



สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โครงการการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่๒)

คู่มือครู วิชาสุขศึกษาและพลศึกษา

ประถมศึกษาปีที่
๒



สนับสนุนโดย

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

ดำเนินการโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

คำนำ

คู่มือครูนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เสริมในการเรียน การสอน ด้านพลังงานแบบบูรณาการของโครงการวิจัย “โครงการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (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

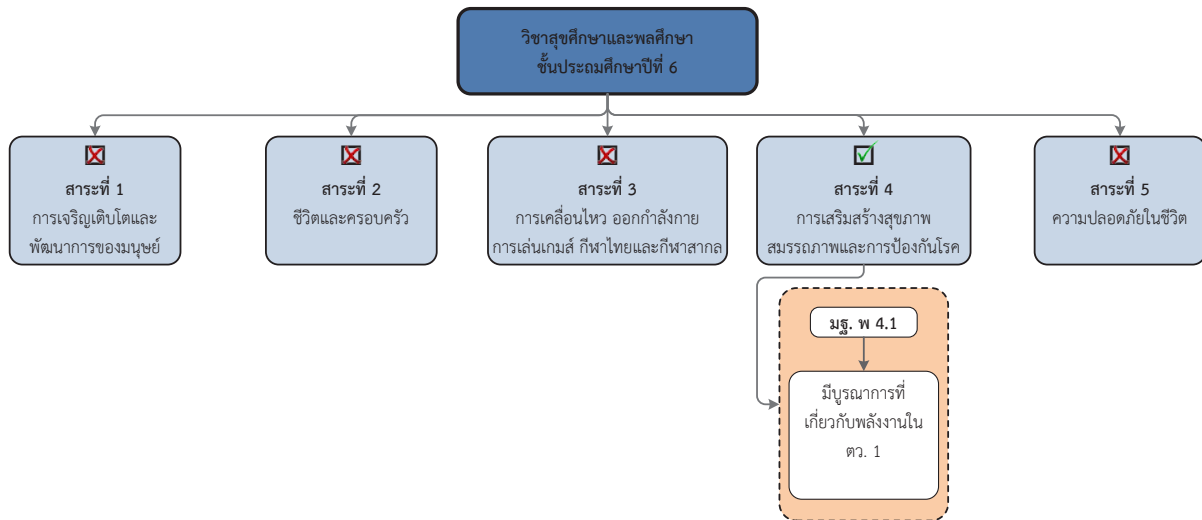
คู่มือครูวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา ชั้น ป.6

1.	แผนผังสาระการเรียนรู้.....	1
1.1	สาระการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551.....	1
1.2	กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 5 หัวข้อหลักดังแผนภาพ .	1
2.	สาระด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา	2
2.1	ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและใช้พลังงาน	4
	สาระที่ 4 การสร้างเสริมสุขภาพ สมรรถภาพ และการป้องกันโรค (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)	4
	กิจกรรมที่ 1: Mind map แหล่งพลังงานและผลกระทบจากการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ.....	13
	กิจกรรมที่ 2: สำรวจความเสี่ยงต่อการได้รับสารปรอท	15
	กิจกรรมที่ 3 : แบตเตอรี่อันตรายจริงหรือ	16
3.	ตารางกิจกรรมการเรียนรู้	17
4.	แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม	18

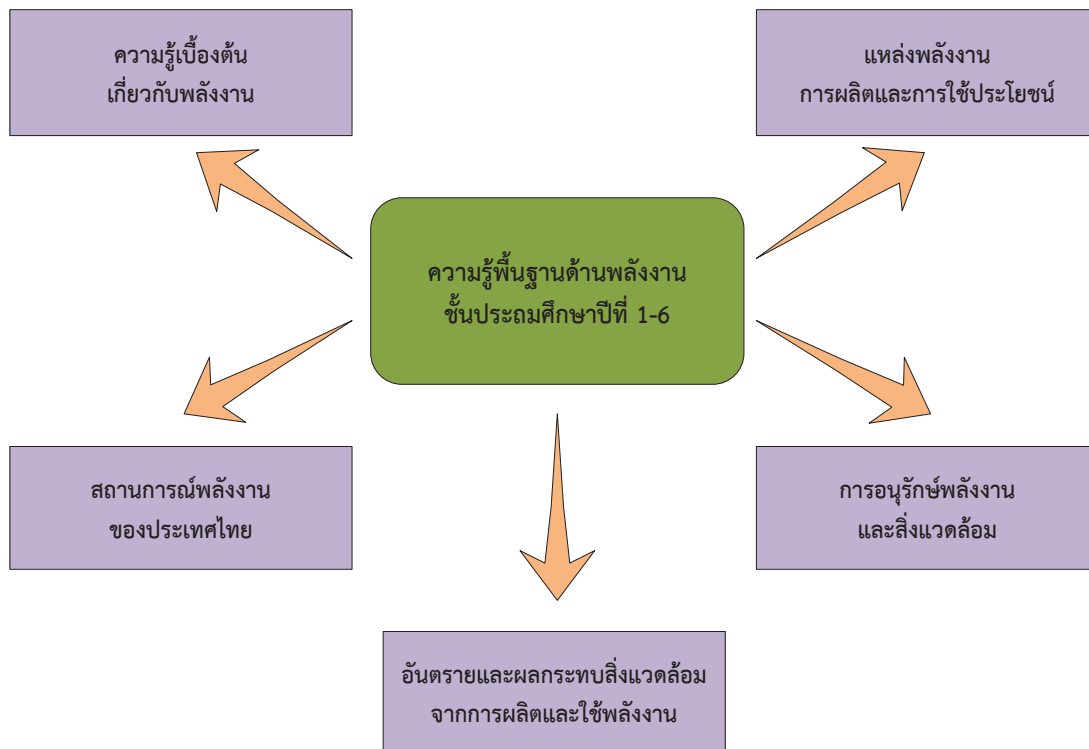
คู่มือครูวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา ชั้น ป.6

