

## คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานหลักในการยกระดับ การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศ มีบทบาทในการริเริ่มและส่งเสริม ให้มีการศึกษาค้นคว้า วิจัยและพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ รวมถึงวิธีการสอนการประเมินผลการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

**สะเต็มศึกษา**เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

สสวท. มีความมุ่งมั่นที่จะส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้เกิดขึ้นในทุกระดับชั้น เพื่อให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้ง เห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ ดังนั้น เพื่อขับเคลื่อนนวัตกรรมการเรียนรู้ ดังกล่าว สสวท. จึงได้จัดตั้ง **เครือข่ายสะเต็มศึกษาประเทศไทย** เพื่อเป็นกลไกในการขับเคลื่อนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนทั่วประเทศ โดยมี **ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ** ที่ สสวท. เป็นศูนย์กลางในการบริหารจัดการและประสานงานกับ **ศูนย์การศึกษาสะเต็มศึกษาภาคจำนวน 13 ศูนย์** ซึ่งอยู่ใน 12 จังหวัดทั่วประเทศ พร้อมทั้งดำเนินการพัฒนา ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีความรู้ความเข้าใจและสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระดับนี้จัดทำขึ้น เพื่อใช้ประกอบการประชุมปฏิบัติการ ครูผู้สอนในโรงเรียนเครือข่ายสะเต็มศึกษา 91 โรงเรียน ชุดที่ 1 เพื่อให้กับครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในโรงเรียน สสวท.หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครู ผู้สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้สนใจใฝ่รู้ด้านสะเต็มศึกษา และสามารถพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นและมีความสอดคล้องกับบริบทและอาชีพของท้องถิ่นต่อไป

สสวท. ขอขอบคุณคณะทำงานและหน่วยงาน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาเอกสารฉบับนี้จนสำเร็จ ลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ❖

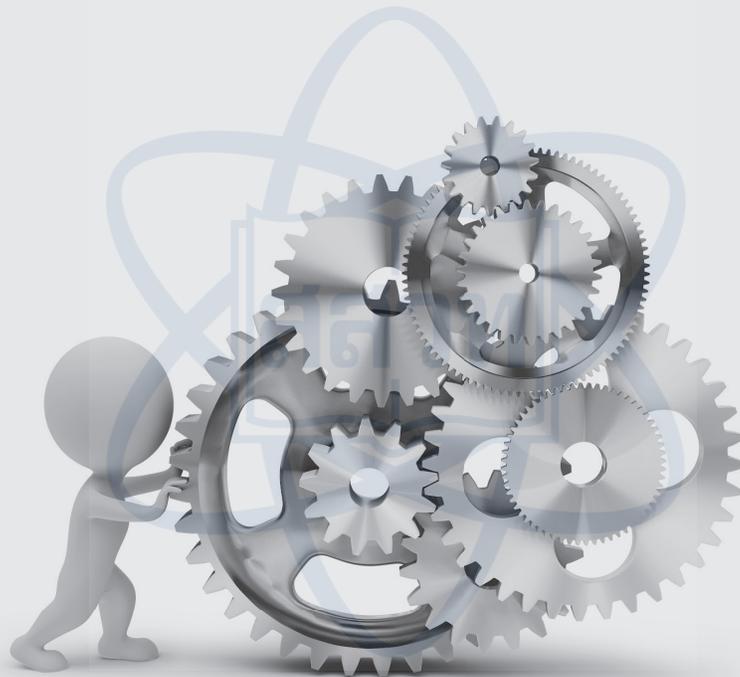


(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
กระทรวงศึกษาธิการ

# สารบัญ

	หน้า
ศรลมชวนคิด ชี้ทิศบอกทาง	3
ลำบากแค่ไหน กลไลช่วยได้	42
สว่างไสวด้วยสายน้ำ	58



พิมพ์ครั้งที่ 1 ตุลาคม 2557

จัดพิมพ์โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ



924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110

Call center 0-2335-5222, 0-2392-4021 โทรสาร 0-2381-0750

[www.ipst.ac.th](http://www.ipst.ac.th)

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

เนื้อหาและรูปเล่มในหนังสือเล่มนี้เป็นลิขสิทธิ์ของ สสวท.

ห้ามคัดลอกไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตจาก สสวท.

## ศรลมชวณคิต ชีทคศบอททง

ระดบซัน มัธยมศคษาปทที่ 1

เวลา 4 ช่วโมง

### สาระสำคัญ

ลมเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ เมื่อลมมีการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็ว หรือเปลี่ยนแปลงทิศทาง จะทำให้สภาพลมฟ้าอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไป นักอุตุนิยมวิทยาจึงจำเป็นต้องมีการวัดอัตราเร็วและทิศทางของลม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์อากาศ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราเร็วลม เรียกว่า มาตรวัดลม (Anemometer) เครื่องมือตรวจวัดทิศทางของลมเรียกว่า ศรลม (wind vane)

ในการออกแบบศรลมควรนำความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ มาใช้ ศรลมควรมีพื้นที่บริเวณส่วนหางลูกศรมากกว่าบริเวณส่วนหัวลูกศร เนื่องจากเมื่อมีลมพัดผ่านศรลม ลมจะปะทะกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศรจึงทำให้ศรลมมีการหมุนจนกระทั่งศรลมลู่ขนานไปกับลม โดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา ในการออกแบบศรลมควรพิจารณาถึงอัตราส่วนของพื้นที่บริเวณหัวและหาง การเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อแรงลม หาได้ง่ายในท้องถิ่น ต้นทุนต่ำและมีน้ำหนักที่เหมาะสมกับสถานการณ์และการนำไปใช้

เมื่อประดิษฐ์ศรลมแล้วควรมีการทดสอบประสิทธิภาพโดยการเก็บข้อมูลแล้วนำมาประมวลผล เพื่อนำไปปรับปรุงให้ได้ศรลมที่บอกทิศทางได้ถูกต้องแม่นยำ

### ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	คอมพิวเตอร์	ออกแบบและเทคโนโลยี
ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องมือพื้นฐานในการตรวจวัดทิศทางและความแรงลม หรือความชื้นอากาศ หรือความดันอากาศ หรือปริมาณฝน	<ul style="list-style-type: none"> <li>หาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมใด ๆ จากสูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม หรือรูปวงกลม</li> <li>นำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ของรูปเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา</li> <li>นำความรู้เรื่องอัตราส่วนสัดส่วน ไปใช้ในการแก้ปัญหา</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>วิเคราะห์วัสดุสำหรับสร้างชิ้นงานได้อย่างเหมาะสมโดยพิจารณาจากปัจจัยด้านความต้องการในการใช้งาน ความเหมาะสมของราคา วิธีการใช้งาน แนวทางการจัดหา และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</li> <li>สร้างสิ่งของเครื่องใช้ด้วยความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี</li> <li>การจัดการข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ</li> </ul>

## สาระการเรียนรู้

### วิทยาศาสตร์

เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการวัดทิศทางของลมเรียกว่าครลม ครลมบอกทิศทางลมโดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา

แรงกระทำต่อวัตถุอาจทำให้วัตถุเปลี่ยนการเคลื่อนที่

เมื่อแรงกระทำต่อวัตถุต่างๆ วัตถุที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่ได้ยาก วัตถุนั้นจะมีมวลมาก

เมื่อแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ถ้าวัตถุอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไปหรือถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางเดิมด้วยอัตราเร็วคงตัว

### คณิตศาสตร์

การประมาณเป็นการหาค่าซึ่งไม่ใช่ค่าที่แท้จริง แต่มีความละเอียดเพียงพอกับการนำไปใช้  
การหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติ

- รูปสามเหลี่ยม

$$\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวฐาน} \times \text{ความสูง}$$

- รูปสี่เหลี่ยม

$$\text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก} = \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว}$$

- รูปหลายเหลี่ยม

พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม อาจใช้วิธีสร้างส่วนของเส้นตรงให้ตั้งฉากกับแนวนอนหรือแนวตั้ง หา ระยะตั้งฉากจากจุดยอดต่าง ๆ ของรูปที่กำหนดให้นั้นกับส่วนของเส้นตรงที่สร้างขึ้น ซึ่งมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แล้วหาพื้นที่ของรูปย่อยต่าง ๆ เพื่อนำมาหาพื้นที่ของรูปที่ต้องการ

- รูปวงกลม

$$\text{พื้นที่รูปวงกลม} = \pi r^2 \text{ เมื่อ } r \text{ แทนความยาวรัศมีของรูปวงกลม}$$

### อัตราส่วน

- ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า อัตราส่วน
- อัตราส่วนที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณ ถ้ามีหน่วยเดียวกัน ไม่นิยมเขียนหน่วยกำกับไว้ แต่ถ้ามีหน่วยต่างกันจะต้องเขียนหน่วยกำกับไว้

- อัตราส่วนของจำนวนสองจำนวน อัตราส่วนของปริมาณ a ต่อปริมาณ b เขียนแทนด้วย a : b หรือ  $\frac{a}{b}$  เรียก a ว่าจำนวนแรกหรือจำนวนที่หนึ่งของอัตราส่วน และเรียก b ว่าจำนวนหลังหรือจำนวนที่สองของอัตราส่วน อัตราส่วน a ต่อ b จะพิจารณาเฉพาะในกรณีที่ a และ b เป็นจำนวนบวกเท่านั้น

**เทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์และออกแบบเทคโนโลยี)**

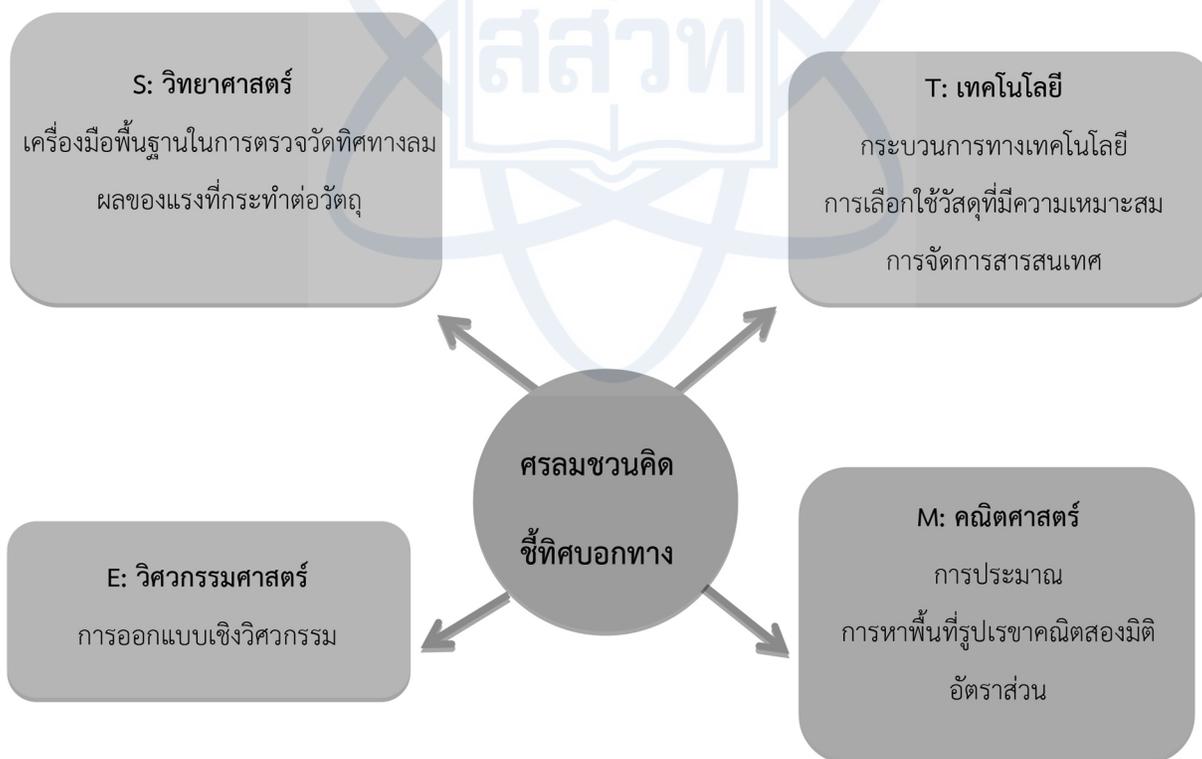
การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว

การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามกระบวนการเทคโนโลยีควรมีการฝึกความคิดสร้างสรรค์

จัดการสารสนเทศประกอบด้วย การเตรียมข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การเก็บข้อมูล

การแสดงผล

**ผังมโนทัศน์**



### ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

- ใช้เวลาในการทำกิจกรรม ทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง  
โดยจัดกิจกรรมตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  1. ข้อ 1-7 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง (เริ่มสถานการณ์จนกระทั่งนักเรียนออกแบบโครงสรรม)
  2. ข้อ 8- 13 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง (เริ่มตั้งแต่การทดสอบ ปรับปรุงและอภิปราย)
- ครูควรราย้าเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์โดยเฉพาะของมีคม



### จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงและผลของแรงที่นำมาใช้ในการออกแบบและ  
สร้างครลม
2. เลือกใช้วัสดุในการสร้างครลมอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
3. ออกแบบและสร้างครลมที่มีประสิทธิผล

### วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	กระดาษแข็ง 180 แกรม ขนาด A4	3 แผ่น
2	พลาสติกลูกฟูก ขนาด A4	1 แผ่น
3	แผ่นโฟมบาง ขนาด A4	1 แผ่น
4	ไม้บัลซา	1 แผ่น
5	กระดาษตารางหน่วยสำหรับหาพื้นที่	1 แผ่น
6	สีเทียน หรือสีไม้	1 ก่อ่ง
7	ตะเกียบ	3 ช้าง
8	ไม้เสียบลูกชิ้น	3 อัน
9	ดินน้ำมัน	3 ก้อน
10	เช็มหมุด	3 เล่ม
11	หลอดพลาสติกขนาดยาว 30 เซนติเมตร	3 หลอด
12	พัดลม	2-3 ตัว ต่อห้อง
13	วงเวียน	1 อัน
14	เช็มทึค	1 อัน
15	ไม้บรรทัด	1 อัน
16	ไม้โปรแทรกเตอร์แบบครึ่งวงกลม	2 อัน
17	เทปใส	1 ม้วน
18	กรรไกร หรือคัตเตอร์	1 เล่ม
19	แผ่นรองตัด	1 แผ่น

หมายเหตุ : วัสดุหมายเลข 1-4 เป็นวัสดุที่จัดเตรียมให้นักเรียนเลือกใช้ในการสร้างครลม ครูสามารถลดหรือ  
เพิ่มเติมตามความเหมาะสม

### แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้จักและเห็นความสำคัญของศรลม โดยครูนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องดังตัวอย่าง

