

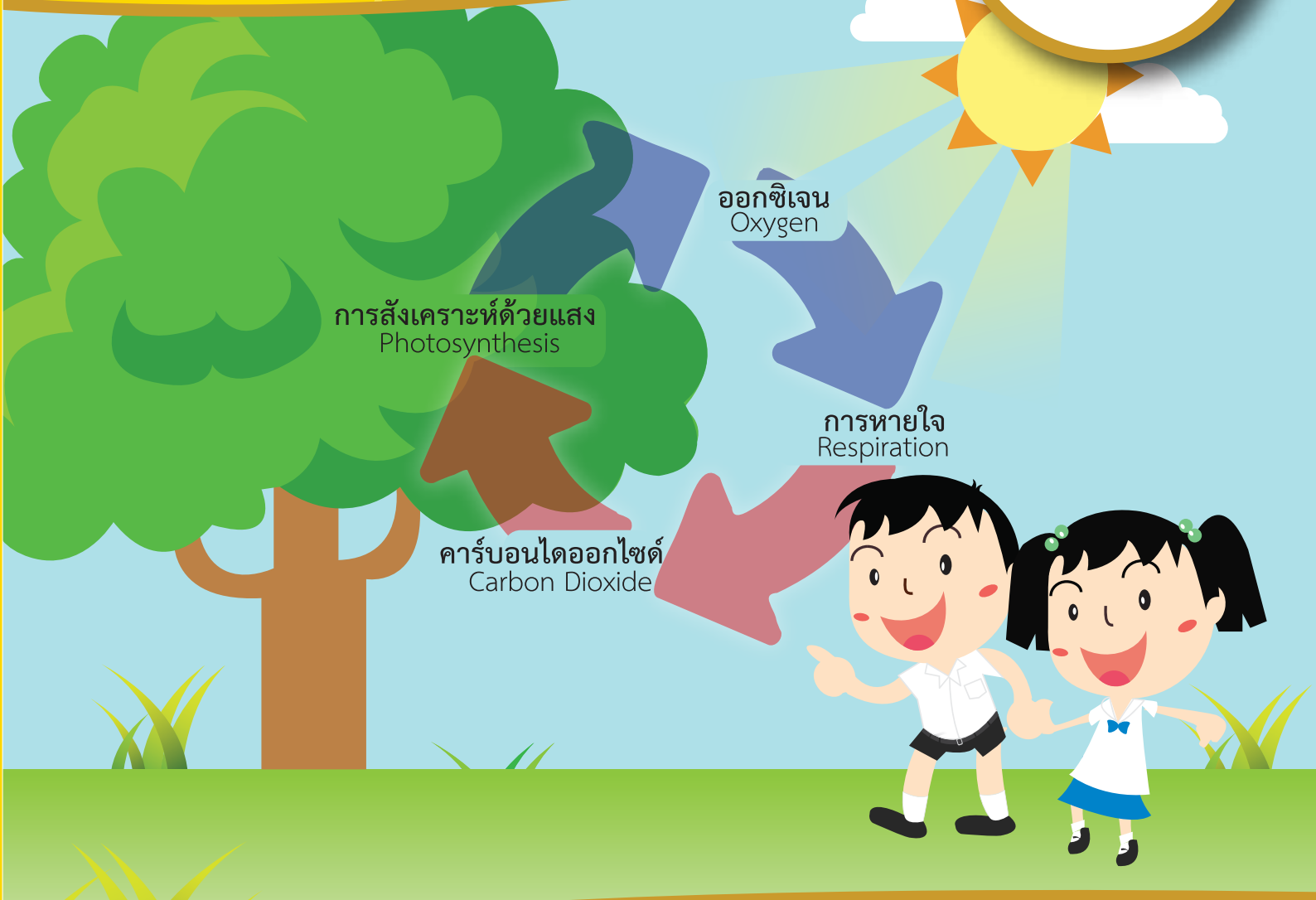


สำนักงานนโยบาย  
และแผนพลังงาน  
กระทรวงพลังงาน

โครงการการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ  
ด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่๒)

# คู่มือครู วิชาคณิตศาสตร์

มัธยมศึกษาปีที่  
**๓**



สนับสนุนโดย

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน  
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

ดำเนินการโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## คำนำ

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

คู่มือครูนี้ได้ออกแบบและจัดทำให้สอดคล้องกับความรู้ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นการศึกษาตาม สาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของสำนักวิชาการและ มาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ คำศัพท์วิชาการที่ใช้ ส่วนใหญ่อ้างอิงจาก พจนานุกรมศัพท์พลังงาน (อังกฤษ-ไทย) ราชบัณฑิตยสถาน (2551) โดยชุดคู่มือครูนี้ ได้ 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 ที่ ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินโครงการนี้ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและคุณครูทุกท่านที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในโครงการนี้

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูชุดนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ในประเทศไทยโดยมีการเพิ่มสาระด้านพลังงานเพื่อทำให้คุณครูสามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการเรียน การ สอน ให้แก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องของ พลังงาน ตลอดจนสามารถนำไปปรับใช้กับชีวิตประจำวันทั้งในปัจจุบันและในอนาคตซึ่งจะส่งผลให้เกิดการ พัฒนาพลังงานของประเทศไทยอย่างยั่งยืนสืบไป

คณะผู้จัดทำ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## สารบัญ

### คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.3

1.	แผนผังสาระการเรียนรู้.....	1
1.1	สาระการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551.....	1
1.2	กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 5 หัวข้อหลักดังแผนภาพ.	2
2.	สาระด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชา.....	3
2.1	การสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และการนำไปใช้ การสร้างกราฟแสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณสองชนิดจากองค์ประกอบของค่าไฟฟ้า .....	4
	สาระที่ 4 พีชคณิต (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551) .....	4
	กิจกรรมที่ 1: การคิดค่าไฟฟ้า.....	6
3.	ตารางกิจกรรมการเรียนรู้ .....	16
4.	แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม .....	17