1. แผนผังสาระการเรียนรู้

1.1 สาระการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551



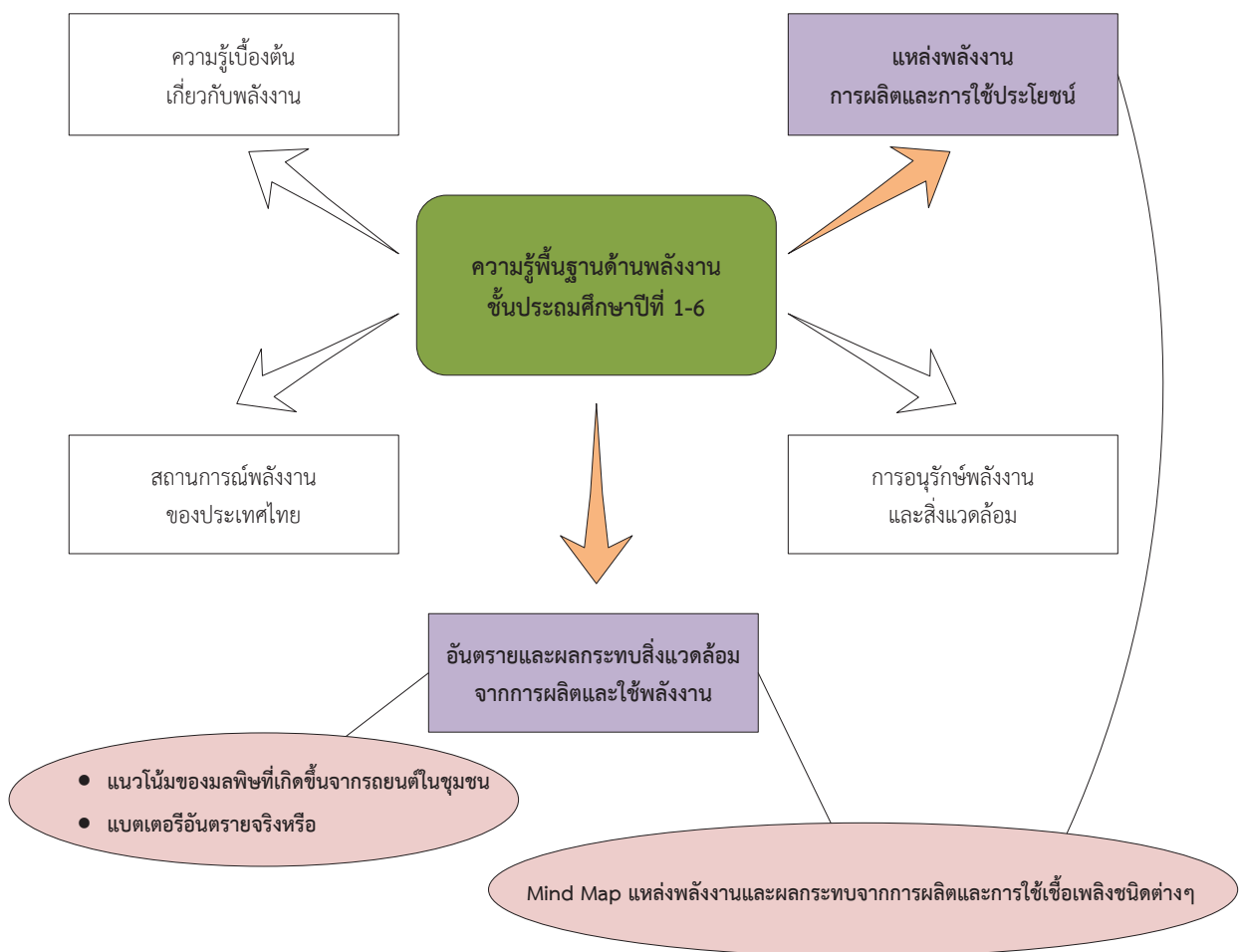
1.2 กรอบองค์ความรู้ด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาภายใต้ 5 หัวข้อหลักดังแผนภาพ



2. สารสนเทศด้านพลังงานที่บูรณาการเข้ากับสาระวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา

เนื้อหาในส่วนนี้ได้สอดแทรกความรู้เรื่องผลกระทบของการใช้พลังงานต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ โดยสอดแทรกไว้ในตัวชี้วัดที่ 1 แสดงพฤติกรรมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ (มฐ.พ 4.1 ตัวชี้วัดที่ 1) หน่วยสาระการเรียนรู้เรื่อง ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ ปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ โดยผู้สอนสามารถเลือกใช้กิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

วิชาสุขศึกษาและพลศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



2.1 ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและใช้พลังงาน

สาระที่ 4 การสร้างเสริมสุขภาพ สมรรถภาพ และการป้องกันโรค (หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551)

มาตรฐาน พ 4.1 เห็นคุณค่าและมีทักษะในการสร้างเสริมสุขภาพ การดำรงสุขภาพ การป้องกันโรค และการสร้างเสริมสมรรถภาพเพื่อสุขภาพ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6	1. แสดงพฤติกรรมในการป้องกันและแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ	<ul style="list-style-type: none"> • ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ • ปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ • การป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ
	2. วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากการระบาดของโรคและเสนอแนวทางการป้องกันโรคติดต่อสำคัญที่พบในประเทศไทย	<ul style="list-style-type: none"> • โรคติดต่อสำคัญที่ระบาดในปัจจุบัน • ผลกระทบที่เกิดจากการระบาดของโรค • การป้องกันการระบาดของโรค
	3. แสดงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความรับผิดชอบต่อสุขภาพของส่วนรวม	<ul style="list-style-type: none"> • พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรับผิดชอบต่อสุขภาพของส่วนรวม
	4. สร้างเสริมและปรับปรุงสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพอย่างต่อเนื่อง	<ul style="list-style-type: none"> • วิธีทดสอบสมรรถภาพทางกาย • การสร้างเสริมและปรับปรุงสมรรถภาพทางกายตามผลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย

หมายเหตุ: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เน้นในแถบสีเป็นสาระที่นำเอาองค์ความรู้ด้านพลังงานและกิจกรรมมาบูรณาการภายใต้หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการปี 2551 เฉพาะที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา

ก. ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและใช้พลังงาน

ก.1 ปัญหาและผลกระทบในระหว่างกระบวนการผลิต

เนื่องจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นเชื้อเพลิงที่อยู่ใต้ดิน ดังนั้นการจะนำขึ้นมาใช้จึงจำเป็นต้องทำลายหน้าดิน ออกเสียก่อน โดยการขุดเจาะ ทำให้ทำลายทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ เช่น ต้นไม้ ป่าไม้ รวมถึงทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ รวมถึงชุมชนบริเวณใกล้เคียงด้วย การทำเหมืองถ่านหินจะมีฝุ่นละอองสูง ทำให้คนงานป่วยเป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจได้ นอกจากนี้ยังมีความเสี่ยงในเรื่องของความปลอดภัย ซึ่งมักได้ยินบ่อยๆ ใน

ประเทศจีน เช่น เหมืองถ่านหินถล่ม หรือกรณีการส่งท่อแก๊ส พบการรั่วไหลของแก๊สและเกิดการระเบิด ทำให้สูญเสียคนไปเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้เหมืองที่เปิดแล้วมักพบปัญหาการชะล้างของน้ำในเหมืองลงสู่แหล่งน้ำ สาธารณะใกล้เคียง ซึ่งมักมีสภาพเป็นกรดเนื่องจากการทำปฏิกิริยาของสินแร่ทำให้เกิดการละลายของโลหะลงสู่แหล่งน้ำได้ และหากมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดินก็จะปนเปื้อนไปได้ไกลจากแหล่งกำเนิดมาก

สรุปผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานนิวเคลียร์

ประเภทของแหล่งพลังงาน	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
พลังงานนิวเคลียร์	<ul style="list-style-type: none"> เกิดกัมมันตภาพรังสีปนเปื้อนในอากาศและน้ำเสีย มีกากของเสียหรือกากแร่กัมมันตภาพรังสีที่ต้องกำจัดและกักเก็บ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหากเกิดการรั่วไหล เช่น เหมืองเซอร์โนบิล ประเทศรัสเซีย มีผลทำให้เด็กพิการตั้งแต่อยู่ในครรภ์ โรคผิวหนัง และอื่นๆ
พลังงานรังสีอาทิตย์	<ul style="list-style-type: none"> การผลิตเซลล์สุริยะ ก่อให้เกิดสารพิษ เช่น โบรอน โรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานรังสีอาทิตย์ต้องการพื้นที่มาก ทำให้ทำลายหน้าดินและพื้นที่ใช้สอย
พลังงานลม	<ul style="list-style-type: none"> การก่อสร้างพลังงานลม ต้องใช้พื้นที่มาก ทำให้ดูไม่สวยงาม เกิดมลพิษทางเสียง ขัดขวางเส้นทางการอพยพของนกอพยพ ทำให้นกตายได้
พลังงานใต้พิภพ	<ul style="list-style-type: none"> เกิดปัญหาการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีกลิ่นเนื่องจากแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์
พลังงานน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> การใช้ไฟฟ้าพลังน้ำต้องใช้พื้นที่เก็บกักน้ำมาก ทำให้มีผลกระทบหลายด้าน เช่น ทรัพยากรธรรมชาติ (พืช สัตว์ จุลินทรีย์ ระบบนิเวศ) การอพยพย้ายถิ่นฐานของมนุษย์และสัตว์ และในช่วงแรกที่เก็บกักน้ำ เกิดน้ำเน่าเสีย

แหล่งที่มา Miller, G. Tyler, 2003, Environmental science : working with the earth 9th ed., Belmont, Thomson.

