



สำนักงานนโยบาย  
และแผนพลังงาน  
กระทรวงพลังงาน

โครงการการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ  
ด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่๒)

# คู่มือครู วิชาคณิตศาสตร์

มัธยมศึกษาปีที่  
๑



สนับสนุนโดย

ดำเนินการโดย

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน  
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## คำนำ

คู่มือครูนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เสริมในการเรียน การสอน ด้านพลังงานแบบบูรณาการของโครงการวิจัย “โครงการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่ 2)” ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงาน ดำเนินการโดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

คู่มือครูนี้ได้ออกแบบและจัดทำให้สอดคล้องกับความรู้ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นการศึกษาตาม สาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ คำศัพท์วิชาการที่ใช้ ส่วนใหญ่อ้างอิงจาก พจนานุกรมศัพท์พลังงาน (อังกฤษ-ไทย) ราชบัณฑิตยสถาน (2551) โดยชุดคู่มือครูนี้ได้ ถูกแบ่งออกเป็น 8 สาระวิชาเพื่อให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังที่กล่าวมาข้างต้น คือ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพ และเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ และคณะทำงานได้จัดทำชุดสื่อการสอน (บัตรรูปภาพ/บัตรคำศัพท์, ชุด ทดลอง, สื่อภาพเคลื่อนไหว อนิเมชันและโปรแกรมอินเตอร์แอคทีฟต่างๆ) เพื่อใช้ประกอบการสอนในชุดคู่มือ ครูนี้

นอกจากนี้คณะทำงานได้จัดทำหนังสือความรู้พื้นฐานด้านพลังงานสำหรับครูเพื่อใช้ในการอบรมครู โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่1 สำหรับชั้นประถมศึกษาและผู้ไม่มีพื้นฐานด้านพลังงาน ระดับที่2 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระดับที่3 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินโครงการนี้ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและคุณครูทุกท่านที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในโครงการนี้

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูชุดนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ในประเทศไทยโดยมีการเพิ่มสาระด้านพลังงานเพื่อทำให้คุณครูสามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการเรียน การสอน ให้แก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องของ พลังงาน ตลอดจนสามารถนำไปปรับใช้กับชีวิตประจำวันทั้งในปัจจุบันและในอนาคตซึ่งจะส่งผลให้เกิดการ พัฒนาพลังงานของประเทศไทยอย่างยั่งยืนสืบไป

คณะผู้จัดทำ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## สารบัญ

### คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.1

1.	แผนผังสาระการเรียนรู้.....	1
1.1	สาระการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551.....	1
1.2	กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 5 หัวข้อหลักดังแผนภาพ.	2
2.	สาระด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาคณิตศาสตร์.....	3
2.1	การเขียนตัวเลขทางคณิตศาสตร์ในรูปเลขยกกำลัง การประมาณค่า การแก้โจทย์ปัญหาของคน การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถิติการผลิตไฟฟ้าของประเทศ .....	4
	สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551) .....	4
	สาระที่ 4 พีชคณิต (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551) .....	6
	กิจกรรมที่ 1: การผลิตไฟฟ้า.....	9
2.2	การสร้างกราฟระนาบมุมฉากและอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในกราฟสถิติการใช้ไฟฟ้า และอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศ.....	18
	สาระที่ 4 พีชคณิต (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551) .....	18
	กิจกรรมที่ 2: สถิติไฟฟ้าและอุณหภูมิในประเทศไทย.....	19
3.	ตารางกิจกรรมการเรียนรู้ .....	22
4.	แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม .....	23

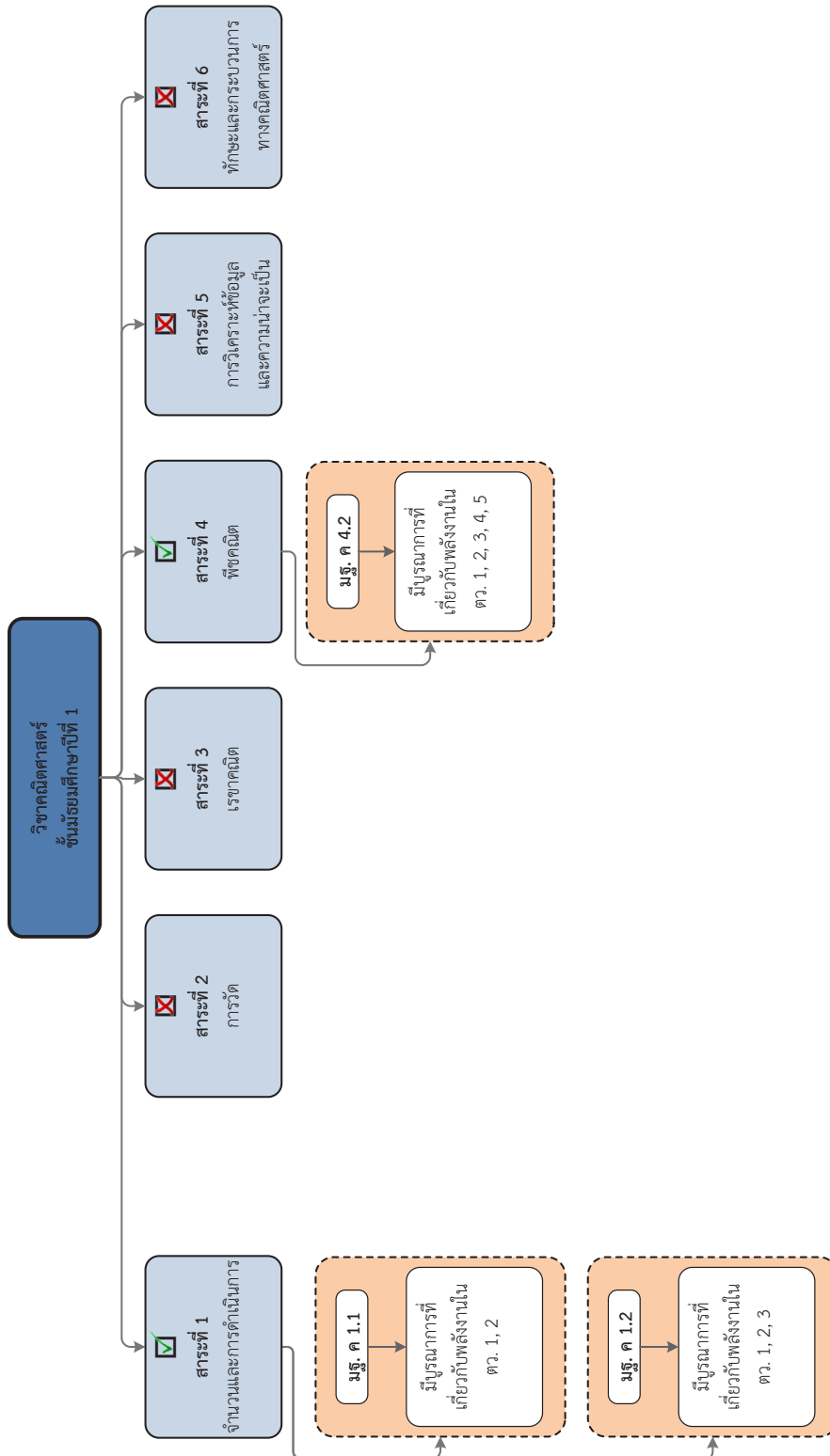
### แบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.1

	แบบฝึกหัดสำหรับกิจกรรมที่ 1: การผลิตไฟฟ้า.....	25
	แบบฝึกหัดสำหรับกิจกรรมที่ 2: สถิติไฟฟ้าและอุณหภูมิในประเทศไทย .....	28

