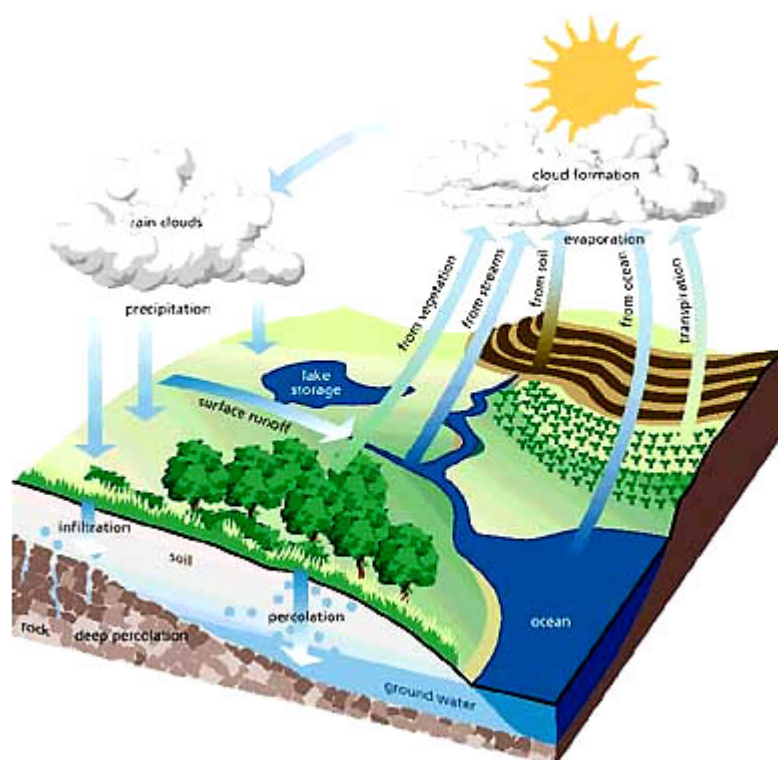


บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำ

น้ำเป็นสารประกอบที่เกิดจากออกซิเจนกับไฮโดรเจน มีสถานะเป็นของเหลว โลกของเราประกอบขึ้นด้วยพื้นดินและพื้นน้ำ โดยส่วนที่เป็นพื้นน้ำนั้น มีอยู่ประมาณ 3 ส่วน (75%) และเป็นพื้นดิน 1 ส่วน (25%) น้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งกับชีวิตของพืชและสัตว์บนโลกรวมทั้งมนุษย์เราด้วย น้ำเป็นทรัพยากรที่สามารถเกิดหมุนเวียนได้เรื่อย ๆ ไม่มีวันหมดสิ้น เมื่อแสงแดดส่องมาบนพื้นโลก น้ำจากทะเลและมหาสมุทรก็จะระเหยเป็นไอน้ำลอยขึ้นสู่เบื้องบนเนื่องจากไอน้ำมีความเบากว่าอากาศ เมื่อไอน้ำลอยสู่เบื้องบนแล้ว จะได้รับความเย็นและกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ลอยจับตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ เมื่อจับตัวกันมากขึ้นและกระทบความเย็นก็จะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำตกลงสู่พื้นโลก น้ำบนพื้นโลกจะระเหยกลายเป็นไอน้ำอีกเมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ไอน้ำจะรวมตัวกันเป็นเมฆและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำกระบวนการเช่นนี้ เกิดขึ้นเป็นวัฏจักรหมุนเวียนต่อเนื่องกันตลอดเวลาดังรูปที่ 2.1 เรียกว่าวัฏจักรน้ำทำให้มีน้ำเกิดขึ้นบนผิวโลกอยู่สม่ำเสมอ [1]



รูปที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ (Hydrologic Cycle) [1]

มนุษย์เรารู้จักการใช้น้ำมาเป็นเวลาช้านานแล้ว น้ำมีความจำเป็นต่อชีวิตยิ่งไปกว่าอาหารเสียอีก ร่างกายของคนเราก็เช่นเดียวกับผิวโลกคือประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ น้ำไม่เหมือนกับเชื้อเพลิงฟอสซิล ตรงที่น้ำไม่ใช่แหล่งพลังงานที่ใช้ได้เพียงครั้งเดียว แต่น้ำจะหมุนเวียนใช้ได้อยู่เสมอและกับงานต่างๆ จากด้านเกษตรกรรมจนถึงการผลิตพลังงานไฟฟ้า

พลังงานน้ำนั้นมาจากดวงอาทิตย์โดยทางอ้อม ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดบรรยากาศ ความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดกระแสความร้อยจากแนวดิ่ง ในอากาศนั้นจะมีไอน้ำซึ่งกลั่นตัวเป็นเมฆฝนหรือสิ่งอื่น น้ำฝนที่หล่นจากที่สูงจะปฏิบัติตามกฎแรงโน้มถ่วง และเริ่มเคลื่อนที่ไหลลงสู่ผืนดินที่ต่ำกว่า และในที่สุดก็ไหลลงสู่ทะเลหรือแหล่งน้ำแหล่งอื่นๆ ที่เป็นแหล่งเดิม [2]

2.1.1 พลังงานน้ำ

น้ำเป็นพลังงานหมุนเวียนที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ เป็นการอาศัยหลักการเคลื่อนที่ของน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ โดยมีหลักการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า คือ

พลังงานศักย์ $\rightarrow$ พลังงานจลน์ $\rightarrow$ พลังงานกล $\rightarrow$ พลังงานไฟฟ้า

2.1.1.1 กำลังและพลังงานของน้ำ [2]

น้ำสะสมพลังงานอยู่ในรูปพลังงานศักย์นั้น คำนวณได้โดย

$$E_p = mgh \quad (2.1)$$

เมื่อ	E_p	คือ พลังงานศักย์ของน้ำ (J)
	m	คือ มวลของน้ำ (kg)
	g	คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก (m/s^2)
	H	คือ ความสูงในแนวดิ่งของแหล่งน้ำ (m)

จากสมการ (2.1) เปลี่ยนค่าพลังงานให้อยู่ในรูปของกำลัง จะมีค่าเท่ากับ

$$P = \rho QgH \quad (2.2)$$

เมื่อ	P	คือ กำลัง (W)
	ρ	คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)
	Q	คือ ปริมาตรการไหล (m^3/s)

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก (m/s^2)

H คือ ความสูงในแนวดิ่งของแหล่งน้ำ (m)

พิจารณาจากกฎทรงพลังงาน (Energy Conservation) เมื่อน้ำตกลงมาพลังงานศักย์ของน้ำจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ทั้งหมด

$$E_p = E_k \quad (2.3)$$

$$mgH = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.4)$$

$$v^2 = 2gH \quad (2.5)$$

นั่นคือความเร็วของน้ำ ได้จาก

$$v = \sqrt{2gH} \quad (2.6)$$

พิจารณาการไหลที่พุ่งผ่านพื้นที่หน้าตัด A ด้วยความเร็ว v จะได้ปริมาตรการไหลของน้ำ

$$Q = Av \quad (2.7)$$

เมื่อแทนค่าสมการ (2.6) ใน (2.7) จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรการไหล พื้นที่หน้าตัดของน้ำ และระดับความสูง คือ

$$Q = A\sqrt{2gH} \quad (2.8)$$

นั่นคือปริมาตรการไหลของน้ำจะแปรผันโดยตรงกับขนาดพื้นที่หน้าตัดของน้ำ และระดับความสูงของแหล่งน้ำ

2.2 การผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ

การริเริ่มนำพลังน้ำมาใช้ผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย เกิดขึ้นจากปัญหาการขาดแคลน ไฟฟ้าใน กรุงเทพมหานคร ภายหลังการสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่สอง รัฐบาลจึงมีนโยบายให้สำรวจและพัฒนา

โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขึ้นที่จังหวัดตาก เรียกว่า โครงการเขื่อนยันฮี โดยกู้เงินจากธนาคารโลก มาใช้ในการก่อสร้าง และได้เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2499 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2507 ต่อมาได้รับพระราชทานนามว่า "เขื่อนภูมิพล" ซึ่งในระยะแรกมีกำลังการผลิตรวม 140,000 กิโลวัตต์ หลังจากนั้นได้มีการเร่งสำรวจโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้รับความร่วมมือจากคณะกรรมการประสานงานสำรวจโครงการพัฒนาลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง ทำการสำรวจวางแผนก่อสร้างโครงการน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น และโครงการน้ำพุง จังหวัดสกลนคร ต่อมาในปี พ.ศ. 2516 ได้เกิดวิกฤตการณ์น้ำมันส่งผลให้ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องมาจนถึงปี พ.ศ. 2524 รัฐบาลจึงมีนโยบายให้มีการกระจายชนิดของเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเพื่อลดการใช้น้ำมันลง โดยให้มีการใช้ลิกไนต์ และพลังน้ำเพิ่มขึ้น ในส่วนของการพัฒนาพลังน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 - 2529) และแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) ได้กำหนดมาตรการให้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) เร่งรัดการสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้มากขึ้น และให้ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำแผนงานและวิธีแก้ไขผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการพัฒนาแหล่งน้ำ รวมทั้ง สนับสนุนให้มีการดำเนินการสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กที่มีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2535 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันจัดทำแผนหลักการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กและเล็กมาก เพื่อใช้เป็นกรอบในการพิจารณารายละเอียดของโครงการต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโครงการ ซึ่งต้องมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจอย่างน้อยร้อยละ 8 และโครงการจะต้องไม่อยู่ในพื้นที่ที่ต้องสงวนรักษาไว้ โครงการที่ได้รับการคัดเลือกให้บรรจุไว้ในแผนหลักมีทั้งหมด 19 โครงการ เป็นโครงการของ กฟผ. 1 โครงการ กฟภ. 3 โครงการ และของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 15 โครงการ รวมกำลังผลิตติดตั้ง 49,985 กิโลวัตต์ วงเงินลงทุนรวมทั้ง 1,939 ล้านบาท การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำได้เพิ่มขึ้นจาก 4,159 kWh ในปี พ.ศ. 2535 เป็น 7,215 kWh ในปี พ.ศ. 2539 ซึ่งสิ้นสุดแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 อย่างไรก็ตาม การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่เพื่อผลิตไฟฟ้าในระยะหลังได้รับการต่อต้านจากประชาชนที่ได้รับผลกระทบและองค์กรเอกชนที่ไม่มุ่งหวังกำไร หรือ กลุ่ม NGO (Non - governmental Organization) เป็นอย่างมาก จึงทำให้การพัฒนาเป็นไปได้ยาก ยกเว้นการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กซึ่งยังคงมีความเป็นไปได้ นอกจากนี้ ยังมีโครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (ปัจจุบันคือ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน) ซึ่งดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ใน [3]

