

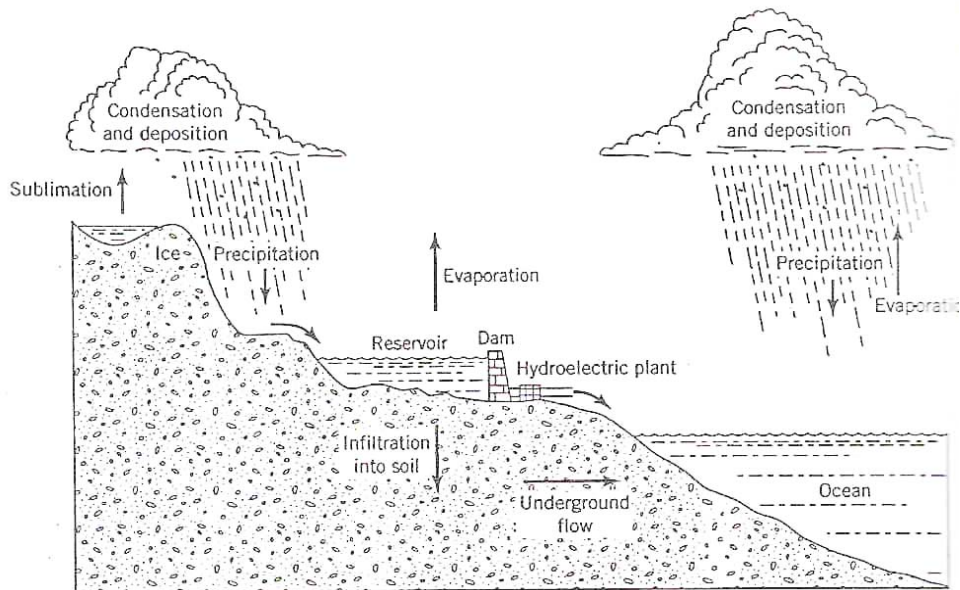
บทที่ 7

พลังงานน้ำ

น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและหมุนเวียนให้ใช้อย่างไม่มีวันหมด น้ำถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำทั้งการบริโภคและอุปโภค นอกจากนี้ยังใช้น้ำเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้าเพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ พลังงานที่ได้จากน้ำเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จึงทำให้ทั่วโลกมีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับกรบริโภคพลังงานทั้งโลกแล้ว การบริโภคพลังงานจากน้ำมีประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น สาเหตุอาจเกิดจากความแตกต่างของลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการสร้างเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ การใช้พลังงานจากน้ำหากไม่ใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติแล้วอาจเกิดผลกระทบในเรื่องของสิ่งแวดล้อมอื่นได้ เช่น การสร้างเขื่อน ซึ่งจะต้องเสียพื้นที่ป่าไม้และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาต่อพื้นที่บริเวณนั้นเป็นอย่างมาก

7.1 วัฏจักรของน้ำ

โลกมีบริเวณที่เป็นมหาสมุทรประกอบอยู่ถึง 3 ใน 4 ส่วน พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของน้ำขึ้น จากปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลก $140,000 \times 10^{12}$ วัตต์ หรือ 140,000 เทระวัตต์ พลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 40,000 เทระวัตต์ หรือประมาณร้อยละ 23 ของพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด ถูกใช้ในการเกิดวัฏจักรของน้ำ (Ristinen & Kraushaar. 1999 : 126) เมื่อน้ำบนโลกได้รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ จะทำให้น้ำบนผิวโลกตามแหล่งต่างๆ ทั้งในห้วย หนอง คลอง บึง ทะเล และมหาสมุทร ระเหยกลายเป็นไอน้ำและลอยขึ้นไปในอากาศ เมื่อไอน้ำลอยสู่เบื้องบนแล้ว จะได้รับความเย็นและกลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ ลอยจับตัวกันเป็นกลุ่มเมฆ เมื่อจับตัวกันมากขึ้นและกระทบความเย็นจะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำตกลงสู่พื้นโลก และจะเกิดกระบวนการเช่นนี้ซ้ำแล้วซ้ำเล่าเป็นวัฏจักรหมุนเวียนต่อเนื่องกันตลอดเวลา เรียกว่า วัฏจักรธรรมชาติของน้ำ ซึ่งทำให้น้ำเกิดขึ้นบนผิวโลกอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 7.1 แสดงวัฏจักรของน้ำและการประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำ
ที่มา (Ristinen & Kraushaar, 1999 : 128)

น้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นโลก บางส่วนอาจตกลงในแหล่งกักเก็บธรรมชาติที่อยู่บนที่สูง หรือตกลงมาในแหล่งกักเก็บที่มนุษย์สร้างขึ้นเช่น ฝาย เขื่อน เป็นต้น แหล่งกักเก็บน้ำเหล่านี้จะเป็นแหล่งสะสมพลังงานของน้ำในรูปของพลังงานศักย์ ซึ่งถ้าเป็นแหล่งกักเก็บที่อยู่บนที่สูงน้ำจะไหลลงสู่พื้นด้านล่างเป็นลักษณะของน้ำตกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงานตามธรรมชาติ โดยพลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ ซึ่งมนุษย์สามารถนำเอาพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นนี้ไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยหลักการนี้มนุษย์จึงได้สร้างแหล่งกักเก็บน้ำดังกล่าวเพื่อใช้พลังงานจากน้ำไปผลิตกระแสไฟฟ้า วัฏจักรของน้ำและตัวอย่างการประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำแสดงในภาพที่ 7.1

7.2 กำลังและพลังงานของน้ำ

การประยุกต์ใช้พลังงานจากน้ำที่อยู่ในแหล่งกักเก็บที่อยู่สูงอย่างเช่น น้ำตก หรือเขื่อน ซึ่งน้ำสะสมพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานศักย์นั้น สามารถคำนวณได้โดยสูตร

$$E_p = mgH \quad (7.1)$$

เมื่อ E_p คือ พลังงานศักย์ของน้ำ (J)

m คือ มวลของน้ำ (kg)

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (มีค่าคงที่ $9.8 m/s^2$ หรืออาจใช้ค่าประมาณ $10 m/s^2$ เพื่อสะดวกต่อการคำนวณ)

และ H คือ ความสูงในแนวดิ่งของแหล่งน้ำเหนือระดับอ้างอิง (m)

จากสมการการคำนวณค่าพลังงานศักย์ของน้ำ (7.1) ถ้าต้องการคำนวณหาค่าพลังงานศักย์ของน้ำที่มีอยู่ทั้งโลกเพื่อนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า โดยประมาณว่าจากแหล่งน้ำทั้งหมดบนโลกมีประมาณ 10^{17} กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยความสูงของแหล่งน้ำทั้งหลายอยู่สูงเหนือระดับน้ำทะเล 800 เมตร จะได้ว่าค่าพลังงานจากน้ำประมาณ 8×10^{20} จูล หรือประมาณ 200,000 เทระวัตต์ชั่วโมงต่อปี ซึ่งมีค่าประมาณ 2 เท่าของพลังงานต่อปีที่บริโภคกันทั้งโลก (Boyle. 1996 : 188)

ในบางครั้งอาจมีการใช้ปริมาณอีกประเภทหนึ่งเพื่ออธิบายค่าพลังงาน เนื่องจากพลังงานที่ได้จากน้ำนั้นเป็นลักษณะของพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องเช่น พลังงานจากน้ำตกหรือพลังงานที่เกิดจากการปล่อยน้ำของเขื่อน จึงมักใช้อธิบายเป็นค่าพลังงานต่อหน่วยเวลาที่เรียกว่า กำลัง (power) ซึ่งกำลังของน้ำที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำ (flow rate) เป็นกิโลกรัมต่อวินาที หรือโดยทั่วไปมักใช้เป็น ปริมาตรการไหล (volume flow) เป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