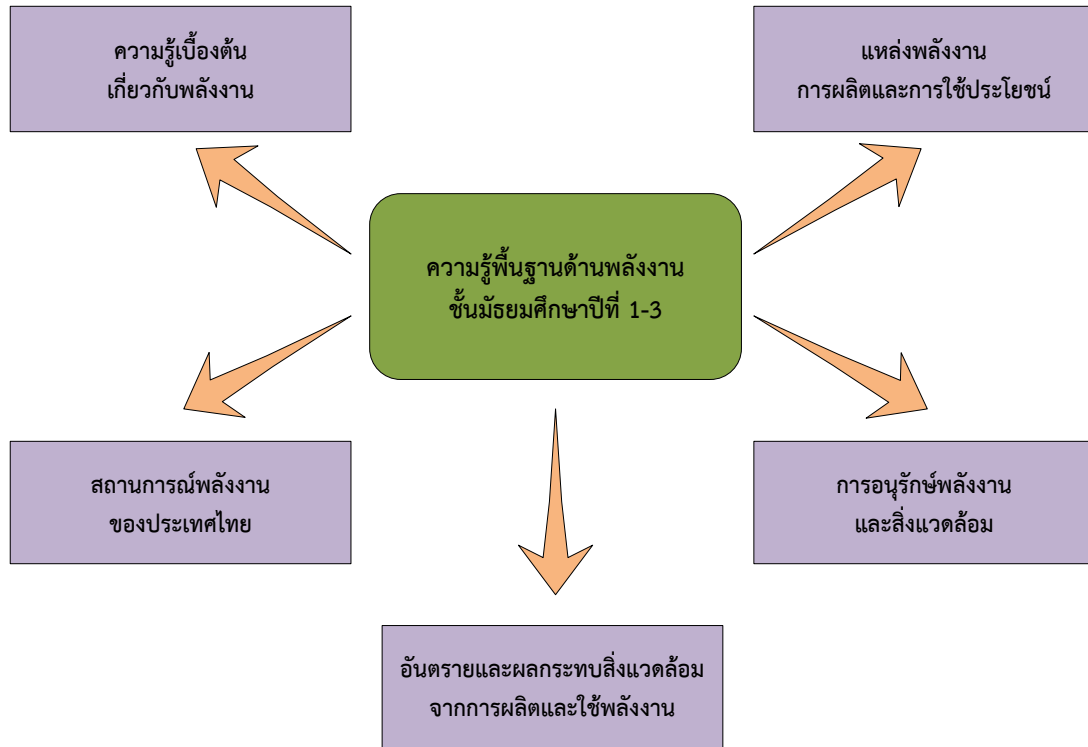
คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.1

1. แผนผังสาระการเรียนรู้

1.1 สาระการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551

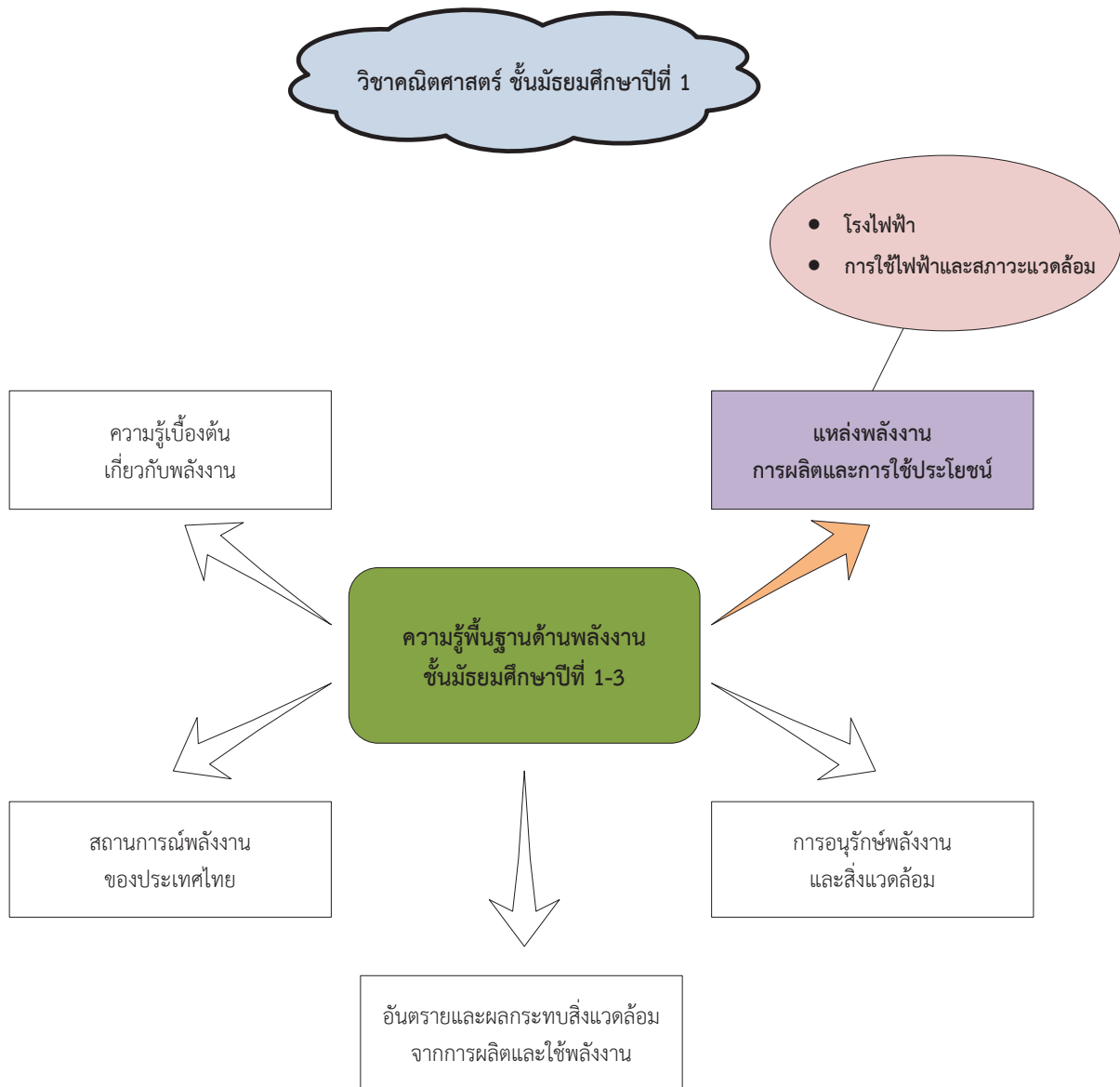


1.2 กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 5 หัวข้อหลักดังแผนภาพ



## 2. สารคดีด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาคณิตศาสตร์

การบูรณาการสารคดีด้านพลังงานเข้ากับสาระวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ด้านพลังงานที่เสริมในรายวิชา โดยเป็นความรู้ผ่านการเรียนรู้สาระแกนกลางพร้อมทั้งกิจกรรมเพื่อเสริมกระบวนการเรียนรู้และความเข้าใจในเรื่องของเทคโนโลยี การใช้ประโยชน์และผลกระทบทางด้านพลังงานดังหัวข้อต่อไปนี้



ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้จะเสริมความรู้ด้านพลังงานด้านการผลิตไฟฟ้า โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียน รู้จักโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ ทั้งนี้ นักเรียนจะเห็นภาพกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท และ สถานการณ์พลังงานด้านกำลังการผลิตและปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปัจจุบันของประเทศไทยผ่านกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หารทศนิยมและเศษส่วน รวมถึงการบวก ลบ คูณ และหารระคน สามารถเปรียบเทียบขนาดกำลังการผลิตผ่านการเขียนเลขยกกำลัง นอกจากนี้ นักเรียนจะเห็นภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและการผลิตไฟฟ้าผ่านการสร้างกราฟระนาบพิกัดฉาก ทั้งนี้การบูรณาการจะ ครอบคลุมสาระที่ 1 และ 4

**2.1 การเขียนตัวเลขทางคณิตศาสตร์ในรูปเลขยกกำลัง การประมาณค่า การแก้โจทย์ปัญหาระคน การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถิติการผลิตไฟฟ้าของประเทศ**