การตากแห้งเป็นวิธีการทำให้อาหาร หรือสมุนไพรบางชนิดเก็บรักษาได้นานขึ้นและไม่เน่าเสีย การตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติอาศัยแสงแดดและอากาศช่วยถ่ายเทความชื้นออกไปจากสิ่งให้นำมาตาก การทราบทิศทางลมเพื่อกำหนดตำแหน่งในการตากแห้ง เป็นการช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งหากมีอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดทิศทางลมจะเป็นการอำนวยความสะดวกมากยิ่งขึ้น ให้นักเรียนออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้บอกทิศทางลมเพื่อใช้ประโยชน์ในบ้านของตนเอง โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมและได้ประสิทธิผล

2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง

- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีปัญหาหรือความต้องการในเรื่องใด  
**ควรได้ข้อสรุปว่า** ต้องการให้ของที่ตากไว้ แห้งเร็วขึ้น โดยประดิษฐ์อุปกรณ์ที่บอกทิศทางลมได้
- ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องเรื่องใดบ้าง  
**ควรได้ข้อสรุปว่า** หลักการทำงานของศรลมหรือแนวทางในการประดิษฐ์ศรลม, การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ฯลฯ

3. ครูแสดงศรลมและการใช้งานศรลมให้นักเรียนสังเกต โดยใช้ศรลมจริง/ศรลมประดิษฐ์เอง หรือวิดีโอเกี่ยวกับศรลม หรือศึกษาได้จาก**ใบความรู้ ที่ 1** การวัดความเร็วและทิศทางลม เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ประโยชน์และการทำงานของศรลม

**ควรได้ข้อสรุปว่า** - ศรลมทำให้ทราบทิศทางของลม เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การระบายอากาศในบ้าน ในห้อง หรือการช่วยให้สิ่งของต่างๆ แห้งเร็วขึ้น รวมไปถึงการทราบแนวโน้มทิศทางที่ของเมฆฝนที่ตั้งเค้า หรือ กลุ่มควันที่เกิดจากไฟไหม้บริเวณข้างเคียง

- ตัวลูกศรจะมีรูปร่างส่วนหางที่มีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัวลูกศร ซึ่งมีหลักการทำงานคือเมื่อลมพัด แรงลมจะกระทำกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศร เนื่องจากพื้นที่ส่วนหางลูกศรมากกว่าพื้นที่ส่วนหัว จึงทำให้ศรลมเกิดการหมุนทำให้หัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา

- เกณฑ์ของครุฑเป็นต้องหมุนได้อย่างอิสระ เพื่อให้ครุฑสามารถ หมุนไปตามทิศทางของลมที่เปลี่ยนแปลงไป จึงบอกทิศทางของลมได้อย่างเที่ยงตรง เกณฑ์ ควรอยู่ในตำแหน่งสมดุระหว่างส่วนหัวและส่วนหางของตัวครุฑ

- ฐานของครุฑ ควรแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของครุฑ ทนทานต่อ การปะทะของแรงลม สามารถตั้งได้อย่างสมดุล โดยปกติจะมีตัวบอกทิศติดบริเวณฐานด้วย

4. ครูกำหนดสถานการณ์ในการประดิษฐ์ครุฑดังตัวอย่าง  
ให้นักเรียนประดิษฐ์ครุฑที่สามารถบอกทิศทางลมได้อย่างแม่นยำ โดยใช้แหล่งกำเนิดลมเป็น พัดลมที่เปิดความแรงของลมระดับ 1 และวางครุฑห่างจากพัดลมเป็นระยะ 1 เมตร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ครุฑ เช่น ความแรงและ ความเร็วของลม รูปร่างและพื้นที่ของครุฑ และวัสดุที่ใช้สร้างครุฑ  
**ควรได้ข้อสรุปว่า** – ความเร็วหรือความแรงของลมจะมีผลต่อครุฑที่สร้างโดยวัสดุต่างๆ เช่น หาก ลมอ่อน อาจจะไม่สามารถทำให้ครุฑที่สร้างด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักมากหมุนบอกทิศทางลมได้ ลมที่แรงเกินไปอาจทำให้ครุฑที่มีฐานไม่แข็งแรงล้มลงได้
  - พบว่าครุฑมีรูปร่างหลากหลาย เช่น สัตว์ต่างๆ ดอกไม้ หรือคน รวมทั้งมี พื้นที่ และขนาดแตกต่างกันไป แต่ควรให้มีพื้นที่ส่วนหางมากกว่าส่วนหัวของครุฑ
  - วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างครุฑนั้นควรแข็งแรง แต่ไม่ควรมีน้ำหนักมาก จนเกินไปเพราะอาจมีผลต่อการหมุนของครุฑ โดยควรพิจารณาถึงความแรงของลมที่กำหนด และรูปแบบของครุฑที่ออกแบบ
6. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบครุฑตามเงื่อนไขที่กำหนดจากการวิเคราะห์สถานการณ์ในข้อ 4 และ เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการประดิษฐ์ครุฑตามที่ได้ออกแบบไว้ จากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ และบอกเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เหล่านั้น แนวคิดในการสร้างชิ้นงานภายในกลุ่ม แล้ว ร่างภาพครุฑ
7. ครูให้นักเรียนลงมือสร้างครุฑตามที่ได้ออกแบบไว้
8. นักเรียนทดสอบการวัดทิศทางลมจากครุฑที่ได้สร้างขึ้น และบันทึกผลการทดสอบในตาราง บันทึกผลในใบบันทึกกิจกรรม

9. ในกรณีที่ศรลมยังไม่สามารถบอกทิศทางลมได้ ให้วิเคราะห์สาเหตุ หาแนวทางการปรับปรุง ปรับปรุงศรลม และบันทึกการปรับปรุงในแต่ละครั้ง ทดสอบการทำงานซ้ำ จนกระทั่งได้ ประสิทธิภาพตามต้องการ

#### ตัวอย่างเช่น

- เมื่อทดสอบการใช้งานของศรลมพบว่ายังบอกทิศทางของลมได้ไม่ดีนัก พบว่า ข้อต่อ จุดหมุนของศรลมมีการติดขัด จึงปรับปรุงข้อต่อโดยเหลาตะเกียบให้ เล็กลงเพื่อให้ศรลมหมุนได้สะดวกขึ้น
- เมื่อทดสอบการใช้งานของศรลมพบว่า ศรลมบอกทิศทางลมไม่ได้ ศรลมไม่มีการหมุนเมื่อมีลมมาปะทะ แม้ว่าข้อต่อจุดหมุนต่างๆของศรลมจะสามารถ หมุนได้อย่างสะดวกคล่องตัว จึงปรับให้ส่วนหัวและส่วนหางมีขนาดแตกต่างกัน

ในขณะที่นักเรียนทำการปรับปรุงศรลมครูอาจช่วยเหลือ สนับสนุนให้นักเรียนสร้างศรลมจน สำเร็จ โดยคุณครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้คิดเพื่อให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ เกิดขึ้น ปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแสดงดังตาราง

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ศรลมหมุนไม่คล่อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ตัวยึดศรลมกับแกนหมุน หมุนไม่ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ออกแบบการติดศรลมกับแกน ใหม่</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ศรลมไม่หมุน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• น้ำหนักตัวศรลมมาก เกินไป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้สร้างศร ลม หรือ</li> <li>• ปรับเปลี่ยนวัสดุที่ยึดศรลม หรือ</li> <li>• พิจารณาแกนศรลมว่าอยู่ใน แนวระดับหรือไม่แล้วปรับให้ อยู่ในแนวระดับ หรือ</li> <li>• เปลี่ยนตำแหน่งจุดหมุนใหม่</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ศรลมหมุนไม่หยุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ขนาดของหัวลูกศรกับหาง ลูกศรใกล้เคียงกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ปรับขนาดหางศรลมให้มีขนาด ใหญ่กว่าส่วนหัว</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ศรลมไม่อยู่ในแนว ระดับ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ปรับจุดหมุนไม่ถูก ตำแหน่ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เปลี่ยนตำแหน่งจุดหมุนใหม่</li> </ul>

10. ครูให้นักเรียนหาขนาดพื้นที่ส่วนหัวและส่วนหางของศรลม รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ส่วนหัวและส่วนหางของศรลมที่มีประสิทธิผล โดยอาจใช้กระดาษตารางหน่วยสำหรับหาพื้นที่ช่วยในการหาพื้นที่
11. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอศรลมที่สร้างขึ้น การปรับปรุงศรลมจนได้รูปแบบดังกล่าว รวมทั้งพื้นที่และอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ส่วนหัวและส่วนหางของศรลม แล้วอภิปรายร่วมกันถึงแนวทางการประดิษฐ์ศรลมที่มีประสิทธิผล
- ควรได้ข้อสรุปว่า** ในการประดิษฐ์ศรลม ควรออกแบบให้มีพื้นที่บริเวณส่วนหางลูกศรมากกว่าบริเวณส่วนหัวลูกศร เมื่อมีลมพัดผ่านศรลม ลมจะปะทะกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศร จึงทำให้ศรลมหมุนจนกระทั่งศรลมลู่ขนานไปกับแนวลม โดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา นอกจากนี้การประดิษฐ์ศรลมควรคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ ความแข็งแรงของฐานที่วางศรลม ตำแหน่งจุดหมุนของศรลม ความคล่องในการหมุนของศรลม
12. ครูตั้งคำถามเพื่อขยายความรู้ต่อไปนี้
- ถ้าจะนำศรลมที่นักเรียนออกแบบไว้ไปวัดทิศทางลมในสถานที่จริง เช่น ภูเขา ริมฝั่งน้ำ ซึ่งอาจต้องวางไว้กลางแจ้งเป็นเวลานานๆ นักเรียนควรจะปรับปรุงศรลมที่ออกแบบไว้อย่างไร เพราะเหตุใด
- ควรได้ข้อสรุปว่า** ควรคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์ให้มีความแข็งแรงทนทานต่อความแรงของลม และกันความชื้น ฝน และทนต่อแดด เป็นเวลานานๆ โดยมีหลักการการประดิษฐ์เหมือนเดิม
13. ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติมโดยนำศรลมไปทดสอบวัดทิศทางลมที่เกิดขึ้นจริงนอกห้องเรียน

### การวัดและการประเมินผล

- หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับแรงและผลของแรงที่นำมาใช้ในการสร้างครลมที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
- การออกแบบครลมและเลือกใช้วัสดุ
- ประสิทธิภาพของครลม

ครูอาจใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนครลม ดังตัวอย่าง

### เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ	คะแนนเต็ม
แนวคิดในการออกแบบ การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องสู่ชิ้นงาน	30
ประสิทธิภาพของครลม	40
ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ความสวยงาม ความประณีต ความคิดริเริ่ม	30
<b>รวม</b>	<b>100</b>

หมายเหตุ: สามารถปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนได้ตามความเหมาะสม

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- ครลม หรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับครลม
- ใบความรู้ที่ 1
- ใบความรู้ที่ 2 และ 3 เป็นความรู้เพิ่มเติมสำหรับกับครู

## ใบบันทึกกิจกรรมพร้อมเฉลย

1. ศรลมีหลักการทำงานอย่างไร

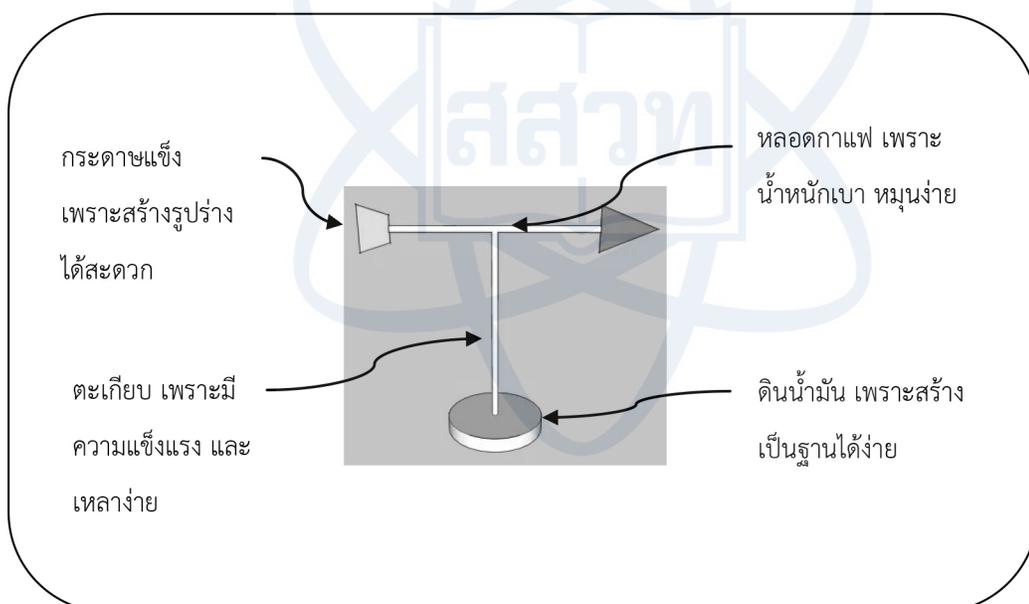
**แนวคำตอบ** เมื่อมีลมปะทะกับศรลจะทำให้ศรลมีการหมุนไป เนื่องจากส่วนหางของศรลมีพื้นที่มากกว่าส่วนหัว ศรลจะหมุนจนกระทั่งลู่ขนานไปกับทิศทางของลมที่พัดมา โดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา

2. เงื่อนไขในสถานการณ์ในการประดิษฐ์ศรลคืออะไรบ้าง

**แนวคำตอบ** ประดิษฐ์ศรลที่สามารถวัดทิศทางลมได้ถูกต้องและแม่นยำ เมื่อพัดลมที่เปิดความแรงของลมระดับ 1 และวางศรลห่างจากพัดลมเป็นระยะ 1 เมตร

3. วาดภาพการออกแบบศรลและระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ พร้อมให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ

**แนวคำตอบ**



4. ระหว่างการประดิษฐ์ศรลพบปัญหาอะไรบ้างและมีวิธีการแก้ไขปัญหายังไง

**แนวคำตอบ**

- ตัวศรลไม่สามารถตั้งให้สมดุลได้ แก้ไขโดยนำดินน้ำมันมาถ่วงที่ปลายด้านหนึ่ง
- ศรลไม่หมุนตามทิศทางลม แก้ไขโดย ปรับขนาดของศรลให้ส่วนหางของศรลให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

## 5. ตารางบันทึกการบอกทิศของศรลม

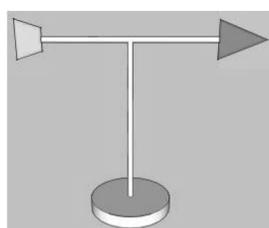
ครั้งที่	ลักษณะการวางศรลม เทียบกับพัดลม	ความเที่ยงตรงของการ บอกทิศของศรลม
1	หันส่วนหัวศรลมให้พัดลม	เที่ยงตรง
2	หันส่วนกลางศรลมให้พัดลม	เที่ยงตรง
3	หันส่วนหางศรลมให้พัดลม	เที่ยงตรง