2.2.1 การแบ่งประเภทของพลังงานน้ำตามกำลังการผลิตไฟฟ้า

1. พลังงานน้ำขนาดใหญ่ มีกำลังการผลิตมากกว่า 30 เมกกะวัตต์ เช่น เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 779.2 เมกกะวัตต์ และเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 240 เมกกะวัตต์ เป็นต้น [4]

การผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ได้เริ่มขึ้นเนื่องจากเกิดขึ้นจากปัญหาการขาดแคลน ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร ภายหลังการสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่สอง รัฐบาลจึงมีนโยบายให้สำรวจและพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขึ้นที่จังหวัดตาก เรียกว่า โครงการเขื่อนยันฮี โดยกู้เงินจากธนาคารโลกมาใช้ในการก่อสร้าง และได้เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2499 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2507 ต่อมาได้รับพระราชทานนามว่า "เขื่อนภูมิพล" และได้พัฒนาสร้างเขื่อนต่างๆ ตามมา [3]

ตารางที่ 2.1 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้า [5]

ลำดับ	โรงไฟฟ้า	สถานที่ตั้ง	กำลังผลิต (MW)	ปีที่ใช้งาน
1	เขื่อนภูมิพล	ตาก	779.20	2507
2	เขื่อนสิรินธร	อุบลราชธานี	36	2514
3	เขื่อนจุฬาภรณ์	ชัยภูมิ	40	2515
4	เขื่อนสิริกิติ์	อุดรธานี	500	2517
5	เขื่อนศรีนครินทร์	กาญจนบุรี	720	2523
6	เขื่อนบางลาง	ยะลา	72	2524
7	เขื่อนท่าทุ่งนา	ยะลา	39	2525
8	เขื่อนวชิราลงกรณ์	กาญจนบุรี	300	2528
9	เขื่อนรัชชประภา	สุราษฎร์ธานี	240	2530
10	เขื่อนปากมูล	อุบลราชธานี	136	2537
11	เขื่อนลำตะคอง ชลภาวัฒนา	นครราชสีมา	500	2547



รูปที่ 2.2 เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ [4]



รูปที่ 2.3 เขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ [4]

2. พลังงานน้ำขนาดเล็ก มีกำลังการผลิตอยู่ระหว่าง 200 กิโลวัตต์ - 30 เมกกะวัตต์ เช่น เขื่อนก๊วลม จังหวัดลำปาง มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 340 กิโลวัตต์ [4]

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ดำเนินการพัฒนาพลังงานน้ำเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้ามาตั้งแต่ปี 2507 โดยเริ่มจากการก่อสร้างเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำพอง (เขื่อนอุบลรัตน์) เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนลำโดมน้อย (เขื่อนสิรินธร) ซึ่งมีกำลังการผลิต 25,000, 6,300 และ 36,000

กิโวลต์ต่อลำดับ ต่อมาเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม 2523 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้ พพ. ขณะที่ยังใช้ชื่อว่า สำนักงานพลังงานแห่งชาติรับผิดชอบการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ ขนาดตั้งแต่ 0 - 6,000 กิโวลต์ ซึ่งเขื่อน 3 แห่งแรกที่ พพ. ได้ก่อสร้างมีกำลังผลิตมากกว่าที่คณะรัฐมนตรีกำหนด ดังนั้น พพ. จึงได้โอนทั้ง 3 เขื่อนดังกล่าวให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) รับผิดชอบดำเนินการ นับตั้งแต่นั้นมา พพ. จึงได้ดำเนินการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาจนถึงปัจจุบัน [6]

ตารางที่ 2.2 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในความรับผิดชอบของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [6]

ลำดับ ที่	โครงการ	สถานที่ตั้ง		กำลังผลิต (kW)
		อำเภอ	จังหวัด	
1	แม่ฮ่องสอน	เมือง	แม่ฮ่องสอน	850
2	แม่กิมหลวง	แม่อาว	เชียงใหม่	3,200
3	ห้วยแม่ผง	ดอกคำใต้	พะเยา	860
4	ไอลาเปาะ	สุคิริน	นราธิวาส	200
5	แม่สะเรียง	แม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	1,250
6	คีรีธาร	มะขาม	จันทบุรี	12,200
7	แม่สะงา	เมือง	แม่ฮ่องสอน	5,040
8	แม่สาบ	เสมิง	เชียงใหม่	1,360
9	บ่อแก้ว	เสมิง	เชียงใหม่	200
10	แม่มาว	ฝาง	เชียงใหม่	4,330
11	คลองลำปลอก	ย่านตาขาว	ตรัง	1,182
12	น้ำเขมิน	นครไทย	พิษณุโลก	1,030
13	ห้วยแม่สอ	แม่สอ	ตาก	660
14	แม่หาด	เวียงแหง	เชียงใหม่	818
15	แม่ตื่น	อมก๋อย	เชียงใหม่	250
16	คลองคุดสน	ควนกาหลง	สตูล	680
17	ห้วยประทาว	แก่งคร้อ	ชัยภูมิ	4,500
18	ก๊วลม	เมือง	ลำปาง	350
19	ห้วยลำสินธุ์	กงหรา	พัทลุง	958
20	ลำพระเพลิง	ปักธงชัย	นครราชสีมา	850
21	ห้วยน้ำขุ่น	แม่สรวย	เชียงราย	1,700
22	ยะโม	อุ้มผาง	ตาก	850

ตารางที่ 2.3 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในความรับผิดชอบของการไฟฟ้า [5]

ลำดับ	โรงไฟฟ้า	สถานที่ตั้ง	กำลังผลิต (MW)	ปีที่ใช้งาน
1	เขื่อนน้ำพุง	สกลนคร	6	2508
2	เขื่อนอุบลรัตน์	ขอนแก่น	25.2	2509
3	เขื่อนแก่งกระจาน	เพชรบุรี	19	2517
4	เขื่อนบ้านยาง	เชียงใหม่	0.15	2517
5	เขื่อนห้วยกุ่ม	ชัยภูมิ	1.06	2525
6	เขื่อนบ้านสันติ	ยะลา	1.28	2525
7	เขื่อนบ้านขุนกลาง	เชียงใหม่	0.20	2526
8	เขื่อนคลองช่องกล้า	สระแก้ว	0.02	2527
9	เขื่อนแม่จิด	เชียงใหม่	9	2528
10	เขื่อนห้วยกุ่มมั่ง	กาญจนบุรี	0.10	2530



รูปที่ 2.4 เขื่อนก๊วลม จังหวัดลำปาง เป็นโครงการไฟฟ้ากำลังน้ำขนาดเล็ก [4]

3. พลังงานน้ำขนาดเล็กหรือระดับหมู่บ้าน มีกำลังการผลิตน้อยกว่า 200 kW เช่น โครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน ที่บ้านแม่กำปอง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ [4]

ด้วยพระมหากรุณาธิคุณของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ได้เสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมเยียนประชาชน ณ หมู่บ้านแม่กำปอง ตำบลห้วยแก้ว กิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2522

และทรงทราบว่าชาวบ้านต้องประสบกับความเดือดร้อนจากการไม่มีไฟฟ้าใช้ ด้วยอาชีพหลักของคนในหมู่บ้าน คือ การทำใบเมี่ยง ซึ่งต้องอาศัยความร้อนในการอบแห้ง ซึ่งสามารถทำได้เฉพาะในเวลากลางคืนเท่านั้น โดยชาวบ้านจะใช้แสงสว่างจากตะเกียงน้ำมันก๊าดในการอบ แต่ต้องประสบปัญหามาก เพราะตะเกียงน้ำมันก๊าดให้แสงสว่างน้อย ทั้งยังก่อให้เกิดเขม่าควันไฟจำนวนมาก ชาวบ้านจึงได้ทูลเกล้าฯ ขอพระราชทานไฟฟ้าจากพระองค์ ด้วยเหตุนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงได้มีพระกระแสรับสั่งให้ทางราชการดำเนินงานโครงการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านให้แก่ประชาชนในชนบทห่างไกลที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ โดยเริ่มต้นจากการก่อตั้งโรงไฟฟ้าพลังน้ำหมู่บ้านแม่กำปองขึ้นเป็นแห่งแรก [7]

ตารางที่ 2.4 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋วหรือระดับหมู่บ้าน [7]

ลำดับ	โครงการ	สถานที่ตั้ง		กำลังผลิต (kW)	จำนวนครัวเรือน/ หน่วยงาน
		อำเภอ	จังหวัด		
1	แม่กำปอง(1)	สันกำแพง	เชียงใหม่	20	115
2	แม่ต๋อนหลวง	ดอยสะเก็ด	เชียงใหม่	35	230
3	ห้วยหม้อ	ดอยสะเก็ด	เชียงใหม่	20	88
4	ปางไฮ	ดอยสะเก็ด	เชียงใหม่	40	192
5	แม่กำปอง(2)	สันกำแพง	เชียงใหม่	20	57
6	น้ำกั้น	เวียงป่าเป้า	เชียงราย	25	136
7	บ้านป๊อก	สันกำแพง	เชียงใหม่	20	70
8	แจ้ซ้อน	แจ้ห่ม	ลำปาง	20	102
9	บ้านเจ้าหัวหน้า	เวียงป่าเป้า	เชียงราย	25	70
10	ผาผึ้ง	วังเจ้า	ตาก	20	75
11	แม่สรวน้อย	แม่สรว	เชียงราย	20	55
12	แม่มอน(1)	เมืองปาน	ลำปาง	60	อุทยานแห่งชาติ
13	ห้วยขมิ้น	ศรีสวัสดิ์	กาญจนบุรี	30	อุทยานแห่งชาติ
14	ปางฮ้าง	เชียงดาว	เชียงใหม่	25	70
15	แม่กำปอง(3)	สันกำแพง	เชียงใหม่	40	50
16	แม่หลวง	อมก๋อย	เชียงใหม่	35	135
17	น้ำแม่โจง	อมก๋อย	เชียงใหม่	25	115
18	บ้านพุย	แม่แจ่ม	เชียงใหม่	15	80