ก.2 ปัญหาและผลกระทบจากการใช้พลังงานประเภทต่างๆ

ปัญหาและผลกระทบจากการใช้พลังงานโดยการเผาไหม้ เช่น การเผาถ่านหินเพื่อใช้ในการผลิตความร้อนหรือไฟฟ้า ถ่านหินที่มี มีองค์ประกอบ ของ กำมะถันสูง เช่น ลิกไนต์และบิทูมินัส ก็จะปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำฝนจะมีความเป็นกรดสูงทำให้เกิดฝนกรด

การใช้เชื้อเพลิงในเตาเผากำจัดของเสียนอกจากจะทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfurdioxide; SO₂), แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน (nitrogenoxide; NO_x), เขม่าและแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

(carbonmonoxide; CO) แล้วบางครั้งก็ยังมีไอของไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ไฮโดรเจนคลอไรด์ (hydrogenchloride) และไดออกซิน (dioxin) เกิดขึ้นด้วย

สำหรับการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (น้ำมันเชื้อเพลิง) ในภาคการจราจรขนส่ง การเผาเชื้อเพลิงชีวมวล ทำให้เกิดปัญหามลพิษอากาศ เช่น แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และเขม่าควันที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะ และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจตอนล่าง สารมลพิษ เหล่านี้หากอยู่ในสภาพพื้นที่ที่มีลักษณะการกระจายตัวของอากาศไม่ดี เช่น บริเวณที่มีตึกสูงและมีการจราจรหนาแน่น ภูมิประเทศที่ล้อมรอบด้วยภูเขา จะทำให้เกิดการกักตัวของหมอกควัน ทำให้มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสัตว์ได้

ข. ผลกระทบของสารปรอทต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีการขยายตัวมากขึ้นจนเข้าไปใกล้แหล่งชุมชน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพของประชาชนตามมา โดยเฉพาะโรงงานผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินหรือโรงงานที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ผลกระทบที่เป็นข่าวในสื่อต่างๆ ส่วนใหญ่จะเป็นผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ เช่น การเกิดฝนกรด หรือเขม่า แต่ไม่ค่อยมีข่าวเกี่ยวกับสารปรอทที่เป็นภัยเงียบที่ค่อยๆ คุกคามสุขภาพของประชาชนที่ละเล็กละน้อย โดยไม่รู้ตัว จากข่าวสืบสวนเพื่อสิทธิพลเมืองเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2556 ที่ไปสำรวจสารปรอทที่สะสมในปลา และเส้นผมของ ประชาชนที่อาศัยใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงผลิตเยื่อกระดาษในพื้นที่อุตสาหกรรม ต.ท่าตูม อ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปลาในคลองชลองแวง และเส้นผมพบสารปรอทปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหารและร่างกายมนุษย์ โดยพบปลาในพื้นที่ท่าตูมปนเปื้อนสารปรอทเกินค่าที่ยอมรับได้ 3-11 เท่า และผลการตรวจตัวอย่างเส้นผมของประชาชนที่บริเวณปลาและอาศัยภายในรัศมี 2 กิโลเมตรของพื้นที่อุตสาหกรรมยังพบว่าเส้นผมของทุกคนมีสารปรอทสะสมอยู่ในปริมาณที่เกินค่าปริมาณอ้างอิง 1 ppm (1ในล้านส่วน) ซึ่งเป็นปริมาณที่อาจก่ออันตรายต่อการพัฒนาทางสมองซึ่งร้อยละ 90 ของปรอทที่สะสมในร่างกายมนุษย์คือปรอทอินทรีย์ชนิดเมทิลเมอร์คิวรี (methylmercury) ซึ่งมีพิษสูงสะสมในร่างกายและสิ่งแวดล้อมได้ยาวนาน อีกทั้งยังถ่ายทอดได้จากแม่สู่ลูกของทางหนึ่งที่สารปรอทจะเข้าสู่ปลาและมนุษย์ในพื้นที่ศึกษา ต.ท่าตูม ได้แก่ ปล่อยจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ฝุ่นถ่านหินจากลานเก็บถ่านหินแบบเปิดซีเมนต์จากโรงไฟฟ้าที่นำมาปรับสภาพดินในแปลงยูคาลิปตัสในพื้นที่โดยรอบและยังมีความเป็นไปได้ที่น้ำเสียปนเปื้อนสารปรอทจากโรงผลิตเยื่อกระดาษอาจรั่วซึมลงคลองสาธารณะ

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการปนเปื้อนปรอท

ข.1 การปนเปื้อน (contamination) ของสารปรอท

การปนเปื้อนสารปรอทไปยังอาหารมักเกิดจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมไปยังแหล่งน้ำซึ่งเป็นแหล่งของสัตว์น้ำ เช่น ปลา หอย ปลาหมึก ซึ่งปรอทจะสะสมในอาหารดังกล่าวการรับประทานอาหารปนเปื้อนสารปรอทผู้บริโภคจะรับรู้ตัวและไม่มีอาการอะไรเลยจนกระทั่งร่างกายสะสมจนถึงระดับหนึ่งสาร

ปรอทจะค่อยๆ สะสมเป็นก้อนใหญ่จับตัวกับเนื้อเยื่อในระบบประสาท ตับและไตที่มีหน้าที่ขับของเสียออกจากร่างกายแต่ไม่สามารถขับสารปรอทออกจากร่างกายได้ การสะสมของสารปรอทในร่างกายจะมีอันตรายต่อสมองและอวัยวะต่างๆ และส่งผลกระทบต่อระบบประสาททำให้สมองฝ่อแขนขาอ่อนแรงคล้ายคนพิการจนส่งผลให้กลายเป็นโรคสมองฝ่อหรือร่างกายพิการ

การปนเปื้อนของสารปรอทจะมีความคงตัวสูงไม่ว่าจะนำอาหารไปปรุงสุกหรือผ่านความร้อนก็ไม่สามารถทำให้สารปรอทหายไปได้

โรคมินามาตะ (MINAMATA) เป็นโรคที่เกิดจากพิษสารปรอทที่สะสมในร่างกายทำอันตรายต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อถ้าสะสมไว้ในปริมาณมากก็จะทำให้ตายได้พบครั้งแรกที่เมืองมินามาตะประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำเสียที่มีสารปรอทเจือปนลงในอ่าวมินามาตะสารปรอทจึงเข้าไปสะสมอยู่ในปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นนำปลาและสัตว์ทะเลมารับประทานจนประชาชนบริเวณอ่าวมินามาตะกว่า 2,000 คนมีอาการปวดท้องท้องร่วงระบบกล้ามเนื้อถูกทำลายประสาทตาและหูเสื่อมโดยตรวจพบผู้ป่วยด้วยโรคนี้อย่างแรกเมื่อปี พ.ศ.2499 มีผู้เสียชีวิตจากโรคมินามาตะแล้วกว่า 2,000 คน

โดยทั่วไปสภาพการณ์ที่จะพบปรอทในสิ่งแวดล้อมมี 3 ลักษณะคือ

ข.1.1 ปรอทบริสุทธิ์หรือโลหะปรอท (Elemental mercury) พบได้ในปรอทวัดไข้ สวิตซ์ไฟฟ้าและส่วนผสมในวัสดุอุดฟัน เป็นต้น

ข.1.2 ปรอทอนินทรีย์ (Inorganic mercury) ซึ่งในอดีตใช้เป็นสีย้อมประกอบในน้ำยาฆ่าเชื้อยาถ่ายพยาธิยาแดง เป็นต้น

