

สว่างใส่ว ด้วยสายน้ำ



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เวลา 4 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

พลังงานน้ำสามารถทำให้วัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่หรือหมุนได้ จึงมีการนำพลังงานน้ำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้หลักการถ่ายโอนพลังงานน้ำจากแหล่งกักเก็บน้ำไปยังกังหันน้ำที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระดับต่ำกว่าแหล่งน้ำ เพื่อเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำให้เป็นพลังงานจลน์โดยการหมุนของใบกังหัน จากนั้นนำไปหมุนแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

การออกแบบกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รูปแบบและจำนวนของใบพัดแรงของน้ำที่กระทำกับใบพัด รวมถึงวัสดุที่ใช้สร้างใบพัด

ในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงาน และการออกแบบและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม การวัดความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าของกังหันน้ำสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์และการแปลความหมายเพื่อจะนำไปใช้งานต่อไป



ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. อธิบายพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม 2. อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบและแบบจำลองของสิ่งของเครื่องใช้ หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล

หมายเหตุ: *ตัวชี้วัด เทคโนโลยี (T) ในที่นี้จะรวมตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในขณะที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยีในตัวชี้วัดสาระการออกแบบและเทคโนโลยี

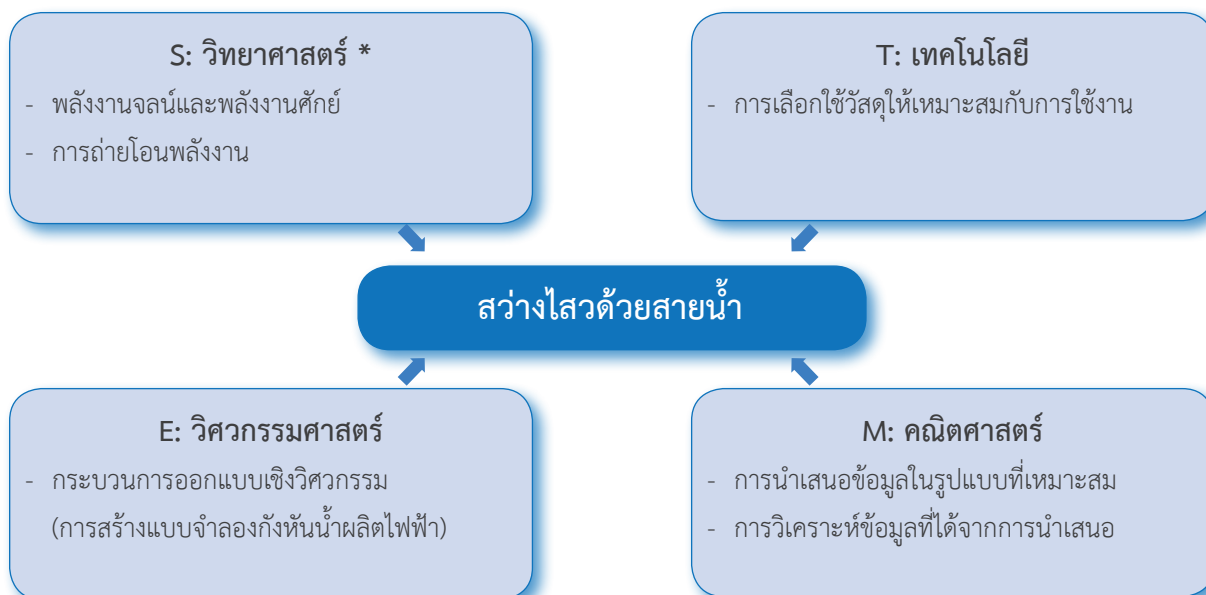


สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่เคลื่อนที่ ขึ้นกับมวลและอัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ ขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ - กฎการอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่าพลังงานรวมของวัตถุไม่สูญหาย แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุมีการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกัน การถ่ายโอนพลังงานระหว่างกันได้ในทำนองเดียวกัน พลังงานรวมของระบบอาจเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่งได้ เช่น พลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเคมีเป็นพลังงานแสง - พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน ซึ่งได้มาจากแหล่งพลังงานในธรรมชาติหลายแห่ง เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ ปิโตรเลียม พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น - พลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จะต้องมีความเหมาะสมเพียงพอ จึงสามารถใช้พลังงานนั้นทำงานได้ เช่น พลังงานน้ำเหนือเขื่อนจะถ่ายโอนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า	- การนำเสนอข้อมูลในรูปตารางเป็นวิธีการนำเสนอข้อมูลที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะมีความละเอียด เป็นระเบียบ สามารถแสดงข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก และแบ่งประเภทของข้อมูลได้หลายประเภทอย่างเป็นระบบ มีความชัดเจนสะดวกต่อการคำนวณค่าต่าง ๆ ทางสถิติ - การนำเสนอข้อมูลแบบแผนภูมิแท่งเป็นการนำเสนอที่ใช้แผนภูมิที่แสดงด้วยแท่งสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความสูงหรือความยาวของแท่งแทนปริมาณของข้อมูล แผนภูมิแท่งนิยมใช้ในการนำเสนอเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล แผนภูมิแท่งมีหลายแบบ เช่น แผนภูมิแท่งเชิงเดี่ยว และแผนภูมิแท่งเชิงซ้อน - การนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิรูปวงกลมเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ใช้พื้นที่รูปวงกลมหนึ่งวงแทนปริมาณข้อมูลทั้งหมด และแบ่งพื้นที่ในวงกลมจากจุดศูนย์กลางออกเป็นส่วนของวงกลมน้อย ๆ ตามส่วนของปริมาณข้อมูลที่นำเสนอ แล้วเขียนตัวเลขแสดงข้อมูลกำกับไว้ในทางปฏิบัติถ้าข้อมูลที่ต้องการนำเสนอเป็นปริมาณที่มาก เรานิยมแสดงปริมาณข้อมูลเหล่านั้นเป็นรูปร้อยละของปริมาณข้อมูลทั้งหมด - การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้นเป็นการนำเสนอข้อมูลเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตามลำดับก่อนหลังของเวลาที่ข้อมูลนั้น ๆ เกิดขึ้น ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับข้อมูล และช่วยให้เห็นแนวโน้มตลอดจนความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างข้อมูลซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์เกี่ยวกับข้อมูลนั้น	- การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีเพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ สามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย - การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไกและการควบคุมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ - การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่าง ๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว



กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้



จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า
2. ออกแบบและสร้างแบบจำลองกังหันน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า



วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	ฝาขวดน้ำพลาสติก	15 อัน	9	ชุดถังน้ำสำเร็จรูป	1 ชุด
2	ซีลอนพลาสติก	10 อัน	10	โวลต์มิเตอร์ หรือมัลติมิเตอร์	1 ชุด
3	พลาสติกลูกฟูกหนา 3 มิลลิเมตร ขนาด 60 เซนติเมตร x 120 เซนติเมตร	1 แผ่น	11	ปืนกาว	1 อัน
4	ไม้เสียบลูกชิ้น	10 อัน	12	กรรไกร	1 เล่ม
5	พลาสติกเจาะรูสำหรับเสียบ ใบพัด แบบ 6 รู และ 8 รู	อย่างละ 1 อัน	13	คัตเตอร์	1 อัน
6	ฐานกั้นน้ำสำเร็จรูป	1 ชุด	14	เทปกาว	1 ม้วน
7	เจเนอเรเตอร์ขนาดเล็ก	1 ตัว	15	ไม้บรรทัด	1 อัน
8	หลอด LED	1 ดวง			



แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ขั้นระบุปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูภาพหรือวิดีโอที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพลังงานน้ำในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการผลิตไฟฟ้าโดยพลังงานน้ำที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น เขื่อนผลิตไฟฟ้าลำน้ตาบอง เขื่อนภูมิพล
2. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานน้ำ ซึ่งศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 1

ควรได้ข้อสรุปว่า

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะใช้หลักการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่า มีพลังงานศักย์สะสมมากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำท้ายเขื่อนโดยให้น้ำไหลไปตามอุโมงค์ส่งน้ำไปยังกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า เกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานศักย์ไปเป็นพลังงานจลน์ เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับแกนของกังหันหมุนตามไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งออกไปตามสายส่งไฟฟ้า โดยกำลังไฟฟ้าที่ได้จะแปรตามความเร็วรอบการหมุนของกังหันและขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3. ครูสมมติสถานการณ์ที่ท้าทาย
“นักเรียนอาศัยอยู่ในหมู่บ้านที่ห่างไกล ระบบสายส่งไฟฟ้ายังไม่ถึง ทำให้ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แต่ใกล้หมู่บ้านนั้นมีน้ำตกไหลตลอดทั้งปี ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่าจะนำพลังงานจากน้ำมาผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอต่อการใช้งานในหมู่บ้านได้อย่างไร”
4. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง
 - จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถสรุปเป็นปัญหาหรือความต้องการได้อย่างไร

ควรได้ข้อสรุปว่า

ต้องการผลิตไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน โดยใช้ประโยชน์จากน้ำตกที่ไหลตลอดทั้งปี โดยสร้างเป็นแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากวัสดุที่กำหนดให้

- ในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง

ควรได้ข้อสรุปว่า

ความรู้ที่เกี่ยวข้องต่อการสร้าง เช่น หลักการผลิตกระแสไฟฟ้า หลักการทำงานของกังหันน้ำ รูปแบบของกังหันน้ำ วัสดุอุปกรณ์



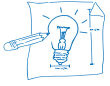
ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

5. ครูให้นักเรียนดูภาพหรือวิดีโอของกังหันน้ำรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น แบงกี (Bangki) เพลตัน (Pelton) ฟรานซิส (Francis) แล้วร่วมกันอภิปรายถึงรูปแบบของกังหันน้ำ โดยศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 2