การเปรียบเทียบจำนวนเต็มและทศนิยม การเขียนตัวเลขในรูปเลขยกกำลัง การประมาณค่าตัวเลขใน รูปเลขยกกำลังของสถิติการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้สามารถสื่อสารปริมาณอย่างง่าย การโจทย์ปัญหาระคนและการ สร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถิติการผลิตไฟฟ้า เพื่อให้ นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหามาเชิงปริมาณอย่างง่ายได้ ทั้งนี้จะครอบคลุมสาระที่ 1 และ 4

**สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)**

**มาตรฐาน ค 1.1 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา**

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. ระบุหรือยกตัวอย่างและเปรียบเทียบจำนวน เต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและ ทศนิยม	<ul style="list-style-type: none"> <li>จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม</li> <li>การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วน และ ทศนิยม</li> </ul>
	2. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็น จำนวนเต็มและเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูป สัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation )	<ul style="list-style-type: none"> <li>เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</li> <li>การเขียนจำนวนในรูปสัญกรณ์ วิทยาศาสตร์ (<math>A \times 10^n</math> เมื่อ <math>1 \leq A &lt; 10</math> และ n เป็นจำนวนเต็ม)</li> </ul>



**มาตรฐาน ค 1.2** เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็มและนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของจำนวนเต็ม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม</li> </ul>
	2. บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยม และนำมาใช้แก้ปัญหาตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วนและทศนิยม</li> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม</li> </ul>
	3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</li> </ul>
	4. คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</li> </ul>

**สาระที่ 4 พืชคณิต (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)**

**มาตรฐาน ค 4.2** ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ( Mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย	<ul style="list-style-type: none"> <li>สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</li> </ul>
	2. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาอย่างง่าย	<ul style="list-style-type: none"> <li>การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหา</li> </ul>
	3. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</li> </ul>
	4. เขียนกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากแสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณสองชุดที่กำหนดให้	<ul style="list-style-type: none"> <li>กราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉาก</li> </ul>
	5. อ่านและแปลความหมายของกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากที่กำหนดให้	

หมายเหตุ: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เน้นในแถบสีเป็นสาระที่นำเอาองค์ความรู้ด้านพลังงานและกิจกรรมมาบูรณาการภายใต้หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 เฉพาะที่เกี่ยวข้อง

## ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

### ก. โรงไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าในประเทศไทยมีหลายประเภท การเรียกประเภทโรงไฟฟ้าอาจเรียกตามประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้าชีวมวล โรงไฟฟ้าขยะ โรงไฟฟ้ากังหันลม โรงไฟฟ้าพลังงานรังสีอาทิตย์ หรือเรียกตามระบบผลิตไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้ากังหันน้ำ โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส ทั้งนี้ยังมีโรงไฟฟ้าประเภทอื่นๆ ที่ไม่มีในประเทศไทย ได้แก่ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เนื่องจากโรงไฟฟ้าที่กล่าวข้างต้นไม่ว่าประเภทใดก็จะใช้เชื้อเพลิงทำให้เกิดความร้อนผ่านตัวกลางเช่นแก๊สหรือไอน้ำ ดังนั้นจึงอาจเรียกโรงไฟฟ้านี้ว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อน แต่หากโรงไฟฟ้าใดใช้ระบบผลิตไฟฟ้ามากกว่า 1 ประเภทจะเรียกว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

**ก.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ** เป็นโรงไฟฟ้าที่อาศัยความเร็วและแรงดันของน้ำในการสร้างพลังงานไฟฟ้า โดยน้ำจะไหลผ่านระบบชักน้ำเข้าไปหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในอาคารโรงไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ โรงไฟฟ้าพลังน้ำจากอ่างเก็บน้ำ โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบ Run-of-the river และโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ

โรงไฟฟ้าพลังน้ำจากอ่างเก็บน้ำจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์จากน้ำที่อยู่บนที่สูงไหลลงมาหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นการเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์ → พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศไทย เช่น โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ เป็นต้น

โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบ Run-of-the river เป็นโรงไฟฟ้าที่อาศัยการไหลของน้ำในแม่น้ำ มักสร้างในแม่น้ำที่มีปริมาณการไหลของน้ำมากและมีน้ำไหลตลอดทั้งปี ลักษณะพื้นที่ที่สร้างโรงไฟฟ้าเป็นพื้นที่ราบที่ไม่สามารถสร้างอ่างเก็บน้ำได้ ตัวอย่างเช่น โรงไฟฟ้าเขื่อนปากมูล (จังหวัดอุบลราชธานี)

โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ เป็นโรงไฟฟ้าที่สร้างเพื่อให้เกิดการจัดการที่มีประสิทธิภาพ โรงไฟฟ้าแบบนี้จะสร้างระหว่างอ่างเก็บน้ำ 2 อ่างที่มีระดับความสูงต่างกัน ในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าต่ำ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ส่วนเกินที่เหลือจากการนำไปใช้จะถูกใช้ในการสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่อยู่ต่ำกว่าไปสู่อ่างเก็บน้ำที่อยู่สูงกว่า ในขณะที่เมื่อต้องการพลังงานไฟฟ้ามาก น้ำจากอ่างเก็บน้ำที่สูงกว่าจะไหลลงมาขับเคลื่อนกังหันไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกไป ตัวอย่างโรงไฟฟ้าประเภทนี้ได้แก่ โรงไฟฟ้าเขื่อนลำนางรอง (บริษัท วายพี คอนซัลแตนท์ จำกัด , <http://www.yp.co.th/2010-10-03-06-35-34/88--hydroelectricity.html>)

**ก.2 โรงไฟฟ้าถ่านหิน** เป็นโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน โดยการบดถ่านหินเป็นก้อนเล็กๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว แล้วนำถ่านหินที่บดแล้วไปเผาเพื่อต้มน้ำในหม้อไอน้ำ (boiler) ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำให้กลายเป็นไอน้ำที่มีความดันสูง ไอน้ำความดันสูงจะไปขับเคลื่อนกังหันผลิตไฟฟ้า (turbine) ที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) ให้เกิดการหมุนและผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าประเภทนี้จะปลดปล่อยมลพิษที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ถ่านหิน ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กำมะถัน ซัลเฟอร์

ฝุ่นละออง เป็นต้น ดังนั้นโรงไฟฟ้าถ่านหินจะต้องมีระบบควบคุมและกำจัดมลพิษที่มีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าประเภทนี้ ได้แก่ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ

ปริมาณของมลพิษจากโรงไฟฟ้าถ่านหินจะขึ้นกับชนิดของถ่านหินที่ใช้ ถ่านหินที่มีคุณภาพต่ำ คือ ถ่านหินลิกไนต์ เป็นถ่านหินที่มีปริมาณกำมะถันสูง แต่ค่าความร้อนต่ำทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าต่ำกว่าประเภทอื่นและก่อให้เกิดมลพิษสูงกว่า จึงต้องมีระบบกำจัดมลพิษที่มีประสิทธิภาพสูง ถ่านหินลิกไนต์เป็นถ่านหินที่ใช้ในโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ถ่านหินที่มีคุณภาพสูงขึ้น ได้แก่ ถ่านหินซับบิทูมินัส และถ่านหินบิทูมินัส ซึ่งเป็นถ่านหินที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ (ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) และมีค่าความร้อนสูงกว่าถ่านหินลิกไนต์ 2 เท่า ดังนั้นโรงไฟฟ้าถ่านหินที่ใช้ถ่านหินประเภทซับบิทูมินัสจะมีปัญหาด้านมลพิษต่ำกว่า และมีความสามารถในการควบคุมมลพิษดีกว่า(Electrical Power System Knowledge, [http://protectionrelay.blogspot.com/2010/10/blog-post\\_06.html](http://protectionrelay.blogspot.com/2010/10/blog-post_06.html))

