เมกะวัตต์ ซึ่งขายไฟฟ้าเข้าระบบตามระเบียบ SPP โดยกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าสำหรับ SPP พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากขยะในอัตราคงที่ (ตารางที่2.1) โดยไม่กำหนดระยะเวลาการยื่นข้อเสนอสำหรับ SPP ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนอื่นๆ ใช้วิธีประมูลแข่งขัน โดยกำหนดให้จ่ายไฟฟ้าเข้าระบบภายใน ปี 2555 ส่วนโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ มีการกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าพิเศษ ได้แก่ จังหวัดยะลา ปัตตานี และนราธิวาส ทั้งนี้ให้รวมถึงโครงการโรงไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ดังกล่าว

ตารางที่ 2.1 การกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนมากกว่า 10 เมกะวัตต์

เชื้อเพลิง	ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าเดิม (บาท/kWh)	ปริมาณพลังไฟฟ้ารับซื้อ (MW)	ระยะเวลาสนับสนุน (ปี)	หมายเหตุ
ขยะชุมชน	2.5	100	7	อัตราคงที่
พลังงานลม	3.5	115	10	
พลังงานแสงอาทิตย์	8	15	10	
พลังงานหมุนเวียนอื่นๆ *	0.3	300	7	เปิดประมูล
รวม		530		

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2551)

หมายเหตุ: * เปิดประมูลและกำหนดให้จ่ายไฟฟ้าเข้าระบบ Common Origination and Disbursement (COD) ภายใน2555

ซึ่งอัตราการให้ส่วนเพิ่มปัจจุบันนั้นอยู่ที่โรงไฟฟ้า ชีวมวล - ก๊าซชีวภาพ ขนาดต่ำกว่า 1 เมกะวัตต์ มีส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าเดิม 50 สตางค์ต่อหน่วย เป็น 1.50 บาทต่อหน่วย และขนาดมากกว่า 1 เมกะวัตต์ มีส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าเดิม 30 สตางค์ต่อหน่วย เป็น 1.30 บาทต่อหน่วย ขยะชุมชน 2.50 บาทต่อหน่วย เป็น 3.50 บาทต่อหน่วย และพลังน้ำขนาดเล็ก 50 - 200 กิโลวัตต์ 80 สตางค์ต่อหน่วย เป็น 1.80 บาทต่อหน่วย พลังน้ำขนาดเล็กมากกว่า 50 กิโลวัตต์ 1.50 บาทต่อหน่วย เป็น 2.50 บาทต่อหน่วย ดังนั้นพลังงานทั้ง 4 ประเภท จะมีส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าพิเศษ 1 บาทต่อหน่วย และในส่วนพลังงานลม มีส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าเดิม 4.50 บาทต่อหน่วย เป็น 6 บาทต่อหน่วย และแสงอาทิตย์ 8 บาทต่อหน่วย เป็น 9.50 บาทต่อหน่วย โดยพลังงานทั้ง 2 ประเภทนี้ มีส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าพิเศษ 1.50 บาทต่อหน่วยจากราคาปกติ (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 การกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน

เชื้อเพลิง	ส่วนเพิ่มฯ ปัจจุบัน (บาท/kWh)	ส่วนเพิ่มฯ ใหม่ (บาท/kWh)	ส่วนเพิ่ม พิเศษ * (บาท/kWh)	ส่วนเพิ่มฯ พิเศษ สำหรับ 3 จว. ชายแดนภาคใต้ (บาท/kWh)	ระยะเวลา สนับสนุน
1. ชีวมวล					
กำลังการผลิตติดตั้ง < = 1 MW	0.3	0.5	1	1	7
กำลังการผลิตติดตั้ง > 1 MW	0.3	0.3	1	1	7
2. ก๊าซชีวภาพ (จากทุกประเภทผลิต)					
กำลังการผลิตติดตั้ง < = 1 MW	0.3	0.5	1	1	7
กำลังการผลิตติดตั้ง > 1 MW	0.3	0.3	1	1	7
3. ขยะ (ขยะชุมชน และขยะอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่ขยะอันตราย และไม่เป็นขยะที่เป็นอินทรียวัตถุ)					
ระบบหมักหรือหลุมฝังกลบขยะ	2.5	2.5	1	1	7
พลังงานความร้อน (Thermal Process)	2.5	3.5	1	1	7
4. พลังงานลม					
กำลังการผลิตติดตั้ง < = 50 kW	3.5	4.5	1.5	1.5	10
กำลังการผลิตติดตั้ง > 50 kW	3.5	3.5	1.5	1.5	10
5. พลังน้ำขนาดเล็ก					
กำลังการผลิตติดตั้ง 50 kW - < 200 kW	0.4	0.8	1	1	7
กำลังการผลิตติดตั้ง < 50 kW	0.8	1.5	1	1	7
6. พลังงานแสงอาทิตย์	8	8	1.5	1.5	10

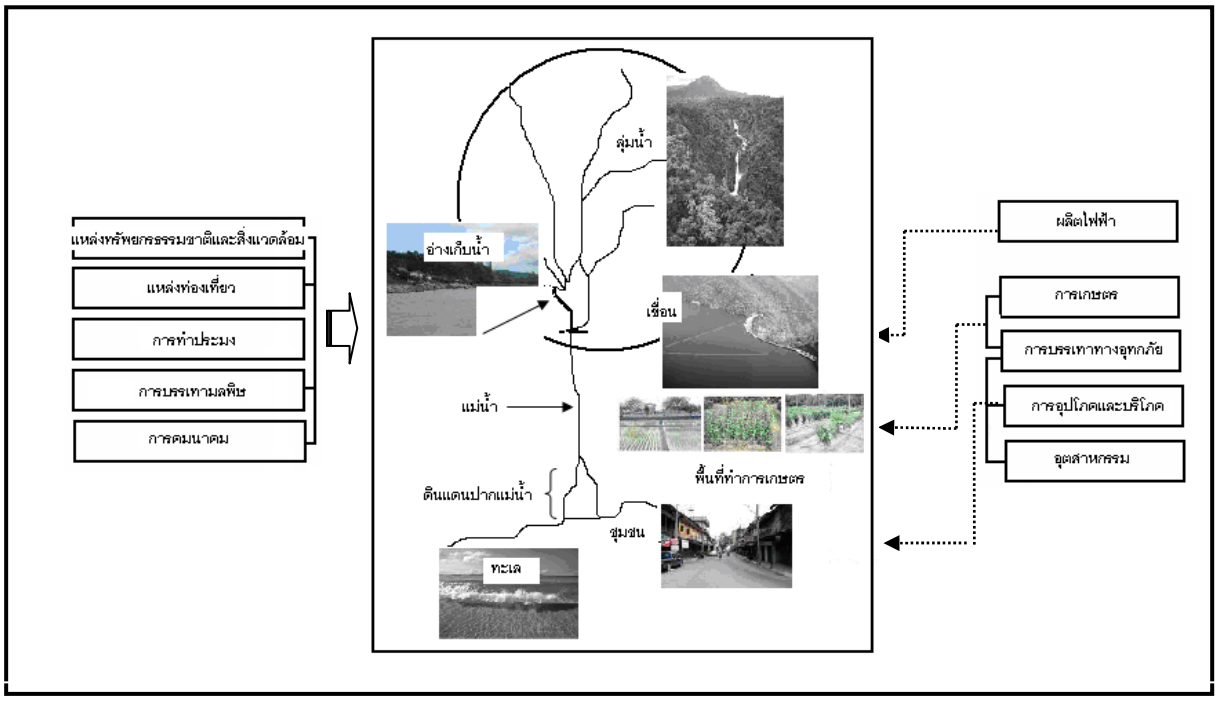
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2552)

หมายเหตุ: * สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน ในพื้นที่มีการผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซล

ทั้งนี้การรับซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กของภาครัฐ เป็นการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนและส่งเสริมการใช้ทรัพยากรในประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ โดยลดการพึ่งพาการ

ผลิตไฟฟ้าและพลังงานเชิงพาณิชย์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และได้กระจายโอกาสออกไปยังพื้นที่ห่างไกลและให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าในพื้นที่มากขึ้น โดยให้มีการคิดค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้ากำหนดจากหลักต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoided Cost) ของไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายซึ่งวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้า จะใช้หลักการหักกลบหน่วยพลังงานไฟฟ้า (Net Energy) (Special Report, 2551)

หากย้อนกลับไปทบทวนนโยบายพลังงานในอดีต จะพบว่ามีการพัฒนาด้านพลังงาน ปรากฏอยู่ในแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 และ ฉบับที่ 6 ได้วางเป้าหมายที่จะส่งไฟฟ้าไปสู่ชนบทอย่างทั่วถึง แต่การส่งไฟฟ้าจากระบบไปสู่หมู่บ้านชนบทที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลความเจริญในเขตป่าเขาหรือในท้องถิ่นทุรกันดารนั้น ไม่มีความเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น การพัฒนาแหล่งพลังงานธรรมชาติที่มีอยู่ในพื้นที่และราคาถูกจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม โดยเฉพาะแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า (อนุชา อนันตศานต์, 2551) และเป็นแหล่งพลังงานสะอาดที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างคุ้มค่า



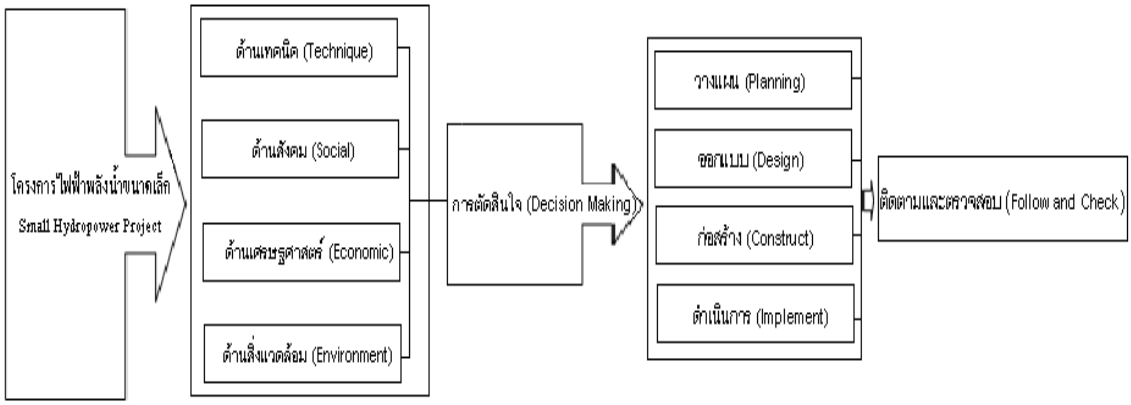
รูปที่ 2.1 การใช้ประโยชน์จากการพัฒนาพื้นที่ลุ่มแม่น้ำ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ในการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า จึงต้องมีการศึกษาอย่างรอบด้าน ดังนั้น การใช้ประโยชน์จากการพัฒนาพื้นที่ลุ่มแม่น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นอย่างมากสำหรับการสงวนและใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสมให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น อ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แหล่งท่องเที่ยว การประมง บรรเทามลพิษ และการคมนาคม เป็นต้น ในส่วนของเขื่อน ใช้เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้า การเกษตรกรรม บรรเทาอุทกภัย อุปโภคและบริโภค และอุตสาหกรรม เป็นต้น (รูปที่ 2.1)

การดำเนินนโยบายพลังงานของประเทศไทยปัจจุบัน มีจุดมุ่งหมายคือต้องการให้เกิดความมั่นคงทางด้านพลังงานขึ้นในอนาคต และจัดหาแหล่งพลังงานไว้ใช้สำหรับความต้องการที่จะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ จะเน้นการพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนที่ใกล้ตัวและมีศักยภาพ ซึ่งการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงมีความเหมาะสมมากสุด อย่างไรก็ดี จากลำดับภาพข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่า การศึกษาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีความสำคัญและสอดคล้องกับบริบทท้องถิ่นที่มีแหล่งน้ำสาขา เช่น จังหวัดกาญจนบุรี การศึกษาครั้งนี้จึงสนใจศักยภาพทางด้านการผลิตกระแสไฟฟ้า วิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ-สังคม และการมีส่วนร่วมของประชาชนกับการสร้างฝายขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้า โดยพิจารณาจากพื้นที่ที่มีศักยภาพในทุกๆ ด้าน

2.2 โครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

การดำเนินงานโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ประกอบด้วย การวางแผน การออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินงานตามโครงสร้างต่างๆของโครงการ โดยมีการควบคุมและจัดสรรการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งถ้าขาดการวางแผนที่ดีย่อมก่อให้เกิดผลกระทบในด้านต่างๆ ทั้งในด้านเศรษฐกิจและทางด้านสังคม รวมทั้งก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมตามมา ดังนั้น โครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กจึงต้องมีการพิจารณาและคำนึงถึงหลักการต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจกำหนดโครงการ (รูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.2 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

ด้านเทคนิค เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมการดำเนินโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กว่าสามารถดำเนินการให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้ ทั้งนี้การสร้างฝายกันน้ำเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้านั้นสิ่งสำคัญของโครงการ คือ ลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับทำฝายกันน้ำ จะถูกพิจารณาเป็นลำดับแรก ส่วนทาง ด้านเทคนิคของโครงการเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ และการใช้ประโยชน์จากน้ำล้นและฝายเก็บน้ำ เช่น การดำเนินการขุดลอกแหล่งน้ำและการกำหนดแนวเขตริมแหล่งน้ำหรือการสร้างทำนบ

กั้นในแหล่งน้ำ จะเป็นเทคนิควิธีช่วยรองรับน้ำในฤดูน้ำหลาก ซึ่งสามารถป้องกันและบรรเทาทางด้านอุทกภัยให้กับราษฎรได้ เทคนิคนี้จะทำให้ระบบน้ำไหลได้สะดวกรวดเร็ว เป็นต้น

ด้านสังคม เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กว่าเป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม แม้การขยายตัวของชุมชนจะก่อให้เกิดชุมชนใหม่ และโครงการดังกล่าวสามารถเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน จะเห็นได้ว่าโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กในบางโครงการเกิดจากความต้อง การของราษฎรเพื่อต้องการพัฒนาท้องถิ่นโดยมีแหล่งน้ำไว้ใช้ในพื้นที่เพื่อกิจกรรมทางด้านการเกษตรและกิจกรรมอื่นๆ หรือแม้บางโครงการจะทำให้ราษฎรต้องอพยพโยกย้ายถิ่นฐานจากเดิม ไปอาศัยอยู่ในพื้นที่แห่งใหม่เพียงเพราะต้องการพัฒนาพื้นที่ให้เจริญ ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาความเหมาะสมทางด้านสังคมควบคู่กันกับการศึกษาความเหมาะสมด้านอื่นๆของพื้นที่ด้วย

ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กทางด้านวิศวกรรม โดยองค์ประกอบของโครงการนั้นๆ ผู้พิจารณาโครงการจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกดำเนินการตามวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น ฝายเก็บน้ำย่อยต้องคำนึงถึงสถานที่ตั้งของโครงการเป็นหลักโดยเฉพาะความสูงขนาดของฝาย และชนิดของการระบายน้ำ และอื่นๆ ทั้งนี้จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ประกอบกับการเลือกโครงการ อีกทั้งค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานโครงการตามทางเลือกต่างๆย่อมมีความแตกต่างกัน โครงการที่ไม่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ เช่น โครงการมีผลประโยชน์ตอบแทนต่ำ ไม่คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายของการลงทุนที่ต้องเสียไป ย่อมได้รับการพิจารณาให้ยกเลิกโครงการ

ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษาถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการ เมื่อมีโครงการเกิดขึ้นจะทำให้มีผลความเสียหายหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สังเกตได้ว่าเมื่อมีการดำเนินโครงการไปช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้ว อาจส่งผลกระทบต่อทางด้านเศรษฐกิจและสังคมโดยส่วนรวม ซึ่งการศึกษาโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กหากขาดการวางแผนอย่างรัดกุมแล้วย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ เช่น ปัญหาการตื้นเขินของแหล่งน้ำ ปัญหาการทรุดตัวของพื้นดิน เป็นต้น โดยก่อนการดำเนินโครงการ จึงเป็นดัชนีหนึ่งที่บ่งบอกถึงความคุ้มค่าของการลงทุน และเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการดำเนินโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กต่อหรือไม่

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กของประเทศไทย ได้เริ่มมีการดำเนินการก่อสร้างโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มาตั้งแต่ปี 2507 จนถึงปัจจุบัน (ปี 2552) การดำเนินงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ. หรือ DEDE) ได้ศึกษาศักยภาพโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในประเทศไทยเพื่อการผลิตไฟฟ้า โดยมีหน่วยงานเข้าร่วมและรับผิดชอบโครงการฯ ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ. หรือ EGAT) สามารถผลิตไฟฟ้าในโครงการฯ ซึ่งมีกำลังการผลิตไฟฟ้าได้ถึง 60.46 เมกะวัตต์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ. หรือ PEA) มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 8.65 เมกะวัตต์ และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ. หรือ DEDE) มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 43.32 เมกะวัตต์ (ตารางที่ 2.3) ซึ่งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กอยู่ภายใต้การดำเนินงานของ พพ. จำนวน 25 แห่ง ได้โอนไปอยู่ภายใต้การดำเนินงานของ กฟผ. 3 แห่ง และอยู่ภายใต้การ

ดำเนินงานของ พพ. 22 แห่ง โดยโครงการฯดังกล่าวสามารถผลิตกระแสไฟฟ้า เฉลี่ยปีละ 80 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง ทั้งนี้สามารถทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงได้ประมาณ 24 ล้านลิตรต่อปี เทียบเท่าน้ำมันดิบ 17.02 ktoe เฉพาะปีงบประมาณ 2548 และเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำที่อยู่ในความรับผิดชอบของ พพ. สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวมทั้งสิ้น 97.25 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง โดยมีรายได้จากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 114.785 ล้านบาท (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

ตารางที่ 2.3 กำลังการผลิตรวมไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กของประเทศไทย

รายละเอียด	กำลังการผลิตไฟฟ้า (MW)
1. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	**2,946.73**
- *ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่*	2,886.27
- *ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก*	60.46
2. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (*ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก*)	**8.65**
3. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	**44.48**
- *ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก*	43.32
- *ไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน*	1.16
รวมกำลังการผลิตไฟฟ้า	**2,999.86**

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2552)

2.2.1 การจำแนกโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กและอัตราการผลิตพลังงาน

การจำแนกโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สามารถจำแนกตามขนาดของโครงการและอัตราการผลิตพลังงานได้ 3 แบบ คือ 1) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (Small Hydropower) อัตรากำลังผลิตพลังงาน 1 ถึง 50 เมกะวัตต์ (MW) 2) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก (Mini Hydropower) อัตรากำลังผลิตพลังงาน 100 ถึง 1000 กิโลวัตต์ (kW) และ 3) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (Micro Hydropower) อัตรากำลังผลิตพลังงาน น้อยกว่า 100 กิโลวัตต์ (kW) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การจำแนกโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กและอัตราการผลิตพลังงาน

รายละเอียด	อัตรากำลังผลิต
1. ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (Small Hydropower)	1 ถึง 50 เมกะวัตต์ (MW)
2. ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก (Mini Hydropower)	100 ถึง 1000 กิโลวัตต์ (kW)
3. ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (Micro Hydropower)	น้อยกว่า 100 กิโลวัตต์ (kW)

ที่มา: Krkoleva A., (2005)

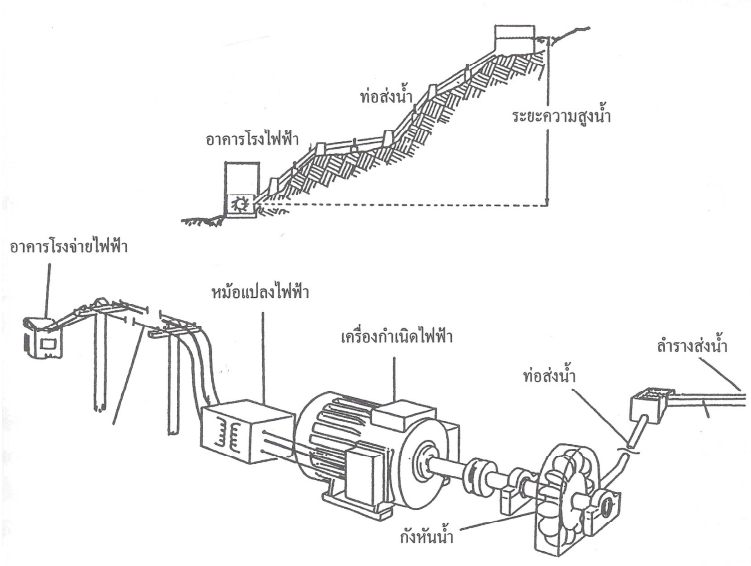
2.2.2 ลักษณะฝาย ฝายน้ำล้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกออกได้ 2 แบบ ดังนี้

