



สถาบันส่งเสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

# คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-ม.6)



# STEM Education

Science Technology Engineering and Mathematics Education

## กิจกรรม

- The Young Designer ◉
- นาวาฝ่าวิกฤต ◉
- ดาราศาสตร์กับสถาปัตยกรรม ◉
- กักกันลมผลิตไฟฟ้า ◉
- สเลอปปี้ ◉
- ชาร์จแบตเตอรี่ด้วย ◉
- พลังงานสะอาด



คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา  
ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1-ม.6)

STEM Education

เล่ม 2

## คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1 - ม.6) เล่ม 2

ข้อมูลทางบรรณานุกรมหอสมุดแห่งชาติ  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1 - ม.6) เล่ม 2  
.....หน้า  
ISBN.....  
1. สะเต็มศึกษา - คู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ 2. ชื่อเรื่อง

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2559 จำนวน .....เล่ม

### ผู้จัดพิมพ์เผยแพร่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. ) กระทรวงศึกษาธิการ

924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ 02-3924021 ต่อ 3102, 3106 โทรสาร 02-3923596

<http://www.ipst.ac.th>

โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

2249 ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

### รูปเล่มและออกแบบโดย

บริษัท เวิร์ดอาย 1999 จำกัด

# คำนำ

## คำชี้แจง

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา นั้น เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนหรือผู้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาต้องตระหนักและให้ความสำคัญเพื่อที่จะได้พัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่ เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและมีศักยภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นระบุ ปัญหา 2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6. ขั้นนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา (ม.1 – ม.6) นี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้กับสถานศึกษาได้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบของกิจกรรมตามศักยภาพและพัฒนาการ ของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเรื่อง เล่นล้อวงกลม เรือบรรทุกน้ำ เรือใบกับสายลม โมบายแสนสวย สวนมะนาว นอกฤดู และนักโภชนาการน้อย โดยคาดหวังว่าผู้เรียนจะสามารถนำความรู้และทักษะต่าง ๆ ไปใช้ในการทำกิจกรรมที่ สอดคล้องและเหมาะสมกับวัยได้เป็นอย่างดี

ในการจัดทำเอกสารเล่มนี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ ตลอดจนครูผู้สอน ด้านการศึกษา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ได้อ่าน พิจารณาและให้คำแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงจนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสาร เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ผู้เรียน รวมทั้งผู้ที่สนใจที่จะจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้เอกสารเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโปรดแจ้งให้ สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(นางพรพรรณ ไทหยางกูร)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

# สารบัญ

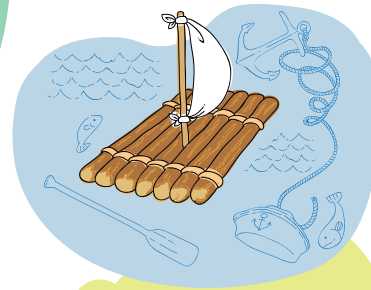


กิจกรรม  
The young  
designer

11

สะเต็มศึกษา

1



กิจกรรม  
นาวาฝ่าวิกฤติ

20

กิจกรรม  
ดาราศาสตร์กับ  
สถาปัตยกรรม

48



กิจกรรม  
กัณฑ์ลมผลิตไฟฟ้า

87



กิจกรรม สลอปี้

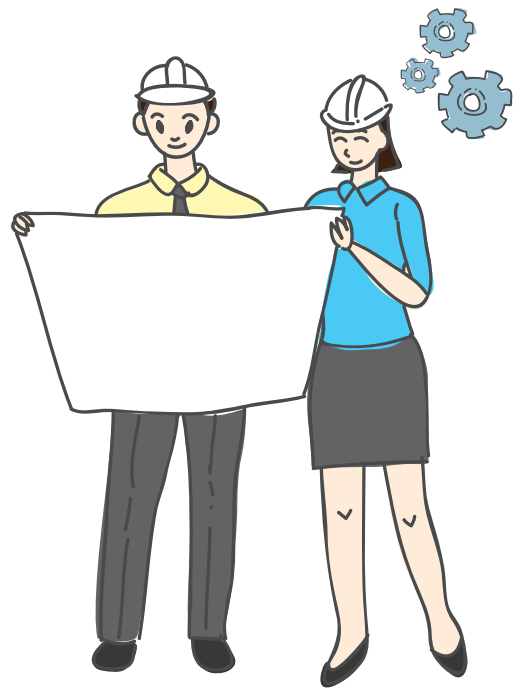
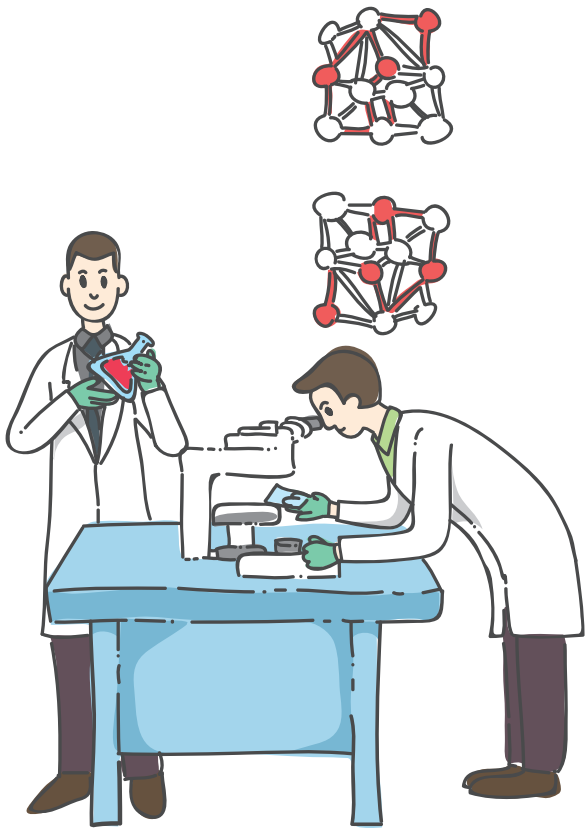
103



กิจกรรม  
ชาร์จแบตเตอรี่ด้วย  
พลังงานสะอาด

119





# สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการ การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อ พัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิต จากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(Engineering Design Process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีการนำทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนเหล่านี้สามารถย้อนกลับไปในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับ ความยากง่ายหรือความซับซ้อนของปัญหานั้น ๆ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้พบว่า ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหามีความสำคัญที่ครูเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ประมวลความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ เหล่านี้เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะช่วยถ่วงดุลแนวคิดเบื้องต้นของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังเป็นการเปิดโอกาสให้ครูได้ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ความรู้ดังกล่าวของนักเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ๆ ได้

## ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน
2. นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา
5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ



## สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือการทำโครงการ (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนพึงมี นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ครูหลายท่านอาจมีความกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่าจะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไร ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นั้น เน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนแบบองค์รวม โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนการสอนได้ ใช้แหล่งเรียนรู้ได้หลากหลาย และนักเรียนได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจเพิ่มขึ้น

**บูรณาการคืออะไร** บูรณาการ (Integration) หมายถึงการนำศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของนักเรียน

**บูรณาการทำได้อย่างไร** การบูรณาการสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การบูรณาการเนื้อหา (Integration of subject areas) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ (Integration of learning process) และการบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ (Integration of learning outcome) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของสาระต่าง ๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน โดยอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นปัญหา แล้วจึงนำเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือหัวข้อนั้นมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่าง ๆ มาเชื่อมโยง เพื่อให้นักเรียนได้ความรู้ ทักษะ และเจตคติตามที่ต้องการ

2. การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของครูมาผสมผสานเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียน หรือการจัดให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยครูอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่ศึกษานั้นมีเนื้อหาอะไรและแต่ละเนื้อหาจะสอนด้วยวิธีใด

3. การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยครูอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วพิจารณาว่าประเด็นที่จะศึกษานั้นต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไร จากนั้นจึงนำเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษามาผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน

จากที่กล่าวข้างต้น ครูสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งที่ควรคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อนักเรียนมีดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด
2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน
3. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ นักเรียน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา
5. ปลุกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

## แนวทางการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ สสวท. พัฒนาขึ้นนี้เป็นตัวอย่างให้ครูได้เห็นแนวทางในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดเริ่มต้นมาจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยอาจนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมในการดำเนินกิจกรรม ทั้งนี้ครูสามารถใช้แนวทางดังกล่าวนี้ไปพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการไม่จำเป็นต้องบูรณาการครบทุกรายวิชา แต่มีจุดเน้นให้นักเรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยทักษะที่สำคัญที่จะต้องกล่าวถึงได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วยทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร

การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางได้แก่

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมและสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยครูแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้
2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงงาน และเหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก แต่มีข้อดีคือครูสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ นักเรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา ออกแบบ และสร้างชิ้นงานของนักเรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมเสริมศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหา ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมเสริมศึกษาแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป

## การวัดและประเมินผล

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการควบคู่กันกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน เป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของนักเรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นกลไกหนึ่งในการประกันคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ว่า ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผลนักเรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของนักเรียน ความประพฤติ การสังเกต พฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา ซึ่งทำให้เห็นแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้จะต้องดำเนินการควบคู่กันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง
2. ในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนานักเรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การประเมินพัฒนาการของนักเรียนจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน
3. เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของนักเรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลายวิธี และต่อเนื่องทั้งการสังเกตพฤติกรรม การเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม ฯลฯ

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและสิ่งที่นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารที่แท้จริงของนักเรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและครูที่จะได้ทราบพัฒนาการการเรียนรู้ และความสำเร็จของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรแก้ไข นอกจากนี้ครูยังได้ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองจะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลเพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจ ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

## 1. การประเมินจากสภาพจริง

การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้

### ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลายวิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลายด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของนักเรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่านักเรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
3. การประเมินที่มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพโดยรวมของนักเรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
4. การประเมินที่ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการของนักเรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลายด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของนักเรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล
5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป
6. การประเมินที่นักเรียนมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้
7. การประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่านักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

### วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของนักเรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู

6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)
9. การทดสอบ
10. อื่น ๆ

## 2. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

ความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การมอบหมายงานให้ทำ งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2. การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

การมอบหมายชิ้นงานให้นักเรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

3. การกำหนดตัวอย่างงานและให้นักเรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้ได้ผลงานที่เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำเฮอร์บาเรียม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

4. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

5. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบ เนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบอัตนัยก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วย โดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการคิดระดับสูง ซึ่งแบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน

## แนวการประเมินตามสภาพจริง

จากที่กล่าวมาแล้วว่าการประเมินตามสภาพจริงนั้นให้ความสำคัญต่อการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัยน้อยมาก แต่จะให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของนักเรียนขณะทำกิจกรรม งานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนทำ ซึ่งมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและมีวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมิใช่แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไป จึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนแน่นอนเช่นเดียวกับการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบปรนัย ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงจึงต้องกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจทำโดยครู หรือครูและนักเรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางการประเมินนั้นจะต้องมีมาตรวัดว่า นักเรียนทำอะไรได้สำเร็จ และระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรวัดนี้ เรียกว่า Rubric

การประเมินโดยอิง Rubric นี้โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1. การประเมินเป็นภาพรวม (holistic score)
2. การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (analytic score)

### การประเมินเป็นภาพรวม (holistic score)

การประเมินภาพรวมของงานจะไม่เก็บเป็นคะแนน แม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมินแต่ต้องให้ความหมายของภาพรวมให้ได้

## ตัวอย่างมาตรวัดการประเมินเป็นภาพรวมในการประเมินโครงการ

มาตรวัดในการประเมินโครงการ	ระดับคะแนน
- ไม่เข้าใจปัญหา การออกแบบและการทดลองใช้เทคนิคไม่ถูกต้อง ทำโครงการได้แต่ไม่สมบูรณ์ การเขียนรายงานต้องช่วยเหลืออย่างมาก	1
- เข้าใจปัญหาแต่ใช้เวลานานมาก ต้องอาศัยคำแนะนำในการออกแบบการทดลอง มีความยากลำบากในการปฏิบัติ ต้องได้รับคำแนะนำในการเขียนรายงาน	2
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหาการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง งานประสบความสำเร็จบางส่วน การนำเสนอรายงานเป็นลำดับ	3
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหา สามารถออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่าง ๆ จนโครงการประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	4
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหา มีความคิดริเริ่มในการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่าง ๆ จนโครงการประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	5

การกำหนดระดับคะแนนตามตารางข้างต้น เป็นการกำหนดระดับการยอมรับประกอบคำอธิบายว่านักเรียนทำอะไรได้บ้าง อย่างไร

การกำหนดระดับคะแนนอาจกำหนดตามระดับความผิดพลาด เช่น ถ้าการประเมินโครงการจะประเมิน 6 ประเด็นด้วยกัน คือ

1. การกำหนดปัญหาและสมมติฐานถูกต้อง
2. การออกแบบการทดลองถูกต้อง
3. การดำเนินการทดลองถูกต้อง
4. การจัดทำข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลถูกต้อง
5. การสรุปผลการทดลองถูกต้อง
6. การนำเสนอโครงการถูกต้อง

การกำหนดระดับคะแนนอาจเป็นดังนี้

- ระดับคะแนน 1 ปฏิบัติถูกต้องเพียงประเด็นเดียว  
 ระดับคะแนน 2 ปฏิบัติถูกต้อง 2 - 3 ประเด็น  
 ระดับคะแนน 3 ปฏิบัติถูกต้อง 4 - 5 ประเด็น  
 ระดับคะแนน 4 ปฏิบัติถูกต้องทุกประเด็น

### การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ

การประเมินแบบแยกองค์ประกอบจะวิเคราะห์ว่า ผลงานของนักเรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง ความสามารถนักเรียนในประเด็นต่าง ๆ อยู่ในระดับใด ดังตัวอย่างการประเมินโครงการและการประเมินการปฏิบัติการ

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การประเมิน		
	การออกแบบการทดลอง	การดำเนินการทดลอง	การนำเสนอ
4	- เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้องแสดงถึงความคิดริเริ่ม	- การดำเนินการทดลองมีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง มีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ละเอียดรอบคอบ ครบถ้วน ตามที่ต้องการวัด	- เข้าใจง่ายเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วนเหมาะสม การสรุปผลการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผล และความรู้มาอ้างอิง ประกอบการสรุปการทดลอง
3	- เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง	- การดำเนินการทดลองมีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง แต่ไม่มีการทำซ้ำ การเก็บข้อมูล ครบถ้วนตามที่ต้องการวัด	- การนำเสนอข้อมูลถูกต้องครบถ้วน วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน การสรุปการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผล และความรู้มาอ้างอิงประกอบ

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การประเมิน		
	การออกแบบการ ทดลอง	การดำเนินการทดลอง	การนำเสนอ
2	- เข้าใจปัญหา ตั้ง สมมติฐานได้ถูกต้อง การออกแบบการ ทดลองและเทคนิควิธี ยังไม่ถูกต้อง	- การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนถูกต้องเป็น ส่วนใหญ่ แต่ไม่มีการทำ ซ้ำ การเก็บข้อมูลครบ ถ้วนตามที่ต้องการวัด	- การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลครบ ถ้วน การนำเสนอผลการทดลองถูกต้อง
1	- เข้าใจปัญหา ตั้ง สมมติฐานถูกต้อง ต้อง อาศัยการแนะนำในการ ออกแบบการทดลอง	- การดำเนินการทดลอง ไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ การเก็บข้อมูลไม่ครบ ถ้วน	- การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ ครบถ้วน การสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง

### ตัวอย่างแบบประเมินการปฏิบัติการ

รายงาน	ปฏิบัติ	รวม

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1. .... 2. ....  
3. .... 4. ....  
5. .... 6. ....

วันที่ประเมิน .....

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้				หมายเหตุ
	4	3	2	1	
วิธีดำเนินการทดลอง					
การปฏิบัติการทดลอง					
ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ					
การนำเสนอ					
รวม					
ระดับคะแนนที่ได้					



## ตัวอย่างมาตรวัดการประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน
<p>1. วิธีดำเนินการทดลอง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการ ขั้นตอน และการใช้เครื่องมือ 1</li> <li>- กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ 2</li> <li>- กำหนดวิธีการและขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม 3</li> <li>- กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม 4</li> </ul>	
<p>2. การปฏิบัติการทดลอง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ 1</li> <li>- ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ 2</li> <li>- ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ 3</li> <li>- ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง 4</li> </ul>	
<p>3. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย 1</li> <li>- ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง 2</li> <li>- มีความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้งานอย่างปลอดภัย 3</li> <li>- มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และใช้อุปกรณ์ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา 4</li> </ul>	
<p>4. การนำเสนอ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง สรุปผล และการนำเสนอ 1</li> <li>- ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง และการนำเสนอจึงปฏิบัติได้ 2</li> <li>- บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน 3</li> <li>- บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน 4</li> </ul>	

# The Young Designer



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เวลา 3 ชั่วโมง



## สาระสำคัญ

การตัดเย็บเสื้อผ้าเป็นอาชีพหนึ่งที่ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ในเรื่อง การวัดความยาว การคิดคำนวณ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตต่าง ๆ รวมถึงการประมาณ ในการตัดเย็บเสื้อผ้าต่าง ๆ นั้น มีรูปแบบและวิธีการในการตัดเย็บที่มีความยากง่ายแตกต่างกัน การตัดเย็บกระโปรงเบื้องต้น เช่น กระโปรงวงกลม เป็นตัวอย่างของการตัดเย็บเสื้อผ้าที่สามารถเข้าใจได้ไม่ยาก และสะท้อนให้เห็นการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง



## ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
-	1. เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากันและสมมติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี ตั้งแต่กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกรูปแบบ ออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติที่มีการบอกขนาดและมาตราส่วนด้วยหน่วยการวัดที่เหมาะสม แล้วลงมือสร้าง ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล

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

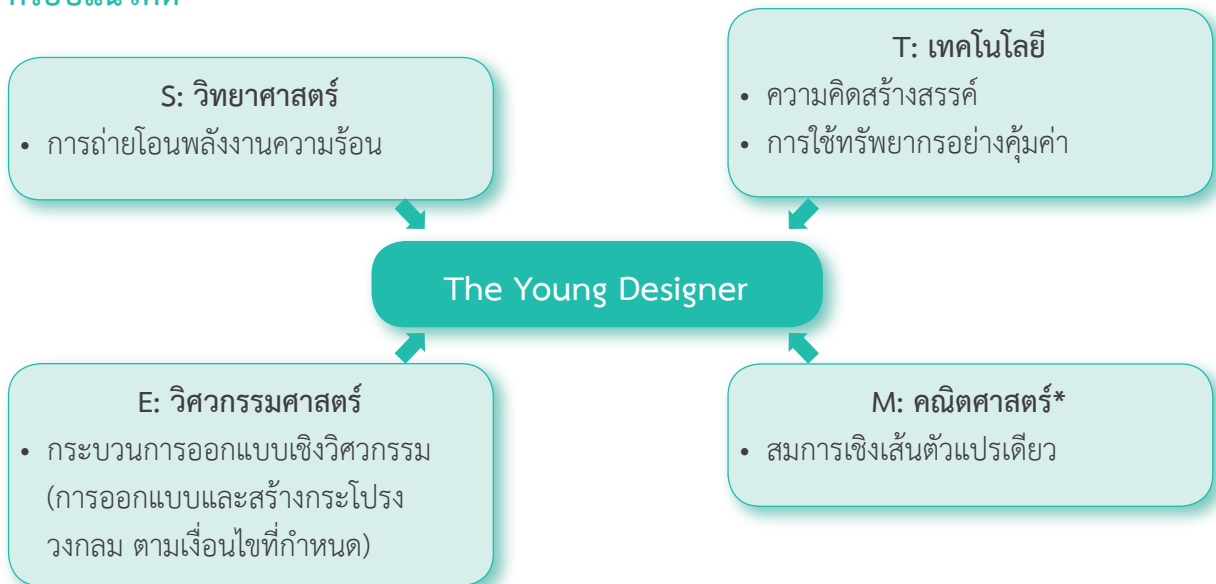


## สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- การถ่ายโอนพลังงานความร้อน มี 3 แบบ คือการนำความร้อน การพาความร้อน และ การแผ่รังสีความร้อน ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ควรมีความคิดสร้างสรรค์ 4 ลักษณะคือ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ</li> </ul>



## กรอบแนวคิด



\*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้



## จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. นำความรู้เรื่องจำนวนจริงและการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบตัดเย็บโครงวงกลม
2. ออกแบบตัดเย็บโครงวงกลมโดยคำนึงถึงทรัพยากรทางเทคโนโลยี



## วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	กระดาษปรีฟ ขนาด 31 นิ้ว x 43 นิ้ว	6 แผ่น	8	เทปใส	1 ม้วน
2	สายวัด	1 เส้น	9	สีไม้ หรือ สีเมจิก	1 กล่อง
3	ยางลบ	1 ก้อน	10	กระดาษสี คละสี	3 แผ่น
4	ดินสอ	1 แท่ง	11	เมจิกเทป (เทปตีนตุ๊กแก)	3 นิ้ว
5	วงเวียน	1 อัน	12	ที่เย็บกระดาษ	1 อัน
6	กรรไกร	3 เล่ม	13	ตัวอย่างผ้าต่างเนื้อและต่างสี	5 ชิ้น
7	กาวสองหน้าแบบบาง	1 ม้วน			



## แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



### ขั้นระบุปัญหา

- ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จากนั้นเริ่มต้นกิจกรรมโดยการสนทนากับนักเรียนถึงอาชีพต่าง ๆ ว่ามีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้อย่างไร โดยอาจซักถามให้นักเรียนยกตัวอย่างอาชีพที่นักเรียนคิดว่ามีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการทำงาน และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับอาชีพเหล่านั้นมีอะไรบ้าง จากนั้นครูยกตัวอย่างอาชีพตัดเย็บเสื้อผ้า เพื่ออภิปรายถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับอาชีพนี้ โดยอาจจะชี้ให้นักเรียนเห็นว่าอาชีพนี้มีการนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ เช่น ความรู้เกี่ยวกับการวัด การประมาณ และการแก้สมการ
- ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าในการตัดเย็บเสื้อผ้าแต่ละชิ้น เช่น เสื้อ กางเกง หรือกระโปรง ต้องวัดส่วนใดของร่างกายบ้าง รวมถึงร่วมกันอภิปรายว่า ในการเลือกแบบและลวดลายในการตัดเย็บอาจต้องคำนึงถึงรูปร่างของผู้สวมใส่ด้วย เช่น

**รูปร่างเล็ก** ควรเลือกกระโปรงทรงตรง ส่วนเสื้อท่อนบนควรมีขนาดพอดีตัว ถ้าชอบชุดมีลวดลาย ควรเลือกลายหรือดอกที่มีขนาดเล็ก ๆ ไม่ดูโดดเด่นมากเกินไป แต่ถ้าชอบชุดเดรสให้เลือกชนิดปล่อยทิ้งแนบตัว

**รูปร่างผอม – สูง** ควรเลือกกระโปรงยาวใต้เข่าหรือแบบผ่าข้างอวดขาเรียวยาว แต่ควรหลีกเลี่ยงการใส่กระโปรงที่สั้นมาก ๆ หรือกางเกงขาสั้นเพราะจะทำให้ขาดูยาวมากไป สำหรับเนื้อผ้าควรเป็นเนื้อผ้าที่ทิ้งตัวดีหรือเสื้อผ้าที่ตัดเย็บจากผ้าหนา ๆ เช่น ฝ้ายนัส เสื้อถัก เลือกผ้าสีอ่อนและผ้าลายขวางดีกว่าผ้าลายยาวเพราะจะทำให้ไม่ดูผอมจนเกินไป หรือจะเลือกกระโปรงที่มีการจับจีบหรือรูระบายย้วยฟูพอง ก็จะช่วยให้ออกมามีเนื้อมากยิ่งขึ้น

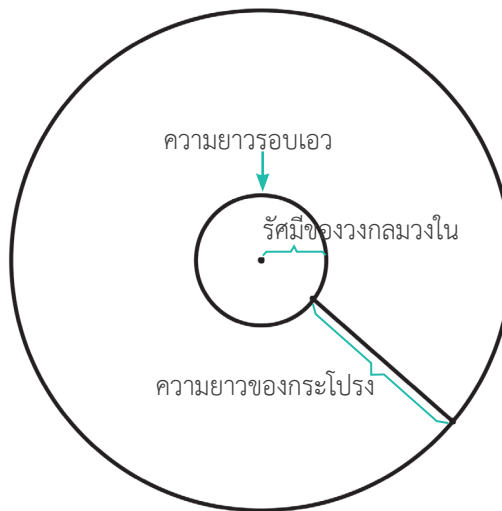
**รูปร่างใหญ่** ไม่ควรเลือกชุดเดรสแบบรัดรูป ควรเลือกชุดที่แยกชิ้นแบบพอดีตัว จะทำให้สวมใส่แล้วรู้สึกสบาย กระโปรงที่เลือกใช้ควรเลือกแบบกระโปรงยาวเลยเข่า และใช้สีโทนเข้ม จะช่วยทำให้รูปร่างดูเล็กลง ถ้าต้องการสวมใส่ชุดมีลายไม่ควรให้มีหลากหลายสีกันมากเกินไป

**รูปร่างอ้วน - เตี้ย** ควรเลือกใส่เสื้อคอวี เพราะจะทำให้ลำคอและใบหน้าดูยาวขึ้น ลายของเสื้อผ้าควรเป็นลายดอกเล็กๆ หรือลายตั้ง หลีกเลี่ยงการใส่เสื้อคอปิดหรือคอสูงเพราะยิ่งจะทำให้ลำคอดูสั้น และไม่ควรรวมชุดกระโปรงที่เป็นชุดติดกัน ควรสวมเสื้อและกระโปรงแยกชิ้น สีเสื้อผ้าแฟชั่นที่เลือกใช้ควรเลือกแบบสีเข้ม ๆ จะช่วยทำให้รูปร่างดูเล็กลง

3. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกระโปรงวงกลม โดยอาจใช้กระโปรงวงกลมจริงหรือรูปภาพจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจลักษณะของกระโปรงวงกลมร่วมกัน และลงข้อสรุปได้ว่า ในการตัดกระโปรงวงกลม สิ่งที่เราต้องวัด คือ ความยาวรอบเอว และความยาวของกระโปรง โดยแนะนำเพิ่มเติมว่า ในการวัดรอบเอวควรวัดส่วนที่คอดเล็กที่สุดของเอว โดยทั่วไปประมาณ 1 นิ้วเหนือสะดือ นอกจากนี้ควรวัดให้พอดีและหมุนสายวัดได้ ดังภาพ



4. อย่างไรก็ตาม การวัดเอวในการตัดเย็บเสื้อผ้าอาจแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับรูปทรงกระโปรงที่ออกแบบ ครูอธิบายเกี่ยวกับแพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม จากภาพต่อไปนี้



ภาพแสดงแพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม

จากภาพ วงกลมวงใน คือ วงกลมซึ่งมีเส้นรอบวงยาวเท่ากับความยาวรอบเอว และวงกลมวงนอก คือ วงกลมซึ่งมีรัศมียาวเท่ากับผลบวกของรัศมีของวงกลมวงในกับความยาวของกระโปรง