ตารางที่ 2.4 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กหรือระดับหมู่บ้าน (ต่อ)

ลำดับ	โครงการ	สถานที่ตั้ง		กำลังผลิต (kW)	จำนวนครัวเรือน/ หน่วยงาน
		อำเภอ	จังหวัด		
19	ห้วยแม่ซ้าย	เชียงดาว	เชียงใหม่	20	90
20	น้ำแม่หาด	อมก๋อย	เชียงใหม่	25	201
21	นาปู่ป้อม	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	20	67
22	ห้วยชมพู	แม่สรวย	เชียงราย	30	80
23	แม่ตะละ	แม่แจ่ม	เชียงใหม่	25	77
24	ขุนขมิ้น	เชียงดาว	เชียงใหม่	15	41
25	แม่แอบ	แม่แจ่ม	เชียงใหม่	60	95
26	แม่นาส่อง	จอมทอง	เชียงใหม่	30	65
27	แม่มอน(2)	เมืองปาน	ลำปาง	60	อุทยานแห่งชาติ
28	แม่โม่งกลาง	แม่สรวย	เชียงราย	20	67
29	หลวงห้วยแก้ว	ดอยสะเก็ด	เชียงใหม่	20	อุทยานแห่งชาติ
30	บ้านเป็งเค็ง	อุ้มผาง	ตาก	50	380
31	ห้วยหารเค็ด	ปางมะผ้า	แม่ฮ่องสอน	25	77
32	บ้านสันติสุข	ปง	พะเยา	30	150
33	บ้านแม่กลองน้อย	อุ้มผาง	ตาก	20	60
34	บ้านแม่กลองใหญ่	อุ้มผาง	ตาก	40	162
35	ห้วยแม่สอย	เมืองปาน	ลำปาง	25	48
36	ห้วยก้างปลา	แม่จัน	เชียงราย	20	ร้านค้า อบต.
37	บ้านทุ่งต้นจ๊ว	อมก๋อย	เชียงใหม่	35	94
38	ห้วยหมากราง	เมือง	แม่ฮ่องสอน	25	105
39	พอนออี	เมือง	แม่ฮ่องสอน	20	62
40	บ้านสามหมื่นทุ่ง	แม่สวด	ตาก	60	163
41	บ้านมะไค้	อุ้มผาง	ตาก	30	152
42	แม่น้ำคะ	อุ้มผาง	ตาก	60	273



รูปที่ 2.5 โครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านหรือพลังงานน้ำขนาดเล็ก ที่บ้านแม่กำปอง
อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ [4]

2.3 ประเทศไทยกับการใช้พลังน้ำ

ประเทศไทยมีปริมาณน้ำที่ใช้หมุนเวียนภายในประเทศรายปีค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ โดยมีปริมาณน้ำหมุนเวียนในประเทศเฉลี่ยไม่ถึง 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี แต่ถ้านับรวมปริมาณน้ำที่ได้จากแม่น้ำระหว่างประเทศแล้ว จะมีปริมาณน้ำหมุนเวียนประมาณ 3,000 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ในขณะที่น้ำฝนเฉลี่ยในประเทศไทยจัดอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างน้อย คือประมาณ 1,630 มิลลิเมตรต่อปี จากข้อมูลปริมาณน้ำที่กล่าวมาเห็นได้ว่าศักยภาพพลังงานน้ำของประเทศไทยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ [2]

การผลิตไฟฟ้าปี 2553 จากโรงไฟฟ้าพลังน้ำรวมทั้งสิ้น 5,537 GWh ลดลงจากปี 2552 ถึง 22.5 % และเป็นสัดส่วน 3.5 % ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ [8]

2.3.1 ศักยภาพพลังงานน้ำ

ศักยภาพด้านพลังงานน้ำคำนวณจากเขื่อนผลิตไฟฟ้าที่ดำเนินการที่มีกำลังการผลิตไม่เกิน 12 MW มีศักยภาพเชิงพลังงาน 36.92 ktoe [9] ซึ่งมีการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋วดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 พลังน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋ว [10]

หน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิต	ขนาดโรงไฟฟ้า	ปริมาณการผลิต
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก	60.46 เมกกะวัตต์
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	
	ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก	43.32 เมกกะวัตต์
	ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋วหรือระดับหมู่บ้าน	1.16 เมกกะวัตต์

2.3.2 การใช้พลังงานน้ำ

การใช้พลังงานน้ำเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นปริมาณเท่ากับ 20.02 ktoe หรือ 234.9 GWh อีกทั้งยังมีการนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ 7,129 GWh [8] จากศักยภาพพลังงานน้ำยังสามารถนำพลังงานน้ำมาใช้งานได้อีกมาก

2.4 กังหันน้ำ

กังหันน้ำ (Hydro Turbine) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงพลังงานศักย์และจลน์ของน้ำมาเป็นพลังงานกล เพื่อหมุน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเครื่องจักรอื่นๆ ซึ่งเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าในที่สุด ในสมัยโบราณกังหันน้ำได้เริ่มมาจากการใช้พลังงานน้ำให้เกิดประโยชน์ น้ำที่ตกลงไหลมีแรงเคลื่อนที่สามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังที่หาประโยชน์โดยเครื่องจักรที่เหมาะสม ซึ่งในอดีตกาลนั้น เครื่องจักรที่ว่าคือ “เครื่องบด” หรือเครื่องโม่ (แป้ง) นั่นเอง ในสมัยเก่าแก่มากมาแล้ว เครื่องจักรที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานน้ำเหล่านี้ก็ไปขับเคลื่อนหินโม่หรือหินบดให้ทำหน้าที่บดข้าว หรืออย่างอื่น ดังนั้นพลังงานน้ำจึงได้เริ่มทำงานเหล่านี้หรืองานอื่นๆแทนคนหรือสัตว์ เป็นเวลาหลายศตวรรษที่ โรงสีโรงโม่พลังงานน้ำทำงานต่อเนื่องกันมาเป็นอย่างดี แต่ต่อมาได้มีกลุ่มคนที่เรียกว่า “วิศวกร” ซึ่งทำงานกับเครื่องจักรเครื่องยนต์ วิศวกรจำนวนมากเหล่านี้เป็นคนช่างคิด ไม่พอใจ และไม่สบายใจ จนกว่าจะสามารถทำให้โรงสีโรงโม่อายุยืนนานขึ้น ทำงานได้มากขึ้น สร้างได้ง่ายขึ้น หรือราคาถูกลง โรงโม่สมัยแรกๆ มีแกนกลางซึ่งส่วนล่างมีใบพัดติดอยู่ น้ำที่ไหลทำให้ใบพัดหมุน และเกียร์ที่ส่วนบนของแกนกลางทำให้วงล้อกังหันทำงาน เครื่องจักรกลพลังงานน้ำยุคบุกเบิกนี้ เรียกว่า “นอร์ส มิลล์ (Norse Mills)” เครื่องบดข้าวนี้เองทำให้มนุษย์เราเกิดความคิดในการสร้างเรือขับเคลื่อนด้วยกังหันน้ำ ในปี ค.ศ. 537 ชาวกรุงโรมถูกปิดล้อมได้ติดตั้งเครื่องบดข้าวบนเรือหลายลำในแม่น้ำไทเบอร์และบด

ข้าวได้เพียงพอสำหรับผู้คนที่ถูกปิดล้อม โดยการปล่อยให้น้ำไปหมุนกังหันของเรือที่อยู่กับที่ จึงได้เกิดความคิดในทางตรงกันข้ามขึ้นมา คือใช้กังหันน้ำขับเคลื่อนด้วยเรือ [11]

พลังงานที่สามารถแปลงได้จากกังหันน้ำเป็นสัดส่วนระหว่างผลคูณของระดับหัวน้ำและปริมาณน้ำไหลเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = \eta \rho g h Q \quad (2.9)$$

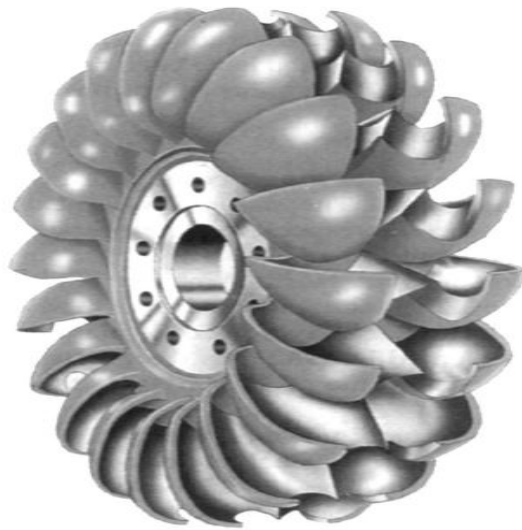
เมื่อ	P	คือ พลังงานที่ได้ (W)
	η	คือ ประสิทธิภาพของกังหัน (%)
	ρ	คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)
	g	คือ ค่าความโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)
	h	คือ ค่าหัวน้ำ (m)
	Q	คือ ปริมาณน้ำไหล (m^3/s)

กังหันที่ดีจะให้ค่าประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 80% ถึง 90% แต่ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อ ขนาดของกังหันมีขนาดเล็กลง สำหรับกังหันน้ำขนาดเล็กโดยปกติที่ให้กำลังผลิตน้อยกว่า 100 kW จะมีประสิทธิภาพประมาณ 60% ถึง 80% กังหันน้ำจะทำงานที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นอยู่กับตัวแปร ระดับหัวน้ำ อัตราการไหล และความเร็วรอบ กังหันน้ำสามารถแบ่งตามหลักการทำงานเป็น 2 ชนิดหลักๆ คือ กังหันชนิดแรงกิริยา (Impulse Turbine) และแรงปฏิกิริยา (Reaction Turbine) [12]

2.4.1 กังหันน้ำชนิดแรงกิริยา (impulse turbine)