## 6. ศรลมที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถตรวจวัดทิศทางลมได้จริงหรือไม่ อย่างไร

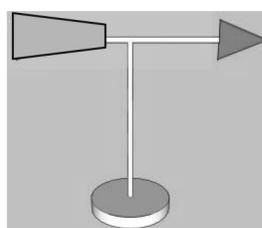
**แนวคำตอบ** วัดได้จริง ทดสอบโดยวัดทิศทางลมเมื่อวางศรลมในลักษณะต่างๆ และตรวจสอบทิศทางที่ศรลมบอกทิศของลม ปรากฏว่าศรลมมีความเที่ยงตรงในการบอกทิศทางลม

## 7. วาดภาพพร้อมอธิบายการปรับปรุงศรลมตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสุดท้าย

ปรับปรุงดังนี้



ทำให้ส่วนหาง  
ขนาดใหญ่ขึ้น



8. พื้นที่ส่วนหัวของศรลมนีขนาด 10 ตารางเซนติเมตร

พื้นที่ส่วนหางของศรลมนีขนาด 20 ตารางเซนติเมตร

อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ส่วนหัวและส่วนหางของศรลมนีเท่ากับ 1:2

9. ถ้านำศรลมนีที่นักเรียนออกแบบไว้ไปวัดทิศทางลมในสถานที่จริง เช่นภูเขา ริมฝั่งน้ำ ซึ่งอาจต้อง

วางไว้กลางแจ้งเป็นเวลานานๆ นักเรียนควรปรับปรุงศรลมนีที่ออกแบบไว้อย่างไร เพราะเหตุใด

**แนวคำตอบ** ควรคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์ให้มีความแข็งแรงทนทานต่อความแรงของลม

และกันความชื้น ฝน และทนต่อแดด เป็นเวลานานๆ โดยมีหลักการการประดิษฐ์เหมือนเดิม



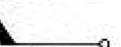
## ใบความรู้ที่ 1 การวัดความเร็วและทิศทางลม

ลม คือ การเคลื่อนไหวของอากาศ ถ้าลมแรง ก็หมายถึงว่ามวลของอากาศเคลื่อนตัวไปมากและเร็วใน อุทุนิยมวิทยา การวัดลมจำต้องวัดทั้งทิศทางของลมและอัตราหรือความเร็วของลม สำหรับการวัดทิศทางของลมนั้นเรา ใช้ **ศรลม** (wind vane) ส่วนการวัดความเร็วของลม เราใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **มาตรวัดลม** (anemometer) ซึ่งมีหลายชนิด แต่ส่วนมากใช้แบบใบพัดหรือกังหัน นอกจากมาตรวัดลมดังกล่าวแล้ว ยังมีเครื่องบันทึก ความเร็วและทิศทางของลมอยู่ตลอดเวลาด้วย เครื่องบันทึกนี้เรียกว่า **อะนิมोगราฟ** (anemograph) ซึ่งสามารถ บันทึกความเร็วและทิศทางของลมได้ตามที่เราต้องการ

เครื่องวัดลมที่กล่าวมานี้เป็นการวัดลมที่พื้นดิน และบอกทิศทาง หรือความเร็วลมในตำแหน่งคงที่ โดยสิ่งกีดขวางอื่นๆ มีอิทธิพลต่อลม เช่น อาคารต้นไม้ และอื่นๆ ความเร็วลมจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อความสูงของตำแหน่งที่วัดเพิ่มขึ้น ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้วัดลมควรตั้งอยู่ในที่โล่งที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก และควรอยู่สูงกว่าหลังคาอาคาร

เมื่อ พ.ศ. 2348 พลเรือเอก เซอร์ ฟรานซิส โบฟอร์ต (Admiral Sir Francis Beaufort, ค.ศ. 1774 - 1857, ชาวอังกฤษ) แห่งราชนาวีอังกฤษได้พัฒนามาตราส่วนสำหรับคาดคะเนความเร็วของลมไว้ใช้ในการเดิน เรือใบ เรียกว่า **มาตราลมโบฟอร์ต** (Beaufort wind scale) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป และแบ่งกำลังออกเป็น 13 ระดับ ตั้งแต่ 0 ถึง 12 โดยมีคำบรรยายเครื่องหมายและเปรียบเทียบความเร็ว ดังนี้

ตารางแสดงค่าบรรยายเครื่องหมายและเปรียบเทียบความเร็วของลม

กำลัง โบฟอร์ต	ความเร็วลม		ลักษณะของลม	การสังเกต	สัญลักษณ์ บนแผนที่
	นอต	กม./ชม.			
๐	น้อยกว่า ๑	น้อยกว่า ๒	ลมสงบ (calm)	ลมเงียบ ทวินลอยขึ้นตรงๆ	○
๑	๑-๓	๒-๖	ลมเบา (light air)	ทวินลอยตามลม แต่ทรงลมไม่หันไปตาม ทิศลม	
๒	๔-๖	๗-๑๑	ลมเฉื่อยเบา (light breeze)	รู้สึกลมพัดที่ผิวหนัง ใบบไม้กระดิก ทรงลม หันไปตามลม	
๓	๗-๑๐	๑๒-๑๕	ลมเฉื่อย (gentle breeze)	ใบบไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ ยับเขยื้อน ธงปลิว	
๔	๑๑-๑๖	๒๐-๓๐	ลมเฉื่อยปานกลาง (moderate breeze)	มีฝุ่นพัดคลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็ก เคลื่อนไหว	
๕	๑๗-๒๑	๓๑-๓๕	ลมเฉื่อยค่อนข้างแรง (fresh breeze)	ต้นไม้เล็ก ๆ เริ่มแกว่งไกวไปมา น้ำเป็น ระลอก	
๖	๒๒-๒๗	๔๐-๕๐	ลมแรง (strong breeze)	กิ่งไม้ใหญ่เขยื้อน ได้ยินเสียงตามสาย โทรเลข ใช้ร่มไม่สะดวก	
๗	๒๘-๓๓	๕๑-๖๑	ลมค่อนข้างจัด (near gale)	ต้นไม้ใหญ่ทั้งต้นเขยื้อน เดินทวนลม ไม่สะดวก	
๘	๓๔-๔๐	๖๒-๗๔	ลมจัด (gale)	กิ่งไม้หัก มีสิ่งกีดขวางล้มขึ้น	
๙	๔๑-๔๗	๗๕-๘๗	ลมจัดมาก (strong gale)	สิ่งก่อสร้างที่ไม่มั่นคงหักพัง	
๑๐	๔๘-๕๕	๘๘-๑๐๒	พายุ (storm)	ต้นไม้ถอนรากถอนโคน เกิดความเสียหาย มาก	
๑๑	๕๖-๖๓	๑๐๓-๑๑๗	พายุใหญ่ (violent storm)	เกิดความเสียหายทั่วไป	
๑๒	๖๔-๗๑	๑๑๘-๑๓๒	พายุไต้ฝุ่นหรือ พายุเฮอริเคน (typhoon or hurricane)		

เครื่องมือสำหรับวัดทิศทางลมหรือศรลมมีหลายรูปแบบ โดยศรลมมีส่วนประกอบที่สำคัญหลายส่วน ได้แก่ ส่วนตัวลูกศร ส่วนแกนหมุน ส่วนฐาน

- ตัวลูกศรจะมีรูปร่างส่วนหางที่มีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัวลูกศร ซึ่งมีหลักการทำงานคือเมื่อลมพัด แรงลมจะกระทำกับหางลูกศรมากกว่าหัวลูกศร เนื่องจากพื้นที่ส่วนหางลูกศรมากกว่าพื้นที่ส่วนหัว จึงทำให้ศรลมเกิดการหมุนทำให้หัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา
- แกนหมุนของศรลมจำเป็นต้องหมุนได้อย่างอิสระ เพื่อให้ศรลมสามารถหมุนไปตามทิศทางของลมที่เปลี่ยนแปลงไป จึงบอกทิศทางของลมได้อย่างเที่ยงตรง แกนหมุนควรอยู่ในตำแหน่งสมดุระหว่างส่วนหัวและส่วนหางของตัวศรลม
- ฐานของศรลม ควรแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของศรลม ทนทานต่อการปะทะของแรงลม สามารถตั้งได้อย่างสมดุล โดยปกติจะมีตัวบอกทิศติดบริเวณฐานด้วย





ศรลมรูปแบบต่างๆ

ที่มา

กรมอุตุนิยมวิทยา

<http://www.marine.tmd.go.th/thai/windhtml/windhtml.html>

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

<http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=2&chap=4&page=t2-4-infodetail03.html>

West coast weather vane

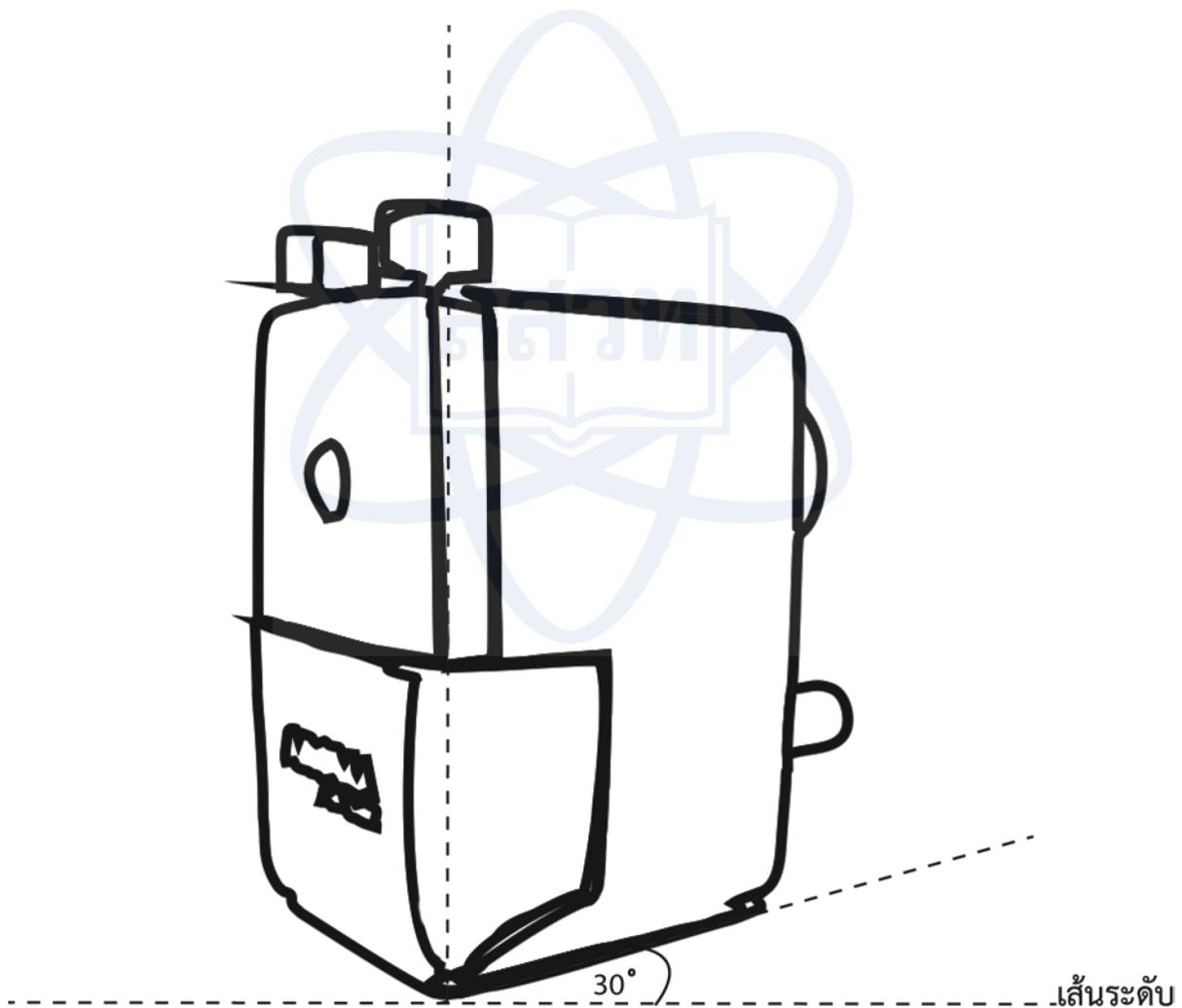
<http://www.westcoastweathervanes.com>

## ใบความรู้ที่ 2

### ภาพร่าง 3 มิติ

ภาพร่าง 3 มิติ เป็นภาพที่ประกอบด้วย ด้านกว้าง ด้านยาว และความสูง หรือความลึก ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดต่างๆ ของรูปร่าง รูปทรง การทำงานและกลไกภายใน อีกทั้งยังแสดงให้เห็นการประกอบกันของชิ้นส่วนต่างๆ ของชิ้นงาน และสามารถทำความเข้าใจลักษณะการทำงานของชิ้นงานได้ดียิ่งขึ้น

ภาพร่างที่ใช้มีหลายรูปแบบ แต่ในที่นี้ขอนำเสนอรูปแบบที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ง่ายและพบเห็นทั่วไป คือ **แบบไอโซเมตริก (Isometric)** ที่มองเห็นรูปร่างลักษณะเหมือนของจริง มีแนวเส้นของวัตถุด้านหนึ่งตั้งฉากกับเส้นระดับ ส่วนด้านหน้าและด้านข้างจะทำมุม 30 องศา กับเส้นระดับ



## ใบความรู้ที่ 3

### ประสิทธิผล ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ

#### ประสิทธิผล Effectiveness

ประสิทธิผล คือ ลักษณะการดำเนินงานที่สามารถวัตถุประสงค์ที่วางไว้ได้สำเร็จ กรณีในการใช้วัดประสิทธิผล คือ ศักยภาพของผลผลิตที่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ ถ้าผลผลิตสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้ถือว่า ผลผลิตนั้นมีประสิทธิผล แต่ถ้าผลผลิตนั้นไม่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้ถือว่าผลผลิตนั้นไม่มีประสิทธิผล

คำว่าประสิทธิผล แตกต่างจากคำว่า ประสิทธิภาพ หรือ Efficiency โดยประสิทธิภาพเป็นการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างปริมาณผลลัพธ์ที่ได้ต่อปริมาณทรัพยากรที่ใช้ ยิ่งกระบวนการทำงานได้ผลลัพธ์ที่สูงโดยใช้ปริมาณทรัพยากรน้อย กระบวนการนั้นจะถือว่ามีประสิทธิภาพสูง