จากสมการ (7.1) ถ้าเปลี่ยนค่าพลังงานให้อยู่ในรูปของกำลัง หรือค่าพลังงานต่อหนึ่งหน่วยเวลาจะได้ว่ากำลังของน้ำขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีมวล 1,000 กิโลกรัม จะมีค่าเท่ากับ

$$P = (1000Q) \times 10H \quad (7.2)$$

เมื่อ P คือ กำลัง วัตต์ (W)

Q คือ ปริมาตรการไหล ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m^3/s)

หรือถ้าต้องการทำให้หน่วยของกำลังเป็น กิโลวัตต์ (kW) สมการ (7.2) จะได้เป็น

$$P = 10QH \quad (7.3)$$

นอกจากนี้ในการใช้พลังงานจากน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเฉพาะการใช้กังหันน้ำประเภทหัวฉีดซึ่งจะต้องมีการบังคับน้ำให้พุ่งเป็นลำเพื่อฉีดเข้าไปที่กังหัน สิ่งที่จะต้องคำนึงถึง

นอกจากระดับความสูงของระดับน้ำแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงความเร็วของน้ำ (water speed) และ อัตราการไหลของน้ำ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

พิจารณาจากกฎทรงพลังงาน (energy conservation) จะได้ว่าน้ำเมื่อตกลงมาพลังงานศักย์ของน้ำจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ทั้งหมด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$E_p = E_k \quad (7.4)$$

$$mgH = \frac{1}{2}mv^2 \quad (7.5)$$

$$v^2 = 2gH \quad (7.6)$$

นั่นคือความเร็วของน้ำหาค่าได้จาก $v = \sqrt{2gH}$ (7.7)

พิจารณาการไหลของลำน้ำที่พุ่งผ่านพื้นที่หน้าตัด A ด้วยความเร็ว v จะได้ปริมาตรของการไหลของน้ำ

$$Q = Av \quad (7.8)$$

ดังนั้นเมื่อแทนค่าสมการ (7.7) ใน (7.8) จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรการไหล พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ และระดับความสูง คือ

$$Q = A \times \sqrt{2gH} \quad (7.9)$$

นั่นคือปริมาตรการไหลของน้ำจะแปรผันโดยตรงกับขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ และระดับความสูงของแหล่งน้ำ

7.3 ประเภทของพลังงานน้ำ

มนุษย์ใช้พลังงานจากน้ำจากแหล่งต่างๆ ในรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่มีวัตถุประสงค์หลักเหมือนกันคือการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการแบ่งประเภทของพลังงานน้ำในที่นี่จะแบ่งตามลักษณะและรูปแบบการเกิดพลังงานจากน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

7.3.1 พลังงานน้ำตกหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน

ไม่มีใครทราบแน่ชัดว่า การประดิษฐ์วงล้อน้ำ (water wheel) เพื่อนำเอาพลังงานจากน้ำมาใช้ประโยชน์นั้นเกิดขึ้นครั้งแรกตั้งแต่เมื่อใด แต่การใช้พลังงานน้ำสำหรับการท่อน้ำหรือการชลประทานมีมานานกว่า 5,000 ปีแล้ว (Boyle. 1996 : 191) และวิวัฒนาการต่อมาของการใช้พลังงานน้ำคือการนำพลังงานน้ำมาเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกลเพื่อใช้ในการโม่แป้งและสูบน้ำ แต่ในปัจจุบันถูกใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า

พลังงานที่ได้รับจากน้ำตกหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน (hydro energy) เป็นพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำซึ่งอยู่ในแหล่งที่อยู่สูงกว่าระดับอ้างอิงให้กลายเป็นพลังงานจลน์ในรูปแบบของน้ำที่ตกที่ตกจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำตามธรรมชาติด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยถ้าเป็นการไหลตกลงมาจากน้ำจากแหล่งธรรมชาติจะเรียกว่าเป็นพลังงานน้ำตก และถ้าเป็นน้ำที่ตกลงมาจากแหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือดัดแปลงสภาพธรรมชาติ เพื่อกักเก็บน้ำในลักษณะของเขื่อนเรียกว่าเป็นพลังงานน้ำจากเขื่อน เช่น น้ำตกที่เกิดจากการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ น้ำตกจากทะเลสาบบนเทือกเขาสูงหุบเขา กระแสน้ำในแม่น้ำที่ไหลตกหน้าผา เป็นต้น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำอาศัยการเปลี่ยนรูปของพลังงานจลน์จากการไหลเชี่ยวของน้ำในแม่น้ำ หรือการตกจากที่สูงของน้ำตกไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยผ่านกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานน้ำที่ได้จะขึ้นอยู่กับความสูงของน้ำและอัตราการไหลของน้ำที่ถูกปล่อยออกมา ดังนั้นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำจึงจำเป็นต้องเลือกบริเวณที่เหมาะสม ทำให้การลงทุนสร้างเขื่อนต้องใช้งบประมาณค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามผลจากการสำรวจ พบว่าทั่วโลกยังใช้พลังงานจากน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้ากว่าการใช้แหล่งพลังงานทดแทนจากประเภทอื่น

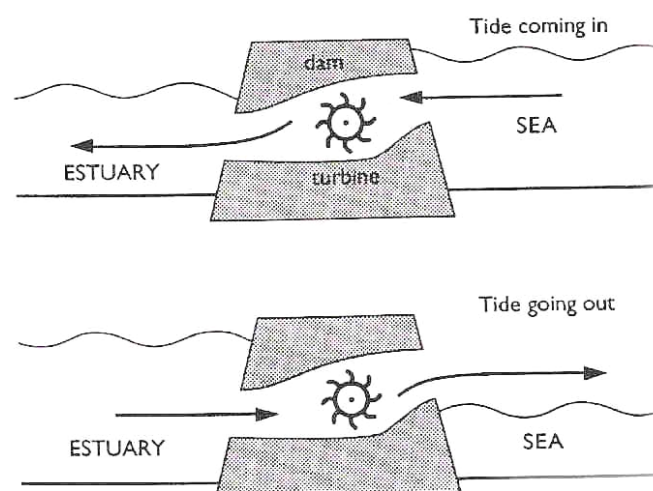
จากการสำรวจพบว่าทั่วโลกมีการใช้พลังงานจากน้ำเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อปี ค.ศ. 2002 รวมกำลังการผลิตประมาณ 740 จิกะวัตต์ ซึ่งข้อมูลนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อย เพราะมีการกระจายของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็กไปตามแหล่งต่างๆ หรือเป็นของเอกชน จึงอาจทำให้ขาดข้อมูลในส่วนนี้ไป (Boyle. 2004 : 154)

อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ทั่วโลกซึ่งได้จากการผลิตจากพลังงานน้ำ คิดเป็นประมาณร้อยละ 25 เท่านั้น ซึ่งถือว่ายังค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการบริโภคพลังงานไฟฟ้าทั่วโลก โดยจากข้อมูลเมื่อปี ค.ศ. 2003 พบว่า 5 ประเทศอันดับแรก ที่มีการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานน้ำมากที่สุดของโลกได้แก่ บราซิลร้อยละ 11.6 แคนาดาร้อยละ 11.5 จีนร้อยละ 10.8 สหรัฐอเมริการ้อยละ 10.2 และรัสเซียร้อยละ 6.0 (British Petroleum. 2004. On-line)