(1) ฝายแบบปิด เป็นอาคารที่ก่อสร้างปิดกั้นลำน้ำและสามารถให้น้ำที่ไหลมาล้นข้ามสันของตัวอาคารไปได้ ฝายแบบนี้ไม่มีประตูบังคับน้ำติดตั้งบนสันฝาย ฝายแบบปิดสามารถทดน้ำสูงขึ้นได้ไม่มากนัก จนมีระดับสูงพอจะส่งเข้าสู่คลองส่งน้ำหน้าฝายในช่วงฤดูน้ำน้อย ฝายแบบนี้จึงเหมาะกับลำน้ำที่มีตลิ่งสูงและไม่ควรก่อสร้างในลำน้ำที่มีระดับน้ำในฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลากแตกต่างกันมาก เพราะต้องก่อสร้างให้สูงมากจนทดน้ำเข้าคลองส่งน้ำได้ และต้องก่อสร้างทำนบปีกฝายให้สูงกว่าระดับน้ำสูงสุด ยาวไปตามลำน้ำทางเหนือน้ำบนฝั่งทั้งสองข้าง ซึ่งทำให้ค่าก่อสร้างสูง

(2) ฝายแบบเปิด เป็นอาคารคล้ายฝายแบบปิด แต่มีระดับสันฝายต่ำกว่า และติดตั้งประตูบังคับน้ำไว้บนสันฝาย ซึ่งอาจเปิดประตูทั้งหมดในน้ำไหลออกไปได้มากที่สุดอย่างเต็มที่ในฤดูน้ำหลาก ประตูจะปิดเมื่อต้องการทดน้ำเข้าคลองส่งน้ำในฤดูที่มีน้ำไหลเข้ามาน้อยลง ฝายแบบนี้เหมาะสมกับลำน้ำที่มีระดับในฤดูแล้งและในฤดูฝนแตกต่างมาก แต่ฝายแบบนี้อาจใช้ประโยชน์ได้ไม่สะดวก เพราะต้องจัดเจ้าหน้าที่คอยเปิดปิดบายประตู และสิ้นเปลืองค่าซ่อมบำรุงรักษามากกว่าฝายแบบปิด

2.2.3 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ ใช้น้ำในลำน้ำธรรมชาติเป็นพลังงานในการเดินเครื่อง กำลังผลิตติดตั้งและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าชนิดนี้ จะเพิ่มเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันและปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเครื่องกังหันน้ำ โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบ่งตามลักษณะการบังคับน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ 4 แบบ คือ

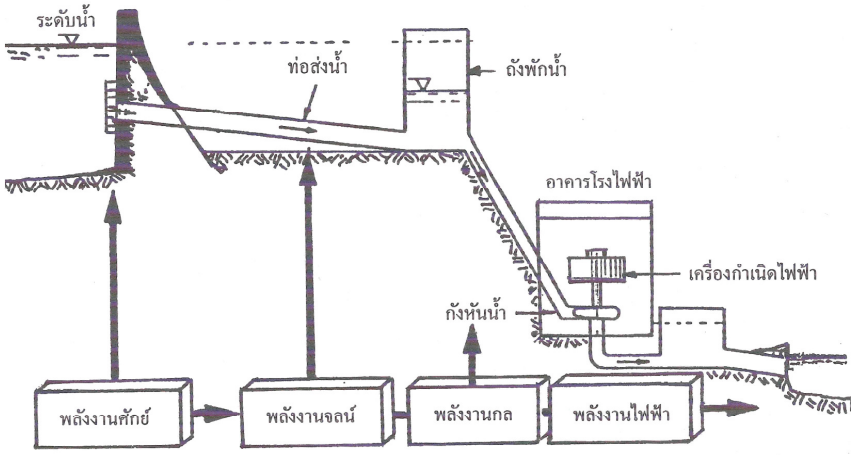
(1) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีฝายเก็บน้ำหรือแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี (Run of River Hydro Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่สร้างขึ้นเพื่อผลิตไฟฟ้าโดยการบังคับทิศทางการไหลของน้ำ จากแหล่งน้ำเล็กๆ เช่น ลุ่มแม่น้ำ ลำห้วย ลำธาร ให้มารวมตัวกันและไหลผ่านท่อหรือรางน้ำที่จัดทำไว้ โดยใช้แรงดันของน้ำซึ่งตกจากตำแหน่งที่สูงมาหมุนกังหันซึ่งต่อกับแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ลักษณะของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีฝายเก็บน้ำ

ที่มา: วัฒนา ถาวร (2543)

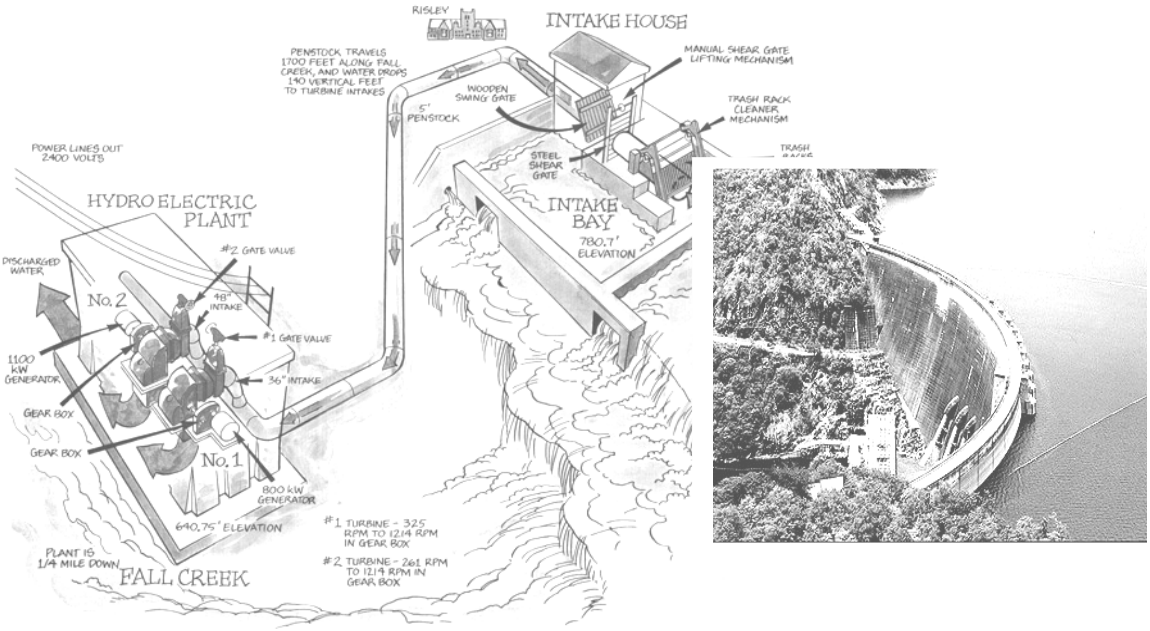
(2) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีฝายเก็บน้ำขนาดเล็ก (Regulating Pond Hydro Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้า โดยการใช้พลังงานน้ำที่มีอยู่ซึ่งอาจเป็นแหล่งธรรมชาติหรือเกิดจากการสร้างขึ้นมาเองในลักษณะของฝายเก็บน้ำ ซึ่งน้ำที่มีอยู่ในฝายเก็บน้ำจะมีปริมาณมากพอที่จะถูกปล่อยออกมาเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา โรงไฟฟ้าแบบนี้ถูกใช้เป็นหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทย เพราะเป็นระบบที่มีความมั่นคงในการผลิตและจ่ายไฟสูง แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ลักษณะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีฝายเก็บน้ำ

ที่มา: วัฒนา ถาวร (2543)

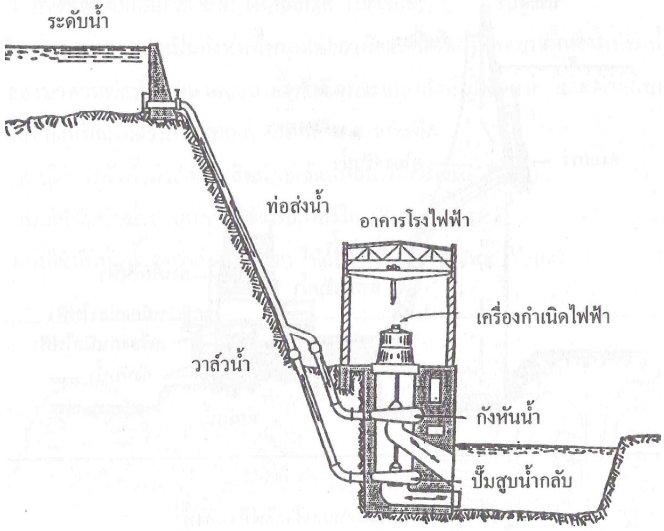
(3) โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Reservoir Hydro Plant) โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่และสูงกั้นขวางลำน้ำไว้ ทำให้เกิดเป็นทะเลสาบใหญ่ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำในฤดูฝนและนำไปใช้ในฤดูแล้งได้ โรงไฟฟ้าแบบนี้นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะสามารถควบคุมการใช้น้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า เสริมในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงตลอดปี โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ส่วนมากในประเทศไทยจัดอยู่ในโรงไฟฟ้าประเภทนี้ แสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ลักษณะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่

ที่มา: http://www.utilities.cornell.edu/utl_hydroelectricplant.html

(4) โรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับ (Pumped Storage Hydro Plant) โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเครื่องสูบน้ำที่สามารถสูบน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำลงมาแล้ว นำกลับขึ้นไป เก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก ประโยชน์ของโรงไฟฟ้าชนิดนี้เกิดจากการแปลงพลังงานที่เหลือใช้ในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำเช่นเวลาเที่ยงคืนนำไปสะสมไว้ในรูปของการเก็บน้ำในอ่างน้ำเพื่อที่จะสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้งหนึ่งในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง เช่น เวลาหัวค่ำ ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าแบบนี้ ได้แก่ โรงไฟฟ้าหน่วยที่ 4 ของเขื่อนศรีนครินทร์ ซึ่งสามารถสูบน้ำกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ได้ แสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ลักษณะโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ

ที่มา: วัฒนา ถาวร (2543)

2.2.4 องค์ประกอบของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กนั้น ได้มีการก่อสร้างฝายทดน้ำหรือเขื่อนขนาดเล็กเพื่อกั้นลำน้ำและผันน้ำจากเขื่อนหรือฝายดังกล่าวด้วยระบบส่งน้ำไปยังโรงไฟฟ้า แรงน้ำซึ่งไหลมาตามท่อจะไปหมุนเครื่องกังหันน้ำ (Turbine) ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลติกระแสไฟฟ้า (Generator) แบบแยกจ่ายอิสระ (Isolate/Off Grid) หรือแบบขนานจ่ายเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (Parallel/On Grid) ซึ่งมีขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง ตั้งแต่ 200 - 6,000 กิโลวัตต์ ซึ่งจะมีแนวทางการพัฒนาและองค์ประกอบหลักของโครงการดังนี้

(1) การเลือกสถานที่ตั้งโครงการ

การเลือกสถานที่ตั้งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่เหมาะสมนั้น จะต้องพิจารณาในหลายๆด้านประกอบกัน เช่น สภาพทางธรณีวิทยาเหมาะสมหรือไม่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีมากน้อยเท่าใด โดยโรงไฟฟ้าจะต้องไม่อยู่ห่างไกลจากแหล่งที่จะใช้ไฟฟ้ามากนัก ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นจะอยู่ในขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ

(2) ศักยภาพของจุดที่ตั้งโครงการ

ศักยภาพกำลังการผลิตติดตั้ง ของบริเวณจุดที่ตั้งโครงการจะมีขนาดเท่าใด มีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะขึ้นอยู่กับความต่างของระดับหัวน้ำหรือความสูงหัวน้ำสุทธิ (Net Head, H) และอัตราการไหลของน้ำ (Flow Rate, Q)

หากสถานที่ที่เลือกพัฒนามีความสูงหัวน้ำสุทธิต่ำ จะต้องการอัตราการไหลของน้ำมาก ซึ่งส่งผลให้เครื่องกังหันน้ำมีขนาดใหญ่ระบบส่งน้ำจะใหญ่ตามไปด้วยค่าการก่อสร้างโครงการก็จะสูงขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามหากสถานที่ที่เลือกพัฒนามีความสูงของหัวน้ำมาก นั่นคือ ต้องการอัตราการไหลของน้ำน้อย ซึ่งส่งผลให้อาคารรับน้ำของระบบส่งน้ำและเครื่องกังหันน้ำมีขนาดเล็กตามไปด้วย

(3) ตัวฝายทดน้ำหรือตัวเขื่อนขนาดเล็ก (Weir or Small Dam)

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น กำลังการผลิตติดตั้งของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จะขึ้นอยู่กับตัวแปรทางธรรมชาติ คือ ความสูงหัวน้ำและอัตราการไหลของน้ำซึ่งจะเป็นคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละสถานที่นั้นๆ ถ้าสถานที่ที่ถูกคัดเลือกเป็นลำน้ำใกล้ภูเขา ซึ่งท้องน้ำมีความลาดชันมากอัตราการไหลของน้ำ ในลำน้ำจะมีปริมาณน้อยแต่จะไหลตลอดทั้งปี แต่สามารถพัฒนาให้มีความสูงของหัวน้ำได้มากกว่า ดังนั้นฝายน้ำล้นสำหรับทดน้ำเข้าระบบส่งน้ำ เป็นทางเลือกที่ความเหมาะสมกว่า เพราะทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกกว่า แต่ถ้าหากสถานที่ที่เลือกอยู่ห่างจากภูเขา ซึ่งท้องน้ำมีความลาดชันน้อย ความสูงของหัวน้ำจึงน้อย และการไหลไม่ค่อยสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ดังนั้นรูปแบบของเขื่อนที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กจึงมีความเหมาะสม เพราะสามารถได้ความสูงของหัวน้ำเพิ่มขึ้น และสามารถใช้น้ำจากที่เก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง

(4) อาคารรับน้ำ (Power Intake)

อาคารรับน้ำ เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีตสำหรับรับน้ำจากลำน้ำหน้าฝายทดน้ำ หรือหน้าเขื่อนเข้าสู่ระบบผันน้ำและระบบส่งน้ำ โดยปกติจะวางแนวอยู่ในทิศตั้งฉากกับทิศทางการไหลของลำน้ำ ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณการไหลของน้ำ ที่จะใช้ประโยชน์ โดยการติด ตั้งระบบเปิด-ปิดด้วยบานประตู ติดตั้งตะแกรงป้องกันเศษขยะที่ลอยมากับน้ำและมีประตูระบายตะกอนทราย ที่สามารถระบายตะกอนทรายซึ่งไหลมากับน้ำไม่ให้เข้าสู่ระบบผันน้ำได้ อาคารรับน้ำอาจก่อสร้างใกล้กับฝายทดน้ำหรือเขื่อนหรืออาจแยกจากกัน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศแต่ละแห่ง

(5) ระบบผันน้ำ (Headrace)

ระบบผันน้ำอาจเป็นคลองส่งน้ำหรือท่อส่งน้ำแรงดันต่ำซึ่งมีความลาดชันต่ำ ความยาวของระบบผันน้ำขึ้นอยู่กับความต้องการของความสูงหัวน้ำสำหรับใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศทั้งนี้การก่อสร้างโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กชนิดที่มีฝายทดน้ำ มีความจำเป็นต้องมีระบบผันน้ำดังกล่าว นอกจากนี้ระบบผันน้ำ จะมีโครงสร้างบ่อดักตะกอน (Sand Trap) เพื่อป้องกันตะกอนทรายที่หลงเหลือไม่ให้เข้าสู่คลองส่งน้ำ หรือท่อส่งน้ำ โดยบ่อดักตะกอน จะถูกก่อสร้างในตำแหน่งระหว่างอาคารรับน้ำและระบบผันน้ำตอนปลายของระบบผันน้ำ โดยมีระบบควบคุมระดับน้ำ เป็นบ่อพักน้ำ (Head Tank หรือ Fore Bay) ก่อนที่น้ำจะถูกส่งเข้าสู่ท่อส่งน้ำ บ่อพักน้ำถูกกำหนดให้เป็นที่เก็บน้ำสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า (Regulating Pound) หากระบบผันน้ำเป็นระบบปิด เช่น การก่อสร้างด้วยท่อที่สามารถรับแรงดันน้ำได้ ตอนปลายของระบบผันน้ำจะติดตั้งระบบสลายความดัน (Surge Tank) เพื่อป้องกันแรงดันกระแทกย้อนกลับ (Water Hammer) อันเนื่องมาจากการหยุดเดินเครื่องกังหันน้ำทันทีทันใด ระบบบ่อพักน้ำ (Head Tank หรือ Fore Bay) จะทำหน้าที่สลายแรงดันกระแทกย้อนกลับดังกล่าวด้วย

(6) ระบบท่อส่งน้ำ (Penstock)

เป็นท่อเหล็กหรือท่อ PVC ชนิดรับแรงดัน ที่สามารถทนแรงดันขณะใช้งานได้ ท่อส่งน้ำจะทำหน้าที่รับน้ำจากระบบผันน้ำ ส่งเข้าสู่เครื่องกังหันน้ำในอาคารโรงไฟฟ้า ในการออกแบบมักจะออกแบบให้ท่อส่งน้ำสั้นที่สุด เท่าที่จะทำได้เพื่อลดการสูญเสีย (Loss) ในท่อ

(7) โรงไฟฟ้า (Power House)

เป็นอาคารที่ติดตั้งเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ประกอบ อาคารโรงไฟฟ้าจะถูกกำหนดไว้ในระดับความสูงที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอุทกภัยช่วงฤดูน้ำหลาก ปริมาณน้ำที่ผ่านเครื่องกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า แล้วจะถูกปล่อยกลับลงสู่ลำน้ำเดิมทางระบายน้ำออก (Tailrace)

(8) เครื่องกังหันน้ำ (Turbine)

น้ำที่ถูกเก็บกักไว้หน้าฝายหรือเขื่อน จะถูกสะสมพลังงานไว้ในรูปของพลังงานศักย์และเมื่อไหลไปตามระบบส่งน้ำไปยังโรงไฟฟ้าพลังงานศักย์จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ เครื่องกังหันน้ำจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานกล เพื่อไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเลือกชนิดของเครื่องกังหันน้ำจะขึ้นอยู่กับความสูงของหัวน้ำ โดยเครื่องกังหันน้ำชนิดเพลตัน (Pelton) จะเหมาะกับความ

สูงของหัวน้ำมาก เครื่องชนิดฟรานซีส (Francis) จะเหมาะกับความสูงของหัวน้ำปานกลาง และเครื่องกังหันน้ำชนิดครอสโฟล์ (Cross Flow) หรือแบบคาปลาน (Kaplan) จะเหมาะกับหัวน้ำต่ำ

(8.1) เครื่องกังหันน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

- แบบแรงกระแทก (Impulse Turbine) เครื่องกังหันน้ำแบบนี้มักใช้กับเขื่อนที่มีหัวน้ำสูง พลังงานศักย์ของน้ำจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ทั้งหมด โดยผ่านหัวฉีดก่อนเข้าตัวกังหัน ขณะที่น้ำพุ่งกระทบตัวกังหันจะมีความดันคงที่เท่ากับความดันของบรรยากาศปกติ การเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางของน้ำหลังจากผ่านหัวฉีด จะเกิดมีแรงกระทำที่วงล้อของตัวกังหันทำให้เกิดงานขึ้น การควบคุมกำลังงานที่วงล้อสามารถทำได้โดยปิด – เปิด หัวฉีดที่มีอยู่ ซึ่งเป็นการปรับปริมาณน้ำให้มาก – น้อยได้ตามต้องการ

- แบบแรงโต้ (Reaction Turbine) เครื่องกังหันน้ำแบบนี้ มักใช้กับเขื่อนที่มีหัวน้ำต่ำและปานกลาง โดยน้ำที่เข้าสู่ตัวกังหัน จะมีความดันสูงกว่าความดันของบรรยากาศปกติ พลังงานศักย์ของน้ำจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ และพลังงานความดันระหว่างทางที่น้ำไหลผ่านใบพัด ความเร็วและความดันจะลดลงและถูกปล่อยออกมาในสภาวะความดันบรรยากาศปกติ และความเร็วที่ต่ำมาก

(8.2) ตัวหมุน (Runner) เป็นส่วนที่หมุนของเครื่องกังหันน้ำ ประกอบด้วยชามอ่าง (สำหรับแบบแรงกระแทก) หรือใบพัด (สำหรับแบบแรงโต้) แกนของตัวหมุนนี้จะต่อกับแกนของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวหมุนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีแบบเพลตัน (Pelton) ฟรานซิส (Francis) และคาปลาน (Kaplan)