**ก.3 โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส** เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้กังหันแก๊สเป็นต้นกำลัง โดยใช้พลังงานจากการเผาไหม้ของของผสมระหว่างแก๊สธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซลกับอากาศความดันสูง ( compressed air) ที่มาจากเครื่องอัดอากาศ การเผาไหม้เกิดขึ้นที่ห้องเผาไหม้เกิดเป็นไอที่มีความดันและอุณหภูมิสูง ซึ่งไอนี้จะถูกใช้ขับใบกังหันซึ่งต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าประเภทนี้ ได้แก่ โรงไฟฟ้านานกระบือ

**ก.4 โรงไฟฟ้าชีวมวล** เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ชีวมวล อินทรีย์วัตถุ ที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ พืชไร่ (เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง) มาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าชีวมวลยังรวมถึงโรงไฟฟ้าที่ใช้แก๊สชีวภาพ (biogas) ซึ่งผลิตจากกระบวนการหมักมูลสัตว์หรือเศษอาหารมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้ ความร้อนที่ได้จะถูกนำไปต้มน้ำให้เกิดไอน้ำแรงดันสูงเพื่อเข้าไปขับกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงไฟฟ้าชีวมวลมีอยู่ในหลายจังหวัด เช่น ขอนแก่น สุราษฎร์ธานี เป็นต้น

**ก.5 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน** เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ น้ำมันเตา นิวเคลียร์ มาให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำความดันสูง ซึ่งไอน้ำความดันสูงจะไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงมาให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำ อาจเรียกว่าเป็นโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำก็ได้ ตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ได้แก่ หน่วยผลิตไฟฟ้าบางส่วนของโรงไฟฟ้าบางปะกงและโรงไฟฟ้าขอนแก่น นอกจากการใช้เชื้อเพลิงมาต้มน้ำแล้วยังมีการใช้ความร้อนจากใต้พิภพโดยใช้น้ำร้อนใต้พิภพที่มีอุณหภูมิสูงมาต้มน้ำ โรงไฟฟ้าประเภทนี้เรียกว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

**ก.6 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม** เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เทคโนโลยีโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สและโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำมาใช้ร่วมกัน โดยแก๊สร้อนที่ออกจากกังหันแก๊สหลังจากการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สจะนำมาใช้ให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ เพื่อขับกังหันไอน้ำในการผลิตไฟฟ้าต่อไป ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมได้แก่ หน่วยผลิตไฟฟ้าบางส่วนของโรงไฟฟ้าบางปะกงและโรงไฟฟ้าขอนแก่น

### กิจกรรมที่ 1: การผลิตไฟฟ้า

**กรอบคลุมสาระที่ 1** มาตรฐาน ค 1.1 **ตัวชี้วัดที่ 1 และ 2** **สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง** การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม การเขียนจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ( $A \times 10^n$  เมื่อ  $1 \leq A < 10$  และ  $n$  เป็นจำนวนเต็ม)

**กรอบคลุมสาระที่ 1** มาตรฐาน ค 1.2 **ตัวชี้วัดที่ 1, 2 และ 3** **สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง** การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม การบวก การลบ การคูณและการหารทศนิยม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยม และเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

**กรอบคลุมสาระที่ 4** มาตรฐาน ค 4.2 **ตัวชี้วัดที่ 1, 2 และ 3** **สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง** สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 100 นาที

**วัตถุประสงค์:**

1. นักเรียนสามารถเขียนตัวเลขทางคณิตศาสตร์ในรูปเลขยกกำลังได้ และสามารถประมาณค่าได้
2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาระคนจากสถานการณ์ได้
3. นักเรียนสามารถสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

**คำอธิบายกิจกรรม:**

1. ให้นักเรียนเขียนตัวเลขกำลังการผลิตไฟฟ้าในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนหาค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าแห่งต่างๆ
3. ให้นักเรียนประมาณค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าในรูปทศนิยม 2 ตำแหน่งและจำนวนเต็ม
4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบโจทย์ปัญหาระคนและวิเคราะห์
5. ให้นักเรียนสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดกับกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย

**รายละเอียดกิจกรรม:**

1. คุณครูนำข้อมูลตัวอย่างโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ ที่ยังใช้งานอยู่ในประเทศไทยมาให้ให้นักเรียนดู ประเภทของโรงไฟฟ้าประกอบด้วย โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม โรงไฟฟ้าชีวมวล โรงไฟฟ้าจากพลังงานรังสีอาทิตย์

ชื่อโรงไฟฟ้า	ประเภทโรงไฟฟ้า	จำนวนเครื่องผลิตไฟฟ้า (หน่วย)	ประเภทเชื้อเพลิง	กำลังการผลิตรวม (เมกะวัตต์, MW)
โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	13	ถ่านหิน (ลิกไนต์)	2,625
โรงไฟฟ้าบางปะกง	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	2 5	แก๊สธรรมชาติ น้ำมันเตา แก๊สธรรมชาติ น้ำมันดีเซล	3,674.6
โรงไฟฟ้าน้ำพอง	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	2	แก๊สธรรมชาติ	710
โรงไฟฟ้าจะนะ	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	1	แก๊สธรรมชาติ	731
โรงไฟฟ้าลานกระบือ	โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส	8	แก๊สธรรมชาติ	150
โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาพัฒนา	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	2	น้ำ	500
โรงไฟฟ้าวังน้อย	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	3	แก๊สธรรมชาติ	1,800
โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	8	น้ำ	731.2
โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	4	น้ำ	500
โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	5	น้ำ	720
โรงไฟฟ้าขนอม	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	1 5	แก๊สธรรมชาติ	824
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท เอที พาวเวอร์ จำกัด (จ.พิจิตร)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	แกลบ	20

ชื่อโรงไฟฟ้า	ประเภทโรงไฟฟ้า	จำนวนเครื่องผลิตไฟฟ้า (หน่วย)	ประเภทเชื้อเพลิง	กำลังการผลิตรวม (เมกกะวัตต์, MW)
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท ไทยพาวเวอร์ ซัพพลายด์ จำกัด (จ.ฉะเชิงเทรา)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	แกลบ, เศษไม้	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท โรงไฟฟ้าน้ำตาลขอนแก่น จำกัด (จ.ขอนแก่น)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	กากอ้อย	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท สุราษฎร์ธานี กรีน เอนเนอจี จำกัด (จ.สุราษฎร์ธานี)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	ทะลายปาล์ม, ไยปาล์ม, กะลาปาล์ม	8.8
โรงไฟฟ้าเตาเผาขยะ ภูเก็ต	โรงไฟฟ้าขยะ (เตาเผา)	1	ขยะ	2.5
โครงการหลุมฝังกลบพนมสารคาม บริษัทเจริญสมพงษ์	โรงไฟฟ้าขยะ	1	แก๊สชีวภาพจากหลุมฝังกลบ	2.0

**ที่มา:**

การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย ([www.egat.co.th](http://www.egat.co.th))

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและแผนอนุรักษ์พลังงาน,โครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะ [Online], Available: <http://www.dede.go.th/dede/images/stories/ele55.pdf> [17 เมษายน 2556]

Electricity Production of Thailand, พลังงานชีวมวล [Online], Available: <https://sites.google.com/site/iviciivz/phlangngan-chiw-mwl> [13 มีนาคม 2556]

2. ให้นักเรียนเขียนกำลังการผลิตรวมของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่งในรูปสัญลักณ์วิทยาศาสตร์ เช่น กำลังการผลิตรวมของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ  $2625 = 2 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0$  เป็นต้น