ควรได้ข้อสรุปว่า

กังหันน้ำจะถูกออกแบบให้มีลักษณะแตกต่างกันตามลักษณะของไหลของกระแสน้ำ เช่น ความสูงของหัวน้ำ ทิศทางการรับน้ำ พื้นที่รับน้ำ ลักษณะและจำนวนใบพัด ดังนั้น การออกแบบกังหันน้ำของนักเรียนจึงควรคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย

6. ครูกำหนดเงื่อนไขให้นักเรียนเพิ่มเติมว่าใช้ชุดถังน้ำสำเร็จรูปในการจำลองการไหลของน้ำ โดยกำหนดความสูงของระดับน้ำจากผิวน้ำในถังถึงจุดที่น้ำกระทบกับกังหันที่ระยะ 0.6 เมตร, 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร
7. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสำรวจอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้เพื่อนำมาใช้สร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า
8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เพื่อให้ผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ เช่น รูปแบบของกังหันน้ำ จำนวนแกนใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบพัด ความแข็งแรงของกังหันน้ำ ความสูงของระดับน้ำที่ปล่อยลงมากกระทบกังหันน้ำ และให้แต่ละกลุ่มเลือกวิธีการสร้างกังหันน้ำที่ต้องการจากข้อมูลที่รวบรวมได้โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสม วิธีการสร้างไม่ยากเกินไปและสามารถสร้างได้ในเวลาที่กำหนด



ขั้นตอนการแก้ปัญหา

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจากการข้อมูลและแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์



ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

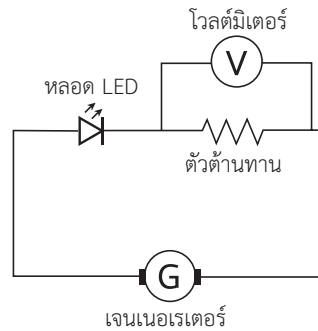
- ครูให้นักเรียนวางแผนและลงมือสร้างกังหันน้ำตามทีออกแบบไว้ ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถสร้างกังหันน้ำให้สมบูรณ์ได้ภายในเวลาที่กำหนด ให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียนเพื่อให้มีกังหันน้ำที่พร้อมสำหรับทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำในตอนต่อไป



ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบการทำงานของกังหันน้ำว่าสามารถผลิตไฟฟ้าได้หรือไม่ โดยใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากเจนเนอเรเตอร์ พร้อมกับบันทึกข้อมูลการทดสอบ

หมายเหตุ ในการวัดค่าความต่างศักย์ที่ถูกต้องควรนำตัวต้านทานไปต่ออนุกรมกับหลอด LED แล้ววัดค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมกับตัวต้านทาน



ภาพการต่อวงจรกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เพื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า

- ครูให้นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานโดยใช้ผลการทดสอบตามข้อ 10 เป็นข้อมูลในการหาแนวทางการปรับปรุงเพื่อให้ผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น แล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้งพร้อมบันทึกข้อมูล ในกรณีที่นักเรียนไม่พบแนวทางปรับปรุงชิ้นงาน ครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้เห็นถึงแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแก้ไขแสดง ดังตารางต่อไปนี้

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
1. กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าไม่ได้	- ความเร็วในการหมุนน้อย - สายไฟที่ต่อกับขั้วบวกและขั้วลบจากโวลต์มิเตอร์เกิดการลัดวงจร - ปริมาณโวลต์มิเตอร์ไปยังหน่วยวัดที่ไม่ถูกต้อง	- พิจารณาจำนวนใบพัดที่ทำให้กังหันน้ำหมุนได้เร็วมากที่สุด - ปรับระยะห่างระหว่างจุดที่วัดค่าความต่างศักย์ของขั้วบวกและขั้วลบให้มากขึ้น

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
2. กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าได้น้อย	- กังหันน้ำมีอัตราเร็วในการหมุนน้อย	- ปรับเปลี่ยนความยาวของแกนใบพัด - ปรับเปลี่ยนวัสดุสำหรับทำใบพัดให้มีพื้นที่ในการรับน้ำมากที่สุด - พิจารณามุมของใบพัดที่รองรับแรงจากการตกกระทบของน้ำให้เป็นมุมที่ทำให้กังหันน้ำหมุนได้เร็วที่สุด
3. ค่าความต่างศักย์ที่วัดได้แต่ละครั้งแตกต่างกันมาก	- ปริมาณของน้ำที่ตกกระทบกับกังหันน้ำไม่คงที่ และมีตำแหน่งไม่แน่นอน - ระยะความสูงของการปล่อยน้ำแต่ละครั้งไม่เท่ากัน	- พิจารณาชุดถังน้ำว่าสามารถปล่อยน้ำในปริมาณที่เท่ากันและตกกระทบกับใบพัดของกังหันน้ำในตำแหน่งเดิมทุกครั้งหรือไม่ - กำหนดระยะความสูงของถังน้ำให้เท่ากันทุกครั้ง

13. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทดสอบตามข้อ 11 พร้อมทั้งอ่าน แปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูล โดยอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์และความสูงแล้วอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม



ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

14. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สร้างขึ้น โดยนำเสนอแนวคิดในการสร้าง รูปแบบของกังหัน เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ รวมทั้งผลการทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขกังหันน้ำจนมีประสิทธิผลมากที่สุด
15. ครูและนักเรียนประเมินผลและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกังหันน้ำเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด และแนวทางการสร้างกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้งานจริง