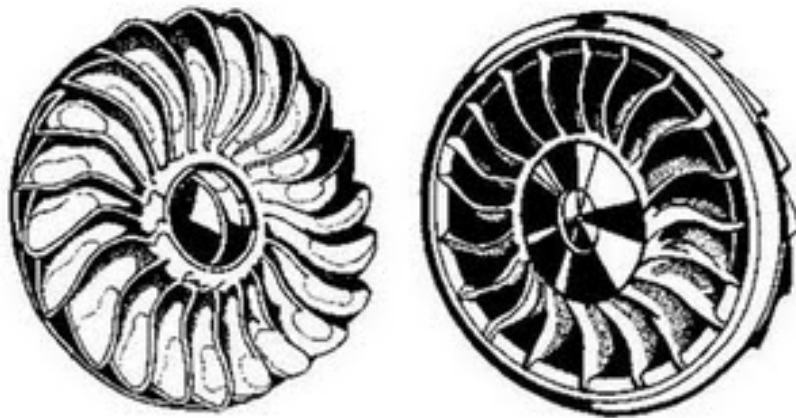
พลังน้ำจะเปลี่ยนจากพลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์ ซึ่งอาศัยแรงกระแทกของประแสน้ำให้ปะทะกับใบกังหันเกิดการหมุนที่เพลาเป็นพลังงานกล กังหันแบบ Pelton หรือ Turgo จะมีทั้งหัวฉีดเดี่ยวหรือหัวฉีดหลายหัวเพื่อเป็นชุดเพิ่มความเร็วน้ำ ใบกังหันทำงานอยู่ที่ความดันบรรยากาศน้ำไม่ท่วมเต็มใบ หลังจากน้ำที่ปะทะกับกังหันจะไหลลงสู่ด้านล่างทางออก กังหันแบบ impulse มีด้วยกัน 3 แบบหลักๆ คือ

1) Pelton turbine ประกอบด้วยวงล้อกังหันที่มีลูกถ้วยรอบๆ วงล้อ น้ำที่บังคับให้ไหลผ่านหัวฉีดด้วยความเร็วสูง ปะทะกับวงล้อ ทำให้หมุนรอบแกน และน้ำจะไหลตกลงสู่ด้านล่าง



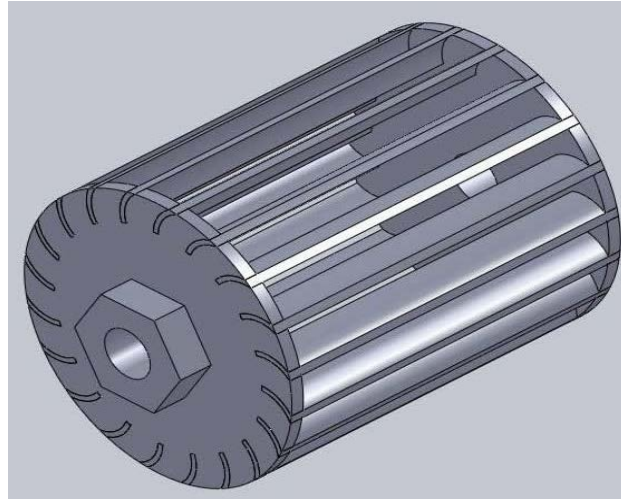
รูปที่ 2.6 Pelton turbine [13]

2) Turgo turbine มีลักษณะการทำงานคล้ายกับ Pelton แต่ น้ำที่ไหลผ่านหัวฉีดถูกออกแบบให้ปะทะกับวงล้อกังหันด้วยมุมปะทะ (ประมาณ 20°) น้ำจะไหลเข้าด้านหนึ่งและจะไหลออกอีกด้านหนึ่งของกังหัน



รูปที่ 2.7 Turgo turbine [14]

3) Crossflow (หรือ Banki) turbine ประกอบด้วยกังหันคล้ายกับพัดลมแบบกรงกระรอก โดย น้ำจะไหลจากหัวฉีดบริเวณด้านบน ไหลผ่านใบกังหันบริเวณด้านบน และไหลตกลงมาปะทะกับใบกังหันบริเวณด้านล่างอีกรอบ แล้วไหลตกลงไปด้านล่างออกไป



รูปที่ 2.8 Crossflow turbine [15]

2.4.2 กังหันน้ำชนิดปฏิกิริยา (reaction turbine)

กังหันน้ำชนิดปฏิกิริยาจะมีทั้งแกนกังหันเพลลาในแนวนอนและแนวตั้ง อาศัยแรงหนีศูนย์กลางจากความเร็วของการไหลของน้ำโดยตรงแรงหมุนที่ได้จากกังหันประเภทนี้ เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำที่มีอยู่ให้เป็นพลังงานจลน์ก่อนเข้าสู่กังหันที่ความดันบรรยากาศ ในทางทฤษฎีกังหันน้ำแบบปฏิกิริยาอาศัยความแตกต่างของความดันบนใบทำให้เกิดการหมุน บริเวณด้านท้ายของกังหันจะมีท่อลักษณะแบบ Diffuser ที่เรียกว่า Draft tube สำหรับทางไหลออกของน้ำ เพื่อเพิ่มความดันสถิตบริเวณที่ไหลออกจากใบกังหันซึ่งมีค่าความดันต่ำ กังหันแบบนี้จะมีความซับซ้อนในการออกแบบมากกว่ากังหันแบบ Impulse ทั้งใบส่วนของรูปร่างใบกังหัน และรูปร่างท่อช่องน้ำ แต่กังหันนี้สามารถใช้ได้กับแหล่งหัวน้ำต่ำได้ดี และเป็นที่ยอมรับได้รับการพัฒนาอย่างมาก โดยสามารถแบ่งกังหันชนิดนี้ได้เป็น 2 แบบหลักๆ

1) Propeller-type turbine มีหลักการทำงานคล้ายกับใบจักรเรือ แต่มีหลักการทำงานกลับด้าน และมีอุปกรณ์ที่สำคัญในการบังคับทิศทางการไหลด้วย Fixed guide vane ติดตั้งอยู่ก่อนใบกังหัน

- ใบกังหันที่สามารถปรับมุมใบได้จะเรียกว่า Kaplan สำหรับกลไกการปรับมุมใบ และมุม Guide vane จะมีต้นทุนที่สูงเหมาะสำหรับกังหันขนาดใหญ่ แต่การปรับมุมใบสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในช่วงกว้างๆ ของการไหล



รูปที่ 2.9 Kaplan turbine [16]

- กังหันน้ำแบบ Francis turbine เป็นการประยุกต์จากกังหันแบบ Propeller โดยกำหนดให้น้ำไหลในแนวรัศมีไหลเข้าสู่ใบกังหัน และไหลออกไปตามแนวแกนของใบกังหัน โดยใบกังหันติดตั้งอยู่แกนกลางของ Casing ที่มีรูปทรงคล้ายหอยโข่ง และมี Guide vane ที่ปรับมุมปะทะได้ และกังหันแบบ Archimedes screw turbine เป็นการให้น้ำไหลตามแนวแกนเข้าสู่ใบกังหัน แล้วไหลออกไปตาม



รูปที่ 2.10 Francis turbine [16]

แนวแกน โดยกังหันชนิด propeller มีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างหลายชนิดด้วยกัน เช่น

- Bulb turbine : มีลักษณะเด่นคือชุดกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบรรจุอยู่ในห้องรูปร่าง Bulb ที่มีระบบกั้นน้ำ
 - Straflo : เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะติดตั้งบริเวณวงรอบนอกของใบกังหัน Tube turbine (Tubular) : กังหันแบบนี้จะมีเพลลาที่ยาวยื่นออกไปทางด้านท้ายน้ำหรือด้านหน้าโดยมีข้อต่อเชื่อมเพื่อให้เพลลาสามารถต่อตรงหรือมีชุดเกียร์ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้
- 2) Kinetic energy turbine หรือที่เรียกว่า Free flow turbine โดยสามารถผลิตไฟฟ้าได้จาก

พลังงานจลน์ เช่นน้ำไหลซึ่งแตกต่างจากพลังงานศักย์การไหลเกิดจากระดับหัวน้ำ เหมาะกับการติดตั้งใช้งานในแม่น้ำ คลอง น้ำขึ้น-ลง หรือกระแสน้ำในมหาสมุทร ระบบพลังงานจลน์จะใช้กับช่องทางที่น้ำไหลผ่าน โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้ท่อทางการไหลของน้ำ และไม่ต้องใช้โครงสร้างที่ใหญ่โต สามารถใช้ร่วมกับโครงสร้างที่เป็นสะพานได้ เป็นต้น



รูปที่ 2.11 Kinetic energy turbine [17]

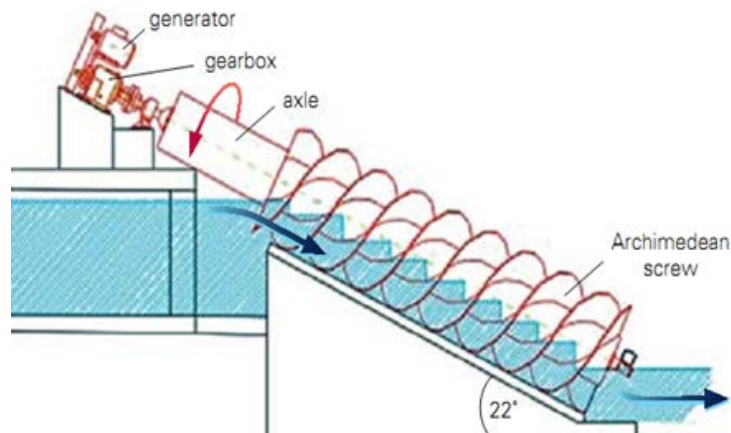
2.5 สกรูอาร์ชีมีดีส

สกรูอาร์ชีมีดีส คิดค้นโดยอาร์ชีมีดีส นักวิศวกร ชาวกรีก ในสมัยก่อนคริสตกาล ขณะนั้นสกรูอาร์ชีมีดีสหรือปั๊มสกรู เป็นเครื่องมือประวัติศาสตร์สำหรับการถ่ายโอนน้ำจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูง ของน้ำในคูน้ำชลประทาน ใช้เป็นสกรูขนถ่ายน้ำจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูง เพื่อใช้ในการชลประทานในระยะทางหรือความสูงสั้นๆ โดยใช้แรงงานคนหรือพลังงานลมในการหมุน ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า จากพลังงานน้ำ

2.5.1 การทำงานของสกรูอาร์ชีมีดีส

สกรูอาร์ชีมีดีส ประกอบด้วย สกรูทอกลวง ในยุคแรกเริ่มนั้นสกรูจะหมุนโดยกังหันลมหรือแรงงานคน ส่วนล่างทอกลวงจะเป็นร่องเกลียวไล่ขึ้นมาจนถึงระดับน้ำ น้ำจะไหลขึ้นมาในร่องเกลียวแล้วออกมาจากด้านบนของสกรู ใช้ในระบบชลประทาน และใช้สำหรับระบายน้ำออกจากพื้นที่ที่น้ำอยู่ระดับต่ำกว่า [18]