#### ความเที่ยงตรง Accuracy

ความเที่ยงตรง คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถแสดงค่าการวัดต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงค่าที่เป็นจริงมากที่สุด

#### ความแม่นยำ Precision

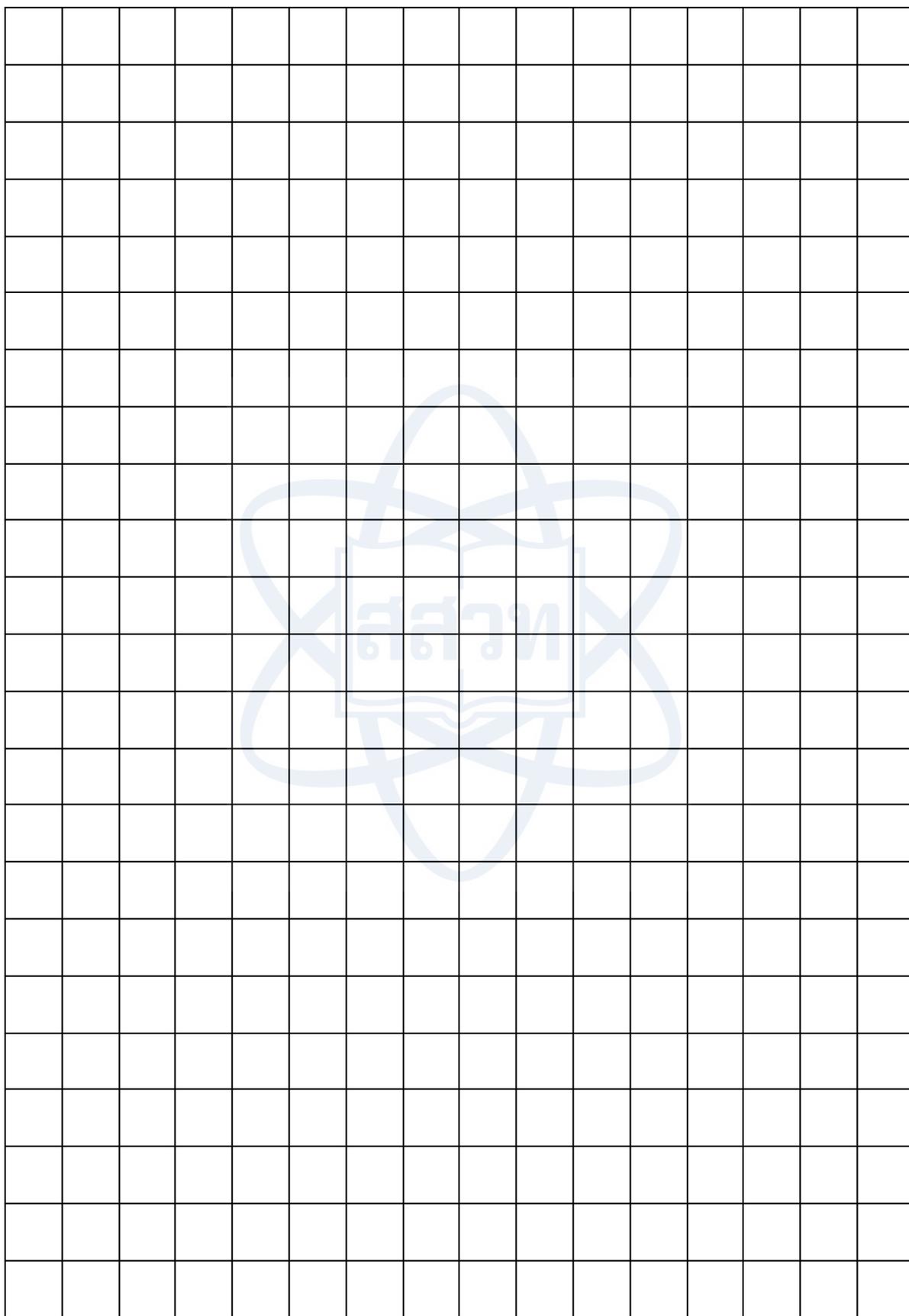
ความแม่นยำ คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถแสดงค่าการวัดหนึ่ง ๆ ภายใต้สถานการณ์และสภาพแวดล้อมเดียวกันหลาย ๆ ครั้งแล้วได้ผลลัพธ์เป็นค่าเดียวกัน

#### แหล่งอ้างอิง

JCGM (2008), *International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms*.

<http://dictionary.reference.com/browse/effectiveness> (Accessed 4 February 2014)

## กระดาษตารางหน่วยสำหรับหาพื้นที่



## ลำบากแค่ไหน กลไกช่วยได้

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 4 ชั่วโมง

### สาระสำคัญ

เมื่อรถเริ่มเคลื่อนที่หรือขึ้นที่สูงขึ้น รถยนต์และรถจักรยานยนต์ต้องใช้แรงมากในการขับเคลื่อน แต่การเพิ่มอัตราเร็วของรถในขณะที่รถกำลังแล่น จะใช้แรงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับขณะรถเริ่มเคลื่อนที่ รถยนต์และรถจักรยานยนต์จึงต้องมีระบบเฟืองเป็นอุปกรณ์ในการปรับแรงและเปลี่ยนอัตราเร็ว

อุปกรณ์หลักของเกียร์อย่างง่ายประกอบด้วยเฟืองสองอันสับกัน ทำหน้าที่เป็นเฟืองขับและเฟืองตาม หมุนในทิศทางตรงกันข้าม

ดังนั้นในการออกแบบและสร้างรถจำลองเพื่อให้สามารถแล่นได้บนทางเรียบขึ้นเนิน จะต้องใช้ความรู้เรื่องระบบเฟือง อัตราทดของเกียร์ และการเลือกเฟืองที่เหมาะสมในการสร้างชิ้นงาน

### ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	คอมพิวเตอร์	การออกแบบและเทคโนโลยี
<p>- ทดลองและอธิบายความหมายของอัตราเร็วและความเร็วของวัตถุพร้อมยกตัวอย่างการบอกอัตราเร็วและความเร็วในชีวิตจริง</p> <p>- ออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการแก้ปัญหาและประดิษฐ์ชิ้นงาน</p>	<p>- นำความรู้เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน ไปใช้ในการแก้ปัญหา</p>	-	<p>- สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ออกแบบและถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติหรือภาพถ่ายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบของสิ่งของเครื่องใช้หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล</p>

## สาระการเรียนรู้

### วิทยาศาสตร์

การเคลื่อนที่ของวัตถุ เกี่ยวข้องกับระยะทาง อัตราเร็ว การกระจัดและความเร็ว  
อัตราเร็วและระยะทาง เป็นปริมาณสเกลาร์ ความเร็วและการกระจัด เป็นปริมาณเวกเตอร์  
แรงเสียดทานเป็นแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุทั้งขณะที่วัตถุไม่มีการเคลื่อนที่ และขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่  
นำไปใช้อธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

### คณิตศาสตร์

#### อัตราส่วน

- ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า อัตราส่วน
- อัตราส่วนที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณ ถ้ามีหน่วยเดียวกัน ไม่นิยมเขียนหน่วยกำกับไว้ แต่ถ้ามีหน่วยต่างกัน จะต้องเขียนหน่วยกำกับไว้

#### อัตราส่วนของจำนวนสองจำนวน

อัตราส่วนของปริมาณ  $a$  ต่อปริมาณ  $b$  เขียนแทนด้วย  $a : b$  หรือ  $\frac{a}{b}$  เรียก  $a$  ว่าจำนวนแรกหรือจำนวนที่หนึ่งของอัตราส่วน และเรียก  $b$  ว่าจำนวนหลังหรือจำนวนที่สองของอัตราส่วน อัตราส่วน  $a$  ต่อ  $b$  จะพิจารณาเฉพาะในกรณี  
ที่  $a$  และ  $b$  เป็นจำนวนบวกเท่านั้น

### เทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์และออกแบบเทคโนโลยี)

การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการสามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย

ความรู้ที่ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไกและการควบคุม ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์

การเลือกวัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว

### ผังมโนทัศน์



### จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบเฟืองที่นำมาใช้ในการสร้างรถจำลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ประดิษฐ์และทดสอบประสิทธิภาพผลของรถจำลอง

## วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	โครงรถจำลอง 1 ชุด (แผ่นพลาสติก 5 ชั้น)	5 ชั้น
2	ล้อและเพลลา 1 ชุด ประกอบด้วย - แกนล้อ (เพลลา) - ล้อ - หลอดพลาสติกขนาดเล็ก	2 อัน 4 ล้อ 2 หลอด
3	ชุดเฟืองที่มีจำนวนฟันต่างกัน	5 ชั้น
4	มอเตอร์ขนาด 3,000 รอบ 3 V	1 ตัว
5	ถ่านอัลคาไลน์ AA	2 ก้อน
6	รางถ่านแบบ 2 ก้อน มีสวิตช์เปิด - ปิด	1 ชุด
7	ชุดสำรวจเฟืองขับ-เฟืองตาม ประกอบด้วย - พลาสติกลูกฟูก - ไม้จิ้มฟัน ไม้เสียบลูกชิ้น หรือหมุด	1 แผ่น 2 อัน
8	ถนนจำลองเส้นทางเรียบขึ้นเนินที่ทำมุม 9 องศา กับพื้นราบ ยาว 240 เซนติเมตร (อาจทำจากแผ่นไม้อัดหรือ พลาสติกลูกฟูก)	1 ชุด (ต่อห้อง)
9	กระดาษขาว เทปใส กาวสองหน้า	อย่างละ 1 ม้วน
10	คัตเตอร์ กรรไกร	อย่างละ 1 อัน

## แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## ตอนที่ 1 (2 ชั่วโมง)

1. ครุณาเข้าสู่บทเรียน โดยการสนทนากับนักเรียน ตามแนวทางต่าง ๆ ดังตัวอย่าง

**แนวทาง 1** ในช่วงปิดเทอม ครอบครัวของนักเรียนได้วางแผนที่จะไปท่องเที่ยวตามอุทยานแห่งชาติ และสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามในจังหวัดทางภาคเหนือโดยรถยนต์ส่วนตัว ซึ่งการขับรถในภาคเหนือนั้นต้องขับรถยนต์ให้ถูกวิธี เหมาะสมกับสภาพเส้นทาง และต้องใช้ความระมัดระวังในการขับขี่สูง โดยปกติเส้นทางดังกล่าวนักเรียนจะสังเกตเห็นป้ายแสดงสัญลักษณ์ให้ใช้เกียร์ต่ำ เมื่อนักเรียนเดินทางผ่านเส้นทางที่เป็นเนินเส้นทางลาดชัน หรือเส้นทางที่มีลักษณะเป็นภูเขา ดังภาพ

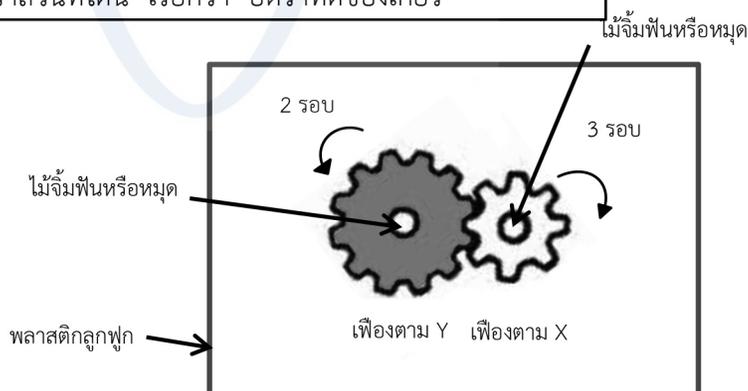


**แนวทาง 2** การขึ้นรถขึ้นเนินหรือทางลาดชันจะต้องใช้แรงมากกว่าทางราบ ซึ่งในแนวทางนี้ ครูสามารถยกตัวอย่างที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันได้

- ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 “เฟืองน่ารู้” เพื่อให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบเฟือง
- ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 “สำรวจเฟืองขับ-เฟืองตาม” เพื่อให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฟันของเฟืองขับและจำนวนฟันของเฟืองตาม และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบของเฟืองขับเมื่อเทียบกับจำนวนรอบของเฟืองตาม โดยจำนวนรอบที่พิจารณาจะเป็นจำนวนเต็มรอบ หลังจากที่ได้ความสัมพันธ์แล้ว ครูสรุปเกี่ยวกับอัตราทดของเกียร์ ดังนี้

$$\frac{\text{จำนวนฟันของเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันของเฟืองขับ}} = \frac{\text{จำนวนรอบของเฟืองขับ}}{\text{จำนวนรอบของเฟืองตาม}}$$

อัตราส่วนที่ได้นี้ เรียกว่า อัตราทดของเกียร์



ภาพตัวอย่างการใช้อุปกรณ์ชุดเฟืองขับ – เฟืองตาม

- ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 “เกียร์สูง เกียร์ต่ำ” เพื่อให้ได้แนวคิดในการออกแบบและสร้างรถจำลอง และให้ได้ข้อสรุปว่า อัตราทดของเกียร์ต่ำจะให้แรงน้อย และอัตราทดของเกียร์สูงจะให้แรงมาก