**เฉลย**

ชื่อโรงไฟฟ้า	กำลังการผลิตรวม (เมกกะวัตต์, MW)
โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	$2,625 = 2 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0$
โรงไฟฟ้าบางปะกง	$3,674.6 = 3 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 6 \times 10^{-1}$
โรงไฟฟ้าน้ำพอง	$710 = 7 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 0 \times 10^0$
โรงไฟฟ้าจะนะ	$731 = 7 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 1 \times 10^0$
โรงไฟฟ้าลานกระบือ	$150 = 1 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 0 \times 10^0$
โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา	$500 = 5 \times 10^2$
โรงไฟฟ้าวังน้อย	$1,800 = 1 \times 10^3 + 8 \times 10^2$
โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	$731.2 = 7 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1}$
โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์	$500 = 5 \times 10^2$
โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์	$720 = 7 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 0 \times 10^0$
โรงไฟฟ้าขนอม	$824 = 8 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 4 \times 10^0$
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท เอทีพาวเวอร์ จำกัด (จ.พิจิตร)	$20 = 2 \times 10^1$
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท ไทย พาวเวอร์ ซัพพลายด์ จำกัด(จ.ฉะเชิงเทรา)	$90 = 9 \times 10^1$
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท โรงไฟฟ้าน้ำตาลขอนแก่นจำกัด (จ.ขอนแก่น)	$90 = 9 \times 10^1$
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท สุราษฎร์ธานี กรีน เอนเนอจี จำกัด (จ.สุราษฎร์ธานี)	$8.8 = 8 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1}$
โรงไฟฟ้าเตาเผาขยะ ภูเก็ต	$2.5 = 2.5 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}$
โครงการหลุมฝังกลบพนมสารคาม บริษัทเจริญสมพงษ์	$2.0 = 2 \times 10^0$



3. ให้นักเรียนประมาณกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่ง (ทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่ง และประมาณเป็นจำนวนเต็ม)

**เฉลย**

ชื่อโรงไฟฟ้า	กำลังการผลิตต่อหน่วย (เมกะวัตต์, MW)	
	ประมาณด้วยทศนิยม ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง	ประมาณเป็นจำนวน เต็ม
โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	201.92	202
โรงไฟฟ้าบางปะกง	524.94	525
โรงไฟฟ้าน้ำพอง	355.00	355
โรงไฟฟ้าจะนะ	731.00	731
โรงไฟฟ้าลานกระบือ	18.75	19
โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา	250.00	250
โรงไฟฟ้าวังน้อย	600.00	600
โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	91.40	91
โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์	125.00	125
โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์	144.00	144
โรงไฟฟ้าขอนแก่น	137.33	137
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท เอทีพาวเวอร์ จำกัด (จ.พิจิตร)	20.00	20
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท ไทย พาวเวอร์ ซัพ พลายด์ จำกัด(จ.ฉะเชิงเทรา)	90.00	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท โรงไฟฟ้าน้ำตาล ขอนแก่นจำกัด (จ.ขอนแก่น)	90.00	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท สุราษฎร์ธานี กรีน เอนเนอจี จำกัด (จ.สุราษฎร์ธานี)	8.80	9
โรงไฟฟ้าเตาเผาขยะ ภูเก็ต	2.50	3
โครงการหลุมฝังกลบพนมสารคาม บริษัท เจริญสมพงษ์	2.00	2

4. ให้นักเรียนจัดอันดับโรงไฟฟ้าตามกำลังการผลิตต่อหน่วยของแต่ละแห่ง (คุณครูสอดแทรกเรื่องกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภทในตารางนี้ว่าหากเรียงอันดับตามกำลังการผลิตต่อหน่วยจากมากไปน้อยแล้ว โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมจะมีกำลังการผลิตต่อหน่วยสูงสุดและโรงไฟฟ้าชีวมวลจะมีกำลังการผลิตต่อหน่วยต่ำที่สุด แต่ทั้งนี้ไม่รวมโรงไฟฟ้าประเภทอื่น เช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์)

**เฉลย**

ชื่อโรงไฟฟ้า	ประเภทโรงไฟฟ้า	จำนวนเครื่องผลิตไฟฟ้า (หน่วย)	กำลังการผลิตรวม (เมกกะวัตต์, MW)	กำลังการผลิตต่อหน่วย (เมกกะวัตต์, MW)
โรงไฟฟ้าจะนะ	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	1	731	731
โรงไฟฟ้าวังน้อย	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	3	1,800	600
โรงไฟฟ้าบางปะกง	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	2 5	3,674.6	525
โรงไฟฟ้าน้ำพอง	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	2	710	355
โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	2	500	250
โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	13	2,625	202
โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	5	720	144
โรงไฟฟ้าขนอม	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	1 5	824	137
โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	4	500	125
โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	8	731.2	91
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท ไทย พาวเวอร์ ซัพพลายด์ จำกัด(จ.ฉะเชิงเทรา)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	90	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท โรงไฟฟ้าน้ำตาล ขอนแก่นจำกัด (จ.ขอนแก่น)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	90	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท เอทีพาวเวอร์ จำกัด (จ.พิจิตร)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	20	20
โรงไฟฟ้าลานกระบือ	โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส	8	150	18.8
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท สุราษฎร์ธานี กรีน เอนเนอจี จำกัด (จ.สุราษฎร์ธานี)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	8.8	8.8
โรงไฟฟ้าเตาเผาขยะ ภูเก็ต	โรงไฟฟ้าขยะ (เตาเผา)	1	2.5	2.5
โครงการหลุมฝังกลบพนมสารคาม บริษัทเจริญสมพงษ์	โรงไฟฟ้าขยะ	1	2.0	2

5. ให้นักเรียนหาผลต่างของกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท เช่น ผลต่างระหว่างโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม เป็นต้น โดยใช้ตัวเลขจากข้อที่ 3 (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

**เฉลย** (เฉลยนี้เป็นแค่ตัวอย่าง)

ผลต่างกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ (ถ่านหิน) กับโรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ (พลังน้ำ)

$$= 201.92 - 144.00 = 57.92 \text{ MW}$$

ผลต่างกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าบางปะกง(พลังความร้อนร่วม)กับโรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์ (พลังน้ำ)

$$= 524.94 - 125.00 = 399.94 \text{ MW}$$

6. หากจะยกเลิกการใช้โรงไฟฟ้าถ่านหินเพื่อลดมลพิษทางอากาศแล้ว ให้นักเรียนคำนวณว่าต้องใช้โรงไฟฟ้าชีวมวล จำนวนกี่หน่วยต่อโรงไฟฟ้าถ่านหิน 1 หน่วย โดยพิจารณาจากกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าทั้ง 2 ประเภท (นำตัวเลขของโรงไฟฟ้าที่พิจารณาใช้ก่อน ตามด้วยโรงไฟฟ้าชีวมวล (ขอนแก่น) ซึ่งในกรณีหลังจะเหลือเศษมาก คุณครูอาจจะแทรกเรื่อง ครน.เข้าไป เพื่อเทียบเป็น โรงไฟฟ้าถ่านหิน 9 หน่วยเท่ากับโรงไฟฟ้าชีวมวล (ขอนแก่น) 20 โรง เป็นต้น)

**เฉลย**

ถ้าไม่มีโรงไฟฟ้าถ่านหิน 1 หน่วยการผลิต (แม่เมาะ) ต้องเพิ่มโรงไฟฟ้าชีวมวล กรณีกำลังการผลิตเทียบเท่า

6.1 โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท ไทย พาวเวอร์ ซัพพลายด์ จำกัด (จ.ฉะเชิงเทรา) ( 90 MW) ต้องเพิ่มโรงไฟฟ้าชีวมวล  $202/90 = 2.24$  หน่วยการผลิต หรือ ต้องเป็น 3 หน่วยจึงจะเพียงพอ (ต้องปัดทศนิยมขึ้นเสมอมีฉะนั้นกำลังการผลิตจะไม่เพียงพอต่อปริมาณการใช้)

6.2 โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท เอทีพาวเวอร์ จำกัด (จ.พิจิตร) ( 20 MW) ต้องเพิ่มโรงไฟฟ้าชีวมวล  $202/20 = 10.1$  หน่วยการผลิต หรือ ต้องเป็น 11 หน่วยจึงจะเพียงพอ