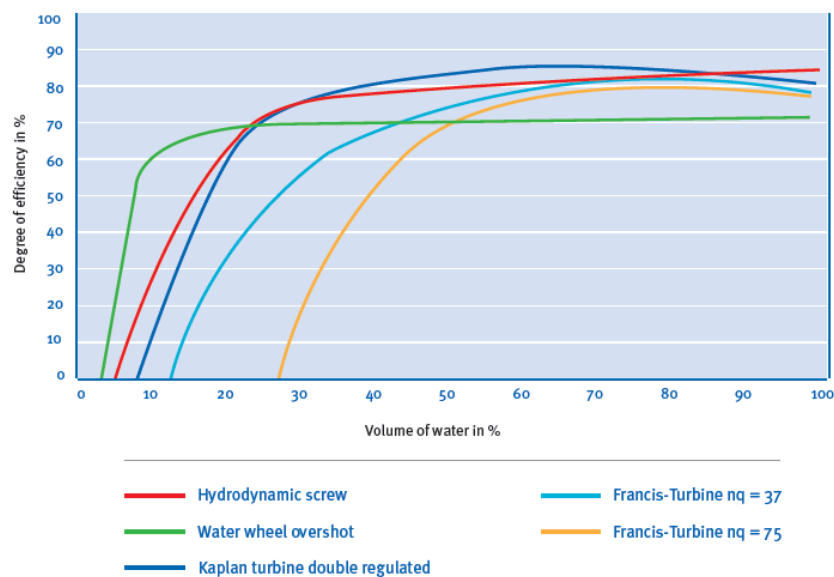
2.5.1.1 การทำงานย้อนกลับ



รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบหลักของสกรูอาร์คิมิดีส [19]

1. อาศัยการเคลื่อนที่หรือการไหลของน้ำ ซึ่งไหลผ่านด้านบนของสกรู
2. พลังงานน้ำจึงเกิดเป็นกำลังในการขับสกรูให้เกิดการหมุน
3. พลังงานกลที่ได้จากการขับสกรู จึงไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานโดยพลังงานกลจากสกรู ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าออกมา

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสกรูอาร์คิมิดีสกับกังหันแบบต่างๆ ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.13 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสกรูอาร์คิมิดีสกับกังหันต่างๆที่ปริมาตรร้อยละของน้ำไหลผ่านเข้ามาในกังหัน [20]

2.6 ทฤษฎีการขนถ่ายวัสดุโดยสกรู [21]

ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาค่าของสกรูอาร์คิมิดีสดังนี้

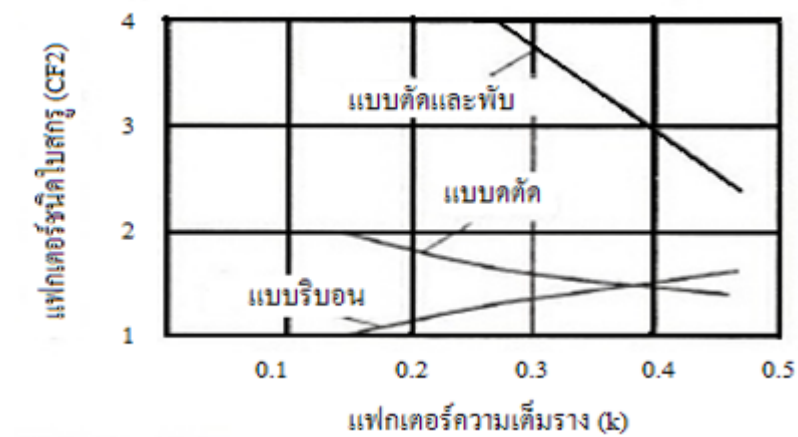
ความเร็วรอบของสกรู สามารถหาได้หากทราบอัตราการไหลของน้ำเมื่อผ่านใบสกรู และขนาดของสกรู คือ

$$N = \frac{4QCF_1CF_2CF_3}{\pi(D^2 - d^2)kp} \quad (2.10)$$

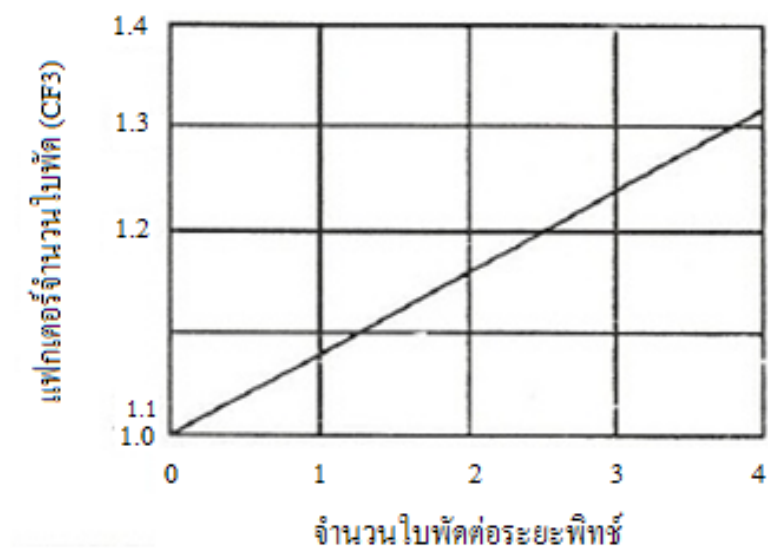
เมื่อ	N	คือ ความเร็วรอบของสกรู (rpm)
	Q	คือ อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)
	CF_1	คือ แฟกเตอร์ระยะพิทช์ใบสกรู
	CF_2	คือ แฟกเตอร์ชนิดของใบสกรู
	CF_3	คือ แฟกเตอร์จำนวนใบพัด
	D	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู (m)
	d	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาสกรู (m)
	k	คือ แฟกเตอร์ความเต็มราง
	p	คือ ระยะพิทช์ของสกรู (m)

ตารางที่ 2.6 แฟกเตอร์ระยะพิทช์ใบสกรู [21]

รายละเอียดของระยะพิทช์	CF_1
ระยะพิทช์ = เส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู	1.00
ระยะพิทช์ = 2/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบสกรู	1.50
ระยะพิทช์ = 1/2 ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบสกรู	2.00
ระยะพิทช์ = 3/2 ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบสกรู	0.67



รูปที่ 2.14 แฟกเตอร์ชนิดของโบสถ์ [21]



รูปที่ 2.15 แฟกเตอร์จำนวนโบสถ์ [21]

กำลังขับสำหรับเอาชนะสัมประสิทธิ์ความเค้นต่างกันต่างๆ ของชิ้นส่วนสกรู ที่จะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโบสถ์ ความยาวของสกรู และความเร็วรอบของเพลาสกรู

$$P_f = 75.7LND^{1.7} \quad (2.11)$$

เมื่อ P_f คือ กำลังขับสำหรับเอาชนะความเค้น (W)
 L คือ ความยาวของสกรู (m)

- N คือ ความเร็วรอบของเพลาสกรู (rpm)
 D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบสกรู (m)

เป็นการยากที่จะสามารถกำลังขับเคลื่อนที่ถูกต้องได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำและความยาวสกรู

$$P_m = F_f F_p \rho Q g L \quad (2.12)$$

- เมื่อ P_m คือ กำลังขับเคลื่อน (W)
 F_f คือ แฟกเตอร์ชนิดใบสกรู
 F_p คือ แฟกเตอร์ใบพัด
 Q คือ อัตราการไหล (m^3/s)
 g คือ ความเร่งตามแรงโน้มถ่วงโลก (m/s^2)
 H คือ ความสูงตามแนวตั้ง (m)

ตารางที่ 2.7 แฟกเตอร์ชนิดของใบสกรู F_f [21]

ชนิดของใบสกรู	แฟกเตอร์ชนิดใบสกรูตามขนาดแฟกเตอร์ความเต็มราง			
	15%	30%	45%	95%
ใบสกรูมาตรฐาน	1.0	1.0	1.0	1.0
ใบตัด	1.10	1.15	1.20	1.3
ใบตัดและพับ	ไม่แนะนำ	1.50	1.70	2.20
ใบแบบเรียบขน	1.05	1.14	1.20	-

ตารางที่ 2.8 แฟกเตอร์ชนิดของใบพัด F_p [21]

จำนวนใบต่อ ระยะพิทช์	0	1	2	3	4
แฟกเตอร์ใบพัด F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

สำหรับกำลังที่ได้มาจากแรงกดของน้ำตามแนวดิ่ง คือ

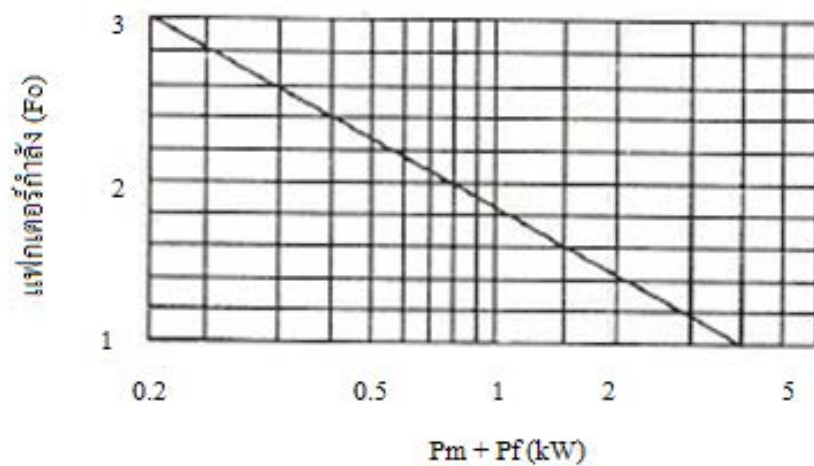
$$P_v = \rho Q g H \quad (2.13)$$

เมื่อ	P_v	คือ กำลังขับที่เกิดจากแรงกดของน้ำ (W)
	ρ	คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)
	Q	คือ อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)
	g	คือ ความเร่งตามแรงโน้มถ่วงโลก (m/s^2)
	L	คือ ความยาวของสกรู (m)