(9) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะมีลักษณะเหมือนกับโรงไฟฟ้าชนิดอื่นๆ แต่อุปกรณ์ประกอบ เช่น อุปกรณ์ควบคุม จะมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ จะควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าตามความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ โดยผ่านอุปกรณ์เครื่องควบคุมที่เรียกว่า ก๊อฟเวอร์เนอร์ (Governor) อุปกรณ์ประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังรวมไปถึงตู้ควบคุม หม้อแปลงไฟฟ้าและลานไกไฟฟ้าด้วย

(10) หม้อแปลง (Transformer)

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิด ให้เป็นแรงดันสูงส่งเข้าระบบส่งจ่ายไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลไปให้กับศูนย์กลางผู้ใช้ไฟฟ้า

(11) ทางน้ำล้น (Spillway)

คือ ทางระบายน้ำออกในอ่างเก็บน้ำในกรณีที่น้ำมีระดับสูงมาก เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำท่วมล้นตัวเขื่อน

2.2.5 ข้อดี ข้อเสีย ของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

<u>ข้อดี</u> ของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ มีดังต่อไปนี้

(1) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยราคาถูก ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม บำรุงรักษาต่ำ

(2) สามารถเดินเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ทันที ใช้เวลาจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบได้ ภายในเวลา 4 – 5 นาที การเพิ่มหรือลดพลังงานทำให้รวดเร็ว สามารถจัดให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลง โดยไม่เสียประสิทธิภาพ

(3) เป็นโครงการเอนกประสงค์ สามารถใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น ผลิตพลังงานไฟฟ้า การชลประทาน การป้องกันน้ำท่วม การคมนาคมทางน้ำ การเลี้ยงสัตว์น้ำ และสัตว์ป่า ฯลฯ

(4) ไม่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ไม่มีควันเสีย เขม่า หรือก๊าซพิษ ค่าเก็บรักษาเชื้อเพลิง ค่าจำกัดของเสียจึงไม่มี

(5) ไม่มีพลังงานสูญเสียในการสำรองใช้งาน

(6) มีความแน่นอนในการใช้งาน ประสิทธิภาพของโรงจักรไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงมากตามอายุการใช้งาน เพราะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนด้วยความเร็วต่ำ อุณหภูมิใช้งานต่ำ การออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ยุ่งยาก ข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นน้อย ในแต่ละปีจะหยุดเครื่องเพื่อตรวจซ่อมน้อยครั้ง จึงมีความแน่นอนในการใช้งาน

(7) ใช้จำนวนบุคลากรปฏิบัติการเกี่ยวกับการเดินเครื่องน้อย

(8) ราคาที่ดินถูก เพราะตั้งอยู่ห่างไกลจากชุมชน

(9) ไม่ต้องเสียเวลาในการอุ่นเครื่องก่อนที่จะจ่ายกำลังไฟฟ้าเหมือนโรงไฟฟ้า พลังไอน้ำ ซึ่งต้องการเวลาต้มน้ำให้ได้อุณหภูมิ และความกดดันตามกำหนด

(10) ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ดี

<u>ข้อเสีย</u> ของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ มีดังต่อไปนี้

(1) การลงทุนในระยะแรกตอนสร้างโรงไฟฟ้าและเงื่อนสูงมาก

(2) ใช้เวลานานประมาณ 4 – 5 ปี ในการสำรวจหาบริเวณที่ตั้ง และระยะเวลาในการก่อสร้าง

(3) การผลิตไฟฟ้าขึ้นอยู่กับสภาวะของน้ำฝนที่จะตกลงสู่อ่างเก็บน้ำ ซึ่งไม่ค่อยแน่นอน ถ้าปีใดฝนน้อย อาจมีปัญหาในการผลิตไฟฟ้าได้

(4) อาจกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ป่าไม้ ที่อยู่อาศัย ที่ทำกิน โบราณวัตถุ ฯลฯ

(5) ส่วนมากโรงไฟฟ้าจะอยู่ห่างไกลจากชุมชนอยู่ห่างไกล จากศูนย์กลางการใช้ไฟฟ้า(Load Center) ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในเรื่องของสายส่งไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีพลังงานสูญเสียในสายส่งด้วย

2.2.6 การคำนวณกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าทางเทคนิค

การวิเคราะห์หาศักยภาพทางด้านไฟฟ้า อันได้แก่กำลังผลิตติดตั้งของเครื่องกังหันน้ำจะขึ้นอยู่กับค่าความสูงหัวน้ำ และปริมาณน้ำท่าออกแบบ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงกำลังผลิตที่คาดว่าจะได้รับจากการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

$$P = 9.81\, Q_d H_d N_g N_t \qquad (2.1)$$

เมื่อ P คือ กำลังผลิตติดตั้ง (kW)

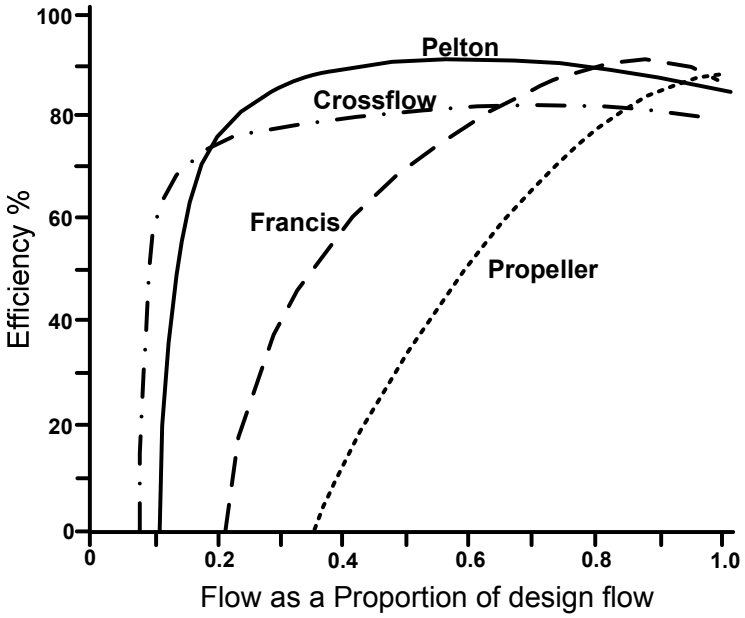
Q_d คือ ปริมาณน้ำท่าออกแบบ (m^3/s)

H_d คือ ความสูงหัวน้ำออกแบบ (m)

N_g คือ ประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

N_t คือ ประสิทธิภาพเครื่องกังหันน้ำ

สำหรับการศึกษานี้ กำหนดให้ค่า N_g คงที่เป็น 0.97 และ N_t ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำออกแบบ แสดงดังรูปที่ 2.7 ซึ่งพบว่ากังหันชนิด Pelton Crossflow และ Kaplan มีประสิทธิภาพสูงเมื่อมีการไหลผ่านน้อยกว่าอัตราไหลออกแบบ ในขณะที่กังหัน Francis จะประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อมีอัตราไหลน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของอัตราไหลออกแบบ สำหรับการศึกษานี้ กำหนดให้ค่า N_t คงที่เป็น 0.90



รูปที่ 2.7 ค่าประสิทธิภาพเครื่องกังหันน้ำ

ที่มา: Paish, O. (2002)

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้คำนวณได้จากสมการ

$$E = PN_h \tag{2.2}$$

เมื่อ E คือพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลา (kWh)

P คือกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)

N_h คือจำนวนชั่วโมงที่เดินเครื่องกังหันน้ำ (h)

ความสูงหัวน้ำออกแบบ H_d แสดงดังรูปที่ 2.9 คำนวณได้จากสมการ

$$H_d = \frac{2}{3}(NHWL - LWL) + LWL - TWL - H_L \tag{2.3}$$

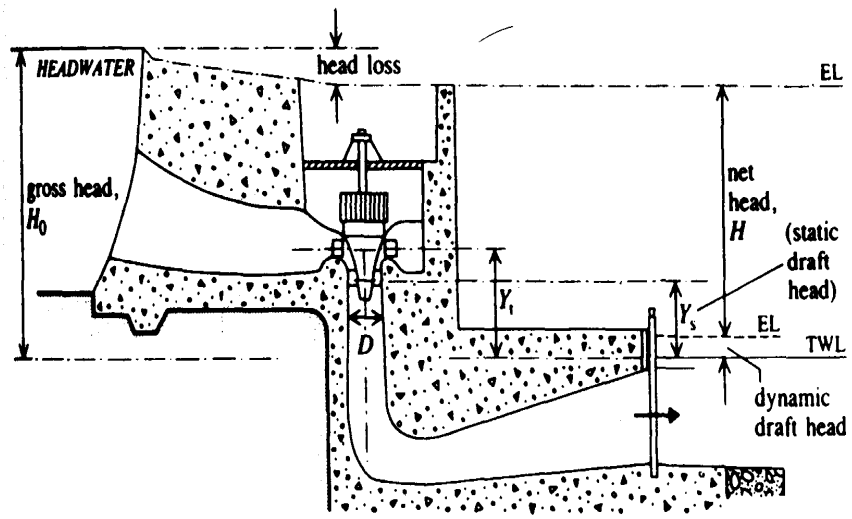
เมื่อ H_d คือความสูงหัวน้ำออกแบบ (m)

NHWL คือระดับเก็บกักปกติ (m.msl.)

LWL คือระดับเก็บกักต่ำสุด (m.msl.)

TWL คือระดับน้ำที่ท้ายโรงไฟฟ้าที่ปริมาณน้ำปล่อยผ่านเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (m.msl.)

H_L คือความสูญเสียหัวน้ำรวม (m)



รูปที่ 2.8 ความสูงหัวน้ำออกแบบ

ที่มา: Paish, O. (2002)

ความสูญเสียของหัวน้ำรวม เป็นความสูญเสียความสูงหัวน้ำที่เกิดในระบบท่อและอุปกรณ์ทั้งหมด คำนวณได้จากสมการ

$$H_L = h_f + h_e + h_o + h_m \tag{2.4}$$

เมื่อ H_L คือความสูญเสียหัวน้ำรวม (m)

h_f คือความสูญเสียหัวน้ำเนื่องจากแรงเสียดทาน ในท่อ (m.)

หาได้จาก

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$$

(2.5)

เมื่อ f คือสัมประสิทธิ์ความเสียดทานการไหล = $124.5n^2LD^{1/3}$

n คือสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง มีค่า 0.012 และ 0.013 สำหรับท่อเหล็กและท่อคอนกรีตตามลำดับ

L คือความยาวเส้นท่อ (m)

D คือเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (m)

v คือความเร็วของน้ำในท่อ (m/s)

g คือความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่า 9.81 (m/s^2)

ความสูญเสียย่อยของการส่งน้ำ ได้แก่ ความสูญเสียหัวน้ำที่ทางเข้าท่อ $h_e = \frac{K_e V^2}{2g}$

K_e = สัมประสิทธิ์ความสูญเสียที่ปากทางเข้ามีค่า 1.0

ความสูญเสียหัวน้ำที่ปากทางออก $h_o = \frac{K_o V^2}{2g}$

K_o =สัมประสิทธิ์ความสูญเสียที่ปากทางเข้า มีค่า 0.5 และ ความสูญเสียหัวน้ำรอง (h_m) เกิดจากการไหลเปลี่ยนทิศทางเมื่อไหลผ่านอุปกรณ์ภายในท่อ เช่น การไหลผ่านข้องอ เป็นต้น

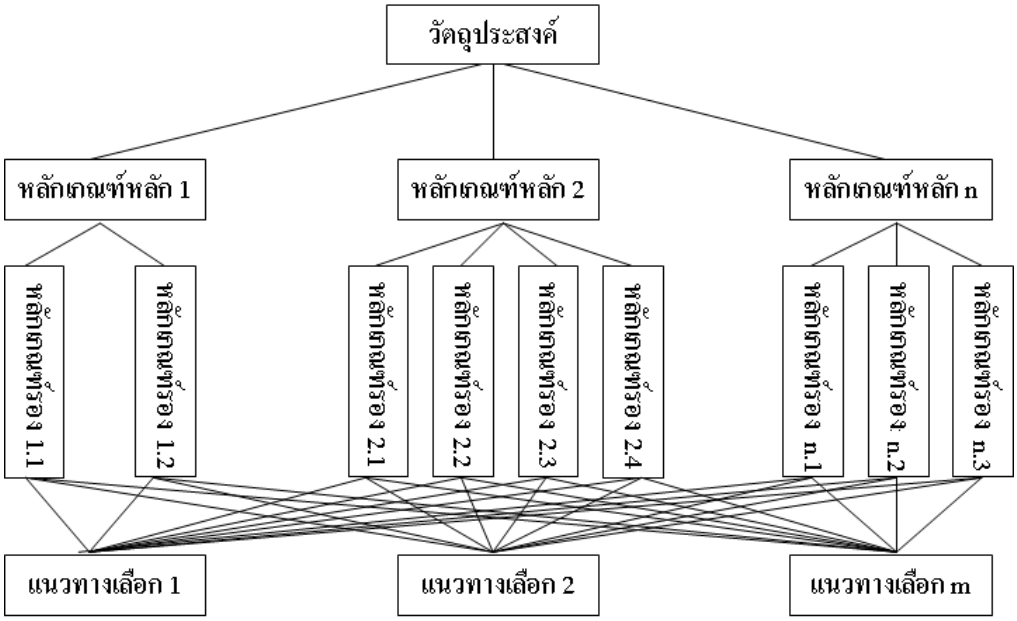
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi - Criteria Decision Making: MCDM)

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ เป็นการเน้นการใช้ทีมที่ประกอบด้วย ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในกระบวนการตัดสินใจ ตั้งแต่การระบุถึง วัตถุประสงค์ หลักเกณฑ์ การวิเคราะห์หาความสำคัญเชิงสัมพัทธ์ ระหว่างหลักเกณฑ์และทางเลือก ในวิธีการ MCDM จุดสำคัญของการวิเคราะห์การตัดสินใจอยู่ที่กฎเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision Rules) ซึ่งจะเป็นกระบวนการเรียงลำดับหรือการคัดทางเลือกที่ใช้ได้ดีที่สุด สำหรับปัญหาหนึ่งๆนั้นการวิเคราะห์อาจทำได้หลายวิธีการ เช่น การรวมแบบถ่วงน้ำหนัก Simple Additive Weighting (SAW), Value/utility function, Analytic Hierarchy Process (AHP), Ideal point และ Concordance เป็นต้น

ในการวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งพัฒนาโดย (Saaty T.L., 1980) วิธีการนี้เอื้ออำนวยให้เกิดการมีส่วนร่วมของผู้ตัดสินใจในการกำหนดวัตถุประสงค์ หลักเกณฑ์ และความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ อีกทั้งผลให้การวิเคราะห์มีโอกาสที่จะได้รับการยอมรับจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนสรุปได้ดังนี้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549 และ Triantaphyllou E., 1998)

2.3.1 การจำแนกปัญหา

เป็นกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยการคัดเลือกจะถูกจำแนกเป็นส่วนๆ และจัดวางในโครงสร้างแบบลำดับชั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 การจำแนกปัญหาเป็นระดับชั้น

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2549)

2.3.2 ระดับความสำคัญของค่าถ่วงน้ำหนัก

หลังจากที่จัดรูปแบบโครงสร้างของปัญหาแล้ว โดยผู้ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจจะต้องช่วยกันดำเนินการเปรียบเทียบคู่องค์ประกอบของแต่ละลำดับชั้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความสำคัญเชิงสัมพัทธ์หรือค่าถ่วงน้ำหนักขององค์ประกอบเหล่านั้น และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบหนึ่งๆในลำดับชั้นที่อยู่สูงขึ้นไปหนึ่งลำดับ จำนวนการเปรียบเทียบทั้งหมดเท่ากับ n (n-1)/2 เมื่อ n เป็นจำนวนองค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้นที่จะนำมาเปรียบเทียบกัน

ในการเปรียบเทียบความสำคัญเพื่อคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ผู้ร่วมตัดสินใจจะต้องให้ค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบ ของแต่ละคู่องค์ประกอบเป็นค่าตัวเลข 1 - 9 โดยตัวเลขแต่ละตัวมีความหมายดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าตัวเลขแสดงค่าระดับความสำคัญสัมพัทธ์

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยมีความสำคัญเท่าๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่าค่อนข้างมาก	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งค่อนข้างมาก
7	สำคัญกว่ามาก	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
9	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมากที่สุด
2, 4, 6, 8	ค่ากลางระหว่างความสำคัญ	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งแบบกึ่งกลางระหว่างค่าความสำคัญ

จากตารางข้างต้น สำหรับการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจคัดเลือกพื้นที่โครงการไฟฟ้าพลังน้ำ จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา ผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และผู้เชี่ยวชาญด้านสังคม ได้ให้ความเห็นในการใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่ ซึ่งสามารถหาน้ำหนักของความสำคัญได้จาก

$$W_t = \frac{V_1}{\sum_{t=1}^{n} V_1} \quad (2.6)$$

โดย W_i คือ น้ำหนักหลักเกณฑ์ V_i คือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต และ n คือ จำนวนข้อมูลแต่ละหลักเกณฑ์ การประเมินค่าความสำคัญสัมพัทธ์ของแต่ละหลักเกณฑ์ โดยทำการประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องและกำหนดร่วมกัน สร้างเมทริกซ์เปรียบเทียบแสดงค่าคะแนนความสำคัญ เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์วัดด้านต่างๆ ทั้งในแถวและคอลัมน์ซึ่งค่าที่แสดงในเมทริกซ์เป็นการนำน้ำหนักคะแนนที่เปรียบเทียบกันไปเติม โดยถ้าแถวสำคัญกว่าคอลัมน์ ใช้ค่าเต็มของน้ำหนักคะแนน และถ้าแถวสำคัญน้อยกว่า ใช้ค่าส่วนกลับเติมลงไป และผลรวมค่าน้ำหนักถ่วงของทุกหลักเกณฑ์ที่อยู่ในโครงสร้างลำดับชั้นเดียวกันนี้ จะมีค่าเท่ากับ 1.0

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างเมตริกซ์ค่าระดับความสำคัญสัมพัทธ์ของหลักเกณฑ์

Main Criteria	Energy	Engi + Econ	Environment	Social	Stake holder
Energy	**1**	$1 / X_{11}$	$1 / X_{12}$	$1 / X_{13}$	$1 / X_{14}$
Engi + Econ	X_{11}	**1**	X_{15}	X_{16}	X_{17}
Environment	X_{12}	$1 / X_{15}$	**1**	X_{18}	X_{19}
Social - Economic	X_{13}	$1 / X_{16}$	$1 / X_{18}$	**1**	X_{20}
Stakeholder	X_{14}	$1 / X_{17}$	$1 / X_{19}$	$1 / X_{20}$	**1**
SUM	$1+x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{15}$	$\frac{1}{x_{11}}+1+\frac{1}{x_{15}}+\frac{1}{x_{16}}+\frac{1}{x_{17}}$	$\frac{1}{x_{12}}+x_{15}+1+\frac{1}{x_{18}}+\frac{1}{x_{19}}$	$\frac{1}{x_{13}}+x_{16}+x_{18}+1+\frac{1}{x_{20}}$	$\frac{1}{x_{14}}+x_{17}+x_{19}+x_{20}+1$

หมายเหตุ: x_{ij} = ค่าความสำคัญสัมพันธ์ของหลักเกณฑ์ i เทียบกับหลักเกณฑ์ j

2.3.3 การตรวจสอบความสอดคล้อง

การวิเคราะห์ความสอดคล้อง พิจารณาจากผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์มาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยแล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ (λ_{max}) ซึ่งหาได้จาก

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^{n}\left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij}W_i\right] \quad (2.7)$$

การตรวจสอบความสอดคล้อง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของเหตุผล (Consistency Index: CI) เป็นตัววัด ดังสมการ

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (2.8)$$

เมื่อ n คือ จำนวนหลักเกณฑ์ และการพิจารณาความสอดคล้องจากอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) ค่า CR จะต้องไม่เกิน 0.1 จึงจะถือว่าถูกต้อง คำนวณได้จาก

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.9)$$

เมื่อ RI คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Index: RI) ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Index, RI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

การเปรียบเทียบค่า CR กับเกณฑ์การยอมรับเป็นดังนี้

CR มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 (กรณี n > 5)

CR มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.09 (กรณี n = 4)

CR มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 (กรณี n = 3)

ถ้ากรณี CR ที่คำนวณไว้มีค่าสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ ต้องทำการวินิจฉัย เปรียบเทียบใหม่ จนได้ค่า CR ตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2.3.4 การเปรียบเทียบทางเลือก