ข.1.3 ปรอทอินทรีย์ (Organic mercury) ที่พบได้บ่อยคือเมทิลเมอร์คิวรีจะพบปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำตามธรรมชาติ เช่น กรณีการปนเปื้อนบริเวณโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงผลิตเยื่อกระดาษ ตำบลท่าตูม อำเภอศรีมหาโพธิ จังหวัดปราจีนบุรี

ข.2 ผลกระทบต่อสุขภาพ

ข.2.1 แบบเฉียบพลัน

เกิดจากการหายใจสูดไอปรอทเข้าไปในร่างกาย ทำให้เกิดอาการไอหอบเหนื่อยแน่นหน้าอกหนาวสั่น ไข้อ่อนเพลียงการหลั่งน้ำลายเพิ่มขึ้น ปวดท้อง ท้องเสีย ลิ้นได้รับรสโลหะ กรณีรุนแรงเกิดเนื้อเยื่อปอดอักเสบ อาจมีอาการปวดศีรษะและการมองเห็นผิดปกติ

เกิดจากการได้รับปรอทอนินทรีย์ที่มีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรงทางปากจะมีอาการปวดแสบปวดร้อนในช่องปาก คลื่นไส้อาเจียนเป็นเลือด ปวดท้อง ท้องเสีย อุจจาระเป็นเลือด เนื้อแก้มในกระพุ้งแก้มกลายเป็นสีเทา บางรายมีกลิ่นไอของโลหะกรณีรุนแรงเมื่อเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตปรอทจะไปทำลายไตทำให้ปัสสาวะไม่ออกหรือปัสสาวะเป็นเลือดเกิดไตวายและทำให้เสียชีวิตได้

ข.2.2 แบบเรื้อรัง

ปรอทเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางซึ่งได้แก่สมองและไขสันหลังทำให้เสียการควบคุมเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของแขนขา การพูด นอกจากนี้ยังทำให้ระบบประสาทรับความรู้สึกเสียไป เช่น การได้ยิน การมองเห็น ซึ่งอันตรายเหล่านี้เมื่อเป็นแล้วไม่สามารถรักษาให้กลับคืนดังเดิมได้ อาการที่เป็นพิษมากเกิดจากระบบทางเดินหายใจ ปอดอักเสบมีอาการเจ็บหน้าอกมีไข้แน่นหน้าอกหายใจไม่ออกและตายได้

การได้รับสัมผัสปรอทอินทรีย์โดยเฉพาะเมทิลเมอร์คิวรีเวลานานหลายเดือนจะทำให้เกิดอาการทางระบบประสาทเรื้อรัง เช่น กลืนยาก เดินเซ ลานสายตาแคบ และมีจุดบอด มีอาการชาตามปลายมือปลายเท้า อารมณ์เศร้าหมอง ขาดแรงกระตุ้น อ่อนเพลีย สมรรถภาพทางเพศลดลง การผลิตต่อสุมิจิตปกติ การได้ยินเสื่อมลง ปวดตามตัว หลงลืม ซึม หลงเวลา อารมณ์แปรปรวนจนถึงเป็นอัมพาต หมดสติ และถึงแก่ชีวิตได้ เด็กทารกที่คลอดออกมาจากมารดาที่ได้รับพิษในช่วงตั้งครรภ์มีอาการปัญญาอ่อน เช่น โรคมินามาตะ (Minamata disease) ที่ประเทศญี่ปุ่น

ข3. แนวทางการป้องกันอันตรายจากปรอทในสิ่งแวดล้อม

ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อมควรหลีกเลี่ยงการบริโภคสัตว์น้ำในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อน ทั้งนี้กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของปรอทในอาหารไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับอาหารทั่วไป (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98, พ.ศ.2529)

แหล่งอ้างอิง: ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารปรอทของประเมินผลกระทบต่อสุขภาพกรมอนามัย

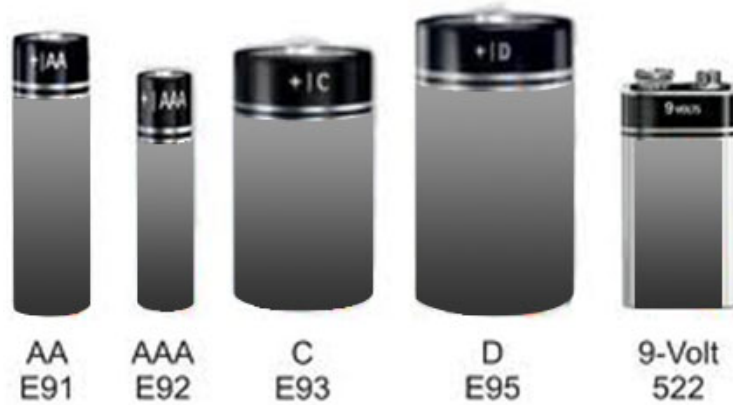
http://hia.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=247&filename=HIA_main

ค. พิษภัยจากแบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในวงการอุตสาหกรรมและในชีวิตประจำวันที่เห็นได้ทั่วไปคือ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในวงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม นอกจากนี้นับตั้งแต่วิทยุรับส่งชนิดมือถือและโทรศัพท์มือถือได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการโทรคมนาคม

ประเภทของแบตเตอรี่

ถ่านไฟฉายทั่วไป ถ่านประเภทนี้เป็นถ่านไฟฉายแบบเก่าประเภทใช้แล้วทิ้ง ไม่สามารถอัดประจุใหม่ได้มีส่วนประกอบที่สำคัญคือแมงกานีสออกไซด์รวมทั้งตัวกลางที่ช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมีอื่นๆ เช่น เกลือแอมโมเนีย ถ่านไฟฉายประเภทนี้นับเป็นอันตรายอย่างหนึ่งซึ่งไม่สามารถทิ้งรวมกับขยะทั่วไปอื่นๆ ได้



รูปที่ 1 ถ่านไฟฉายทั่วไป

ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านประเภทนี้ไม่สามารถนำกลับมาอัดไฟใช้ได้อีกแต่จำเป็นต้องทิ้งไปเมื่อเสื่อมหรือหมดอายุ ขนาดที่ใช้โดยทั่วไปมีตั้งแต่ขนาด AAA, AA, A, C, D และ 9 โวลต์ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่นำไปใช้ เช่น ของเด็กเล่นไฟฉายหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนโดยทั่วไป ปัจจุบันจึงนิยมนำมาใช้แทนถ่านไฟฉายแบบเก่ามากขึ้น



รูปที่ 2 ถ่านอัลคาไลน์

ถ่านกระดุม ถ่านประเภทนี้มักใช้ทั่วไปกับนาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เครื่องช่วยฟัง กล้องถ่ายรูปและเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กอื่นๆ ส่วนประกอบที่สำคัญของถ่านประเภทนี้คือปรอทซิลเวอร์ออกไซด์แคดเมียมหรือลิเทียมการจำแนกชนิดจึงมักเรียกตามเซลล์ที่เป็นส่วนประกอบซึ่งดูได้จากหีบห่อที่บรรจุ เช่น ชนิดปรอท/สังกะสีชนิดคาร์บอน/สังกะสี ชนิดซิลเวอร์ออกไซด์และสังกะสี/อากาศ เป็นต้น ถ่านประเภทนี้เมื่อหมดอายุต้องแยกทิ้งหรือรวบรวมขายคืนให้กับบริษัทผู้ผลิตโดยสามารถรายละเอียดได้จากหีบห่อที่บรรจุ



รูปที่ 3 ถ่านกระดุม

แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด เป็นแบตเตอรี่ซึ่งใช้ในรถยนต์และรถมอเตอร์ไซด์โดยมีปริมาณตะกั่วบรรจุไว้ตามกำหนดและมีกรดกำมะถันเป็นตัวช่วยในการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ส่วนใหญ่แบตเตอรี่ประเภทนี้สามารถนำมาอัดประจุไฟใหม่ได้แต่เมื่อหมดอายุควรรนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไปรีไซเคิล



รูปที่ 4 แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด

แบตเตอรี่ชนิดนิเกิล-แคดเมียม เป็นแบตเตอรี่ที่นำมาอัดไฟใช้ใหม่ได้ซ้ำแล้วซ้ำอีกโดยมากใช้กับวิทยุ มือถือ โทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์ไฟฟ้าและของเล่นเด็กถ่านประเภทนี้จะมีแคดเมียมและนิเกิลเป็นส่วนประกอบ ที่สำคัญซึ่งถือว่าเป็นวัตถุอันตรายที่ต้องกำจัดหรือทิ้งอย่างถูกวิธีโดยทั่วไปแล้วบริษัทผู้รับซื้อกลับคืนเพื่อนำไปกำจัดให้ถูกต้อง



รูปที่ 5 แบตเตอรี่ชนิดนิเกิล-แคดเมียม

พิษภัยและอันตรายจากแบตเตอรี่

พิษภัยและอันตรายจากแบตเตอรี่มาจากสารที่ใช้ในการทำแบตเตอรี่ที่สำคัญคือสารตะกั่ว สารแมงกานีส สารแคดเมียม สารนิเกิล สารปรอทและสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา เช่น กรดซัลฟูริก เป็นต้น สารพิษต่างๆ เหล่านี้หากไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกวิธี มีโอกาสสูงที่จะเกิดการปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำ ผิวดิน พื้นดินและบรรยากาศแล้วแพร่ไปสู่คน พืชและสัตว์ ลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1. ทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างเฉียบพลันหรืออย่างเรื้อรังสืบเนื่องมาจากการสัมผัสกับสารพิษหรือกากแบตเตอรี่ใช้แล้วที่มีสารพิษเป็นส่วนประกอบอยู่ซึ่ง ส่วนใหญ่พบในคนงานที่ทำงานในโรงงานผลิตถ่านไฟฉายและแบตเตอรี่หรือคนงานเก็บขยะมูลฝอยและชาวบ้านที่มาขุดคุ้ยขยะ สารพิษเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ โดยการหายใจเอาฝุ่นและไอระเหยเข้าไปและโดยการกินอาหารที่มีสารดังกล่าวปนเปื้อน นอกจากนี้ยังคงดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้อีกด้วย
2. ทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อดิน น้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำผิวดินใกล้เคียงที่ใช้เป็นแหล่งน้ำอุปโภค บริโภค ในครัวเรือน สาเหตุของการปนเปื้อน ส่วนใหญ่มาจากการทิ้งแบตเตอรี่ที่เหลือใช้แล้วทำให้สารพิษดังกล่าวปนเปื้อนลงในดิน และน้ำก็จะชะสารพิษที่ปนเปื้อนแล้วซึมผ่านชั้นดินและแหล่งน้ำส่งผ่านต่อมายังพืชและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ต่อไป
3. ทำให้เกิดภาวะมลพิษทางอากาศจากการแพร่กระจายของไอสารเคมีหรือฝุ่นละอองจากการเผาขยะมูลฝอยที่มีกากแบตเตอรี่ทิ้งปะปนอยู่มลพิษทางอากาศอาจถูกสูดหายใจเข้าสู่ร่างกายโดยเฉพาะคนงานที่เก็บขยะมูลฝอยชาวบ้านที่มาขุดคุ้ยแยกขยะมูลฝอยและประชาชนที่อาศัยอยู่รอบๆ สถานที่กำจัดขยะ

การป้องกันปัญหามลพิษจากแบตเตอรี่

สำหรับประชาชนทั่วไป

1. ไม่ควรนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้อีกโดยเด็ดขาด
2. ไม่ทิ้งกากแบตเตอรี่รวมทั้งถ่านไฟฉายที่ใช้แล้วลงสู่แหล่งน้ำที่ระบายน้ำฯลฯ
3. ห้ามนำกากแบตเตอรี่รวมทั้งถ่านไฟฉายไปเผาโดยเด็ดขาด
4. หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วโดยตรงรวมทั้งถ่านไฟฉายใช้แล้วที่แตกรั่วควรสวมถุงมือป้องกัน

สำหรับผู้ประกอบการและคนงาน

1. คนงานควรสวมเครื่องป้องกันอันตรายในขณะที่ปฏิบัติงาน เช่น หน้ากากกรองฝุ่น ถุงมือ
2. คนงานควรระมัดระวังในเรื่องสุขอนามัย เช่น ไม่ควรรับประทานอาหารดื่มน้ำสุบหรือในบริเวณและขณะทำงาน
3. ผู้ประกอบการต้องจัดให้มีระบบระบายอากาศและกำจัดมลพิษในบริเวณที่ทำงาน
4. จัดให้มีบริการตรวจสุขภาพคนงานเป็นพิเศษโดยเฉพาะการตรวจเลือดและปัสสาวะเพื่อดูปริมาณสารพิษเหล่านั้น
5. ห้ามนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไปทิ้งในที่สาธารณะทางโรงงานจะต้องปฏิบัติตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรมฉบับที่ 1 (พ.ศ.2531) เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บทำลายฤทธิ์กำจัดฝังทิ้งเคลื่อนย้ายและการขนส่งปฏิภูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว เช่น การใช้ปูนขาวทำลายฤทธิ์และนำไปทิ้งในหลุมที่ปูด้วยวัสดุกันซึม หรือการบดอัดด้วยดินเหนียวตามมาตรฐานที่กำหนด

แหล่งอ้างอิง

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา, http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=156ack to top

กิจกรรมที่ 1: Mind map แหล่งพลังงานและผลกระทบจากการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

กิจกรรมนี้ครอบคลุมสาระที่ 4 มาตรฐาน พ 4.1 ตัวชี้วัดที่ 1 สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ ปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ

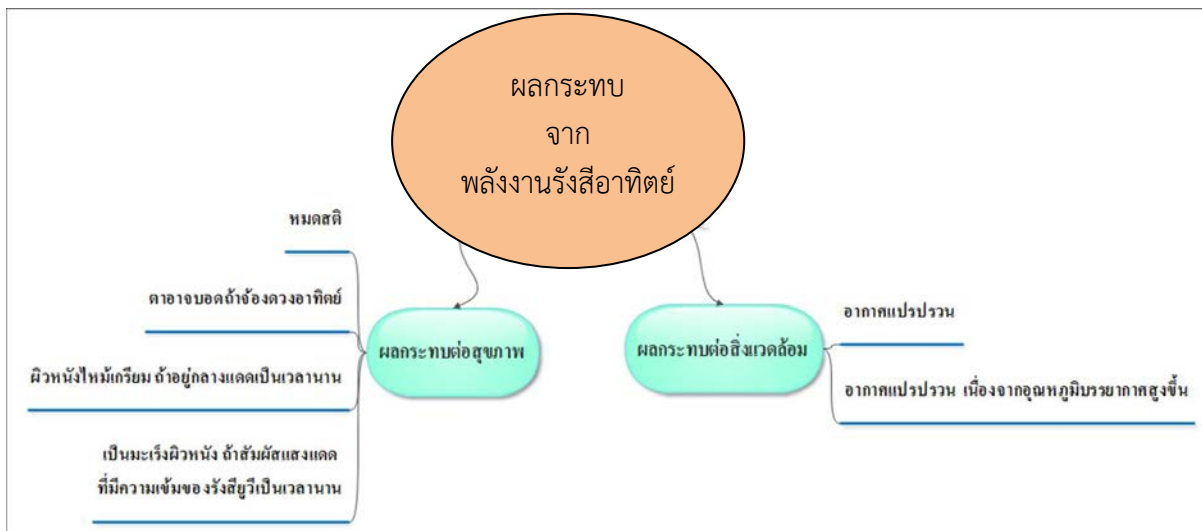
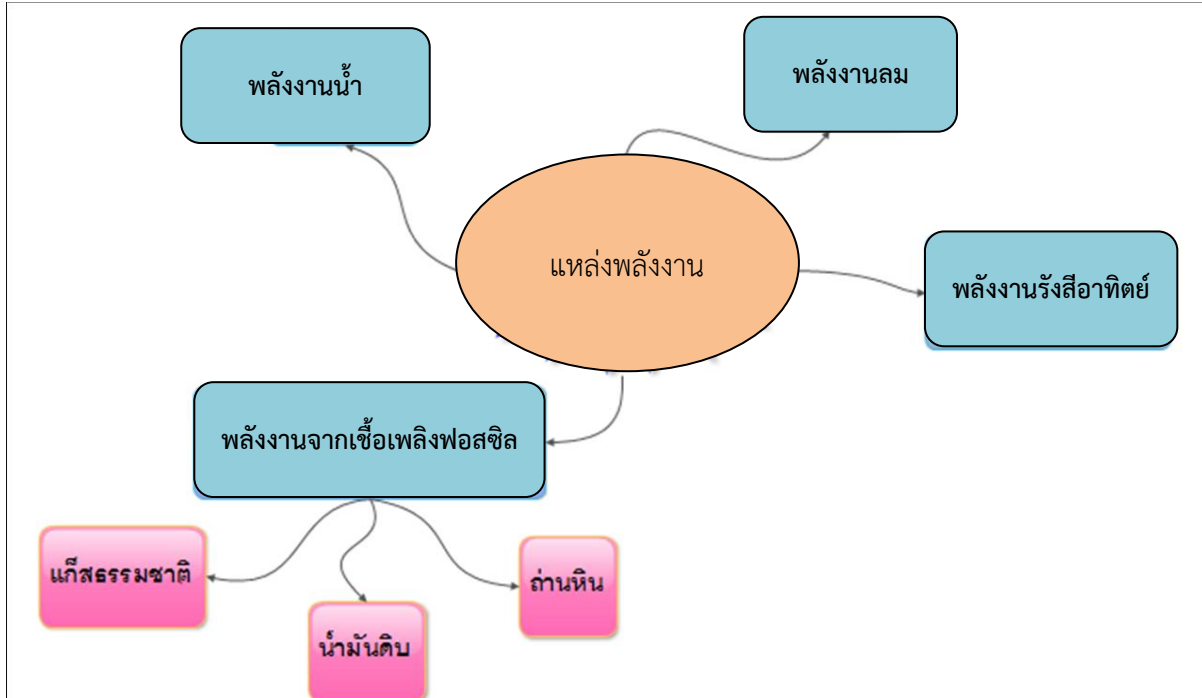
เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 50 นาที

วัตถุประสงค์ นักเรียนได้เรียนรู้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและการใช้พลังงาน

คำอธิบายกิจกรรม:

1. ผู้สอนยกตัวอย่างข่าวที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและใช้พลังงานประเภทต่างๆ
2. ให้นักเรียนอภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในชุมชนที่นักเรียนอาศัยและพฤติกรรมของคนในชุมชน
3. ผู้สอนให้นักเรียนเขียน Mind Map เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งพลังงาน ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสุขภาพเพื่อทดสอบความเข้าใจเรื่องแหล่งพลังงาน ผลกระทบจากการผลิตพลังงานและการใช้พลังงาน

ตัวอย่าง Mind Map เรื่องแหล่งพลังงานและผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ:



แนวทางการประเมินผล

ประเมินจากการเขียน Mind map ถ้านักเรียนสามารถเขียนได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ถือว่าผ่าน

กิจกรรมที่ 2: สำรวจความเสี่ยงต่อการได้รับสารปรอท

(กิจกรรมนี้เหมาะกับโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรม)

กิจกรรมนี้ครอบคลุมสาระที่ 4 มาตรฐาน พ 4.1 ตัวชี้วัดที่ 1 สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง ปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ การป้องกันและแก้ไขปัญหาสีงแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 50 นาที

วัตถุประสงค์ นักเรียนได้เรียนรู้อันตรายจากสารปรอทและวิธีป้องกัน

คำอธิบายกิจกรรม:

1. ผู้สอนอธิบายแหล่งที่มาของสารปรอท การปนเปื้อน อันตราย และวิธีป้องกัน
2. ผู้สอนให้นักเรียนสำรวจสภาพแวดล้อมรอบๆ โรงเรียนในรัศมี 2 กิโลเมตรว่ามีนิคมอุตสาหกรรม โรงงาน โรงไฟฟ้า โรงกำจัดขยะ กองขยะ หรือเหมืองแร่ โดยใช้ Google map หรือใช้วิธีการสอบถาม แล้วให้นักเรียนทำแผนที่แสดงที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม โรงงาน โรงไฟฟ้า แหล่งน้ำ สาธารณะ แหล่งฝังกลบขยะ โรงกำจัดขยะ หรือแหล่งที่อาจจะมีการปนเปื้อนของสารปรอท
3. ผู้สอนให้นักเรียนนำเสนอแผนที่ที่สำรวจและอภิปรายความเสี่ยงที่จะได้รับสารปรอท และเสนอแนะวิธีป้องกัน

แนวทางการประเมินผล:

1. นักเรียนสามารถระบุแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนของสารปรอทได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถระบุวิธีการป้องกันตนเองจากสารปรอท

กิจกรรมที่ 3 : แบตเตอรี่อันตรายจริงหรือ

กิจกรรมนี้ครอบคลุมสาระที่ 4 มาตรฐาน พ 4.1 ตัวชี้วัดที่ 1 สาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่อง ปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสุขภาพ

เวลาที่แนะนำให้ใช้ในการทำกิจกรรม: 50 นาที

วัตถุประสงค์ นักเรียนได้เรียนรู้อันตรายจากแบตเตอรี่และวิธีป้องกัน

คำอธิบายกิจกรรม:

1. ผู้สอนอธิบายพิษภัยอันตรายจากแบตเตอรี่ต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ วิธีการกำจัดแบตเตอรี่ที่ถูกต้อง
2. ผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 4-6 คน อภิปรายชนิดแบตเตอรี่และปริมาณแบตเตอรี่ที่สมาชิกในกลุ่มมีการใช้ และสรุปวิธีการกำจัดแบตเตอรี่ของสมาชิกในกลุ่ม
3. ผู้สอนให้นักเรียนเสนอวิธีการกำจัดแบตเตอรี่ในโรงเรียน

แนวทางการประเมินผล

1. นักเรียนสามารถจำแนกชนิดของแบตเตอรี่และเสนอวิธีการกำจัดแบตเตอรี่ได้ถูกต้อง

3. ตารางกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรม	ชื่อกิจกรรม	วัตถุประสงค์	เนื้อหา	เวลา	สาระที่/มฐ.	ตัวชี้วัดที่
1	Mind map แหล่งพลังงาน และผลกระทบจากการผลิต และการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ	ให้นักเรียนเชื่อมโยงผลกระทบของการใช้พลังงานชนิดต่างๆ ต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพ	การเผาไหม้ถ่านหิน การเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาไหม้ชีวมวล ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอันตรายต่อสุขภาพ ให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลผลกระทบต่างๆ แล้วเขียน mind map	50 นาที	4 / พ 4.1	1
2	สำรวจความเสี่ยงต่อการได้รับสารปรอท	ให้นักเรียนได้เรียนรู้แหล่งกำเนิดและผลกระทบของสารปรอทเพื่อสร้างความตระหนักในการรักษาระบบนิเวศ และการป้องกันอันตรายจากสารปรอท	ให้นักเรียนอภิปรายสรุปผลจากการสำรวจ และเสนอวิธีการแก้ไข	50 นาที	4 / พ 4.1	1
3	แบตเตอรี่อันตรายจริงหรือ	นักเรียนได้เรียนรู้อันตรายจากแบตเตอรี่และวิธีป้องกัน	ให้นักเรียนเสนอวิธีการกำจัดแบตเตอรี่ในโรงเรียน	50 นาที	4 / พ 4.1	1