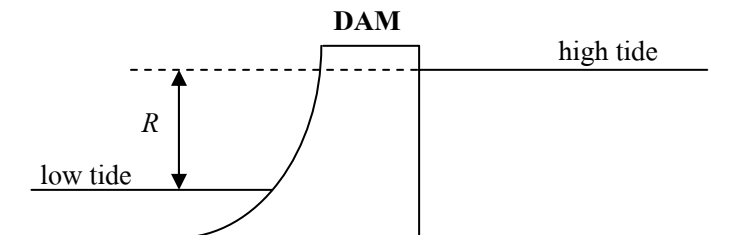
นอกจากนี้ยังมีการใช้พลังงานน้ำอีกรูปแบบหนึ่ง โดยอาศัยพลังงานจลน์ของกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยว เนื่องจากกระแสน้ำที่มีความเร็วมากพลังงานที่ได้จะมากตามไปด้วย พลังงานจากกระแสน้ำนี้สามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า ในปัจจุบันแหล่งน้ำที่มีลักษณะอย่างนี้มีไม่มากเพราะแหล่งน้ำที่มีลักษณะนี้ค่อนข้างหายากที่มีอยู่เช่น ที่แม่น้ำฟลอริดาในสหรัฐอเมริกา มีการติดตั้งกังหันน้ำจำนวน 200 ตัว เพื่อดักทางไหลของน้ำ ทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 1,000 เมกะวัตต์

7.3.2 พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

การขึ้นลงของน้ำเป็นธรรมชาติที่เกิดขึ้นทุกวันตลอดเวลา เป็นธรรมชาติที่มนุษย์สามารถทำนายได้ค่อนข้างแม่นยำทั้งในมิติของเวลาและศักยภาพของพลังงานที่พึงได้ การขึ้นลงของน้ำเกิดจากอิทธิพลของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์จากการเคลื่อนที่ของโลก และดวงจันทร์ ส่วนดวงอาทิตย์มีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Shepherd & Shepherd. 1998 : 208) รูปแบบของการประยุกต์ใช้พลังงานจากการขึ้นลงของน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 7.2



ภาพที่ 7.2 แสดงลักษณะการใช้พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง
ที่มา (Shepherd & Shepherd. 1998 : 212)



ภาพที่ 7.3 แสดงการหาค่าพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง

การหาค่าพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงสามารถหาได้ดังนี้ จากภาพที่ 7.3 ถ้าให้ R เป็นความแตกต่างระหว่างระดับความสูงของน้ำในแอ่งทั้งสองและ A เป็นพื้นที่ผิวหน้าของแอ่งน้ำ จะได้ว่า

$$\text{ปริมาตรของน้ำที่ขึ้นลง} = AR \quad (7.10)$$

ถ้าน้ำมีความหนาแน่นเป็น ρ จะได้ว่า

$$\text{มวลของน้ำที่ขึ้นลง} = AR\rho \quad (7.11)$$

นั่นคือแรงที่เกิดจากการถ่ายเทน้ำจากแอ่งหนึ่งไปสู่อีกแอ่งหนึ่ง (F) มีค่าเป็น

$$F = AR\rho g \quad (7.12)$$

พลังงานที่เกิดขึ้นสามารถหาค่าได้จากงานในการถ่ายเทน้ำ

$$E = AR\rho g \frac{R}{2} = \frac{1}{2} \rho g AR^2 \quad (7.13)$$

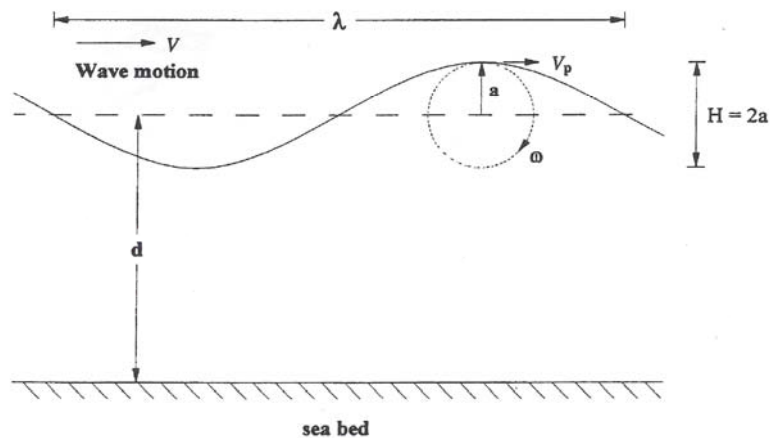
สำหรับหลักการทั่วไปในการเปลี่ยนพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยความแตกต่างระหว่างระดับความสูงของน้ำในแหล่ง 2 แหล่งที่เชื่อมต่อกัน โดยแหล่งหนึ่งจะมีลักษณะเหมือนเป็นอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นในขณะที่น้ำขึ้นน้ำจะไหลเข้าไปสู่อ่างเก็บน้ำนี้และเมื่อน้ำลงน้ำจะไหลออกจากอ่างเก็บน้ำนี้ การไหลเข้าและไหลออกของน้ำจากอ่างเก็บน้ำจะถูกบังคับให้ไหลผ่านกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันน้ำได้รับแรงดันจากน้ำจะเกิดการหมุนและ

ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าออกมาได้ ซึ่งมีหลักการคล้ายกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำตก แต่ที่แตกต่างกันคือลักษณะการเคลื่อนที่ของน้ำ อย่างไรก็ตามพลังงานที่ได้จากการขึ้นลงของน้ำนี้ จะไม่ค่อยสม่ำเสมอและมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากในช่วงการขึ้นลงของน้ำ ดังนั้นการออกแบบระบบเพื่อให้สามารถควบคุมอัตราการไหลเข้าออกในอ่างเก็บน้ำจึงต้องมีการออกแบบให้เหมาะสมซึ่งจะช่วยทำให้ได้พลังงานจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงสม่ำเสมอดีขึ้น

แนวความคิดในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นมานานกว่าร้อยปีแล้ว แต่ด้วยเหตุผลหลายประการที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการได้ จนกระทั่งในช่วงระหว่างปี 1961-1967 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงที่ปากน้ำของแม่น้ำลารองซ์ (La Rance) ประเทศฝรั่งเศส ถูกสร้างขึ้นเป็นแห่งแรกโดยมีความยาว 720 เมตร ประกอบด้วยกังหันน้ำแบบสองทาง (reversible turbines) จำนวน 24 ชุดแต่ละชุดมีขนาด 10 เมกะวัตต์ และสามารถรองรับระดับการขึ้นลงของน้ำได้สูงสุดถึง 12 เมตร แต่โดยปกติค่าเฉลี่ยความสูงของระดับน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 5 เมตร (Boyle. 1996 : 242) นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งและดำเนินการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงในอีกหลายแห่งในหลายประเทศทั่วโลก เช่น อังกฤษ แคนาดา รัสเซีย ออสเตรเลีย เป็นต้น ในปัจจุบันทั่วโลกมีศักยภาพกำลังการผลิตอยู่ประมาณ 120 จิกะวัตต์ (Boyle. 1996 : 258)

7.3.3 พลังงานคลื่น

คลื่น (wave) เป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการที่มีลมพัดผ่านพื้นผิวของทะเลหรือมหาสมุทร ดังนั้นขนาดของคลื่นที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่พัดผ่านบริเวณนั้น การเคลื่อนที่ของคลื่นจะมีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ (sinusoidal wave) ซึ่งมีปริมาณพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่ควรรู้คือ ความยาวคลื่น (wavelength, λ) ความถี่ของคลื่น (frequency, f) ความเร็วของคลื่น (velocity, v) และความสูงของคลื่น (amplitude, a) ดังแสดงในภาพที่ 7.4 ความสัมพันธ์และการคำนวณปริมาณต่างๆ เกี่ยวกับคลื่น มีดังต่อไปนี้