ควรได้ข้อสรุปว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เช่น

1) จำนวนแกนของใบพัด จะมีผลต่อการหมุนที่ต่อเนื่อง เนื่องจากหากต้องการให้ได้ค่าความต่างศักย์ได้สูงนั้น ต้องทำให้กังหันหมุนได้เร็วและต่อเนื่องมากที่สุด ซึ่งหากจำนวนแกนของใบพัดน้อยเกินไป เช่น 4 แกน เมื่อน้ำตกกระทบกับแกนที่ 1 แล้วเกิดการหมุนด้วยแรงของน้ำและความเฉื่อยของแกน อาจไม่มีแรงในการหมุนมากพอที่ทำให้แกนที่ 2 หมุนมาตรงกับตำแหน่งที่น้ำตกกระทบ เพราะระยะห่างระหว่างสองแกนนี้มากเกินไป (90 องศา) ดังนั้นจึงต้องเพิ่มจำนวนของแกนใบพัดให้มากขึ้น แต่ไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนว่าต้องเป็นจำนวนเท่าใด เพราะต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการหมุนของกังหันด้วย เช่น น้ำหนักของกังหัน ความยาวแกนของกังหัน การมีใบพัดจำนวนมากขึ้นจะทำให้กังหันมีโมเมนตัมของความเฉื่อยมากขึ้นด้วย หากแรงจากน้ำที่ไหลมีค่าน้อยลงบางช่วงก็仍将ทำให้ใบพัดหมุนต่อไปได้เล็กน้อยด้วยความเฉื่อยนั่นเอง

2) ความยาวแกนของใบพัด ถ้าแกนใบพัดยาวมากขึ้นจะทำให้ใบพัดหมุนได้ง่ายขึ้น ซึ่งอธิบายได้ด้วยหลักการของคาน เราจะพบว่าเมื่อแกนมีใบพัดยาว แม้น้ำปริมาณน้อยและไหลไม่เร็ว ก็สามารถทำให้ใบพัดหมุนได้ง่าย แต่ถ้าใบพัดสั้นลง แรงจากน้ำจะต้องมากขึ้นใบพัดจึงจะหมุนได้ และในการออกแบบควรพิจารณาดำเนินการและวิธีการติดตั้งกังหันด้วย เพราะถ้าใบพัดยาวอาจจะไม่สะดวกในการติดตั้ง

3) วัสดุที่ใช้ทำใบพัด จะมีผลต่อน้ำหนักของตัวกังหัน หากใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมากเกินไป หรือมวลมากเกินไป ก็จะทำให้กังหันเริ่มหมุนได้ยากและหมุนช้าเพราะมีความเฉื่อยมาก แต่ถ้าใช้วัสดุที่เบาเกินไป ก็จะมีผลต่อความแข็งแรงของกังหัน

4) มุมของใบพัดที่รองรับการตกกระทบของน้ำ ควรเอียงทำมุมกับแนวระดับเล็กน้อยเพื่อให้ น้ำสามารถไหลผ่านใบพัดไปได้ และเกิดแรงผลักดันให้กังหันหมุน

5) ลักษณะของใบพัด ควรมีลักษณะโค้งงอ คล้ายถ้วย ซึ่งจะช่วยให้เกิดแรงในการหมุนกังหันมากกว่าเมื่อเทียบกับใบพัดแบบเรียบ และควรให้มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของใบพัดใกล้เคียงกับพื้นที่ที่น้ำตกกระทบเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียพลังงาน

16. ครูและนักเรียนอภิปรายเพิ่มเติมร่วมกันเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

ควรได้ข้อสรุปว่า

1) นอกจากปัจจัยเรื่องความสูงของระดับน้ำที่ปล่อยลงมาให้กระทบกับกังหันน้ำแล้ว ปริมาณและความเร็วของน้ำก็มีผลต่อการความเร็วในการหมุนของกังหันน้ำด้วย ซึ่งอาจทำได้โดยการเปลี่ยนขนาดท่อปล่อยน้ำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

2) ในการใช้งานจริงนั้น จะวัดประสิทธิภาพการทำงานของกังหันน้ำด้วยกำลังไฟฟ้า (P) ซึ่งจากการทดลองนี้ เมื่อได้ค่าความต่างศักย์ (V) และทราบค่าความต้านทาน (R) ในวงจร ก็สามารถคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าได้จากสมการ $P = V^2/R$

17. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

ควรได้ข้อสรุปว่า

หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเริ่มตั้งแต่เมื่อปล่อยน้ำออกจากถังที่อยู่ระดับสูงกว่า ลงมากระทบกับกังหันที่อยู่ระดับต่ำกว่า พลังงานศักย์ของน้ำในถังจะถ่ายโอนให้กับกังหันน้ำทำให้กังหันน้ำเคลื่อนที่โดยการหมุนรอบแกน เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม เกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้า



การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน
1. การออกแบบกังหันน้ำเพื่อแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด	ใบบันทึกกิจกรรมและแบบประเมินชิ้นงาน	20
2. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า	ใบบันทึกกิจกรรม	20
3. การทดสอบและการนำเสนอผลการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า	ใบบันทึกกิจกรรมและแบบประเมินชิ้นงาน	20
4. ความสำเร็จของชิ้นงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	15
5. การนำเสนอผลงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	15
6. การทำงานเป็นกลุ่ม	แบบประเมินชิ้นงาน	10

รายการประเมิน	ระดับ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. การออกแบบกังหันน้ำเพื่อแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด	แบบร่างกังหันน้ำมีความชัดเจน สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และแสดงเหตุผลในการเลือกสร้างชิ้นงานและการเลือกใช้วัสดุได้อย่างสมเหตุสมผล และครบถ้วน	แบบร่างกังหันน้ำสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ แต่แสดงเหตุผลในการเลือกสร้างชิ้นงานและเลือกใช้วัสดุได้ไม่ครบถ้วน	แบบร่างกังหันน้ำไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และไม่สามารถแสดงเหตุผลในการเลือกสร้างชิ้นงานและการเลือกใช้วัสดุได้
2. การทดสอบและการนำเสนอผลการทำงานของกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม และสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์และความสูงได้ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม แต่ไม่สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์และความสูงได้ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ไม่เหมาะสม

รายการประเมิน	ระดับ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
3. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างกังหันน้ำตามที่ออกแบบไว้ได้สำเร็จ และสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	สร้างกังหันน้ำตามที่ออกแบบไว้ได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	ไม่สามารถสร้างกังหันน้ำตามที่ออกแบบไว้ได้สำเร็จ
4. การนำเสนอผลงาน	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ สื่อสารได้อย่างชัดเจนและเป็นขั้นตอน ให้ข้อมูลครบถ้วน	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ แต่อาจให้ข้อมูลไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	การนำเสนอผลงานขาดความน่าสนใจ ให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจน
5. การทำงานเป็นกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม และแต่ละคนปฏิบัติตามบทบาทของตนเอง สมาชิกกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแก้ปัญหา	มีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แต่สมาชิกบางส่วนอาจละเลยการปฏิบัติตามบทบาทของตนเอง และ/หรือไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแก้ปัญหา	ไม่มีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม และ/หรือสมาชิกกลุ่มไม่ร่วมมือกันในการทำกิจกรรม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแก้ปัญหา

หมายเหตุ: สามารถปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรม

- วัสดุทดแทนในการสร้างกังหันน้ำ มีดังนี้

วัสดุ	วัสดุทดแทน
ชุดเจนเนอเรเตอร์ขนาดเล็กพร้อมหลอด LED	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 3 โวลต์
พลาสติกเจาะรูสำหรับเสียบใบพัด	ไม้

2. ครูอาจจัดกิจกรรมแข่งขันในห้องเรียนได้โดยตัดสินจากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้สูงที่สุด
3. ครูอาจเพิ่มเติมประเด็นการวัดและประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันให้คะแนนว่ากังหันน้ำผลิตไฟฟ้าของกลุ่มใดที่ทำงานได้และมีรูปแบบที่แปลกใหม่ หรือมีความสวยงาม ประณีตมากที่สุด
4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมอาจมากกว่า 4 ชั่วโมง และสามารถจัดในกิจกรรมชุมนุม หรือรายวิชาเพิ่มเติมได้