5. ครูกำหนดสถานการณ์ดังนี้

“นักเรียนเป็นดีไซน์เนอร์ที่ต้องการจะเข้าร่วมการประกวด The Young Designer Contest โดยในการแข่งขันครั้งนี้ เป็นการแข่งขันการออกแบบกระโปรงแบบร่วมสมัย โดยมีข้อกำหนดว่า จะต้องเป็นกระโปรงวงกลมที่มีความยาวระดับเข่า และมีความสวยงามเหมาะสมกับนางแบบ นักเรียนจึงต้องออกแบบแพทเทิร์นและตัดกระโปรงให้เหมาะสมกับนางแบบที่เลือกไว้ เพื่อให้ชนะการประกวดครั้งนี้”

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกสมาชิก 1 คนเพื่อเป็นนางแบบ ครูบอกเงื่อนไขเพิ่มเติมว่า “ในการสร้างกระโปรงวงกลม ซึ่งในที่นี่จะต้องใช้กระดาษแทนผ้า นักเรียนจะต้องคำนวณหาจำนวนกระดาษที่ต้องใช้ในการตัดกระโปรงวงกลม โดยใช้กระดาษอย่างคุ้มค่าที่สุด จากนั้นเขียนสรุปลำดับขั้นตอนในการตัดกระโปรงวงกลม และออกแบบลวดลายบนกระโปรงวงกลมเพื่อให้เหมาะสมกับนางแบบ พร้อมทั้งแสดงเหตุผล” (ความเหมาะสมอาจคำนึงถึง บุคลิกภาพหรือรูปร่างของนางแบบ)



### ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

7. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “แพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม” เพื่อให้นักเรียนสร้างแพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ระบุชื่อนางแบบ วัดความยาวรอบเอว และความยาวของกระโปรง โดยความยาวของกระโปรงของแต่ละกลุ่มจะต้องยาวระดับเข่า แล้วบันทึกค่าที่ได้พร้อมทั้งระบุหน่วยการวัดลงในข้อ 1
- หารัศมีของวงกลมวงใน และรัศมีของวงกลมวงนอก โดยอาจใช้เครื่องคิดเลขช่วยในการคำนวณ พร้อมทั้งแสดงการคำนวณลงในข้อ 2 (กรณีที่นักเรียนไม่สามารถคำนวณหารัศมีของวงกลมวงในได้ ให้ครูใช้ใบความรู้เรื่อง วงกลม อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของรัศมีกับความยาวของเส้นรอบวงของวงกลม)



### ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

8. วาดแพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม ระบุความยาวที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งระบุแนวคิดในการออกแบบกระโปรงวงกลมให้เหมาะกับนางแบบ โดยแสดงวิธีการคำนวณหาจำนวนแผ่นของกระดาษปรีฟที่ต้องใช้ในการวาดแพทเทิร์นกระโปรงวงกลมและต้องใช้กระดาษอย่างคุ้มค่าที่สุด พร้อมทั้งวาดภาพแบบจำลองในการสร้างแพทเทิร์นของกระโปรงวงกลมโดยใช้กระดาษตามจำนวนที่นักเรียนคำนวณได้ (ครูบอกขนาดของกระดาษปรีฟเพื่อให้ นักเรียนใช้ประกอบการคำนวณหาจำนวนที่ต้องใช้) ลงในข้อ 3 และ 4



### ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

9. แต่ละกลุ่มเขียนสรุปลำดับขั้นตอนในการตัดกระโปรงวงกลมลงในข้อ 5 ของใบกิจกรรมที่ 1
10. ครูแจกกระดาษปรีฟตามจำนวนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุไว้ในข้อ 4 ของใบกิจกรรมที่ 1 แล้วให้นักเรียนลงมือตัดกระโปรงวงกลม พร้อมทั้งออกแบบลวดลายของกระโปรง โดยในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูสังเกตวิธีการของแต่ละกลุ่มเพื่อชี้แนะและซักถามปัญหาที่เกิดขึ้น



### ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

11. เมื่อนักเรียนกลุ่มใดตัดกระโปรงวงกลมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนที่เป็นนางแบบลองสวมกระโปรงที่ว่าพอดีหรือไม่ หากไม่พอดี ให้หาแนวทางในการแก้ไข พร้อมทั้งปรับแก้ชิ้นงานตามแนวทางดังกล่าว
12. หลังจากได้แพทเทิร์นของกระโปรงวงกลมแล้ว ครูให้นักเรียนพิจารณาต่อว่า หากจะตัดกระโปรงวงกลมตามแพทเทิร์นด้วยผ้าจริง ๆ นักเรียนจะเลือกใช้ผ้าสีใดและเนื้อแบบใดจากตัวอย่างผ้าที่ให้มา โดยกระโปรงวงกลมที่ตัดจะต้องสามารถสวมใส่ในที่ร้อนและสามารถระบายความร้อนได้ดี และให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบการพิจารณาเลือกเนื้อผ้าและสีผ้าด้วย
13. ให้นักเรียนระบุว่า นักเรียนได้รับความรู้อะไรบ้างในการทำกิจกรรมครั้งนี้ ลงในข้อ 1 ของใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เรียนรู้เพื่อแก้ไข พร้อมทั้งบันทึกปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินงานลงในข้อ 2

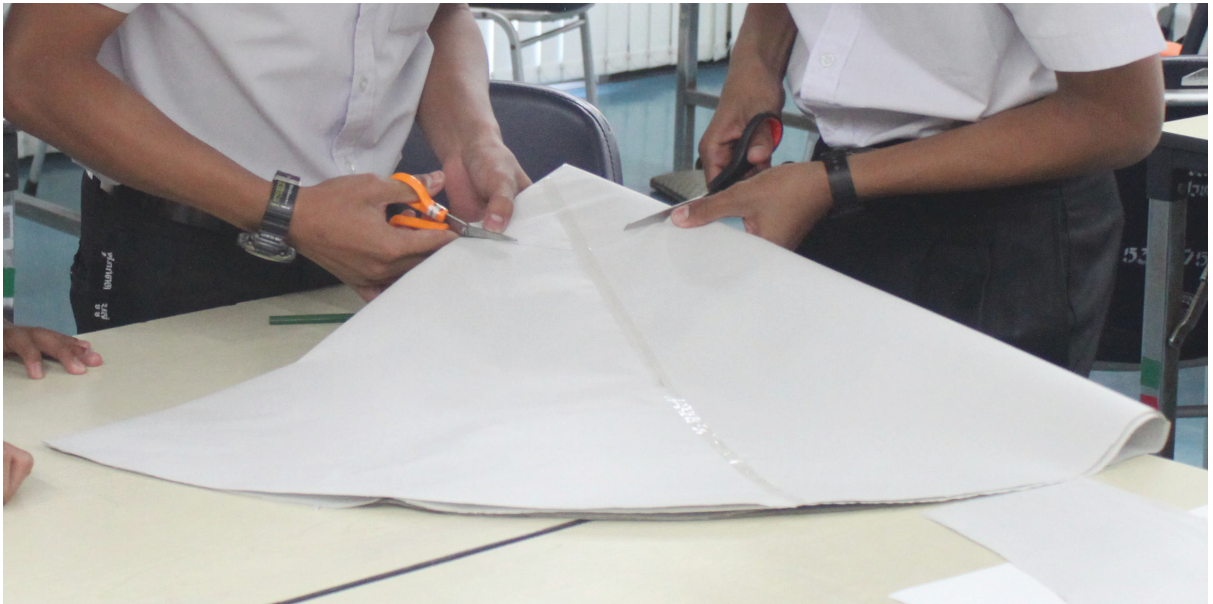
### ตัวอย่างปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการแก้ไข

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางในการแก้ไข
1. จำนวนกระดาษปรีฟที่ใช้จริงมากกว่าที่คำนวณได้ เพราะคำนวณจำนวนกระดาษโดยใช้รัศมีของวงกลม	ตรวจสอบการคำนวณใหม่ว่าความกว้างของกระดาษที่ต้องใช้ต้องเป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่ใช่รัศมี
2. กระดาษปรีฟบริเวณเอวมีกขาดเวลาสวมใส่	ตัดกระดาษเป็นแนวยาวจากขอบเอวลงมาเหมือนแนวของซิป แล้วติดเทปตีนตุ๊กแกแทนซิป
3. ไม่มีวงเวียนขนาดใหญ่พอในการสร้างวงกลม	สร้างวงเวียนจำลองโดยใช้กระดาษเจาะรูตั้งภาพ  หรือใช้สายวัด ดังภาพ 



## ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

14. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน ซึ่งอาจนำเสนอโดยใช้โปสเตอร์หรือจัดการประกวดผลงาน ทั้งนี้ต้องนำเสนอในประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้
  - วิธีการในการหารัศมีของวงกลมวงใน รัศมีของวงกลมวงนอก และจำนวนกระดาษปฐพีที่ใช้
  - ขั้นตอนการออกแบบ แนวคิด และแรงบันดาลใจในการสร้างลวดลาย
  - ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน และแนวทางในการแก้ไข
  - สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม
15. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งแนวทางในการแก้ไข ครูอาจเพิ่มข้อสังเกตให้นักเรียนว่า ในการตัดกระดาษปฐพีอาจมีวิธีที่สามารถทำให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น โดยการพับทบกระดาษ ดังภาพ



16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการตัดกระดาษวงกลม เพื่อนำไปใช้งานจริง เช่น ในกรณีที่ต้องการให้กระดาษเป็นลอนสวยและพลิ้วไหว ควรใช้ผ้าที่เนื้อบางเบา แต่ถ้าต้องการให้กระดาษตั้งตัว ควรใช้ผ้าที่มีน้ำหนักและไม่แข็งจนเกินไป  
นอกจากนี้ ในการตัดเย็บเสื้อผ้าโดยทั่วไป เรายังต้องคำนึงถึงการเผื่อผ้าไว้สำหรับพับเย็บตะเข็บ และความกว้างของหน้าผ้าให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบที่ต้องการ รวมถึงเลือกชนิดของผ้าให้เหมาะสมกับฤดูกาล เช่น ในฤดูร้อนควรใช้ผ้าฝ้ายเพื่อช่วยระบายความร้อน





## การวัดประเมินผล

เกณฑ์การวัดและประเมินผล	คะแนน
1. การหารัศมีของวงกลมวงใน และรัศมีของวงกลมวงนอก <ul style="list-style-type: none"><li>• สามารถแสดงแนวคิดและหาคำตอบได้ถูกต้อง</li><li>• สามารถแสดงแนวคิดได้ถูกต้อง แต่คำตอบยังไม่ถูกต้อง</li><li>• ไม่สามารถแสดงแนวคิดและคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง</li></ul>	5 3 0
2. จำนวนแผ่นของกระดาษปรีฟที่ใช้ <ul style="list-style-type: none"><li>• จำนวนแผ่นของกระดาษปรีฟที่ใช้จริงตรงกับค่าที่คำนวณได้</li><li>• จำนวนแผ่นของกระดาษปรีฟที่ใช้จริงไม่ตรงกับค่าที่คำนวณได้</li></ul>	3 0
3. ความคุ้มค่าของการใช้กระดาษ <ul style="list-style-type: none"><li>• มีกระดาษเหลือน้อยกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่ของแผ่น</li><li>• มีกระดาษเหลือมากกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่ของแผ่น</li></ul>	2 0
4. สร้างกระโปรงวงกลมได้ในเวลาที่กำหนด <ul style="list-style-type: none"><li>• เสร็จตามเวลาที่กำหนด</li><li>• เสร็จไม่ทันตามเวลาที่กำหนด แต่มีชิ้นงานบางส่วน</li><li>• ไม่มีชิ้นงาน</li></ul>	5 3 0
5. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน และแนวทางในการแก้ไข <ul style="list-style-type: none"><li>• สามารถระบุปัญหา แนวทางการแก้ไขได้อย่างสมเหตุสมผล และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ (หรือไม่เกิดปัญหาขึ้นเลย)</li><li>• สามารถระบุปัญหาและเสนอแนวทางการแก้ไขได้ แต่ไม่สามารถลงมือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้เอง</li><li>• สามารถระบุปัญหาได้ แต่ไม่สามารถหาแนวทางการแก้ไขปัญหาได้เอง</li><li>• ไม่สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้</li></ul>	5 3 2 0
6. การนำเสนอ <ul style="list-style-type: none"><li>• ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ</li><li>• ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายแต่รูปแบบการนำเสนอไม่น่าสนใจ หรือการนำเสนอไม่มีลำดับขั้นตอนแต่รูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ</li><li>• การนำเสนอไม่มีลำดับขั้นตอนและรูปแบบการนำเสนอไม่น่าสนใจ</li><li>• ไม่สามารถนำเสนอได้</li></ul>	5 3 2 0

เกณฑ์การวัดและประเมินผล	คะแนน
<b>7. ความคิดสร้างสรรค์</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• มีความแปลกใหม่ และ ประณีตสวยงาม</li> <li>• มีความแปลกใหม่ หรือ ประณีตสวยงาม</li> <li>• ไม่มีความแปลกใหม่ และ ไม่ประณีตสวยงาม</li> </ul>	 5 3 0
<b>8. การเลือกผ้าในการตัดกระโปรง</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• เลือกเนื้อผ้าและสีผ้าได้เหมาะสม โดยอธิบายเหตุผลอย่างชัดเจนด้วยหลักการถ่ายโอนพลังงานความร้อน</li> <li>• เลือกเนื้อผ้าและสีผ้าได้เหมาะสมอย่างใดอย่างหนึ่ง อธิบายเหตุผลโดยใช้หลักการถ่ายโอนพลังงานความร้อนบางส่วน</li> <li>• เลือกเนื้อผ้าและสีผ้าได้ไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงการถ่ายโอนพลังงานความร้อนเลย</li> </ul>	 5 3 0

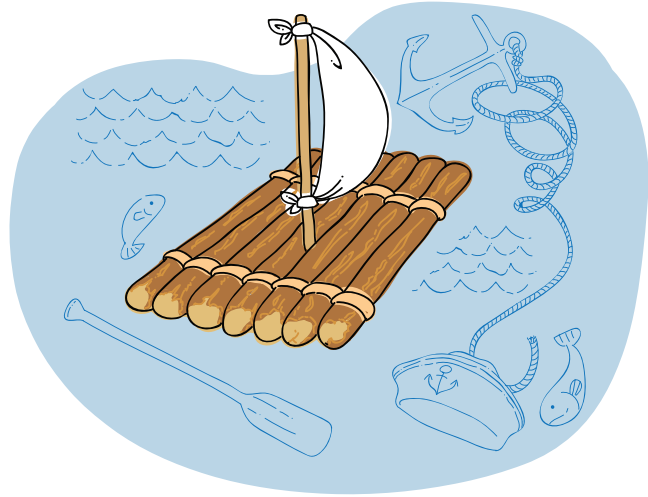
\*\* เกณฑ์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม



### สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แพทเทิร์นของกระโปรงวงกลม
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เรียนรู้และแก้ไข
3. ใบความรู้เรื่อง วงกลม

# นาวา ฝ่าวิกฤต



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เวลา 3 ชั่วโมง



สาระสำคัญ

สารไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ล้วนต้องการที่อยู่ หรือการครองที่ ในกรณีที่ของแข็ง อยู่ในของเหลวจะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม เมื่อรวมแรงดันทั้งหมดที่ของเหลวกระทำ ต่อวัตถุจะได้แรงลัพธ์ที่มีทิศทางขึ้น เรียกแรงนี้ว่า แรงพยุง (buoyant force:  $F_B$ ) โดยนักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ อาร์คิมิดีส (Archimedes) ได้ศึกษาและสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงได้ว่า น้ำหนักวัตถุส่วนที่หายไปเมื่อ ชั่งในของเหลวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จม

เมื่อวัตถุต่าง ๆ อยู่ในของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำอยู่เสมอ วัตถุใดที่จมในของเหลวแสดงว่าน้ำหนักของ วัตถุนั้นมีค่ามากกว่าแรงพยุงในของเหลว และวัตถุใดที่ลอยในของเหลวแสดงว่าแรงพยุงในของเหลวมีค่าเท่ากับ น้ำหนักของวัตถุนั้น การเพิ่มแรงพยุงสามารถทำได้โดยการทำให้ปริมาตรของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่มีค่าเพิ่ม ขึ้น เช่น การนำเหล็กมาต่อและขึ้นรูปเป็นเรือ จะสามารถทำให้อ่อนเหล็กที่จมน้ำ สามารถลอยน้ำได้

ในการสร้างพาหนะเพื่อบรรทุกสิ่งของให้ลอยน้ำนั้นจะใช้หลักการเรื่องแรงพยุงเข้ามาเกี่ยวข้อง การหา ขนาดของแรงพยุงจากมวลและปริมาตรของพาหนะจะช่วยให้สามารถบอกมวลของสิ่งของที่จะบรรทุกได้ เพื่อ ป้องกันการบรรทุกสิ่งของมากเกินไปจนเป็นเหตุให้พาหนะล่ม การบรรทุกสิ่งของบนพาหนะต้องจัดวางสิ่งของ ที่ทำให้ศูนย์ถ่วงไม่อยู่นอกฐานและอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุนเพื่อไม่ให้พาหนะเกิดการพลิกคว่ำ ในขณะที่ เดียวกันยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องคำนึงถึง เช่น วัสดุที่ใช้สร้าง รูปร่างของพาหนะ ความแข็งแรงของพาหนะในการ บรรทุกสิ่งของ



## ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. ลงมือปฏิบัติและอธิบายแรงพยางในของเหลวและเขียนแผนภาพเพื่อแสดงแรงที่ทำให้วัตถุจมหรือลอย 2. ทดลอง อธิบายและคำนวณโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือผลิตภัณฑ์อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี ตั้งแต่กำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกรูปแบบ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็น ภาพฉาย แล้วลงมือสร้าง ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล

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



### สาระการเรียนรู้

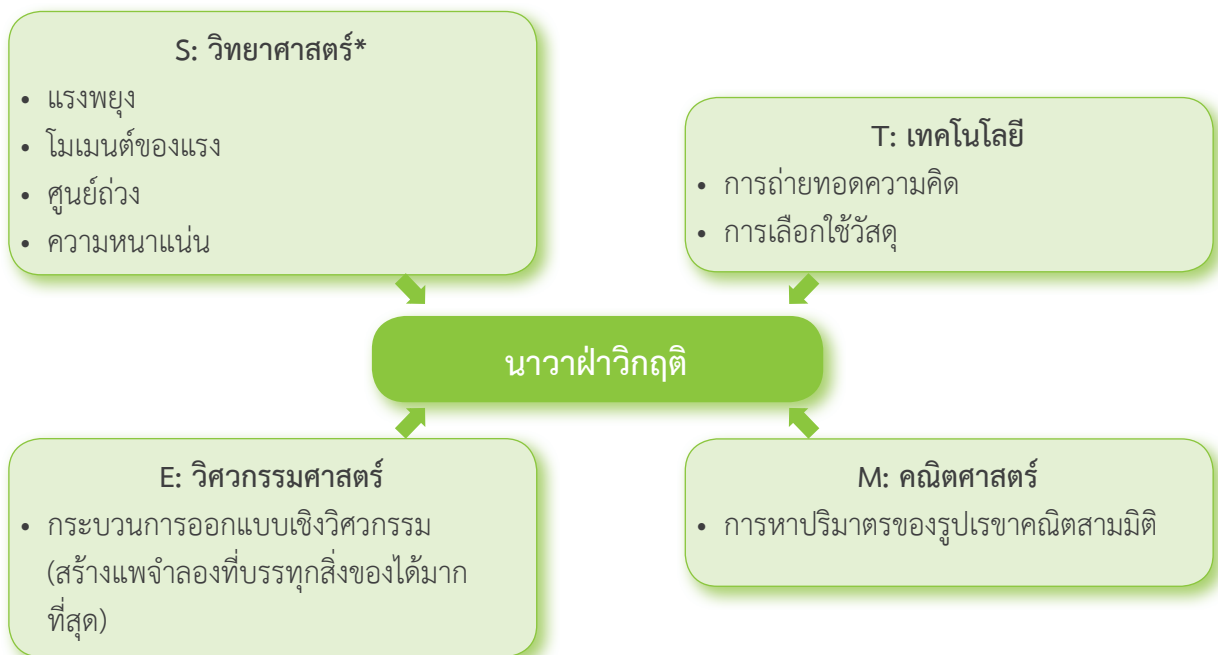
วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลว มีแรงพยางเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุ การจมหรือการลอยของวัตถุขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและแรงพยางค์ ถ้า น้ำหนักของวัตถุและแรงพยางค์ของเหลวมีค่าเท่ากัน วัตถุจะลอยนิ่งอยู่ในของเหลว แต่ถ้า น้ำหนักของวัตถุมีค่ามากกว่าแรงพยางค์ของเหลว วัตถุจะจม</li> <li>เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวลจะทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุนเกิดโมเมนต์ของแรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ</li> <li>การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรไปใช้ในการแก้ปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการสามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย</li> <li>การถ่ายทอดความคิดเป็นการสื่อสารแนวคิดที่ใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการให้เป็นรูปธรรม เพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ</li> </ul>

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เมื่อผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน</li> <li>- ของเล่นหลายชนิดประกอบด้วยอุปกรณ์หลายส่วนที่ใช้หลักการโมเมนต์ของแรง ความรู้เรื่องโมเมนต์ของแรงสามารถนำไปใช้ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่นได้</li> </ul>		

หมายเหตุ: สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องศูนย์ถ่วงและความหนาแน่นไม่มีในตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่เป็นความรู้ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบและสร้างชิ้นงาน



### กรอบแนวคิด



\*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้



## จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุล ต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ
2. หาปริมาตรของทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ
3. ถ่ายทอดแนวคิดในการออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ
4. เลือกใช้วัสดุในการสร้างแพอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
5. สร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแพ



## วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	ขวดพลาสติกพร้อมฝาปิดขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร	6 อัน	8	กระดาษขาว 2 หน้า แบบหนา	1 ม้วน
2	ไม้ไอศกรีม	10 อัน	9	กะละมัง	1 ใบ
3	แผ่นพลาสติกลูกฟูก ขนาด A4	2 แผ่น	10	ไม้เสียบลูกชิ้น	3 ไม้
4	ดินน้ำมันมวล 150 กรัม	5 ก้อน	11	เทปกาวปิดกล่อง	1 ม้วน
5	กล่องพลาสติกใส	1 ใบ	12	กรรไกร คัตเตอร์ แผ่นรองตัด	1 ชุด
6	ถ้วยโฟม	1 ใบ	13	เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
7	ถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก	1 ใบ	14	ไม้บรรทัด	1 อัน



## แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



### ขั้นระบุปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในหัวข้อ ปัญหาและอุปสรรคที่มาที่มน้ำท่วม มีอะไรบ้าง  
(แนวคำตอบ เชื้อโรค ปัญหาในการอุปโภคและบริโภค และการคมนาคมขนส่ง)
2. ครูร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์น้ำท่วม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นว่า มีวิธีการใดบ้างที่จะไม่ทำให้สิ่งของเปียกน้ำเมื่อเผชิญกับภาวะวิกฤตน้ำท่วม  
(แนวคำตอบ นำสิ่งของใส่ลงไปในภาชนะที่สามารถลอยน้ำได้แล้วปิดฝาให้สนิท เช่น ถังพลาสติก ขวดหรือถังพลาสติก นำสิ่งของไปตั้งหรือแขวนไว้ในที่สูง ทำกำแพงสำหรับกั้นน้ำไม่ให้เข้ามาท่วมสิ่งของ)

3. ครูเปิดวิดีโอที่เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นโดยคนไทยในช่วงเหตุการณ์มหาอุทกภัยในประเทศไทยที่เกิดขึ้นเมื่อ ปี พ.ศ. 2554 พร้อมทั้งให้นักเรียนจดบันทึกว่า สิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤติอุทกภัยที่ปรากฏในวิดีโอมีอะไรบ้าง
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤติอุทกภัยที่ปรากฏในวิดีโอ โดยมีประเด็นในการอภิปรายดังนี้
  - สิ่งประดิษฐ์ที่ปรากฏในวิดีโอมีอะไรบ้าง  
(แนวคำตอบ เครื่องกรองน้ำ เครื่องเตื่อนไฟรั่ว เครื่องเตื่อนน้ำท่วม รถมอเตอร์ไซด์ยกสูง รถมอเตอร์ไซด์ลอยน้ำ ส้วมใช้แล้วทิ้ง รองเท้ายกสูงทำจากแก้วพลาสติก โต๊ะคอมพิวเตอร์ลอยน้ำ รถยนต์ลอยน้ำ รถสองแถวลอยน้ำ กะละมังลอยน้ำ)
  - สิ่งที่ปรากฏในวิดีโอที่ช่วยให้วัตถุบางอย่าง เช่น รถยนต์ มอเตอร์ไซด์ คน สามารถลอยอยู่เหนือน้ำได้มีอะไรบ้าง  
(แนวคำตอบ แผ่นโฟม กะละมัง ถังน้ำมัน ขวดน้ำ ไม้ไผ่)
5. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนงำของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้  
“นักเรียนเป็นวิศวกรที่จะต้องออกแบบและสร้างแพสำหรับบรรทุกสิ่งของในช่วงวิกฤติน้ำท่วมให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยใช้งบประมาณในการสร้างอย่างคุ้มค่า และระบุปริมาณสิ่งของที่แพจะสามารถบรรทุกได้อย่างแม่นยำ เพื่อป้องกันไม่ให้แพจมน้ำจนทำให้สิ่งของเปียกน้ำ”



### ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

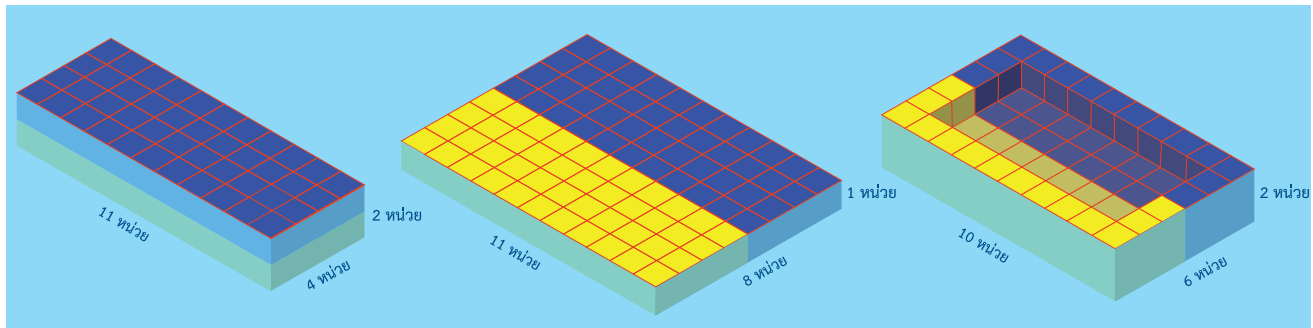
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ถ้าต้องการให้การออกแบบและสร้างแพสำหรับการบรรทุกสิ่งของเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องทำการศึกษาปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพ จากนั้นครูนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ 4 กิจกรรม โดยชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า เพื่อให้การออกแบบและสร้างแพสำหรับการบรรทุกสิ่งของเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนจะต้องทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแพจากกิจกรรม 4 กิจกรรม ดังต่อไปนี้

#### กิจกรรมที่ 1 ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. ครูแจกดินน้ำมันให้กับนักเรียนกลุ่มละ 1 ก้อน จากนั้นให้นักเรียนชั่งมวลของดินน้ำมันแล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า ถ้าปั้นดินน้ำมันทั้งก้อนเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบาง ๆ ดินน้ำมันรูปทรงดังกล่าวจะลอยน้ำหรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบาง ๆ มาทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
4. ครูและนักเรียนอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกันว่า ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม

และแผ่นบาง ๆ จะไม่ลอยน้ำ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้ โดยการร่างภาพลงใน ใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 3

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการปั้นดินน้ำมันให้เป็นรูปทรงตามที่ออกแบบไว้ แล้วทดสอบการลอยน้ำ โดยอนุญาตให้นักเรียนสามารถปรับปรุงชิ้นงานจนกว่าดินน้ำมันจะสามารถลอยน้ำได้
6. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ดินน้ำมันที่ปั้นเป็นทรงกลม ปริซึมสี่เหลี่ยม และแผ่นบาง ๆ กับดินน้ำมันที่นักเรียนออกแบบให้ลอยน้ำ มีมวลเท่ากันหรือไม่ จากนั้นให้นักเรียนนำดินน้ำมันที่ลอยน้ำไปชั่งมวลพร้อมบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 4 และ ข้อ 5
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดดินน้ำมันที่นักเรียนออกแบบจึงลอยน้ำได้ ทั้ง ๆ ที่มีมวลเท่าเดิม โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องแรงพยุง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 6 ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ดินน้ำมันที่ลอยน้ำได้นั้นจะเป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศอยู่ เมื่อนำไปลอยน้ำจะมีปริมาตรของช่องเหลือที่ถูกแทนที่มากกว่าดินน้ำมันทรงตัน เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม แผ่นบาง ๆ แรงพยุงที่กระทำกับดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศอยู่จะมีค่ามากกว่าดินน้ำมันรูปทรงตัน จึงทำให้ดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศสามารถลอยน้ำได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยภาพจำลองดังนี้



รูปทรง ก ภาพจำลองดินน้ำมันที่ปั้นเป็นปริซึมสี่เหลี่ยม      รูปทรง ข ภาพจำลองดินน้ำมันที่ปั้นเป็นแผ่นบาง ๆ      รูปทรง ค ภาพจำลองดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงคล้ายเรือ

ภาพการจำลองนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ไปวางไว้ที่ผิวน้ำ

จากภาพจำลองจะพบว่า เมื่อนำรูปทรงทั้ง 3 ที่ถูกสร้างโดยใช้กล่องลูกบาศก์ตันจำนวนเท่ากันไปวางไว้ที่ผิวน้ำ รูปทรง ค มีปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่มากกว่ารูปทรงอื่น เนื่องจากเป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศที่บริเวณตรงกลาง เมื่อปริมาตรของน้ำถูกแทนที่ด้วยวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้น แรงพยุงก็มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้น วัตถุรูปทรง ค จึงมีแนวโน้มที่จะลอยน้ำได้มากกว่ารูปทรง ก และ ข ในทำนองเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับดินน้ำมันรูปทรงต่าง ๆ จะพบว่า การทำดินน้ำมันให้มีรูปทรงคล้ายเรือโดยมีช่องว่างของอากาศอยู่บริเวณตรงกลางมีแนวโน้มที่จะลอยน้ำได้มากกว่าดินน้ำมันรูปทรงตัน เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม แผ่นบาง ๆ



- ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 1 กับการสร้างแพว่า ในการออกแบบและสร้างแพ เพื่อให้ลอยน้ำได้ตื้นนั้น วัสดุที่นำมาใช้เป็นทุ่นต้องเป็นวัสดุที่มีช่องว่างของอากาศมาก เพื่อให้แรงพยุงมีค่ามาก ซึ่งในกิจกรรมนี้ คือ ขวดพลาสติก ไม้ไอศกรีม และแผ่นพลาสติกลูกฟูก

### กิจกรรมที่ 2 วัตถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

- ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยการตั้งคำถามว่า การบรรจุทุกสิ่งของที่ชั้นบนของเรือกับชั้นล่างของเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวของเรือหรือไม่ อย่างไร เมื่อนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเรียบร้อยแล้ว ครูจึงบอกนักเรียนว่า นักเรียนสามารถหาคำตอบได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 นี้
- ครูนำตัวอย่างเรือสองชั้นที่ทำจากถ้วยโฟมมาแสดงพร้อมตั้งคำถามว่า จะสามารถวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อน ในเรือสองชั้นได้รูปแบบไหนบ้าง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูป 4 รูปแบบ ลงในใบกิจกรรมที่ 2
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อนในเรือสองชั้นแต่ละรูปแบบ จะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 2
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างเรือ 2 ชั้นตามแบบ แล้วทำการทดลองวางดินน้ำมันก้อนเล็กทรงกลม 4 ก้อนในเรือสองชั้นตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในข้อ 3 จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2 และเปรียบเทียบผลการคาดคะเนและผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใด ตำแหน่งที่บรรจุทุกสิ่งของบนเรือจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่องศูนย์ถ่วง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 2 ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ศูนย์ถ่วงของเรือมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยเรือที่บรรจุทุกวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่สูงจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่สูงด้วย จึงทำให้เรือพลิกคว่ำได้ง่าย ในขณะที่เรือที่บรรจุทุกวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำด้วย จึงทำให้เรือสามารถลอยอยู่ในแนวระดับได้โดยไม่พลิกคว่ำ
- ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 กับการสร้างแพว่า การสร้างแพและการบรรจุทุกสิ่งของบนแพ ต้องพยายามทำให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้แพยังทรงตัวอยู่บนผิวน้ำได้โดยไม่พลิกคว่ำ



### กิจกรรมที่ 3 บรรทุกสิ่งของได้เท่าใด

- ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยการแจกขวดพลาสติกที่จะใช้เป็นทุ่นในการสร้างแพ กลุ่มละ 1 อัน พร้อมตั้งคำถามและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า จะทราบได้อย่างไรว่า ขวดทรงกระบอกนี้สามารถบรรทุกสิ่งของเข้าไปข้างในขวดได้มากที่สุดเท่าไรโดยที่ขวดยังไม่จมน้ำ
- ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องความหนาแน่นของวัตถุ โดยให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ( $\rho$ ) มวล ( $m$ ) และปริมาตร ( $V$ ) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 1

3. ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องแรงพยุง โดยให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง ( $F_B$ ) ความหนาแน่นของของเหลว ( $\rho$ ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ ( $V$ ) และขนาดของแรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ( $g$ ) ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2
4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องแรงพยุง และ ใบความรู้ที่ 3 เรื่องความหนาแน่น แล้วอภิปรายร่วมกันว่า จะหาปริมาณสิ่งของที่ จะบรรทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุดเท่าไร โดยที่ขวดยังสามารถลอยน้ำได้ ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ขนาดของน้ำหนักวัตถุจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับขนาดของแรงพยุงหรือขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัดแทนที่ นั่นคือ  $mg \leq \rho Vg$  จะได้ว่า  $m \leq \rho V$  ดังนั้น ในการคำนวณหามวลของวัตถุจะต้องทราบความหนาแน่นของน้ำและปริมาตรของขวดพลาสติก
5. นักเรียนบอกความหนาแน่นของน้ำโดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 3
6. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่องการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วแสดงวิธีการหาปริมาตรของขวดพลาสติกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 4
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีการหาปริมาณสิ่งของที่ จะบรรทุกเข้าไปในขวดพลาสติกได้มากที่สุด โดยที่ขวดยังไม่จมน้ำ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 5
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบผลการคำนวณโดยการนำดินน้ำมันบรรจุลงไปในขวดพลาสติกให้ได้มวลตามที่คำนวณไว้ แล้วไปทดสอบการลอยน้ำ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 6
9. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 3 กับการสร้างแพโดยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมนี้มาคาดการณ์ว่า ถ้าพิจารณาความสามารถในการบรรทุกสิ่งของของแพที่ใช้ขวดพลาสติกเป็นท่อนจำนวนต่าง ๆ จะสามารถบรรทุกดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด โดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อ 7 และ ข้อ 8

#### กิจกรรมที่ 4 วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

1. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยการตั้งคำถามและอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนว่า การบรรทุกสิ่งของที่ระดับเดียวกัน แต่วางในตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ เช่น กลางเรือ ขอบเรือ จะมีผลต่อความสามารถในการลอยอยู่ในแนวระดับของเรือหรือไม่ อย่างไร
2. ครูนำกล่องพลาสติกใสมาให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งตั้งคำถามและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า หากเปรียบกล่องพลาสติกใสเป็นเรือแล้ว จะสามารถวางดินน้ำมัน 2 ก้อนในตำแหน่งต่าง ๆ ของกล่องพลาสติกใสได้รูปแบบใดบ้าง พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดคะเนว่า การวางดินน้ำมัน 2 ก้อนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกล่องพลาสติกใสแต่ละรูปแบบ จะทำให้เรือทรงตัวอยู่ได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกแบบร่างและผลการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 4
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบวางดินน้ำมันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 4

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า เหตุใดตำแหน่งที่บรรจุทุกสิ่งของบนเรือในระดับเดียวกันจึงมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 4 ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ตำแหน่งในการวางวัตถุมีผลต่อการทรงตัวในแนวระดับของเรือที่บรรจุทุกวัตุนั้น ถ้าวางวัตถุทั้ง 2 ก้อนที่ตำแหน่งห่างจากจุดกึ่งกลางของเรือไปฝั่งใดฝั่งหนึ่งจะมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวล ทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุนเกิดโมเมนต์ของแรง (โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง) ส่งผลทำให้เรือหมุนหรือเอียง แต่ถ้าวางวัตถุ 2 ก้อนในตำแหน่งที่ทำให้ผลรวมโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ คือผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน ส่งผลให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ในแนวระดับได้
5. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 4 กับการสร้างแพว่า การสร้างแพและการบรรจุทุกสิ่งของลงบนแพ ต้องทำให้ผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์หรือเกิดสภาพสมดุลต่อการหมุน นั่นคือ ผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา เพื่อให้แพไม่พลิกคว่ำ



### ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

7. ครูทบทวนสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมนี้อีกครั้งว่า นักเรียนจะต้องสร้างแพที่สามารถบรรจุทุกสิ่งของได้มากที่สุดและใช้งบประมาณอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการทำกิจกรรมที่ 1-4 กับการออกแบบและสร้างแพ ดังนี้
  - กิจกรรมที่ 1 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า ในการออกแบบและสร้างแพเพื่อให้ลอยน้ำได้ดีนั้น วัสดุที่นำมาใช้เป็นทุ่นต้องเป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศมากเพื่อทำให้มีปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่มากขึ้น ส่งผลให้แรงพยุงมีค่ามาก
  - กิจกรรมที่ 2 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า การออกแบบและสร้างแพเพื่อบรรจุทุกสิ่งของ ต้องคำนึงถึงศูนย์ถ่วงของแพ โดยจะต้องทำให้ศูนย์ถ่วงของแพและสิ่งของที่บรรจุอยู่ในระดับต่ำที่สุด จึงจะทำให้แพสามารถทรงตัวอยู่ได้โดยไม่พลิกคว่ำ
  - กิจกรรมที่ 3 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า ปริมาณสิ่งของที่แพจะบรรจุได้สามารถพิจารณาได้จากขนาดของแรงพยุงและน้ำหนักของวัตถุ โดยขนาดของแรงพยุงที่กระทำต่อวัตถุที่ลอยน้ำจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ ซึ่งขนาดของแรงพยุงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่
  - กิจกรรมที่ 4 ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า การบรรจุทุกสิ่งของบนแพต้องทำให้ผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา เพื่อให้เกิดสภาพสมดุล
8. ครูกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแพ โดยวัสดุที่ใช้ในการสร้างแพ คือ แผ่นพลาสติกลูกฟูก ไม้ไอศกรีม และขวดพลาสติก ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีราคาที่ใช้จ่ายเพื่อเป็นต้นทุนในการสร้างแพ ส่วนกระดาษขาวสำหรับยัดติด นักเรียนสามารถใช้ได้อย่างไม่จำกัด โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายสำหรับกระดาษวัสดุและอุปกรณ์มีดังนี้

- ขวดพลาสติก ราคา 5 บาท
  - แผ่นพลาสติกลูกฟูก ราคา 8 บาท
  - ไม้ไอศกรีม ราคา 1 บาท
9. ครูอธิบายเงื่อนไขในการบรรทุกสิ่งของบนแพที่สร้างขึ้น คือ
- แพที่สร้างขึ้นจะต้องลอยอยู่ในกะละมังที่ใส่น้ำ โดยที่แพจะต้องไม่สัมผัสกับขอบหรือก้นของกะละมัง
  - สิ่งของที่บรรทุกลงบนแพที่สร้างขึ้น คือ ดินน้ำมัน ซึ่งจะมีการเพิ่มปริมาณการบรรทุกครั้งละ 1 ก้อน โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปและปรับแต่งรูปร่างของดินน้ำมัน
  - การบรรทุกดินน้ำมัน 1 ก้อน ได้รับเงินจำนวน 10 บาท
  - แต่ละกลุ่มจะต้องระบุเป้าหมายที่จะบรรทุกได้ ถ้าบรรทุกได้จริงตามที่ระบุไว้ จะได้เงินโบนัส 15 บาท
  - หลังจากได้รับโบนัสแล้ว ถ้าบรรทุกดินน้ำมันได้เพิ่มจะได้เงิน 5 บาท
  - พาหนะจะต้องบรรทุกดินน้ำมันให้ลอยอยู่เหนือน้ำได้ อย่างน้อย 5 วินาที จึงจะสามารถเพิ่มปริมาณดินน้ำมันในลำดับต่อไปได้
  - ในการบรรทุกดินน้ำมันแต่ละรอบ สามารถทำซ้ำได้รอบละ 2 ครั้ง เมื่อครบ 2 ครั้ง แล้วยังไม่สามารถบรรทุกได้ ให้ถือว่าปริมาณดินน้ำมันในลำดับก่อนหน้าเป็นปริมาณที่บรรทุกได้สูงที่สุด
  - ห้ามส่วนใดส่วนหนึ่งของก้อนดินน้ำมันที่วางบนแพที่สร้างขึ้นสัมผัสกับน้ำ
10. ครูเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริงว่า ในการสร้างแพต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องทราบปริมาณสิ่งของหรือผู้โดยสารที่แพสามารถบรรทุกได้ เพื่อให้สามารถขนส่งได้ปริมาณมากที่สุดแต่ยังคงมีความปลอดภัย โดยครูอาจยกตัวอย่างกรณีแพหรือโป๊ะล่มเนื่องจากการบรรทุกคนมากเกินไปเกินกว่าจำนวนที่กำหนด จากนั้น ครูจึงชี้แจงเพิ่มเติมว่า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับสิ่งของที่บรรทุก นักเรียนจะต้องคาดการณ์ปริมาณดินน้ำมันที่แพที่นักเรียนจะสามารถบรรทุกได้ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ 3 ถ้าปริมาณดินน้ำมันที่คาดการณ์ว่าจะบรรทุกได้เท่ากับปริมาณที่บรรทุกได้จริง จะได้เงินโบนัส 15 บาท
11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่างแบบเรือที่จะสร้างขึ้น พร้อมบอกปริมาณวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ คำนวณค่าใช้จ่ายที่ใช้ และคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกได้ โดยบันทึกในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 1 2 และ 3



### ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

12. นักเรียนวางแผนการทำงานร่วมกันแล้วลงมือสร้างแพตามรูปแบบและวัสดุอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้



### ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

13. นักเรียนทำการทดสอบแพที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งสังเกตและบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 4
14. นักเรียนนำผลการทดสอบแพที่สร้างขึ้นมาหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถบรรทุกดินน้ำมันให้ได้มากที่สุด จากนั้นลงมือปรับปรุงชิ้นงานแล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้งพร้อมกับบันทึกข้อมูลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 4



## ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

15. นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและสร้างแพ และผลการทดสอบแพ
16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในประเด็นดังต่อไปนี้
  - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรจุสิ่งของได้ปริมาณมากและคุ้มค่าในการสร้างหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
  - ลักษณะของแพที่บรรจุสิ่งของได้ปริมาณมาก ๆ และคุ้มค่าในการสร้างเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
  - แพที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถบรรจุของได้จำนวนเท่ากับที่คาดการณ์หรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
  - วิธีการที่ดีที่สุดที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่บรรจุได้ให้แม่นยำคืออะไร
17. นักเรียนบันทึกผลการอภิปรายลงในใบกิจกรรมที่ 5 ข้อ 5
18. ครูอาจเชื่อมโยงความรู้โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างแพ เช่น การบรรจุสิ่งของลงเรือจะบรรจุที่บริเวณท้องเรือ การออกแบบฐานเรือโดยทำให้ฐานกว้างและท้องเรือโค้งมนเพื่อไม่ให้เรือพลิกคว่ำ การถ่วงเรือเพื่อให้ทรงตัวได้ดี การบรรจุสิ่งของบนเรือ แพ หรือโป๊ะ เพื่อให้สมดุลต่อการหมุน การกำหนดปริมาณสิ่งของหรือผู้โดยสารที่เรือ แพ หรือโป๊ะ จะบรรจุได้



## การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน (ร้อยละ)
1. การอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ	ใบกิจกรรม	15
2. การหาปริมาตรของทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ	ใบกิจกรรม	15
3. การออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ	ใบกิจกรรม	15
4. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างแพ	ใบกิจกรรม	15
5. ความสำเร็จของชิ้นงาน	ใบประเมินชิ้นงาน	10
6. การนำเสนอ	ใบประเมินการนำเสนอ	10
7. ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน	ใบประเมินชิ้นงาน	10
8. การทำงานเป็นกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรม	10

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพ	อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพได้ถูกต้อง	อธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างแพได้	ไม่สามารถอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่น แรงพยุง ศูนย์ถ่วง โมเมนต์ของแรง สมดุลต่อการหมุนที่ใช้ในการสร้างแพได้
2. การหาปริมาตรของทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ	หาปริมาตรของขวดทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพ และคำนวณหามวลของวัตถุที่มากที่สุดที่ขวดจะสามารถบรรจุทุกได้ โดยไม่จมน้ำได้อย่างถูกต้อง	หาปริมาตรของขวดทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถคำนวณหามวลของวัตถุที่มากที่สุดที่ขวดจะสามารถบรรจุทุกได้ โดยไม่จมน้ำ	ไม่สามารถคำนวณหาปริมาตรของขวด ทรงกระบอกที่ใช้ในการสร้างแพได้
3. การออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ	แบบร่างแพมีความชัดเจนสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และแสดงเหตุผลในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	แบบร่างแพสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ แต่แสดงเหตุผลในการออกแบบไม่ชัดเจน	แบบร่างแพไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และไม่สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบ
4. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างแพ	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานและสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกวัสดุไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน
5. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สร้างชิ้นงานตามที่ต้องการ ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์และชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด	สร้างชิ้นงานตามที่ต้องการ ออกแบบไว้ได้เสร็จสมบูรณ์หรือชิ้นงานสามารถแก้ปัญหามาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานตามที่ต้องการได้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
6. การนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่าย หรือรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ไม่สามารถนำเสนอได้
7. ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน	มีความแปลกใหม่และประณีต	มีความแปลกใหม่หรือประณีต	ไม่มีความแปลกใหม่และไม่ประณีต
8. การทำงานเป็นกลุ่ม	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานแต่มีสมาชิกบางส่วนไม่มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกบางส่วนไม่ได้มีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

#### เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	17 – 21	คะแนน	หมายถึง	ดี
คะแนน	8 - 16	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน	1 - 7	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

\*\* เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม



#### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ในกรณีที่ไม่สามารถหาวัสดุตามรายการที่กำหนดได้ สามารถใช้วัสดุทดแทนอื่น ๆ ได้ เช่น ใช้ขวดน้ำพลาสติกแทนขวดพลาสติกขนาดเล็ก ใช้ไม้แทนกระดาษลูกฟูก
2. ครูสามารถเพิ่มวัสดุอื่น ๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการสร้างชิ้นงานที่มีรูปแบบหลากหลาย เช่น ถุงพลาสติก ลวด
3. ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงาน ครูอาจให้นักเรียนแต่ละคนลงคะแนนชิ้นงานที่ตนเองชอบยกเว้นชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ในประเด็นดังนี้
  - ชิ้นงานที่มีความโดดเด่นและแปลกใหม่
  - ชิ้นงานที่สร้างได้ประณีต มีการเก็บรายละเอียดของชิ้นงานได้เรียบร้อย
4. กิจกรรมนี้เป็นตัวอย่างการสร้างแพเพื่อบรรทุกสิ่งของให้ลอยนิ่งในแหล่งน้ำที่ไม่มีคลื่นน้ำมารบกวน ซึ่งในการออกแบบและสร้างแพที่ลอยอยู่ในบริเวณที่มีคลื่นน้ำรบกวนหรือทำให้แพมีการเคลื่อนที่ จำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ด้านอื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วย

- ครูอาจกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำเสนอสมมติฐานในการอธิบายวิธีการสร้างพีระมิดของชาวอียิปต์โบราณว่า ชาวอียิปต์โบราณมีการสร้างคลองและระบบส่งน้ำเพื่ออาศัยแรงพยุลงมาช่วยในการขนย้ายหินไปยังที่ต่าง ๆ โดยการผูกหินเข้ากับทุ่นหรือแพ แล้วปล่อยให้ลอยไปตามคลองหรือระบบส่งน้ำ



### สื่อและแหล่งเรียนรู้

- ใบความรู้ที่ 1 - 5
- วิดีโอสิ่งประดิษฐ์ฝ่าวิกฤตอุทกภัย: <https://www.youtube.com/watch?v=vTXWnqpg2d8>
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานการออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี



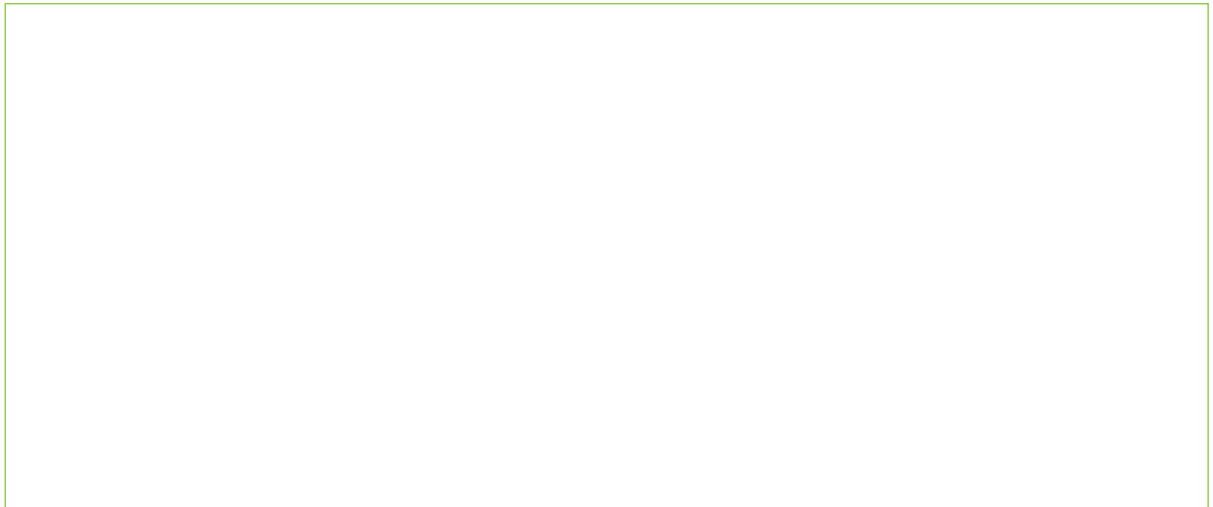
## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 1

### ทำดินน้ำมันให้ลอยน้ำได้อย่างไร

1. มวลของก้อนดินน้ำมัน คือ 150 กรัม
2. เมื่อนำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ไปวางที่ผิวน้ำ ดินน้ำมันลอยน้ำหรือไม่

รูปทรง	ดินน้ำมันจะลอยน้ำได้หรือไม่ (✓) ได้ (X) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ
ทรงกลม		X
ปริซึมสี่เหลี่ยม		X
แผ่นบาง		X

3. วาดรูปทรงของดินน้ำมันที่สามารถลอยน้ำได้



4. มวลของดินน้ำมันตามแบบข้อ 3 ที่ลอยน้ำได้ คือ 150 กรัม
5. ดินน้ำมันรูปทรงต่าง ๆ ที่จมน้ำ และดินน้ำมันที่ปั้นตามแบบในข้อ 3 มีมวลเท่ากันหรือไม่

**แนวคำตอบ** เท่ากัน

6. เพราะเหตุใดดินน้ำมันในข้อ 3 จึงสามารถลอยน้ำได้

**แนวคำตอบ** ดินน้ำมันที่ปั้นตามแบบในข้อ 3 นั้น เป็นรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศอยู่ เมื่อนำไปลอยน้ำ ดินน้ำมันรูปทรงที่มีช่องว่างของอากาศจะเข้าไปแทนที่ของเหลวที่ได้มากกว่าดินน้ำมันทรงตัน เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม แผ่นบาง ๆ แรงพยุงที่กระทำกับดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศอยู่จึงมีค่ามากกว่าดินน้ำมันรูปทรงตัน จึงทำให้ดินน้ำมันที่มีช่องว่างของอากาศสามารถลอยน้ำได้

## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 2

### วัตถุอยู่สูงหรือต่ำมีผลต่อการทรงตัวของเรืออย่างไร

จงออกแบบการทดสอบการทรงตัวของเรือจากการนำดินน้ำมันทรงกลมขนาดเล็ก 4 ก้อน ไปวางบนเรือที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

แบบร่างการวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ	เรือจะทรงตัวได้หรือไม่ (✓) ได้ (X) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ

#### สรุปผล

ศูนย์ถ่วงของเรือมีผลต่อการทรงตัวของเรือ โดยเรือที่บรรทุกวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่สูงจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่สูงด้วยจึงทำให้เรือพลิกคว่ำได้ง่าย ในขณะที่เรือที่บรรทุกวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำจะมีตำแหน่งศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำด้วย จึงทำให้เรือสามารถลอยอยู่ในแนวระดับได้โดยไม่พลิกคว่ำ

### แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 3

#### บรรทุกสิ่งของใต้เท้าใต้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ( $\rho$ ) มวล ( $m$ ) และปริมาตร ( $V$ ) คือ

$$\text{แนวคำตอบ } \rho = \frac{m}{V}$$

2. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงพยุง ( $F_B$ ) ความหนาแน่นของของเหลว ( $\rho$ ) ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ ( $V$ ) และขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ( $g$ ) คือ

$$\text{แนวคำตอบ } F_B = \rho Vg$$

3. ความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ  $1000 \text{ kg/m}^3$  หรือ  $1 \text{ g/cm}^3$

4. จงแสดงวิธีหาปริมาตรของขวดพลาสติก

$$\begin{aligned} \text{แนวคำตอบ จาก ปริมาตรของทรงกระบอก (V)} &= \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \pi r^2 h \\ &= 3.14 \times 2.3 \times 2.3 \times 7.0 \\ &= 116.27 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาตรของขวดพลาสติกเท่ากับ  $116.27$  ลูกบาศก์เซนติเมตร

5. จงแสดงวิธีหามวลของขวดพลาสติก 1 อัน ที่บรรทุกดินน้ำมันอยู่ภายในได้มากที่สุด โดยที่ขวดไม่จมน้ำ