ภาพที่ 7.4 แสดงลักษณะของคลื่นน้ำที่เป็นรูปคลื่นไซน์
ที่มา (Shepherd & Shepherd. 1998 : 220)

ความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ของคลื่น สามารถหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$v = \lambda f \quad (7.14)$$

ถ้าให้ T คือ คาบ ซึ่งเป็นส่วนกลับกับความถี่ นั่นคือ $T = \frac{1}{f}$

สมการ (7.14) สามารถเขียนได้เป็น

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (7.15)$$

ค่าความถี่เชิงมุม (angular frequency, ω) ของคลื่น สามารถหาได้จาก

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (7.16)$$

ในกรณีที่ความสูงของคลื่น มีค่ามากกว่าความลึกของทะเลมากๆ ค่าความยาวคลื่น จะสามารถหาได้จาก

$$\lambda = \frac{2\pi g}{\omega^2} \quad (7.17)$$

จากสมการ (7.16) และ (7.17) จะได้ว่า

$$T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}} \quad (7.18)$$

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากสมการ (7.14)-(7.18) จะได้ว่า ค่าความเร็วของผิวน้ำสามารถเขียนได้เป็น

$$v = \frac{\omega\lambda}{2\pi} = \frac{g}{\omega} = \frac{gT}{2\pi} = g \sqrt{\frac{\lambda}{2\pi g}} \quad (7.19)$$

ค่าพลังงานของคลื่นต่อหนึ่งหน่วยความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นจูลต่อเมตร (J/m) ซึ่งเกิดจากผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของคลื่น สามารถหาได้จาก

$$W = \frac{\rho g H^2}{8} \quad (7.20)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

และ H คือ ระยะความสูงจากท้องคลื่นถึงสันคลื่น = $2a$

ดังนั้นพลังงานของคลื่นที่มีความยาวคลื่น λ จะมีค่าเป็น

$$W = \frac{\rho g H^2 \lambda}{8} \quad (7.21)$$

จากสมการ (7.16), (7.17) และ (7.21) จะได้ค่าพลังงานรวมต่อหนึ่งหน่วยคลื่นเป็น

$$W = \frac{\pi \rho g^2 H^2}{4\omega^2}$$

หรือ

$$= \frac{1}{16\pi} \rho g^2 H^2 T^2 \quad (7.22)$$

ค่าพลังงานของคลื่นจะขึ้นอยู่กับความเร็วของคลื่นและขนาดความสูงของคลื่น โดยการประมาณการจากทฤษฎีสามารถกล่าวได้ว่าคลื่นที่เกิดขึ้นในบริเวณชายฝั่งยาว 100 กิโลเมตรสามารถ ใช้ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 2,000 เมกะวัตต์ โดยเป็นการประเมินค่าพลังงานที่จะได้จากคลื่นเฉพาะ แถบชายฝั่ง ส่วนนอกชายฝั่งออกไปการใช้พลังงานคลื่นเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทำได้ค่อนข้างยาก เพราะถึงแม้ในเขตทะเลลึกจะมีพลังงานคลื่นมหาศาล แต่การนำเอาพลังงานคลื่นในบริเวณดังกล่าว มาใช้ประโยชน์จะต้องมีการสร้างสถานีเพื่อผลิตไฟฟ้ากลางทะเลลึกซึ่งเป็นงานที่มีความยุ่งยากและ ซับซ้อนมากและต้องใช้ทุนอย่างมหาศาล

7.4 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

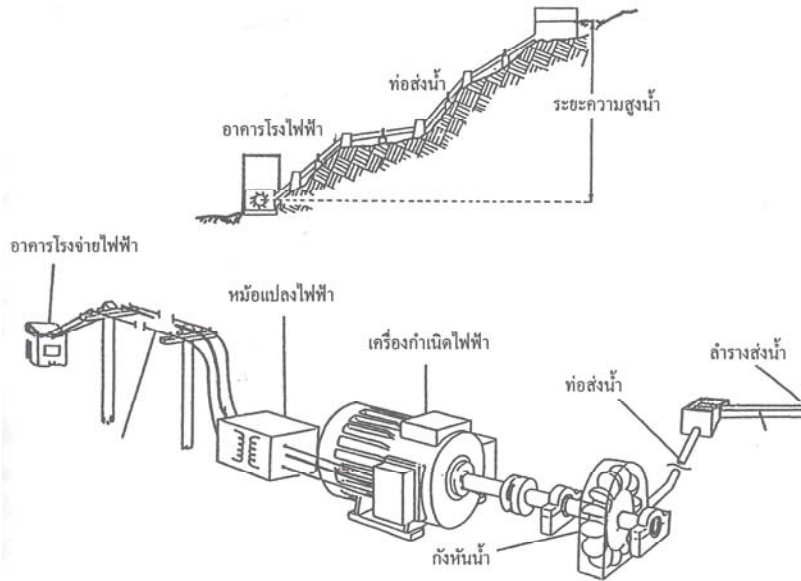
โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่จะกล่าวในหัวข้อนี้ เป็นโรงไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเพื่อรองรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำจากแหล่งที่เป็นแหล่งธรรมชาติที่อยู่บนพื้นโลกทั่วไป เช่น ลำห้วย ลำธาร และเขื่อนต่างๆ ไม่รวมถึงโรงไฟฟ้าที่เกิดจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลงหรือพลังงานคลื่น โดยจะกล่าวถึงประเภทและส่วนประกอบต่างๆ ของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ ดังต่อไปนี้

7.4.1 ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

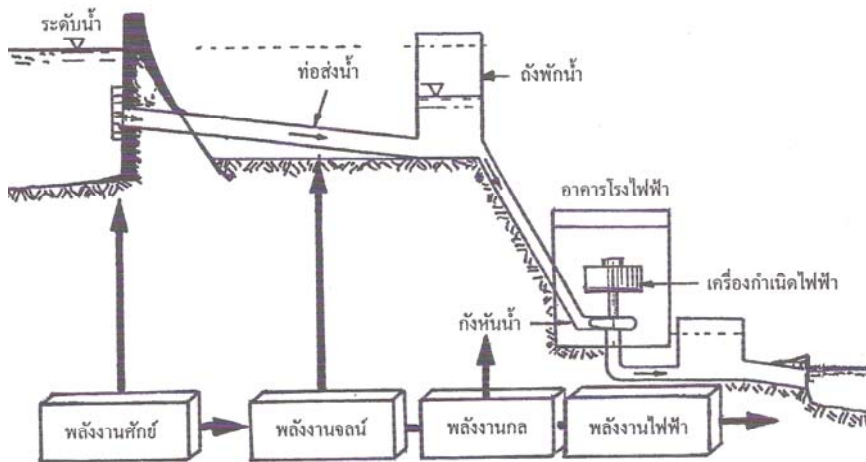
การแบ่งประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ มักจะยึดเอาปริมาณน้ำที่มีอยู่หรือที่ต้องใช้กับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำนั้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (วัฒนา ถาวร, 2543 : 35-41) คือ

7.4.1.1 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ (run of river) เป็นโรงไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นเพื่อผลิตไฟฟ้าโดยการบังคับทิศทางการไหลของน้ำ จากแหล่งน้ำเล็กๆ เช่นตามลำห้วย ลำธารหรือฝายต่างๆ ให้มารวมตัวกันและไหลผ่านท่อหรือรางน้ำที่จัดทำไว้ และใช้แรงดันของน้ำซึ่งตกจากตำแหน่งที่สูงมาหมุนกังหันซึ่งต่อกับแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ลักษณะของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 7.5