6.3 โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท สุราษฎร์ธานี กรีน เอนเนอจี้ จำกัด (จ.สุราษฎร์ธานี) (8.8 MW) ต้องเพิ่มโรงไฟฟ้าชีวมวล  $202/8.8 = 22.95$  หน่วยการผลิต หรือ ต้องเป็น 23 หน่วยจึงจะเพียงพอ

7. ในกรณีที่แก๊สธรรมชาติเริ่มหมดไป จะต้องใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลที่หน่วยเพื่อทดแทนโรงไฟฟ้าที่ใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (หลังจากข้อ 6 และ 7 แล้ว ให้คุณครูสอดแทรกเรื่องการประหยัดพลังงาน)

**เฉลย**

โรงไฟฟ้าที่ใช้แก๊สธรรมชาติประกอบด้วย โรงไฟฟ้าบางปะกง โรงไฟฟ้าน้ำพอง โรงไฟฟ้าจะนะ โรงไฟฟ้าลานกระบือ โรงไฟฟ้าวังน้อยและโรงไฟฟ้าชนอม มีกำลังการผลิตทั้งสิ้น 7,889.60 MW หากใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลทดแทนและมีกำลังการผลิต 90 MW ต้องใช้ทั้งสิ้น 87.66 หรือ 88 โรงไฟฟ้า

8. จากคำถามในข้อ 3 คุณครูสอนเรื่องการตั้งสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เช่น กรณีโรงไฟฟ้าถ่านหิน กำลังการผลิตต่อหน่วยเท่ากับ  $2625/13 = 201.98$  เมกกะวัตต์ต่อหน่วย หากต้องการหากำลังการผลิตเมื่อไม่ทราบจำนวนหน่วยในโรงไฟฟ้าจะตั้งสมการได้เป็น  $y = 201.98x$  เมื่อ  $y$  คือกำลังการผลิตรวม (เมกกะวัตต์) และ  $x$  คือ จำนวนหน่วยโรงไฟฟ้าถ่านหิน

หมายเหตุ ในการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาโจทย์ตั้งแต่ข้อ 3-6 คุณครูจะสามารถสอนเรื่องการตั้งประโยคสัญลักษณ์และการตั้งสมการจากโจทย์ปัญหาได้

**แนวทางการประเมินผล:**

ประเมินผลตัวชี้วัดที่ 1 และ 2 ในมาตรฐาน 1.1 ตัวชี้วัดที่ 1,2 และ 3 ในมาตรฐานที่ 1.2 และ ตัวชี้วัดที่ 1, 2 และ 3 ในมาตรฐาน 4.2

การประเมินผล	ผ่าน/ไม่ผ่าน	สาระ/มตรฐ/ตว
1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบกำลังการผลิตต่อหน่วยภายหลังการหารประมาณเป็นจำนวนเต็มหรือทศนิยม 2 ตำแหน่งได้		1/1.1/1
2. นักเรียนสามารถแปลงตัวเลขกำลังการผลิตเป็นสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้		1/1.1/2
3. นักเรียนสามารถบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็มและทศนิยมจากการแปลงกำลังการผลิตไฟฟ้าเป็นกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยได้ และสามารถเปรียบเทียบพร้อมทั้งวิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบได้		1/1.2/1, 2, 3
4. นักเรียนสามารถแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายจากการเปลี่ยนกำลังการผลิตเป็นกำลังการผลิตต่อหน่วยโรงไฟฟ้า		4/4.2/1
5. นักเรียนสามารถเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังการผลิตไฟฟ้ารวมกับกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยได้		4/4.2/2
6. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบจากการเปรียบเทียบกำลังการผลิตไฟฟ้ารวมและกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยโรงไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท		4/4.2/3

## 2.2 การสร้างกราฟระนาบมุมฉากและอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในกราฟสถิติการใช้ไฟฟ้าและอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศ

การสร้างกราฟระนาบมุมฉากแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้าและอุณหภูมิเฉลี่ยจะทำให้ นักเรียนสามารถฝึกทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์เชิงกายภาพที่สัมพันธ์กันผ่านกราฟซึ่งเป็นรูปแบบทาง คณิตศาสตร์ และเป็นพื้นฐานการต่อยอดการใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงปริมาณประเภทอื่น ทั้งนี้จะครอบคลุมสาระที่ 4

### สาระที่ 4 พืชคณิต (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)

**มาตรฐาน ค 4.2** ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ( mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย	• สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
	2. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากสถานการณ์หรือปัญหาอย่างง่าย	• การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจาก สถานการณ์หรือปัญหา
	3. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย พร้อมทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว
	4. เขียนกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉาก แสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณสองชุดที่ กำหนดให้	• กราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉาก
	5. อ่านและแปลความหมายของกราฟบน ระนาบในระบบพิกัดฉากที่กำหนดให้	

หมายเหตุ: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เน้นในแถบสีเป็นสาระที่นำเอาองค์ความรู้ด้านพลังงานและ กิจกรรมบูรณาการภายใต้หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 เฉพาะที่เกี่ยวข้อง

**ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

**อุณหภูมิและปริมาณการใช้ไฟฟ้า**

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตซีกโลกเหนือ มี 3 ฤดูหลัก คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว โดยช่วงฤดูร้อนอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน ซึ่งเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้ามากขึ้นเช่น เครื่องปรับอากาศ และพัดลม ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนนี้ และในช่วงฤดูหนาวคือในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยจะลดลง ดังนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะลดลง การสังเกตความสัมพันธ์นี้ทำได้โดยการเก็บสถิติความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน

**กิจกรรมที่ 2: สถิติไฟฟ้าและอุณหภูมิในประเทศไทย**

ครอบคลุมสาระที่ 4: มาตรฐาน ค 4.2 ตัวชี้วัดที่ 4 และ 5 สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง กราฟระนาบในระบบพิกัดฉาก

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 100 นาที

วัตถุประสงค์:

1. นักเรียนสร้างกราฟระนาบมุมฉากได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในกราฟระนาบมุมฉากที่สร้างได้

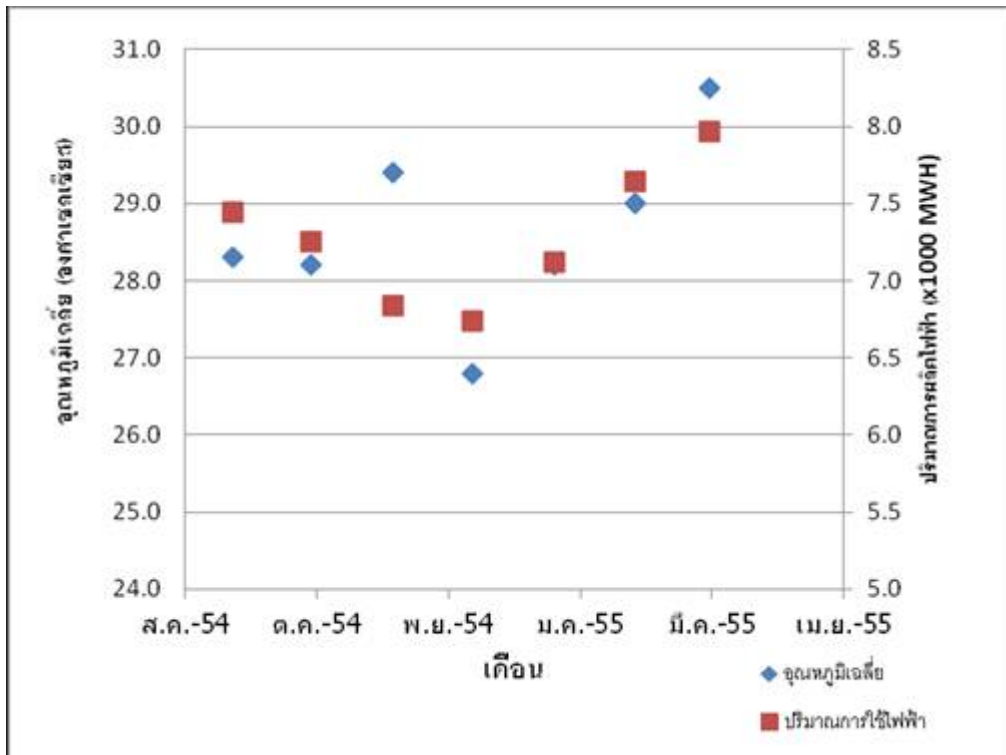
คำอธิบายกิจกรรม:

1. ให้นักเรียนสร้างกราฟระนาบมุมฉากจากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและอุณหภูมิของประเทศไทย
2. ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟระนาบมุมฉากที่สร้าง

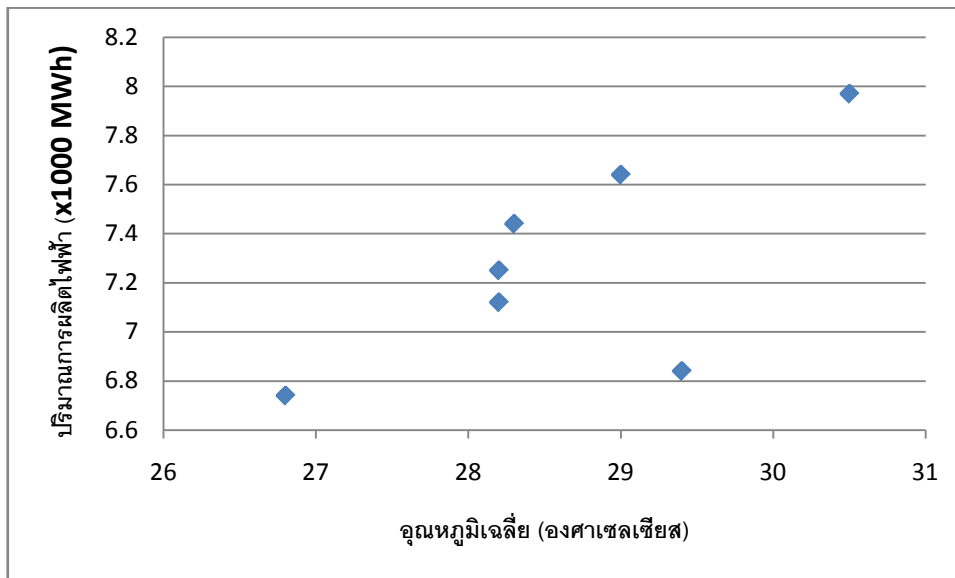
รายละเอียดกิจกรรม:

1. จากตารางข้างล่างแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2555 ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองและอธิบายความหมาย

เดือน	ก.ย. 2554	ต.ค. 2554	พ.ย. 2554	ธ.ค. 2554	ม.ค. 2555	ก.พ. 2555	มี.ค. 2555
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	28.3	28.2	29.4	26.8	28.2	29.0	30.5
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (x 1000 MWh)	7.44	7.25	6.84	6.74	7.12	7.64	7.97



กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณการผลิตไฟฟ้าในช่วงเดือนกันยายน 2554 – มีนาคม 2555



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณการผลิตไฟฟ้า

จากกราฟนี้จะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น (ทั้งนี้ข้อมูลที่ไม่อยู่ในกลุ่มคือ ข้อมูลเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ซึ่งหากกลับไปศึกษาข้อมูลย้อนหลังจะเห็นว่าช่วงนี้เป็นช่วงที่เกิดอุทกภัย ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจึงอาจลดลง)



**แนวทางการประเมินผล:**

ประเมินผลตัวชี้วัดที่ 4 และ 5 ในมาตรฐาน 4.2

การประเมินผล	ผ่าน/ไม่ผ่าน	สาระ/มตฐ/ตว
1. นักเรียนสามารถเขียนกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากแสดงความเกี่ยวข้องของการผลิตไฟฟ้าและอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทยได้จากตารางข้อมูลที่ให้		4/4.2/4
2. นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายของกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตไฟฟ้าและอุณหภูมิเฉลี่ยได้		4/4.2/5

3. ตารางกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรม	ชื่อกิจกรรม	วัตถุประสงค์	เนื้อหา	เวลา	สาระที่/มฐ.	ตัวชี้วัดที่
1	การผลิตไฟฟ้า	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลงตัวเลขเป็นสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ได้</li> <li>2. เพื่อให้นักเรียนสามารถบวก ลบ คูณและหารทศนิยมได้</li> <li>3. เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบโจทย์ปัญหาในรูปแบบทศนิยมได้</li> <li>4. เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียงลำดับทศนิยมได้</li> <li>5. เพื่อให้นักเรียนสามารถประมาณค่าทศนิยมได้</li> <li>6. เพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์ปัญหา</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ให้นักเรียนเขียนตัวเลขกำลังการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์</li> <li>2. ให้นักเรียนหาค่ากำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าแห่งต่างๆ</li> <li>3. ให้นักเรียนประมาณกำลังการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบทศนิยม 2 ตำแหน่งและจำนวนเต็ม</li> <li>4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบโจทย์ปัญหาและวิเคราะห์</li> <li>5. ให้นักเรียนลองตั้งสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดกับกำลังการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย</li> </ol>	100 นาที	1 / ค 1.1 1 / ค 1.2 4 / ค 4.2	1, 2 1, 2, 3 1, 2, 3
2	สถิติไฟฟ้าและอุณหภูมิในประเทศไทย	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้นักเรียนสร้างกราฟบนระนาบมุมฉากได้</li> <li>2. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ปริมาณบนกราฟระนาบมุมฉากได้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ให้นักเรียนสร้างกราฟระนาบมุมฉากจากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและอุณหภูมิของประเทศไทย</li> <li>2. ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟระนาบมุมฉากที่สร้าง</li> </ol>	100 นาที	4 / ค 4.2	4, 5

หมายเหตุ: กิจกรรมทุกกิจกรรมสามารถเลือกมาใช้ตามความเหมาะสม ไม่จำเป็นต้องใช้ตามลำดับของกิจกรรม

#### 4. แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (www.egat.co.th)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและแผนอนุรักษ์พลังงาน ,โครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะ [Online],  
Available:<http://www.dede.go.th/dede/images/stories/ele55.pdf> [17 เมษายน 2556]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) , 2556, คู่มือครูความรู้พื้นฐานด้านพลังงานระดับที่ 2, โครงการ การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่ 2) ได้รับการสนับสนุนโดย กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

บริษัท วายพี คอนซัลแตนท์ จำกัด , ไฟฟ้าพลังน้ำ [Online], Available: <http://www.yip.co.th/2010-10-03-06-35-34/88--hydroelectricity.html> [10 มีนาคม 2556]

Electrical Power System Knowledge, โรงไฟฟ้าถ่านหิน [Online], Available: [http://protectionrelay.blogspot.com/2010/10/blog-post\\_06.html](http://protectionrelay.blogspot.com/2010/10/blog-post_06.html) [22 มีนาคม 2556]

Electricity Production of Thailand, พลังงานชีวมวล [Online], Available: <https://sites.google.com/site/iviciivz/phlangngan-chiw-mwl> [13 มีนาคม 2556]

แบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.1

**แบบฝึกหัดสำหรับกิจกรรมที่ 1: การผลิตไฟฟ้า**

- คุณครูนำข้อมูลตัวอย่างโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ ที่ยังใช้งานอยู่ในประเทศไทยมาให้ให้นักเรียนดูประเภทของโรงไฟฟ้าประกอบด้วย โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้าแบบใช้แก๊ส โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม โรงไฟฟ้าชีวมวล โรงไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