การเปรียบเทียบทางเลือกเป็นขั้นตอนสุดท้าย ของการคำนวณคะแนนรวมในแต่ละทางเลือก จากวิธีWeight Linear Combination (WLC) ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด จะมีคะแนนรวมสูงสุด การคำนวณคะแนนรวมโดยวิธี WLC หาได้จาก

$$A_i = \sum_{j=1}^{n} W_j Z_{ij} \quad (2.10)$$

เมื่อ A_i = คะแนนรวมของทางเลือกที่ i i = 1, 2, ….., n

W_j = ค่าน้ำหนักถ่วงของหลักเกณฑ์ที่ *j*

Z_{ij} = คะแนนของหลักเกณฑ์ที่ *j* ของทางเลือกที่ *i*

2.3.5 การพิจารณาศึกษาหลักเกณฑ์

การพิจารณาศึกษาหลักเกณฑ์ โดยคณะผู้วิจัยผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านนั้น ได้ทำการพิจารณาหลักเกณฑ์ในด้านต่างๆพร้อมกัน เพื่อสร้างความเข้าใจให้สอดคล้องและตรงกัน ทั้งนี้ได้เชื่อมโยงความสำคัญในทุกๆด้านอย่างเท่าเทียมกัน อีกทั้งได้ใช้พื้นฐานความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและองค์ประกอบต่างๆที่สำคัญของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ โดยใช้กระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ร่วมกัน โดยอาศัยการระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุปัจจัยต่างๆ ที่จะมีผลกระทบต่อการ

ดำเนินโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ สามารถสรุปเหตุปัจจัยหลักหรือเกณฑ์หลักที่จะใช้พิจารณาเปรียบเทียบและจัดลำดับของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ โดยมีเกณฑ์หลัก 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการผลิตไฟฟ้า ด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ด้านเศรษฐกิจสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการยอมรับของชุมชน อีกทั้งในการประชุมคณะผู้วิจัยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน จะเป็นผู้กำหนดและพิจารณาเกณฑ์น้ำหนักถ่วงและคะแนนให้ที่ประชุมพิจารณา

2.3.6 การพิจารณา เกณฑ์รองประกอบเกณฑ์หลัก

เกณฑ์รองประกอบเกณฑ์หลัก เป็นการพิจารณาและการกำหนดค่าระดับความสำคัญสัมพัทธ์ของแต่ละคู่ของเกณฑ์รอง ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านได้กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามการพิจารณาให้ค่าตัวเลขระดับความสำคัญสัมพัทธ์ ซึ่งจะพิจารณาตามค่าระดับความสำคัญสัมพัทธ์ระหว่างเกณฑ์หลักเป็นแนวทางต่อการพิจารณาในทุกๆเกณฑ์ แสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 เกณฑ์รองประกอบเกณฑ์หลัก

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง
ก. การผลิตกระแสไฟฟ้า	ก. 1 กำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้า ก. 2 การผลิตไฟฟ้า ก. 3 ความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้า ก. 4 ความยาวของสายส่งไฟฟ้า
ข. วิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์	ข. 1 ความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม ข. 2 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านโครงการ ข. 3 เส้นทางการขนส่งเข้าสู่โครงการ ข. 4 ผลประโยชน์ด้านอื่นๆ ข. 5 ราคาโครงการ ข. 6 อัตราผลตอบแทน ข. 7 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ข. 8 ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า
ค. สิ่งแวดล้อม	ค. 1 การสะสมของตะกอนบริเวณฝาย ค. 2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ค. 3 ผลกระทบด้านการก่อสร้าง ค. 4 ผลกระทบทางด้านชุมชน
ง. เศรษฐกิจ – สังคม	ง. 1 ปัญหาของการขาดแคลนน้ำ ง. 2 ความทั่วถึงของการมีไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน ง. 3 ระดับรายได้ของครัวเรือน ง. 4 สภาพของเส้นทางคมนาคม ง. 5 ความสามัคคี/การรวมกลุ่มทำงาน ง. 6 จำนวนครัวเรือนที่คาดว่าจะได้รับประโยชน์จากการมีไฟฟ้าใช้

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง
จ. การยอมรับของชุมชน	จ. 1 การขาดแคลนไฟฟ้าในพื้นที่ จ. 2 ความเข้าใจและการยอมรับโครงการ จ. 3 ลักษณะผู้ให้ข้อมูล จ. 4 การสนับสนุนงบประมาณโดย อปท.หรือชุมชน

กล่าวได้ว่า การจัดทำเมตริกซ์ค่าระดับความสำคัญสัมพัทธ์ของหลักเกณฑ์ โดยใช้สูตรดังตารางที่ 2.6 เช่น ค่าในแนวทแยงมุมจะมีค่าเท่ากับ 1 เพราะสัมพันธ์กับตัวเอง จากนั้นจะต้องทำการตรวจสอบความสอดคล้องโดยใช้อัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผล (CR) เปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ สำหรับในการศึกษานี้ ได้ค่า CR เท่ากับ 0 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ค่าน้ำหนักที่ได้มีความสอดคล้องกัน โดยให้ค่าน้ำหนักที่ได้จากกระบวนการคำนวณดังกล่าว โดยมีผลรวมเท่ากับ 1.00 ค่าน้ำหนักที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบทางเลือกต่อไป อย่างไรก็ดี การจัดลำดับความสำคัญของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในลุ่มแควน้อย ได้ใช้ค่าน้ำหนักถ่วงของเกณฑ์รองทั้งหมด เมื่อนำมาคูณกับคะแนนที่ได้ของแต่ละเกณฑ์ของแต่ละโครงการ จะได้คะแนนรวมของเกณฑ์หลัก ทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการผลิตไฟฟ้า ด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ด้านเศรษฐกิจสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการยอมรับของชุมชน โดยมีคะแนนรวมของลำดับความสำคัญของโครงการทั้งหมด โดยพิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักเกณฑ์หลักด้านต่างๆ (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549)

2.4 แนวคิดการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต้นทุนของโครงการ

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต้นทุนของโครงการ (Benefit - Cost Analysis: BCA) หมายถึง การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนกับผลประโยชน์ที่เกิดจากการลงทุนในโครงการต่างๆ ของรัฐบาล หรืออาจขยายรวมถึงโครงการของเอกชน เพื่อที่จะประเมินดูว่าโครงการนั้นๆก่อให้เกิดผลได้หรือผลประโยชน์เท่าใด และเสียต้นทุนไปจำนวนเท่าใด ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุน - ผลประโยชน์นี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประกอบการตัดสินใจว่าควรจะลงทุนในโครงการนั้นหรือไม่ ซึ่งอาจจะใช้กับโครงการเดี่ยวๆหรือเปรียบเทียบระหว่างโครงการต่างๆก็ได้ การวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ของโครงการด้านเศรษฐศาสตร์จะแตกต่างจากการประเมินค่าทางการเงิน (Financial Appraisal) ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงผลตอบแทนหรือผลประโยชน์และต้นทุนทั้งหมด โดยไม่คำนึงว่าต้นทุนและผลประโยชน์นั้นจะตกอยู่กับใครในสังคมหรือประเทศ ในการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ ได้มีการสร้างตัววัดเพื่อนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจ เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนต้นทุนต่อผลประโยชน์ และอัตราผลตอบแทน เป็นต้น

2.4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ การวิเคราะห์ต้นทุนจะประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

- การระบุต้นทุน ผลประโยชน์ที่เกิดจากโครงการ

กรณีโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กสามารถจำแนกต้นทุน ผลประโยชน์ของโครงการได้ดังนี้

- ต้นทุนทั้งหมดของโครงการ
  - ต้นทุนเบื้องต้น (Initial Costs) ได้แก่
    - Electromechanical Equipment at Market Price
    - Civil Engineering Activities (including infrastructure, land purchase, dam construction, weir and intake, water canal, forebay tank, penstock etc.)
    - Installation Cost (e.g. electrical interconnection cost, access tracks, development cost etc.)
  - ต้นทุนดำเนินงานและบำรุงรักษา (Maintenance and Operation Cost: M&O)
    - ต้นทุนบำรุงรักษาคงที่ (Fixed Maintenance Cost: FMC)
    - ต้นทุนบำรุงรักษาแปรผัน (Variable Maintenance Cost: VMC)
- ผลประโยชน์ของโครงการ
  - ผลประโยชน์โดยตรงจากโครงการ (Direct Benefit)
    - พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี (kWh/year)

➢ การกำหนดและตีค่าผลกระทบภายนอกที่เกิดจากโครงการรวมไว้ในการวิเคราะห์

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กอาจก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกที่เกิดจากการดำเนินการได้ โดย อาจจะมีผลกระทบทั้งในทางที่เป็นบวก (ผลประโยชน์เนื่องจากมีโครงการ) และเป็นลบ (ต้นทุนที่เกิดแก่สังคม ชุมชนอันเนื่องมาจากโครงการ) การวิเคราะห์ที่สมบูรณ์จึงต้องรวมผลกระทบเหล่านี้ไว้ด้วย ตัวอย่างผลกระทบภายนอก ได้แก่

- ผลประโยชน์ที่เกิดจากการมีโครงการ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง รายได้จากการท่องเที่ยวบริเวณโครงการ รายได้จากผลผลิตทางเกษตรที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น
- ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่เกิดแก่ชุมชนจากการมีโครงการ ได้แก่ รายได้ที่สูญเสียจากการจับปลาที่ลดลง การสูญเสียพื้นที่ทำกิน เป็นต้น

เมื่อกำหนดผลกระทบภายนอกได้แล้วขั้นตอนถัดไป คือ การตีค่าผลกระทบภายนอกของโครงการเป็นเงิน เพื่อให้สามารถนำผลกระทบภายนอกมารวมเข้าไว้ในกระแสเงินสดทางเศรษฐกิจของโครงการ จากนั้นจึงประเมินความคุ้มค่าของโครงการการรวมผลกระทบภายนอกสามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น

- การรวมผลกระทบภายนอกโดยผ่านการออกแบบวางแผนโครงการ

เป็นการรวมผลกระทบภายนอกเข้ามารวมไว้กับการออกแบบวางแผนโครงการ เพื่อนำผลกระทบภายนอกมาเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนและผลตอบแทนทางตรงของโครงการ ถ้าโครงการ

ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบ ก็ต้องมีการวางแผนออกแบบใหม่เพื่อช่วยป้องกันแก้ไขผลกระทบทางลบไปในตัว

o การรวมผลกระทบภายนอกโดยผ่านการให้ค่าชดเชย

การจ่ายค่าชดเชยให้แก่ผู้เสียหายจากการมีโครงการ เช่น เกษตรกรที่อาจได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมพื้นที่ทำกินเองจากการสร้างเขื่อน ที่ดิน พืชผลทางการเกษตรเสียหาย โดยค่าชดเชยถือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนโครงการ ทั้งนี้ค่าชดเชยอาจกำหนดขึ้นมาได้จากหลายวิธี เช่น จากคำพิพากษาของศาล จากการสำรวจความเต็มใจจ่าย (Willingness to Pay) จากราคาตลาด (Market Prices) และจากการคำนวณหาผลตอบแทนสุทธิที่สูญเสียไป (Net Benefit Foregone) เป็นต้น

o การรวมผลกระทบภายนอกโดยผ่านทางภาษีอากรและเงินอุดหนุน

รัฐบาลอาจเก็บภาษีจากผลผลิตของโครงการ หากโครงการดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบทางลบขณะเดียวกันรัฐบาลอาจจัดสรรเงินอุดหนุนให้แก่โครงการได้ ทั้งนี้หากผลผลิตของโครงการนั้นๆเป็นประโยชน์ต่อสังคม

o การตีค่าผลกระทบภายนอกโดยใช้ราคาตลาด

เป็นการตีราคาสินค้าและบริการ ที่มีการผลิตหรือที่ถูกทำลายอันเนื่องมาจากผลกระทบภายนอกโดยตรงด้วยราคาตลาด เช่น การสร้างเขื่อนอาจทำให้เกิดการพังทลายของดิน ซึ่งทำให้ผลผลิตทางเกษตรลดลง ผลกระทบจึงเท่ากับผลผลิตที่ลดลงคูณด้วยราคาตลาดของผลผลิตนั้นๆ เป็นต้น

o การตีค่าผลกระทบภายนอกทางอ้อมโดยใช้ราคาตลาดตัวแทน

กรณีที่ผลกระทบดังกล่าวไม่สามารถใช้ราคาตลาดได้ และจะใช้ราคาตัวแทนเป็นเครื่องมือ (Surrogate Prices) การตีค่าโดยวิธีนี้มีหลายวิธี เช่น Hedonic Pricing, Traveling Cost, Contingent Method เป็นต้น

- การนำต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการเปรียบเทียบกัน

เพื่อประเมินความคุ้มค่าของโครงการ โดยหลักเกณฑ์การประเมินความคุ้มค่าของโครงการแบบปรับค่าของเวลา (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2542) ดังนี้

o มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV) หมายถึง มูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งคำนวณได้ด้วยการทำส่วนลด

กระแสผลตอบแทนตลอดอายุโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน หรืออาจคำนวณหา NPV จากความแตกต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนรวมและมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนรวม ซึ่งมีสูตรคำนวณดังนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \qquad (2.11)$$

เมื่อ B_t = ผลตอบแทนในปี t

C_t = ต้นทุนในปี t

r = อัตราส่วนลดที่เหมาะสม

n = จำนวนปีทั้งสิ้นของโครงการ

เกณฑ์การตัดสินใจ คือ การรับหรืออนุมัติโครงการ เมื่อ NPV ≥ 0 เพราะโครงการที่ NPV ติดลบแสดงว่ารายได้ที่ได้รับไม่คุ้มกับการลงทุนควรนำเงินไปลงทุนในโครงการอื่นที่ให้ผลตอบแทนมากกว่า

o <u>อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน</u> (Benefit - Cost Ratio: B/C ratio) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุน ซึ่งเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$B/C = \frac{PVofbenefits}{PVof\ costs} = \frac{\sum_{t=1}^{n}\frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n}\frac{C_t}{(1+r)^t}} \qquad (2.12)$$

เกณฑ์การตัดสินใจคือ ควรรับโครงการที่มีค่า B / C ≥ 1 นั่นคือ เมื่อมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุน และควรปฏิเสธโครงการเมื่อ B /C มีค่าต่ำกว่า 1

o <u>อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ</u> (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึง อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้น IRR คือ อัตราส่วนลด r ที่ทำให้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n}\frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \qquad (2.13)$$

IRR เป็นอัตราดอกเบี้ยสูงสุดที่โครงการสามารถจ่ายให้กับทรัพยากรที่ใช้ เกณฑ์การตัดสินใจคือ การรับโครงการที่มีค่า IRR เท่ากับหรือมากกว่าค่าเสียโอกาสของทุน

o <u>อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนสุทธิต่อการลงทุน</u> (Net Benefit Investment Ratio: N/K) หมายถึง อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน(ผลตอบแทนลบด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน) ต่อมูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุน

$$N/K = \frac{\sum_{t=1}^{n}\frac{B_t - OC_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n}\frac{IC_t}{(1+r)^t}} \qquad (2.14)$$

เมื่อ OC_t = ค่าดำเนินงานในเวลา t

IC_t = ค่าลงทุนในเวลา t

B_t = ผลตอบแทนในเวลา t

r = อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราส่วนลดที่เหมาะสม

เกณฑ์การพิจารณา N / K คือ จะตัดสินใจรับโครงการเมื่อ N / K ≥ 1

2.4.2 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) วัตถุประสงค์การวิเคราะห์ความไวเพื่อกำหนดตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความไวของ NPV หรือ IRR มากที่สุด โดยเฉพาะตัวแปรที่จะทำให้ NPV มีค่าติดลบ การวิเคราะห์จึงมีประโยชน์ เพราะจะทำให้ผู้บริหารโครงการวางแผนป้องกัน หรือควบคุมตัวแปรที่อาจจะมีผลทำให้ NPV เปลี่ยนแปลง

1) การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีประสิทธิภาพมากสุด อีกทั้งได้สงวนทรัพยากรธรรมชาติไว้ใช้ประโยชน์อย่างเดียวกันหรือในลักษณะอื่นที่ให้ประโยชน์มากขึ้นในอนาคต การวิเคราะห์ดังกล่าว จึงเป็นการวิเคราะห์หาต้นทุน (ค่าใช้จ่าย) และผลประโยชน์ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับโครงการ ทั้งนี้จากการศึกษาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กพบว่า โครงการที่มีค่าใช้จ่ายน้อยและสิ้นเปลืองน้อยสุด ก็ยังไม่ใช่โครงการที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาถึง ผลประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการนั้นๆไม่ว่าจะเป็นผลประโยชน์ทางตรงหรือผล ประโยชน์ทางอ้อม แล้วจึงนำไปเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ ซึ่งการเปรียบเทียบดังกล่าวนี้ จะเป็นข้อมูลอันหนึ่งที่ช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ถูกต้องว่าสมควรหรือไม่ที่จะดำเนินการโครงการ แม้ว่ามูลค่าที่เป็นตัวเงินของต้นทุนและผลประโยชน์ที่เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ จะไม่นำค่าภาษีนำเข้า ภาษีอื่นๆ ค่าดอกเบี้ยเงินกู้และค่าเงินเฟ้อมาคิดรวมด้วยเพื่อเป็นการสะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริง สำหรับการดำเนินโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กทั้งนี้ โดยมีวิธีการและขั้นตอนของการศึกษาดังต่อไปนี้ คือ

ก. การวิเคราะห์ค่ากระแสเงินสดสุทธิของโครงการทางเศรษฐศาสตร์

กระแสเงินสดสุทธิโครงการ = ผลตอบแทนสุทธิต่อปี – ค่าใช้จ่ายสุทธิต่อปี (2.15)

ข. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการตามหลักเกณฑ์การประเมินโครงการ ดังนี้

(1) มูลค่าปัจจุบันสิทธิ (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2.16)$$

เมื่อ B_t = ผลตอบแทนในปี t

C_t = ต้นทุนในปี t

r = อัตราส่วนลดที่เหมาะสม

n = จำนวนปีทั้งสิ้นของโครงการ

(2) อัตราผลตอบแทนต้นทุน (B/C ratio)

$$B/C = \frac{PVofbenefits}{PVof\ costs} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (2.17)$$

(3) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR)

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (2.18)$$

(4) อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนสุทธิต่อการลงทุน (Net Benefit Investment Ratio: N/K)

$$N/K = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - OC_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{IC_t}{(1+r)^t}} \quad (2.19)$$

OC_t = ค่าดำเนินงานในเวลา t

IC_t = ค่าลงทุนในเวลา t

B_t = ผลตอบแทนในเวลา t

r = อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราส่วนลดที่เหมาะสม

ทั้งนี้ การประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จากการศึกษาทางด้านต้นทุน (Cost) และผลประโยชน์ (Benefit) ทั้งทางตรงและทางอ้อมนั้น สามารถตีค่าเป็นตัวเงินได้และตีค่าเป็นตัวเงินไม่ได้ และได้ศึกษาตามแนวทางของทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ตลอดอายุของโครงการ ดังนั้นรายละเอียดของการประเมินทางด้านต้นทุน (Cost) โครงการฯ จะได้อธิบาย ดังนี้

- ต้นทุนของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (Investment Cost)

ก. ต้นทุนเบื้องต้น (Initial Cost) ได้แบ่งตามลักษณะงาน ดังนี้

(1) ต้นทุนงานเตรียมการก่อสร้าง (Preliminary Works) เป็นการตระเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้ควบคุมงานและผู้รับเหมาได้เข้ามาทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การสร้างถนนทางเข้า การสร้างสะพาน การสร้างบ้านพัก เป็นต้น

(2) ต้นทุนงานแก้ไขผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Mitigation Plan) เป็นงานที่กำหนดโดยคณะอนุกรรมการประสานงานการวางแผนโครงการเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เช่น การโยกย้ายราษฎร และการสร้างที่อยพย การป้องกันป่าไม้ การประมง ฯลฯ

(3) ต้นทุนงานโยธา (Civil Works) มีส่วนประกอบสำคัญ คือ

- เขื่อนและทำนบดินกั้นช่องเขาขาด (Dam and Dike)
- อาคารระบายน้ำล้น (Spillway)
- การผันน้ำระหว่างก่อสร้าง (Diversion Works)
- อาคารส่งน้ำเข้าโรงไฟฟ้า (Power Intake)
- อุโมงค์และท่อส่งน้ำเข้าโรงไฟฟ้า (Power Tunnel and Penstock)
- อาคารโรงไฟฟ้า (Powerhouse)
- อาคารระบายท้ายน้ำ (River Outlet หรือ Irrigation Outlet)

(4) ต้นทุนอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้า ประกอบด้วย เครื่องกังหันน้ำและประตูน้ำ (Turbine และ Valve) เครื่องกำหนดไฟฟ้า (Generator) อุปกรณ์ควบคุมโรงไฟฟ้า (Power Plant Equipment) หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) และ Powerhouse Crane

(5) ต้นทุนอุปกรณ์ไฮดรอลิก (Hydraulic Equipment) ประกอบด้วย ประตูน้ำ (Bulkhead Gate และ Stop log) ประตูอาคารระบายน้ำล้น (Spillway Gate)

(6) ต้นทุนระบบส่งไฟฟ้า ประกอบด้วย อุปกรณ์ลานไกไฟฟ้า (Switchyard Equipment) สถานีย่อย (Substation) สายส่งไฟฟ้า (Transmission Line) อุปกรณ์โทรคมนาคม (Telecommunication Equipment)

(7) ต้นทุนค่าควบคุมดำเนินงาน (Administration) ประกอบด้วย การเตรียมงานการก่อสร้าง งานโยธา อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้า อุปกรณ์ไฮดรอลิก และระบบส่งไฟฟ้าของโครงการ

(8) ต้นทุนค่าวิศวกรที่ปรึกษา สำหรับงานออกแบบ และควบคุมงานก่อสร้าง

(9) ค่าภาษีอากรขาเข้า (Import Duties and Taxes) ของอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้อัตราของกรมศุลกากรเป็นผู้กำหนด โดยคิดเป็นร้อยละของราคาอุปกรณ์ (Cost) + ค่าประกันภัย (Insurance) + ค่าขนส่ง (Freight) (C.I.F.)