7.4.1.2 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำ (storage regulation development) เป็นโรงไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้า โดยการใช้พลังงานน้ำที่มีอยู่ซึ่งอาจเป็นแหล่งธรรมชาติหรือเกิดจากการสร้างขึ้นมาเองในลักษณะของเขื่อน ดังแสดงในภาพที่ 7.6 ซึ่งน้ำที่มีอยู่ในอ่างหรือเขื่อนจะมีปริมาณมากพอที่จะถูกปล่อยออกมาเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา ในประเทศไทยโรงไฟฟ้าแบบนี้ถูกใช้เป็นหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพราะเป็นระบบที่มีความมั่นคงในการผลิตและจ่ายไฟสูง



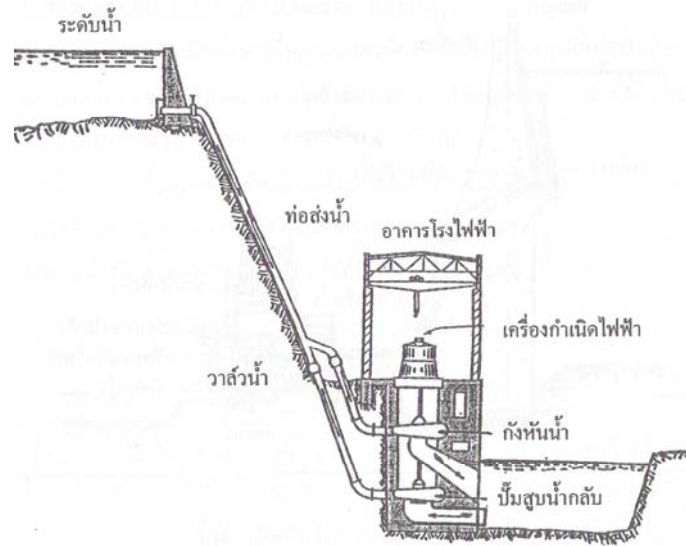
ภาพที่ 7.5 แสดงลักษณะ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ
ที่มา (วัฒนา ถาวร. 2543 : 35)



ภาพที่ 7.6 แสดงลักษณะ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำ
ที่มา (วัฒนา ถาวร. 2543 : 36)

7.4.1.3 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบน้ำกลับ (pumped storage plant) โรงไฟฟ้า
แบบนี้ถูกสร้างบนพื้นฐานความคิดในการจัดการกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน เพราะโดยปกติการใช้ไฟฟ้า
ในช่วงกลางคืนที่ค่อนข้างน้อยไปแล้วจะมีการใช้ไฟฟ้าลดลงแต่กำลังการผลิตไฟฟ้ายังคงเท่าเดิม ทำให้

เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบน้ำกลับเป็นโรงไฟฟ้าที่มีอ่างเก็บน้ำสองส่วนคือ อ่างเก็บน้ำส่วนบน (upper reservoir) และอ่างเก็บน้ำส่วนล่าง (lower reservoir) น้ำจะถูกปล่อยจากอ่างเก็บน้ำส่วนบนลงมาเพื่อหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อต้องการผลิตไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 7.7 และในช่วงที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำหรือน้อยลง จะใช้ไฟฟ้าที่เหลือจ่ายให้กับปั๊มน้ำขนาดใหญ่ที่ติดตั้งอยู่ในอ่างเก็บน้ำส่วนล่าง เพื่อสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำส่วนล่างนี้กลับขึ้นไปเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำส่วนบนเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้าต่อไป



ภาพที่ 7.7 แสดงลักษณะ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบน้ำกลับ
ที่มา (วัฒนา ถาวร. 2543 : 37)

7.4.2 ส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมีส่วนประกอบที่ควรรู้จักดังต่อไปนี้

7.4.2.1 อาคารรับน้ำ (power intake) คืออาคารสำหรับรับน้ำที่ไหลจากอ่างลงสู่ท่อที่อยู่ภายในตัวอาคาร เพื่อนำพลังงานน้ำไปหมุนกังหันและหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ภายในตัวอาคารจะมีห้องควบคุมระบบการไหลของน้ำและระบบการผลิตไฟฟ้า อาคารรับน้ำโดยทั่วไปจะถูกสร้างไว้ใกล้ๆ ตัวเขื่อน

7.4.2.2 ตะแกรง (screen) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันเศษไม้ หรือวัตถุใดๆ ที่จะผ่านเข้าไปทำให้เกิดการอุดตันของท่อส่งน้ำ หรือสร้างความเสียหายให้กับกังหัน ขนาดของช่องตะแกรง

จะต้องไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป เพราะถ้าเล็กจะมีผลต่อปริมาณน้ำและอัตราการไหลของน้ำภายในท่อส่งน้ำจะลดลง แต่ถ้าใหญ่เกินไปจะไม่สามารถป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่ได้

7.4.2.3 อุโมงค์เหนือน้ำ (headrace) เป็นช่องสำหรับให้น้ำไหลเข้ามายังท่อส่งน้ำอยู่ในตัวเขื่อน อุโมงค์นี้จะอยู่ในตัวอาคารรับน้ำมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปเกือบห้าเหลี่ยมหรือวงกลม ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก

7.4.2.4 ท่อส่งน้ำ (penstock) เป็นท่อสำหรับรับน้ำจากเหนือเขื่อนและส่งต่อไปยังอาคารรับน้ำ เพื่อหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

7.4.2.5 อาคารลดแรงดันน้ำ (surge tank) เป็นอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อควบคุมแรงดันของน้ำที่จะอัดใส่ภายในท่อส่งน้ำ ซึ่งอาจทำให้ท่อหรือหัวฉีดน้ำเสียหายได้ โดยทั่วไปจะสร้างอยู่ระหว่างตัวเขื่อนกับอาคารรับน้ำแต่โรงไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กับตัวเขื่อนอยู่แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องมีอาคารลดแรงดันน้ำนี้

7.4.2.6 ประตูน้ำ (wicket gate or guide vane) เป็นบานประตูที่ควบคุมการไหลของน้ำที่จะไหลเข้าไปหมุนใบพัดของกังหัน ควบคุมโดยการปิดหรือเปิดประตูน้ำนี้ให้น้ำไหลผ่านเข้าไปยังท่อส่งน้ำในอัตราที่เหมาะสม

7.4.2.7 กังหันน้ำ (water turbine) เป็นตัวรับแรงดันของน้ำที่ไหลมาจากท่อส่งน้ำ โดยแรงดันนี้จะทำหน้าที่ฉีดหรือผลักดันให้กังหันหมุน ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ กังหันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

7.4.2.8 ท่อรับน้ำ (draft tube) เป็นท่อรับน้ำหลังจากที่น้ำผ่านออกมาจากกังหัน เพื่อนำน้ำออกไปยังท้ายน้ำ ท่อรับน้ำนี้จะอยู่บริเวณส่วนหลังของกังหัน

7.4.2.9 ทางน้ำล้น (spill way) คือทางระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ ในกรณีที่น้ำในอ่างมีระดับสูงเกินไป ทางน้ำล้นจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะให้ปริมาณน้ำสูงสุดที่ระบายออกสามารถระบายออกได้ทันเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่เขื่อน

7.4.2.10 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานกลจากการหมุนของกังหันมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้หลักการของขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก

7.4.2.11 หม้อแปลง (transformer) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้เป็นไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงเพื่อส่งเข้าสู่ระบบสายส่งต่อไป

ตัวอย่างรูปแบบการติดตั้งและส่วนประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 7.8 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงภาคตัดขวางของระบบโรงไฟฟ้าพลังน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์



ภาพที่ 7.8 แสดงภาคตัดขวางของระบบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
ที่มา (แผ่นพับเขื่อนสิริกิติ์, 2546)