**แนวคำตอบ** จาก ขนาดของแรงพยุง = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่

$$F_B = \rho Vg$$

วัตถุที่ลอยน้ำ      น้ำหนักของวัตถุ  $\leq$  ขนาดของแรงพยุง

$$mg \leq \rho Vg$$

นั่นคือ

$$\text{มวลของวัตถุ (m)} \leq \rho V$$

$$\text{มวลของวัตถุ (m)} \leq 1 \text{ g/cm}^3 \times 116.27 \text{ cm}^3$$

$$\text{มวลของวัตถุ (m)} \leq 116.27 \text{ g}$$

ดังนั้น มวลของวัตถุที่ขวดพลาสติกและดินน้ำมันที่มากที่สุดโดยไม่จมน้ำ เท่ากับ  $116$  กรัม

6. มวลของวัตถุที่บรรจุอยู่ในขวดพลาสติกเท่ากับ  $116.27$  กรัม แบ่งเป็นมวลของขวดพลาสติกเท่ากับ  $16.27$  กรัม และมวลของดินน้ำมันเท่ากับ  $100$  กรัม ผลการทดสอบการลอยน้ำพบว่า ขวดพลาสติกลอยน้ำ

7. มวลของดินน้ำมัน 1 ก้อน ที่จะบรรทุกบนพาหนะที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ  $150$  กรัม

8. ถ้าพิจารณาเฉพาะความสามารถในการบรรจุสิ่งของของขวดพลาสติก แพทที่ใช้ขวดพลาสติกเป็นทุ่นจำนวนต่อไปนี้ สามารถบรรจุดินน้ำมันได้มากที่สุดเท่าใด

แนวคำตอบ

จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรจุได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรจุ (ก้อน)	จำนวนขวด (อัน)	มวลที่บรรจุได้มากที่สุด (กรัม)	จำนวนดินน้ำมันที่บรรจุ (ก้อน)
1	100	0	5	500	3
2	200	1	6	600	4
3	300	2	7	700	4
4	400	2	8	800	5

## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 4

### วางวัตถุอย่างไรให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ได้

จงออกแบบการทดสอบเสถียรภาพของเรือจากการวางดินน้ำมัน 2 ก้อน ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ

แบบร่างการวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเรือ	เรือจะทรงตัวได้หรือไม่ (✓) ได้ (X) ไม่ได้	
	การคาดคะเน	ผลการทดสอบ

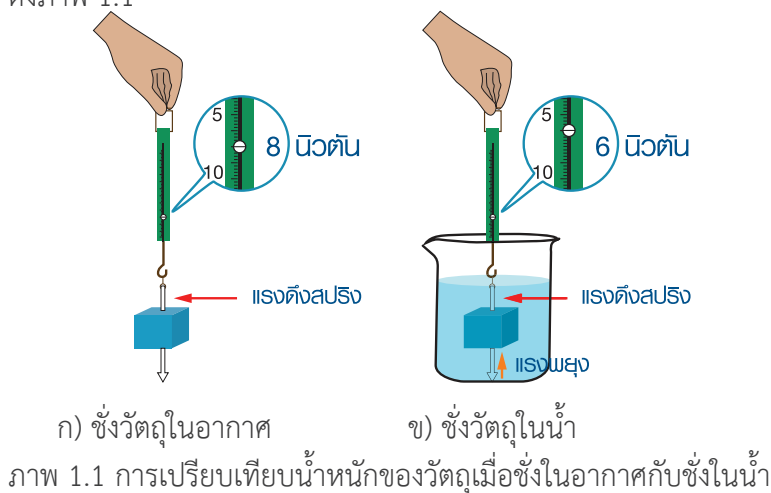
#### สรุปผล

ตำแหน่งในการวางวัตถุมีผลต่อการทรงตัวในแนวระดับของเรือที่บรรทุกวัตถุนั้น ถ้าวางวัตถุทั้ง 2 ก้อนที่ตำแหน่งห่างจากจุดกึ่งกลางของเรือไปฝั่งใดฝั่งหนึ่งจะมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ไม่ผ่านศูนย์กลางมวล ทำให้วัตถุเกิดการหมุนรอบจุดหมุนเกิดโมเมนต์ของแรง (โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อวัตถุและระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง) ส่งผลทำให้เรือหมุนหรือเอียง แต่ถ้าวางวัตถุ 2 ก้อนในตำแหน่งที่ทำให้ผลรวมโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์ คือผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน ส่งผลให้เรือสามารถทรงตัวอยู่ในแนวระดับได้

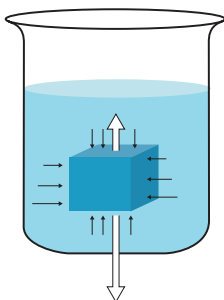
# ใบความรู้ที่ 1

## แรงพยุง

สารไม่ว่าจะอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ล้วนต้องการที่อยู่ หรือการครองที่ ในกรณีที่ของแข็งอยู่ในของเหลวจะเกิดแรงดันจากของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม แรงดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้การชั่งน้ำหนักวัตถุในของเหลวน้อยกว่าเมื่อชั่งในอากาศ ดังภาพ 1.1



พิจารณากรณีวัตถุจมนิ่งอยู่ในของเหลวทั้งก่อน ดังภาพ 1.2 ที่ของเหลวระดับเดียวกันจะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อวัตถุขนาดเท่ากันในทุกทิศทางกับผิวของวัตถุ นั่นคือ แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเดียวกันทางด้านซ้ายและด้านขวาของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ในทำนองเดียวกัน แรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับเดียวกันทางด้านหน้าและด้านหลังของวัตถุมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวระดับจึงเป็นศูนย์ ส่วนแรงเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุในแนวตั้งที่บริเวณผิวด้านบนและผิวด้านล่างจะมีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากอยู่ในความลึกต่างกัน ที่บริเวณผิวด้านล่างจะอยู่ในของเหลวที่มีความลึกมากกว่า จึงถูกแรงดันเนื่องจากของเหลวกระทำมากกว่าบริเวณผิวด้านบนที่อยู่ในของเหลวที่มีความลึกน้อยกว่า ทำให้ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านล่างมีขนาดมากกว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุด้านบน แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจึงอยู่ในทิศทางขึ้น เมื่อรวมแรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุทั้งหมดจะได้แรงลัพธ์ที่มีทิศทางขึ้น เรียกแรงนี้ว่า **แรงพยุง (buoyant force:  $F_b$ )**



ภาพ 1.2 แรงดันเนื่องจากของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ

จากภาพ 1.1 ข ถ้าวัตถุอยู่นิ่งในน้ำ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จะได้ว่า

$$\text{แรงพยุง} = \text{น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในอากาศ} - \text{น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในของเหลว}$$

นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ อาร์คิมิดีส (Archimedes) ได้ศึกษาเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เกิดขึ้นในของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลว และสรุปเป็นหลักการเกี่ยวกับแรงพยุงได้ คือ “น้ำหนักวัตถุส่วนที่หายไปเมื่อชั่งในของเหลว จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุส่วนที่จม” นั่นคือ

$$\text{ขนาดของแรงพยุง} = \text{ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่}$$

จากหลักของอาร์คิมิดีส สามารถพิสูจน์ได้ว่า

$$F_B = \rho Vg$$

โดย  $\rho$  คือ ความหนาแน่นของของเหลว มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ )

$V$  คือ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร ( $\text{m}^3$ )

$g$  คือ ขนาดของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ( $\text{m/s}^2$ )

$F_B$  คือ ขนาดของแรงพยุง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

เมื่อนำวัตถุต่าง ๆ ไปวางในของเหลว จะพบว่า วัตถุบางชนิดจมลงในของเหลวทั้งก้อน แต่บางชนิดจมบางส่วนและมีบางส่วนลอยพ้นผิวของของเหลว เมื่อวัตถุเหล่านั้นอยู่ในของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำอยู่เสมอ วัตถุที่จมในของเหลวแสดงว่า น้ำหนักของวัตถุมากกว่าแรงพยุงในของเหลว และวัตถุที่ลอยในของเหลวแสดงว่าแรงพยุงในของเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ การเพิ่มแรงพยุงสามารถทำได้โดยการทำให้วัตถุแทนที่ของเหลวมีปริมาตรมากขึ้นเป็นผลทำให้วัตถุลอยในของเหลวได้ เช่น ดินน้ำมันซึ่งเป็นวัตถุที่จมน้ำ แต่เมื่อนำมาปั้นเป็นวัตถุที่มีที่ว่างตรงกลาง ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น เมื่อบนผิวน้ำจะแทนที่น้ำได้มากขึ้น แรงพยุงจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ดินน้ำมันลอยน้ำได้ เรือที่ทำด้วยเหล็กสามารถลอยน้ำได้ก็ด้วยเหตุผลเดียวกัน หลักของอาร์คิมิดีส ที่พบเห็นได้โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำแข็งลอยเหนือผิวน้ำ เรือหรือทุ่นลอยบนน้ำ เรือดำน้ำ โคมลอยหรือบอลูน การดำรงชีวิตของปลาในน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ การฝึกปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศในน้ำเพื่อเลียนแบบสถานการณ์ไร้น้ำหนักในอวกาศ ก็อาศัยหลักการของแรงพยุง



ก)



ข)

ภาพ 1.3 ก) บอลูนและโคมลอยในอากาศ ข) การฝึกปฏิบัติการของมนุษย์อวกาศในน้ำ

**ตัวอย่าง 1.1** เมื่อนำวัตถุก้อนหนึ่งใส่ลงในน้ำ ปรากฏว่าวัตถุลอยน้ำ โดยมีปริมาตรส่วนที่จมนลงในน้ำเป็น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนักของวัตถุนี้มีค่าเป็นเท่าใด ถ้ากำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ  $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

**วิธีทำ** ในกรณีวัตถุลอยในน้ำ ดังนั้น  
ขนาดน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน = ขนาดของแรงพยุง

$$mg = \rho Vg$$

$$m = \rho V$$

ความหนาแน่นของน้ำมีค่าเท่ากับ  $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  หรือ  $1 \text{ g/cm}^3$   
แทนค่าจะได้

$$m = (1 \text{ g/cm}^3)(150 \text{ cm}^3)$$

$$m = 150 \text{ g}$$

**ตอบ** น้ำหนักของวัตถุเท่ากับ 150 กรัม



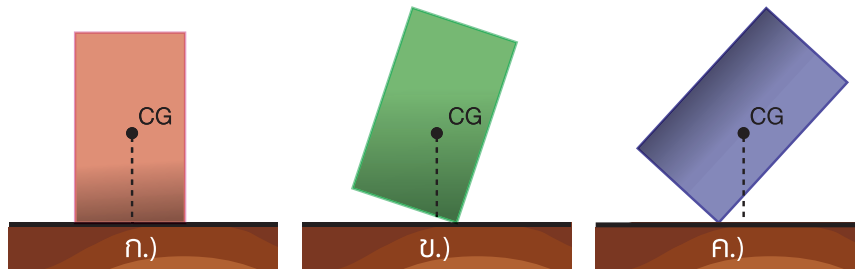
## ใบความรู้ที่ 2

### ศูนย์ถ่วง

เมื่อวัตถุใด ๆ อยู่บนผิวโลก มวล (Mass) ของวัตถุจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ เรียกว่า น้ำหนัก (Weight) ของวัตถุ โดยตำแหน่งที่รวมน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน เรียกว่า ศูนย์ถ่วง (Centre of Gravity: CG)

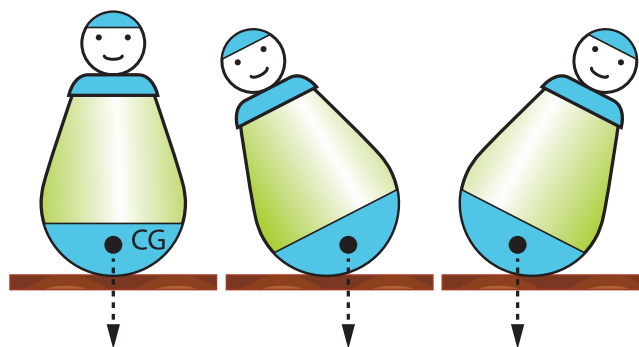
ศูนย์ถ่วง เปรียบเสมือนจุดที่แรงลัพธ์ของแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ ซึ่งในสถานการณ์ทั่วไป ศูนย์ถ่วงกลางมวลกับศูนย์ถ่วงจะเป็นจุดเดียวกัน โดยเฉพาะเมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ยกเว้นแต่ในกรณีที่วัตถุมีขนาดใหญ่มาก ๆ จนแต่ละส่วนของวัตถุนั้นอยู่ในสนามโน้มถ่วงที่ไม่เท่ากัน เช่น ภูเขาสูง ๆ สนามโน้มถ่วงที่บริเวณส่วนล่างของภูเขาที่อยู่ใกล้ผิวโลกจะมีค่ามาก แต่บริเวณที่สูงขึ้นไปจะมีขนาดของสนามโน้มถ่วงที่ลดลง ทำให้แรงที่โลกดึงดูดภูเขานั้นมีค่าลดลงในบริเวณที่สูงขึ้น ศูนย์ถ่วงของภูเขาสูงจะอยู่คนละตำแหน่งกับศูนย์กลางมวล โดยตำแหน่งของศูนย์ถ่วงจะอยู่ต่ำกว่าศูนย์กลางมวล

ถ้าหากตำแหน่งของศูนย์ถ่วงและแนวตั้งที่ผ่านศูนย์ถ่วงตั้งฉากกับพื้นอยู่ในช่วงฐานของวัตถุ วัตถุจะสามารถทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ล้ม ดังภาพ 2.1ก) และ 2.1ข) ถ้าแนวตั้งที่ผ่านศูนย์ถ่วงอยู่นอกฐานวัตถุจะล้ม ดังภาพ 2.1ค) นั่นคือ แนวเส้นตั้งฉากระหว่างตำแหน่งศูนย์ถ่วงกับฐาน มีผลต่อการทรงตัวของวัตถุนั้น



ภาพ 2.1 วัตถุก้อนเดิมวางตัวอยู่บนฐานแบบต่าง ๆ

ตุ๊กตาล้มลุกเป็นของเล่นที่ไม่ล้มเมื่อถูกแรงผลัก ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหนักส่วนใหญ่ของตุ๊กตาล้มลุกอยู่ด้านล่าง ทำให้ศูนย์ถ่วงของตุ๊กตาล้มลุกอยู่ต่ำ ดังนั้น ไม่ว่าจะออกแรงผลักตุ๊กตาล้มลุกอย่างไร แนวเส้นตั้งฉากจากศูนย์ถ่วงในแนวตั้งกับฐานจะไม่ออกนอกฐาน ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 ตุ๊กตาล้มลุก

### ใบความรู้ที่ 3

#### ความหนาแน่น

ความหนาแน่น (density) เป็นสมบัติเฉพาะของสาร หาได้จากปริมาณมวลในหนึ่งหน่วยปริมาตร ถ้าให้  $m$  เป็นมวลของสารซึ่งมีปริมาตร  $V$  และ  $\rho$  (อ่านว่า โร “rho”) เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ความหนาแน่น มีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{kg/m}^3$ )

ตาราง 1 ความหนาแน่นของสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

สาร	ความหนาแน่น ( $\text{kg/m}^3$ )
ทองแดง	
ทอง	$19.3 \times 10^3$
เหล็ก	$7.8 \times 10^3$
อะลูมิเนียม	$2.7 \times 10^3$
แก้ว	$2.4\text{-}2.8 \times 10^3$
น้ำแข็ง	$0.92 \times 10^3$
ไม้	$0.3\text{ - }0.9 \times 10^3$
โฟม	$0.10 \times 10^3$

สาร	ความหนาแน่น ( $\text{kg/m}^3$ )
ของเหลว	
ปรอท	$13.6 \times 10^3$
น้ำทะเล	$1.03 \times 10^3$
น้ำ (4 °C)	$1.00 \times 10^3$
แก๊ส	
อากาศ	1.29
ฮีเลียม	0.179
คาร์บอนไดออกไซด์	1.98

ตัวอย่าง เหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวง มีปริมาตร 0.80 ลูกบาศก์เมตร และมวล 1.00 กิโลกรัม เหล็กก้อนนี้มีความหนาแน่นเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ในที่นี้ ปริมาตรของเหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวง  $V = 0.80 \text{ m}^3$

มวลของเหล็ก  $m = 1.00 \text{ kg}$

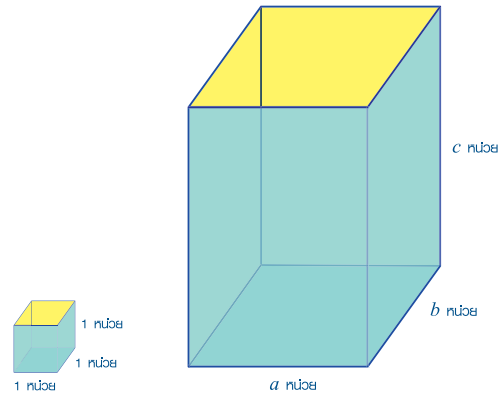
แทนค่าจะได้  $\rho = \frac{1.00 \text{ kg}}{0.80 \text{ m}^3} = 1.25 \text{ kg/m}^3$

ตอบ ความหนาแน่นของเหล็กทรงลูกบาศก์ภายในกลวงเท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

## ใบความรู้ที่ 4

### การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ

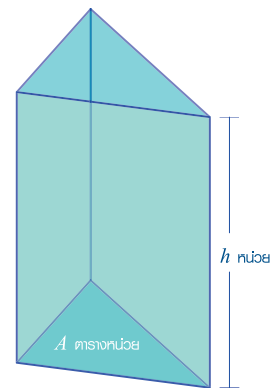
การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ลูกบาศก์ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย หรือ ทรงกลม เป็นการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์หน่วย การหาปริมาตรหรือการวัดค่าความจุของรูปเรขาคณิตเป็นการหาว่า จะต้องใช้ลูกบาศก์ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง 1 หน่วย ในการตวงวัตถุ เช่น น้ำ ก็ครึ่งหรือด้วยอัตราส่วนเท่าไร จึงจะเต็มรูปเรขาคณิตสามมิติที่ต้องการหาพอดี



การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ สามารถคำนวณได้ดังนี้

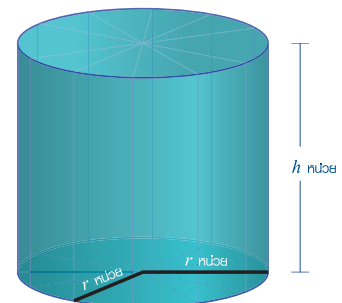
#### 1) การหาปริมาตรปริซึม

$$\text{ปริมาตรของปริซึม} = \text{พื้นที่ฐาน (A)} \times \text{สูง (h)}$$

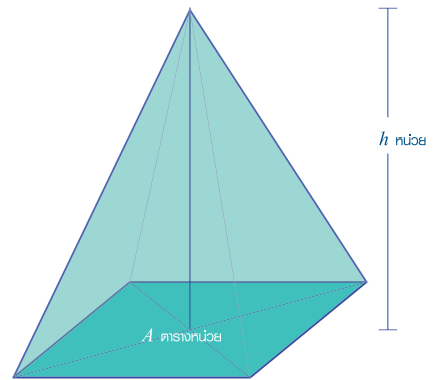


#### 2) การหาปริมาตรทรงกระบอก

$$\text{ปริมาตรของทรงกระบอก} = \pi r^2 h$$

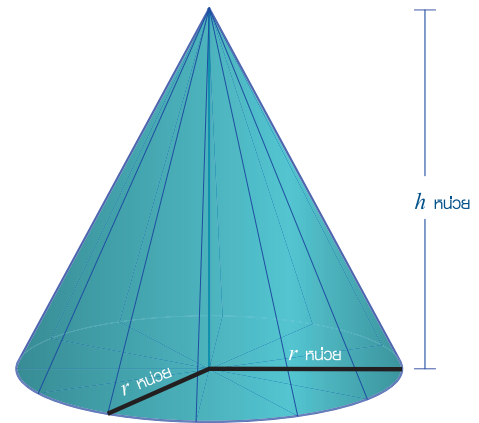


3) การหาปริมาตรพีระมิดตรง



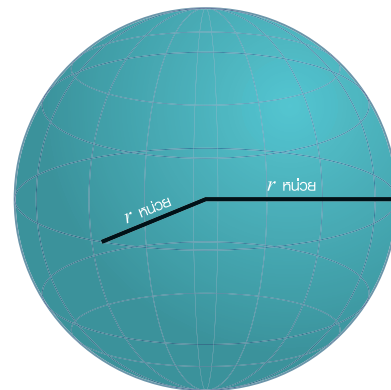
$$\text{ปริมาตรของพีระมิดตรง} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน (A)} \times \text{สูง (h)}$$

4) การหาปริมาตรกรวย



$$\text{ปริมาตรของกรวย} = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

5) การหาปริมาตรทรงกลม



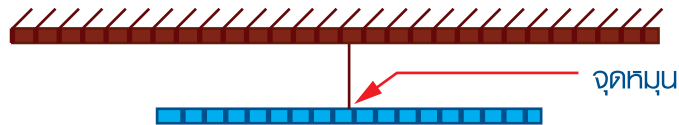
$$\text{ปริมาตรของทรงกลม} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

## ใบความรู้ที่ 5

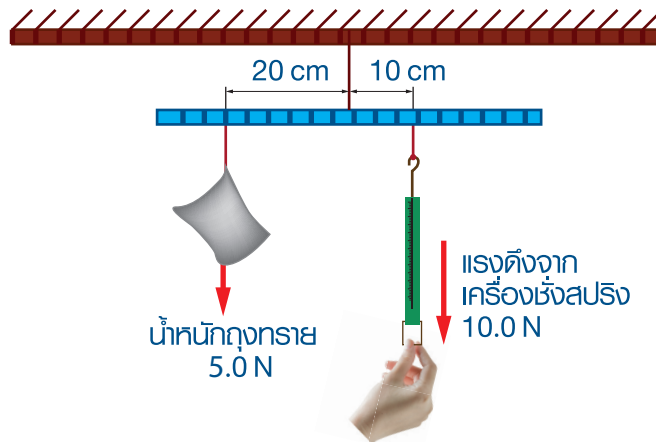
### โมเมนต์ของแรง

ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วแนวแรงนั้นผ่านจุดจุดหนึ่งซึ่งเสมือนเป็นที่รวมของวัตถุทั้งก้อน ซึ่งเรียกตำแหน่งนี้ว่า ศูนย์กลางมวล (Center of Mass) วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน แต่ในบางกรณี แนวแรงที่กระทำไม่ผ่านศูนย์กลางมวล วัตถุจะหมุนรอบศูนย์กลางมวล แต่ถ้าวัตถุถูกยึดรอบแกนหมุน วัตถุจะหมุนรอบแกนหมุนนั้น เช่น การผลักประตู การผลักหน้าต่าง การหมุนพวงมาลัย

เมื่อแขวนคานให้อยู่ในแนวระดับ คานจะอยู่ในสภาพสมดุล ถ้าออกแรงดึงปลายด้านใดด้านหนึ่ง คานจะหมุนรอบจุดที่แขวนคาน เรียกจุดที่แขวนคานนี้ว่า จุดหมุน (fulcrum) ดังภาพ 5.1 เมื่อแขวนถ่วงทรายไปยังคานที่สมดุลในแนวระดับ โดยห่างจากจุดหมุนไปทางซ้ายมือ จะพบว่า ถ้าต้องการให้คานอยู่ในสภาพสมดุลจะต้องเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงทางด้านขวามือของจุดหมุน แล้วออกแรงดึงจนคานสมดุลในแนวระดับ โดยแรงดึงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวที่เกี่ยวเครื่องชั่งสปริง กล่าวคือ ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงใกล้จุดหมุนจะออกแรงดึงคานมาก แต่ถ้าเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน จะออกแรงดึงคานน้อยลง เช่น แขวนถ่วงทราย 1 ถุง (หนัก 5.0 นิวตัน) ห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร แล้วเกี่ยวเครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร จะต้องดึงคานด้วยแรง 10.0 นิวตัน ในแนวตั้งฉากกับคาน จึงจะทำให้คานอยู่ในสภาพสมดุล ดังภาพ 5.2



ภาพ 5.1 จุดหมุนของคาน



ภาพ 5.2 คานอยู่ในสภาพสมดุล

เมื่อพิจารณา ผลคูณระหว่างแรงที่ดึงคานลงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง จะได้ว่า

### ทางด้านขวาของจุดหมุน

$$\begin{aligned} \text{แรงที่เครื่องชั่งสปริงดึงคาน} \times 10 \text{ เซนติเมตร} &= 10.0 \text{ N} \times \frac{10}{100} \text{ m} \\ &= 1.0 \text{ N m} \end{aligned}$$

### ทางด้านซ้ายของจุดหมุน

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของถุทราย} \times 20 \text{ เซนติเมตร} &= 5.0 \text{ N} \times \frac{20}{100} \text{ m} \\ &= 1.0 \text{ N m} \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่า คานจะอยู่ในสภาวะสมดุล เมื่อ ผลคูณระหว่างแรงที่ดึงคานลงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรงทางด้านขวาของจุดหมุน จะมีค่าเท่ากับทางด้านซ้ายของจุดหมุน

ผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง เรียกว่า โมเมนต์ของแรง (moment of force; M) ซึ่งโมเมนต์เป็นผลของแรงที่ทำให้วัตถุเกิดการหมุน เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรง = แรง  $\times$  ระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง

$$M = Fl$$

เมื่อ  $F$  คือ แรง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

$l$  คือ ระยะจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็น เมตร (m)

$M$  คือ โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน เมตร (N m)

เมื่อพิจารณาทิศทางการหมุนของคานกับการหมุนของเข็มนาฬิกา จะพบว่า มีการหมุนสองแบบ คือ การหมุนตามเข็มนาฬิกาและการหมุนทวนเข็มนาฬิกา

โมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนตามเข็มนาฬิกา รอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา ส่วนโมเมนต์ของแรงที่ทำให้คานหมุนทวนเข็มนาฬิกา รอบจุดหมุน เรียกว่า โมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกา

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อคาน แล้วผลรวมโมเมนต์ของแรงทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมโมเมนต์ของแรงตามเข็มนาฬิกา คานจะอยู่ในสภาวะสมดุล เรียกว่า สมดุลต่อการหมุน

หลักการสมดุลมีการประยุกต์ใช้มากกว่า โดยเฉพาะการนำหลักการสมดุลไปใช้กับเครื่องกลอย่างง่าย เช่น คาน คีมตัดลวด ไขควง ล้อกับเพลลา และก้าน เป็นต้น ซึ่งเครื่องกลอย่างง่ายเหล่านี้สามารถผ่อนแรงหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน

# ดาราศาสตร์ กับ สถาปัตยกรรม



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เวลา 3 ชั่วโมง



## สาระสำคัญ

ตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกที่บริเวณขอบฟ้าในแต่ละวันทั้งปีจะไม่ขึ้นและตกในตำแหน่งเดิมแต่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยในแต่ละวันและเมื่อครบหนึ่งปีก็จะมีตำแหน่งการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์กลับมาตำแหน่งเดิมอีกเป็นวัฏจักร ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์โดยที่แกนโลกเอียงเป็นมุม 23.5 องศา กับเส้นตั้งฉากของระนาบวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งส่งผลต่อพลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน เกิดเป็นฤดูกาลขึ้น

ในการออกแบบเพื่อสร้างบ้านเรือนหรือที่พักอาศัยต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ทิศทาง ตำแหน่ง การขึ้นตกของดวงอาทิตย์ สภาพภูมิอากาศ และสภาพภูมิประเทศของตำแหน่งนั้น เพื่อสร้างที่พักให้ตรงกับความต้องการของผู้อยู่อาศัยและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมด้วย



## ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
1. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย การเปลี่ยนแปลงเส้นทางการ เคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ ในรอบปี	1. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติใน การนำเสนอ วิเคราะห์ และ แปลความหมายผลลัพธ์	-