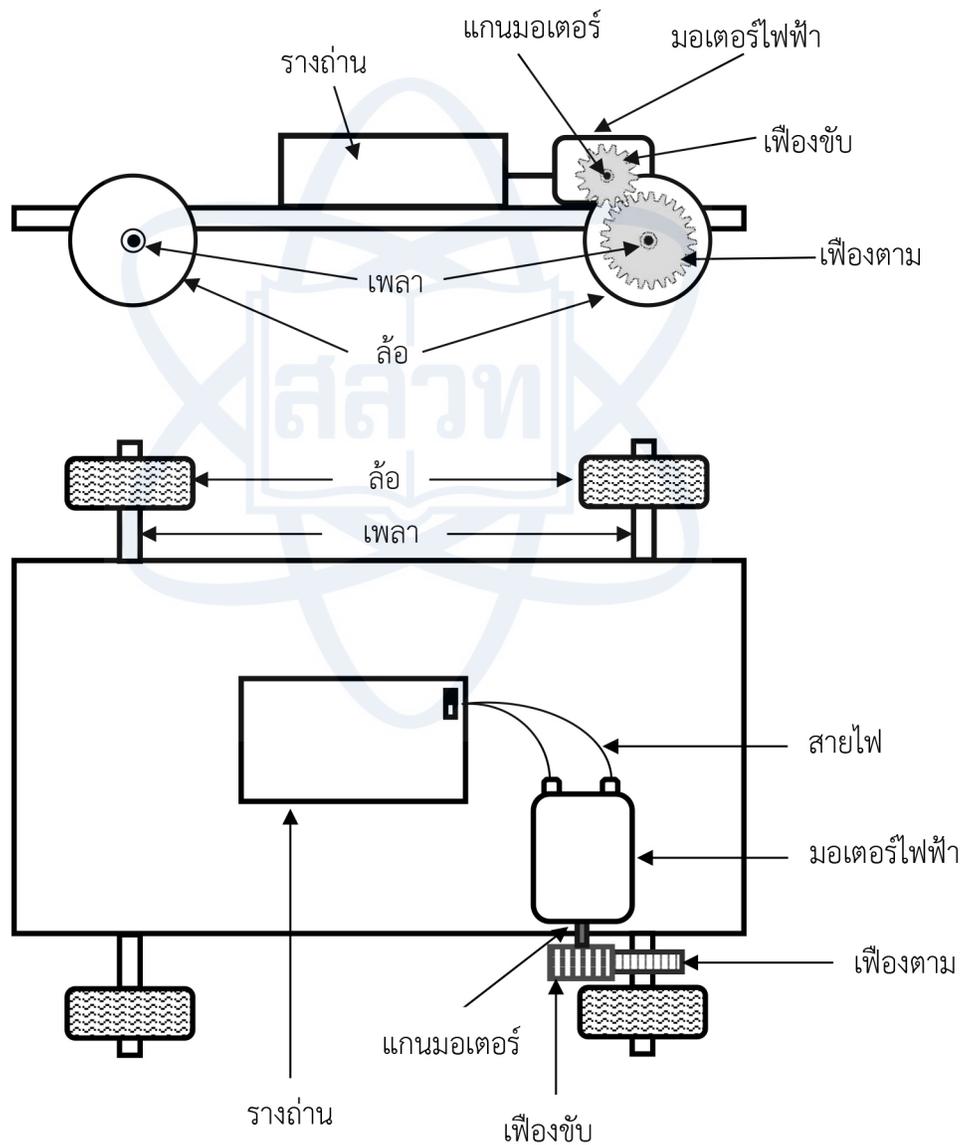
## ตอนที่ 2 (2 ชั่วโมง)

### 5. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 “รถจำลองขึ้นเนิน” ตามสถานการณ์ดังนี้

ให้นักเรียนสร้างรถจำลองที่สามารถวิ่งบนถนนจำลองขึ้นเนินที่เป็นทางเรียบทำมุม 9 องศา กับพื้นราบ เป็นระยะทาง 240 เซนติเมตรได้

โดยครูให้ความรู้เกี่ยวกับกลไกการทำงานร่วมกันระหว่าง มอเตอร์ เฟือง ล้อ และเพลลาในการขับเคลื่อนของรถจำลอง โดยการใช้คลิวิตัทซ์ หรือ รถจำลองสาธิต ครูอาจดำเนินกิจกรรมดังนี้

#### 5.1 ครูแนะนำการประกอบชุดเฟืองและการต่อวงจรไฟฟ้า ก่อนให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2



รูปตัวอย่างส่วนประกอบของรถจำลอง

5.2 ให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการศึกษาใบความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับอัตราทดของเกียร์ จากกิจกรรมที่ 1 มาใช้ในการสร้างรถจำลอง

5.3 ครูให้นักเรียนลงมือสร้างรถจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้

5.4 นักเรียนทดสอบการวิ่งของรถตามเงื่อนไขที่กำหนด และบันทึกผลการทดสอบ

5.5 ในกรณีที่รถไม่สามารถขึ้นเนินได้ ให้วิเคราะห์สาเหตุ หาแนวทางการปรับปรุงรถจำลอง และบันทึกการปรับปรุงในแต่ละครั้ง ทดสอบการทำงานซ้ำ จนกระทั่งได้ประสิทธิผลตามต้องการ

ตัวอย่างปัญหาที่พบในขณะทำกิจกรรม เช่น

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
1. รถแล่นไม่เป็นเส้นตรง	ระยะห่างระหว่างตัวถังกับล้อแต่ละล้อไม่เท่ากัน	ปรับระยะห่างระหว่างตัวถังกับล้อให้เท่ากันทุกล้อ โดยใช้หลอดพลาสติกขนาดเล็ก
2. รถจำลองไม่แล่น	- เฟืองขับและเฟืองตามไม่สับกัน - อัตราทดของเกียร์ไม่เหมาะสม	- ดัดมอเตอร์กับฐานให้แน่นและตรวจสอบการวางเฟืองตามและเฟืองขับ - เปลี่ยนชุดเฟือง
3. เฟืองตามหมุนแต่เพลานี่ไม่หมุน	- การประกอบเฟืองตามกับเพลานี่ไม่แน่น	ปรับแก้โดยใช้เทปกาวพันรอบเพลานี่เพื่อเพิ่มความหนาของแกนเพลานี่
4. เพลานี่หมุนแต่ล้อไม่หมุน	- การประกอบเพลานี่กับล้อไม่แน่น	
5. เมื่อขึ้นเนินแล้วล้อหมุนอยู่กับที่	ล้อนี่แรงเสียดทานน้อย	เพิ่มแรงเสียดทานโดยใช้เทปกาวหรือยางวงพันรอบล้อ

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรถจำลองที่สร้างขึ้น แนวคิดในการสร้าง เหตุผลในการเลือกเฟืองรวมทั้งผลการทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขรถจำลองจนมีประสิทธิผลที่ต้องการ

7. ครูอาจจัดเป็นกิจกรรมการแข่งขันโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน

8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของรถจำลอง เช่น ระบบเฟือง สมดุลของตัวรถ สภาพของล้อรถ
9. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 “รถจำลองทางระดับ” โดยให้นักเรียนปรับปรุงและพัฒนารถที่ได้จากกิจกรรมที่ 2 เพื่อใช้ในการแข่งขันในเส้นทางที่เป็นทางตรง อยู่ในแนวระดับ เป็นระยะทาง 5 เมตร

ผลการทดลองจากกิจกรรมนี้ ไม่ได้มุ่งหวังการแข่งขัน แต่ครูควรใช้ข้อมูลจากการทดลองของแต่ละกลุ่มมาร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อให้ได้แนวคิดและหลักการว่า ในสถานการณ์จริง ขณะที่รถหยุดนิ่งแล้วเริ่มเคลื่อนที่จะต้องใช้แรงมากจึงต้องใช้เกียร์ต่ำ แต่เมื่อรถเคลื่อนที่ไปแล้ว แรงที่ใช้ในการทำให้รถเคลื่อนที่เร็วขึ้นจะน้อยลง ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนเป็นเกียร์สูง เพื่อให้รถมีอัตราเร็วมากขึ้น แต่รถจำลองไม่สามารถเปลี่ยนเกียร์ได้ ดังนั้นเมื่อใช้ชุดเฟืองที่มีอัตราทดของเกียร์ต่ำจะทำให้รถจำลองเคลื่อนที่ช้าในตอนเริ่มต้น ตัวอย่างประเด็นที่ใช้ในการอภิปราย (ขึ้นอยู่กับผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม) เช่น

- จากผลการทดลองที่พบว่า รถจำลองที่มีอัตราทดของเกียร์สูงสามารถแล่นบนทางระดับได้ถึงจุดหมายก่อนรถจำลองที่มีอัตราทดของเกียร์ต่ำ นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

#### การวัดผลและประเมินผล

1. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับระบบเฟืองที่นำมาใช้ในการสร้างรถจำลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ประสิทธิภาพของรถจำลอง

#### สื่อและแหล่งเรียนรู้

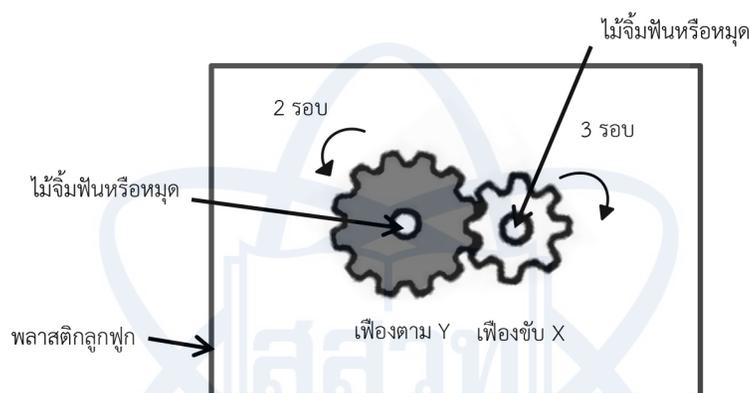
1. ใบความรู้ที่ 1 “เฟืองน่ารู้”
2. ใบความรู้ที่ 2 “เกียร์สูง เกียร์ต่ำ”
3. ใบกิจกรรมที่ 1 “สำรวจเฟืองขับ-เฟืองตาม”
4. ใบกิจกรรมที่ 2 “รถจำลองขึ้นเนิน”
5. ใบกิจกรรมที่ 3 “รถจำลองทางระดับ”

### ใบกิจกรรมที่ 1 “สำรวจเฟืองขับ-เฟืองตาม”

กำหนดให้มีเฟืองซึ่งมีจำนวนฟันที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 ชิ้น

1. ให้นักเรียนเลือกเฟืองขับและเฟืองตามเป็นคู่ ๆ จากนั้นพิจารณาหาจำนวนฟันของเฟืองขับและเฟืองตามของแต่ละคู่ แล้วเติมข้อมูลที่ได้ลงในตาราง
2. ให้นักเรียนใช้ชุดสำรวจเฟืองขับ-เฟืองตาม พิจารณาจำนวนรอบของเฟืองขับและจำนวนรอบของเฟืองตามของเฟืองคู่ที่เลือกไว้ โดยพิจารณาจำนวนรอบของเฟืองทั้งสองให้เป็นจำนวนเต็มรอบ (ดังตัวอย่างด้านล่าง)

ตัวอย่าง



จากตัวอย่างข้างต้น พบว่า เมื่อเราหมุนเฟืองขับ X ไป 3 รอบ จะทำให้เฟืองตาม Y หมุนไป 2 รอบ

คู่ที่	จำนวนฟันของเฟืองขับ ( $t_1$ )	จำนวนฟันของเฟืองตาม ( $t_2$ )	$\frac{t_2}{t_1}$	จำนวนรอบของเฟืองขับ ( $n_1$ )	จำนวนรอบของเฟืองตาม ( $n_2$ )	$\frac{n_1}{n_2}$
1	8	12	$\frac{12}{8} = 1.5$	3	2	$\frac{3}{2} = 1.5$

คู่ที่	จำนวนฟันของ เฟืองขับ ( $t_1$ )	จำนวนฟันของ เฟืองตาม ( $t_2$ )	$\frac{t_2}{t_1}$	จำนวนรอบของ เฟืองขับ ( $n_1$ )	จำนวนรอบของ เฟืองตาม ( $n_2$ )	$\frac{n_1}{n_2}$

1. ให้นักเรียนสังเกตและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฟันของเฟืองขับ จำนวนฟันของเฟืองตาม และอัตราส่วนที่ได้ ของเฟืองแต่ละคู่

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนเปรียบเทียบอัตราส่วนของจำนวนฟันของเฟืองตามและเฟืองขับ กับอัตราส่วนของจำนวนรอบของเฟืองขับและเฟืองตาม ของเฟืองแต่ละคู่

.....

.....

.....

.....

## เฉลยใบกิจกรรม “สำรวจจกลไก”

ความสัมพันธ์ของเฟืองแต่ละคู่ที่นักเรียนที่สังเกตได้

จากการทำกิจกรรมนักเรียนสามารถสังเกตได้ว่า

ไม่ว่าจะเปรียบเทียบเฟืองขนาดใด ๆ จะได้ว่า  $\frac{t_2}{t_1} = \frac{n_1}{n_2}$  นั่นคือ

อัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันของเฟืองตาม ต่อ จำนวนฟันของเฟืองขับ เท่ากับ

อัตราส่วนระหว่างจำนวนรอบของเฟืองขับ ต่อ จำนวนรอบของเฟืองตาม เสมอ

(ครูอธิบายว่าอัตราดังกล่าวนี้เรียกว่า “อัตราทดของเกียร์” และสรุปเป็นสูตรให้นักเรียนเห็น )

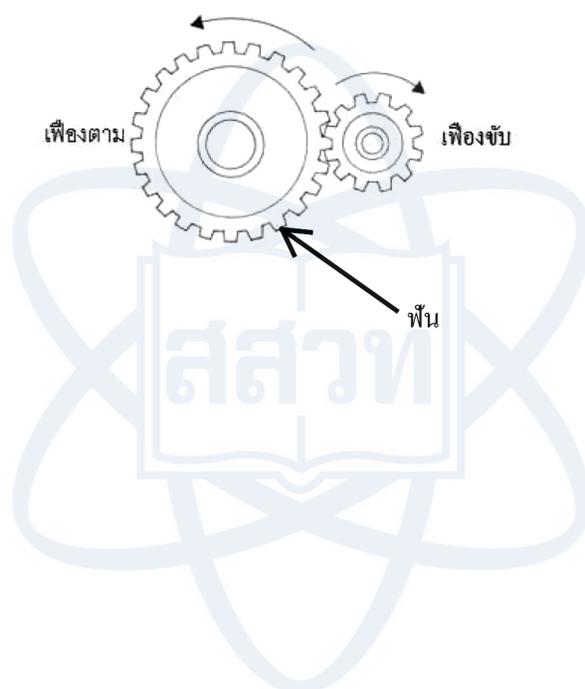
$$\text{อัตราทดของเกียร์} = \frac{\text{จำนวนฟันของเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันของเฟืองขับ}} = \frac{\text{จำนวนรอบของเฟืองขับ}}{\text{จำนวนรอบของเฟืองตาม}}$$

## ใบความรู้ที่ 1 “เฟืองนำรู้”

รถยนต์และจักรยานยนต์ทุกชนิดจะมีเกียร์ในการส่งกำลังจากแหล่งต้นกำลัง (เช่น เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า) ไปยังเพลาคับเคลื่อน

เกียร์อย่างง่ายประกอบด้วย เฟือง 2 อันสับกัน เฟืองอันหนึ่งยึดติดกับแกนของแหล่งต้นกำลัง เรียกว่า **เฟืองขับ** ทำหน้าที่ขับเคลื่อนเฟืองอีกตัวหนึ่งให้หมุนในทิศทางตรงข้าม และเฟืองอันที่สองยึดติดกับเพลาคับเคลื่อน เรียกว่า **เฟืองตาม** อัตราทดของเกียร์จะมีผลต่อแรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถ

เฟืองมีหลายชนิด แต่ในกิจกรรมนี้จะใช้เฉพาะเฟืองตรงซึ่งเป็นเฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุน



## ใบความรู้ที่ 2 “เกียร์สูง เกียร์ต่ำ”

### เกียร์สูง – เกียร์ต่ำ สำคัญอย่างไร

เกียร์ที่มีอัตราทดของเกียร์สูงจะให้แรงมาก เช่น เกียร์ 1 เกียร์ 2 ในรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ เรานิยมเรียกว่า “เกียร์ต่ำ” และเกียร์ที่มีอัตราทดของเกียร์ต่ำจะให้แรงน้อย เช่น เกียร์ 4 และเกียร์ 5 เรานิยมเรียกว่า “เกียร์สูง” เราจะใช้เกียร์ต่ำ เมื่อเวลาารถออกตัวหรือขึ้นที่ลาดชัน และจะใช้เกียร์สูงเมื่อเวลาที่เราขับรถด้วยอัตราเร็วพอสมควรอยู่แล้วและต้องการเพิ่มอัตราเร็วให้สูงขึ้น เนื่องจากการทำให้รถเริ่มเคลื่อนที่ต้องอาศัยแรงมากกว่าการทำให้รถแล่นต่อไปหลังจากออกรถแล้ว รวมทั้งการขับรถขึ้นที่ลาดชันก็ต้องใช้แรงมากกว่าการขับรถบนพื้นราบนั่นเอง

### จากรถยนต์เกียร์ธรรมดาสู่รถยนต์เกียร์อัตโนมัติได้อย่างไร

รถยนต์ในปัจจุบันใช้ระบบเกียร์หลัก 2 แบบ คือ เกียร์ธรรมดา (Manual Transmission) และเกียร์อัตโนมัติ (Automatic Transmission) ซึ่งแต่เดิมรถยนต์รุ่นแรก ๆ ของโลกถูกผลิตขึ้นโดยใช้ระบบเกียร์ธรรมดาเท่านั้น แต่เนื่องจากเกียร์ธรรมดามีความซับซ้อนในการใช้งานหลายอย่าง เช่น การใช้เวลาในการเปลี่ยนเกียร์ การผ่อนคันเร่ง การเหยียบคลัตช์ ดังนั้นวิศวกรจึงคิดค้นระบบเกียร์อัตโนมัติขึ้นและพัฒนา มาจนถึงปัจจุบัน

รถเกียร์อัตโนมัติในปัจจุบันเป็นรถที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยควบคุมการทำงานของเกียร์ นั่นคือรถจะมีการเปลี่ยนเกียร์เองในขณะที่รถถูกขับเคลื่อนไปข้างหน้าโดยที่ผู้ขับขี่ขับเข้าเกียร์เพียงครั้งเดียวเท่านั้น การเปลี่ยนตำแหน่งเกียร์จะมีการตั้งโปรแกรมการทำงานให้เหมาะสมกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และมีการใช้แรงดันในระบบน้ำมันเกียร์ซึ่งมีปั๊มสร้างแรงดันเช่นเดียวกับระบบไฮดรอลิกซึ่งแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบเครื่องยนต์จะถูกนำมาใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งเกียร์

## ใบกิจกรรมที่ 2 รถจำลองขึ้นเนิน

ในการเดินทางจากบ้านพักไปยังโรงเรียนซึ่งเป็นทางตรง ระยะทาง 2.4 กิโลเมตร และโรงเรียนอยู่บนเนินเขาซึ่งทำมุมกับบ้านพัก 9 องศาในแนวระดับ

ให้นักเรียนสร้างรถจำลองเพื่อใช้ทดสอบการวิ่งขึ้นเนินที่ทำมุม 9 องศา ในแนวระดับดังกล่าว โดยทดสอบกับถนนจำลองยาว 240 เซนติเมตร พร้อมทั้งบันทึกแนวทางการสร้างและอธิบายเหตุผล

### เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ	คะแนนเต็ม
การวิ่งบนถนนของรถจำลอง	60
การนำเสนอแนวคิดในการสร้าง	40
<b>รวม</b>	<b>100</b>

### รายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนรถจำลอง

ระยะทางที่รถวิ่งขึ้นถนนจำลองได้	ระยะทาง 0 – 20 ซม.	ระยะทาง 21 – 100 ซม.	ระยะทาง 101 – 160 ซม.	ระยะทาง 161 – 200 ซม.	ระยะทาง 201 – 220 ซม.	ระยะทาง 221 – 240 ซม.
คะแนนที่ได้รับ	0 คะแนน	ทุก 8 ซม. ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 6 ซม. ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 4 ซม. ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 2 ซม. ได้รับ 1 คะแนน	ทุก 1 ซม. ได้รับ 1 คะแนน
คะแนนเต็ม 60 คะแนน						

### หมายเหตุ

1. เศษของระยะทางในแต่ละช่วงจะไม่นำมาคิดคะแนน
2. ถ้าหากรถจำลองวิ่งแล้วตกถนน จะวัดระยะทางถึงจุดที่รถตกจากถนนเท่านั้น
3. ในกรณีที่รถของทุกกลุ่มสามารถแล่นขึ้นเนินได้ถึง 240 ซม. ให้ตัดสินที่เวลาที่ใช้ในการขึ้นเนิน น้อยที่สุดเป็นกลุ่มที่ชนะการแข่งขัน

รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอแนวคิด

การนำเสนอแนวคิด	คะแนนเต็ม
1. ความถูกต้องของหลักการและการนำไปใช้ของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	20
2. การนำเสนอเหมาะสม เข้าใจง่าย และมีการใช้สื่อในการ นำเสนอ	20
<b>รวม</b>	<b>40</b>





## สว่างไสวด้วยสายน้ำ

ระดับชั้น ม. 3

เวลา 4 ชั่วโมง

### สาระสำคัญ

พลังงานน้ำสามารถทำให้วัตถุต่างๆ เคลื่อนที่หรือหมุนได้ จึงมีการนำพลังงานน้ำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้หลักการถ่ายโอนพลังงานน้ำจากแหล่งกักเก็บน้ำไปยังกังหันน้ำที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระดับต่ำกว่าแหล่งน้ำ เพื่อเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำให้เป็นพลังงานจลน์จากการหมุนของใบกังหัน จากนั้นนำไปหมุนแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

การออกแบบกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รูปแบบของใบพัด จำนวนของใบพัด แรงของน้ำที่กระทำกับใบพัด ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งต้องเหมาะสมกับความเร็วรอบของการหมุนของกังหันที่ออกแบบไว้ รวมถึงวัสดุที่ใช้สร้างใบพัด

ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจึงต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานศักย์ พลังงานจลน์ การต่อวงจรไฟฟ้า และการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมมาประกอบการสร้างกังหันน้ำ โดยสามารถทดสอบประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของกังหันน้ำที่สร้างขึ้นโดยใช้โวลมิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

### ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	คอมพิวเตอร์	การออกแบบและเทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมวล อัตราเร็ว และความสูงที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ของวัตถุ</li> <li>- สังเกตและอธิบายการถ่ายโอนพลังงานศักย์กับพลังงานจลน์ของวัตถุ รวมทั้งการถ่ายโอนพลังงานของระบบกับสิ่งแวดล้อม เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน</li> </ul>	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างสิ่งของเครื่องใช้ผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี</li> </ul>

## สาระการเรียนรู้

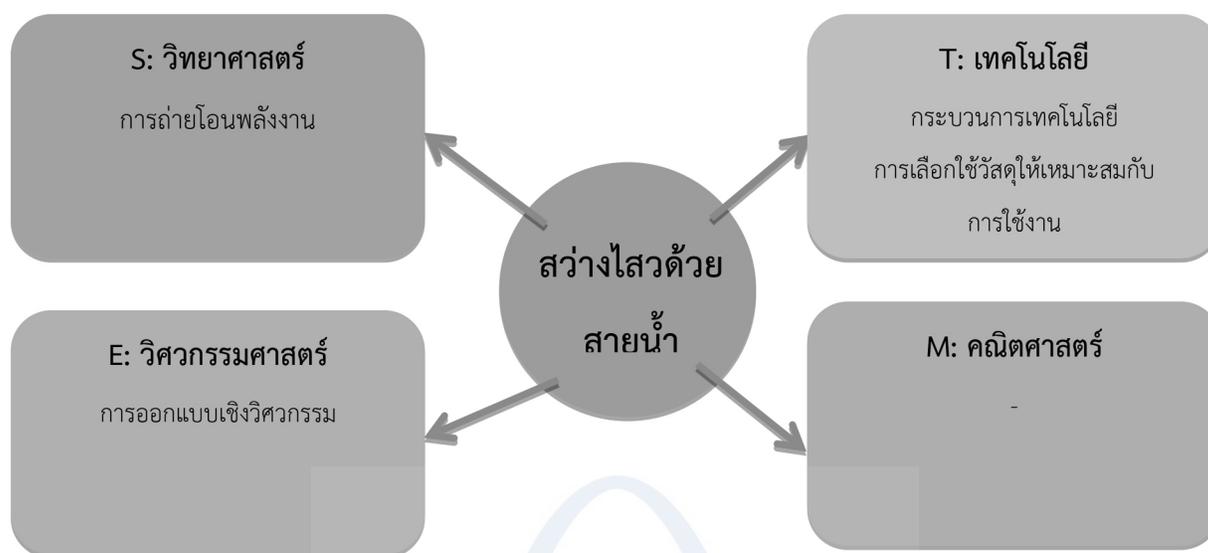
### วิทยาศาสตร์

1. พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่เคลื่อนที่ ขึ้นกับมวลและอัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์เป็นพลังงานที่สะสมในวัตถุขึ้นกับตำแหน่งของวัตถุ
2. พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุมีการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกันได้ โดยพลังงานรวมของวัตถุมีค่าคงตัว ในทำนองเดียวกัน พลังงานรวมของระบบอาจเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่งได้ เช่น พลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน พลังงานเคมีเป็นแสง พลังงานเคมีในอาหารเป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งพลังงานรวมของระบบมีค่าคงตัวเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
3. พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้แก่พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน ซึ่งได้มาจากแหล่งพลังงานในธรรมชาติหลายแหล่ง เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ ปิโตรเลียม พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น
4. พลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จะต้องมีปริมาณมากเพียงพอ จึงสามารถใช้พลังงานนั้นทำงานได้ เช่น พลังงานน้ำเหนือเขื่อนจะถ่ายโอนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

### เทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์และออกแบบเทคโนโลยี)

1. การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ ผลิตภัณฑ์หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีควรมีการฝึกความคิดสร้างสรรค์
2. การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว

## ผังมโนทัศน์



## จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของน้ำที่นำไปใช้ในการสร้างกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า
2. เลือกใช้วัสดุในการสร้างกังหันน้ำอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
3. สร้างและทดสอบประสิทธิภาพผลของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

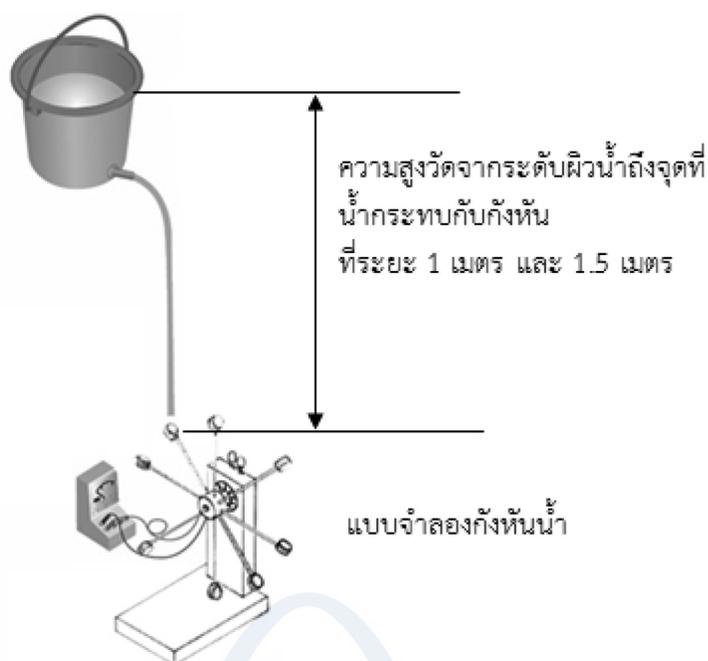
## วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ฝาขวดน้ำพลาสติก	15 อัน
2	ซีลอนพลาสติก	10 อัน
3	พลาสติกลูกฟูก ขนาด 60x120 ซม.	1 แผ่น
4	ไม้เสียบลูกชิ้น	10 อัน
5	พลาสติกเจาะรูสำหรับเสียบใบพัด แบบ 6 รู และ 8 รู	อย่างละ 1 อัน
6	ฐานก้านน้ำสำเร็จรูป	1 ชุด
7	ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก พร้อม LED	1 ชุด
8	ชุดก้านน้ำสำเร็จรูป	1 ชุด
9	โวลต์มิเตอร์ สายไฟ	1 ชุด
10	ปืนกาว กรรไกร คัตเตอร์ สว่าน กระดาษเทปกาว ไม้บรรทัด แผ่นรองตัด	อย่างละ 1 อัน

หมายเหตุ : วัสดุหมายเลข 1-3 เป็นวัสดุที่จัดเตรียมให้นักเรียนเลือกใช้ในการสร้างก้านน้ำ ครูสามารถลดหรือเพิ่มเติมตามความเหมาะสม

## ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

- ครูควรเน้นย้ำเรื่องความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์มีคมของนักเรียน
- การจัดชุดทดสอบการทำงานของก้านน้ำผลิตไฟฟ้า ดังภาพต่อไปนี้



### แนวทางการจัดกิจกรรม

#### ตอนที่ 1: 2 ชั่วโมง

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำภาพ หรือ วิดีทัศน์ การใช้ประโยชน์จากพลังงานน้ำในรูปแบบต่างๆ รวมทั้ง การผลิตไฟฟ้าโดยพลังงานน้ำที่ใช้ในปัจจุบันให้นักเรียนดู เช่น เขื่อนผลิตไฟฟ้าลุ่มตะกอก เขื่อนภูมิพล ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะ ด้านการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานน้ำ ซึ่งศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 1

#### ควรได้ข้อสรุปว่า

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะใช้หลักการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่าซึ่งมีพลังงานศักย์สะสมมากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำทำเขื่อน ให้ไหลลงมาตามอุโมงค์ส่งน้ำไปที่กังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า เกิดการเปลี่ยนรูปพลังงานศักย์ไปเป็นพลังงานจลน์ เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่หมุนตามไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงาน ไฟฟ้าและส่งออกไปตามสายส่งไฟฟ้านั่นเอง

2. ครูสมมติสถานการณ์ที่ท้าทาย (design challenge) ถ้านักเรียนอาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลไม่มีไฟฟ้าใช้ และบริเวณไม่ไกลกับที่อาศัยนั้นมีน้ำตกไหลตลอดทั้งปี ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่าจะสามารถผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอต่อการใช้งานในหมู่บ้าน โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างไร

3. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง
- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถสรุปเป็นปัญหาหรือความต้องการได้อย่างไร  
**ควรได้ข้อสรุปว่า**  
ต้องการผลิตไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน โดยใช้ประโยชน์จากน้ำตกที่ไหลตลอดทั้งปี โดยสร้างเป็นแบบจำลองกั้นน้ำผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากวัสดุที่กำหนดให้
  - ในการสร้างแบบจำลองกั้นน้ำผลิตไฟฟ้า ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง  
**ควรได้ข้อสรุปว่า**  
ความรู้ที่เกี่ยวข้องต่อการสร้าง เช่น หลักการทำงานของกังหันน้ำ รูปแบบของกังหันน้ำ วัสดุอุปกรณ์ ฯลฯ
  - ครูนำภาพหรือวีดิทัศน์ ของกังหันน้ำรูปแบบต่างๆ ที่ใช้ในปัจจุบันให้นักเรียนดู เช่น แบบแบงกี (Bangki) แบบเพลตัน (Pelton) แบบฟรานซิส (Francis) และร่วมอภิปรายกับนักเรียนถึงรูปแบบของกังหันน้ำ โดยศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 2  
**ควรได้ข้อสรุปว่า**  
กังหันน้ำที่มีการใช้งานจริงจะถูกออกแบบให้มีลักษณะแตกต่างกันตามความเหมาะสมของแหล่งน้ำที่ใช้ เช่น ความสูงของหัวน้ำ ทิศทางการรับน้ำ พื้นที่รับน้ำ ลักษณะใบพัดจำนวนใบพัด ดังนั้นในการออกแบบกังหันน้ำของนักเรียนจึงควรคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย
4. ครูกำหนดให้นักเรียนสร้างแบบจำลองกั้นน้ำเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด โดยใช้ชุดถังน้ำสำเร็จรูปในการจำลองการไหลของน้ำตก โดยกำหนดความสูงของระดับน้ำจากผิวน้ำในถังถึงจุดที่น้ำกระทบกับกังหันที่ระยะ 1 เมตรและ 1.5 เมตร
5. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คนตามความเหมาะสม จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสำรวจอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้เพื่อนำมาใช้สร้างแบบจำลองกั้นน้ำผลิตไฟฟ้า
6. ให้แต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เพื่อให้ผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ เช่น รูปแบบของกังหันน้ำ จำนวนแกนใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบพัด ความแข็งแรงของกังหันน้ำ ความสูงของระดับน้ำที่ปล่อยลงมากกระทบกังหันน้ำ และให้แต่ละกลุ่มเลือกวิธีการสร้างกังหันน้ำที่ต้องการจากข้อมูลที่รวบรวมมา โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสม วิธีการสร้างไม่ยากจนเกินไปและสามารถสร้างได้ในเวลาที่กำหนด
7. ออกแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าตามรูปแบบที่ต้องการ
8. ลงมือสร้างกังหันน้ำตามทีออกแบบไว้ (ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถสร้างกังหันน้ำให้สมบูรณ์ได้ภายในเวลาที่กำหนด ให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียนเพื่อให้มีกังหันน้ำที่พร้อมสำหรับทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำในตอนต่อไป)

## ตอนที่ 2: 2 ชั่วโมง

9. ทดสอบการทำงานของกังหันน้ำว่าสามารถผลิตไฟฟ้าได้เท่าใด โดยใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า พร้อมกับบันทึกข้อมูลการทดสอบ
10. นำผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำมาหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้นกว่าเดิม จากนั้นลงมือปรับปรุงชิ้นงานแล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้งพร้อมกับบันทึกข้อมูลการทดสอบ ในกรณีที่นักเรียนยังไม่พบแนวทางปรับปรุงชิ้นงาน ครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้เห็นถึงแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแก้ไขแสดงดังตารางต่อไปนี้

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
<ul style="list-style-type: none"> <li>● กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าไม่ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● จำนวนรอบในการหมุนน้อย</li> <li>● สายไฟที่ต่อกับขั้วบวกและขั้วลบจากโวลต์มิเตอร์เกิดการช็อตกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● พิจารณาจำนวนใบพัดที่ทำให้กังหันน้ำหมุนได้จำนวนรอบมากที่สุด</li> <li>● ปรับระยะห่างระหว่างจุดที่วัดค่าความต่างศักย์ของขั้วบวกและขั้วลบให้มากขึ้น</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าได้น้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● จำนวนรอบในการหมุนน้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ปรับเปลี่ยนวัสดุสำหรับทำใบพัดให้มีน้ำหนักน้อยลง</li> <li>● ปรับเปลี่ยนวัสดุสำหรับทำใบพัดให้มีพื้นที่ในการรับน้ำมากที่สุด</li> <li>● พิจารณามุมของใบพัดที่รองรับแรงจากการตกกระทบของน้ำให้เป็นมุมที่ทำให้กังหันน้ำหมุนได้เร็วที่สุด</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● ค่าความต่างศักย์ที่วัดได้แต่ละครั้งแตกต่างกันมาก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ปริมาณของน้ำที่ตกกระทบกับกังหันน้ำไม่คงที่ และมีตำแหน่งไม่แน่นอน</li> <li>● ระยะความสูงของการปล่อยน้ำแต่ละครั้งไม่เท่ากัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● พิจารณาชุดถั่งน้ำว่าสามารถปล่อยน้ำในปริมาณที่เท่ากันและตกกระทบตรงกับใบพัดของกังหันน้ำหรือไม่</li> <li>● กำหนดระยะความสูงของถั่งน้ำให้เท่ากันทุกครั้ง</li> </ul>

11. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สร้างขึ้น แนวคิดในการสร้างรูปแบบของกังหัน เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ รวมทั้งผลการทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขกังหันน้ำจนมีประสิทธิภาพมากที่สุด
12. ครูและนักเรียนประเมินผลและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกังหันน้ำเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด

#### ควรได้ข้อสรุปว่า

ปัจจัยที่มีผลการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เช่น จำนวนใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบพัด มุมของใบพัดที่ทำกับน้ำที่ตกกระทบ น้ำหนักของใบพัด พื้นที่ที่รองรับการตกกระทบของน้ำ

13. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

#### ควรได้ข้อสรุปว่า

หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเริ่มตั้งแต่เมื่อปล่อยน้ำออกจากถังที่อยู่ระดับสูงกว่า ลงมากระทบกังหันที่อยู่ระดับต่ำกว่า พลังงานศักย์ของน้ำในถังจะถ่ายโอนให้กับกังหัน ทำให้กังหันเคลื่อนที่โดยการหมุนรอบแกน เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นพลังงานไฟฟ้า

#### การวัดและการประเมินผล

1. หลักการการถ่ายโอนพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของน้ำที่นำไปใช้ในการสร้างกังหันน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า
2. การให้เหตุผลสนับสนุนการเลือกใช้วัสดุในการสร้างกังหันน้ำ
3. การทดสอบประสิทธิผลของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

ครูอาจใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า ดังตัวอย่าง

#### เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ	คะแนนเต็ม
แนวคิดในการออกแบบและการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการสร้างชิ้นงาน	30
ประสิทธิผลของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า	40
ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน (ความคิดริเริ่ม ความสวยงาม ความประณีต)	30
<b>รวม</b>	<b>100</b>

หมายเหตุ: สามารถปรับเปลี่ยนเกณฑ์การให้คะแนนได้ตามความเหมาะสม

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมการออกแบบและเทคโนโลยี พลังงานหมุนเวียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3
3. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
4. ภาพ หรือวีดิทัศน์การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ กังหันน้ำรูปแบบต่างๆ

## นิยามศัพท์

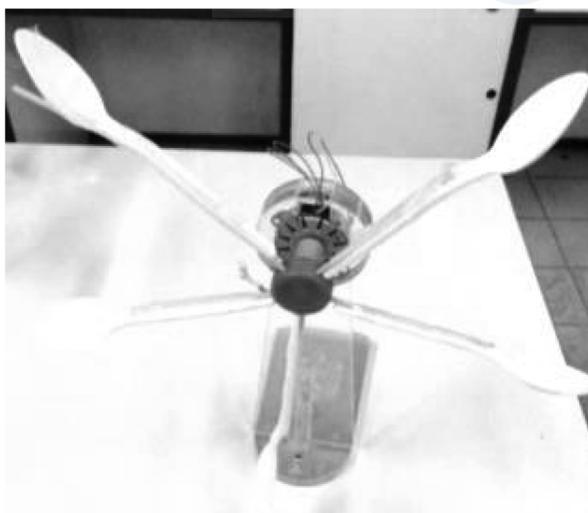
**หัวน้ำ** คือ ความสูงของระดับน้ำที่ปล่อย วัดจากผิวน้ำจนถึงระดับที่น้ำกระทบใบกังหัน

## ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรม

1. วัสดุทดแทนในการสร้างกังหันน้ำ มีดังนี้

วัสดุ	วัสดุทดแทน
ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กพร้อม LED	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 3 โวลต์
พลาสติกเจาะรูสำหรับเสียบใบพัด	ไม้

2. ครูอาจจัดกิจกรรมแข่งขันในห้องเรียนได้โดยตัดสินจากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้สูงที่สุด
3. การวัดและประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์ ครูอาจให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันให้คะแนนว่ากังหันน้ำผลิตไฟฟ้าของกลุ่มใด มีรูปแบบที่แปลกใหม่ หรือมีความสวยงาม ประณีตมากที่สุด
4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมอาจมากกว่า 4 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของโรงเรียน และสามารถจัดในกิจกรรมชุมนุม หรือรายวิชาเพิ่มเติมได้
5. ตัวอย่างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าจากวัสดุต่างๆ



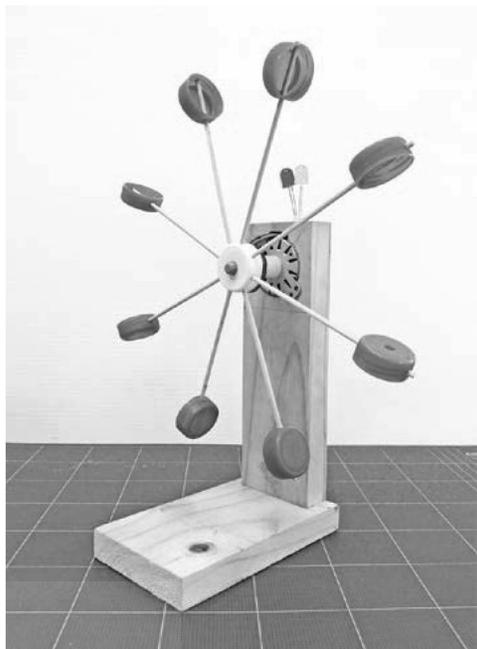
ใบพัดที่ทำจากซ้อนพลาสติก



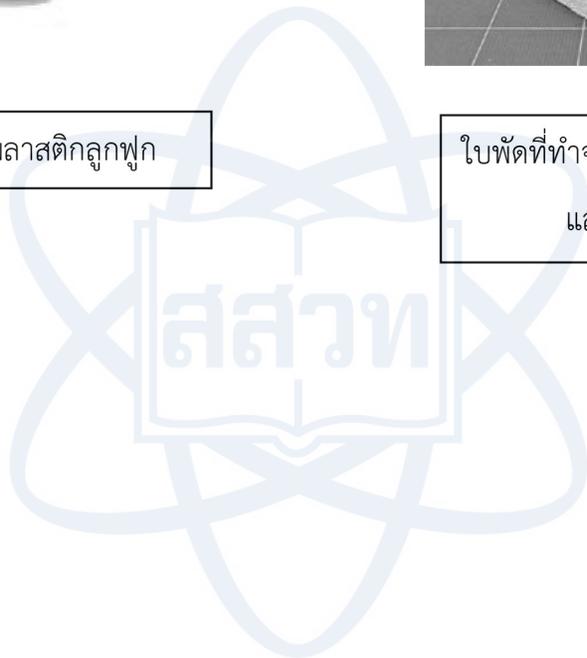
ใบพัดที่ทำจากฝาขวดน้ำพลาสติก



ใบพัดที่ทำจากพลาสติกลูกฟูก

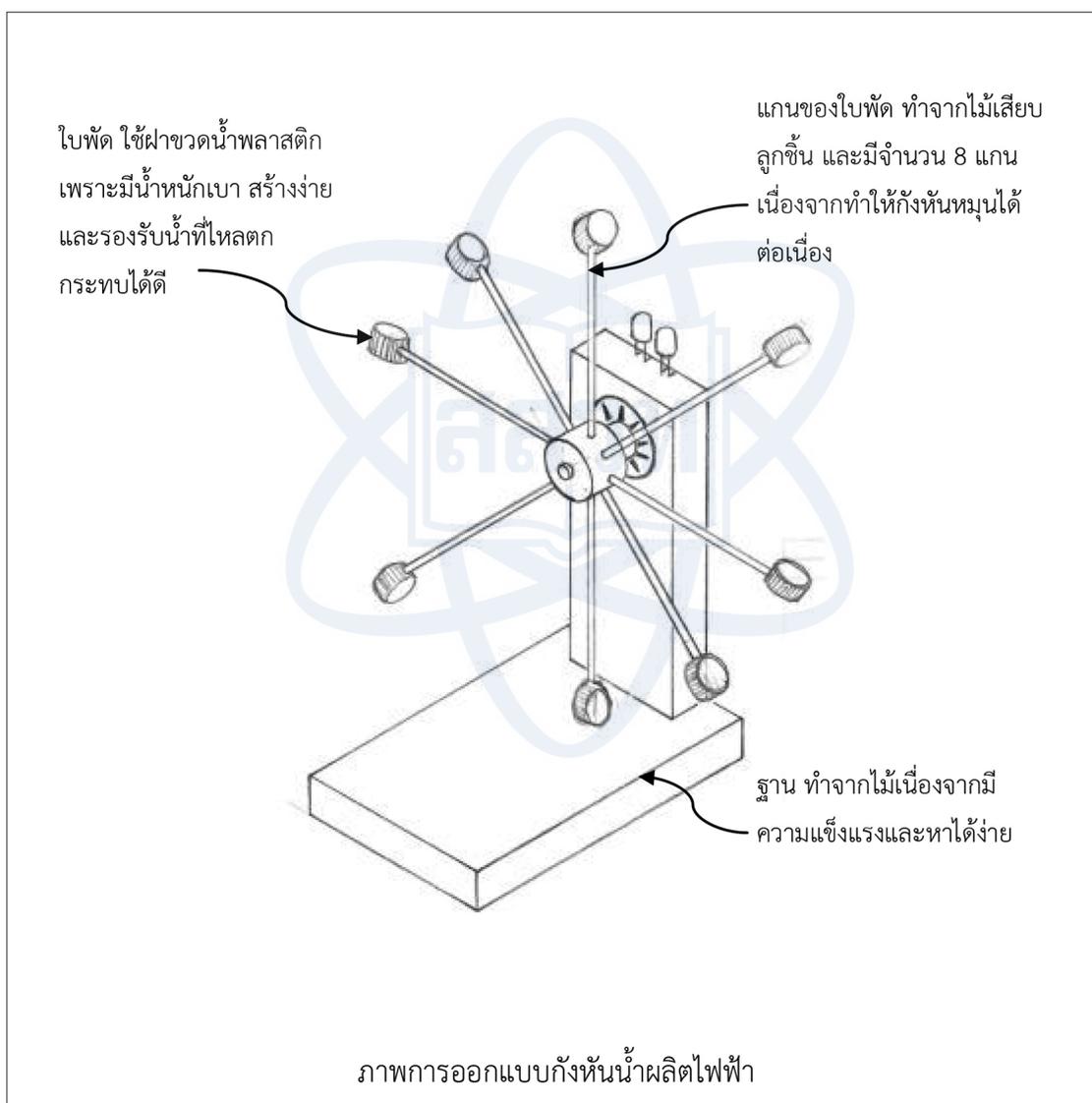


ใบพัดที่ทำจากฝาขวดน้ำพลาสติก  
และฐานจากไม้



### แนวคำตอบใบบันทึกกิจกรรม

1. จากการวิเคราะห์สถานการณ์ สรุปลงเป็นปัญหาหรือความต้องการได้ดังนี้  
**แนวคำตอบ** ต้องการผลิตไฟฟ้าใช้ในหมู่บ้าน โดยใช้ประโยชน์จากน้ำตกที่ไหลตลอดทั้งปี โดยสร้างเป็นแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดจากวัสดุที่กำหนดให้
2. บันทึกแนวคิดในการสร้างแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าเป็นภาพและระบุนรายละเอียด เช่น รูปร่างของใบพัด จำนวนใบพัด วัสดุที่เลือกใช้สร้างใบพัด พร้อมให้เหตุผลประกอบ



## 3. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

ลักษณะกังหัน .....