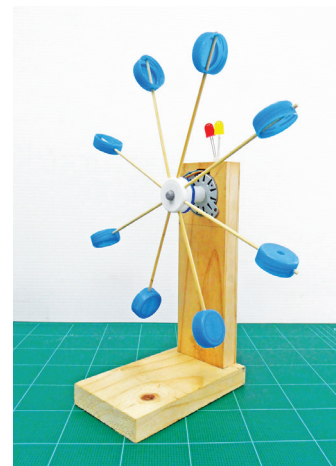
ใบพัดที่ทำจากช้อนพลาสติก



ใบพัดที่ทำจากฝาขวดน้ำพลาสติก



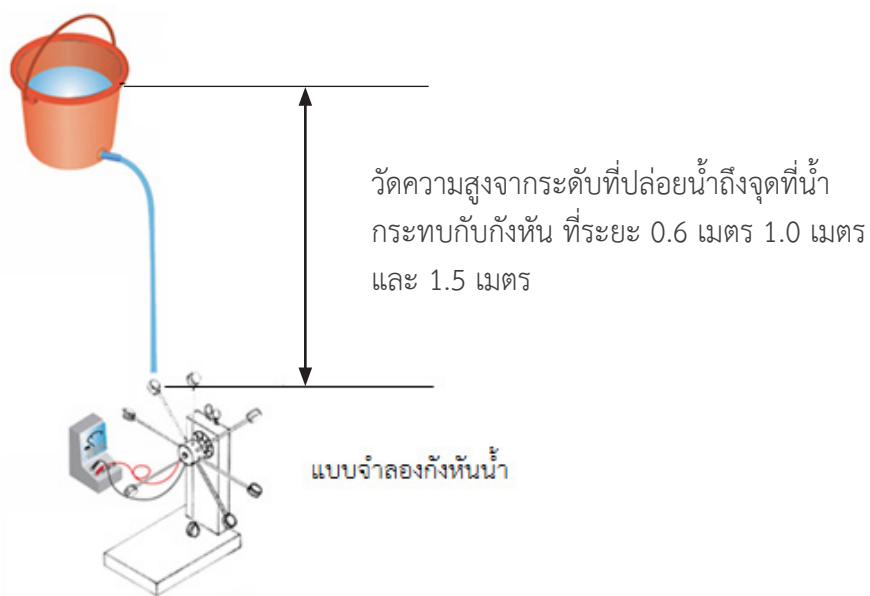
ใบพัดที่ทำจากพลาสติกลูกฟูก



ใบพัดที่ทำจากฝาขวดน้ำพลาสติก
และฐานจากไม้

แบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจากวัสดุต่าง ๆ

5. ครูควรเน้นย้ำเรื่องความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์มีคมของนักเรียน
6. จัดชุดทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าดังภาพต่อไปนี้

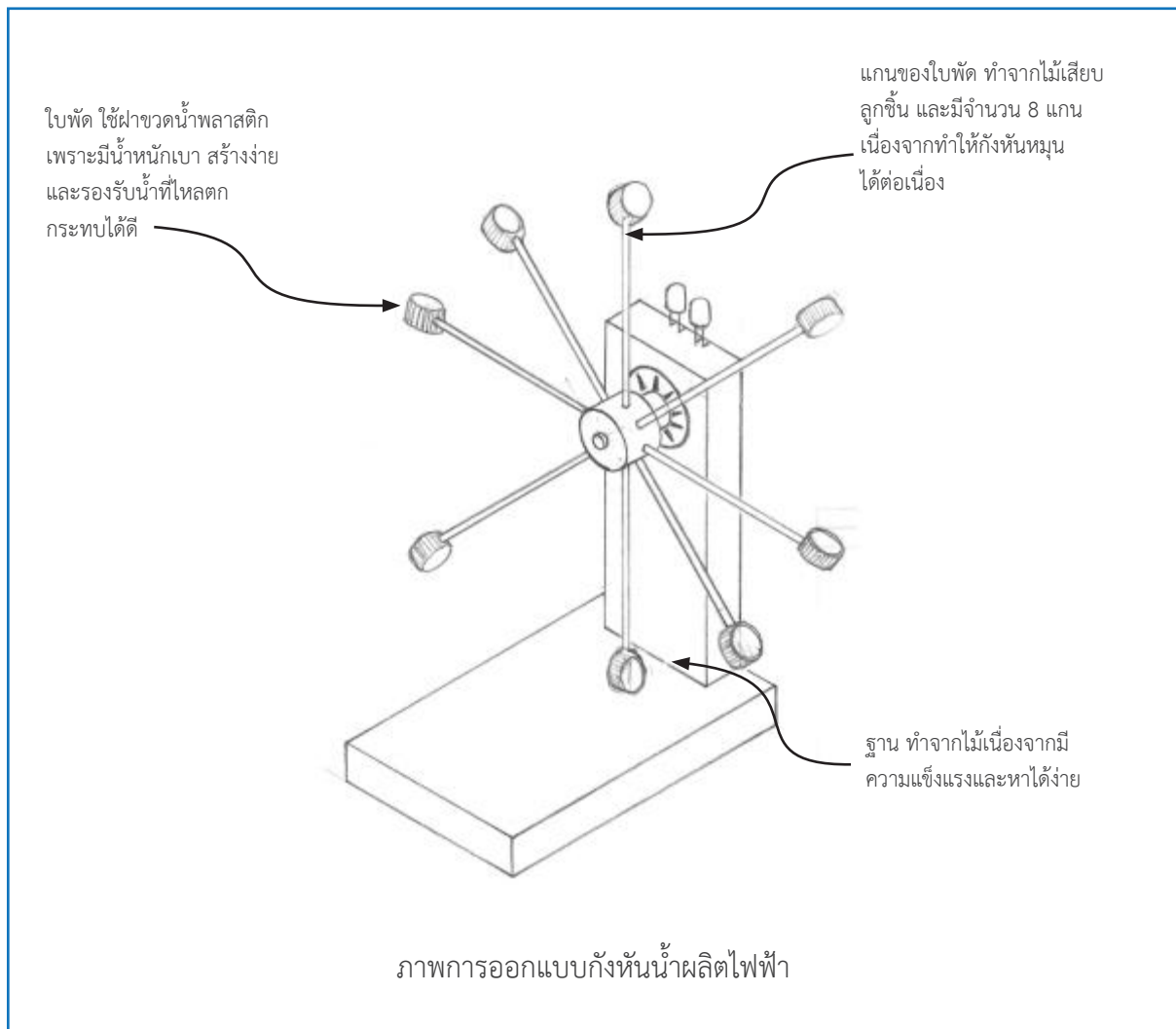


สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ใบความรู้ เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ
4. ภาพน้ำตกซึ่งมีความสูงต่างกัน
5. ภาพหรือวีดิทัศน์การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