หมายเหตุ: กิจกรรมทุกกิจกรรมสามารถเลือกมาใช้ตามความเหมาะสม ไม่จำเป็นต้องใช้ตามลำดับของกิจกรรม

4. แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (<http://www.egat.co.th/index.php>)

กรมควบคุมมลพิษ (<http://www.pcd.go.th/index.cfm>)

บริษัท ปีโตรเลียม จำกัด (มหาชน) (<http://www.pttplc.com/TH/Default.aspx>)

ผลกระทบสารมลพิษในอากาศ (http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpollution5.htm)

มูลนิธิโลกสีเขียว (<http://www.greenworld.or.th/greenworld/>)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) , 2556, คู่มือความรู้พื้นฐานด้านพลังงานระดับที่ 1, โครงการ การพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านพลังงานเสริมในหลักสูตรประถมและมัธยมศึกษา (ปีที่ 2) ได้รับการสนับสนุนโดย กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา (http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id =156ack to top)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (<http://www.thaihealth.or.th/>)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (<http://www.eppo.go.th/index-T.html>)

ห้องสมุดสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (http://www.eppo.go.th/elibrary/page/link_website.aspx?tw=1)

Thai PBS News (ข่าวสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ) (<http://news.thaipbs.or.th/category/news>)

Miller, G. Tyler, 2003 , Environmental science : working with the earth 9th ed., Belmont, Thomson.

บันทึกข้อความ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

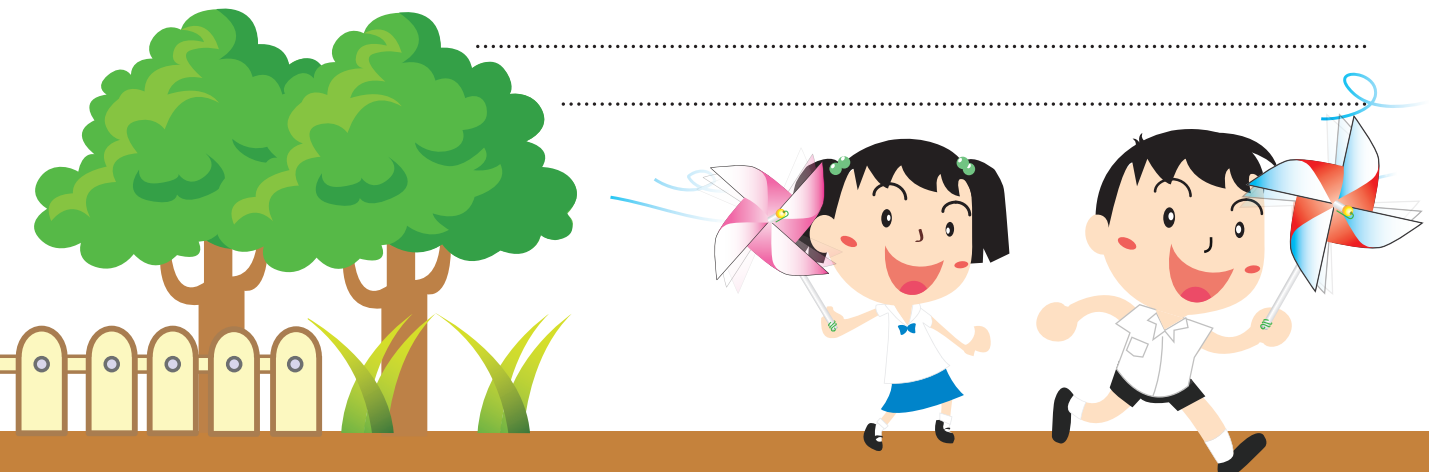
.....

.....

.....

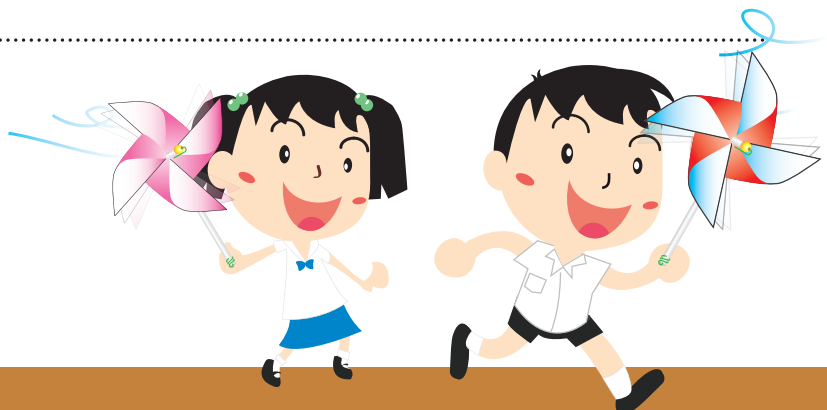
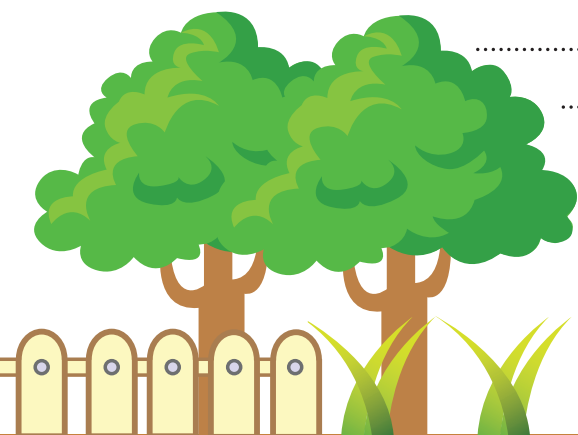
.....

.....



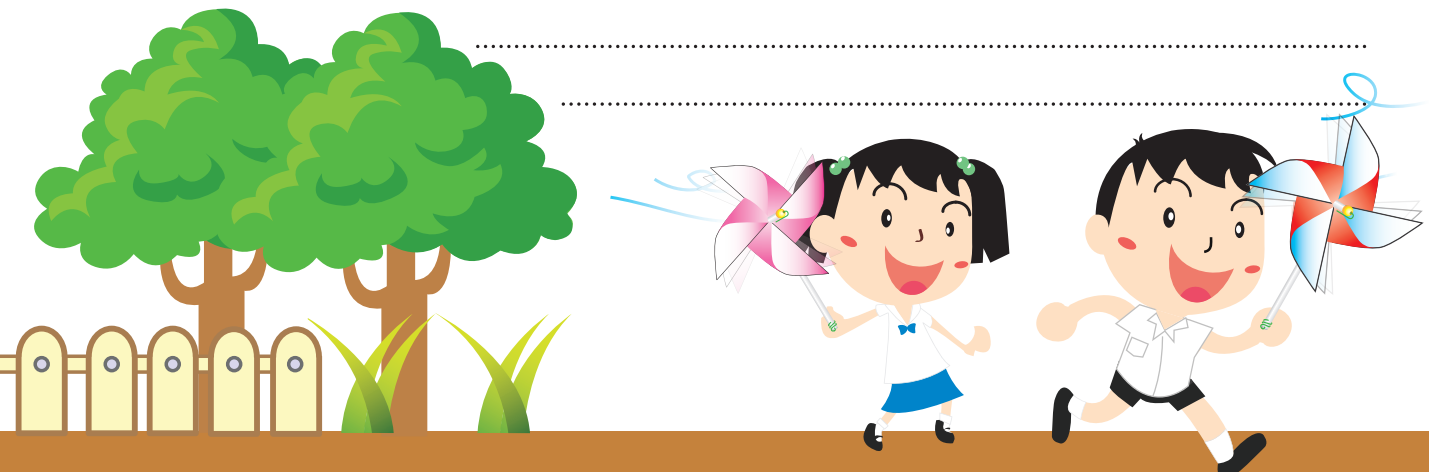
บันทึกข้อความ

A series of horizontal dotted lines for writing.