(10) ค่าเงินเฟ้อ (Escalation) โดยใช้อัตราเงินเฟ้อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงของงานก่อสร้างโครงการ ส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณร้อยละ 2 - 5 ต่อปี

(11) ค่าดอกเบี้ยระหว่างก่อสร้าง (Interest During Construction) ถ้าทราบแหล่งเงินกู้ก็ใช้อัตราของแหล่งเงินกู้นั้นๆ แต่ถ้าไม่ทราบล่วงหน้า ก็ใช้อัตราดอกเบี้ยในประเทศ ประมาณร้อยละ 8 - 10 ต่อปี

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนั้น สามารถนำมาใช้ในการประมาณราคาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กได้ ทั้งนี้การศึกษาความเหมาะสมของโครงการดังกล่าว ได้มีวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการ กล่าวคือ

1) เป็นการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ หรือเรียกว่า ราคาทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Cost) ซึ่งราคาทางเศรษฐศาสตร์นี้จะเป็นราคาของโครงการ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง โดยยังไม่คำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้ก่อสร้างและยังไม่คำนึงถึงค่าภาษี ค่าเงินเฟ้อ และ ค่าดอกเบี้ยระหว่างก่อสร้าง เช่น ราคาเศรษฐศาสตร์ ณ ต้นทุน 2552 ของโครงการ A เท่ากับ 3,000 ล้านบาท แสดงว่าราคาพื้นฐานของวัสดุ ค่าแรงค่าเครื่องจักร ค่าควบคุมดำเนินงานเป็นราคา เมื่อต้นปี 2552 และเมื่อนำมาสร้างเป็นโครงการ A จะต้องใช้จ่าย 3,000 ล้านบาท เป็นต้น 2) เป็นการขออนุมัติก่อสร้างโครงการ และการหาแหล่งเงินลงทุน ซึ่งยอดรวมราคาโครงการสำหรับขออนุมัติและสำหรับหาแหล่งเงินทุนนี้ ต้องรวมค่าภาษี ค่าเงินเฟ้อ และค่าดอกเบี้ยเงินกู้ เป็นต้น

โดยได้มีวิธีการประมาณราคางานโยธาของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ซึ่งอาจแยกออกเป็น 1) วิธีวางแผนการก่อสร้าง (Construction Method) เริ่มด้วยการกำหนดวิธีการก่อสร้าง และการจัด

เครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่างๆ แล้วจึงคิดราคาของวัสดุ ค่าแรง ค่าเครื่องจักร วิธีนี้เหมาะสำหรับโครงการใหญ่ๆ และ

2) วิธีคิดราคาต่อหน่วย (Unit Rate) เป็นวิธีทางสถิติโดยใช้ราคาที่เคยทำมาในอดีตแล้วนำมาปรับให้เข้ากับราคาในปัจจุบัน โดยต้องคำนึงถึงขนาดของงานและสถานที่ดำเนินโครงการ ฉะนั้นการศึกษาเรื่องแหล่งเงินลงทุนก็เป็นส่วนสำคัญต่อการดำเนินโครงการ และพบว่าเงินลงทุนสำหรับโครงการในโครงการใหญ่นั้น ได้แบ่งออกเป็นเงินบาท (Local Currency) และ เงินต่างประเทศ (Foreign Currency) ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการนำเข้าของอุปกรณ์ต่างๆที่ไม่สามารถผลิตภายในประเทศได้ โดยการพิจารณาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ สามารถแบ่งการใช้จ่ายเงินบาทและเงินต่างประเทศในรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.9 เงินลงทุนสำหรับโครงการ โดยการใช้จ่ายเงินบาทและเงินต่างประเทศ

รายละเอียด	**Foreign Currency** (%)	**Local Currency** (%)
1. งานเตรียมการก่อสร้าง	-	100
2. งานแก้ไขผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม	-	100
3. งานโยธา	45	55
4. อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้า	90	10
5. อุปกรณ์ไฮดรอลิก	75	25
6. ระบบส่งไฟฟ้า	65	35
7. ค่าควบคุมดำเนินงาน	-	100
8. ค่าวิศวกรที่ปรึกษา	60	40
9. ค่าภาษีอากรขาเข้า	-	100

ที่มา: สมาน พงษ์ประภาพันธ์ (2535)

ข. ต้นทุนดำเนินงานและบำรุงรักษา (Maintenance and Operation Cost: M&O) ได้แก่

(1) ต้นทุนบำรุงรักษาคงที่ (Fixed Maintenance Cost: FMC) คือ ต้นทุนบำรุงรักษาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆตามการผลิตไม่ว่าจะทำการผลิตหรือไม่ผลิตก็ตาม ต้นทุนนี้ถึงแม้จะมีการผลิตเป็นจำนวนมากหรือจำนวนน้อยเพียงใด ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในอัตราเท่าเดิมอยู่ตลอดเวลา เช่น ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ เป็นต้น

(2) ต้นทุนบำรุงรักษาแปรผัน (Variable Maintenance Cost: VMC) คือ ต้นทุนบำรุงรักษาหรือค่าใช้จ่ายที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการผลิต เช่น ค่าแรงพนักงาน ค่าช่างซ่อม ค่าอะไหล่ ค่าวัสดุ ค่าโสหุ้ยในการซ่อมแซม เป็นต้น

- ผลประโยชน์ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (Benefit)

การศึกษาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กเกือบทุกโครงการ จะมีประโยชน์ในหลายๆด้าน เช่น น้ำที่ไหลผ่านเครื่องกังหันน้ำจะเกิดประโยชน์ทางด้านการผลิตกระแสไฟฟ้า อีกทั้งน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในช่วงฤดูฝนจะเป็นประโยชน์ต่อการบรรเทาด้านอุทกภัยให้กับราษฎรได้ส่วนหนึ่ง และพอถึงฤดูแล้งน้ำที่ถูกกักเก็บไว้สามารถปล่อยให้เกิดประโยชน์ทางด้านชลประทานและด้านการเกษตร ส่วนน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านการประมงตามมา นอกจากนี้เขื่อนจะเป็นแหล่งท่องเที่ยว และเมื่อมีเขื่อนประชาชนบริเวณโครงการจะมีความสะดวกสบายมากขึ้น โดยสิ่งเหล่านี้นับว่าเป็นประโยชน์ของโครงการด้วยทั้งสิ้น

ผลประโยชน์ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำด้านต่างๆดังกล่าวข้างต้นนั้น บางอย่างสามารถตีค่าเป็นตัวเงินหรือตัวเลขได้และบางอย่างไม่สามารถกำหนดเป็นตัวเงินหรือตัวเลขได้ ดังนั้นการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ จึงต้องแยกการประเมินผลประโยชน์ที่ได้จากโครงการ ออกเป็น 3 ส่วน คือ

(1) ส่วนที่สามารถตีค่าเป็นตัวเงินได้ ได้แก่ ผลประโยชน์ทางด้านการผลิตกระแสไฟฟ้า ด้านการประมงในอ่างเก็บน้ำ และด้านชลประทาน เป็นต้น

(2) ส่วนที่สามารถให้ค่าเป็นตัวเลขได้ ได้แก่ ผลประโยชน์ทางด้านการบรรเทาอุทกภัย ด้านการท่องเที่ยว และด้านการจ้างงาน เป็นต้น

(3) ส่วนที่ไม่สามารถตีค่าเป็นตัวเงิน หรือให้ค่าเป็นตัวเลขได้ ได้แก่ ไฟฟ้าจากพลังน้ำสะอาดกว่า การผลิตไฟฟ้ารูปแบบอื่นๆ และประชาชนมีความเป็นอยู่สะดวกสบายขึ้นหลังจากการก่อสร้างโครงการแล้วเสร็จ เป็นต้น ซึ่งจะต้องใช้การบรรยายแทน เพื่อให้ทราบลักษณะและขอบเขตของผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น

- ผลประโยชน์ที่สามารถตีค่าเป็นตัวเงินได้

(1) ผลประโยชน์ทางด้านผลิตไฟฟ้า ไม่อาจคิดจากราคาขายกระแสไฟฟ้าโดยตรง โครงสร้างราคาขายกระแสไฟฟ้าในปัจจุบันของ กฟผ. เป็นราคาเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว ไม่มีราคาค่าพลังไฟฟ้า หากใช้ราคาเฉลี่ยพลังไฟฟ้าปัจจุบันมาคิดเป็นผลประโยชน์ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำโดยเฉพาะโรงไฟฟ้าประเภท Peaking Plant อาจดูเหมือนว่าโครงการดังกล่าวนี้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งๆที่จำเป็นต้องมีโครงการ ซึ่งหลักเกณฑ์ที่นำมาคิดผลประโยชน์ตอบแทน เรียกว่า Alternative Cost Approach โดยหลักเกณฑ์ดังกล่าวกำหนดไว้ เช่น ผลประโยชน์ทางด้านผลิตไฟฟ้า ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ก. คือ ค่าลงทุนของโครงการอื่นที่สูงถัดไปจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ก. ทั้งนี้โครงการทั้งสองสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางด้านไฟฟ้าได้เหมือนกัน และถ้าจะดูว่าโครงการดังกล่าวสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางด้านไฟฟ้าได้เหมือนกัน โดยกำหนดได้จากขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ว่าควรจะมีโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (มากกว่า 100 กิโลวัตต์) โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดกลาง (15,000 ถึง 100,000 กิโลวัตต์) หรือ โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ (มากกว่า 100,000 กิโลวัตต์) (Harvey, A., Brown, A., 1992) และประเภทของอ่างเก็บน้ำ ว่าควรจะเป็นแบบใด เช่น แบบมีน้ำไหลผ่านตลอดทั้งปี (Run - of - River Hydro Plant) แบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (Regulating Pond Hydro Plant) แบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Reservoir Hydro Plant) หรือ แบบสูบน้ำกลับ (Pumped

Storage Hydro Plant) และถ้ากำหนดขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำและอ่างเก็บน้ำได้แล้ว ก็จะทราบคุณสมบัติของโรงไฟฟ้าที่จะเดินเครื่องในระบบไฟฟ้ารวมได้ เช่น Peaking Plant หรือ Base Plant เป็นต้น ดังนั้นจะทราบถึงผลประโยชน์ทางด้านผลิตไฟฟ้าว่าเป็นอย่างไร ทั้งนี้การวิเคราะห์หาผลประโยชน์ทางด้านการผลิตไฟฟ้าของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ก. ขนาดกำลังผลิตติดตั้ง 2 × 500 กิโลวัตต์ ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 4.9 ล้านหน่วยต่อปี กำหนดแล้วเสร็จต้นปี 2534 จะเห็นได้ว่าเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำเล็กมีน้ำไหลผ่านตลอดทั้งปีแบบ Run - of - River Type และโรงไฟฟ้ามี Plant Factor 25 % ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าประเภท Peaking Plant โรงไฟฟ้าที่มีค่าลงทุนสูงถัดไป และสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางด้านไฟฟ้าได้เหมือนกับโรงไฟฟ้า ก. คือ โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซขนาดกำลังติดตั้ง 1,000 กิโลวัตต์ โดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป ผลประโยชน์ทางด้านผลิตไฟฟ้าของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ก. คือ ค่าลงทุนโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซขนาด 1,000 กิโลวัตต์ รวมทั้งค่าควบคุมดำเนินการค่าบำรุงรักษาและค่าเชื้อเพลิง

(2) ผลประโยชน์ทางด้านประมง ได้ใช้หลักเกณฑ์ง่ายๆ คือ เมื่อมีอ่างเก็บน้ำในพื้นที่เกิดขึ้น คาดได้ว่าจะมีปริมาณปลาเพิ่มขึ้น และการได้รับผลประโยชน์ทางด้านประมง คือ มูลค่าของราคาปลาโดยคาดว่าจะจับได้ในอ่างเก็บน้ำ หักด้วยค่าใช้จ่ายในการจับปลา เช่น ค่าเครื่องมือจับปลา รวมทั้งค่าซ่อม และค่าดำเนินการ เป็นต้น

(3) ผลประโยชน์ทางด้านชลประทาน ได้ใช้หลักเกณฑ์ของมูลค่าผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้นจากการมีโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเกิดขึ้นเทียบกับก่อนเกิดโครงการ โดยเมื่อมีการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำและระบบชลประทานแล้วเสร็จ ผลผลิตทางด้านเกษตรต่อไร่เพิ่มสูงขึ้น เพราะมีระบบส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรอย่างสม่ำเสมอทำให้ในแต่ละปีสามารถทำการเพาะปลูกพืชและทำเกษตรได้มากกว่า 1 - 2 ครั้งต่อปี อีกทั้งเมื่อเกิดภาวะน้ำท่วมสามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้น

- ผลประโยชน์ที่ตีค่าเป็นตัวเลขได้

(1) ผลประโยชน์ทางบรรเทาอุทกภัย ทั้งนี้การสร้างเขื่อนขึ้นในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จะก่อให้เกิดอ่างเก็บน้ำไว้ใช้กักเก็บน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากได้จำนวนหนึ่ง และสามารถป้องกันทรัพย์สินของราษฎรจากอุทกภัยได้ เช่น บ้านเรือน และแหล่งทำมาหากิน (สวน ไร่ นา ฯ) อาจกล่าวได้ว่าราษฎรท้ายเขื่อนบางส่วนนั้นและเคยต้องประสบอุทกภัยก่อนการสร้างเขื่อน อาจได้รับผลกระทบจากอุทกภัยน้อยลงหลังจากการก่อสร้างเขื่อนเสร็จ

(2) ผลประโยชน์ทางการท่องเที่ยว พบว่า เขื่อน เมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ทัศนียภาพโดยรอบนั้นจะมีความสวยงามอย่างมากทั้งนี้ หากสามารถพัฒนาศักยภาพเป็นสถานที่ท่องเที่ยวในพื้นที่ได้ ก็จะถือว่าเป็นสถานที่สำคัญได้อีกแหล่งหนึ่ง และนอกจากนี้ นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางมาชมความงดงามตามธรรมชาติบริเวณพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำได้ ถ้าจะวิเคราะห์ผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวนั้น เป็นเพียงการคาดคะเน จากจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเขื่อนเท่านั้นว่ามีจำนวนเท่าใด เป็นต้น

(3) ผลประโยชน์ทางด้านการจ้างงาน สังเกตได้ว่า เขื่อน ในพื้นที่แต่ละแห่งจะต้องมีบุคลากรหรือแรงงานจำนวนมาก เพื่อเข้ามาปฏิบัติงานประจำในโครงการ ตามตำแหน่งหน้าที่ต่างๆ ดังนั้น

จำเป็นต้องมีการจ้างแรงงานในพื้นที่ และผลประโยชน์ทางด้านการจ้างงานสามารถคาดการณ์ได้ว่าโครงการสามารถจะจ้างแรงงานในตำแหน่งต่างๆ ได้ประมาณกี่คน เป็นต้น

- ผลประโยชน์ที่ไม่สามารถให้ค่าเป็นตัวเลขได้

(1) พลังงานไฟฟ้า จาก “พลังงานน้ำ” ได้จากกรรมวิธีการผลิตที่สะอาด โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบหรือมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ถ้าเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนอื่นๆ เช่น ชีวมวล (อ้อย แกลบ ขี้เลื่อย และ ขุยมะพร้าว) ถ่านหิน น้ำมันเตา และ น้ำดีเซล เป็นเชื้อเพลิง อาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

(2) ประชาชนในพื้นที่ก่อสร้างเขื่อน มีความเป็นอยู่สะดวกสบายมากขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้สังเกตจากการก่อสร้างถนนคอนกรีตเข้าสู่พื้นที่ไว้ใช้สัญจรและเชื่อมต่อไปสู่ตัวเมืองได้ ซึ่งเมื่อความเจริญเข้าถึงพื้นที่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานก็ตามมา และทำให้ประชาชนได้มีน้ำและไฟฟ้าได้ใช้ ในพื้นที่อย่างสะดวกสบาย เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป การพิจารณาการก่อสร้างโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กนั้น ย่อมมีทั้งผลดีและผลเสียควบคู่กัน ทั้งนี้การวิเคราะห์โครงการควรต้องพิจารณาดูว่าจะมีผลเสียอะไรเกิดขึ้นบ้างและจะสามารถตีค่าเป็นตัวเงินหรือตัวเลขได้หรือไม่ การทำวิจัยครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญต่อการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการว่าจะดำเนินโครงการหรือไม่ และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากน้อยเพียงใด โดยคำนึกถึงความเหมาะสมเชิงพื้นที่และการยอมรับของชุมชน เพราะฉะนั้นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ จึงมีความสำคัญต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลอย่างยิ่ง ดังนั้น การประเมินโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จึงต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของโครงการ ซึ่งในส่วนต่อไปได้อธิบายรายละเอียด ดังนี้

2) การวิเคราะห์ความไวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

การพิจารณาสนับสนุนเงินกู้แก่โครงการ โดยการพิจารณาของสถาบันการเงินหรือหน่วยงานภาครัฐ ว่าจะสนับสนุนหรือไม่นั้น ส่วนใหญ่มักจะพิจารณาถึงปัจจัยที่อาจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการดำเนินงานตามโครงการ ซึ่งส่งผลให้เกิดความแปรปรวนในข้อกำหนดหรือเงื่อนไขจนทำให้ต้นทุนหรือผลประโยชน์ของโครงการไม่เป็นไปตามความคาดหวัง จึงต้องใช้การวิเคราะห์ความไวด้วยการเปลี่ยนข้อสมมติต่างๆไปในทิศทางที่คาดว่าอาจจะเกิดขึ้นได้ แล้วทำการวิเคราะห์ผลตามข้อสมมติใหม่ เพื่อตรวจดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังคงเป็นที่ยอมรับได้อยู่อีกหรือไม่ และการเลือกว่าจะเปลี่ยนข้อสมมติในเรื่องใดนั้น จะพิจารณาจากข้อสมมติที่มีผลต่อสถานการณ์ของโครงการ และอยู่ในภาวะวิกฤตที่อาจจะเกิดการล้มเหลวหรือโครงการขาดทุนได้ซึ่งสามารถแบ่งมุมมองกว้างๆ ออกได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

(1) การเพิ่มขึ้นของต้นทุน เช่น ราคาการก่อสร้างโครงการเพิ่มขึ้น ค่าเครื่องจักรแพงขึ้น อัตราค่าจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น

(2) การลดลงของรายได้ เช่น การขาดแคลนวัตถุดิบ ปริมาณการผลิตไฟฟ้าลดลง เป็นต้น

อย่างไรก็ดี การคำนวณและการวิเคราะห์ความไวของโครงการสามารถใช้กับเครื่องมือต่างๆ โดยการเปลี่ยนข้อสมมติที่เป็นตัวแปรในสูตรที่ใช้ในการคำนวณนั้นๆ ซึ่งอาจจะเปลี่ยนเพียงตัวแปรเพียงตัวเดียวหรือมากกว่า 1 ตัวแปรก็ได้ ในการวิเคราะห์ความไวของโครงการ จึงขอยกตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน(Break - Even Analysis) และการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) (นงนุช โสรัตน์, 2550)

3) การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis)

$$Q = \frac{F}{P - V} \qquad (2.20)$$

Q = ปริมาณสินค้าที่ที่ทำให้รายได้เท่ากับรายจ่ายพอดี

F = รายจ่ายคงที่

V = รายจ่ายผันแปรต่อหน่วยสินค้า

P = ราคาขายต่อหน่วยสินค้า

ตัวอย่าง

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ก. มีรายจ่ายคงที่ 200,000 บาท มีรายจ่ายผันแปรในการผลิต 3 บาทต่อหน่วย และขายไฟฟ้าไปในราคาหน่วยละ 10 บาท