แนวคำตอบใบบันทึกกิจกรรม

1. จากการวิเคราะห์สถานการณ์ สรุปเป็นปัญหาหรือความต้องการได้ดังนี้
แนวคำตอบ ต้องการผลิตไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน โดยใช้ประโยชน์จากน้ำตกที่ไหลตลอดทั้งปี โดยสร้างเป็นแบบจำลอง
 กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากวัสดุที่กำหนดให้
2. บันทึกแนวคิดในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าเป็นภาพและบรรยายละเอียด เช่น รูปร่างของใบพัด จำนวน
 ใบพัด วัสดุที่เลือกใช้สร้างใบพัด พร้อมให้เหตุผลประกอบ



3. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

ลักษณะกังหัน

ทดสอบครั้งที่	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)		
	ความสูง 0.6 เมตร	ความสูง 1.0 เมตร	ความสูง 1.5 เมตร
1			
2			
3			
4			
5			
เฉลี่ย			

4. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าหลังจากที่ได้ปรับปรุงแล้ว

ลักษณะกังหัน

ทดสอบครั้งที่	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)		
	ความสูง 0.6 เมตร	ความสูง 1.0 เมตร	ความสูง 1.5 เมตร
1			
2			
3			
4			
5			
เฉลี่ย			

5. บันทึกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกังหันน้ำเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด มีดังนี้

แนวคำตอบ

1. สร้างกังหันน้ำที่มีจำนวนใบพัดที่เหมาะสมกับการหมุนที่ต่อเนื่อง
2. ปรับมุมของใบพัดให้เหมาะสมกับการรับแรงจากน้ำ
3. ใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเหมาะสมในการสร้างใบพัด
4. ใช้วัสดุสำหรับทำใบพัดให้มีพื้นที่ในการรับน้ำมากที่สุด

6. สรุปหลักการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกังหันน้ำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด

แนวคำตอบ หลักการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า คือ เมื่อปล่อยน้ำจากถังซึ่งอยู่ระดับสูงกว่ากังหันน้ำให้ไหลมาตกกระทบกับใบพัดจะทำให้กังหันน้ำหมุน เมื่อกังหันน้ำหมุนจะทำให้แกนของเจนเนอเรเตอร์ที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม ทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของกังหันน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณและความเร็วของน้ำไหลตกกระทบกับใบพัดของกังหันน้ำ จำนวนใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบพัด มุมของใบพัดที่ทำกับน้ำที่ตกกระทบ พื้นที่ที่รองรับการตกกระทบของน้ำ

ใบความรู้ที่ 1

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

หลายคนคงเคยได้ยินคำว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” กันมาบ้าง คำนี้พบได้ที่ประเทศไทยของเรา เพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยแหล่งน้ำและแม่น้ำที่สำคัญมากมาย และในแหล่งน้ำก็มีทรัพยากรหลากหลายที่สามารถให้คนในท้องถิ่นประกอบอาชีพได้ และเพื่อเป็นการนำน้ำในแหล่งต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์มากขึ้น ปัจจุบันจึงมีการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ ซึ่งมีจุดประสงค์หลักเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการเกษตร นอกจากนั้นก็มีจุดประสงค์ในด้านอื่น ๆ เช่น เพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการประกอบอาชีพ ใช้เป็นเส้นทางคมนาคม เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา ใช้ป้องกันหรือบรรเทาอุทกภัย ใช้แก้ปัญหาภัยแล้ง ช่วยผลักดันน้ำเค็มในฤดูแล้ง รวมถึงใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

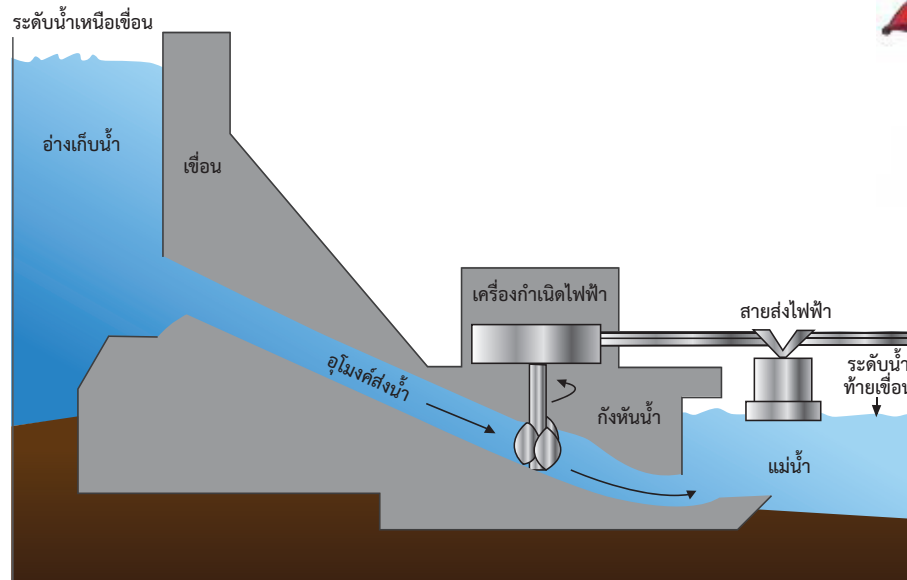
ประโยชน์ของการกักเก็บน้ำไว้ในเขื่อนที่สำคัญอีกประการหนึ่งและเป็นเรื่องใกล้ตัวของทุก ๆ คน คือ การนำน้ำในเขื่อนมาผลิตไฟฟ้า จากภาพเขื่อนกักเก็บน้ำด้านล่าง เรามีวิธีการนำน้ำในเขื่อนมาผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร



โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก
(ภาพจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะใช้หลักการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่าให้ไหลลงมาตามอุโมงค์ส่งน้ำไปที่กังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่หมุนตามไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งออกไปตามสายส่งไฟฟ้านั่นเอง



ภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ



ชุดจำลองการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

จากภาพด้านขวามือ ถ้าเราปล่อยน้ำจากที่สูงลงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า พลังงานศักย์ของน้ำจะถ่ายโอนให้กับกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้กังหันเคลื่อนที่โดยการหมุนรอบแกน เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งถ้ามีการติดตั้งโวลต์มิเตอร์ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะสังเกตได้ว่าค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าไป ซึ่งก็คือมีพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นนั่นเอง



โรงไฟฟ้าพลังน้ำในปัจจุบันมีทั้งโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่และขนาดเล็ก โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่มีกำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 15 เมกะวัตต์ ส่วนโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีกำลังผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ จนถึง 15 เมกะวัตต์

จุดประสงค์หลักของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก คือ ช่วยให้ชุมชนที่อยู่ห่างไกลระบบสายส่งไฟฟ้ามีพลังงานไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน และช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ที่ต้องใช้พื้นที่ในการกักเก็บน้ำเป็นบริเวณกว้าง โดยโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจะใช้น้ำในลำน้ำมาเป็นแหล่งในการผลิตไฟฟ้า โดยจะกั้นน้ำไว้ในลักษณะของฝายกั้นน้ำให้อยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับของโรงไฟฟ้า และจะปล่อยน้ำจากฝายกั้นน้ำให้ไหลไปที่โรงไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า



ข้อดีของการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่สำคัญ คือ สามารถเดินเครื่องผลิตและจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ในระยะเวลารวดเร็ว จึงเหมาะกับช่วงที่ประชาชนมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด คือ ช่วงเวลา 09.00-22.00 น. นั้นเอง

เอกสารอ้างอิง:

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบัน.หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. 2556.

ภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ดัดแปลงภาพจาก Intermediate Energy Infobook, The NEED Project, www.NEED.org

ภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

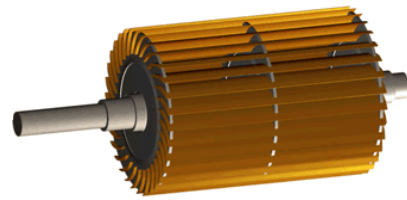
ใบความรู้ที่ 2

รูปแบบของกังหันน้ำ

กังหันน้ำ เป็นส่วนประกอบสำคัญของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้เป็นพลังงานกลในการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ เช่น แบบแบงกี (Bangi) แบบเพลตัน (Pelton) แบบฟรานซิส (Francis)

กังหันน้ำแบบแบงกี (Bangi turbine)

สามารถรับการไหลของน้ำได้ทั้งทิศทางแนวตั้งและแนวนอน โดยน้ำที่ผ่านมาตามท่อจะไหลผ่านลิ้นบังคับทิศทาง จากนั้นจะไหลปะทะกับใบพัด ทำให้ใบพัดหมุนและส่งกำลังไปยังเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับใบพัด



กังหันน้ำแบบเพลตัน (Pelton turbine)



สามารถรับการไหลของน้ำได้ทั้งทิศทางแนวตั้งและแนวนอน โดยน้ำจะไหลผ่านท่อส่งน้ำมาถึงหัวฉีดที่มีขนาดท่อเล็กลง น้ำจะถูกบีบอัดให้มีความเร็วและแรงดันมาก แล้วฉีดไปยังใบพัดทำให้ใบพัดหมุน เชื่อนในประเทศไทยที่ใช้กังหันรูปแบบนี้ เช่น เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เขื่อนบ้านขุนกลาง จังหวัดเชียงใหม่

กังหันน้ำแบบฟรานซิส (Francis turbine)

ใบพัดของกังหันจะเชื่อมต่อกับท่อรูปก้นหอยเพื่อเพิ่มความเร็วและแรงดันของน้ำให้สูงขึ้น แล้วใช้แรงดันของน้ำไปหมุนใบพัดเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า เชื่อนผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้กังหันรูปแบบนี้ เช่น เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์



ที่มาของภาพ :

ภาพกังหันน้ำแบบแบงกี <http://williamson.us.com>

ภาพกังหันน้ำแบบเพลตัน www.thingiverse.com/thing:88969

ภาพกังหันน้ำแบบฟรานซิส <http://www.hydroquebec.com/learning/hydroelectricite/types-turbines.html>