กำลังขับรวมสำหรับสกรู ได้จากการรวมกำลังขับทั้งสามประเภท แล้วคูณด้วยแฟกเตอร์กำลังขับ

$$P = \frac{(P_f + P_m + P_v) F_0}{\eta} \quad (2.14)$$

เมื่อ	P	คือ กำลังขับรวม (W)
	P_f	คือ กำลังขับสำหรับเอาชนะความเสียดทาน (W)
	P_m	คือ กำลังขับสำหรับเอาชนะความเสียดทาน (W)
	P_v	คือ กำลังขับที่เกิดจากแรงกดของน้ำ (W)
	F_0	คือ แฟกเตอร์กำลังขับ
	η	คือ ประสิทธิภาพการส่งกำลัง



รูปที่ 2.16 แฟกเตอร์กำลังขับ (F_0) [21]

พลังงานที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

$$P_{gen} = \eta P \quad (2.15)$$

เมื่อ P_{gen} คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า (W)
 η คือ ประสิทธิภาพการส่งกำลัง
 P คือ กำลังขาเข้ารวม (W)

2.7 กลศาสตร์ของไหล [22]

ให้ ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)
 A คือ พื้นที่หน้าตัดของใบพัด (m^2)
 v_1 คือ อัตราเร็วของกระแสน้ำ (m/s)
 v_2 คือ อัตราเร็วของใบพัด (m/s)

ดังนั้นอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำที่ไหลผ่านใบพัดในหนึ่งวินาทีได้

$$\dot{m} = \rho A v_1 \quad (2.16)$$

ในกรณีที่ $\dot{m}$ และ v_1 มีค่าคงที่ ดังนั้นกำลังงานของกระแสน้ำ (P_1) ที่มีอัตราเร็ว v_1 คือ

$$P_1 = \frac{1}{2} \dot{m} v_1^2$$

$$P_1 = \frac{1}{2} \rho A v_1^3 \quad (2.17)$$

กำลังของกระแสน้ำให้แก่กังหัน (P_{in}) เมื่อมีอัตราเร็วของใบพัด v_2 คือ

$$P_{in} = \frac{1}{2} \dot{m} v_1^2 - \frac{1}{2} \dot{m} v_2^2$$

$$P_{in} = \frac{1}{2} \rho A v_1 (v_1^2 - v_2^2) \quad (2.18)$$

อัตราการไหลของน้ำ

$$Q = Av_1$$

$$P_{in} = \frac{1}{2} \rho Q (v_1^2 - v_2^2) \quad (2.19)$$

2.8 การส่งผ่านกำลัง [22]

โดยปกติวัสดุที่จะเกิดแรงบิดมักจะเป็นวัสดุที่มีการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุน เช่น เฟลาคลม สปริง เป็นต้น โดยการที่จะเกิดแรงบิดก็เนื่องมาจากการส่งกำลังของแกนบิด ทำให้โมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัสดุออกแรงบิดทำให้วัสดุหมุน นั่นคือเกิดความเครียดเพิ่มขึ้น แสดงว่าต้องเกิดความเค้นเพิ่มขึ้นด้วย โมเมนต์ของแรงที่ออกแรงบิดให้วัสดุหมุนนี้เรียกว่า แรงบิด (Torque, T) ในการหาค่ากำลังเนื่องมาจากแรงบิดโดยการส่งผ่านกำลัง สามารถใช้สมการจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด กับความเร็วเชิงมุม ดังสมการ (2.20)

$$P = T\omega \quad (2.20)$$

โดยที่ P คือ กำลัง (W)
 T คือ แรงบิด (Nm)
 ω คือ ความเร็วเชิงมุม (rev/s)

แต่เนื่องด้วยความเร็วเชิงมุม เกิดจากความสัมพันธ์ของความถี่ของการหมุน รอบต่อวินาที นั่นคือเป็นการวัดในหน่วยเรเดียน ทำให้ความเร็วเชิงมุมได้ดังสมการ(2.21)

$$\omega = 2\pi f \quad (2.21)$$

โดยที่ f คือ ความถี่ของการหมุน (rev/s)

เมื่อกำลังถูกส่งผ่านโดยเฟลา และทราบความถี่ของการหมุน โมเมนต์บิดที่เกิดในเฟลา สามารถหาได้จากสมการ (2.22)

$$T = \frac{P}{2\pi f} \quad (2.22)$$

2.9 การออกแบบเพลลา [22]

เมื่อเกิดการบิดของเพลลาแสดงว่าเกิดความเค้นเฉือนขึ้น ซึ่งความเค้นเฉือนสูงสุดที่หน้าตัดของเพลลานั้นๆ

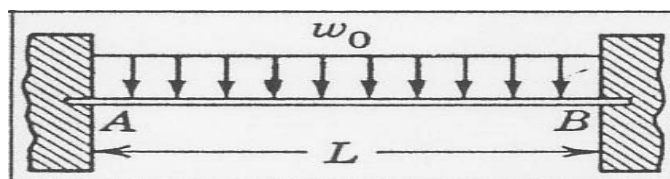
$$\tau_{\max} = \frac{rT}{J} \quad (2.23)$$

โดยที่ $\tau_{\max}$ คือ ความเค้นเฉือนสูงสุด (Nm^2)
 r คือ รัศมีของจุดที่ต้องการหาค่าความเค้น (m)
 J คือ โมเมนต์ความเฉื่อยขั้ว (m^4)

สำหรับเพลลาตัน $J = \frac{\pi}{2} r^4$ สำหรับเพลลากลวง $J = \frac{\pi}{2} (r_o^4 - r_i^4)$

การพิจารณากำลังของวัสดุ จะกำหนดขีดจำกัดทางพฤติกรรมไว้สองอย่างคือ ความเค้นและการแอ่นตัว ขีดจำกัดนี้มีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนหรือวัสดุต้องเกิดการพังทลายได้ภาวะของแรงกระทำสำหรับความเค้นนั้นไม่ใช่จุดที่สำคัญเลยที่เดียวนัก ในบางกรณีการแอ่นตัวของวัสดุเกิดขึ้นมากจนจะเป็นอันตรายต่อโครงสร้างได้ ทั้งๆที่ความเค้นยังไม่ถึงขีดจำกัดที่ยอมให้ก็ตาม ในการหาระยะโก่งตัวโดยวิธีซูเปอร์โพสิชัน (Superposition) โดยสมการดังนี้

สมการการหาค่าความแอ่นตัวของเพลลา



รูปที่ 2.17 ประเภทของภาระที่กระทำต่อคาน[22]

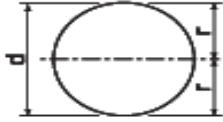
$$\delta = \frac{5w_o L^4}{384EI} \quad (2.22)$$

เมื่อ δ คือ ระยะการแอ่นตัวของคาน
 w_o คือ แรงที่กระทำกับเพลลา
 L คือ ความยาวเพลลา

E คือ สัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นในการคัดและการดึง (Nm^2)

I คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ (m^4)

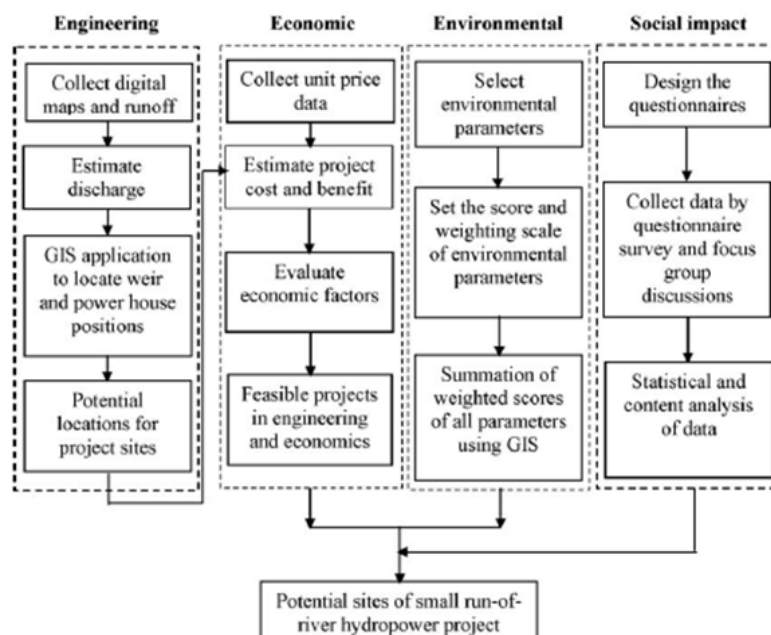
โดยค่า I หาได้จากรูปที่ 2.18

Cross-section shape	Moment of inertia of area
Circle 	$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4}$
Hollow circle 	$I = \frac{\pi (d^4 - d_i^4)}{64}$ Thin wall $I \approx \frac{\pi}{8} t \cdot d_m^3$

รูปที่ 2.18 โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ของเพลาดันและเพลากลวง[22]

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยของ Rojanamon et al. [23] ได้ใช้ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ในการศึกษาโครงการการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กของกลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน โดยพิจารณามิติทางวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคม ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การวิเคราะห์กรอบงานของการศึกษาค้นคว้า [23]

1. ทางวิศวกรรม

มีการรวบรวมข้อมูลแผนที่และการไหลของน้ำ นำมาประมวลประมาณการจ่ายไฟฟ้า ใช้ระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการประยุกต์ค้นหาตำแหน่งฝายและอาคารโรงไฟฟ้า คำนวณหาศักยภาพสำหรับโครงการ

2. ทางเศรษฐศาสตร์

รวบรวมข้อมูลต่อหน่วย นำมาประมาณราคาและผลประโยชน์ของโครงการ ประเมินปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ จากนั้นศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ทั้งในทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์

3. ทางสิ่งแวดล้อม

เลือกตัวแปรทางสิ่งแวดล้อม ตั้งค่าคะแนนและน้ำหนักอัตราส่วนของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อม รวมน้ำหนักคะแนนของตัวแปรทั้งหมด ที่ใช้ในระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

4. ทางสังคม

ออกแบบแบบสอบถาม รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะกลุ่ม นำข้อมูลมาประเมินและวิเคราะห์ทางสถิติ นำทั้งหมดมารวบรวม แล้วประเมินหาศักยภาพของโครงการพลังงานน้ำขนาดเล็ก ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาข้อมูลผลวิจัยเชื่อมโยงระหว่างมิติทางวิศวกรรมและมิติทางเศรษฐศาสตร์แสดงค่าอัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ต่อต้นทุนของโครงการการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กของกลุ่มแม่น้ำน่านตอนบนมีค่ามากกว่า 1 จึงถือว่ามีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อพิจารณามิติทางสิ่งแวดล้อมร่วมกับผลกระทบทางสังคม พบว่าโครงการโดยส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากผู้คนในชุมชนท้องถิ่น