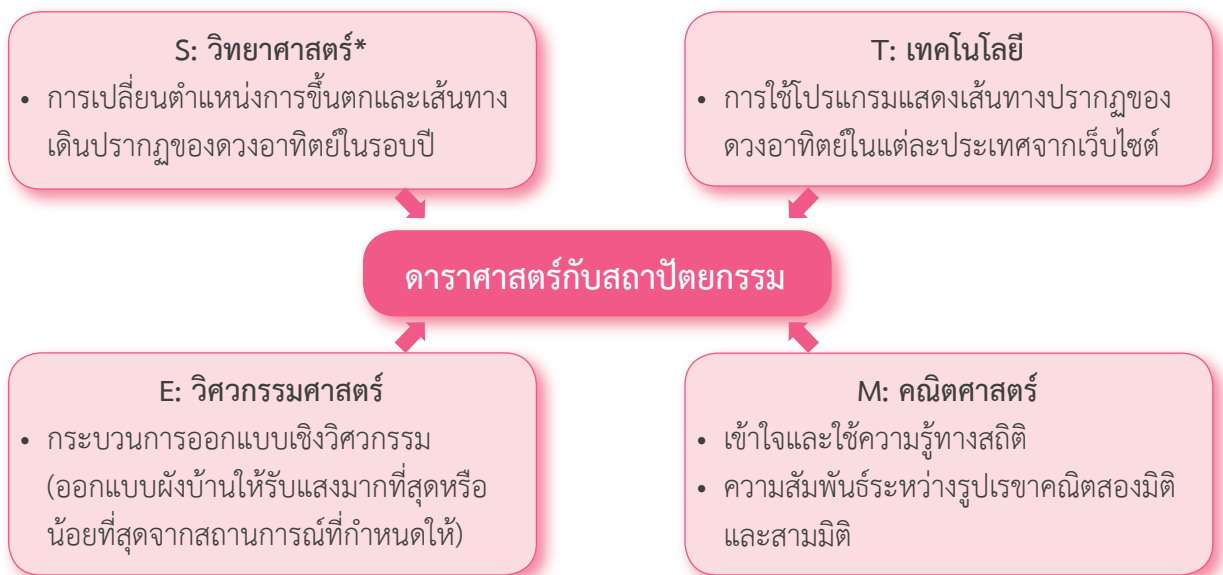


## สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะที่แกนโลกเอียงกับแนวตั้งฉากของระนาบทางโคจรทำให้เกิดกลางวันกลางคืนยาวไม่เท่ากันและตำแหน่งการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ที่ขอบฟ้าและเส้นทางการขึ้นตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปในรอบปี ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การแปลความหมายผลลัพธ์ (Interpreting Result)</li> <li>- การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม</li> <li>- การตั้งคำถามทางสถิติ (Formulation Question)</li> <li>- การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collecting Data)</li> <li>- การนำเสนอข้อมูล</li> <li>- การวิเคราะห์ข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบแผนภูมิรูปวงกลม ตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิจุด (dotplots) กราฟเส้น</li> <li>- หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ</li> <li>- ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้โปรแกรมแสดงข้อมูลที่ต้องการจากเว็บไซต์</li> </ul>



## กรอบแนวคิด



\*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้





## จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายตำแหน่งการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ในรอบปี
2. อธิบายแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ของพื้นที่ที่ศึกษา
3. อธิบายความสัมพันธ์ของแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์และละติจูดของพื้นที่นั้น ๆ
4. สร้างแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของพื้นที่ที่ศึกษา
5. วางแผนบ้านให้เหมาะสมกับ ภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมโดยมีเหตุผลสนับสนุน



## วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	พื้นที่สร้างบ้าน เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร	1 แผ่น	6	แผ่นพลาสติกถูกฟูก ขนาด 20 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร	1 แผ่น
2	ดินน้ำมัน	1 ก้อน	7	คัตเตอร์	1 อัน
3	ปากกาเขียนซีดี หรือ ปากกาเคมี	1 ด้าม	8	กรรไกร	1 เล่ม
4	ลวดยาว 55 เซนติเมตร	3 เส้น	9	เทปใส	1 ม้วน
5	ฝาครอบแก้วพลาสติก หรือ ฝาแก้วกาแฟ	2 ใบ	10	โปรแทรกเตอร์/เครื่องวงกลม วัสดุหมุน	1 อัน

## ชุดอุปกรณ์ของห้อง

ที่	รายการ	จำนวน
1	ลูกโลกจำลอง	1 อัน
2	คอมพิวเตอร์พร้อมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	2-5 เครื่อง



## แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



### ชั้นระบุปัญหา

1. ก่อนที่จะทำกิจกรรมหลักในเรื่องนี้ ครูควรให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 สำรวจบ้านตนเอง เป็นการศึกษารูปแบบบ้านที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของนักเรียนเอง โดยให้นักเรียนเขียนแปลนบ้านหรือที่พักอาศัยของนักเรียนคร่าว ๆ โดยระบุตำแหน่งของห้อง หน้าต่าง ในตำแหน่งต่าง ๆ ของบ้านเทียบกับทิศทางให้ถูกต้อง รวมทั้งระบุตำแหน่งของต้นไม้ขนาดใหญ่รอบ ๆ บริเวณบ้าน เพื่อใช้ในการอภิปรายถึงการออกแบบและการวางแผนบ้านหรือที่อยู่อาศัยของนักเรียน

### หมายเหตุ

- ถ้าบ้านของนักเรียนมีมากกว่า 2 ชั้น ให้นักเรียนเลือกเขียนแปลนบ้านชั้นล่าง หรือชั้นที่มีห้องนอนของนักเรียนเอง
  - ถ้านักเรียนไม่สามารถระบุทิศทางของบ้านนักเรียนได้ให้ครูใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนว่า นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าในตอนเช้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศใดของบ้าน หรือนักเรียนสังเกตเห็นดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศใดเวลานักเรียนเดินกลับบ้านในตอนเย็น
2. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้แผนผังที่พักอาศัยของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 1 สํารวจบ้านตนเอง โดยเปรียบเทียบแผนผังกับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ
  3. ครูนำอภิปรายหน้าชั้นเรียนถึงหลักการออกแบบบ้านและที่พักอาศัยของนักเรียนโดยอาจใช้คำถามดังนี้
    - 3.1 หน้าบ้านของนักเรียนหันไปทางทิศใด นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น  
(แนวคำตอบ เช่น หน้าบ้านหันหน้าไปทางทิศเหนือ เพราะ มีถนนด้านหน้าสะดวกต่อการเข้า-ออก หรือ หน้าบ้านหันหน้าไปทางทิศตะวันออก เพราะ สภาพพื้นที่บังคับ หรือ หน้าบ้านหันหน้าไปทางทิศตะวันตก เพราะต้องการหลีกเลี่ยงแสงตอนเช้า)
    - 3.2 หน้าต่างห้องนอนของนักเรียนอยู่ทางทิศใด ทิศทางของหน้าต่างห้องนอนมีผลต่อการรับแสงอาทิตย์และการอยู่อาศัยของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร  
(แนวคำตอบ เช่น หน้าต่างห้องนอนหันหน้าไปทางทิศตะวันออก ส่งผลให้ได้รับแสงตอนเช้าอย่างเต็มที่ ซึ่งทำให้นอนตื่นสายไม่ได้ หรือ หน้าต่างห้องนอนอยู่ทางทิศตะวันตก ทำให้ได้รับแสงอาทิตย์ตอนบ่าย ส่งผลให้ห้องนอนมีอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะตอนบ่าย)
    - 3.3 ในบริเวณบ้านของนักเรียนปลูกต้นไม้ใหญ่ไว้ทิศทางใด ส่งผลต่อร่มเงาต่อที่พักอาศัยของนักเรียนอย่างไร  
(แนวคำตอบ เช่น ปลูกต้นไม้ใหญ่ไว้ทางทิศตะวันตก ช่วยให้ร่มเงาโดยเฉพาะตอนบ่าย ไม่ให้บ้านร้อนเกินไป ทำให้บ้านมีอุณหภูมิไม่สูงมาก ส่งผลให้ประหยัดค่าไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็น)
  4. ครูใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายและให้ครูและนักเรียนลงข้อสรุปร่วมกันว่าแสงอาทิตย์มีผลต่อการอยู่อาศัยหรือไม่ และมีการออกแบบบ้านให้สอดคล้องกับทิศทางของแสงอาทิตย์อย่างไร ซึ่งควรสรุปได้ว่าประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงตลอดทั้งปีทิศทางที่บ้านรับแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่คือทิศตะวันออก-ตะวันตก ดังนั้นห้องที่อยู่ด้านนี้จึงมีอุณหภูมิสูง ซึ่งอาจส่งทั้งผลดีและผลเสียต่อบ้าน เช่น ส่งผลดีต่อห้องน้ำทำให้ห้องน้ำแห้งเร็ว ไม่ชื้น แต่อาจส่งผลเสียต่อห้องนอน เพราะทำให้ห้องร้อนไม่เหมาะสมกับการอยู่อาศัย ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการปลูกต้นไม้ช่วยบังแสง ซึ่งจะส่งผลต่อการประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย
  5. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1.1 ลอนดอน ประเทศอังกฤษ และ ใบความรู้ที่ 1.2 กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย แล้วถามคำถามเพื่อนำอภิปรายว่า การออกแบบบ้านในประเทศไทยต้องให้บ้านสะสมความร้อนให้น้อยที่สุดและมีการระบายความร้อนที่ดี ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะออกแบบบ้านโดยให้ห้องนอนและห้องนั่งเล่นรับแสงน้อยที่สุดและออกแบบให้ห้องน้ำและห้องซักล้างรับแสงมาก จากข้อมูลที่ได้จากใบความรู้ที่ 1.1 นักเรียนคิดว่าในเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ จะมีหลักการออกแบบบ้านเพื่อหลีกเลี่ยงแสงอาทิตย์เช่นเดียวกับในประเทศไทยหรือไม่ อย่างไร (ครูควรเน้นย้ำ

ให้นักเรียนระบุหลักฐานจากใบความรู้เพื่อนำมาสนับสนุนแนวคิดให้ชัดเจน)

(แนวคำตอบ)

- ใช้หลักการในการออกแบบที่แตกต่างไป ในกรุงลอนดอนควรจะออกแบบบ้านให้รับแสงอาทิตย์มาก เพราะจำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพ จึงควรเพิ่มแสงสว่างให้กับบ้านด้วยแสงอาทิตย์
  - ใช้หลักการในการออกแบบที่แตกต่างไป ในกรุงลอนดอนควรจะออกแบบบ้านให้รับแสงอาทิตย์มาก เพราะอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพ จึงควรเพิ่มอุณหภูมิของบ้านด้วยแสงอาทิตย์
  - ใช้หลักการในการออกแบบที่แตกต่างไป ในลอนดอนควรจะออกแบบบ้านให้รับแสงอาทิตย์มากโดยเฉพาะในเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม เพราะอุณหภูมิเฉลี่ยน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพ จึงควรเพิ่มอุณหภูมิบ้านด้วยแสงอาทิตย์)
6. ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า ดวงอาทิตย์ปรากฏทางขอบฟ้าทางทิศตะวันออกและหายไปทางทิศตะวันตก และดวงอาทิตย์ไม่ได้ปรากฏทางขอบฟ้าในตำแหน่งเดิมตลอดทั้งปี แต่จะแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละวัน ซึ่งถ้านักเรียนที่มีหน้าต่างนอนทางทิศตะวันออกสังเกตตำแหน่งการปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน ตำแหน่งจะเปลี่ยนไป เช่น บางเดือนดวงอาทิตย์ขึ้นอยู่มุมหน้าต่าง บางเดือนดวงอาทิตย์ขึ้นตำแหน่งกลางหน้าต่าง
7. ครูถามเพิ่มเติมว่า การที่ตำแหน่งการปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันที่เปลี่ยนไปส่งผลอย่างไรต่อชีวิตประจำวัน

(แนวคำตอบ)

- กลางวัน-กลางคืน (ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องที่นักเรียนมักตอบบ่อย ๆ ปรากฏการณ์กลางวัน-กลางคืนเกิดจากการที่โลกหมุนรอบตัวเอง)
  - เวลากลางวัน-กลางคืนที่สั้นยาวเปลี่ยนไปในแต่ละฤดู
  - อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปในแต่ละฤดู
  - เกิดฤดูกาล)
8. ครูสร้างสถานการณ์สมมติว่า ถ้าสมมติให้นักเรียนอาศัยอยู่ในเมืองสำคัญต่าง ๆ ทั่วโลก นักเรียนจะเลือกแปลนบ้านให้เหมาะสมกับแต่ละเมืองนั้นอย่างไร โดยมีเงื่อนไขว่า นักเรียนต้องคำนึงถึงปัจจัยดังนี้
- |  |                         |
|--|-------------------------|
| > การรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน | > ฤดูกาล                |
| > ภูมิอากาศ                              | > พื้นที่ที่จะสร้างบ้าน |



ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

9. จากสถานการณ์ข้างต้น ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นว่านักเรียนต้องทราบข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อช่วยในการออกแบบบ้านให้ตรงตามเงื่อนไข เขียนคำตอบเหล่านี้บนกระดาน หรือแผ่นกระดาษขนาดใหญ่ เพื่อใช้ในการอ้างอิงตลอดกิจกรรม ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้

### ข้อมูลที่จำเป็น

- 9.1 ประเทศที่นักเรียนอาศัย
  - 9.2 พื้นที่ที่จะตั้งบ้าน
  - 9.3 ภูมิอากาศของประเทศนั้น ๆ
  - 9.4 ฤดูกาลของประเทศนั้น ๆ
  - 9.5 ทิศทางการรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไป
10. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-7 คน โดยกำหนดพื้นที่ที่จะสร้างบ้านและประเทศที่นักเรียนอาศัย พร้อมทั้งแจกใบความรู้ที่ 1.2-1.7 ที่สอดคล้องกับประเทศที่นักเรียนอาศัย ให้แต่ละกลุ่ม (อาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกพื้นที่ที่จะสร้างบ้านและประเทศที่นักเรียนอาศัยเอง)
- หมายเหตุ** ครูยังไม่ต้องบอกข้อมูลว่าแต่ละประเทศที่นักเรียนจะทำการศึกษาอยู่ในกลุ่มใด ควรให้นักเรียนจัดหมวดหมู่และหาความสัมพันธ์เองในภายหลัง

#### กลุ่มประเทศซีกโลกเหนือ

- ใบความรู้ 1.2 กรุงเทพฯ ประเทศไทย
- ใบความรู้ 1.3 โซล ประเทศเกาหลีใต้

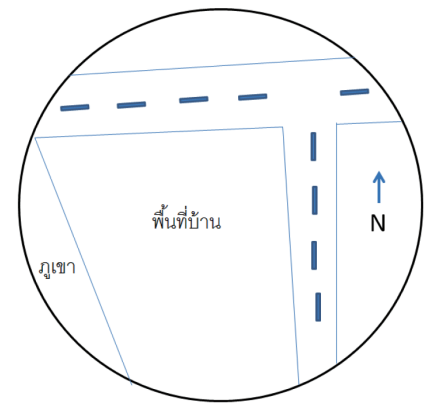
#### กลุ่มประเทศในเขตเส้นศูนย์สูตร

- ใบความรู้ 1.4 จาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย
- ใบความรู้ 1.5 อันตานานาริโว ประเทศมาดากัสการ์

#### กลุ่มประเทศซีกโลกใต้

- ใบความรู้ 1.6 บัวโนส ไอเรส ประเทศอาร์เจนตินา
- ใบความรู้ 1.7 เมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย

#### ตัวอย่างพื้นที่ที่จะสร้างบ้าน



## ตัวอย่างใบความรู้ที่ 1.2 กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Bangkok Thailand



### กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

#### Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 13°45'0"N 100°31'1.20"E
เนื้อที่ : 1,568.737 กม. <sup>2</sup>
ประชากร : 5,692,284 คน
ความหนาแน่น : 3,600 คน/กม. <sup>2</sup>
ก่อตั้ง : 21 เมษายน พ.ศ. 2325
รายได้หลัก : จัดเก็บภาษีมูลค่าเพิ่ม
en.wikipedia.org/wiki/Bangkok

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวงและนครที่มีประชากรมากที่สุดของประเทศไทย เป็นศูนย์กลางการปกครอง การศึกษา การคมนาคมขนส่ง การเงินการธนาคาร การพาณิชย์ การสื่อสารและความเจริญของประเทศ ตั้งอยู่บนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งทอดตัวยาว 372 กิโลเมตร ทอดผ่านแบ่งเมืองออกเป็น 2ฝั่ง คือ ฝั่งพระนครและฝั่งธนบุรี

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ในเขตร้อน มีภูมิอากาศร้อนแบบทุ่งหญ้าสะวันนา ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกในช่วงบ่ายถึงค่ำอย่างสม่ำเสมอ กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนพื้นที่บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.50-2 เมตร ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมบ่อยครั้งในช่วงฤดูมรสุม

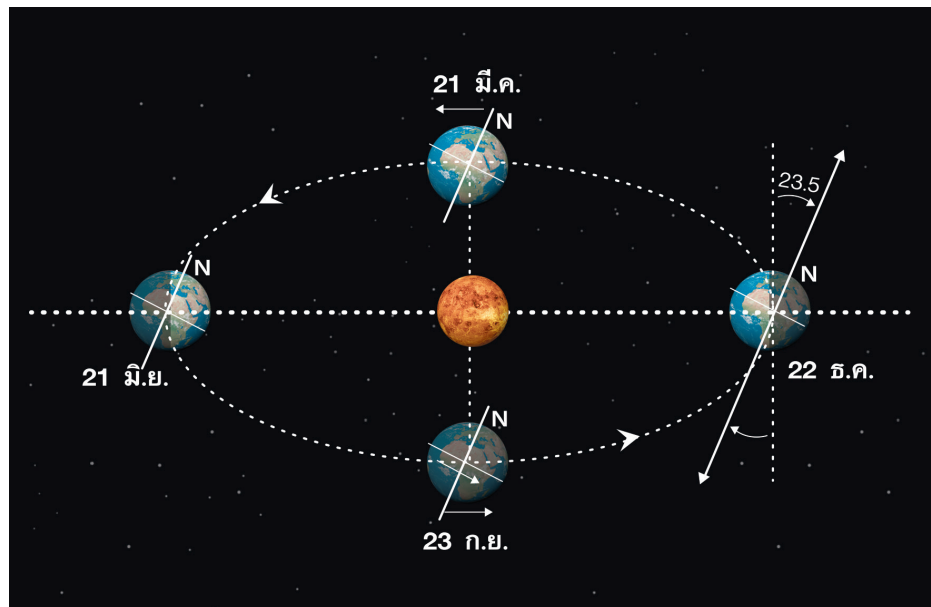
สภาพอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย													
Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	32.5 (90.5)	33.3 (91.9)	34.3 (93.7)	35.4 (95.7)	34.4 (93.9)	33.6 (92.5)	33.2 (91.8)	32.9 (91.2)	32.8 (91)	32.6 (90.7)	32.4 (90.3)	31.7 (89.1)	33.3 (91.9)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	27.6 (81.7)	28.9 (84)	30.1 (86.2)	31.2 (88.2)	30.5 (86.9)	29.9 (85.5)	29.5 (85.1)	29.2 (84.6)	28.9 (84)	28.7 (83.7)	28.1 (82.6)	26.9 (80.4)	29.13 (84.43)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	22.6 (72.7)	24.4 (75.9)	25.9 (78.6)	26.9 (80.4)	26.3 (79.3)	26.1 (79)	25.7 (78.3)	25.5 (77.9)	25.0 (77)	24.8 (76.6)	23.9 (75)	22.0 (71.6)	24.9 (76.8)
ปริมาณน้ำที่เฉลี่ย mm (inches)	13.3 (0.52)	20.0 (0.78)	42.1 (1.61)	91.4 (3.59)	247.7 (9.75)	157.1 (6.18)	175.1 (6.894)	219.3 (8.63)	334.3 (13.16)	292.1 (11.5)	49.5 (1.94)	6.3 (0.24)	1,648.2 (64.88)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	68	72	72	72	75	74	75	76	79	78	70	66	73
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	9.09	8.35	8.99	8.6	7.23	5.90	5.68	5.37	5.20	6.61	7.88	8.78	7.30

11. ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลทั่วไป สภาพภูมิอากาศ และจำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยของแต่ละประเทศจากใบความรู้ที่ 1.2-1.7 โดยทุกกลุ่มจะได้รับแจกใบความรู้ที่ 1.2 กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับ จากนั้นตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2

- อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน
- เมืองที่นักเรียนอาศัยอยู่มีภูมิอากาศแบบใดเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน
- ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละวันเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน
- นักเรียนต้องการออกแบบบ้านให้รับแสงมากขึ้น หรือ น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านในกรุงเทพมหานคร เพราะเหตุใด

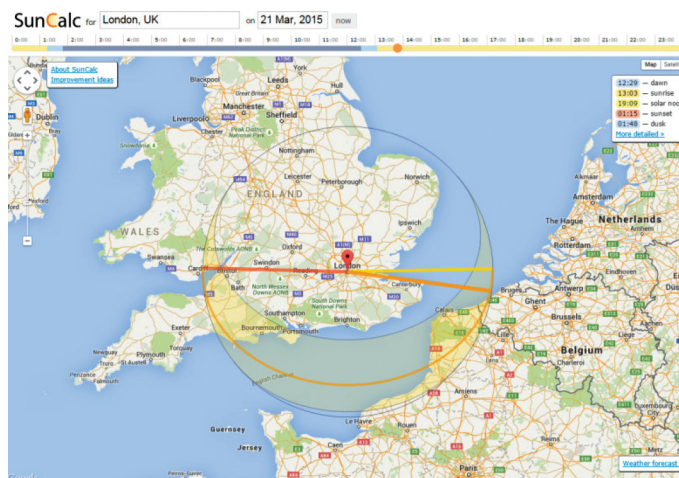
นักเรียนจะต้องตกลงร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อกำหนดเงื่อนไขและจุดมุ่งหมายของการออกแบบว่า กลุ่มของนักเรียนต้องการออกแบบผังบ้านให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด

12. ครูแนะนำนักเรียนว่าตอนนี้ทุกกลุ่มได้จุดมุ่งหมายและความต้องการร่วมกันแล้วว่ากลุ่มของนักเรียนต้องการออกแบบผังบ้านให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด เพราะฉะนั้นข้อมูลที่สำคัญอีกอันหนึ่งที่เหลือคือ ดวงอาทิตย์ปรากฏบนท้องฟ้าในทิศทางใด และเปลี่ยนไปอย่างไรในแต่ละเดือน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของเมืองต่าง ๆ โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 แบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ ดังนี้
13. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่า นักเรียนคงทราบแล้วว่าดวงอาทิตย์ปรากฏทางขอบฟ้าทางทิศตะวันออกและหายไปทางทิศตะวันตก แต่ในความเป็นจริงแล้วดวงอาทิตย์ไม่ได้ปรากฏทางขอบฟ้าในตำแหน่งเดิมตลอดทั้งปี แต่จะแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละวัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (แนวคำตอบ เกิดจากการที่โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ด้วยแกนโลกที่เอียง 23.5 องศา)
14. ครูให้นักเรียนคนหนึ่งยืนตรงกลางห้องเพื่อแทนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และให้ตัวแทนนักเรียนอธิบายการหมุนรอบดวงอาทิตย์ของโลก โดยใช้ลูกโลกจำลอง
15. ครูอธิบายว่าโลกหมุนรอบตัวเองโดยหมุนรอบแกนโลกซึ่งเอียง 23.5 องศา ในขณะที่โลกหมุนรอบตัวเองก็จะหมุนรอบดวงอาทิตย์เช่นกัน โดยแกนโลกจะชี้ไปทิศทางเดียวไม่ว่าโลกจะเคลื่อนไปตำแหน่งใดก็ตาม (ตามภาพ) ซึ่งส่งผลต่อความผันแปรของระยะเวลากลางวันกลางคืน และฤดูกาล

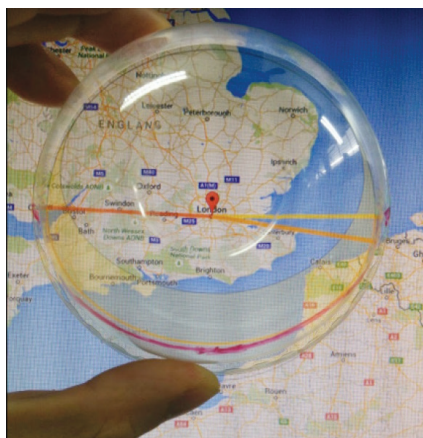


16. ครูให้นักเรียนศึกษาเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในแต่ละประเทศจาก [www.suncalc.net](http://www.suncalc.net) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ตามใบกิจกรรมที่ 3 โดยครูทำแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของประเทศอังกฤษให้เป็นตัวอย่าง

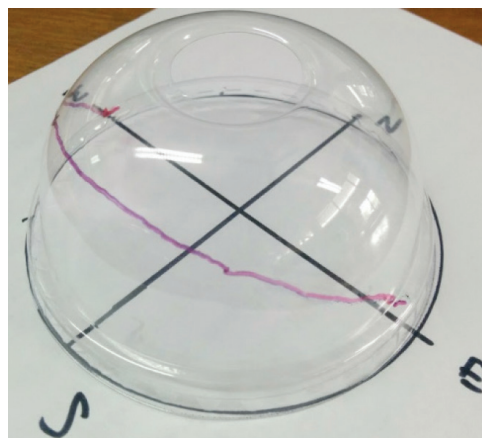
ตัวอย่างเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของประเทศอังกฤษในวันที่ 21 มีนาคม 2558 จาก [www.suncalc.net](http://www.suncalc.net)



- 16.1 จาก [www.suncalc.net](http://www.suncalc.net) เลือกเมือง London ประเทศ UK และ เลือกศึกษาการขึ้นตกของดวงอาทิตย์วันที่ 21 มีนาคม 2558
- 16.2 ใช้ฝาครอบแก้วพลาสติกทรงครึ่งวงกลมซึ่งแทนท้องฟ้าที่เรามองเห็น วางทับวงกลมบนจอภาพให้จุดศูนย์กลางของวงกลมตรงกับจุดศูนย์กลางของฝาครอบแก้วพลาสติก
- 16.3 กำหนดจุดที่ดวงอาทิตย์ปรากฏในตอนเช้า และลับขอบฟ้าในตอนเย็น จากนั้นลากเส้นโดยใช้ปากกาเคมีเชื่อมจุดสองจุดให้มีความโค้งตามเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ระหว่างวันนักเรียนจะได้เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของวันที่ 21 มีนาคม 2558 ที่อยู่ในรูปของสามมิติ

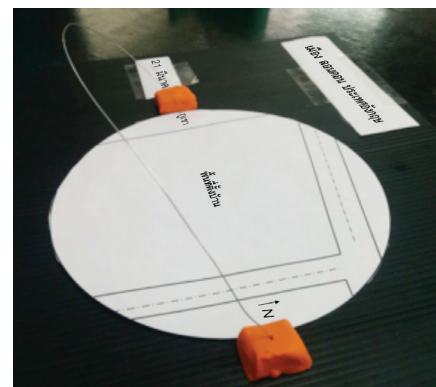
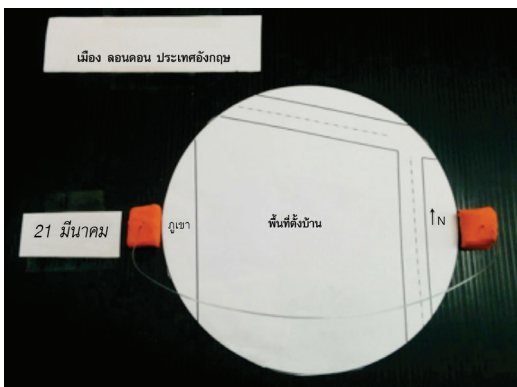