ตารางที่ 2.10 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

รายละเอียด	P	V	F	Q
	10	**3**	**200,000**	**28,571**
กรณีที่ 1 ราคาขายเปลี่ยน				
ก. เพิ่มขึ้น	12	3	200,000	22,222
ข. ลดลง	8	3	200,000	40,000
กรณีที่ 2 ต้นทุนผันแปรเปลี่ยน				
ก. เพิ่มขึ้น	10	4	200,000	33,333
ข. ลดลง	10	2	200,000	25,000
กรณีที่ 3 ต้นทุนคงที่เปลี่ยน				
ก. เพิ่มขึ้น	10	3	300,000	42,857
ข. ลดลง	10	3	150,000	21,429
กรณีที่ 4 ตัวแปรมากกว่า 1 ตัวแปรเปลี่ยน				
ราคาขายเพิ่มขึ้น และต้นทุนผันแปรลดลง	12	2	200,000	20,000

ทั้งนี้ การคำนวณจะเห็นได้ว่าเมื่อค่าตัวแปรเปลี่ยนไป ผลลัพธ์ที่ได้จะเปลี่ยนไปด้วย เช่น

(1) กรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลในทางร้าย หรือโครงการมีผลตอบแทนที่ลดลง หรือการคืนทุนได้ช้าลง และมีโอกาสที่จะพบกับวิกฤตของการดำเนินงานได้สูง เช่น โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จะต้องมีปริมาณการผลิตไฟฟ้า ณ จุดคุ้มทุนที่สูงขึ้น และเมื่อราคาขายไฟฟ้าต่อหน่วยลดลง โดยต้นทุนคงที่เพิ่มขึ้น ต้นทุนผันแปรต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเช่นกัน

(2) กรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลในทางดี หรือโครงการมีผลตอบแทนที่มากขึ้น หรือการคืนทุนได้เร็วขึ้น และมีโอกาสความวิกฤตของการดำเนินงานลดลง เช่น โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สามารถมีปริมาณการผลิตไฟฟ้า ณ จุดคุ้มทุนที่ต่ำลงได้ และเมื่อราคาขายไฟฟ้าต่อหน่วยเพิ่มขึ้น โดยต้นทุนคงที่ลดลง ต้นทุนผันแปรต่อหน่วยลดลงเช่นกัน

(3) กรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรมากกว่า 1 ตัวแปร ซึ่งบางครั้งตัวแปรบางตัวแปรเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ให้ประโยชน์ต่อโครงการเพิ่มขึ้น แต่ในบางตัวให้ทิศทางในทางร้ายหรือผลเสียหายต่อโครงการ ดังนั้นผลของการวิเคราะห์ที่คำนวณใหม่ จึงจะเป็นคำตอบที่ให้ภาพจำลองถึงผลตอบแทนที่โครงการจะได้รับภายใต้ข้อกำหนดหรือเงื่อนไขของตัวแปรที่กำหนดใหม่

อาจกล่าวได้ว่า การวิเคราะห์ความไวของโครงการเป็นเทคนิคที่ดีต่อการวิเคราะห์ภายใต้สถานการณ์ของความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของโครงการ โดยหาผลลัพธ์ใหม่ที่จะเกิดขึ้นหากมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรตัวใดตัวแปรหนึ่งและผลกระทบของสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป ผลจากการวิเคราะห์ความไวของโครงการนั้นเป็นการให้ข้อมูลข่าวสารที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจโครงการได้ดียิ่งขึ้น แต่การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่

(1) การไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวในการกำหนดค่าความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น และมีผลกระทบต่อตัวแปรนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางดีหรือทางร้าย เช่น ราคาขายไฟฟ้าต่อหน่วยมีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มขึ้นของราคาหรือลดลงก็ตาม แล้วจะเปลี่ยนแปลงไปในอัตราเท่าใด ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 หรือ ร้อยละ 15 หรือเป็นเท่าใด แล้วทำไมจึงต้องเป็นที่อัตราเหล่านี้

(2) การหาข้อมูลข่าวสาร นำมาใช้ประมาณการของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรแต่ละตัว ซึ่งอาจเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก หรือแม้จะใช้ข้อมูลอื่นที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลในอดีตคล้ายคลึงกัน ก็ไม่อาจยืนยันได้ว่าการเคลื่อนไหวที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคตจะยังคงมีทิศทางในทางเดียวกันอยู่หรือไม่

(3) วิธีการของโครงการมักจะไม่มองปฏิกิริยาที่มีต่อกันในระหว่างตัวแปรต่างๆ การวิเคราะห์แบบผสมผสานของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังปรากฏในตัวอย่างเป็นเพียงการกำหนดให้ตัวแปรแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ของตัวแปรนั้นๆแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งๆที่ในบางตัวแปรเมื่อเปลี่ยนไปอาจมีผลให้การเปลี่ยนแปลงของอีกตัวแปรหนึ่งไม่เป็นไปอย่างที่คาดหวังไว้หรือเรียกว่า มีปฏิกิริยาต่อกัน เช่นกำหนดให้มีการเพิ่มขึ้นของรายจ่ายคงที่ ร้อยละ 20 และการเพิ่มขึ้นของรายจ่ายผันแปร ร้อยละ 20 แต่ถ้ามีการวิเคราะห์ปฏิกิริยาที่มีต่อกัน ต้องมีการศึกษาเพิ่มในประเด็นทางด้านเทคนิคว่า การเพิ่มขึ้นของรายจ่ายคงที่นั้นจะมีผลทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้วจะทำให้เกิดการ

ประหยัดต่อหน่วยที่ผลิตได้ ดังนั้นรายจ่ายผันแปรก็อาจเพิ่มขึ้นจากปัญหาค่าวัตถุดิบแพงขึ้น แต่มีขบวนการผลิตที่ดีการเพิ่มขึ้นของรายจ่ายผันแปรจึงไม่น่าจะสูงถึง ร้อยละ 20

(4) การกำหนดให้ตัวแปรใดต้องเปลี่ยนไป และโดยทั่วไปจะไม่ทำการเปลี่ยนให้ตัวแปรทุกตัวเคลื่อนไหวได้ แต่จะเลือกกำหนดให้เปลี่ยนเพียงบางตัวแปรเท่านั้น โดยคิดว่าจะเป็นปัญหาในทางร้ายหรือทำให้โครงการประสบปัญหาและเกิดความล้มเหลวในการดำเนินการได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ความไวจึงมักจำกัดลงไปเฉพาะในประเด็นที่น่าสนใจ

การพิจารณาที่ตั้งโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก เป็นเรื่องละเอียดอ่อนและต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งจากการศึกษาวิจัยของ พพ. กฟภ. และ กฟผ. ที่ผ่านมามุ่งศึกษาศักยภาพโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กต่อการนำมาผลิตไฟฟ้า ดังนั้นหากจะมีการลงทุนในโครงการจะต้องพิจารณา ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้ (กระทรวงพลังงาน, 2549)

1) ราคาที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และบำรุงรักษาของโครงการใช้ราคาคงที่ (Constant Prices) (สมมุติฐาน ปี 2552)

2) อัตราส่วนลดใช้ค่าเสียโอกาสเงินทุน จะคิดจากอัตราเงินกู้ซึ่งอยู่ระหว่าง ร้อยละ 8 – 10 ต่อปี ซึ่งจะเลือกใช้ที่ร้อยละ 10

3) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จะต้องปรับราคาทางการเงิน (Financial Prices) ให้เป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Prices) ในการวิเคราะห์จะใช้วิธีหักค่าบิดเบือนของราคา (Prices Distortion) ออก สาเหตุสำคัญของการบิดเบือนราคาที่เกิดขึ้น คือ ภาษีนำเข้า ภาษีสรรพสามิต หรือภาษีอื่นที่เจาะจงเฉพาะสินค้าหรือบริการ ดังนั้นจึงเป็นการเหมาะสมที่จะคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการหักอัตราบิดเบือนราคาออกจากมูลค่าตลาด หรือมูลค่าทางการเงินของสินค้าหรือบริการ ในการคิดด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- งานโยธา คิดภาษีร้อยละ 1.1
- งานอุปกรณ์ชลศาสตร์
  - บานระบายน้ำ ประตู คิดภาษีร้อยละ 1.1
  - ท่อเหล็ก คิดภาษีร้อยละ 1.25
- งานอุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้า คิดภาษีร้อยละ 1.25
- งานสายส่งไฟฟ้า คิดภาษีร้อยละ 1.25

4) อายุทางด้านเศรษฐศาสตร์

- งานโยธา 30 ปี
- เครื่องจักรกลไฟฟ้าพลังน้ำ 30 ปี

5) ค่าควบคุมดำเนินการและบำรุงรักษารายปี

- งานโยธา ค่าใช้จ่าย (O&M Cost) ร้อยละ 1 ของมูลค่างานโยธา
- งานอุปกรณ์ชลศาสตร์ ค่าใช้จ่าย (O&M Cost) ร้อยละ 0.15 ของมูลค่างานชลศาสตร์

- งานอุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้า ค่าใช้จ่าย (O&M Cost) ร้อยละ 0.15 ของมูลค่างานอุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้า
- งานสายส่งไฟฟ้า ค่าใช้จ่าย (O&M Cost) ร้อยละ 1 ของมูลค่างานสายส่งไฟฟ้า

6) วิธีการศึกษาความเหมาะสมของโครงการด้านเศรษฐศาสตร์จะใช้วิธี Discounted Cash Flow Analysis โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายได้ และรายจ่ายของโครงการ เพื่อประเมินค่าดัชนีชี้วัดความเหมาะสมของโครงการ ได้แก่

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ณ อัตราส่วนลดร้อยละ 10
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: B/C) ณ อัตราส่วนลดร้อยละ10
- อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (Economic Internal Rate of Return: IRR)
- ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า (Average Incremental Cost: AIC) ณ อัตราส่วนลดร้อยละ 10

กล่าวโดยสรุป การวิเคราะห์ความไวทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กครั้งนี้ จะเป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตัวแปรอนาคต โดยดูว่าข้อสมมติและเหตุการณ์ต่างๆตามข้อกำหนดเดิม เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และจะเกิดอะไรขึ้นกับผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการ (Benefit Cost Analysis) เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) ทั้งนี้การวิเคราะห์ความไวทางเศรษฐศาสตร์มีผลต่อการตัดสินใจในการดำเนินโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

2.5 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านเทคนิค

ก. โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กน้ำห้วยยะโม่(กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

โครงการห้วยยะโม่ เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ตั้งอยู่ในเขตอำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก ที่มีเขตติดต่อกับประเทศพม่า โครงการนี้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (สำนักงานพลังงานแห่งชาติ) สำนักงานยูเสดแห่งประเทศไทยและบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาได้ร่วมกันพิจารณาแล้ว เห็นว่าเป็นโครงการที่เหมาะสมที่จะทำการก่อสร้าง โดยที่โครงการห้วยยะโม่ นี้ใช้เงินในการก่อสร้างทั้งสิ้นประมาณ 74.73 ล้านบาท โดยมีกำลังติดตั้ง 1,476 กิโลวัตต์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ปีละ 9.05 ล้านหน่วย เพียงพอที่จะนำมาใช้ในเขตอำเภออุ้มผาง ได้อย่างถาวร นอกจากนั้นกระแสไฟฟ้าส่วนที่เหลือจะถูกส่งเข้าสู่ระบบการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โครงการนี้มีต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพียง 0.70 บาทต่อหน่วย และส่งผลทำให้สามารถลดการใช้น้ำมันในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ถึงปีละ 15.19 ล้านบาท โดยมีอัตราผลตอบแทนโครงการร้อยละ 13.30

โครงการนี้ ได้ถูกบรรจุเข้าในแผนการก่อสร้างโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จำนวน 8 โครงการ ที่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (สำนักงานพลังงานแห่งชาติ) กระทรวงวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้รับอนุมัติจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2525 ให้ดำเนินการก่อสร้างได้ โดยใช้งบประมาณเงินกู้จากสหรัฐอเมริกา (USAID) ส่วนหนึ่ง และงบประมาณแผ่นดินสมทบอีกส่วนหนึ่งเนื่องจากโครงการห้วยยะโม่เป็นโครงการที่เหมาะสมดีมากทั้งทางด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจ และสังคม กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (สำนักงานพลังงานแห่งชาติ) จึงได้จัดสรรเงินส่วนหนึ่งเพื่อการก่อสร้างโครงการนี้ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2531

- **ลักษณะโครงการ**

โครงการนี้จะทำการผันน้ำจากห้วยยะโม่ ที่ระดับ 751 เมตร จากระดับน้ำทะเล โดยใช้ฝายคอนกรีตสูงโดยเฉลี่ย 2.25 เมตร ยาว 28 เมตร ผันน้ำเพียงบางส่วน จากห้วยยะโม่ผ่านท่อผันน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้า ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากอำเภออุ้มผางประมาณ 12 กิโลเมตร จากโรงไฟฟ้ามีสายส่งแรงสูงขนาด 22 กิโลโวลต์ จ่ายไฟฟ้าให้แก่หมู่บ้านข้างเคียง โดยเชื่อมต่อเข้ากับสายส่งแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ อำเภออุ้มผาง เป็นระยะทางประมาณ 11 กิโลเมตร

- **รายละเอียดโครงการ**

ลักษณะโดยย่อของส่วนประกอบต่างๆ ของโครงการมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.11 ผลการศึกษาความเหมาะสมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยยะโม่โดยสรุป (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

ที่ตั้งโครงการ	อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก	
ชนิดของโครงการ	เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ	
ระบบการจ่ายไฟฟ้า	เชื่อมกับระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
พื้นที่รับน้ำ	56.8	ตารางกิโลเมตร
ฝายกั้นน้ำสูงเฉลี่ย	2.25	เมตร
สันฝายยาว	28	เมตร
Bench Flume ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	1	เมตร
Bench Flume สูง	286	เมตร
บ่อพักน้ำ ขนาด	3.5 x 10	เมตร
บ่อพักน้ำ สูง	3.7	เมตร
ท่อเหล็กส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	1.2	เมตร
ท่อเหล็กส่งน้ำ สูง	3,450	เมตร
ท่อเหล็กผันน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	0.9	เมตร
ท่อเหล็กผันน้ำยาว	380	เมตร
เครื่องกังหันน้ำ แบบ FRANCIS แกนนอน		
ความสูงของหัวน้ำ (สุทธิ)	147.75	เมตร
อัตราการไหลของน้ำตามออกแบบ	0.698	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
กำลังการติดตั้งไฟฟ้า	2 x 800	กิโลวัตต์
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี	9	ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง (หน่วย)
ปรับปรุงถนนเดิม	5.5	กิโลเมตร

ที่ตั้งโครงการ	อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก	
ชนิดของโครงการ	เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ	
ระบบการจ่ายไฟฟ้า	เชื่อมกับระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
ความยาวสายส่งไฟฟ้าแรงสูง	11	เมตร
ค่าก่อสร้างโครงการทั้งหมด	74.73	ล้านบาท
อัตราผลตอบแทนของโครงการ	13.3	เปอร์เซ็นต์

➢ **ผลประโยชน์ที่ได้รับ**

1. ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยการใช้พลังน้ำที่ไม่มีวันหมดสิ้น โดยสามารถช่วยเสริมกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1,476 กิโลวัตต์ ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 9.05 ล้านหน่วย ทำให้สามารถทดแทนการใช้น้ำมันในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เป็นมูลค่าปีละ 15.19 ล้านบาท

2. ทำให้ราษฎรในเขตอำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก มีไฟฟ้าใช้เป็นการถาวร

➢ **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม**

การก่อสร้างนี้ จะใช้พื้นที่ในการก่อสร้างส่วนต่างๆ ของโครงการทั้งหมด รวมกันเป็นพื้นที่ประมาณ 140 ไร่ ลักษณะของป่าไม้แทบจะไม่ถูกเปลี่ยนแปลงไปเลย เมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด เพราะโครงการนี้ไม่มีอ่างเก็บและเนื่องจากน้ำที่ถูกผันไปผลิตไฟฟ้าจะถูกปล่อยกลับสู่ลำน้ำเดิมที่บริเวณเชิงเขาความสวยงามตามธรรมชาติของลำน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่จะทำให้สภาพตามธรรมชาติสวยงามยิ่งขึ้นเป็นการสะดวกและเหมาะสำหรับเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของประชาชนโดยทั่วไป ส่วนทางด้านอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่านั้นสภาพความเป็นอยู่ของสัตว์ป่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย เพราะส่วนประกอบต่างๆ ของโครงการไม่ได้รุกล้ำเข้าไปในป่าลึก โครงการนี้เป็นโครงการเล็กๆ ซึ่งใช้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานประจำที่โรงไฟฟ้าเท่านั้น จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างโครงการนี้มิได้มีผลกระทบในทางลบต่อพื้นที่ป่าไม้ แต่ในทางตรงกันข้ามกลับก่อให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติ ทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม ความมั่นคง และอื่นๆ คือ น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติในประเทศ ซึ่งมีอยู่ในปริมาณจำกัด และยังสามารถลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ ที่ใช้ในการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศอีกจำนวนหนึ่งด้วย

➢ **สรุป**

โครงการห้วยยะโม่ จังหวัดตาก เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่มีขนาดยาว 28 เมตร ความสูง 2.25 เมตร มีท่อส่งน้ำขนาด 0.9 เมตร ยาว 380 เมตร มีระดับสุทธิ 147.75 เมตร ที่ถูกก่อตั้งจากความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมเศรษฐกิจและสังคม โดยมีกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (สำนักพลังงานแห่งชาติ) กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเป็นผู้ทำการก่อสร้างโดยโครงการนี้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 9 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าก่อสร้างทั้งสิ้น 74.73 ล้านบาท จากการผลิตไฟฟ้าจากโครงการนี้ ทำให้ผู้อาศัยใน เขตอุ้มผาง จังหวัดตาก มีไฟฟ้าใช้อย่างถาวร

และการก่อสร้างโครงการนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ซึ่งพื้นที่ป่าไม้รอบๆพื้นที่โครงการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

ข. โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแม่กืมหลวง(กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

พื้นที่ทั้งหมดของอำเภอฝาง และอำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ จัดว่าเป็นบริเวณเหนือสุดของประเทศไทยและอยู่นอกเขตระบบสายส่งไฟฟ้าของประเทศ การผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้าบริเวณนี้เป็นแบบวงจรอิสระพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จึงใช้เพื่อการพัฒนาการดำรงชีพของประชาชนทั้งสิ้น และพลังงานไฟฟ้าที่ได้ ล้วนมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาเห็นว่าลำห้วยต่างๆในเขตอำเภอฝางและอำเภอแม่อายล้วนแต่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ตลอดปี หากได้มีการพัฒนาแหล่งน้ำเหล่านี้ให้มีประโยชน์ทางด้านพลังงานไฟฟ้าแล้วก็จะเหมาะสมยิ่ง เพราะนอกจากประชาชนบริเวณนี้จะได้มีกระแสไฟฟ้าจากแหล่งผลิตพลังงานในท้องที่ของตนเองอย่างเพียงพอแล้ว พลังงานที่ผลิตได้เหลือใช้ยังสามารถส่งไปช่วยเหลือประชากรส่วนอื่นของประเทศ อีกทั้งเป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทำการสำรวจและศึกษา โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่กืมหลวงอันเป็นสาขาหนึ่งของห้วยแม่สาว ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำฝางตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 เป็นต้นมา และได้รับการพิจารณาบรรจุไว้ในแผนพัฒนาฉบับที่ 4 เมื่อเดือน มีนาคม 2519 ซึ่งต่อมาคณะรัฐมนตรีได้ให้ความเห็นชอบในการก่อสร้างโครงการนี้ เมื่อวันที่ 18 กันยายน 2522

- **ลักษณะโครงการ**

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่กืมหลวง อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นโครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบ Daily Regulation โดยการสร้างฝายทดน้ำปิดกั้นลำน้ำแม่กืมหลวง ห่างจากตัวอำเภอแม่อายไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 11 กิโลเมตร แล้วผันน้ำจากฝายไปสู่โรงไฟฟ้าด้วยท่อผันน้ำระยะทางประมาณ 4.3 กิโลเมตร พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาด 3,200 กิโลวัตต์ ทำการผลิตพลังงานไฟฟ้าปีละ 18.4 ล้านหน่วย กระแสไฟฟ้าจำนวนนี้จะถูกป้อนเข้าสู่สายส่งไฟฟ้าแรงสูงขนาด 22 และ 33 กิโลโวลท์ ส่งไปจำหน่ายให้แก่ประชาชนในเขตอำเภอแม่อาย อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ทำให้สามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศในการสั่งซื้อน้ำมันเป็นเงินจำนวนมาก การก่อสร้างกำหนดแล้วเสร็จภายใน 3 ปี โดยเริ่มก่อสร้างตั้งแต่ปี 2522 เป็นต้นมา ค่าก่อสร้างทั้งสิ้นเป็นเงิน 169.62 ล้านบาท