ชื่อโรงไฟฟ้า	ประเภทโรงไฟฟ้า	จำนวนเครื่องผลิตไฟฟ้า (หน่วย)	ประเภทเชื้อเพลิง	กำลังการผลิตรวม (เมกกะวัตต์, MW)
โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	13	ถ่านหิน (ลิกไนต์)	2,625
โรงไฟฟ้าบางปะกง	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	2 5	แก๊สธรรมชาติ, น้ำมันเตา แก๊สธรรมชาติ, น้ำมันดีเซล	3,674.6
โรงไฟฟ้าน้ำพอง	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	2	แก๊สธรรมชาติ	710
โรงไฟฟ้าจะนะ	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	1	แก๊สธรรมชาติ	731
โรงไฟฟ้าลานกระบือ	โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส	8	แก๊สธรรมชาติ	150
โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	2	น้ำ	500
โรงไฟฟ้าวังน้อย	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	3	แก๊สธรรมชาติ	1,800
โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	8	น้ำ	731.2
โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	4	น้ำ	500
โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์	โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	5	น้ำ	720
โรงไฟฟ้าขนอม	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	1 5	แก๊สธรรมชาติ	824
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท เอที พาวเวอร์ จำกัด (จ.พิจิตร)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	แกลบ	20

ชื่อโรงไฟฟ้า	ประเภทโรงไฟฟ้า	จำนวนเครื่องผลิตไฟฟ้า (หน่วย)	ประเภทเชื้อเพลิง	กำลังการผลิตรวม (เมกกะวัตต์, MW)
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท ไทยพาวเวอร์ ซัพพลายด์ จำกัด (จ.ฉะเชิงเทรา)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	แกลบ, เศษไม้	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท โรงไฟฟ้าน้ำตาลขอนแก่น จำกัด (จ.ขอนแก่น)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	กากอ้อย	90
โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัท สุราษฎร์ธานี กรีน เอนเนอจี้ จำกัด (จ.สุราษฎร์ธานี)	โรงไฟฟ้าชีวมวล	1	ทะลายปาล์ม, ไยปาล์ม, กะลาปาล์ม	8.8
โรงไฟฟ้าเตาเผาขยะ ภูเก็ต	โรงไฟฟ้าขยะ (เตาเผา)	1	ขยะ	2.5
โครงการหลุมฝังกลบพนมสารคาม บริษัทเจริญสมพงษ์	โรงไฟฟ้าขยะ	1	แก๊สชีวภาพจากหลุมฝังกลบ	2.0

การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (www.egat.co.th)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและแผนอนุรักษ์พลังงาน,โครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะ [Online], Available: <http://www.dede.go.th/dede/images/stories/ele55.pdf> [17 เมษายน 2556]

Electricity Production of Thailand, พลังงานชีวมวล [Online], Available: <https://sites.google.com/site/iviciivz/phlangngan-chiw-mwl> [13 มีนาคม 2556]

- ให้นักเรียนเขียนกำลังการผลิตรวมของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่งในรูปสัญลัษณ์วิทยาศาสตร์ เช่น กำลังการผลิตรวมของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ  $2625 = 2 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0$  เป็นต้น
- ให้นักเรียนประมาณกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่ง (ทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่ง และประมาณเป็นจำนวนเต็ม)
- ให้นักเรียนจัดอันดับโรงไฟฟ้าตามกำลังการผลิตต่อหน่วยของแต่ละแห่ง (คุณครูสอดแทรกเรื่องกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภทในตารางนี้ว่าหากเรียงอันดับตามกำลังการผลิตต่อหน่วยจากมากไปน้อยแล้ว โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมจะมีกำลังการผลิตต่อหน่วยสูงสุดและ

โรงไฟฟ้าชีวมวลจะมีกำลังการผลิตต่อหน่วยต่ำที่สุด แต่ทั้งนี้ไม่รวมโรงไฟฟ้าประเภทอื่น เช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าพลังงานรังสีอาทิตย์)

5. ให้นักเรียนหาผลต่างของกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท เช่น ผลต่างระหว่างโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม เป็นต้น โดยใช้ตัวเลขจากข้อที่ 3 (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
6. ให้นักเรียนลองประมาณดูว่าหากเลิกใช้โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงถ่านหินเพื่อลดมลพิษทางอากาศแล้ว ต้องใช้โรงไฟฟ้าชีวมวล (นำตัวเลขของโรงไฟฟ้าที่พิจารณามาใช้ก่อน ตามด้วยโรงไฟฟ้าชีวมวล (ขอนแก่น) ซึ่งในกรณีหลังจะเหลือเศษมาก คุณครูอาจจะแทรกเรื่อง ครน.เข้าไป เพื่อเทียบเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน 9 หน่วยเท่ากับโรงไฟฟ้าชีวมวล (ขอนแก่น) 20 โรง เป็นต้น) จำนวนกี่หน่วยต่อโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน 1 หน่วย โดยพิจารณาจากกำลังการผลิตต่อหน่วยของโรงไฟฟ้าทั้ง 2 ประเภท
7. ในกรณีที่แก้สมการขาดิเริ่มหมดไป จะต้องใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลกี่หน่วยเพื่อทดแทนโรงไฟฟ้าที่ใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (หลังจากข้อ 6 และ 7 แล้ว ให้คุณครูสอดแทรกเรื่องการประหยัดพลังงาน)
8. จากคำถามในข้อ 3 คุณครูสอนเรื่องการตั้งสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เช่น กรณีโรงไฟฟ้าถ่านหิน กำลังการผลิตต่อหน่วยเท่ากับ  $2625/13 = 201.98$  เมกกะวัตต์ต่อหน่วย หากต้องการหา กำลังการผลิตเมื่อไม่ทราบจำนวนหน่วยในโรงไฟฟ้าจะตั้งสมการได้เป็น  $y = 201.98x$  เมื่อ  $y$  คือ กำลังการผลิตรวม (เมกกะวัตต์) และ  $x$  คือ จำนวนหน่วยโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน

**แบบฝึกหัดสำหรับกิจกรรมที่ 2: สถิติไฟฟ้าและอุณหภูมิในประเทศไทย**

- จากตารางข้างล่างแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2555 ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสองและอธิบายความหมาย

เดือน	ก.ย. 2554	ต.ค. 2554	พ.ย. 2554	ธ.ค. 2554	ม.ค. 2555	ก.พ. 2555	มี.ค. 2555
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	28.3	28.2	29.4	26.8	28.2	29.0	30.5
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (x 1000 MWh)	7.44	7.25	6.84	6.74	7.12	7.64	7.97































## คณะผู้จัดทำ

ผศ.ดร.จิรวรรณ	เตียรณ์สุวรรณ
รศ.วารุณี	เตีย
ดร.นันทน์	ถาวรังกูร
นางเครือวัลย์	มณีวัต
นางสาวจิตรลดา	เจริญวุฒิสัย
ดร.นคร	ศรีสุขุมบวรชัย
ผศ.ดร.ปรีชา	เต็มสุขสวัสดิ์
ผศ.ดร.สุพัฒน์พงษ์	ดำรงรัตน์
รศ.ดร.สร้อยดาว	วินิจันท์รัตน์
ผศ.จารุรัตน์	วรนิสรากุล
รศ.ดร.ยุวพิน	दानุสิตาพันธ์
ผศ.ดร.นงพงา	คุณจักร
ผศ.ดร.มารศรี	เรืองจิตช์ชวัลย์
รศ.นฤมล	จีโยโชค
อาจารย์ปัญญานีย์	พราพงษ์
รศ.ดร.พรนภิส	ดาราสว่าง
ผศ.วิลักษณ์	ศรีมาวิน
อาจารย์สุรัตน์	เพชรนิล
ดร.สุจินต์	จิระชีวะนันท์
ดร.มงคล	นามลักษณ์
นางอรุณี	โอฬารานนท์

หน่วยวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ  
สายวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140  
โทรศัพท์. 0-2470-8695-99 ต่อ 515, 518 โทรสาร. 0-2470-8674



สำนักงานนโยบาย  
และแผนพลังงาน  
กระทรวงพลังงาน

โครงการการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ  
ด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่๒)