วางทับวงกลมบนจอภาพ กำหนดทิศทางปรากฏและลับขอบฟ้าของดวงอาทิตย์แล้วลากเส้นโค้งเชื่อม



ทิศทางแนวปรากฏของอาทิตย์ระหว่างวันในรูปแบบ 3 มิติ

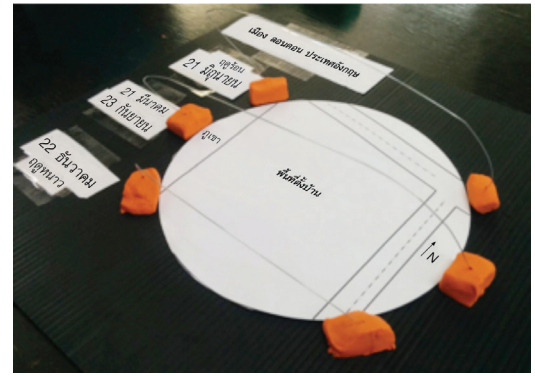
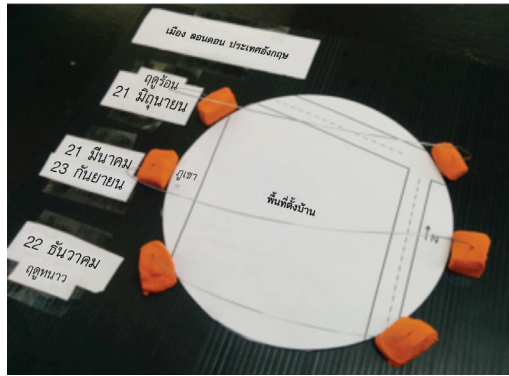
- 16.4 ทำข้อ 16.1-16.3 ซ้ำอีกครั้ง โดยเปลี่ยนวันที่ที่ต้องการศึกษาไปเป็นวันที่ 21 มิถุนายน 2558 จะได้เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนฝาครอบแก้วพลาสติกทรงครึ่งวงกลมสองเส้นที่ขนานกัน
- 16.5 จากนั้นให้นักเรียนทำแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของวันที่ 21 มีนาคม 2558 บนแผ่นพลาสติกลูกฟูก โดยติดแผนที่ตั้งบ้านบนแผ่นพลาสติกลูกฟูก
- 16.6 ใช้ดินน้ำมันแปะติดกับแผ่นพลาสติกลูกฟูกให้ตรงกับตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ปรากฏลับขอบฟ้าที่ได้จาก [www.suncalc.net](http://www.suncalc.net)
- 16.7 ตัดเส้นลวดให้มีความยาวพอเหมาะ ตัดลวดให้โค้ง ติดปลายทั้งสองเข้ากับดินน้ำมันทั้งสองก่อนปรับความโค้งและองศาการเอียงให้สอดคล้องกับเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ปรากฏบนฝาครอบแก้วพลาสติกทรงครึ่งวงกลม



เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ของวันที่ 21 มีนาคม 2558

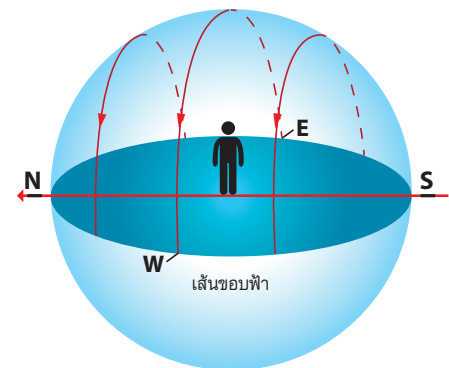
- 16.8 ทำ 16.6-16.7 ซ้ำอีกครั้งเพื่อทำเส้นโค้งจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของวันที่ 21 มิถุนายน 2558
17. เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีการทำแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษแล้ว ครูแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนลงมือสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของเมืองที่กลุ่มตนเองอาศัยอยู่ โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของเมืองที่ตนศึกษาในวันที่
- 1) 21 มีนาคม                      2) 21 มิถุนายน                      3) 23 กันยายน                      และ 4) 22 ธันวาคม
- ข้อสังเกต**
- ให้นักเรียนสังเกตทิศทางเดินที่ปรากฏบนแผนที่ตั้งบ้าน เพื่อนักเรียนจะสามารถสร้างแบบจำลองได้ถูกต้อง
  - เส้นลวดที่จำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าควรมีลักษณะเป็นครึ่งทรงกลม คล้ายกับเส้นทางที่วาดบนฝาครอบแก้วพลาสติกครึ่งทรงกลม
18. ให้นักเรียนเขียนชื่อเมือง ประเทศที่นักเรียนศึกษา ระบุวันที่ของเส้นลวดจำลองแนวการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า รวมทั้งระบุฤดูกาลจากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยในใบความรู้ที่ 1.2-1.7



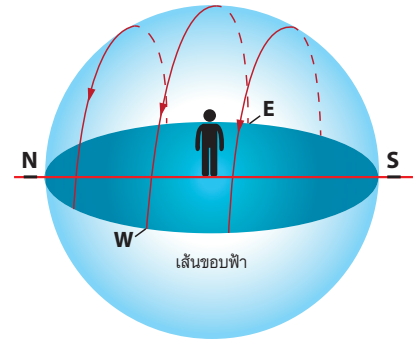


แบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ของกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ

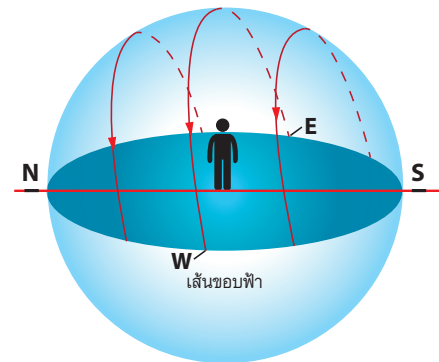
19. ให้นักเรียนนำแบบจำลองแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของแต่ละกลุ่มมาวางรวมกันหน้าห้องเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตแบบจำลองทั้งหมดแล้วให้นักเรียนพยายามระบุความสัมพันธ์หรือจัดหมวดหมู่แบบจำลอง โดยครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของแต่ละประเทศ โดยครูกำหนดเวลาให้แต่ละกลุ่ม 3-5 นาที
20. เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มได้เปรียบเทียบแบบจำลองแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของแต่ละกลุ่ม ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความสัมพันธ์ที่ค้นพบ และร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ ซึ่งควรสรุปได้ว่า
  - 20.1 แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์จะมีเพียง 3 เส้น เนื่องจาก เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในวันที่ 21 มีนาคม จะซ้อนทับกับ วันที่ 21 กันยายน
  - 20.2 แนวทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าจะเริ่มทางทิศตะวันออก และสิ้นสุดทางทิศตะวันตกเสมอ
  - 20.3 ในประเทศซีกโลกเหนือจะมีฤดูกาลตรงข้ามกับประเทศในซีกโลกใต้
  - 20.4 แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าแต่ละพื้นที่ขึ้นกับตำแหน่งละติจูดของพื้นที่นั้น ๆ
  - 20.5 แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของประเทศในเขตศูนย์สูตรแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์จะทำมุม 90 องศากับขอบฟ้า



20.6 แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของประเทศในซีกโลกเหนือจะเอียงไปทางใต้



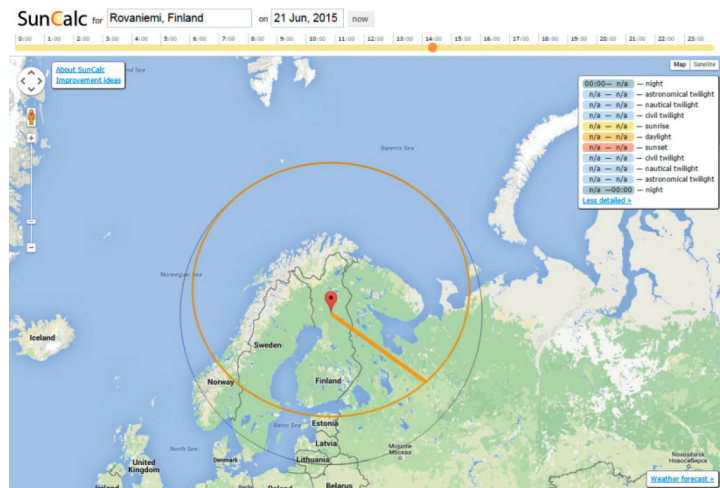
20.7 แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของประเทศในซีกโลกใต้จะเอียงไปทางเหนือ



21. ครูอาจถามนักเรียนเพิ่มเติมว่า เคยได้ยินคำว่า**พระอาทิตย์เที่ยงคืน** หรือไม่ เป็นปรากฏการณ์อะไร น่าจะเกิดขึ้นในฤดูใด ในประเทศใด

(**แนวคำตอบ** เป็นปรากฏการณ์ที่ยังสามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ถึงแม้ว่าจะเป็นเวลาเที่ยงคืนแล้วก็ตาม เกิดในประเทศฟินแลนด์ และประเทศอื่น ๆ ที่ตั้งอยู่ใกล้กับขั้วโลกเหนือ ซึ่งน่าจะเกิดในฤดูร้อน ประมาณเดือนมิถุนายน ส่วนประเทศที่อยู่ใกล้ขั้วโลกใต้จะเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวเช่นเดียวกันซึ่งจะเกิดในฤดูร้อน ประมาณเดือนธันวาคม)

22. ครูแสดงการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ในประเทศฟินแลนด์ (หรือประเทศใดก็ได้ที่อยู่ใกล้กับขั้วโลกเหนือ) ในวันที่ 21 มิถุนายน แล้วให้นักเรียนสังเกต พบว่า มีช่วงเวลาที่เป็นกลางวันนานถึง 24 ชั่วโมง





### ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

23. ครูย้ำเตือนสถานการณ์ที่นักเรียนต้องแก้ปัญหาว่า ถ้าสมมติให้นักเรียนอาศัยอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก นักเรียนจะเลือกแปลนบ้านให้เหมาะสมกับการรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน ฤดูกาล ภูมิอากาศ และพื้นที่ที่จะสร้างบ้านของแต่ละประเทศนั้นอย่างไร โดยทุกกลุ่มได้ระบุดูจุดมุ่งหมายและความต้องการร่วมกันแล้วว่ากลุ่มของนักเรียนต้องการออกแบบผังบ้านให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด

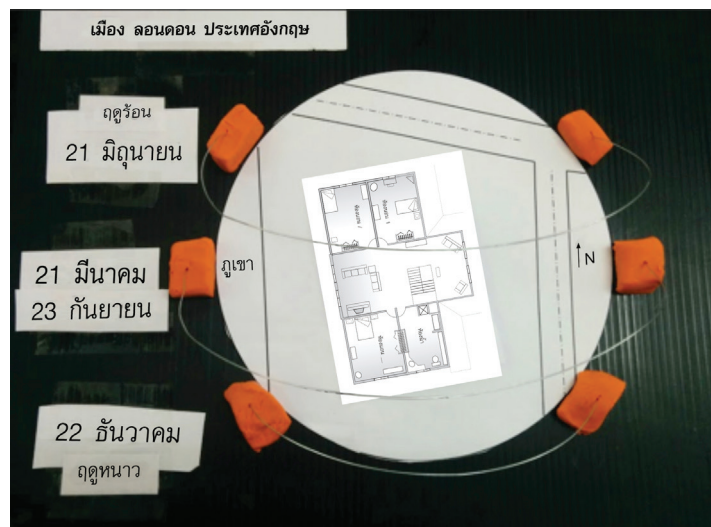
จากแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในช่วงต่าง ๆ รอบปี นักเรียนจะออกแบบบ้านอย่างไร

- นักเรียนต้องการวางบ้านหันหน้าไปทางด้านใด เพราะเหตุใด
- นักเรียนต้องการวางห้องนอนไว้ทางทิศใด เพราะเหตุใด
- นักเรียนต้องการวางห้องน้ำไว้ทางทิศใด เพราะเหตุใด
- นักเรียนต้องการวางห้องนั่งเล่นไว้ทางทิศใด เพราะเหตุใด
- พื้นที่ที่นักเรียนต้องการสร้างบ้านมีข้อจำกัดหรือไม่ อย่างไร



### ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

24. เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นทั้งหมดที่ส่งผลต่อการออกแบบบ้านให้เหมาะสมกับประเทศต่าง ๆ แล้ว ให้นักเรียนเลือกแปลนบ้านที่ครูเตรียมไว้ให้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของกลุ่ม แล้วนำแปลนบ้านที่เลือกไปวางไว้บนพื้นที่ที่จะสร้างบ้าน



### ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

25. ให้แต่ละกลุ่มตรวจสอบชิ้นงานของตัวเองว่าสอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของกลุ่มตนหรือไม่ โดยผู้สอนตั้งคำถามเพื่อช่วยผู้เรียนแต่ละกลุ่มในการตรวจสอบ เช่น

- ในฤดูร้อนห้องใดในบ้านที่ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุดหรือน้อยที่สุด เหมาะสมกับสภาพอากาศของพื้นที่นั้นหรือไม่ อย่างไร
  - ในฤดูหนาวห้องใดในบ้านที่ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุดหรือน้อยที่สุด เหมาะสมกับสภาพอากาศของพื้นที่นั้นหรือไม่ อย่างไร
26. ให้นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานของตนให้สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของกลุ่มมากขึ้น ถ้าแปลนบ้านที่มีให้เลือกไม่สอดคล้องกับความต้องการทั้งหมดของกลุ่ม ให้เลือกแปลนที่เหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งระบุวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ เช่น การปลูกต้นไม้ การทำหน้าต่างเพิ่ม หรือการใส่ผ้าม่านบังแสง



### ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

27. ครูให้นักเรียนนำเสนอรูปแบบการวางตัวของแปลนบ้าน หรือที่พักอาศัยที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งระบุเหตุผล ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความเห็นต่อผลงานของกลุ่มที่นำเสนอ เช่น ถ้านักเรียนเป็นผู้ที่ต้องการซื้อที่อยู่อาศัย นักเรียนจะซื้อบ้านหลังนั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
28. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ทั้งหมดจากกิจกรรมดาราศาสตร์กับสถาปัตยกรรม ไปวิเคราะห์กิจกรรมที่ 1 สำรวจแบบบ้านตัวเอง ว่าบ้านของนักเรียนออกแบบให้สอดคล้องกับการรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน ฤดูกาล ภูมิอากาศ และ พื้นที่ที่จะสร้างบ้าน หรือไม่ อย่างไร ถ้านักเรียนจะปรับเปลี่ยนแปลนบ้าน หรือ จัดสภาพแวดล้อมเช่นการปลูก/ตัดต้นไม้ การทำผ้าม่านบังแสง ให้เหมาะสมกับปัจจัยเหล่านี้ยิ่งขึ้น นักเรียนจะอย่างไร
29. ครูถามคำถามเพิ่มเติมว่า นอกจากปัจจัยการรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน ฤดูกาล ภูมิอากาศ และพื้นที่ที่จะสร้างบ้านแล้ว นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอื่นๆ อีกหรือไม่ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบ้าน (แนวคำตอบ เช่น ทิศทางลม ค่าใช้จ่าย วัสดุส่วนตัว ฮวงจุ้ย)



### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรม

1. ในกิจกรรมข้างต้นนักเรียนได้ศึกษาเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงในรอบปีของเมืองต่าง ๆ ใน 7 ประเทศรอบโลก โดยครูได้เตรียมใบความรู้เกี่ยวกับเมืองนั้น ๆ ให้สำหรับนักเรียน สำหรับโรงเรียนที่มีความพร้อม หรือ ห้องเรียนที่มีความยืดหยุ่นในเวลากิจกรรม ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประเทศที่นักเรียนศึกษาอย่างอิสระ และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เป็นทางอินเทอร์เน็ตด้วยตัวเอง เพื่อเป็นการฝึกทักษะการสืบค้น การคัดกรองและการแปลความหมายข้อมูล
2. สำหรับโรงเรียนที่มีความพร้อม ให้นักเรียนลองออกแบบบ้านและศึกษาผลของแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไป โดยใช้โปรแกรม simulation sketch up, solid work หรือ google sketchup



### กิจกรรมเสนอแนะ

ให้นักเรียนเสนอโครงการกับทางโรงเรียนในการสร้างแหล่งเรียนรู้ทางดาราศาสตร์ โดยการสร้างแบบจำลองขนาดใหญ่เส้นทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ ณ ตำแหน่งของโรงเรียน เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ฤดูกาล การดูดาว นาฬิกาแดด และสามารถให้เป็นอุปกรณ์ออกกำลังกายอีกด้วย



## การวัดประเมินผล

รายการ	คะแนนเต็ม
1. ความถูกต้องของแบบจำลองเส้นทางเดินปรากฏดวงอาทิตย์ของพื้นที่ที่ศึกษา <ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ลวดเพียงสามเส้นแสดงเส้นทางเดินปรากฏดวงอาทิตย์ เนื่องจาก เส้นทางเดินปรากฏดวงอาทิตย์ของวันที่ 21 มีนาคม ซ้อนทับกับวันที่ 23 กันยายน</li> <li>แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของประเทศในซีกโลกใต้จะเอียงไปทางเหนือ ส่วนซีกโลกเหนือจะเอียงไปทางใต้</li> <li>ความเอียงของเส้นลวด โดยประเทศที่อยู่ใกล้ขั้วโลกจะมีความเอียงของเส้นลวดมากกว่าประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร</li> </ul>	40
2. การให้เหตุผลสนับสนุนในการวางแผนบ้านให้เหมาะสมกับ ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมของแผนที่สร้างบ้าน	20
3. การเชื่อมโยงแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์กับฤดูกาล	10
4. ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา	10
5. การนำเสนอชิ้นงาน ถูกต้อง น่าสนใจ	10
6. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	10
<b>รวม</b>	<b>100</b>

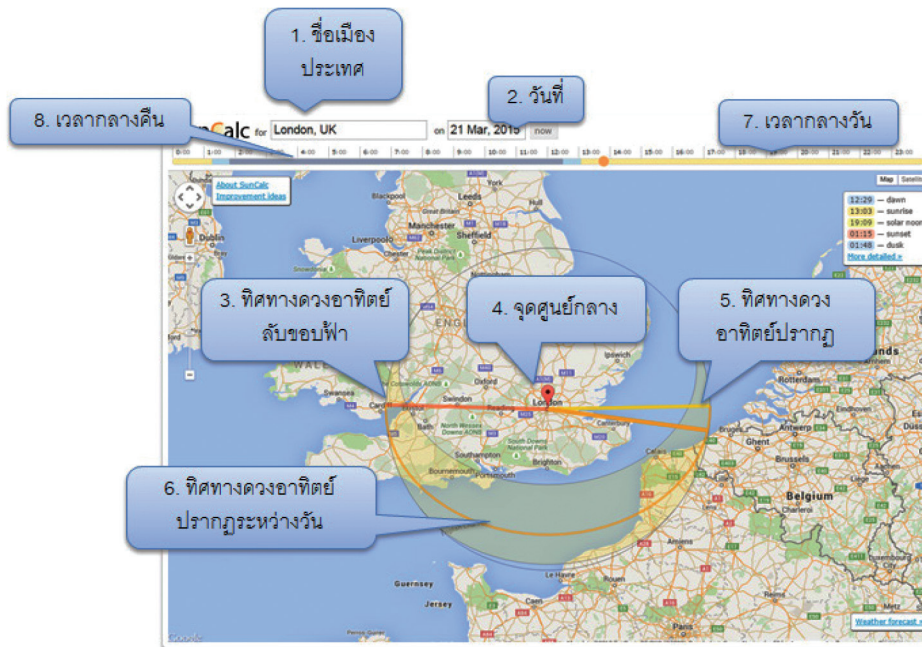


## สื่อและแหล่งเรียนรู้

- บทความ ดาราศาสตร์กับสถาปัตยกรรม  
จาก [www.narit.or.th/index.php/2012-11-15-06-31-44/250-2013-02-04-03-49-52](http://www.narit.or.th/index.php/2012-11-15-06-31-44/250-2013-02-04-03-49-52)
- ใบความรู้ที่ 1.1-1.7
- โปรแกรมท้องฟ้าจำลอง Stellarium

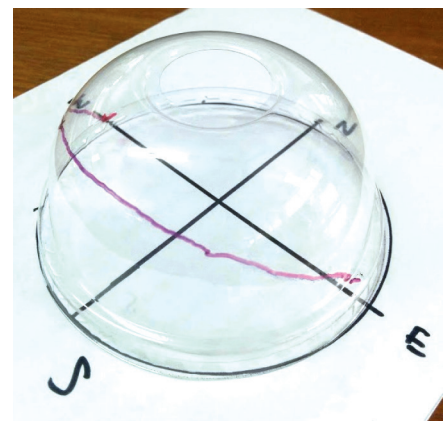
## ใบความรู้สำหรับครู

คำอธิบายเว็บไซต์ [www.suncalc.net](http://www.suncalc.net)

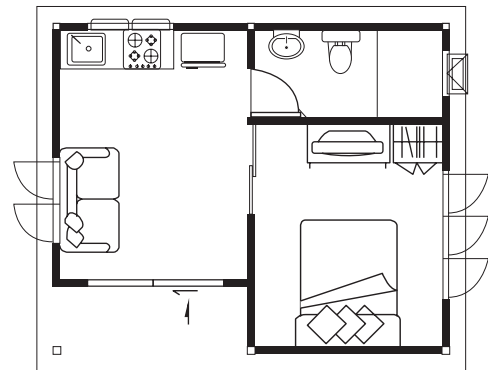
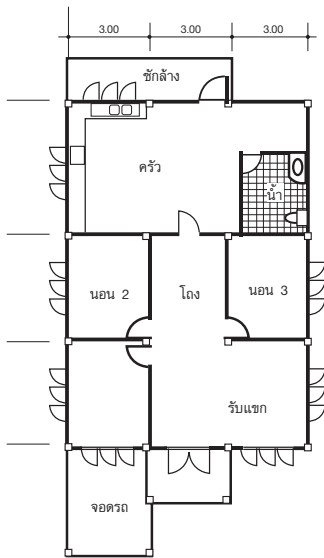
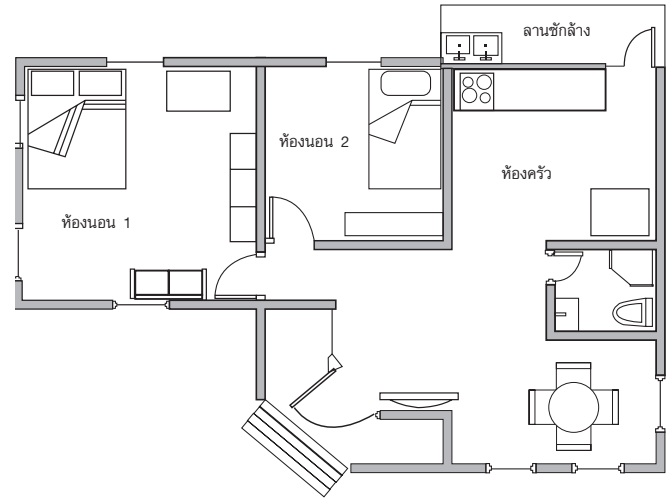
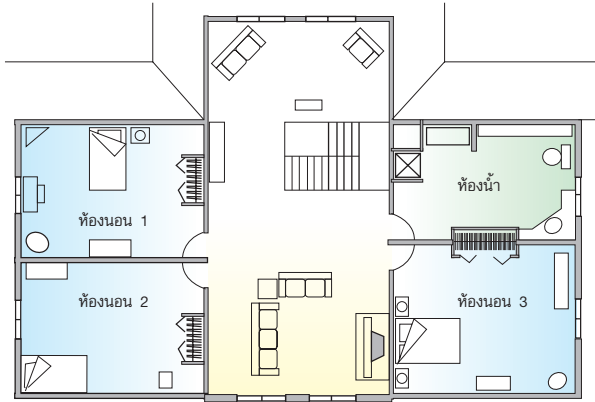


1. ชื่อเมือง ประเทศ: พิมพ์ชื่อเมือง และ/หรือ ประเทศ เพื่อแสดงแผนที่เมือง/ประเทศที่ต้องการ
2. วันที่: เลือกวันที่ที่ต้องการศึกษา
3. ทิศทางดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า: เส้นสีส้มเข้มแสดงทิศทางที่ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าตอนเย็น
4. จุดศูนย์กลาง: แสดงตำแหน่งของผู้สังเกต อยู่ศูนย์กลางของวงกลม
5. ทิศทางดวงอาทิตย์ปรากฏ: เส้นสีเหลืองแสดงทิศทางที่ดวงอาทิตย์ปรากฏที่ขอบฟ้าตอนเช้า
6. ทิศทางดวงอาทิตย์ปรากฏระหว่างวัน: เส้นโค้งสีส้มอ่อนแสดงทิศทางดวงอาทิตย์ปรากฏระหว่างวัน
7. เวลากลางวัน: แถบสีเหลืองแสดงเวลากลางวัน
8. เวลากลางคืน: แถบสีน้ำเงินแสดงเวลากลางคืน