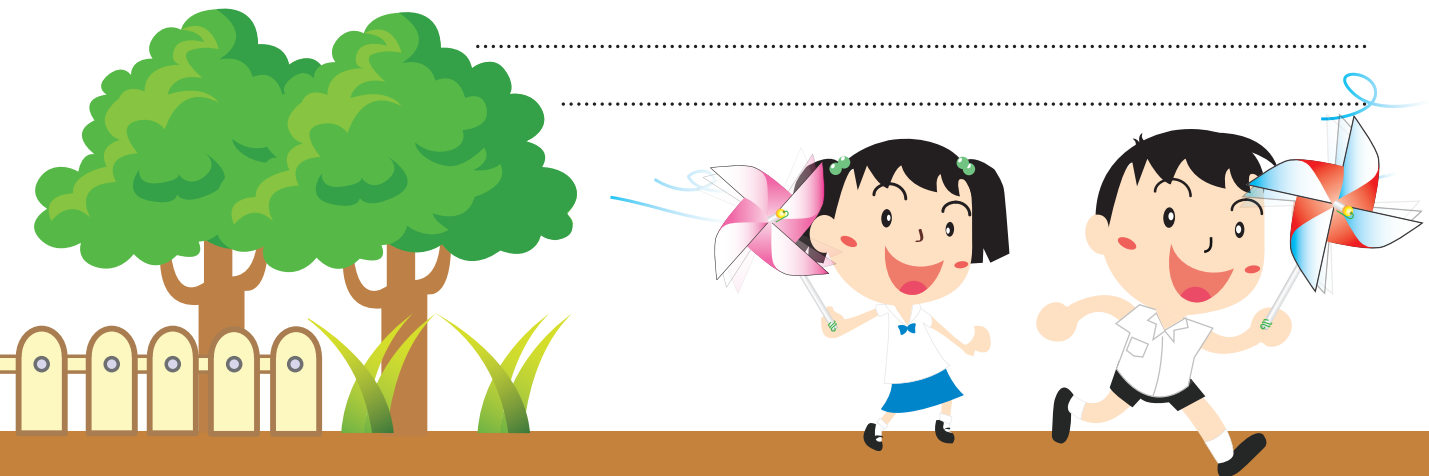
บันทึกข้อความ

Dotted lines for writing a message.



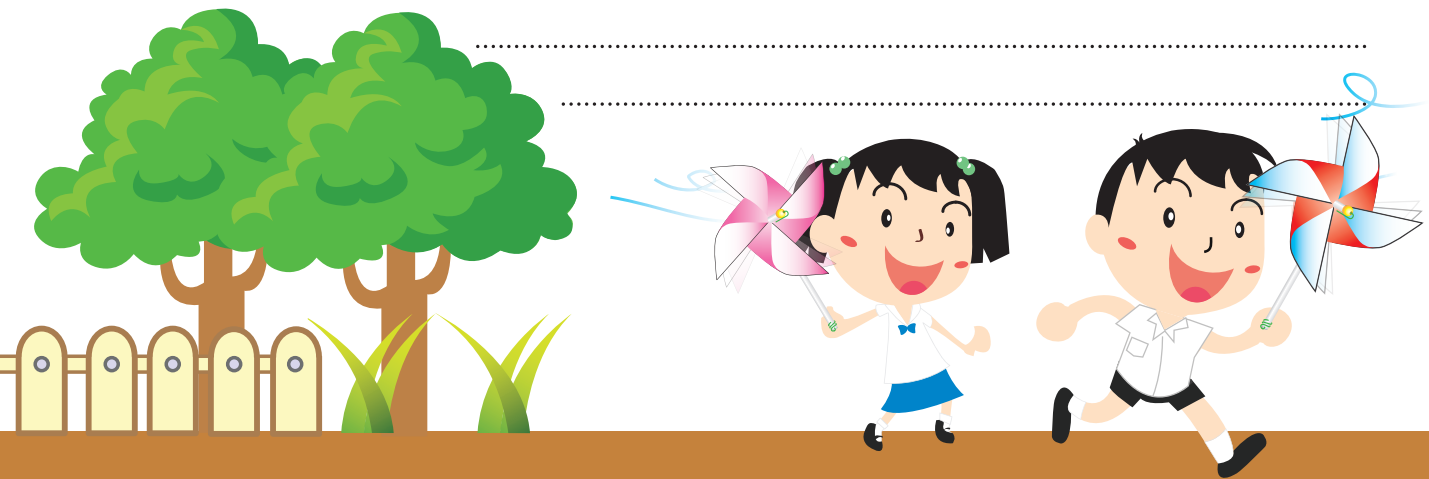
บันทึกข้อความ

A series of horizontal dotted lines for writing a message or report.



บันทึกข้อความ

A series of 20 horizontal dotted lines for writing a message.



บันทึกข้อความ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

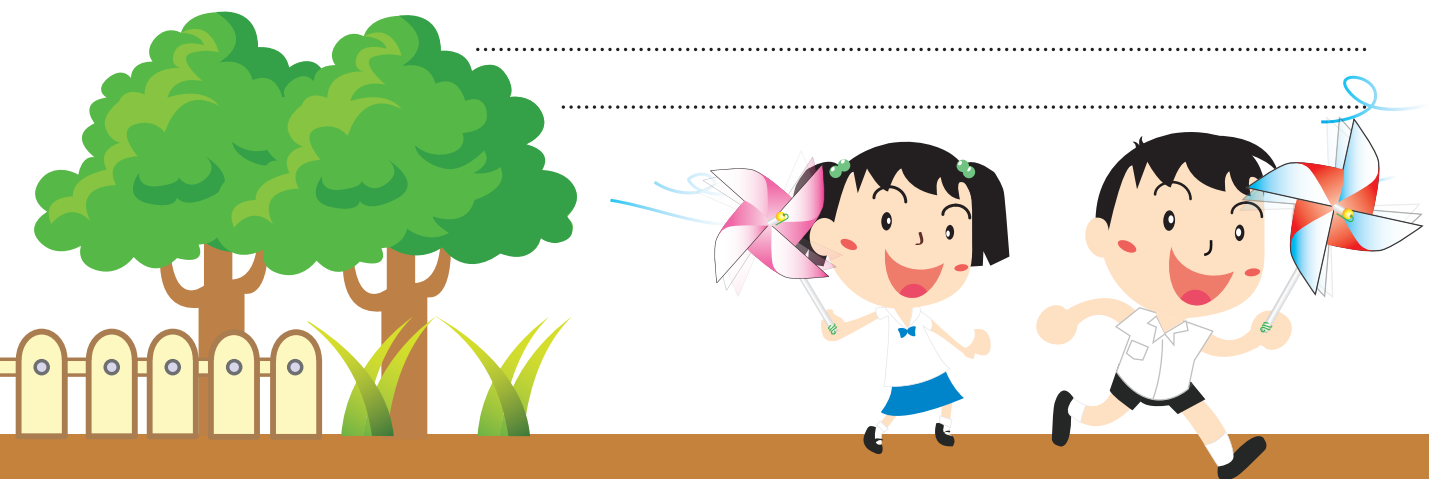
.....

.....

.....

.....

.....



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)