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

## 4. บันทึกผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าหลังจากที่ได้ปรับปรุงแล้ว

ลักษณะกังหัน .....

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

5. บันทึกแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกังหันน้ำเพื่อให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด มีดังนี้

**แนวคำตอบ**

1. สร้างกังหันน้ำที่มีจำนวนใบพัดที่เหมาะสม เพื่อให้กังหันหมุนได้อย่างต่อเนื่อง
2. ปรับมุมของใบพัดให้สามารถรองรับน้ำได้พอดี จนทำให้กังหันหมุนได้เร็วที่สุด
3. ใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาในการสร้างใบพัด เพื่อให้กังหันหมุนได้เร็ว
4. ปรับเปลี่ยนวัสดุสำหรับทำใบพัดให้มีพื้นที่ในการรับน้ำมากที่สุด

6. สรุปหลักการการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกังหันน้ำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด

**แนวคำตอบ** หลักการทำงานของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า คือ เมื่อปล่อยน้ำจากถังซึ่งอยู่ระดับสูงกว่ากังหันน้ำให้ไหลตกกระทบกับใบพัดจะทำให้กังหันหมุน เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม ทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ และปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกังหันน้ำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด เช่น จำนวนใบพัด วัสดุที่ใช้ทำใบพัด มุมของใบพัดที่ทำกับน้ำที่ตกกระทบ น้ำหนักของใบพัด พื้นที่ที่รองรับการตกกระทบของน้ำ

## ใบความรู้ที่ 1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

### การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

หลายคนคงเคยได้ยินคำว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” กันมาบ้าง คำนี้พบได้ที่ประเทศไทยของเรา เพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยแหล่งน้ำและแม่น้ำที่สำคัญมากมาย และในแหล่งน้ำก็มีทรัพยากรหลากหลายที่สามารถให้คนในท้องถิ่นประกอบอาชีพได้ และเพื่อเป็นการนำน้ำในแหล่งต่างๆ มาใช้ประโยชน์มากขึ้น ปัจจุบันจึงมีการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ ซึ่งมีจุดประสงค์หลักเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการเกษตร นอกจากนี้ก็มีจุดประสงค์ในด้านอื่นๆ เช่น เพื่อการอุปโภค บริโภค เพื่อการประกอบอาชีพ ใช้เป็นเส้นทางคมนาคม เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา ใช้ป้องกันหรือบรรเทาอุทกภัย ใช้แก้ปัญหาภัยแล้ง ช่วยผลิตต้นน้ำเคมีในอุตสาหกรรม รวมถึงใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

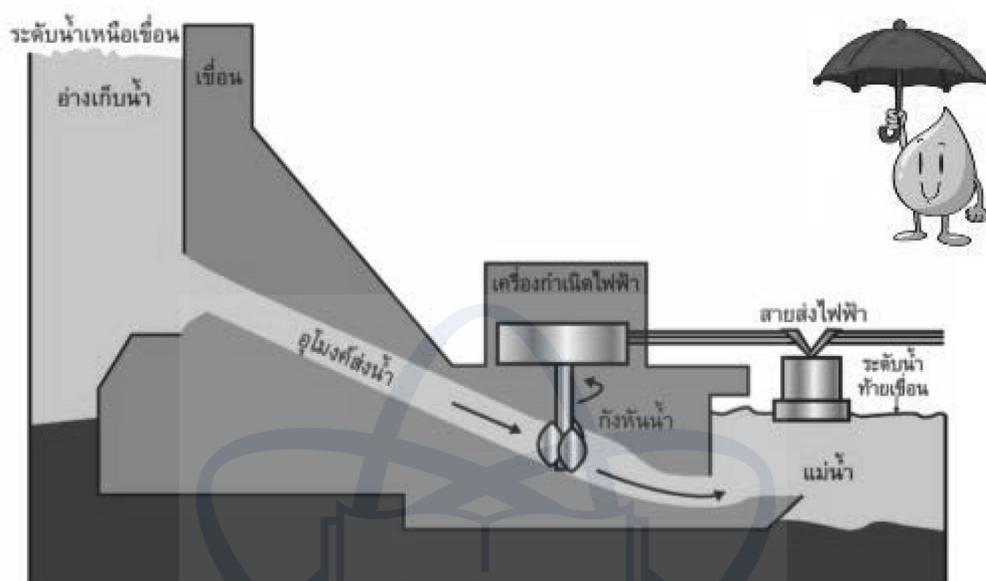
ประโยชน์ของการกักเก็บน้ำไว้ในเขื่อนที่สำคัญอีกประการหนึ่งและเป็นเรื่องใกล้ตัวของทุกๆ คน คือ การนำน้ำในเขื่อนมาใช้ผลิตไฟฟ้า จากภาพเขื่อนกักเก็บน้ำด้านล่าง เรามีวิธีการนำน้ำในเขื่อนมาผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร



โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก  
(ภาพจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

## การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะใช้หลักการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่า ให้ไหลลงมาตามอุโมงค์ส่งน้ำไปที่กังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่หมุนตามไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งออกไปตามสายส่งไฟฟ้านั่นเอง



ภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ



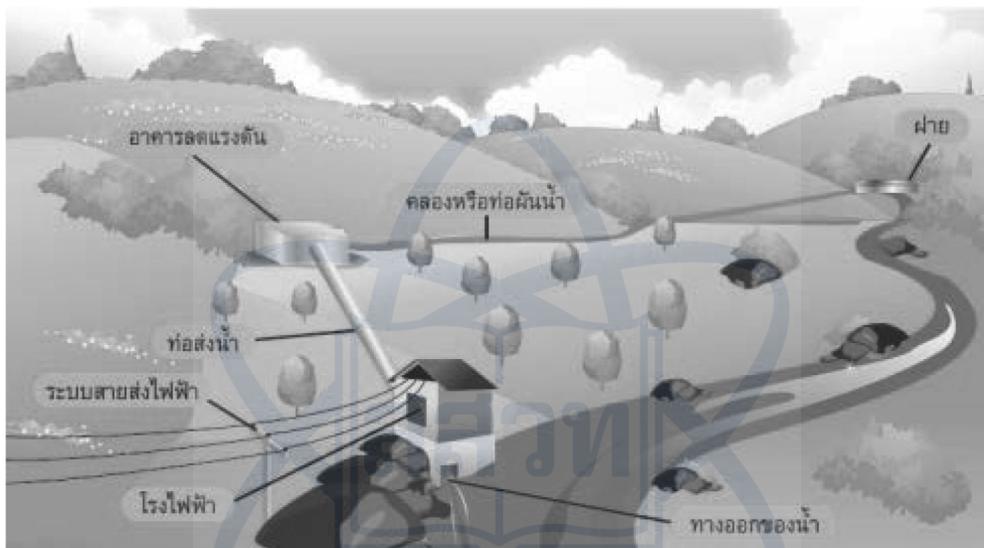
## จุดจำลองการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

จากภาพด้านขวามือ ถ้าเราปล่อยน้ำจากที่สูงลงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า พลังงานศักย์ของน้ำจะถ่ายโอนให้กับกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้กังหันเคลื่อนที่โดยการหมุนรอบแกน เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหันหมุนตาม เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งถ้ามีการติดตั้งโวลต์มิเตอร์ไปที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะสังเกตได้ว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งไปจากตำแหน่งศูนย์โวลต์ ซึ่งก็คือมีพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นนั่นเอง



โรงไฟฟ้าพลังน้ำในปัจจุบันมีทั้งโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่และขนาดเล็ก โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ มีกำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 15 เมกะวัตต์ ส่วนโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีกำลังผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ จนถึง 15 เมกะวัตต์

จุดประสงค์หลักของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก คือ ช่วยให้ชุมชนที่อยู่ห่างไกลระบบสายส่งไฟฟ้า มีพลังงานไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน และช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ที่ต้องใช้พื้นที่ในการกักเก็บน้ำเป็นบริเวณกว้าง โดยโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจะใช้น้ำในลำน้ำมาเป็นแหล่งในการผลิตไฟฟ้า โดยจะกั้นน้ำไว้ในลักษณะของฝายกั้นน้ำให้อยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับของโรงไฟฟ้า และจะปล่อยน้ำจากฝายกั้นน้ำให้ไหลไปที่โรงไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า



แผนผังองค์ประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

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

#### เอกสารอ้างอิง:

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบัน.หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. 2556.

ภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ดัดแปลงภาพจาก Intermediate Energy Infobook, The NEED Project, [www.NEED.org](http://www.NEED.org)

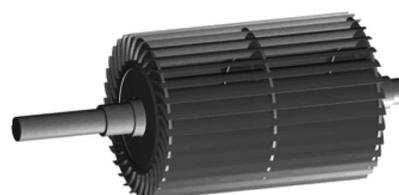
ภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก จากการผลิตไฟฟ้าฝายผลิตแห่งประเทศไทย

## ใบความรู้ที่ 2 รูปแบบของกังหันน้ำ

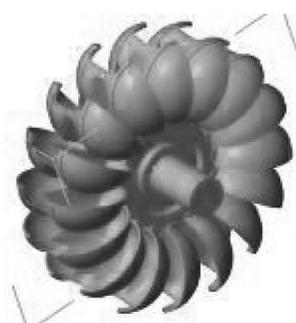
กังหันน้ำ เป็นส่วนประกอบสำคัญของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้เป็นพลังงานกลในการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ เช่น แบบแบงกี (Bangki) แบบเพลตัน (Pelton) แบบฟรานซิส (Francis)

### กังหันน้ำแบบแบงกี (Bangki turbine)

สามารถรับการไหลของน้ำได้ทั้งทิศทางแนวตั้งและแนวนอน โดยน้ำที่ผ่านมาตามท่อจะไหลผ่านล้นบังคับทิศทาง 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



### คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็ม ช่วงชั้นที่ 3

นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ	ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นายวัฒน์ วัฒนากุล	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นายนิพนธ์ จันเลน	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสุณิสา สมสมัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวกมลนารี ลายคราม	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางอรณิชษฐ์ โชคชัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสมรศรี กันภัย	สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สสวท.
ดร.อลงกต ไหม่ด้วง	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสุนันทา ศรีโสภา	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
ดร.รณชัย ปานะโปย	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวดิวิตา ชื่นอารมณ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวพิลาลักษณ์ ทองทิพย์	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสิริวรรณ จันทร์กุล	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นายพีรพล ศิริเมืองมณี	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสุทธิดา บุญทวี	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.
นางสาวทัศนีย์ กรองทอง	สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.

### คณะกรรมการพิจารณาร่างคู่มือกิจกรรมสะเต็ม ช่วงชั้นที่ 3

นางสาวนันท์รัตน์ เรืองรัตน์	โรงเรียนเบญจมาศราชวังสุโขทัย จ.ฉะเชิงเทรา
นางยุพดี มงคลจินดาวงศ์	โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม กรุงเทพฯ
นายถนอมเกียรติ งานสกุล	โรงเรียนเมืองกลาง จ.ภูเก็ต
นายพงษ์ศักดิ์ มั่นหมาย	โรงเรียนหนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์
อ.รุ่งรตี เทพพนม	โรงเรียนบางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์
ดร.ธานี จันทร์นาง	โรงเรียนบ้านท่ากลอย จ.ฉะเชิงเทรา
รศ.ดร.ธงชัย ฟองสมุทร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
นางเบญจวรรณ ศรีเจริญ	ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นายวัฒน์ วัฒนากุล	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นายนิพนธ์ จันเลน	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสุณิสา สมสมัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวกมลนารี ลายคราม	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวอรณิชษฐ์ โชคชัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวธนพรธณ ชาลี	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.

**คณะกรรมการพิจารณาร่างคู่มือกิจกรรมสะเต็ม ช่วงชั้นที่ 3 (ต่อ)**

นางสาวสมรศรี กันภัย	สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สสวท.
ดร.อลงกต ไหมด้วง	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสุนันทา ศรีโสภาก	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
ดร.รณชัย ปานะโปย	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวดิวิตา ชื่นอารมณั	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวพิลาลักษณ์ ทองทิพย์	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสิริวรรณ จันทร์กุล	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นายพีรพล ศิริเมืองมณีนี	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวจันทร์นภา อุตตะมะ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวชนิสรา เรืองนุ่น	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.
นางสาวสุทธิดา บุญทวี	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.
นางสาวทัศนีย์ กรองทอง	สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.
นายนิพนธ์ ศุภศรี	สาขาคอมพิวเตอร์ สสวท.
นายรัชพล ธนานวงส์	ฝ่ายบริหารโครงการริเริ่มพิเศษ สสวท.
นายชวัตร แสงเพชรอ่อน	สาขาออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ สสวท.
<b>ออกแบบปก</b>	
ไพโรจน์ ชินศิริประภา	สำนักบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน สสวท.