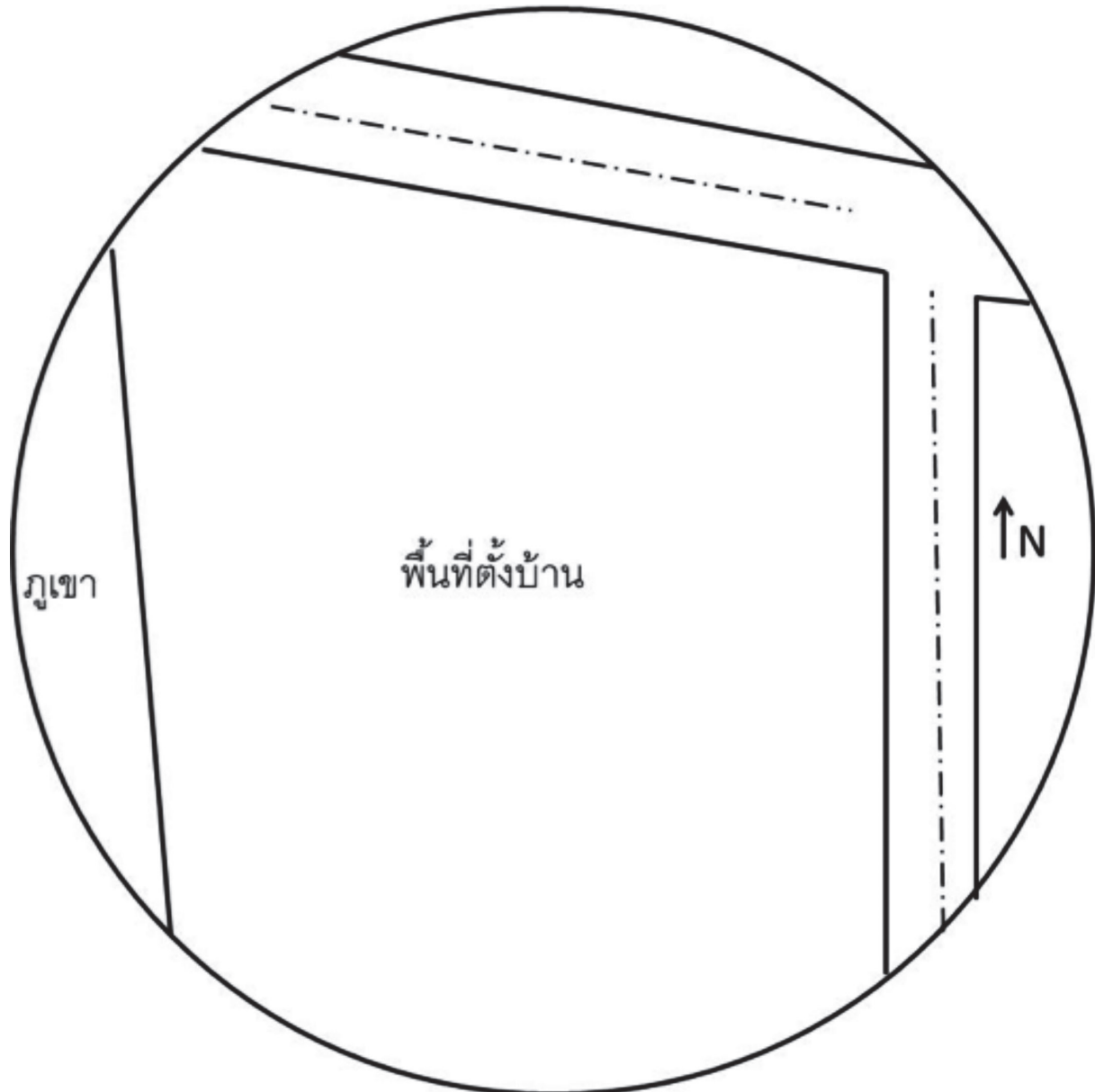
จากภาพข้างต้น แปลความหมายได้ว่า ในวันที่ 21 มีนาคม 2558 ผู้สังเกตที่อยู่ที่กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ จะสังเกตเห็นดวงอาทิตย์ปรากฏทางขอบฟ้าในทิศตะวันออก และลับหายไปจากขอบฟ้าในทางทิศตะวันตก แต่เราจะสังเกตเห็นดวงอาทิตย์ปรากฏอ้อมไปทางทิศใต้ โดยไม่ได้ผ่านเหนือศีรษะของผู้สังเกต



## ตัวอย่างแปลนบ้าน

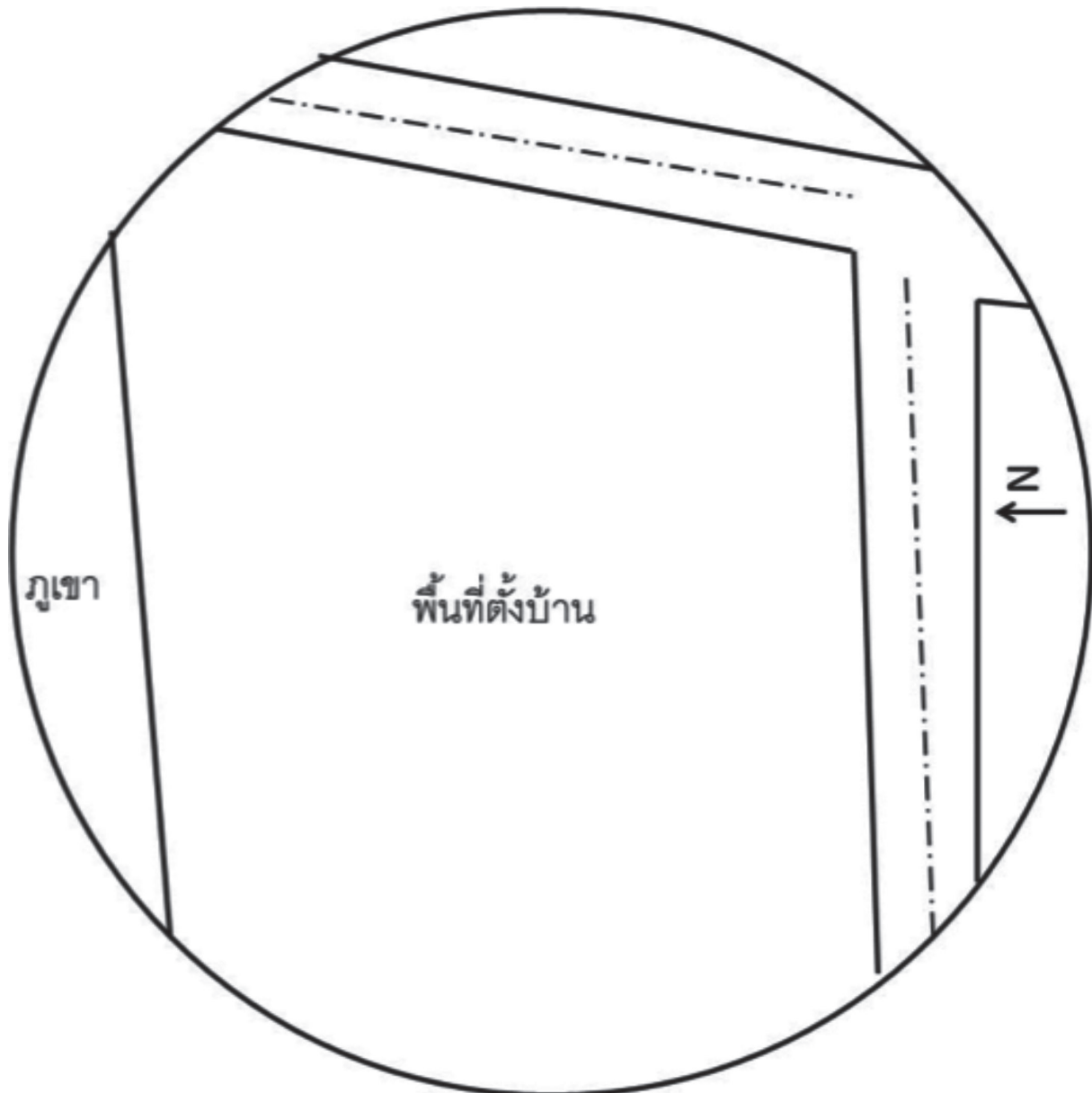


# ตัวอย่างพื้นที่สร้างบ้าน

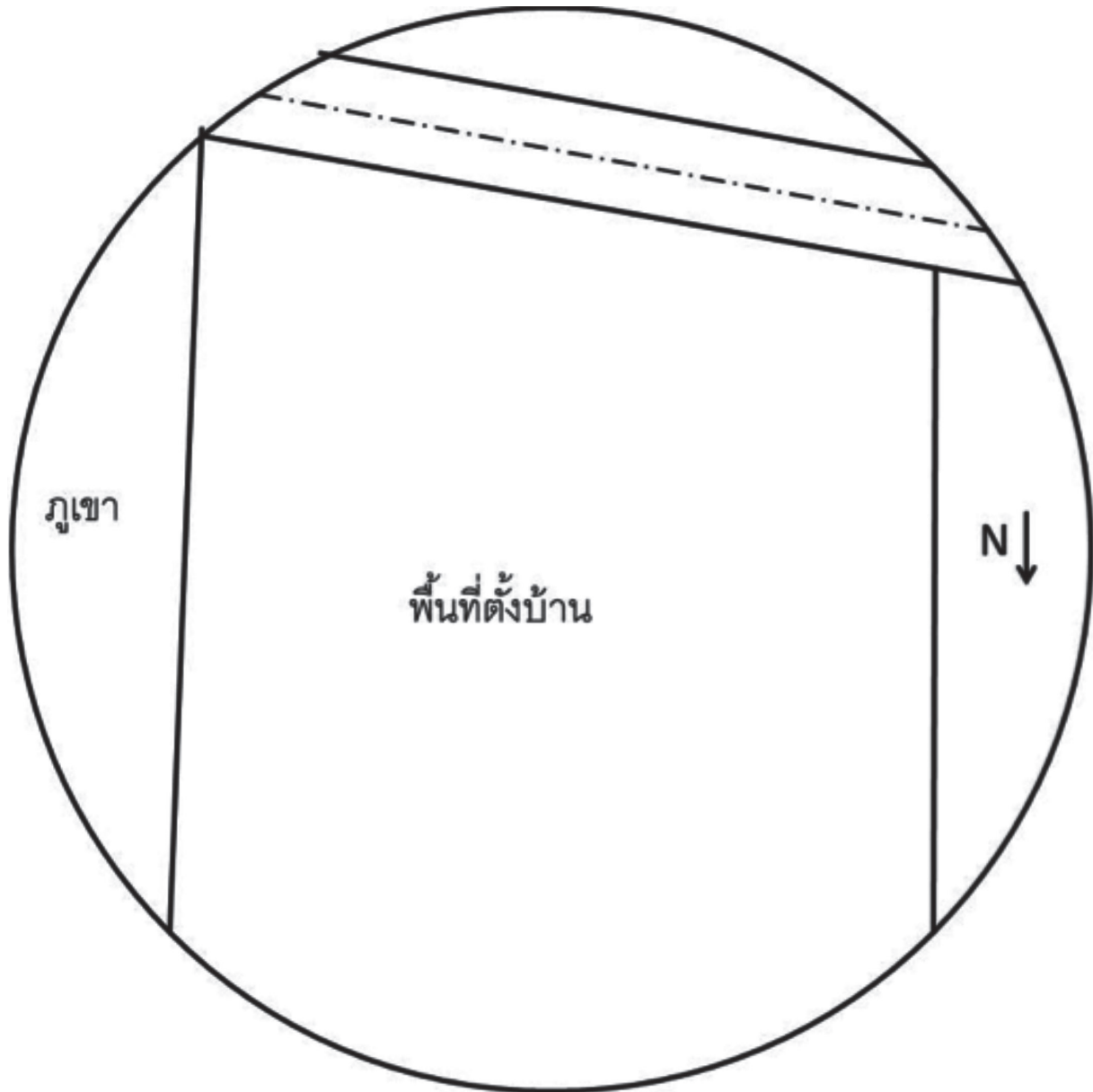




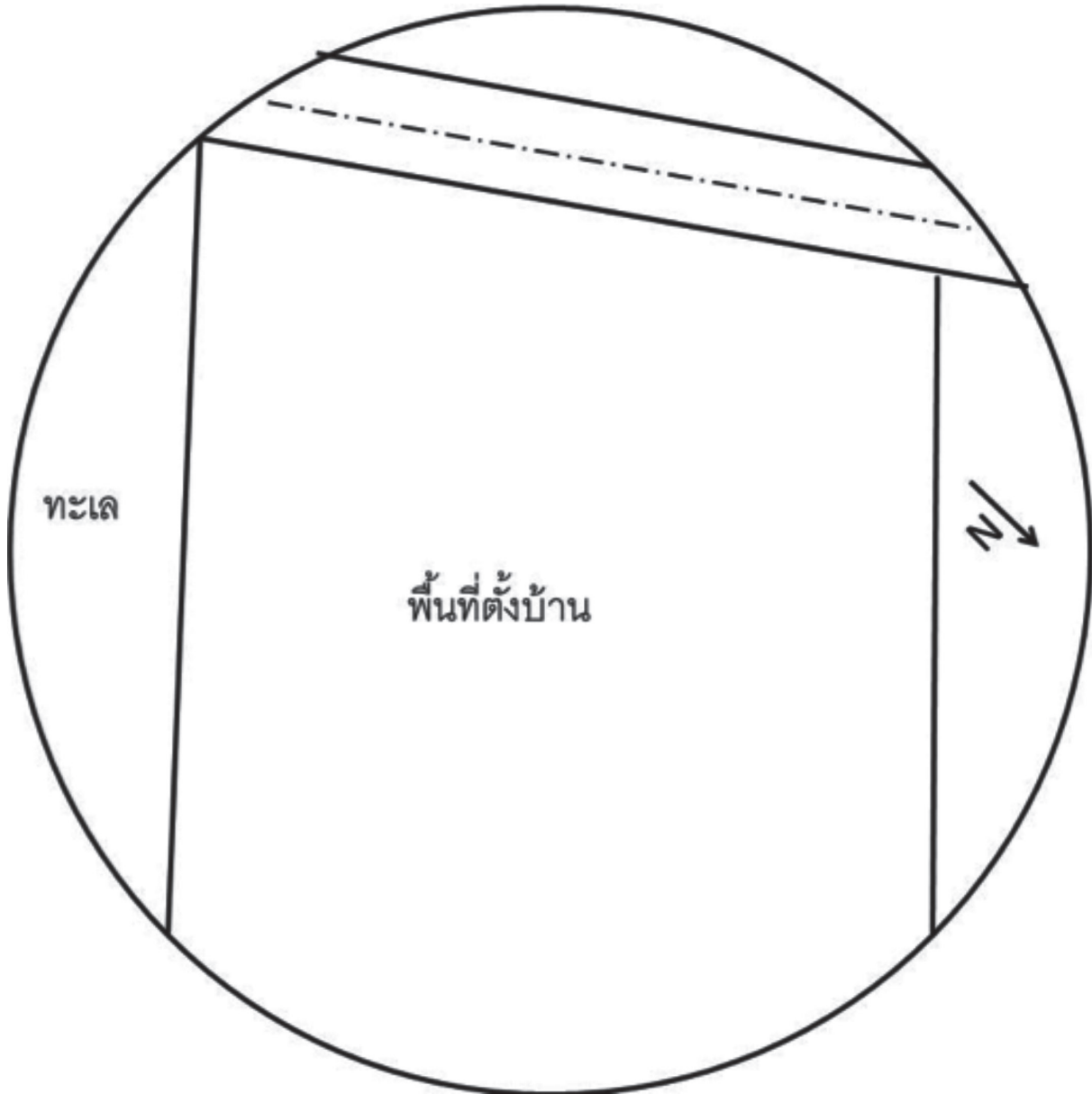
# ตัวอย่างพื้นที่สร้างบ้าน



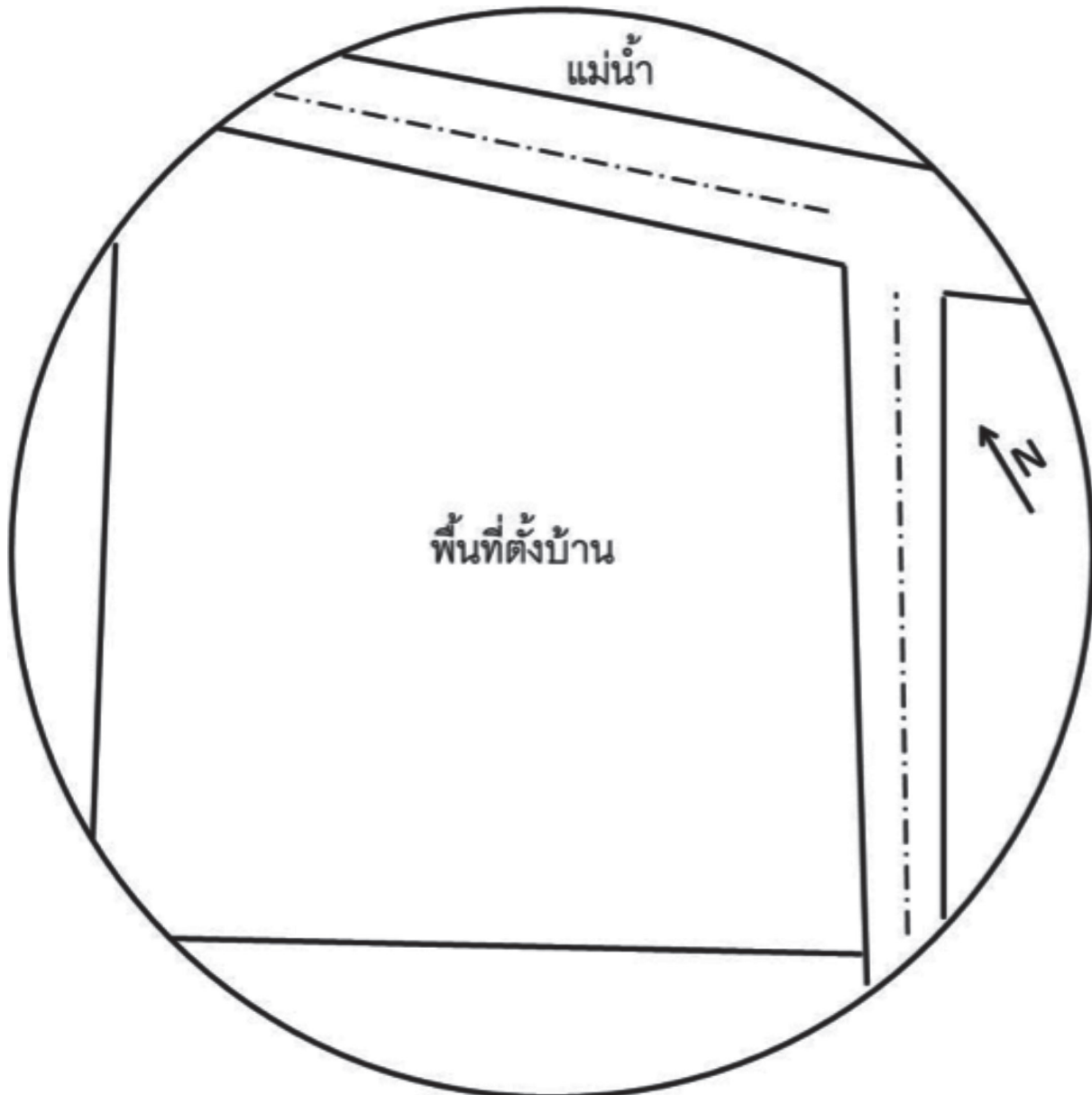
ตัวอย่างพื้นที่สร้างบ้าน



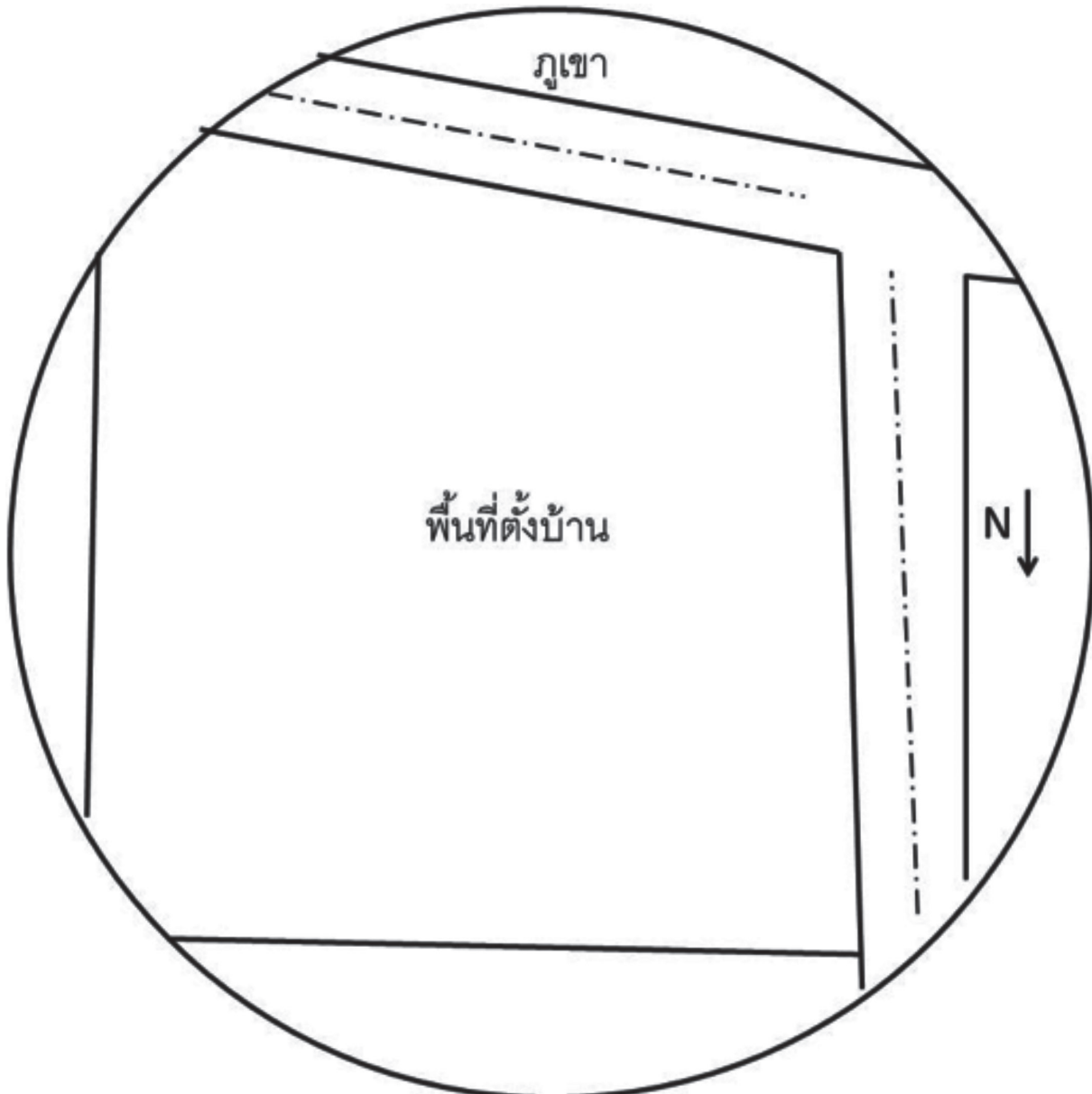
# ตัวอย่างพื้นที่สร้างบ้าน



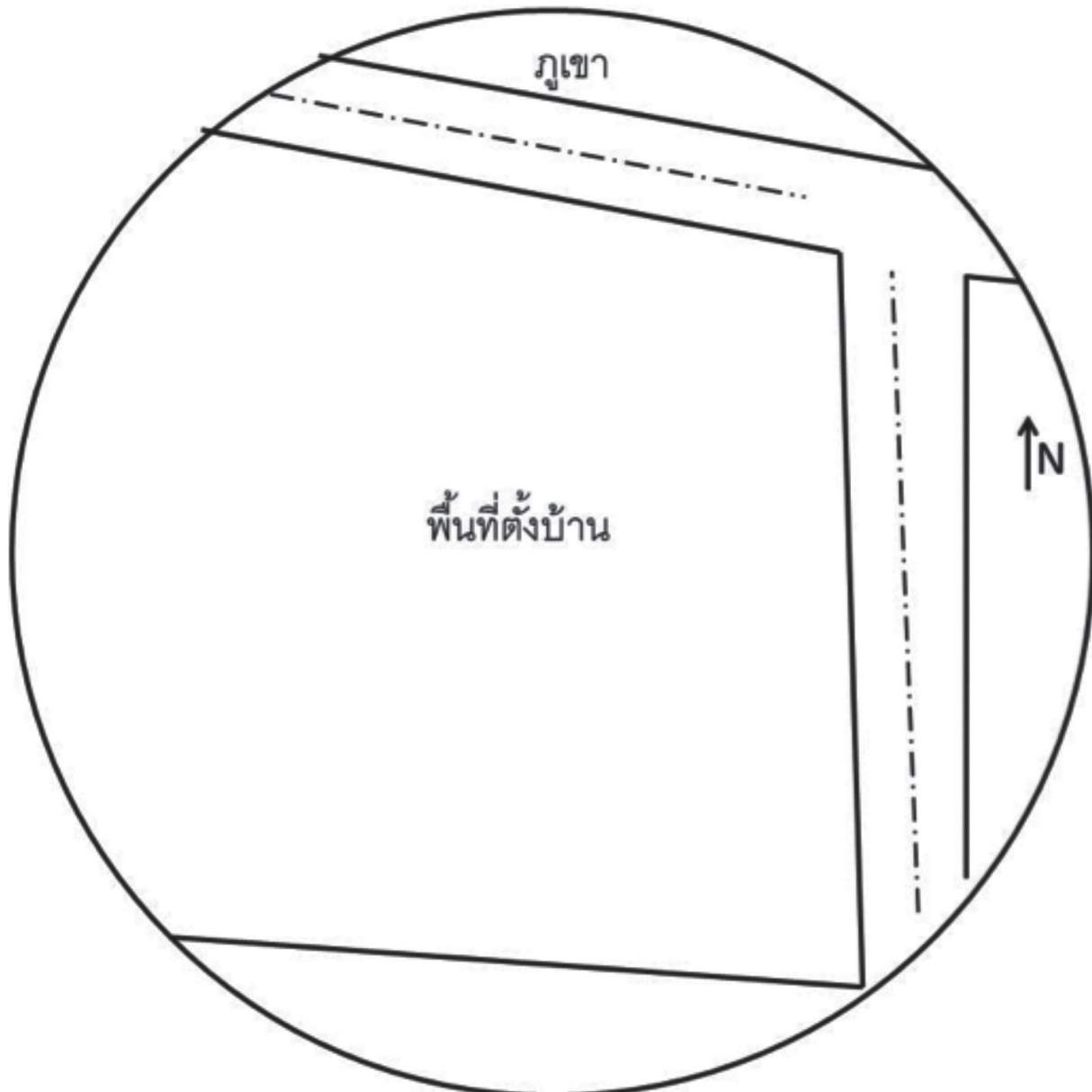
ตัวอย่างพื้นที่สร้างบ้าน



ตัวอย่างพื้นที่สร้างบ้าน



ตัวอย่างพื้นที่สร้างบ้าน



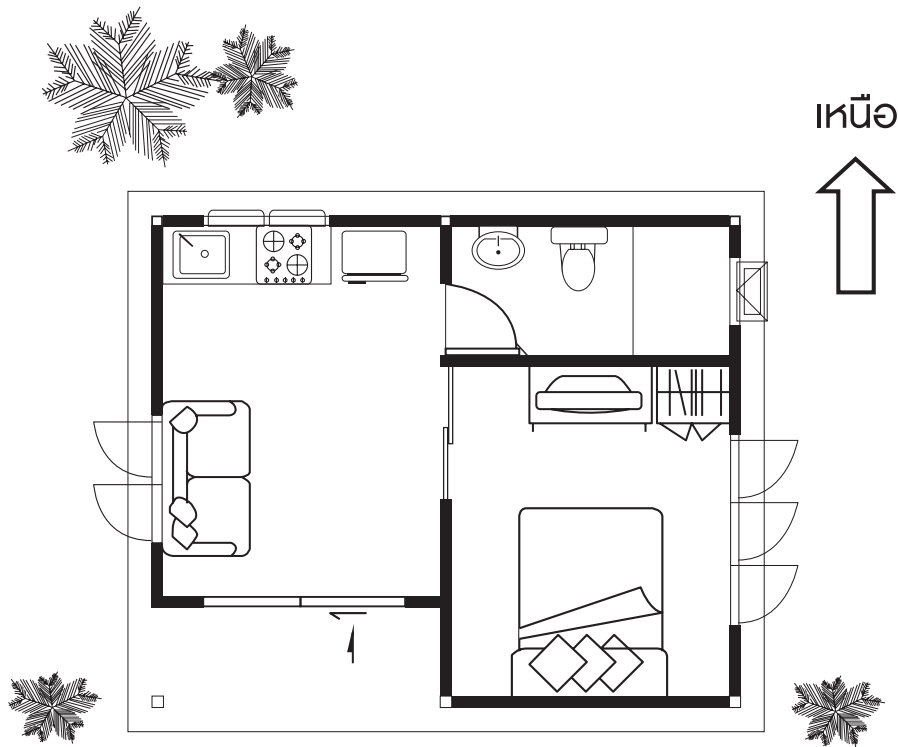
## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 1

### สำรวจบ้านตนเอง

ให้นักเรียนวาดแปลนบ้านหรือที่พักอาศัยของนักเรียนคร่าว ๆ โดยระบุตำแหน่งของห้อง หน้าต่าง ในตำแหน่งต่าง ๆ ให้ถูกต้องตามทิศทาง พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของต้นไม้ขนาดใหญ่รอบ ๆ บริเวณบ้าน

หมายเหตุ ถ้าบ้านของนักเรียนมีมากกว่า 2 ชั้น ให้นักเรียนเลือกเขียนแปลนบ้านชั้นล่าง หรือชั้นที่มีห้องนอนของนักเรียนเอง

### ตัวอย่างคำตอบ



## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 2

### เป้าหมายการออกแบบ

กลุ่มที่.....ชั้น.....  
สมาชิกกลุ่ม.....