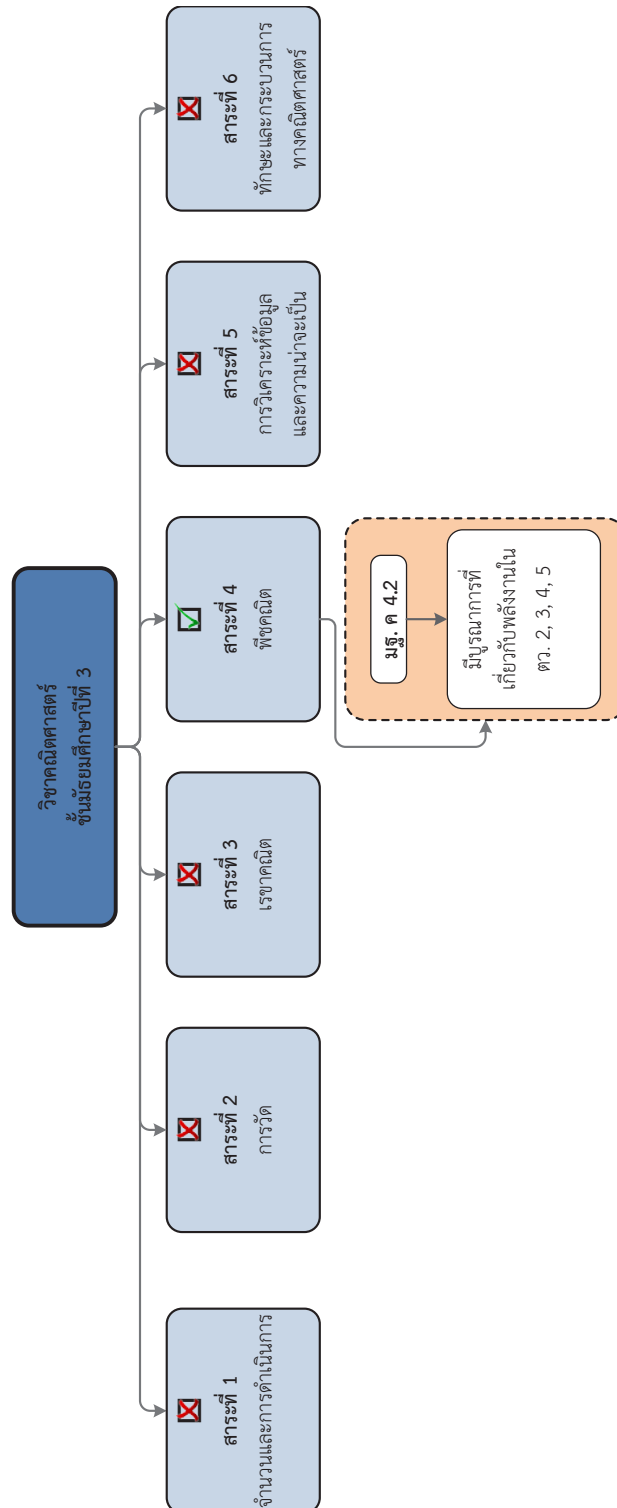
### แบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.3

	แบบฝึกหัดสำหรับกิจกรรมที่ 1: การคิดค่าไฟฟ้า .....	19
--	---	----

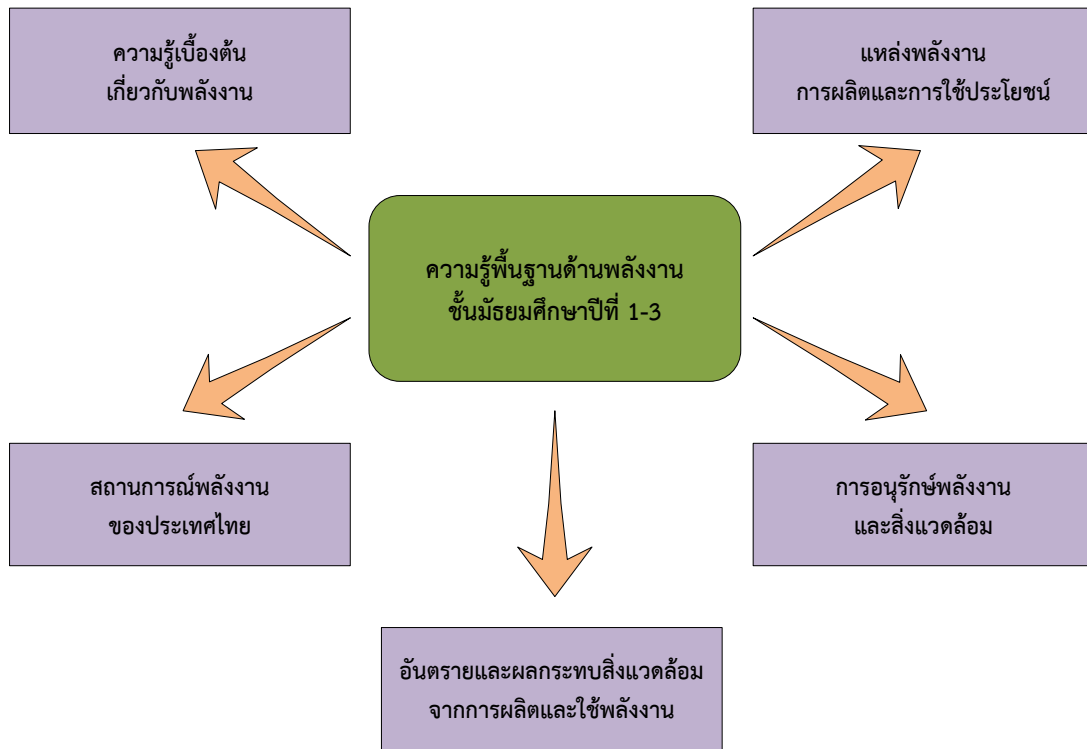
คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.3