- **รายละเอียดโครงการ**

ลักษณะโดยย่อของส่วนประกอบต่างๆ ของโครงการมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.12 ลักษณะโดยรวมของโครงการแม่กืมหลวง (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

พื้นที่รองรับน้ำฝน		56	ตารางกิโลเมตร
ปริมาณน้ำเหนือฝายทั้งปี		90	ล้านลูกบาศก์เมตร
อัตราการไหลของน้ำบ่าสูงสุดในรอบ 100 ปี		365	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
(1)	ชนิดของฝาย	ฝายน้ำล้นคอนกรีต	
	ความสูงของสันฝาย	11.35	เมตร
	ความยาวของสันฝาย	35.00	เมตร
(2)	อ่างเก็บน้ำ		
	ระดับน้ำสูงสุดในฤดูน้ำบ่า	646.23	เมตร (รทก.)
	ระดับน้ำต่ำสุด	638.00	เมตร (รทก.)
	ระดับน้ำสันฝาย	643.35	เมตร (รทก.)
	ความจุของอ่างเก็บน้ำถึงระดับสันฝาย	38,000	ลูกบาศก์เมตร
(3)	ระบบส่งน้ำ		
	ท่อผันน้ำ (HEADRACE)		
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.50	เมตร
	ความยาว	3,920	เมตร
	ท่อส่งน้ำ (PENSTOCK)		
(4)	ท่อเหล็กหนา	9-12	มิลลิเมตร
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.55	เมตร
	ความยาว	352	เมตร
	อัตราการไหลสูงสุด	3.60	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
	อัตราการไหลต่ำสุด	1.10	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
(5)	ถังระบายความดัน (SURGE TANK)		
	ถังเหล็กหนา	9-12	
	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	6.98	เมตร
	ความสูง	26.00	เมตร
(6)	โรงไฟฟ้า		
	เครื่องกังหันน้ำแบบ	Francis	
	กำลังติดตั้ง	3,200	
	จำนวน	2	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
	พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งปี	15.62	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
	ความสูงสุทธิสำหรับผลิตไฟฟ้า	117	
	อัตราการไหลของน้ำ	1.72	
	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ	Synchronous	กระแสสลับ 3 เฟส
	ขนาด	2,000	กิโลโวลต์แอมแปร์ต่อยูนิต

ตารางที่ 2.12 ลักษณะโดยรวมของโครงการแม่กึมหลวง (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550) (ต่อ)

(7)	หม้อแปลงไฟฟ้า		
	ขนาด	22,000/3,300	โวลต์
(8)	สายส่งไฟฟ้าแรงสูง		
	ชนิด		
	ระยะทาง	134	กิโลเมตร
	แรงดัน	22,330	กิโลเมตร
(9)	ค่าใช้จ่ายโครงการ		
	ค่าใช้จ่ายด้านการผลิต	157,567,000	บาท
	ค่าก่อสร้างสายส่งไฟฟ้าแรงสูง	2,350,000	บาท
	รวมค่าใช้จ่ายทั้งโครงการ	169,617,000	บาท

- **ผลประโยชน์ที่ได้รับ**

จากผลการสำรวจและศึกษาทำให้ได้ข้อสรุปว่าโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่กึมหลวง มีความเหมาะสมทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และวิชาการอย่างยิ่ง กล่าวคือ

(1) ผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังน้ำประมาณปีละ 18.4 ล้านหน่วย เพื่อจำหน่ายให้แก่ประชาชนในเขตอำเภอฝาง อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

(2) ลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าประมาณปีละ 7.4 ล้านบาท

(3) พัฒนาการดำรงชีพของประชาชนในท้องที่อำเภอฝาง และอำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ให้ทัดเทียมกับประชากรส่วนอื่นๆ ของประเทศ โดยเหตุที่ราษฎรมีพลังงานไฟฟ้าใช้สอยอย่างทั่วถึงในปริมาณเพียงพอต่อการประกอบอาชีพเสริมนอกเหนือจากอาชีพหลักย่อมสามารถทำได้ง่าย เช่น การสูบน้ำ เพื่อการเกษตร อุตสาหกรรมในครัวเรือน การท่องเที่ยว

- **การจ่ายพลังงานไฟฟ้า**

โครงการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำแม่กึมหลวง ได้เริ่มผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตั้งแต่วันที่ 14 ธันวาคม 2524

- **สรุป**

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่กึมหลวง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นฝายน้ำล้นคอนกรีตมีขนาดความยาว 35 เมตร สูง 11.35 เมตร มีท่อส่งน้ำขนาด 1.55 เมตร ยาว 352 เมตร มีระดับน้ำสุทธิ 117 เมตร โครงการนี้มีค่าก่อสร้างทั้งหมด 170 ล้านบาท สาเหตุที่ต้องมีโครงการนี้คือ พื้นที่บริเวณนี้อยู่นอกเขตของระบบสายส่งไฟฟ้าของประเทศ และในอดีตการใช้ไฟฟ้าในเขตนี้มาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ทำให้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องลดการสูญเสียเงิน จากค่าเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าซึ่งลดไป

ประมาณปีละ 7.4 ล้านบาท และสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปีละ 18.4 ล้านหน่วยซึ่งสามารถใช้ได้ในเขตอำเภอฝาง อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ และ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

ค. โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแม่ฮ่องสอน

โครงการแม่ฮ่องสอน ตั้งอยู่ที่ตำบลผาบ่อง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ห่างจากตัวจังหวัดไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ประมาณ 13 กิโลเมตร

- **ลักษณะโครงการ**

ประกอบด้วยฝายทดน้ำคอนกรีต ปิดกั้นลำน้ำแม่ระมาด สูงจากท้องน้ำ 7.70 ม. จากนั้นผันน้ำไปตามคลองส่งน้ำดาดคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นระยะทางประมาณ 3 กิโลเมตร แล้วผ่านท่อเหล็กส่งน้ำลงสู่โรงไฟฟ้า ซึ่งติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังผลิต 935 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่อง ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณปีละ 6.9 ล้านหน่วย และมีสายส่งแรงสูงขนาด 22 กิโลโวลต์เพื่อนำเอาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ป้อนเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดแม่ฮ่องสอน

- **การจ่ายพลังงานไฟฟ้า**

โครงการแม่ฮ่องสอนก่อสร้างเสร็จ และจ่ายพลังงานเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม 2515 เป็นต้นมา

- **สรุป**

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่ฮ่องสอน จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีขนาดความยาวสันฝาย 36 เมตร สูง 10 เมตร มีท่อส่งน้ำขนาด 1.0 ถึง 1.4 เมตร ยาว 67 เมตร มีระดับน้ำสุทธิ 31 เมตร ปิดกั้นลำน้ำแม่ละมาด ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณปีละ 6.9 ล้านหน่วย และมีสายส่งแรงสูงขนาด 22 กิโลโวลต์ เพื่อนำเอาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ป้อนเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตารางที่ 2.13 แสดงลักษณะโดยสรุปของส่วนประกอบต่างๆ ของโครงการ

ลักษณะโดยย่อของส่วนประกอบต่างๆของโครงการ

อ่างเก็บน้ำ		
ปริมาณน้ำที่ระดับ 247 เมตร	21,400	ลูกบาศก์เมตร
ฝาย		
ชนิด คอนกรีต		
ความสูง	10	เมตร
ความยาวสันฝาย	36	เมตร
ทางรับน้ำ		
ชนิด คลองส่งน้ำคอนกรีต		
ความยาว	3,100	เมตร
ท่อส่งน้ำ		
ชนิด ท่อเหล็ก		
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน	1.0-1.4	เมตร
ความยาว	67	เมตร
เครื่องกังหันน้ำแบบ Francis แกนนอน Single Runner		
ขนาดกำลังผลิตต่อเครื่อง	935	กิโลวัตต์
จำนวน	1	เครื่อง
ความสูงหัวน้ำสุทธิ	31	เมตร
อัตราการใช้น้ำ	3.8	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบ ซิงโครนัส กระแสสลับ 3 เฟส		
ขนาด	1,000	กิโลโวลต์-แอมป์
หม้อแปลงไฟฟ้า		
ขนาดแรงดัน	22,000/3,300	โวลต์
สายส่งไฟฟ้าแรงสูงจากโรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน ถึง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระยะทาง	18	กิโลเมตร
จากโรงไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน ถึง อำเภอขุนยวม ระยะทาง	45	กิโลเมตร
แรงดันไฟฟ้า	22	กิโลโวลต์
ค่าก่อสร้างโครงการ		
ค่าก่อสร้างรวมทั้งสิ้น	20.2	ล้านบาท

2.5.2 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านเศรษฐศาสตร์

การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และการเงินของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำเสนอข้อมูลพื้นฐานทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่สำคัญ ทั้งนี้เพื่อการตัดสินใจว่าจะลงทุนในโครงการดังกล่าวหรือไม่ นอกจากนี้ผลการศึกษายังนำเสนอผลตอบแทนที่เป็นไปได้ของแต่ละทางเลือกให้แก่ผู้เกี่ยวข้องเพื่อพิจารณาทางเลือกที่น่าสนใจต่อการลงทุน ในส่วนนี้จะได้นำเสนอผลการศึกษาการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่ได้มีการศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ ทั้งโครงการในประเทศและโครงการของต่างประเทศ

เฉลียว มั่นพรม (2546) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่เขื่อนลำตะคอง อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา Cost Benefit Analysis: CBA ทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน และหาต้นทุนค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของการผลิตกระแสไฟฟ้าหนึ่งหน่วย เพื่อประเมินความเหมาะสมทางการเงินเมื่อมีการขายไฟฟ้าให้กับรัฐตามอัตราที่กำหนด และได้ศึกษาถึงขนาดการติดตั้งที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก และทำการวิเคราะห์ความไวของโครงการ (Sensitivity Analysis) ซึ่งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่เขื่อนลำตะคองเป็นโครงการอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ พื้นที่รับน้ำ 1,430 ตร.กม. ระดับเก็บกักปกติ 277 ม.รทก. ระดับเก็บกักต่ำสุด 261 ม.รทก. มีความจุของอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 310 ล้าน ลบ.ม. ความจุของอ่างเก็บน้ำใช้การ 290 ลบ.ม. ลักษณะเป็นเขื่อนดิน (Earth Zone Dam) ระดับสันเขื่อน 283.30 ม. (รทก.) ความสูงเขื่อน 40.30 ม. ยาว 251 ม. ความกว้างสันเขื่อน 10 ม.ทางลาดด้านหน้าเขื่อน 1:3.5ม. ทางลาดด้านท้ายเขื่อน 1: 2.5 ม. อาคารระบายน้ำล้น ชนิด Controlled Spillway ประเภท Radial Gates ขนาดช่องระบายน้ำกว้าง 6 ม. สูง 4.70 ม. จำนวน 7 ช่อง ระดับสันทางระบายน้ำ (ฝาย) 273 ม. (รทก.) ระบบน้ำได้สูงสุดประมาณ 1,530 ลบ.ม./วินาที โดยมีการติดตั้งท่อระบายน้ำชนิดท่อเหล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.80 ม. ท่อแยกความยาว 10 ม. ขนาดประตูระบายน้ำ 2 × 2 ม. อัตราการไหลสูงสุด 20 ลบ.ม./วินาที ท่อส่งน้ำเข้าโรงไฟฟ้าชนิดท่อเหล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ม. ความยาว 145 ม.อัตราการไหลสูงสุด 8.28 ลบ.ม./วินาที ผลการศึกษา พบว่า ขนาดกำลังผลิตติดตั้งที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาด 1,800 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่อง ปริมาณน้ำออกแบบ 8.28 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 10.531 ล้านหน่วยต่อปี ระยะเวลาก่อสร้างโครงการ 2 ปี ราคาก่อสร้างปีที่ 1 เป็นเงิน 25.41 ล้านบาท รวมเงินเฟ้อและภาษีแล้วเป็นเงิน 27.78 ล้านบาท (เป็นค่าก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ชลศาสตร์) ราคาก่อสร้างปีที่ 2 เป็นเงิน 61.30 ล้านบาท รวมเงินเฟ้อและภาษีแล้วเป็นเงิน 80 ล้านบาท (เป็นค่าติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 1 × 1,800 กิโลวัตต์) ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่าโครงการให้ผลประโยชน์ด้านพลังงานไฟฟ้า 17.376 ล้านบาท (ราคารับซื้อ 1.65 บาทต่อหน่วย) โครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่าการลงทุน โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 145.65 ล้านบาท (อัตราส่วนลดร้อยละ 6) ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B/C) เท่ากับ 2.51 และอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (EIRR) เท่ากับร้อยละ 19.18 ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน พบว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่าการลงทุน โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 110.45 ล้านบาท (อัตราส่วนลด

ร้อยละ 6) ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B/C) เท่ากับ 2.07 และอัตราผลตอบแทนทางการเงิน (FIRR) เท่ากับร้อยละ 17.02

ชิดชนก นุตาคม (2541) ได้ศึกษาการประเมินผลโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก: กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแม่ยะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างผลการดำเนินงานโครงการที่อยู่ภายใต้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ กับผลการดำเนินงานโครงการภายใต้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่แปรรูปเป็นเอกชนตามการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจ และการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน และได้ศึกษาประเมินผลการดำเนินงานโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแม่ยะ ในแนวทางของประสิทธิภาพและประสิทธิผลหลังจากเกิดการผลิต และให้บริการแล้วเปรียบเทียบกับการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ รวมถึงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแม่ยะ เป็นฝายคอนกรีตมีความสูง 0.4 – 3.60 ม. และมีความยาว 46 ม. อาคารรับน้ำเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ท่อผันน้ำเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กสี่เหลี่ยมหล่ออยู่กับที่มีขนาดหน้าตัดภายใน 1 × 1 ม. มีความหนา 22.5 ซ.ม. และมีความยาว 840 ม. ท่อส่งน้ำ เป็นท่อเหล็กเหนียวเคลือบสีกันสนิม มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.9 เมตร มีความหนา 0.8 ซ.ม. และมีความยาว 370 ม. ผลการศึกษาพบว่า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถดำเนินโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล และไม่อ่อนไหวต่อต้นทุนที่เพิ่มขึ้น หรือผลประโยชน์ที่ลดลงของโครงการการลงทุนในรูปรัฐวิสาหกิจได้รับผลประโยชน์ที่คุ้มค่ามากกว่าที่ลงทุนในรูปของเอกชน ซึ่งจะมีปัญหาด้านเงินลงทุน ดังนั้นในอนาคตการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแปรรูปเป็นเอกชน หรือจะลงทุนในโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กอื่นๆ จะต้องหาแหล่งเงินทุนที่มีอัตราดอกเบี้ยการกู้ยืมที่ต่ำเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าในการลงทุน

จากการนำต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจริง ของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแม่ยะตั้งแต่ปี 2532-2540 และการคาดการณ์ในส่วนที่เกิดขึ้นในปีต่อๆไปจนถึงสิ้นสุดอายุโครงการ 25 ปี พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุของโครงการ เท่ากับ 13,267,713.33 ล้านบาท ซึ่งแสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่า ส่วนในการคำนวณอัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.53 แสดงว่าใช้ต้นทุนไป 1 บาท ได้รับผลประโยชน์ตอบแทนเท่ากับ 1.53 บาทโครงการนี้มีความคุ้มค่าที่ลงทุนและในการคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ 15 ซึ่งเท่ากับต้นทุนค่าเสียโอกาสที่กำหนดไว้คือร้อยละ15 นั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าโครงการนี้ก่อให้เกิดผลตอบแทนที่คุ้มค่า ส่วนระยะคืนทุนของโครงการอยู่ประมาณปีที่ 6

ธงชัย เกษมสุขสกุล (2545) ได้ศึกษาเรื่องผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์และต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเขื่อนเขาแหลมทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์พิจารณาจากต้นทุนและผลประโยชน์ขอโครงการ เขื่อนเขาแหลมเป็นเขื่อนหินทิ้งดาดหน้าด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 92 เมตร ความกว้างสันเขื่อน 10 เมตร ยาว 1,019 เมตร กั้นลุ่มน้ำแควน้อย เขตตำบลท่าขนุน อยู่เหนืออำเภอทองผาภูมิประมาณ 6 กิโลเมตร มีความจุ 8,860 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยปีละ 5,369 ล้าน

ลูกบาศก์เมตร บริเวณปล่อยน้ำได้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เครื่อง ขนาดกำลังผลิต 100,000 กิโลวัตต์ ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างเขื่อนเขาแหลม ที่ทำโดย กฟผ. แสดงให้เห็นว่าการสร้างเขื่อนเขาแหลมมีความเหมาะสมต่อการลงทุน โดยมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อทุนเท่ากับ 1.95 และอัตราผลตอบแทนการลงทุน (EIRR) เท่ากับ ร้อยละ 18.71 ผลประโยชน์ของโครงการประกอบไปด้วย ด้านการผลิตไฟฟ้าชลประทาน การป้องกันอุทกภัย การป้องกันมลภาวะในแม่น้ำโดยการปล่อยน้ำจากเขื่อนเพื่อขับไล่น้ำเสีย และผลประโยชน์ในการเป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และในส่วนผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมนั้น พบว่า มีผลต่อระบบนิเวศทางน้ำในเรื่องการไหลของน้ำเปลี่ยนไป อันจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ตะกอนที่ถูกกักเก็บในเขื่อนทำให้ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าลดลงและทำให้แร่ธาตุในตะกอนที่จำเป็นในการเป็นอาหารของพืชและสัตว์ ไม่สามารถไหลไปทางท้ายเขื่อนซึ่งจะทำให้ผืนดินด้านท้ายเขื่อนขาดความอุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้โครงการยังมีผลกระทบทางด้านสังคม โดยการอพยพคนจากพื้นที่ถูกน้ำท่วมการสร้างเขื่อนเขาแหลมทำให้น้ำท่วม 40 หมู่บ้าน ไปยังพื้นที่แห่งใหม่ที่ทางโครงการจัดให้ทั้งหมด 5 แปลง รวม 42,400ไร่ในอำเภอสังขละบุรี และทองผาภูมิ กฟผ. ได้มีการจ่ายค่าชดเชยให้กับผู้อพยพและยังมีการจัดสรรที่ดินทำกินให้กับผู้อพยพจำนวน 15 ไร่ต่อครอบครัว

ประสาน แสงจุ่น (2548) ได้ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการขนานระบบสำหรับโรงไฟฟ้าแม่กำปองโครงการ 3 เข้ากับเครือข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทน ของการขนานระบบไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กระดับหมู่บ้านเข้ากับเครือข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาลงทุนปรับปรุงโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากที่มีอยู่ในประเทศ ให้สามารถขนานระบบไฟฟ้าเข้ากับเครือข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โรงไฟฟ้าแม่กำปองโครงการ 3 เป็นฝายคอนกรีตสูง 1.5 ม. ยาว 15 ม. พร้อมอาคารรับน้ำและทางระบายทราย ระบบดักน้ำ (Penstock) ทำจากท่อเอซี เส้นผ่าศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร ชั้น 10 ยาว 1,000 ม. ท่อเอซี เส้นผ่าศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร ชั้น 15 ยาว 200 ม. ความสูงหัวน้ำ 35 ม. ปริมาณการไหลของหัวน้ำสูงสุด 195 ลิตร/วินาที ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะโครงการเป็นฝายแบบ Run-of-River สามารถติดตั้งเดินเครื่องผลิตพลังไฟฟ้าได้ 40 กิโลวัตต์ ต้นทุนโครงการในการดำเนินการ 777,906 บาท ต้นทุนดำเนินงานและบำรุงรักษา 198,200 บาท โดยมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนมีค่าตั้งแต่ 1.06 - 1.39 ราคาค่าไฟฟ้า 1.7795 บาทต่อหน่วย (kW-hr) ที่ตัวประกอบโรงไฟฟ้า (Plant Factor: PF) ตั้งแต่ร้อยละ 50 – 70 แสดงว่าโครงการนี้ได้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อเงินลงทุน