Hearn et al. [24] ได้ทดลองสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กโดยใช้กังหันน้ำแบบ Francis เป็นตัวทดสอบซึ่งมีจำนวนใบพัด 11 ใบ ขนาดความโตของกังหัน 100 มิลลิเมตร ผลการทดสอบที่ได้เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป จากการทำการทดสอบได้ผลดังนี้ โรงผลิตกระแสไฟฟ้าที่ทำการทดสอบ จะขึ้นอยู่กับ หัวน้ำ ปริมาณน้ำ และประสิทธิภาพของสูงสุดของโรงไฟฟ้า อยู่ที่อัตราการไหลของน้ำ 55 ลิตรต่อวินาที ที่ หัวน้ำ 23 เมตร ปัญหาคือส่วนประกอบตัวกังหันและโรงไฟฟ้า ทำให้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้น้อย

งานวิจัยของ Allan [5] ได้สร้างกังหันแบบลูกตุ้มโดยใช้วงไม้ที่ม้วนสายไฟฟ้าโรงงานที่เป็นไม้ขนาดโต 40 นิ้ว ทำเป็นโครงกังหันยึดตรงกลางด้วยแกนเพลขนาด 3.5 ซม.ใบทำจากท่อ PVC ขนาด 30 ซม. จำนวน 8 ใบ ยาวประมาณ 100 ซม. ต่อเข้ากับเฟืองเกียร์เครื่องยนต์ขนาด 35 ซม. อัตราทด สองครั้งคือ 14 ต่อ 1 และ 3 ต่อ 1 นำกังหันวางบนเขื่อนคอนกรีตที่สร้าง ขวางลำน้ำ โดยให้น้ำไหลเข้า

กัณฑ์ทางด้านกึ่งกลางของกัณฑ์ทำให้กัณฑ์หมุนด้วยความเร็ว 25.5 รอบต่อนาที ผ่านชุดทดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนด้วยความเร็วประมาณ 1,260 รอบต่อนาที ทำให้ได้แรงเคลื่อน 48 โวลต์ สามารถชาร์จเข้าแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 12 แอมป์ ได้แรงบิดอยู่ที่ 273 นิวตัน-เมตร

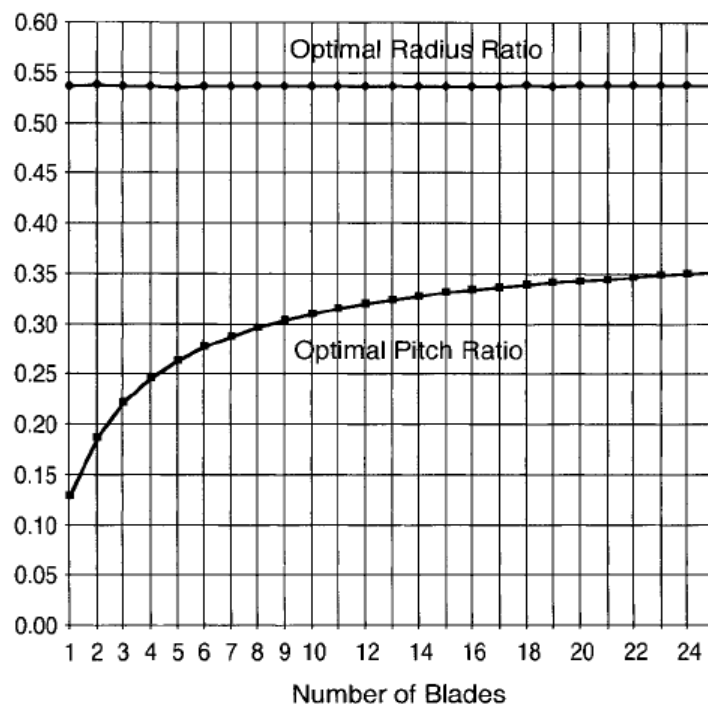
งานวิจัยของ Nilsson et al. [26] แสดงผลการจำลองการใช้กัณฑ์แกนตั้งใต้น้ำในการขับเคลื่อนกระแสไฟฟ้าโดยใช้แม่เหล็กถาวรในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การทดลองจะทำการปรับเปลี่ยนขนาดของกัณฑ์และจำนวนโพลของแม่เหล็กให้สัมพันธ์กันกับความเร็วในการหมุนของกัณฑ์และเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ที่ความเร็วของกระแสน้ำต่างกัน ในที่นี้จะทดสอบกับแบบจำลอง แต่ในแหล่งอื่น อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการออกแบบขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ ผลจากการจำลองการทดสอบในเบื้องต้นจากการคำนวณสนามแม่เหล็กแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนพลังงานไม่มีปัจจัยที่เป็นข้อจำกัด เมื่อการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เข้ากับสภาวะการไหลของน้ำ ในการทดลองพบว่า Load Angle อยู่ที่ 8.1 ถึง 7.6 องศา การสูญเสียทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Loss) ประมาณ 0.3 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 15 ของพลังงานรวมทั้งหมด

Gerald MÜller et al. [27] ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้สกรูอาร์ชิมิดีส โดยใช้ชุดทดสอบการทำงานของสกรูอาร์ชิมิดีสของ Brada ซึ่งมีความยาวสกรู (L) 5.340 m, องศาการวางสกรู (α) 26 องศา เส้นผ่านศูนย์กลาง (D) 1.050 m ความสูงของหัวน้ำ (h) 2.350 m จำนวนใบพัด (m) 14 ระยะของน้ำที่ไหลผ่านในแนวความลึก (d_0) 0.15 – 0.5 m อัตราการไหลของน้ำ 60 l/s ที่ระยะของน้ำที่ไหลผ่านในแนวความลึก (d_0) 0.15 m ถึง 320 l/s ที่ระยะของน้ำไหลผ่านในแนวความลึก (d_0) 0.5 m นำไปวิเคราะห์จึงได้ผลสรุป คือประสิทธิภาพของสกรูอาร์ชิมิดีส ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างและการสูญเสียพลังงาน ในเรื่องของรูปทรงมีข้อจำกัดอยู่แล้ว ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับการที่ทำให้การสูญเสียลดน้อยลงไป

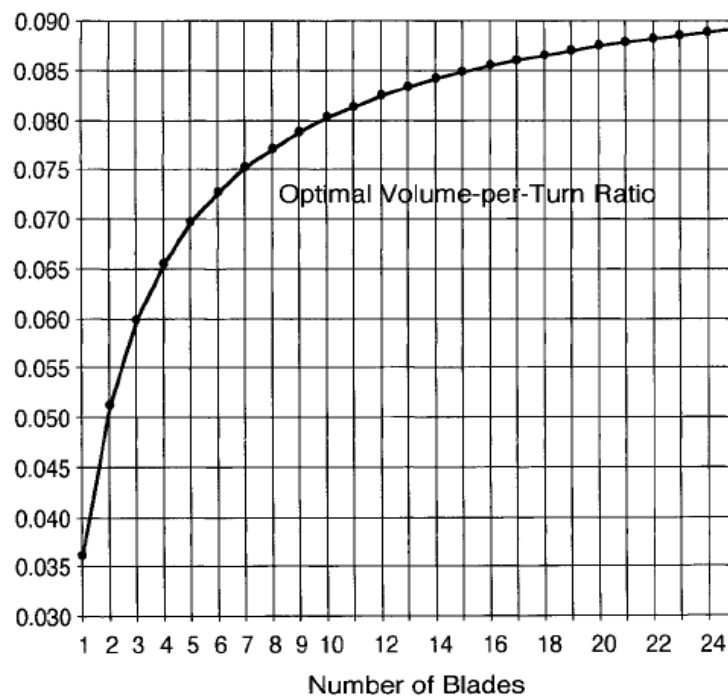
จากงานวิจัยของ ประสาท จันทร์เพ็ญและคณะ [28] ได้ทำการศึกษาวิจัยออกแบบกัณฑ์กระแสในแกนนอนที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำภายในประเทศ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CFD design ช่วยในการออกแบบ ได้ใบกัณฑ์มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูป Airfoil NACA มีเส้นคอร์ดยาว 100 มิลลิเมตร ความสูงของใบกัณฑ์น้ำ 1000 มิลลิเมตร วงล้อกัณฑ์น้ำมีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 800 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อประกอบใบพัดเท่ากับ 1000 เมตร มุมการวางใบที่สร้างแรงยก สามารถทำให้ล้อกัณฑ์น้ำเริ่มหมุนดีที่สุด คือมุม 40 องศา ที่ความเร็วน้ำ 2 เมตร/วินาที ได้รอบการหมุนสูงสุดประมาณ 62.25 rpm ได้แรงบิดใช้งานสูงสุด 16.57 Nm ยังไม่คิดอัตราการสูญเสีย จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CFD ของกัณฑ์น้ำ 1 วงล้อ คือ 108 W จึงใช้ 2 วงล้อ เพื่อให้ได้ 200 W จากนั้นได้ทำการติดตั้งกัณฑ์กระแสในแกนนอนต้นแบบที่บริเวณเขื่อนทุ่งนา จ.กาญจนบุรี กัณฑ์กระแสในแนวแกนนอนสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 229.1 W โดยความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.7 m/s โดยกัณฑ์

จมอยู่ในกระแสน้ำร้อยละ 50 ของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง ซึ่งประสิทธิภาพของกังหันน้ำแกน
นอนมีค่าเท่ากับร้อยละ 9

Chris Rorres [29] ได้นำสูตรอาร์ชimedิสใช้ในการดึงน้ำจากที่ต่ำขึ้นที่สูง มีการออกแบบเพื่อหาจำนวน
ใบสกรู, รัศมีสกรู และระยะพิทช์ ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้สกรูที่มีปริมาตรน้ำผ่านไปนสกรูมากที่สุด
โดยมีการคำนวณและใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบ ได้กราฟความเหมาะสมดังรูปที่ 2.10
และ รูปที่ 2.11