7.5 กังหันน้ำ

กังหันน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาจากวงล้อน้ำซึ่งเดิมใช้สำหรับการทค่น้ำและโม้แบ่ง ในปี ค.ศ. 1832 วิศวกรชาวฝรั่งเศสชื่อเบนอยต์ ฟูเนรอนซ์ (Benoit Fourneyron) ประสบความสำเร็จ ในการพัฒนากังหันน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงในการเปลี่ยนพลังงานน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยเรียกชื่อ ว่ากังหันน้ำของฟูเนรอนซ์ (Fourneyron's turbine) หลังจากที่วงล้อน้ำไม่เคยมีการพัฒนาหรือ เปลี่ยนแปลงมากกว่า 2,000 ปีก่อนหน้านี้ (Boyle, 1996 : 194) จุดนี้นับเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญอย่างยิ่ง ในการพัฒนากังหันน้ำ ในปัจจุบันกังหันน้ำได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันมากมาย และมีประสิทธิภาพสูง กังหันน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำเพราะจะ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยการทำให้ใบพัดของกังหันน้ำ เกิดการหมุนส่งผลให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่หมุนตาม และสามารถผลิตไฟฟ้า ออกมาได้ โดยทั่วไปกังหันน้ำแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภทคือ

7.5.1 กังหันน้ำประเภทหัวฉีด

กังหันน้ำประเภทหัวฉีด (impulse turbine) หรือกังหันน้ำแบบแรงกระแทก กังหันน้ำแบบนี้มักใช้กับเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำที่มีหัวน้ำสูง เพราะต้องอาศัยแรงฉีดหรือแรงกระแทกของน้ำที่ไหลมาจากท่อส่งน้ำที่รับน้ำมาจากเขื่อน น้ำที่ไหลลงมาตามท่อส่งน้ำจะถูกลดขนาดมายังหัวฉีดก่อนจะถูกฉีดเข้าไปที่ตัวของกังหันน้ำ ถ้าน้ำที่พุ่งผ่านหัวฉีดจะมีแรงและความเร็วสูง ดังนั้นเมื่อกระแทกเข้าไปพัดหรือวงล้อของกังหันน้ำจะทำให้กังหันน้ำเกิดการหมุนได้ การควบคุมการหมุนของกังหันน้ำสามารถทำได้โดยการปรับขนาดของหัวฉีด ซึ่งเสมือนเป็นการปรับปริมาณน้ำให้มากหรือน้อยได้ตามต้องการ กังหันน้ำประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

7.5.1.1 กังหันน้ำแบงกี (banki turbine) กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำ (low head) และต้องการกำลังการผลิตค่อนข้างน้อย ซึ่งปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้แล้ว

7.5.1.2 กังหันน้ำเพลตัน (pelton turbine) กังหันน้ำชนิดนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1880 โดยเลสเตอร์ เพลตัน (Lester Pelton) รูปแบบของกังหันน้ำนี้ ถูกออกแบบโดยใช้ถ้วยรับน้ำซึ่งติดอยู่ในวงล้อภายในตัวกังหันเป็นแบบถ้วยคู่ ดังแสดงในภาพที่ 7.9 และสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดมากกว่า 1 ช่อง โดยอาจมีจำนวนถึง 4 ช่องก็ได้ ซึ่งจะทำให้ได้รับกำลังเพิ่มขึ้นในขณะที่ขนาดของกังหันน้ำเท่าเดิม โดยทั่วไปกังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่มีระดับของหัวน้ำสูง (high head) ซึ่งสูงกว่า 250 เมตร หรืออาจน้อยกว่าก็ได้ในกรณีที่เป็นระบบเล็ก การทำให้กังหันน้ำชนิดนี้หมุนอาจใช้ความเร็วของลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดที่ไม่ต้องมีความเร็วสูงนัก โดยประสิทธิภาพของกังหันน้ำชนิดนี้จะดีที่สุดในเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการหมุนของวงล้อถ้วยเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วของลำน้ำที่ฉีดเข้าไป (Boyle, 1996 : 205-206)

7.5.1.3 กังหันน้ำเทอร์โก (turgo turbine) เป็นกังหันน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้นจากกังหันน้ำแบบเพลตัน เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1920 โดยภายในตัวกังหันน้ำนี้จะใช้ถ้วยรับน้ำแบบเดี่ยวและค่อนข้างดี้นแทนด้วยรับน้ำแบบคู่ในกังหันน้ำแบบเพลตัน ดังแสดงในภาพที่ 7.10 กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำที่มีระดับความสูงปานกลาง (medium head) เพราะสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดซึ่งมีความเร็วไม่มากนัก และมีความสามารถในการรับปริมาณน้ำได้มากกว่ากังหันน้ำเพลตัน โดยประสิทธิภาพของกังหันน้ำจะดีที่สุดในเมื่อความเร็วของการหมุนของวงล้อถ้วยเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วของลำน้ำที่ฉีดเข้าไปเหมือนกับกรณีของกังหันน้ำแบบเพลตัน (Boyle, 1996 : 207)



ภาพที่ 7.9 แสดงตัวอย่างของกังหันน้ำเพลตัน
ที่มา (Hydro Energy. 2003. On-line)



ภาพที่ 7.10 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเทอร์โก
ที่มา (Kansas Wind Power. 2005. On-line)

7.5.2 กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา

กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา (reaction turbine) เป็นกังหันน้ำที่ต้องอาศัยแรงดันของน้ำ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่อยู่ด้านหน้าและด้านหลังของกังหันน้ำมาทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน น้ำที่เข้าไปในตัวกังหันจะแทรกเข้าไปในช่องระหว่างใบพัดเต็ม

ทุกช่องพร้อมกันทำให้ตัวกังหันน้ำทั้งหมดจะจมอยู่ในน้ำ กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับการใช้กับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำถึงปานกลาง โดยทั่วไปที่นิยมใช้จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

7.5.2.1 กังหันน้ำฟรานซิส (francis turbine) กังหันน้ำชนิดนี้เป็นกังหันน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะสามารถใช้กับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำตั้งแต่ 2 ถึงกว่า 300 เมตร (Boyle, 2004 : 164) หลักการทำงานของกังหันน้ำแบบฟรานซิสคือ น้ำที่ถูกส่งเข้ามาจากท่อส่งน้ำจะไหลเข้าสู่ท่อกันหอยที่ประกอบอยู่รอบๆ ตัวกังหัน ท่อกันหอยจะมีขนาดของพื้นที่หน้าตัดเล็กลงตามความยาวของท่อเพื่อต้องการทำให้น้ำมีแรงดันและความเร็วในการไหลมากขึ้น ภายในท่อกันหอยจะมีน้ำเต็มอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ไหลในท่อกันหอยจะแทรกตัวผ่านลิ่มน้ำน้ำเข้า (guide vane) เพื่อเข้าสู่ตัวกังหันน้ำทำให้วงล้อของกังหันน้ำเกิดการหมุนได้ ลิ่มน้ำน้ำเข้าสามารถปรับแต่งมุมให้ปิดหรือเปิดได้มากน้อยตามความต้องการ ทำหน้าที่คล้ายหัวฉีดของกังหันน้ำแบบเพลตัน น้ำซึ่งถ่ายพลังงานจนนี้ให้กับใบพัดกังหันน้ำแล้วจะไหลลงสู่ท่อรับน้ำที่อยู่ด้านล่างต่อไป กังหันน้ำแบบฟรานซิสมีทั้งแบบแกนตั้งและแกนนอน ซึ่งการเลือกจะใช้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบและขนาดของโรงไฟฟ้าแต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบแกนตั้งมากกว่า ลักษณะของกังหันน้ำฟรานซิสดังแสดงในภาพที่ 7.11



ภาพที่ 7.11 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำฟรานซิส
ที่มา (Hydro Energy, 2003. On-line)