### 1. แผนผังสาระการเรียนรู้

#### 1.1 สาระการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551

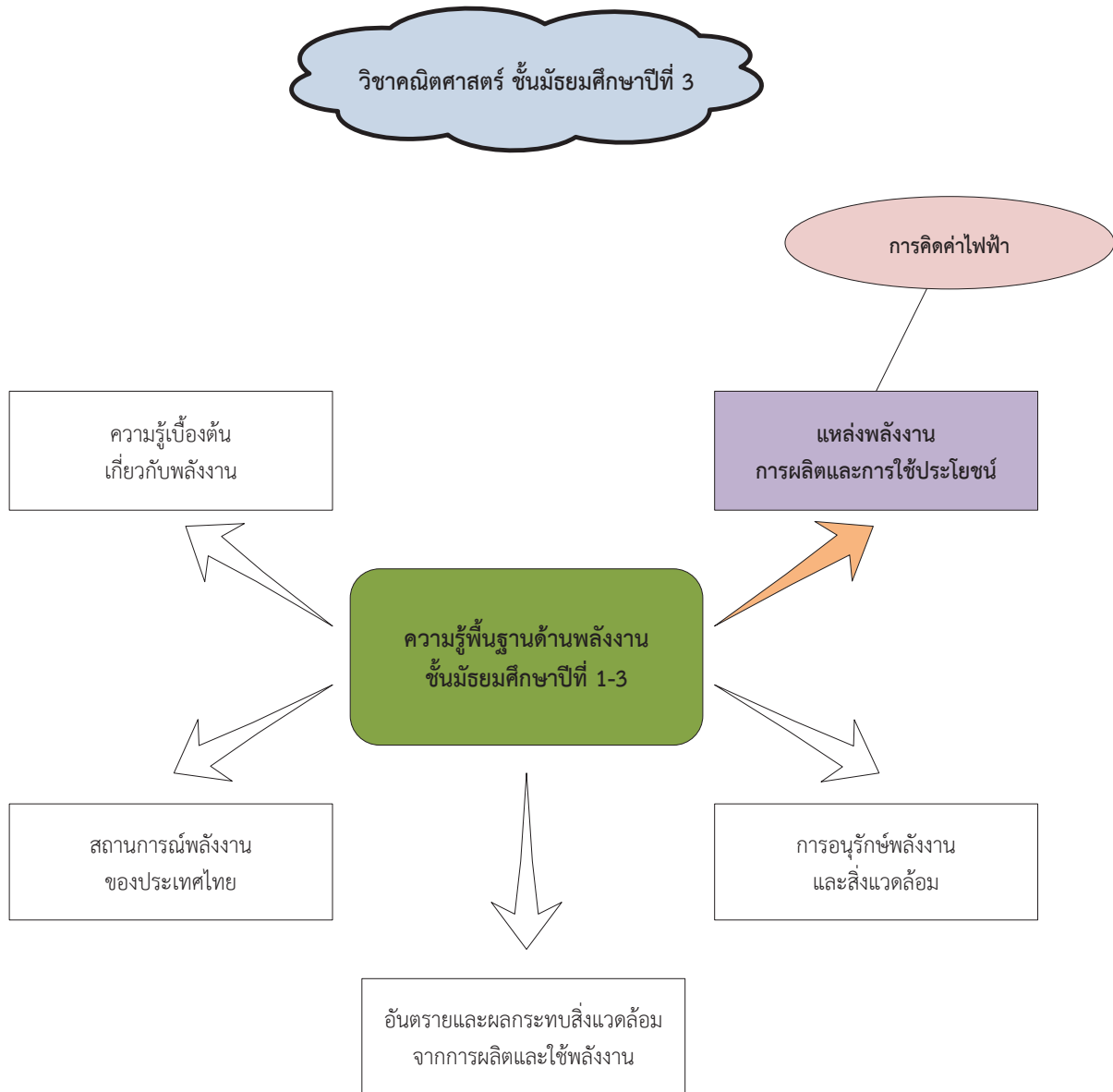


### 1.2 กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 5 หัวข้อหลักดังแผนภาพ



## 2. สาระด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชา

การบูรณาการสาระด้านพลังงานเข้ากับสาระวิชาเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ด้านพลังงานที่เสริมในรายวิชา โดยเป็นความรู้ผ่านการเรียนรู้สาระแกนกลางพร้อมทั้งกิจกรรมเพื่อเสริมกระบวนการเรียนรู้และความเข้าใจในเรื่องของเทคโนโลยี การใช้ประโยชน์และผลกระทบทางด้านพลังงานดังหัวข้อต่อไปนี้



ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นี้จะเสริมความรู้ด้านการคิดค่าไฟฟ้า โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จักวิธีการคิดค่าไฟฟ้าและรู้ที่มาขององค์ประกอบของต้นทุนด้านต่างๆที่อยู่ในค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละวัน ซึ่งนักเรียนจะเห็นผลขององค์ประกอบต่างๆเช่น ค่าไฟฟ้าคงที่ ค่าไฟฟ้าผันแปร ภาษีมูลค่าเพิ่มต่อค่าใช้ไฟฟ้าผ่านการสร้างสมการเชิงเส้นตรงและการสร้างกราฟ ทั้งนี้การบูรณาการจะครอบคลุมสาระที่ 4

**2.1 การสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และการนำไปใช้ การสร้างกราฟแสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณสองชนิดจากองค์ประกอบของค่าไฟฟ้า**

ค่าไฟฟ้าคำนวณจากองค์ประกอบหลายส่วน ทั้งปริมาณการใช้ ค่าไฟฟ้าผันแปรมาตรฐานที่มาจากเชื้อเพลิง ค่าบริการและภาษีมูลค่าเพิ่ม การสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากปริมาณสองชนิดที่เป็นองค์ประกอบของค่าไฟฟ้าจะทำให้นักเรียนเห็นผลกระทบขององค์ประกอบต่างๆที่มีต่อค่าไฟฟ้า นอกจากนี้ นักเรียนจะสามารถเห็นความสัมพันธ์นั้นอย่างง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้นผ่านรูปแบบของกราฟเส้น และกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ทั้งนี้จะครอบคลุมสาระที่ 4 ในสาระเรียนรู้แกนกลาง

**สาระที่ 4 พีชคณิต (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)**

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

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้</li> </ul>
	2. เขียนกราฟแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>กราฟแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น</li> </ul>
	3. เขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	<ul style="list-style-type: none"> <li>กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร</li> <li>กราฟอื่นๆ</li> </ul>
	4. อ่านและแปลความหมายกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและกราฟอื่นๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร</li> <li>กราฟอื่นๆ</li> </ul>
	5. แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และนำไปใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และการนำไปใช้</li> </ul>

หมายเหตุ: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เน้นในแถบสีเป็นสาระที่นำเอาองค์ความรู้ด้านพลังงานและกิจกรรมมาบูรณาการภายใต้หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 เฉพาะที่เกี่ยวข้อง



**ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

องค์ประกอบของค่าไฟฟ้าและวิธีการคิดค่าไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนสำหรับประเทศไทย

โครงสร้างการคิดค่าไฟฟ้า ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ค่าไฟฟ้าฐาน ค่าไฟฟ้าผันแปร และ ภาษีมูลค่าเพิ่ม นอกจากนี้ยังมีค่าบริการซึ่งเป็นค่าคงที่ โดยที่

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าไฟฟ้าต่อเดือน} &= \text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ} + \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม} \\
 &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) + (7/100) \times (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) \\
 &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) \times (1 + 7/100) \\
 &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วย} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าบริการ}) \times (1.07)
 \end{aligned}$$

ค่าไฟฟ้าฐาน มาจากค่าลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้า สายส่งไฟฟ้า สถานีจ่ายไฟฟ้าและค่าเชื้อเพลิง ค่าไฟฟ้าฐานมีอัตราแน่นอน แบ่งตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า 7 ประเภท