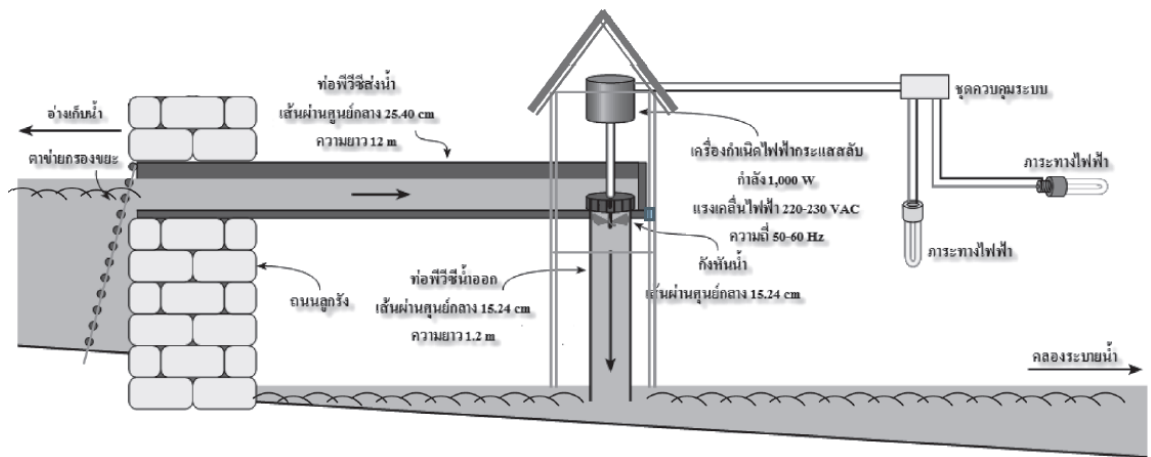


รูปที่ 2.20 ผลของจำนวนใบสกรูกับอัตราส่วนระยะพิทช์และอัตราส่วนรัศมีสกรูที่เหมาะสม [29]



รูปที่ 2.21 ผลของจำนวนใบสกรูกับอัตราส่วนปริมาตรน้ำที่เข้าไปในหนึ่งรอบสกรูที่เหมาะสม [29]

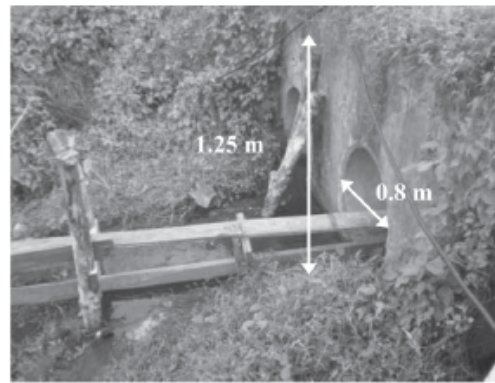
อิลีหัยะ สนิโซ [30] มุ่งออกแบบ ติดตั้ง และทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ณ มูลนิธิ สุข-แก้ว แก้วแดง ต.ลำพะยา อ.เมือง จ.ยะลา เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น จากการศึกษาพบว่า บริเวณลำธารสายที่หนึ่งสามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กแบบคอยาว (กั้นหน้าน้ำคา ปลาน) ขนาดกำลัง 1 กิโลวัตต์ ด้วยการทำรางไม้แล้ววางท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 m ยาว 12 m ลอดผ่านอุโมงค์ระบายน้ำใต้ถนนลูกรังโดยระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กที่ติดตั้งขึ้น ณ มูลนิธิ สุข-แก้ว แก้วแดง เมื่อปล่อยน้ำผ่านท่อในปริมาตร 50% (ประมาณหนึ่งในสองของท่อ)เมื่อ ทดสอบระบบพบว่า สามารถวัดแรงเคลื่อน และความถี่ไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 125.18 ± 2.33 V และ 25.93 ± 1.98 Hz ตามลำดับ เมื่อปล่อยน้ำผ่านท่อในปริมาตร 100% (เต็มท่อ) สามารถให้แรงเคลื่อน และความถี่ไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 217.43 ± 2.70 V และ 47.52 ± 2.12 Hz ตามลำดับ และสามารถใช้งาน ได้จริงกับครัวเรือนหรือชุมชนในท้องถิ่น 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้



รูปที่ 2.22 แบบจำลองระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ณ มุสนิธิสุข-แก้ว แก้วแดง [30]



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

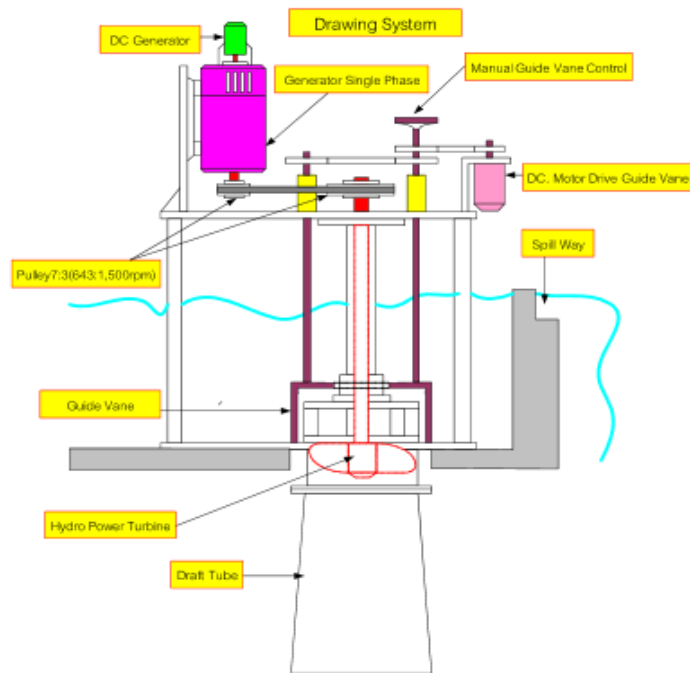
รูปที่ 2.23 การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

(ก) การปิดอุโมงค์ระบายน้ำ (ข) การทำรางไม้ (ค) การวางท่อ PVC และ (ง) การสร้างหลังคา [30]

บรรจง เวียงสิมมา และคณะ [31] ทำการศึกษาการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบมีระบบสะสมพลังงาน สำหรับการใช้งานในช่วงที่มีความต้องการสูง พร้อมทั้งปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กให้สูงขึ้น และเป็นการศึกษาในแนวทางการพัฒนาการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำต้นทุนต่ำสำหรับใช้ในชุมชนชนบท ซึ่งการศึกษาได้เริ่มจากสำรวจหาแหล่งน้ำเพื่อหาปริมาณน้ำและวัดระดับความสูงของหัวน้ำ ข้อมูลที่ได้นำมาออกแบบระบบ จากการคำนวณพบว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ระบบผลิตได้มีค่าเท่ากับ 2,000 W ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้กังหันชนิดแรงสะท้อน (Reaction Turbine) และใบพัดแบบ Propeller และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 2,000 W ชนิด 1 Phase 50 Hz และมีระบบสะสมพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 6,000 Wh เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้า โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายพลังงานหลัก และใช้ระบบสะสมพลังงานเป็นแหล่งจ่ายพลังงานเสริมในช่วงที่มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบมีระบบสะสมพลังงานมีค่าเท่ากับ 22.56 % โดยแยกเป็นอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์ คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่ากับ 28.56 % ประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าเท่ากับ 87 % และประสิทธิภาพของเครื่องแปลงกระแสตรงเป็นกระแสสลับเท่ากับ 91 % โดยสาเหตุที่ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพทั้งระบบของเครื่องผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบมีระบบสะสมพลังงานดำนั้นเกิดจากการสูญเสียพลังงานในส่วน of เครื่องกังหันน้ำ ซึ่งเครื่องกังหันน้ำเป็นแบบความเร็วรอบต่ำที่ 643 rpm ต้องใช้ลูกรอกเพิ่มความเร็วยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ความเร็วของรอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความเร็วรอบ 1,500 rpm จึงทำให้เกิดการสูญเสียกำลังงานที่สูญหาย ประกอบกับเกิดการสูญเสียจากใบพัดน้ำ



รูปที่ 2.24 ใบกังหันน้ำที่นำมาใช้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.20 m [31]



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของเครื่องกังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าตัวกังหัน [31]

อัสหิยะ สนิโซ [32] ได้ทำงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของเยาวชนและประชาชนในชุมชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กในชุมชนเพื่อให้เยาวชนและประชาชนในชุมชนมีส่วนร่วมและเห็นคุณค่าของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทน และสร้างความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษากับประชาชนในท้องถิ่น พลังงานน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานทดแทนที่สำคัญ เป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย ใช้เงินทุนต่ำ ไม่ยุ่งยากในการติดตั้งระบบและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับครัวเรือนในพื้นที่ชนบท โดยเฉพาะพลังงานน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กอย่างง่ายที่สามารถประดิษฐ์ติดตั้งได้ในทุกที่ที่มีลำธารหรือสายน้ำไหลผ่าน งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้มอเตอร์เครื่องชักผ้าเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยติดตั้งและทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอย่างง่ายที่ได้ปรับปรุงขึ้นในพื้นที่จังหวัดยะลา โดยได้ทำการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอย่างง่ายนี้ที่บ้านลาออซูแก หมู่ที่ 12 ตำบลตลิ่งชัน อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ซึ่งเป็นชุมชนขนาดเล็กในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เป็นพื้นที่ลาดเขา มีน้ำไหลผ่านแม่น้ำและลำธารตลอดทั้งปี ซึ่งมีประชากรอยู่ 20 ครัวเรือน จากการศึกษาพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอย่างง่ายสามารถผลิตไฟฟ้าแบบกระแสสลับ จากมอเตอร์เครื่องชักผ้าสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยปล่อยน้ำจากฝายผ่านท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 m ความยาว 18 m เข้าไปยังถังน้ำ 200 L ให้ชุดกำเนิดไฟฟ้า แล้ววัดค่าความต่างศักย์และความถี่ที่ชุดกำเนิดไฟฟ้า พบว่ามีกำลังไฟฟ้าอยู่ระหว่างช่วง 800-1,000 W ที่ระดับความสูงของหัวน้ำ 1.25 m ความเร็วรอบ

มอเตอร์ 650-760 rpm ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ใช้กับหลอดไฟฟ้าขนาด 40-60 W โทรท์สน์สีขนาด 85-100 W พัดลมไฟฟ้าขนาด 45 W และอื่นๆประมาณ 100 W



รูปที่ 2.26 ใบพัดที่ใช้ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก [32]



รูปที่ 2.27 การทำฝายเพื่อให้ระดับหัวน้ำสูงประมาณ 1.25 m [32]



รูปที่ 2.28 การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก [32]