7.5.2.2 กังหันน้ำเคปแลน (kaplan turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะเหมือนใบพัดดังแสดงในภาพที่ 7.12 เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำต่ำตั้งแต่ 1 ถึง 70 เมตร (วัฒนา ถาวร, 2543 : 43) และมีหลักการทำงานโดยให้น้ำจะไหลผ่านใบพัดในทิศทางกับแกนของ

กังหันน้ำ โดยใบพัดของกังหันน้ำเคปแลนสามารถปรับมุมเพื่อรับแรงอัดหรือแรงถืดของน้ำโดยอัตโนมัติซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของกังหันน้ำได้



ภาพที่ 7.12 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเคปแลน
ที่มา (Hydro Energy. 2003. On-line)

7.5.2.3 กังหันน้ำเดริซ (deriaz turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะทั่วไปคล้ายกับกังหันน้ำเคปแลนแต่ต่างกันในส่วนจากรูปแบบของใบพัด ซึ่งคล้ายกับใบพัดของกังหันน้ำฟรานซิส กังหันน้ำชนิดนี้จะใช้แรงดันน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำในทิศทางทแยงมุมกับแกนของกังหันน้ำ และการประยุกต์ใช้จะเหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำสูงๆ เพราะต้องใช้แรงดันน้ำที่มีแรงดันสูง ลักษณะของกังหันน้ำแบบเดริซแสดงไว้ในภาพที่ 7.13



ภาพที่ 7.13 แสดงตัวอย่างกังหันน้ำเดริซ
ที่มา (Mitsubishi Heavy Industries Ltd. 2003. On-line)

7.6 ประเทศไทยกับการใช้พลังงานน้ำ

ประเทศไทยมีปริมาณน้ำที่สามารถใช้หมุนเวียนภายในประเทศรายปี (annual internal renewable water resources) ก่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ ในทวีปเอเชียซึ่งถือว่าเป็นทวีปที่มีปริมาณน้ำต่อหัวต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก โดยมีปริมาณน้ำหมุนเวียนในประเทศเฉลี่ยไม่ถึง 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ซึ่งใกล้เคียงกับอินเดียและปากีสถาน แต่ถ้านับรวมปริมาณน้ำที่ได้จากแม่น้ำระหว่างประเทศแล้ว จะมีปริมาณน้ำหมุนเวียนประมาณ 3,000 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในประเทศไทยจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างน้อย คือประมาณ 1,630 มิลลิเมตรต่อปี ดังนั้นจากข้อมูลปริมาณน้ำที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นว่าศักยภาพของพลังงานน้ำของประเทศไทยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ปริมาณน้ำอยู่เกณฑ์ค่อนข้างต่ำก็ไม่เป็นปัญหาในการใช้พลังงานจากน้ำ เพราะการใช้พลังงานจากน้ำนั้นเป็นเพียง การนำเอาพลังงานจากน้ำออกมาใช้ ไม่ได้เป็นการทำให้เกิดการสิ้นเปลืองน้ำหรือทำให้น้ำหมดไป

ในปัจจุบันประเทศไทยใช้ไฟฟ้าจากการผลิตด้วยพลังงานน้ำประมาณร้อยละ 5-6 ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั่วประเทศ พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานน้ำเป็นเพียงแหล่งผลิตไฟฟ้าเสริมให้กับระบบไฟฟ้าของประเทศในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงหรือที่เรียกว่า พีค โหลด (peak load) เพราะโรงไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ มีความสามารถในการเดินเครื่องได้รวดเร็วและสามารถหยุดเดินเครื่องได้ทุกเวลาตามความต้องการ ซึ่งต่างกับโรงไฟฟ้าที่ใช้ซากดึกดำบรรพ์เป็นเชื้อเพลิงต้องใช้เวลาในการเริ่มเดินเครื่อง สำหรับหน่วยงานหลักของประเทศไทยที่ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยมีโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่อยู่ในความรับผิดชอบ 20 แห่งทั่วประเทศ และมีกำลังการผลิตรวมทั้งสิ้นประมาณ 2.9 จิกะวัตต์

ในส่วนของรัฐบาลไทยได้มีการส่งเสริมและสนับสนุน ให้มีการใช้พลังงานน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้า โดยได้กำหนดโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋ว (small/micro hydropower) ซึ่งจะมีกำลังการผลิตรวม 350 เมกะวัตต์ ซึ่งจะมีโครงการย่อยๆ ประกอบ เช่น โครงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าท้ายเขื่อนชลประทานที่มีอยู่แล้ว โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพเขื่อนไฟฟ้าพลังงานน้ำ และโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแห่งใหม่ สำหรับโครงการที่ได้เริ่มต้นไปแล้วเมื่อปี พ.ศ. 2547 คือโครงการติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้าท้ายเขื่อนและอาคารบังคับน้ำของกรมชลประทาน จำนวน 33 แห่งทั่วประเทศ ซึ่งมีกำลังการผลิตรวม 154 เมกะวัตต์ (กชวรรณ ธานีวัฒน์, 2547 : 7-8) จากนโยบายนี้ผลพลอยได้ที่จะติดตามมา คือการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งเดิมก็มีอยู่บ้างแต่ยังไม่ได้รับการส่งเสริมเท่าที่ควร

นั่นคือจะเป็นการยกระดับให้เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่เรียกว่า เอส เอ็ม อี (SMEs) ตามนโยบายการส่งเสริมธุรกิจและอุตสาหกรรมขนาดย่อมของรัฐบาลให้มีความเจริญเติบโตและยั่งยืนต่อไป

7.7 ผลกระทบจากการใช้พลังงานน้ำ

น้ำเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่มนุษย์จะขาดเสียมิได้ ประโยชน์ของน้ำมีมากมายมหาศาลแต่ในบางครั้งก็มีโทษบ้างเหมือนกัน หรือในบางโอกาสถึงกับทำลายชีวิตมนุษย์ได้เหมือนกัน อย่างเช่นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 คลื่นยักษ์ซึนามิ ซึ่งเป็นผลจากการเกิดแผ่นดินไหวใต้ทะเลบริเวณเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ได้คร่าเอาชีวิตมนุษย์ไปกว่าแสนราย ดังนั้นการนำเอาพลังงานจากน้ำมาใช้ประโยชน์จึงมิได้ทั้งข้อดีและข้อเสีย ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

7.7.1 ข้อดีของการใช้พลังงานน้ำ

สำหรับข้อดีของการประยุกต์ใช้พลังงานน้ำสามารถสรุปได้ดังนี้

7.7.1.1 เนื่องจากน้ำมีวัฏจักรเป็นธรรมชาติ ดังนั้นเมื่อเราใช้พลังงานจากน้ำแล้ว น้ำที่ถูกใช้แล้วจะถูกปล่อยกลับไปสู่แหล่งธรรมชาติ จะมีการระเหยกลายเป็นไอเมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และเมื่อไอน้ำรวมตัวเป็นเมฆก็จะตกลงมาเป็นน้ำฝนหมุนเวียนกลับมาทำให้เราสามารถนำเอาพลังงานน้ำใช้ได้ตลอดไปไม่สิ้นสุด

7.7.1.2 การใช้พลังงานจากน้ำเป็นการใช้เฉพาะส่วนที่อยู่ในรูปพลังงาน ซึ่งไม่ใช่เป็นเนื้อมวลสาร ดังนั้นเมื่อใช้พลังงานไปแล้วเนื้อมวลสารของน้ำก็ยังคงเหลืออยู่ น้ำที่ถูกปล่อยออกมายังมีปริมาณและคุณภาพเหมือนเดิม สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีกมากมาย เช่น เพื่อการชลประทาน การเกษตร การอุปโภคบริโภค หรือรักษาระดับน้ำในแม่น้ำให้มีความลึกพอต่อการเดินเรือ เป็นต้น