พรรณทิพา สุขธรรมและคณะ (2550) ได้ศึกษาการฟื้นฟูโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากกรณีศึกษา โครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยคั่ง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบทางเทคนิค งานซ่อมปรับปรุงโครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยคั่ง ที่เลิกใช้งานแล้วให้สามารถจ่ายไฟขนานเข้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ และเพื่อศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการดำเนินโครงการ โดยพิจารณาอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน โครงการดังกล่าวมีลักษณะโครงการเป็นฝายแบบ Run-of-River ฝายคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 1.20 เมตร ยาว 12.4 เมตร พร้อมอาคารรับน้ำและทางระบายตะกอน ระบบส่งน้ำ ท่อซีเมนต์ใยหิน เส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มม. ชั้น 10 ยาว 140 เมตร ท่อซีเมนต์ใยหิน เส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มม. ชั้น 15 ยาว 120 เมตร ท่อซีเมนต์ใยหินเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มม. ชั้น 20 ยาว 140 เมตร ความสูงหัวน้ำสุทธิ 85 เมตร ปริมาณน้ำออกแบบ 40 ลิตร/นาที ผลการศึกษา พบว่า ซึ่งภายหลังการดำเนินการปรับปรุงโครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยคั่งแล้วเสร็จ สามารถเดินเครื่องผลิตพลังไฟฟ้าได้สูงสุด 44 กิโลวัตต์ ซึ่งสูงกว่าที่ออกแบบไว้เนื่องจากได้ใช้ค่าระดับความสูงหัวน้ำ และปริมาณน้ำต่ำสุดในการออกแบบการเดินเครื่องช่วยยกระดับแรงดันไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ในช่วง Peak Load สามารถยกระดับแรงดันไฟฟ้าจากเดิม 215 โวลต์ เพิ่มเป็น 238 โวลต์ ค่า Power Factor อยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 0.93 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) เท่ากับ 9.9 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,298,509.00 บาท และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) 1.35 โดยค่าต้นทุนพลังงานไฟฟ้าของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยคั่ง อยู่ที่ 2.1281 บาทต่อหน่วย

สุรีย์พร พานิชอัตรา (2540) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำคิรีธารแบบสูบกลับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยพิจารณาจากต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำคิรีธารแบบสูบกลับเป็นอ่างเก็บน้ำแบบคอนกรีต โดยแบ่งเป็นอ่างเก็บน้ำตอนบน (อ่าง C) สร้างบนยอดเขาตอนบนของอ่างเก็บน้ำคิรีธาร ที่ระดับ 640 ม. รทก. มีพื้นที่อ่าง 210 ไร่ และอ่างเก็บน้ำตอนล่าง (อ่าง 3) ที่ความสูง 173.5 ม. รทก. ซึ่งห่างจากอ่างเก็บน้ำ C ตอนบน ประมาณ 3 กิโลเมตร โดยทำการขุดอุโมงค์และใส่ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.75 – 7 ม. ระหว่างอ่าง C และ อ่าง 3 และติดตั้งเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (Turbine) และปั๊มสูบน้ำกลับปลายท่อปล่อยลงสู่อ่างเก็บน้ำ 3 กำลังการผลิตติดตั้ง 66,000 kW โดยมีต้นทุนราคาพลังงาน 1.45 บาท/หน่วย ผลการศึกษาพบว่า เมื่อคิดมูลค่าปัจจุบันในอัตราคิดลดร้อยละ 10 ตลอดระยะเวลาของโครงการ 59 ปี ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,587.921 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) เท่ากับ 1.113 และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 13.506 จากตัวชี้วัดดังกล่าวโครงการนี้มีความเหมาะสมในการลงทุน และ เมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ชี้ให้เห็นว่าแม้จะมีปัจจัยภายนอกอันส่งผลให้ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการเปลี่ยนแปลงไป โครงการนี้ก็ยังมีความเหมาะสมที่จะลงทุน

หทัยทิพย์ ไกรสุนทรเลิศภพ (2550) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำ กรณีศึกษาเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคุ้มค่าของโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำทั้งทางด้านการเงินและทางด้านเศรษฐศาสตร์ โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์มีลักษณะเป็นเขื่อนดิน แกนดินเหนียว ความยาวประมาณ 4,860 เมตร ระดับกักเก็บน้ำสูงสุด 43 เมตร ปริมาณกักเก็บน้ำ 960 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีอาคารระบายน้ำ 3 แห่งคืออาคารระบายน้ำล้น เป็นประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก 7 ช่อง ระบายน้ำได้สูงสุด 3,900 ลูกบาศก์เมตร/วินาที อาคารท่อระบาย

น้ำลงพื้นลำน้ำเดิมเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 เมตร สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 80 ลูกบาศก์เมตร/วินาที อาคารท่อระบายน้ำฉุกเฉิน ระบายน้ำได้สูงสุด 65 ลูกบาศก์เมตร/วินาที (Moohin ออนไลน์, 2553) กำลังผลิตติดตั้ง 8,000 กิโลวัตต์ พลังงานที่ผลิตได้ 34.8 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี และต้นทุนราคาพลังงาน 1.87 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ความเป็นไปได้ของโครงการทางด้านการเงิน ณ อัตราคิดลดร้อยละ 8.5 พบว่า โครงการมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 179.569 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) เท่ากับ 1.356 อัตราผลตอบแทนทางการเงิน (FIRR) ของโครงการเท่ากับร้อยละ 13.70 และโครงการมีระยะเวลาคืนทุนภายใน 6 ปี ซึ่งแสดงได้ว่าโครงการมีผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน และจากการวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยง พบว่าโครงการมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในแต่ละตัวแปร คือ การลงทุนเริ่มแรกเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น และราคาขายลดลง ร้อยละ 30 และการเปลี่ยนแปลงในอัตราคิดลดเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 14.5 นั้นจะมีผลทำให้ NPV ติดลบ ซึ่งจะส่งผลทำให้โครงการถูกปฏิเสธการลงทุน แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 4 ตัวเกิดขึ้นพร้อมกันในลักษณะเลวร้ายจะส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันเท่ากับ - 411.975 ล้านบาท และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 4 ตัวเกิดขึ้นพร้อมกันในลักษณะที่ดีที่สุด มูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 307.597 ล้านบาท ซึ่งจากสถานการณ์ดังกล่าว สามารถคำนวณหาค่าคาดหวังมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการภายใต้ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับโครงการได้ค่าคาดหวังมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 156.243 ล้านบาท ผลตอบแทนลดลงได้มากที่สุดร้อยละ 26.1 ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นได้มากที่สุดร้อยละ 35.4 โครงการสามารถชะลอการลงทุนได้นานประมาณไม่เกิด 4 ปี ณ อัตราคิดลดที่ร้อยละ 8 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์ ณ อัตราคิดลดร้อยละ 5.33 พบว่า โครงการมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 879.830 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) เท่ากับ 3.484 อัตราผลตอบแทนทางการเงิน (FIRR) ของโครงการเท่ากับร้อยละ 27.12 และโครงการมีระยะเวลาคืนทุนภายใน 4 ปี ซึ่งแสดงได้ว่าโครงการมีผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน และจากการวิเคราะห์โครงการภายใต้ความเสี่ยง ที่มีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในแต่ละตัว พบว่า โครงการไม่มีความเสี่ยงภายใต้การเปลี่ยนแปลงที่สมมติขึ้น คือ ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 50 ปริมาณการผลิตลดลงถึงร้อยละ 30 และราคาการซื้อขายลดลงร้อยละ 30 ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อความคุ้มค่าของโครงการ เนื่องจากว่าในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดที่ทำให้ค่า NPV ติดลบ แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 4 ตัวเกิดขึ้นพร้อมกันในลักษณะเลวร้ายจะส่งผลให้มูลค่าปัจจุบัน เท่ากับ - 324.162 ล้านบาท และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทั้ง 4 ตัวเกิดขึ้นพร้อมกันในลักษณะที่ดีที่สุด มูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 1,131.391 ล้านบาท ซึ่งจากสถานการณ์ดังกล่าวสามารถคำนวณหาค่าคาดหวังมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการภายใต้ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับโครงการ ได้ค่าคาดหวังมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 832.209 ล้านบาท ผลตอบแทนลดลงได้มากที่สุดร้อยละ 71.32 ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นได้มากที่สุดร้อยละ 248.8 โครงการสามารถชะลอการลงทุนได้นานถึง 23 ปี ณ อัตราคิดลดที่ร้อยละ 5.33

กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2549) ได้ศึกษาความเหมาะสมโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในประเทศกัมพูชา 3 แห่ง ประกอบด้วย 1) โครงการพลังน้ำขนาดเล็ก สตรึงลังเก จังหวัดพระตะบอง เป็นโครงการฝายคอนกรีตสูง 2 เมตร มีคลองชักน้ำคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1.40 × 1.30 เมตร ความยาว 1,156 เมตร ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.70 เมตร ความยาว 104 เมตร มีความสูงหัวน้ำ 20.81 เมตร ปริมาณน้ำออกแบบ 1.51 ลบ.ม./วินาที กำลังผลิตติดตั้ง 2 × 126 กิโลวัตต์ ผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 1.766 ล้านหน่วย ราคาโครงการเท่ากับ 66.72 ล้านบาท 2) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สตรึงโตนโป จังหวัดโพธิสัต เป็นโครงการฝายคอนกรีตสูง 2 เมตร มีคลองชักน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1.10 × 1.10 เมตร ความยาว 822 เมตร ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร ความยาว 47 เมตร มีความสูงหัวน้ำ 17.46 เมตร ปริมาณน้ำออกแบบ 0.81 ลบ.ม./วินาที กำลังผลิตติดตั้ง 2 × 57 กิโลวัตต์ ผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.673 ล้านหน่วย ราคาโครงการเท่ากับ 49.98 ล้านบาท และ 3) โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก โอทัวอรูเทรา จังหวัดกัมโปต เป็นโครงการฝายคอนกรีตสูง 2 เมตร มีท่อชักน้ำเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.40 เมตร ความยาว 1,625 เมตร ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร ความยาว 104 เมตร มีความสูงหัวน้ำ 108.04 เมตร ปริมาณน้ำออกแบบ 0.15 ลบ.ม./วินาที กำลังผลิตติดตั้ง 2 × 65 กิโลวัตต์ ผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.796 ล้านหน่วย ราคาโครงการเท่ากับ 34.48 ล้านบาท ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจของทั้ง 3 โครงการพบว่า มี 2 โครงการ คือ โครงการพลังน้ำขนาดเล็ก สตรึงลังเก และโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก โอทัวอรูเทรา ที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนในทางเศรษฐกิจ โดยโครงการสตรึงลังเกให้ค่า NPV สูงสุดคือ 21.75 ล้านบาท B/C ratio เท่ากับ 1.46 และ EIRR เท่ากับ ร้อยละ 17.82 ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์) เท่ากับ 4.87 ส่วนโครงการโอทัวอรูเทรา ให้ค่า NPV เท่ากับ 9.68 ล้านบาท B/C ratio เท่ากับ 1.40 และ EIRR เท่ากับ ร้อยละ 16.81 ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์) เท่ากับ 5.56

Department of Electricity Development (ออนไลน์, 2552) ได้ทำการศึกษาความเหมาะสมโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในประเทศเนปาล เมื่อปี ค.ศ. 2004 โดยลักษณะโครงการเป็นฝายแบบ Run-of-River 5 แห่ง ประกอบด้วย 1) โครงการพลังน้ำขนาดเล็ก Mewa Khola ในประเทศเนปาล ขนาดของฝาย (Spillway) ยาว 28.5 × สูง 6.5 เมตร มีคลองชักน้ำคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมขนาด 2.7 × 2.7 เมตร ความยาว 59.132 เมตร ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.65 × 1.8 เมตร ความยาว 25 เมตร กำลังผลิตติดตั้ง 2 × 5 เมกะวัตต์ ทั้งนี้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 77.43 GWh/year ต้นทุนเบื้องต้นโครงการเท่ากับ 19.80 ล้าน US $ ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) เท่ากับ 12.36 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 0.333 million US $ และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) 1.18 2) โครงการพลังน้ำขนาดเล็ก Maya Khola ในเมือง Sankhusabha ประเทศเนปาล ขนาดของฝาย (Spillway) ยาว 26 เมตร มีคลองชักน้ำคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 2.85 × สูง 1.5 เมตรความยาว 4,046 เมตรกำลังผลิตติดตั้ง 2 ×2.5 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 40 GWh/year ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

พบว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) เท่ากับ 13.83 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) 1.35 3) โครงการพลังน้ำขนาดเล็ก Singati Khola ในเมือง Dolkha ประเทศเนปาล ขนาดของฝาย 36.5 × 11.1 เมตร มีคลองชักน้ำคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 2.0 × 2.1 - 3.05 เมตร ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 เมตรความยาว 448 เมตร กำลังผลิตติดตั้ง 6.4 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 49.38 GWh/year ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) เท่ากับ 11.63 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) 1.12 4) โครงการพลังน้ำขนาดเล็ก Lower Hongu Khola ในเมือง Solukhumbu ประเทศเนปาล ฝายคอนกรีตความยาว 40 เมตร ความสูง 6.0 เมตร มีคลองชักน้ำคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 4.2 × สูง 4.2 เมตร ความยาว 2,593 เมตร ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.3 เมตร ความยาว 353.5 เมตร กำลังผลิตติดตั้ง 23.5 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 134.35 GWh/year ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) เท่ากับ 28.88 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 49.613 ล้าน US $ และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) 1.63 โดยมีต้นทุนราคาพลังงาน/หน่วย 0.365 US$/kWh และ 5) โครงการพลังน้ำขนาดเล็ก Lower Solu Khola ในเมือง Solukhumbu ประเทศเนปาล ขนาดของฝาย (Spillway) ความยาว 26 เมตร มีคลองชักน้ำคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 2.85 × สูง 1.5 เมตร ความยาว 4,046 เมตร ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.80 ความยาว 348 เมตร กำลังผลิตติดตั้ง 15.2 เมกะวัตต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 103.92 GWh/year ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) เท่ากับ 21.12 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) 2.20

ดังนั้น ในส่วนของการศึกษาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ จากตัวอย่างโครงการข้างต้น สามารถนำมาสรุปได้ดังนี้ ตามตารางที่ 2.14

2.5.3 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม

การใช้พลังงานฟอสซิลของมนุษย์ก่อให้เกิดการพัฒนาและทำลายสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานทั่วโลกในปี พ.ศ. 2549 คิดเป็นปริมาณพลังงานทั้งหมด 12000 ล้านตัน (Mega ton of energy, Mtoe) ซึ่ง 80 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานทั้งหมดมาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน (34 เปอร์เซ็นต์) ถ่านหิน (25 เปอร์เซ็นต์) และก๊าซธรรมชาติ (21 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่พลังงานทดแทนมีการใช้เพียง 13.6 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานนิวเคลียร์ 6.4 เปอร์เซ็นต์ (International Energy Agency, 2008) เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า กระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้าก่อให้เกิดมลพิษมากมายหลายๆ ด้าน แต่มลพิษที่สำคัญที่สุดที่โรงไฟฟ้าปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมนั้น คือ มลพิษทางอากาศโดยการเผาไหม้นอกจากจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบอื่นๆ อีกมากมาย เช่น เกิดก๊าซที่เป็นออกไซด์ของซัลเฟอร์ และไนโตรเจน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดกรดในบรรยากาศ และทำให้เกิดความเป็นกรดในดินหรือแหล่งน้ำ เมื่อก๊าซเหล่านั้นไปรวมกับฝน หมอก น้ำค้าง หรือหิมะตกลงสู่พื้นดิน หรือแหล่งน้ำ นอกจากนั้นยังทำ ให้เกิดก๊าซโอโซน ฝุ่นละอองขนาดเล็ก และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ได้อีกด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศของโรงไฟฟ้าจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประเภทของโรงไฟฟ้า หรือประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงไฟฟ้านั้นๆ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับโรงไฟฟ้า แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจะแปรผันตามคุณภาพของเชื้อเพลิง ถึงแม้แต่ใช้กระบวนการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลนี้ก็ยังมีปริมาณสูง เช่นโรงไฟฟ้าถ่านหินปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 975 ก. คาร์บอนไดออกไซด์ ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (gCO_2/kWh) เมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานทดแทน เช่น แสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ และน้ำขึ้น-น้ำลง/คลื่น จะเห็นได้ว่าปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำมาก นิวเคลียร์เป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ เนื่องจากมีก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อย แต่ความเป็นอันตรายของกัมมันตภาพรังสีเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณา (Central Research Institute of Electric Power Industry, 2008) หากเทียบสัดส่วนของแหล่งพลังงานที่ต้องการสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าพบว่า พลังงานทดแทนใช้เพียง 9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พลังงานฟอสซิลและนิวเคลียร์ ใช้ถึง 74 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าในปัจจุบันได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ (International Energy Agency, 2008)

พลังงานน้ำจัดเป็นพลังงานสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซ (Gas Emission) การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กนั้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก และกากของเสียอันตราย การพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำชนิดแม่น้ำไหลผ่าน (ไม่มีอ่างเก็บน้ำ) เป็นโครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ซึ่งโครงการเหล่านี้มีอยู่บ้างแล้วในประเทศไทย ในปัจจุบันยังคงดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ ซึ่งได้แก่ โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำหมู่บ้านแม่กำปอง โครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยยะโม่ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่กืมหลวง โครงการ

ไฟฟ้าพลังน้ำแม่ฮ่องสอน โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่สะเรียง โครงการไฟฟ้าพลังน้ำห้วยน้ำขุ่น โครงการไฟฟ้าพลังน้ำคลองดุสน และโครงการไฟฟ้าพลังน้ำคลองลำปลอก หากเปรียบเทียบความต้องการพลังงานในประเทศไทยพบว่า พลังงานที่ใช้ในประเทศคิดเป็น1 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานทั้งหมดทั่วโลก ในขณะที่ประเทศจีนเป็นประเทศที่มีขนาดใหญ่และมีความต้องการพลังงานสูงที่สุดในภูมิภาคเอเชีย การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำจึงพบได้ในหลายพื้นที่โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทห่างไกล การสร้างโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเหล่านี้ใช้พลังงานจากน้ำในลำธาร น้ำตก หรือแม่น้ำบนภูเขา โรงไฟฟ้าเหล่านี้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชน โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กเหล่านี้ใช้เงินลงทุนน้อยและมีความเสี่ยง (Risk) ต่ำ ตลอดจนให้ผลตอบแทนที่คงที่และต่อเนื่อง ดังนั้นโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กจึงได้รับการสนับสนุนจาก Ministry of Water (Fu et. al., 2008)

การสำรวจ พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำ Xiangxi มีโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กตั้งอยู่ถึง 47 แห่ง สภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำนี้โดยทั่วไปมีสภาพคล้ายกับพื้นที่ลุ่มน้ำแคว้นอย คือมีแม่น้ำสาขาไหลผ่านพื้นที่และพื้นที่มีป่าไม้อุดมสมบูรณ์ ตลอดจนเป็นพื้นที่ต้นน้ำ สำหรับการผลิตน้ำ ประปา (Xiangshan Government: http://www.xingshan.gov.cn) การศึกษาของ (Fu et. al, 2008) พบว่าการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กส่งผลต่อระดับ (Elevation) ความลึก (Depth) ความเร็ว การนำไฟฟ้า และ พีเอช ของน้ำ แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเหล่านี้เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงของลำน้ำ (Channels' Deformation) ถึงแม้ว่าการสร้างโรงไฟฟ้ามีผลต่อปัจจัยเหล่านี้แต่การเปลี่ยนแปลงนั้นไม่ได้เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงที่มีสาเหตุจากกระบวนการทางธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า สิ่งมีชีวิตต่างๆ สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้

การประเมินผลกระทบการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ทั้งด้านอุทกวิทยา การกัดเซาะ และการเคลื่อนที่ของตะกอน ตลอดจนคุณภาพน้ำ การศึกษาของ (Jia et al., 2007) เพื่อประเมินผลกระทบของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำในลุ่มน้ำเหลือง (Yellow River Basin) ที่มีขนาดพื้นที่ 795000 ตารางกิโลเมตร ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำวิเคราะห์จากพารามิเตอร์ต่างๆ ประกอบด้วย พีเอช ออกซิเจนละลายน้ำ ซีโอดี บีโอดี ไนเตรต ทั้งผลจากการสังเกตการณ์และจากการคำนวณด้วยแบบจำลอง พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำนั้นเกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร การอุปโภคบริโภคของครัวเรือน เป็นหลัก การสร้างโรงไฟฟ้านั้นไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ดังที่ที่ผลจากการสังเกตและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณที่สร้างโรงไฟฟ้านั้น มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ระดับที่สอง บริเวณท้ายน้ำจากจุดที่ปล่อยน้ำออกจากโรงไฟฟ้านั้นคุณภาพน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ระดับที่สอง ในขณะที่การประเมินด้านอุทกวิทยาพบว่าปริมาณน้ำนั้นเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการใช้น้ำเป็นหลัก ซึ่งการใช้ประโยชน์จากน้ำที่เกินความจำเป็นนั้นย่อมส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของตะกอนและการกัดเซาะตลิ่งได้