ค่าไฟฟ้าผันแปรหรือที่เรียกกันว่า เอฟที (Ft) เป็นค่าไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนตามต้นทุนการผลิต ระบบส่งและระบบจำหน่าย ซึ่งเป็นผล มาจากปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้า ปัจจัยเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน ปัจจุบันจะทำการปรับ 4 เดือนต่อครั้ง การปรับค่าไฟฟ้าผันแปรดำเนินการโดย คณะอนุกรรมการกำกับสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ ภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการ พิจารณานโยบายพลังงาน ทั้งนี้ค่าไฟฟ้าผันแปรจะแสดงในช่อง Ft ส่วนเพิ่ม/ส่วนลด ในใบเสร็จค่าไฟฟ้าหรือใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า

## กิจกรรมที่ 1: การคิดค่าไฟฟ้า

ครอบคลุมสาระที่ 4 มาตรฐาน ค 4.2 ตัวชี้วัดที่ 2, 3, 4 และ 5 สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง กราฟแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปริมาณสองชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น เขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อ่านและแปลกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและการนำไปใช้

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 200 นาที

วัตถุประสงค์:

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองชนิด
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างเขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
3. เพื่อให้นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายกราฟสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
4. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหาและสามารถแก้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

คำอธิบายกิจกรรม:

1. ให้นักเรียนสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อคิดค่าไฟฟ้าจากหน่วยการใช้ไฟฟ้า
2. ให้นักเรียนคำนวณค่าไฟฟ้าจากหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ที่สมมติขึ้น
3. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้า
4. ให้นักเรียนสร้างสมการที่มีตัวแปรต้นสองตัวแปรได้เพื่อหาค่าไฟฟ้าโดยตัวแปรต้นสองตัวแปร ได้แก่ หน่วยไฟฟ้าที่ใช้และอัตราภาษีมูลค่าเพิ่ม
5. ให้นักเรียนคำนวณค่าไฟฟ้าจากหน่วยไฟฟ้าที่ใช้และอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มที่สมมติขึ้น
6. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ อัตราภาษีมูลค่าเพิ่มและค่าไฟฟ้า

รายละเอียดกิจกรรม:

1. คุณครูให้นักเรียนไปหาบิลแสดงค่าไฟฟ้าของบ้านตัวเองมา แล้วเอามาอภิปรายในห้อง
2. คุณครูอธิบายโครงสร้างการคิดค่าไฟฟ้าซึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ค่าไฟฟ้าฐาน ค่าไฟฟ้าผันแปร และภาษีมูลค่าเพิ่ม นอกจากนี้ยังมีค่าบริการซึ่งเป็นค่าคงที่ ทั้งนี้คุณครูแสดงตารางการคำนวณค่าไฟฟ้างี้

ตารางแสดงตัวอย่างค่าพลังงานไฟฟ้าฐานสำหรับบ้านพักอาศัยประเภทที่ 1.2 ที่ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือนหรือใช้หม้อแปลงขนาดมากกว่า 5 แอมแปร์

อัตรารายเดือน : พลังงานไฟฟ้า	หน่วยที่	ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)
150 หน่วยแรก	หน่วยที่ 0-150	2.7628 บาท
250 หน่วยต่อไป	หน่วยที่ 151-400	3.7362 บาท
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป	หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป	3.9361 บาท
<b>ค่าบริการ : เดือนละ 40.90 บาท</b>		

หมายเหตุ: ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 27.13 สตางค์ต่อหน่วย และ อัตราภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% หรือ 7/100

คุณครูอธิบายโครงสร้างการคิดค่าไฟฟ้าจาก

ค่าไฟฟ้าต่อเดือน = ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร + ค่าบริการ + ภาษีมูลค่าเพิ่ม

$$= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) + (7/100) \times (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ})$$

$$= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) \times (1 + 7/100)$$

$$= (\text{ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วย} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าบริการ}) \times (1.07)$$

3. ให้นักเรียนเขียนสมการการคิดค่าไฟฟ้าจากโครงสร้างไฟฟ้าที่คุณครูอธิบาย หากให้  $X$  คือจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ไม่เกิน 150 หน่วย  
(ให้นักเรียนลองทำดูก่อน หากเห็นว่านักเรียนทั้งหมดใช้เวลามากกว่า 10 นาที คุณครูจึงเริ่มเฉลย)

**เฉลย:**

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าต่อเดือน} &= \text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ} + \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม} \\ &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) + (7/100) \times (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่า} \\ &\quad \text{ไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) \\ &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) \times (1 + 7/100) \\ &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วย} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \\ &\quad \text{ค่าบริการ}) \times (1.07) \end{aligned}$$

สมการการคิดค่าไฟฟ้า ( $y$ ) (บาท) จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = (2.7628 X + 0.2713 X + 40.90) \times 1.07$$

ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4. ให้นักเรียนสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 50 – 150 หน่วย จำนวน 4 ค่าเช่น 50 70 100 และ 150 แล้วหาค่าไฟฟ้าในช่วงนั้น

**เฉลย**

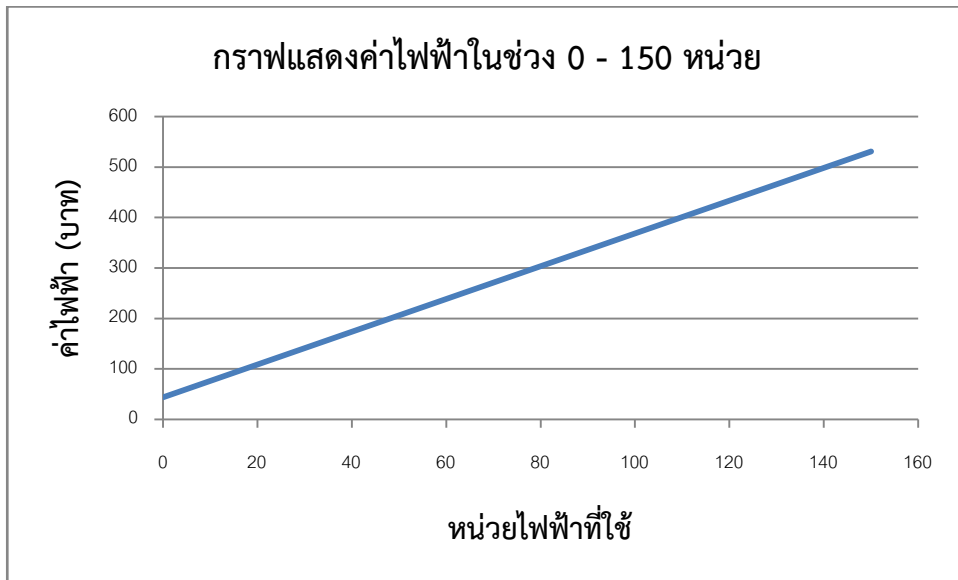
$$\text{ค่าไฟฟ้า 50 หน่วย} = (2.7628 \times 50 + 0.2713 \times 50 + 40.90) \times 1.07 = 206.09 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า 70 หน่วย} = (2.7628 \times 70 + 0.2713 \times 70 + 40.90) \times 1.07 = 271.02 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า 100 หน่วย} = (2.7628 \times 100 + 0.2713 \times 100 + 40.90) \times 1.07 = 368.41 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า 150 หน่วย} = (2.7628 \times 150 + 0.2713 \times 150 + 40.90) \times 1.07 = 530.74 \text{ บาท}$$

5. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้าจากผลในข้อ 4  
เฉลย



จากกราฟจะเห็นว่าความชันของกราฟมีค่าเท่ากันตลอดช่วง และค่าไฟฟ้าเริ่มต้นไม่เท่ากับ 0 เพราะมีค่าบริการที่ต้องเสียถึงแม้ว่าจะไม่มีการใช้ไฟฟ้าก็ตาม

6. ให้นักเรียนคิดสมการการคิดค่าไฟฟ้ากรณีหน่วยไฟฟ้าอยู่ในช่วง 151-400 หน่วย  
(ให้นักเรียนลองทำดูก่อน หากเห็นว่านักเรียนทั้งหมดใช้เวลามากกว่า 10 นาที คุณครูจึงเริ่มเฉลย)

เฉลย จาก

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าไฟฟ้าต่อเดือน} &= \text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ} + \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม} \\
 &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วย} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} \\
 &\quad + \text{ค่าบริการ}) \times (1.07) \\
 &= ((\text{ค่าไฟฟ้าจากการคิด 150 หน่วยแรก}) + (\text{ค่าไฟฟ้า 250 หน่วยถัดไป}) + \text{ค่าไฟฟ้า} \\
 &\quad \text{ผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าบริการ}) \times (1.07) \\
 &= ((150 \times 2.7628) + (3.7342 \times (X - 150)) + 27.13 X + 40.90) \times 1.07 \\
 &= (414.42 + (3.7342 \times (X - 150)) + 27.13 X + 40.90) \times 1.07
 \end{aligned}$$

สมการการคิดค่าไฟฟ้า (y) จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = (3.7342 \times (X - 150) + 27.13 X + 455.32) \times 1.07$$

ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

7. ให้นักเรียนสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 151 – 400 หน่วย จำนวน 5 ค่าเช่น 151 200 250 300 และ 400 แล้วหาค่าไฟฟ้าในช่วงนั้น

**เฉลย**

ค่าไฟฟ้า 151 หน่วย =  $(3.7362 \times (151 - 150) + 0.2713 \times 151 + 455.32) \times 1.07 = 535.02$  บาท

ค่าไฟฟ้า 200 หน่วย =  $(3.7362 \times (200 - 150) + 0.2713 \times 200 + 455.32) \times 1.07 = 745.14$  บาท

ค่าไฟฟ้า 250 หน่วย =  $(3.7362 \times (250 - 150) + 0.2713 \times 250 + 455.32) \times 1.07 = 959.54$  บาท

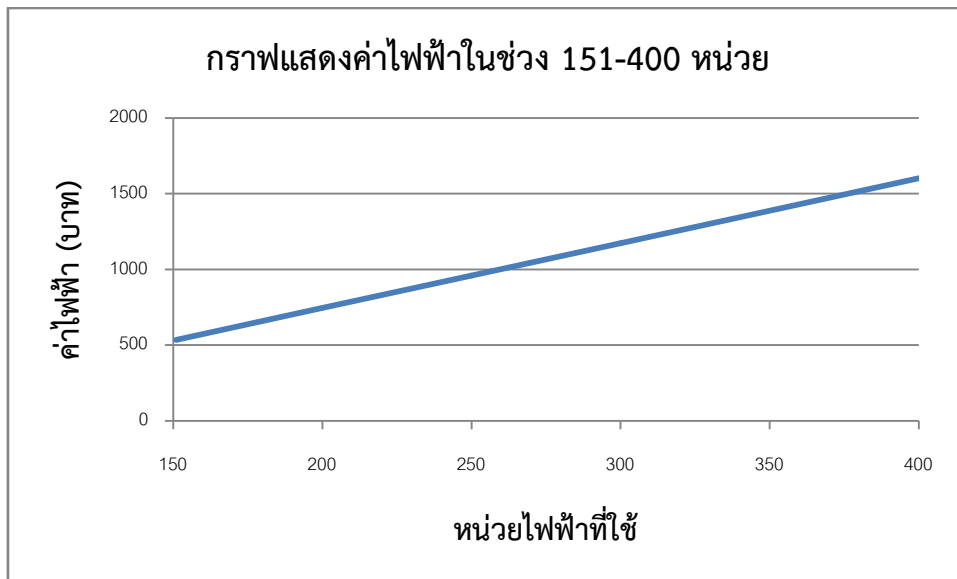
ค่าไฟฟ้า 300 หน่วย =  $(3.7362 \times (300 - 150) + 0.2713 \times 300 + 455.32) \times 1.07 = 1173.94$  บาท

ค่าไฟฟ้า 400 หน่วย =  $(3.7362 \times (400 - 150) + 0.2713 \times 400 + 455.32) \times 1.07 = 1602.74$  บาท

จากคำตอบในข้อนี้ นักเรียนจะเห็นว่าค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มขึ้นเท่ากันตลอดสอดคล้องตามสมการที่ตั้งไว้ในข้อ 6

8. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้าจากผลในข้อ 7

**เฉลย**



จากกราฟที่ได้จะเห็นลักษณะของสมการเส้นตรงบ่งบอกว่าค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนคงที่แปรผันตรงกับหน่วยไฟฟ้าที่ใช้

9. ให้นักเรียนคิดสมการการคิดค่าไฟฟ้ากรณีหน่วยไฟฟ้าอยู่ในช่วงมากกว่า 400 หน่วยขึ้นไป (ให้นักเรียนลองทำดูก่อน หากเห็นว่านักเรียนทั้งหมดใช้เวลามากกว่า 10 นาที คุณครูจึงเริ่มเฉลย)