7.7.1.3 การสร้างเขื่อนเป็นการเก็บกักน้ำเอาไว้ใช้ในกรณีที่ไม่มีฝนตก ทำให้ได้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ซึ่งสามารถประกอบอาชีพด้านประมง หรือใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจได้ และในบางโอกาสก็ยังสามารถใช้ไอน้ำเสียในแม่น้ำที่เกิดจากการปล่อยของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ หรือช่วยไอน้ำทะเลในเวลาที่น้ำทะเลหนุนสูงขึ้นมา

7.7.1.4 ระบบของพลังงานน้ำเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถดำเนินการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถควบคุมให้ผลิตพลังงานออกมาได้ใกล้เคียงกับความต้องการ ทำให้การผลิตและการใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

7.7.1.5 อุปกรณ์ต่างๆ ของระบบพลังงานน้ำส่วนใหญ่จะมีความทนทานสูง มีอายุการใช้งานนาน

7.7.1.6 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ในการใช้พลังงานน้ำค่อนข้างต่ำเพราะไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าเชื้อเพลิง และเนื่องจากไม่มีการปล่อยมลพิษจึงไม่ต้องจ่ายค่ากำจัดมลพิษ

7.7.2 ข้อเสียของการใช้พลังงานน้ำ

สำหรับข้อเสียของการประยุกต์ใช้พลังงานน้ำสามารถสรุปได้ดังนี้

7.7.2.1 ในการสร้างเขื่อนเพื่อกักเก็บน้ำนั้น จะต้องมีการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้เป็นบริเวณกว้างซึ่งนับวันป่าไม้จะหมดลงไปทุกที และทำให้สัตว์ป่าต้องอพยพหนีน้ำท่วม บางชนิดอาจสูญพันธุ์ไปจากโลกเลยก็ได้ ซึ่งถือเป็นการทำลายระบบนิเวศวิทยาของพื้นที่บริเวณนั้นอย่างรุนแรง นอกจากนี้ยังทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของคนในพื้นที่ต้องเปลี่ยนไปจากเดิมด้วย

7.7.2.2 ต้องใช้เงินลงทุนสูงในการสร้างเขื่อนหรือพัฒนาแหล่งพลังงานน้ำ เพื่อให้ได้ลักษณะภูมิประเทศที่เหมาะสม เช่น ต้องการพื้นที่ที่มีระดับท้องน้ำลึกๆ สำหรับการสร้างเขื่อนสูงโดยที่มีความยาวไม่มากนัก ซึ่งพื้นที่เหล่านี้มักจะอยู่ในป่าหรือช่องเขาแคบๆ

7.7.2.3 เนื่องจากแหล่งพลังงานน้ำส่วนใหญ่อยู่ในที่ห่างไกลชุมชน จึงมักเกิดปัญหาในเรื่องการจัดหาบุคลากรไปปฏิบัติงาน รวมทั้งการซ่อมแซม การบำรุงรักษาสั่งก่อสร้างและอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ค่อยสะดวกนักเพราะการคมนาคมไม่สะดวก

7.7.2.4 ในบางโอกาสอาจเกิดปัญหาจากสภาวะของน้ำฝนที่ตกลงสู่แหล่งกักเก็บน้ำ มักมีความไม่แน่นอนทำให้เกิดผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้าได้

7.7.2.5 การที่แหล่งพลังงานน้ำอยู่ห่างไกลจากชุมชน ทำให้ต้องลงทุนในเรื่องของสายส่งไฟฟ้า และจะเกิดการสูญเสียพลังงานในสายส่งด้วย

7.8 บทสรุป

น้ำเป็นแหล่งพลังงานตามธรรมชาติซึ่งมีให้หมุนเวียนใช้อย่างไม่มีวันหมด พลังงานที่ได้จากน้ำมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบเช่น พลังงานจากน้ำตก พลังงานน้ำจากเขื่อน พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานจากคลื่นน้ำ เป็นต้น อุปกรณ์สำคัญในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำมาเป็นพลังงานกลคือกังหันน้ำ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลักๆ 2 ประเภทคือ ประเภทหัวฉีดและประเภทแรงปฏิกิริยา การหมุนของกังหันน้ำจะทำให้แกนเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามและผลิตไฟฟ้าออกมา การใช้พลังงาน

จากน้ำไม่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำแต่เป็นการนำเอาพลังงานที่มีอยู่ในน้ำมาใช้งาน ดังนั้นถึงแม้จะมีปริมาณน้ำไม่มากหากมีความรู้ความสามารถก็สามารถนำเอาพลังงานจากน้ำมาใช้ได้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ถือว่ามียกยภาพน้ำค่อนข้างน้อย แต่หากมีการส่งเสริมโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กก็มีความเป็นไปได้สูงที่จะช่วยกันลดมลพิษจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ซากดึกดำบรรพ์ และสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศ นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กอีกทางหนึ่งด้วย

7.9 คำถามทบทวน

1. จงอธิบายถึงการเกิดวัฏจักรของน้ำ
2. จงอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของพลังงานน้ำในการผลิตไฟฟ้า
3. จงบอกถึงประเภทของพลังงานน้ำตามลักษณะและรูปแบบการเกิดพลังงาน
4. จงอธิบายหลักการในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขึ้นน้ำลง
5. จงอธิบายหลักการในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานคลื่น
6. จงบอกถึงประเภทและลักษณะของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
7. จงบอกถึงประเภทหลักๆ และอธิบายหลักการทำงานของกังหันน้ำแต่ละประเภท
8. จงอธิบายความแตกต่างในการทำงานของกังหันน้ำเพลตันและกังหันน้ำฟรานซิส
9. จงบอกถึงข้อดีและข้อเสียของการใช้พลังงานน้ำ
10. จงวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากระบบพลังงานน้ำขนาดเล็ก

เอกสารอ้างอิง

- กชกร ธานีวัฒน์. (2547, เมษายน). “จับตาพลังงานหมุนเวียนปี 47 ไทยขึ้นแท่นผู้นำอาเซียน,” *รักษ์พลังงาน*. 2(6) : 7-8.
- แผ่นพับเขื่อนสิริกิติ์. (2546). *โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิริกิติ์*. อุตรดิตถ์ : เขื่อนสิริกิติ์.
- วัฒนา ถาวร. (2543). *โรงต้นกำเนิด*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- Boyle, G. (1996). *Renewable Energy Power for a Sustainable Future*. New York : Oxford University Press.

- _____. (2004). **Renewable Energy Power for a Sustainable Future**. New York : Oxford University Press.
- British Petroleum. (2004). **Energy in Focus**. [On-line]. Available:
<http://www.bp.com/statisticalreview2004>.
- Hydro Energy. (2003a). **Pelton Turbines**. [On-line]. Available:
http://www.hydro-energy.com/_bilder/produkte/turbinen/pelton_turbine.jpg.
- Kansas Wind Power. (2005). **Turgo Turbine**. [On-line]. Available:
<http://www.kansaswindpower.net/turgo%20top.jpg>.
- Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2003). **Deraiz2**. [On-line]. Available:
http://www.mhi.co.jp/power/e_power/topics/2003/img/main43a.gif.
- Ristinen, Robert A. & Kraushaar, Jack J. (1999). **Energy and the Environment**.
New York : John Wiley & Sons.
- Shepherd, W. & Shepherd, D.W. (1998). **Energy Studies**. Singapore : World Scientific.

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1  ผ่านทางอินเทอร์เน็ต	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2  ผ่านทางอินเทอร์เน็ต	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป  ผ่านทางอินเทอร์เน็ต	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