**เฉลย:** จาก

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าต่อเดือน} &= \text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ} + \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม} \\ &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วย} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} \\ &\quad + \text{ค่าบริการ}) \times (1.07) \\ &= ((\text{ค่าไฟฟ้าจากการคิด 150 หน่วยแรก}) + (\text{ค่าไฟฟ้าจากการคิด 250 หน่วยต่อไป}) \\ &\quad + (\text{ค่าไฟฟ้าส่วนที่เกิน 400 หน่วย}) + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \\ &\quad \text{ค่าบริการ}) \times (1.07) \\ &= ((150 \times 2.7628) + (3.7342 \times 250) + (3.9361 \times (X - 400))) + 27.13X + 40.90 \\ &\quad \times 1.07 \\ &= (414.42 + 934.05 + 3.9361 \times (X - 400)) + 27.13 X + 40.90 \times 1.07 \end{aligned}$$

สมการการคิดค่าไฟฟ้า (y) จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = (3.9361 \times (X - 400) + 27.13 X + 1389.37) \times 1.07$$

ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

10. ให้นักเรียนสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 401-1000 หน่วย จำนวน 5 ค่าเช่น 401 500 650 800 และ 1000 แล้วหาค่าไฟฟ้าในช่วงนั้น

**เฉลย**

$$\text{ค่าไฟฟ้า 401 หน่วย} = (3.9361 \times (X - 150) + 0.2713 \times 401 + 1389.37) \times 1.07 = 1607.24 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า 500 หน่วย} = (3.9361 \times (X - 150) + 0.2713 \times 500 + 1389.37) \times 1.07 = 2052.93 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า 650 หน่วย} = (3.9361 \times (X - 150) + 0.2713 \times 650 + 1389.37) \times 1.07 = 2728.22 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า 800 หน่วย} = (3.9361 \times (X - 150) + 0.2713 \times 800 + 1389.37) \times 1.07 = 3403.51 \text{ บาท}$$

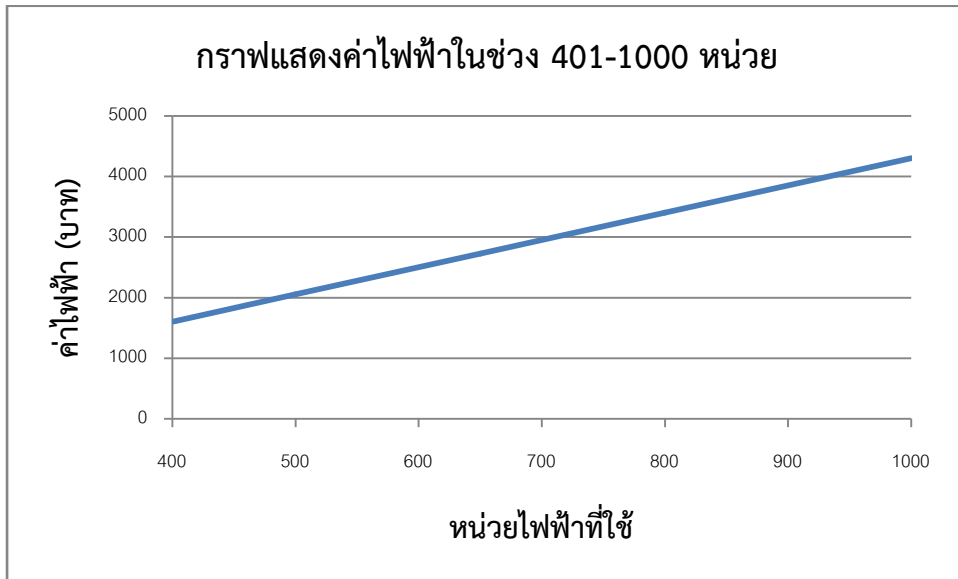
$$\text{ค่าไฟฟ้า 1000 หน่วย} = (3.9361 \times (X - 150) + 0.2713 \times 1000 + 1389.37) \times 1.07 = 4303.90$$

บาท

จากคำตอบในข้อนี้ นักเรียนจะเห็นว่าค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มขึ้นเท่ากันตลอดในช่วง สอดคล้องตามสมการที่ตั้งไว้ในข้อ 9

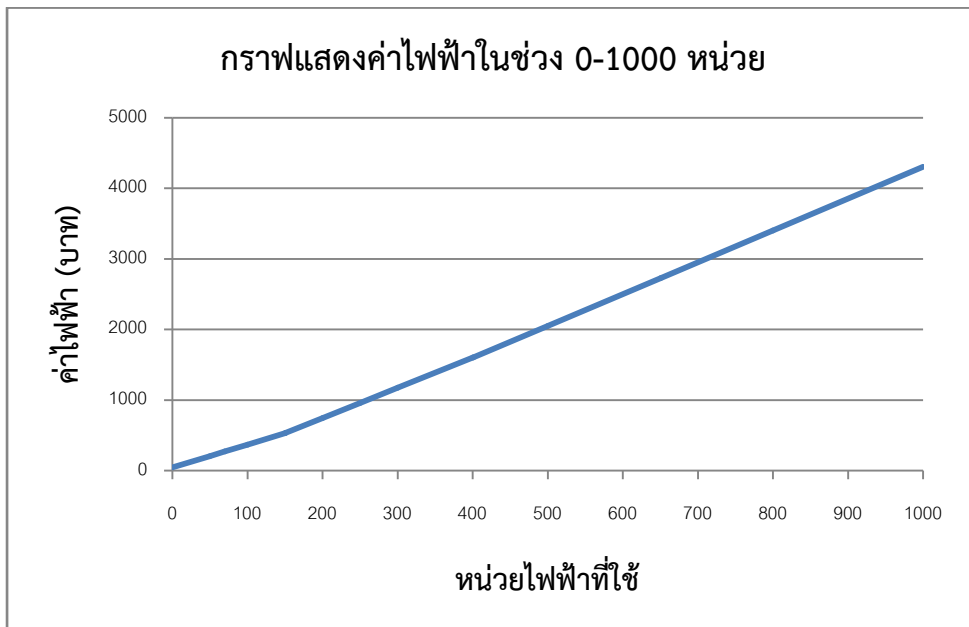
11. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้าจากผลในข้อ 10

เฉลย



12. ให้นักเรียนสร้างกราฟใหญ่ที่รวมผลของกราฟในข้อ 4 7 และ 10 ซึ่งจะเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรสองตัว

เฉลย



จากกราฟจะเห็นว่าค่าความชันของค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงจะไม่เท่ากัน โดยช่วง 0-150 มีค่าความชันต่ำสุด และค่าความชันจะสูงขึ้น ซึ่งจะสูงขึ้นตามราคาค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย ทั้งนี้โยบายที่ให้ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเพิ่มขึ้นก็เพื่อให้เราประหยัดพลังงาน ใช้ให้คุ้มค่า และคนที่ใช้พลังงาน



ฟ้ามากก็หมายถึงมีกำลังในการที่จะจ่ายไฟฟ้ามาก ซึ่งไฟฟ้าผลิตจากทรัพยากรที่เราต้องใช้อย่างคุ้มค่า

13. ให้นักเรียนกำหนดอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มเป็นตัวแปรอีก 1 ตัวเรียกว่า V มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ให้นักเรียนเขียนสมการตัวแปรต้นสองตัวแปรประกอบด้วย หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ และ อัตราภาษีมูลค่าเพิ่ม โดยให้คิดเป็นกรณีหน่วยไฟฟ้าที่ใช้มากกว่า 400 หน่วย

**เฉลย:** จาก

$$Y = (3.9361 \times (X - 400) + 0.2713 X + 1389.37) \times 1.07$$

$$Y = (3.9361 \times (X - 400) + 0.2713 X + 1389.37) \times (1 + V/100)$$

14. ให้นักเรียนสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 401-1000 หน่วย จำนวน 2 ค่า ตัวอย่างเช่น 500 และ 800 หน่วย และให้สมมติกำหนดอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มขึ้นจาก 7 เปอร์เซ็นต์ที่ละ 1 เปอร์เซ็นต์จนถึง 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วหาค่าไฟฟ้าจากค่าที่กำหนด

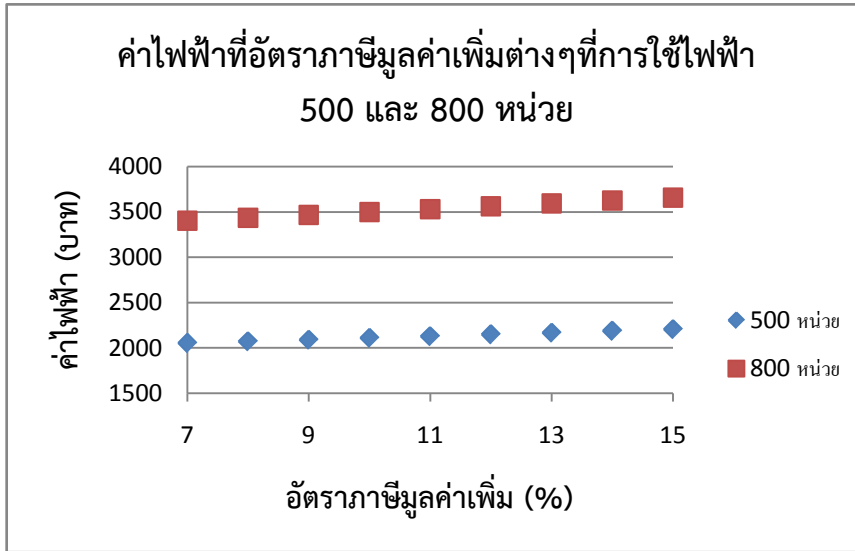
**เฉลย**

ตัวอย่างประกอบสำหรับค่าคิดค่าไฟฟ้ากรณีใช้ไฟฟ้าที่ 500 และ 800 หน่วย กำหนด V เป็นอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มจาก 7% เป็น 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 และ 15% ตามลำดับ ซึ่งจะได้ค่าไฟฟ้าตามตาราง

อัตรา ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT, %)	หน่วยการใช้ไฟฟ้า	
	500	800
7	2,052.93	3,403.51
8	2,072.12	3,435.32
9	2,091.31	3,467.13
10	2,110.49	3,498.94
11	2,129.68	3,530.74
12	2,148.87	3,562.55
13	2,168.05	3,594.36
14	2,187.24	3,626.17
15	2,206.42	3,657.98

15. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ อัตราภาษีมูลค่าเพิ่มและค่าไฟฟ้า (แกน Y) จากผลในข้อ 14

เฉลย



16. ให้นักเรียนอภิปรายกราฟที่ได้

เฉลย

จากข้อ 15 ให้อภิปรายผลของภาษีมูลค่าเพิ่มและหน่วยการใช้ไฟฟ้าว่าส่งผลต่อค่าไฟฟ้าอย่างไร เช่นเมื่อคิดที่ใช้ไฟฟ้า 500 หน่วย การเพิ่มภาษีมูลค่าเพิ่มทุก 1 เปอร์เซ็นต์จะเพิ่มค่าไฟฟ้าประมาณ 19 บาท ในขณะที่เมื่อใช้ไฟฟ้าที่ 800 หน่วยจะเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 32 บาท ทุกการเพิ่มภาษีมูลค่าเพิ่ม 1 เปอร์เซ็นต์ นั้นเป็นเพราะจำนวนหน่วยที่ใช้เพิ่มขึ้นทำให้ฐานสำหรับคิดภาษีเพิ่มขึ้นนั่นเอง

**แนวทางการประเมินผล:**

ประเมินผลตัวชี้วัดที่ 2, 3, 4 และ 5 ในมาตรฐาน 4.2

การประเมินผล	ผ่าน/ไม่ผ่าน	สาระ/มตฐ/ตว
1. นักเรียนสามารถสร้างเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองชุดอันได้แก่หน่วยการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าได้		4/4.2/2
2. นักเรียนสามารถสร้างเขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอันได้แก่หน่วยการใช้ไฟฟ้าและอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มเพื่อหาค่าไฟฟ้าได้		4/4.2/3
3. นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายกราฟสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอันได้แก่หน่วยการใช้ไฟฟ้าและอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มเพื่อหาค่าไฟฟ้าได้		4/4.2/4
4. นักเรียนสามารถสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหาและสามารถแก้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรอันได้แก่หน่วยการใช้ไฟฟ้าและอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มเพื่อหาค่าไฟฟ้าได้		4/4.2/5

3. ตารางกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรม	ชื่อกิจกรรม	วัตถุประสงค์	เนื้อหา	เวลา	สาระที่/มฐ.	ตัวชี้วัดที่
1	การคิดค่าไฟฟ้า	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</li> <li>2. เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</li> <li>3. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองชุด</li> <li>4. เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างสมการเชิงเส้นสองตัวแปร</li> <li>5. เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร</li> <li>6. เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร</li> <li>7. เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และอธิบายกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นจากสมการสองตัวแปรได้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ให้นักเรียนสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อคิดค่าไฟฟ้าจากหน่วยการใช้ไฟฟ้า</li> <li>2. ให้นักเรียนคำนวณค่าไฟฟ้าจากหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ที่สมมติขึ้น</li> <li>3. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้า</li> <li>4. ให้นักเรียนสร้างสมการที่มีตัวแปรสองตัวแปรได้เพื่อหาค่าไฟฟ้าโดยตัวแปรสองตัวแปรได้แก่ หน่วยไฟฟ้าที่ใช้และอัตราภาษีมูลค่าเพิ่ม</li> <li>5. ให้นักเรียนคำนวณค่าไฟฟ้าจากหน่วยไฟฟ้าที่ใช้และอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มที่สมมติขึ้น</li> <li>6. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ อัตราภาษีมูลค่าเพิ่มและค่าไฟฟ้า</li> </ol>	200 นาที	4 / ค 4.2	2, 3, 4, 5

หมายเหตุ: กิจกรรมทุกกิจกรรมสามารถเลือกมาใช้ตามความเหมาะสม ไม่จำเป็นต้องใช้ตามลำดับของกิจกรรม

#### 4. แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

การไฟฟ้านครหลวง อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ [Online], Available: <http://www.mea.or.th/profile/index.php?l=th&tid=3&mid=111&pid=109>

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

อาร์วายทีไนน์,การไฟฟ้าชี้แจงวิธีการคิดค่าไฟฟ้า [Online], Available: <http://www.ryt9.com/s/prg/231362> (03 พฤษภาคม 2556)

แบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.3

**แบบฝึกหัดสำหรับกิจกรรมที่ 1: การคิดค่าไฟฟ้า**

1. ให้นักเรียนไปหาบิลแสดงค่าไฟฟ้าของบ้านตัวเองมา แล้วเอามาอภิปรายในห้อง
2. โครงสร้างการคิดค่าไฟฟ้าซึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ค่าไฟฟ้าฐาน ค่าไฟฟ้าผันแปร และ ภาษีมูลค่าเพิ่ม นอกจากนี้ยังมีค่าบริการซึ่งเป็นค่าคงที่ ทั้งนี้คุณครูแสดงตารางการคำนวณค่าไฟฟ้างี้

ตารางแสดงตัวอย่างค่าพลังงานไฟฟ้าฐานสำหรับบ้านพักอาศัยประเภทที่ 1.2 ที่ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยต่อเดือนหรือใช้หม้อแปลงขนาดมากกว่า 5 แอมแปร์

อัตรารายเดือน : พลังงานไฟฟ้า	หน่วยที่	ราคาค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)
150 หน่วยแรก	หน่วยที่ 0-150	2.7628 บาท
250 หน่วยต่อไป	หน่วยที่ 151-400	3.7362 บาท
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป	หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป	3.9361 บาท
<b>ค่าบริการ : เดือนละ 40.90 บาท</b>		

หมายเหตุ: ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 27.13 สตางค์ต่อหน่วย และ อัตรากำหนดค่าเพิ่ม 7% หรือ 7/100

โครงสร้างการคิดค่าไฟฟ้าจาก

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าไฟฟ้าต่อเดือน} &= \text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ} + \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม} \\
 &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) + (7/100) \times (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) \\
 &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ค่าบริการ}) \times (1 + 7/100) \\
 &= (\text{ค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วย} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} \times \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} + \text{ค่าบริการ}) \times (1.07)
 \end{aligned}$$

3. ให้นักเรียนสองเขียนสมการการคิดค่าไฟฟ้าจากโครงสร้างไฟฟ้าที่คุณครูอธิบาย หากให้ X คือจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ไม่เกิน 150 หน่วย (ให้นักเรียนลองทำดูก่อน หากเห็นว่านักเรียนทั้งหมดใช้เวลามากกว่า 10 นาที คุณครูจึงเริ่มเฉลย)

4. ให้นักเรียนลองสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 50 – 150 หน่วย จำนวน 4 ค่าเช่น 50 70 100 และ 150 แล้วหาค่าไฟฟ้าในช่วงนั้น
5. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้าจากผลในข้อ 4
6. ให้นักเรียนลองคิดสมการการคิดค่าไฟฟ้ากรณีหน่วยไฟฟ้าอยู่ในช่วง 151-400 หน่วย (ให้นักเรียนลองทำดูก่อน หากเห็นว่านักเรียนทั้งหมดใช้เวลามากกว่า 10 นาที คุณครูจึงเริ่มเฉลย)
7. ให้นักเรียนลองสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 151 – 400 หน่วย จำนวน 5 ค่าเช่น 151 200 250 300 และ 400 แล้วหาค่าไฟฟ้าในช่วงนั้น
8. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้าจากผลในข้อ 7
9. ให้นักเรียนลองคิดสมการการคิดค่าไฟฟ้ากรณีหน่วยไฟฟ้าอยู่ในช่วงมากกว่า 400 หน่วยขึ้นไป (ให้นักเรียนลองทำดูก่อน หากเห็นว่านักเรียนทั้งหมดใช้เวลามากกว่า 10 นาที คุณครูจึงเริ่มเฉลย)
10. ให้นักเรียนลองสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 401-1000 หน่วย จำนวน 5 ค่าเช่น 401 500 650 800 และ 1000 แล้วหาค่าไฟฟ้าในช่วงนั้น
11. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้กับค่าไฟฟ้าจากผลในข้อ 10
12. ให้นักเรียนสร้างกราฟใหญ่ที่รวมผลของกราฟในข้อ 4 7 และ 10 ซึ่งจะเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรสองตัว
13. ให้นักเรียนกำหนดอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มเป็นตัวแปรอีก 1 ตัวเรียกว่า V มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ให้นักเรียนเขียนสมการตัวแปรต้นสองตัวแปรประกอบด้วย หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ และ อัตราภาษีมูลค่าเพิ่ม โดยให้คิดเป็นกรณีหน่วยไฟฟ้าที่ใช้มากกว่า 400 หน่วย
17. ให้นักเรียนสมมติค่าพลังงานที่ใช้ในบ้านในช่วง 401-1000 หน่วย จำนวน 2 ค่า ตัวอย่างเช่น 500 และ 800 หน่วย และให้สมมติกำหนดอัตราภาษีมูลค่าเพิ่มขึ้นจาก 7 เปอร์เซ็นต์ที่ละ 1 เปอร์เซ็นต์จนถึง 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วหาค่าไฟฟ้าจากค่าที่กำหนด



14. ให้นักเรียนสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ อัตราภาษีมูลค่าเพิ่มและค่าไฟฟ้า (แกน Y) จากผลในข้อ 14
  
15. ให้นักเรียนอภิปรายกราฟที่ได้



























## 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)