ที่อยู่อาศัย เมือง.....ลอนดอน.....ประเทศ.....อังกฤษ .....

จากใบความรู้ที่ 1.2 กรุงเทพมหานครและข้อมูลเมืองที่นักเรียนอาศัย จงตอบคำถามต่อไปนี้

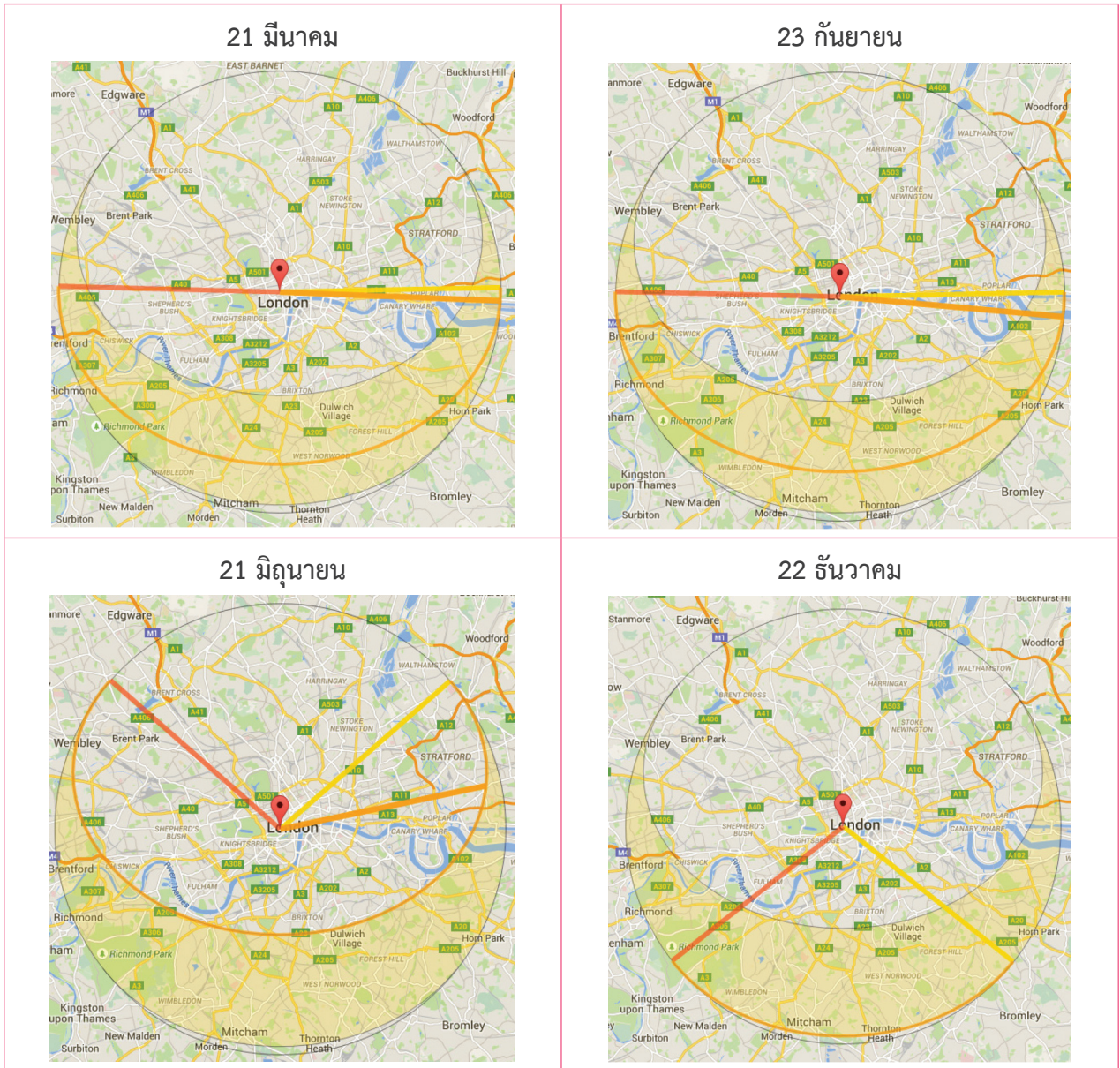
1. เมืองที่นักเรียนอาศัยมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเป็นเท่าไร เมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน  
**แนวคำตอบ** อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดต่ำกว่ากรุงเทพมหานครค่อนข้างมาก แสดงว่าอากาศค่อนข้างหนาวเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร การออกแบบบ้านน่าจะออกแบบให้ได้รับแสงมากทำให้ บ้านอบอุ่น
2. เมืองที่นักเรียนอาศัยมีภูมิอากาศแบบใดเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน  
**แนวคำตอบ** ภูมิอากาศค่อนข้างหนาวเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร การออกแบบบ้านน่าจะออกแบบให้ได้รับแสงมากทำให้บ้านอบอุ่น
3. ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละวันเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับกรุงเทพมหานคร ส่งผลอย่างไรต่อการออกแบบบ้าน  
**แนวคำตอบ** ปริมาณแสงที่ได้รับค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะในฤดูหนาว การออกแบบบ้านน่าจะออกแบบให้ได้รับแสงมากโดยเฉพาะฤดูหนาว ทำให้บ้านอบอุ่นขึ้น
4. นักเรียนต้องการออกแบบบ้านให้รับแสงมากขึ้น หรือ น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านในกรุงเทพมหานคร เพราะเหตุใด  
**แนวคำตอบ** ออกแบบบ้านให้รับแสงอาทิตย์มากขึ้น เพราะอากาศหนาวและได้ปริมาณแสงเฉลี่ยน้อยกว่ากรุงเทพมหานคร
5. กลุ่มของนักเรียนต้องการออกแบบผังบ้านให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด  
**แนวคำตอบ** เดือนมกราคมเพราะมีอากาศหนาวที่สุดในรอบปี



## แนวคำตอบ แบบบันทึกกิจกรรม

### ตอนที่ 1 ศึกษาเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์ในรอบปี

1. ข้อมูลทั่วไป  
เมืองและประเทศที่ต้องการศึกษา.....  
ตำแหน่งบนโลก: ละติจูด..... ลองจิจูด.....
2. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 23 กันยายน และ 22 ธันวาคม

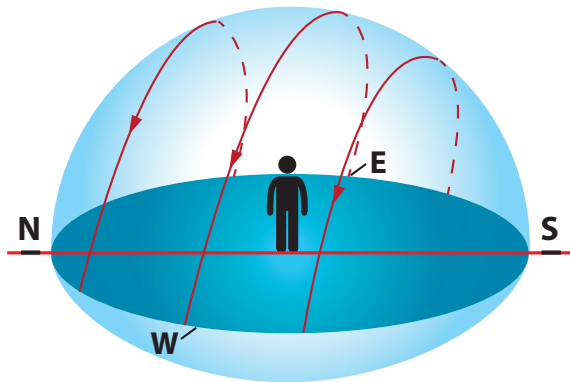


3. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 ของทุกเดือนในรอบปี

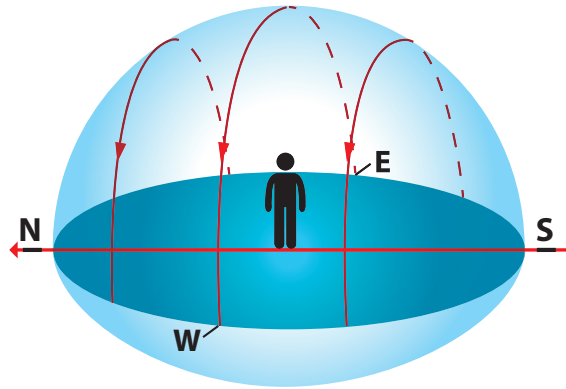


4. จากเส้นทางปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้
- 4.1 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มีนาคม เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร  
**แนวคำตอบ** ปรากฏบนขอบฟ้าทางทิศตะวันออกและลับหายไปทางทิศตะวันตก ระหว่างวันดวงอาทิตย์ปรากฏบนท้องฟ้าทางทิศใต้
- 4.2 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มิถุนายน เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร  
**แนวคำตอบ** ปรากฏบนขอบฟ้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและลับหายไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ระหว่างวันดวงอาทิตย์ปรากฏบนท้องฟ้าทางทิศใต้
- 4.3 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 23 กันยายน เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร  
**แนวคำตอบ** ปรากฏบนขอบฟ้าทางทิศตะวันออกและลับหายไปทางทิศตะวันตก ระหว่างวันดวงอาทิตย์ปรากฏบนท้องฟ้าทางทิศใต้
- 4.4 เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 22 ธันวาคม เริ่มต้นทิศทางใดและสิ้นสุดทิศทางใด และแนวปรากฏระหว่างวันเป็นเช่นไร  
**แนวคำตอบ** ปรากฏบนขอบฟ้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และลับหายไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างวันดวงอาทิตย์ปรากฏบนท้องฟ้าทางทิศใต้
5. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในวันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 23 กันยายน และ 22 ธันวาคม ของกลุ่มอื่น ๆ โดยเลือกประเทศที่อยู่ในกลุ่มขั้วโลกเหนือ เส้นศูนย์สูตร และขั้วโลกใต้ ตามลำดับ

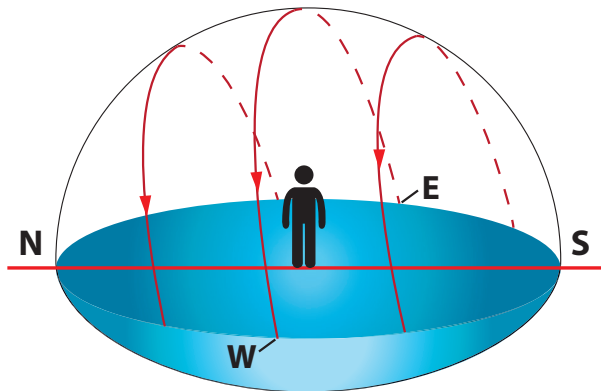
5.1 ประเทศที่อยู่ในกลุ่มขั้วโลกเหนือได้แก่ .....กรุงเทพฯ ประเทศไทยและ โซล ประเทศเกาหลีใต้.....



5.2 ประเทศที่อยู่ในกลุ่ม เส้นศูนย์สูตรได้แก่ .....จาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซียและอันตานานาริโว ประเทศ มาดากัสการ์ .....



5.3 ประเทศที่อยู่ในกลุ่มซีกโลกใต้ได้แก่ .....บัวโนส ไอเรส ประเทศอาร์เจนตินาและ เมลเบิร์น ประเทศ ออสเตรเลีย.....



6. เส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของกลุ่มตนเหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างไร จงอธิบาย

**แนวคำตอบ**

- แนวทางการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าจะเริ่มทางทิศตะวันออก และสิ้นสุดทางทิศตะวันตกเสมอ
- แนวการขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนไปในแต่ละวัน แต่จะหมุนวนเป็นวัฏจักรในรอบปี
- ในประเทศซีกโลกเหนือจะมีฤดูกาลตรงข้ามกับประเทศในซีกโลกใต้
- แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าแต่ละพื้นที่ขึ้นกับตำแหน่งละติจูดของพื้นที่นั้น ๆ
- แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของประเทศในเขตศูนย์สูตรแนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์จะทำมุม 90 องศา กับขอบฟ้า
- แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของประเทศในซีกโลกเหนือจะเอียงไปทางใต้
- แนวการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าของประเทศในซีกโลกใต้จะเอียงไปทางเหนือ

## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 4

### วางแผนบ้านจำลอง

ให้นักเรียนวางแผนบ้านตามความเหมาะสมของภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อม พร้อมทั้งระบุเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของนักเรียนอย่างละเอียด

#### สถานการณ์

ถ้าสมมติให้นักเรียนอาศัยอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก นักเรียนจะเลือกแปลนบ้านให้เหมาะสมกับการรับแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน ฤดูกาล ภูมิอากาศ และพื้นที่ที่จะสร้างบ้านของแต่ละประเทศนั้นอย่างไร โดยทุกกลุ่มได้ระบุดูจุดมุ่งหมายและความต้องการร่วมกันแล้วว่ากลุ่มของนักเรียนต้องการออกแบบผังบ้านให้รับแสงมากที่สุดหรือน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเดือนใด

#### ข้อมูลเบื้องต้น

สถานที่ : .....กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ.....

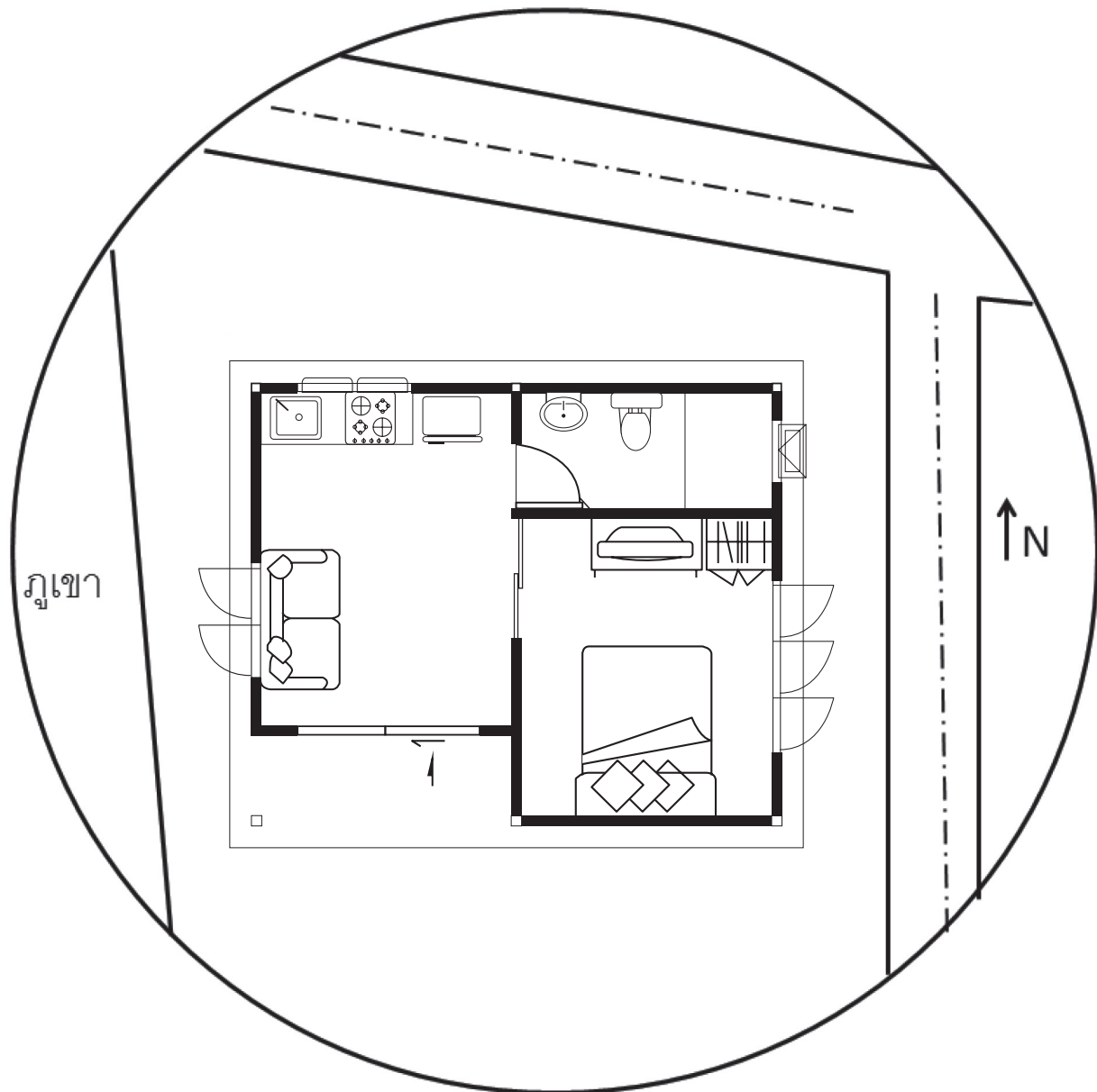
สภาพอากาศ : .....อากาศค่อนข้างหนาว มีหิมะในฤดูหนาว.....

สภาพภูมิประเทศ : .....มีภูเขาทางด้านซ้าย.....

เหตุผลในการตัดสินใจ :

.....เนื่องจากกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม ที่ประมาณ 20 องศาเซลเซียสและต่ำสุด 2.1 องศาเซลเซียสในเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้สภาพอากาศโดยรวมมีความหนาวเย็นกว่าประเทศไทย จึงควรออกแบบบ้านให้รับแสงมากขึ้น เพื่อให้บ้านอบอุ่น ประหยัดค่าไฟในการทำความร้อน โดยเฉพาะฤดูหนาว จึงควรหันกระจกหน้าต่างในแนวตะวันออก-ตะวันตก และให้เฉียงไปทางใต้ เพราะดวงอาทิตย์จะปรากฏเฉียงไปทางทิศใต้ โดยเฉพาะในฤดูหนาว.....

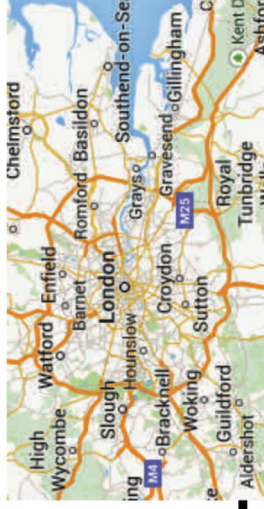
# แผนผังพื้นที่สร้างบ้านและการวางแปลนบ้าน



## ใบความรู้ที่ 1.1

## London England

## ลอนดอน ประเทศอังกฤษ



ลอนดอน เป็นเมืองหลวงของประเทศอังกฤษและสหราชอาณาจักร และเป็นเมืองที่ใหญ่ที่สุดของสหภาพยุโรป เป็นเมืองที่มีศูนย์กลางทางธุรกิจที่ใหญ่ที่สุดในโลก ลอนดอนเป็นหนึ่งในศูนย์กลางสำคัญทางธุรกิจ การเมือง วัฒนธรรม และประวัติศาสตร์ของโลก จีดีพี หรือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของลอนดอน คิดเป็นร้อยละ 19.5 ของสหราชอาณาจักร

**Key Fact**

พิกัดภูมิศาสตร์ : 51° 30′ 26″ N  
0° 7′ 39″ W

เนื้อที่ : 1,572.0 กม.<sup>2</sup>

ประชากร : 8,416,535 คน

ความหนาแน่น: 5,354 คน/กม.<sup>2</sup>

GDP : \$ 446 พันล้านเหรียญ

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 35 ม.

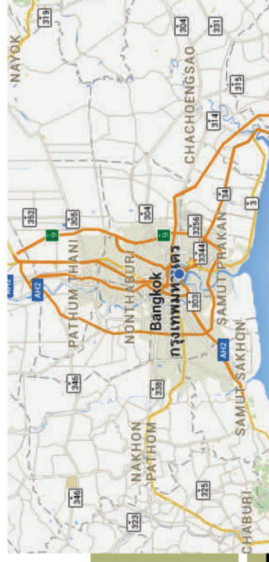
[wikipedia.org/wiki/London](https://wikipedia.org/wiki/London)  
[spracheaffie.com](https://spracheaffie.com)

## สภาพอากาศกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	8.1 (46.6)	8.4 (47.1)	11.3 (52.3)	14.2 (57.6)	17.9 (64.2)	21.0 (69.8)	23.5 (74.3)	23.2 (73.8)	19.9 (67.8)	15.5 (59.9)	11.1 (52)	8.3 (46.9)	15.2 (59.4)
อุณหภูมิต่ำรายวัน °C (F)	6.8 (44.2)	6.8 (44.2)	8.8 (47.8)	12.0 (53.6)	14.8 (58.6)	18.3 (64.9)	19.6 (67.3)	19.4 (66.9)	17.3 (63.1)	13.5 (56.3)	10.0 (50)	7.0 (44.6)	12.8 (55)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	2.3 (36.1)	2.1 (35.8)	3.9 (39)	5.5 (41.9)	8.7 (47.7)	11.7 (53.1)	13.9 (57)	13.7 (56.7)	11.4 (52.5)	8.4 (47.1)	4.9 (40.8)	2.7 (36.9)	7.5 (45.5)
ปริมาณน้ำที่ตกลงมาเฉลี่ย mm (inches)	55.2 (2.17)	40.9 (1.61)	41.6 (1.63)	43.7 (1.72)	49.4 (1.94)	45.1 (1.77)	44.5 (1.75)	49.5 (1.94)	49.1 (1.93)	68.5 (2.69)	59.0 (2.32)	55.2 (2.17)	601.7 (23.68)
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	2.05	2.60	3.82	5.62	6.62	6.81	7.07	6.82	4.98	3.88	2.42	1.73	4.54

Bangkok Thailand

กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย



กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวงและนครที่มีประชากรมากที่สุดของประเทศไทย เป็นศูนย์กลางการปกครอง การศึกษา การคมนาคมขนส่ง การเงินการธนาคาร การพาณิชย์ การสื่อสาร และความเจริญของประเทศ ตั้งอยู่บนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งทอดตัวยาว 372 กิโลเมตรพาดผ่านแบ่งเมืองออกเป็น 2ฝั่ง คือฝั่งพระนครและฝั่งธนบุรี

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ในเขตร้อน มีภูมิอากาศร้อนแบบทุ่งหญ้าสะวันนา ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกในช่วงบ้างถึงค่อนข้างสม่ำเสมอ กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนพื้นที่บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.50-2 เมตร ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมบ่อยครั้งในช่วงฤดูมรสุม

**Key Fact**

พิกัดภูมิศาสตร์ : 13°45'0" N  
100°31'1.20" E

เนื้อที่ : 1,568.737 กม.<sup>2</sup>

ประชากร : 5,692,284 คน

ความหนาแน่น: 3,600 คน/กม.<sup>2</sup>

ก่อตั้ง : 21 เมษายน พ.ศ. 2325

รายได้หลัก : จัดเก็บภาษีมูลค่าเพิ่ม

en.wikipedia.org/wiki/Bangkok

สภาพอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

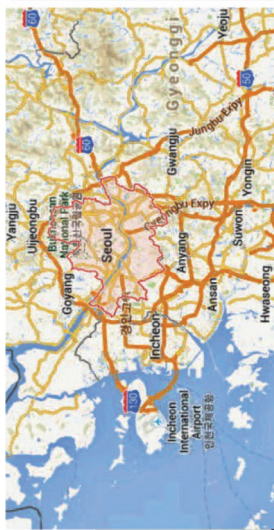
Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	32.5 (90.5)	33.3 (91.9)	34.3 (93.7)	35.4 (95.7)	34.4 (93.9)	33.6 (92.5)	33.2 (91.8)	32.9 (91.2)	32.8 (91)	32.6 (90.7)	32.4 (90.3)	31.7 (89.1)	33.3 (91.9)
อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน °C (F)	27.6 (81.7)	28.9 (84)	30.1 (86.2)	31.2 (88.2)	30.5 (86.9)	29.9 (85.8)	29.5 (85.1)	29.2 (84.6)	28.9 (84)	28.7 (83.7)	28.1 (82.6)	26.9 (80.4)	29.13 (84.43)
อุณหภูมิค่าสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	22.6 (72.7)	24.4 (75.9)	25.9 (78.6)	26.9 (80.4)	26.3 (79.3)	26.1 (79)	25.7 (78.3)	25.5 (77.9)	25.0 (77)	24.8 (76.6)	23.9 (75)	22.0 (71.6)	24.9 (76.8)
ปริมาณน้ำที่ตกลงมาเฉลี่ย mm (inches)	13.3 (0.52)	20.0 (0.78)	42.1 (1.65)	91.4 (3.59)	247.7 (9.75)	157.1 (6.18)	175.1 (6.894)	219.3 (8.63)	334.3 (13.16)	292.1 (11.5)	49.5 (1.94)	6.3 (0.24)	1,648.2 (64.88)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	68	72	72	72	75	74	75	76	79	78	70	66	73
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	9.09	8.38	8.99	8.6	7.23	5.90	5.68	5.37	5.20	6.61	7.80	8.78	7.30



## ใบความรู้ที่ 1.3

## Seoul South Korea

## กรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้



โซล ชื่ออย่างเป็นทางการ นครพิเศษโซล เป็นเมืองหลวงและมหานครที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทยได้ มีประชากรประมาณ 10 ล้านคน เกือบหนึ่งในสี่ของประชากรชาวเกาหลีได้อาศัยอยู่ในโซล โซลอยู่ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของเกาหลีใต้ ครอบคลุมพื้นที่ 605.25 กม. มีรัศมีประมาณ 1.5 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนอย่างคร่าว ๆ เป็นฝั่งเหนือและฝั่งใต้ โดยใช้แม่น้ำฮันเป็นตัวแบ่ง

โซลมีภูมิอากาศแบบอบอุ่นชื้นภาคพื้นทวีป ฤดูร้อน โดยปกติจะมีอากาศร้อนและชื้น ฤดูมรสุมเอเชียตะวันออกจะอยู่ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกรกฎาคม โดยในเดือนสิงหาคมจะมีอากาศร้อนมากที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 22.4 ถึง 29.6 °C ฤดูหนาวจะมีอากาศหนาวโดยเฉลี่ยอุณหภูมิในเดือนมกราคมจะอยู่ที่ -5.9 ถึง 1.5 °C และอากาศจะแห้งกว่าหน้าร้อน มีหิมะตกเฉลี่ยปีละ 28 วัน

## Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 37°33' N  
126°59' E

เนื้อที่ : 605.28 กม.<sup>2</sup>

ประชากร : 9,794,304 คน

ความหนาแน่น: 16,000 คน/กม.<sup>2</sup>

GDP : US\$ 845.9 พันล้าน

ต้นไม้ประจำเมือง : โสม

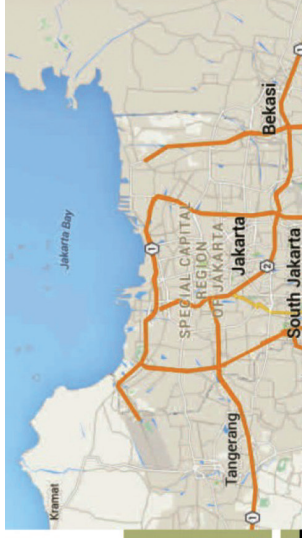
en.wikipedia.org/wiki/Seoul

## สภาพอากาศกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	1.5 (34.7)	4.7 (40.5)	10.4 (50.7)	17.8 (64)	23.0 (73.4)	27.1 (80.8)	28.6 (83.5)	29.6 (85.3)	25.8 (78.4)	19.8 (67.6)	11.6 (52.9)	4.3 (39.7)	17.0 (62.6)
อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน °C (F)	-2.4 (27.7)	0.4 (32.7)	5.7 (42.3)	12.5 (54.5)	17.8 (64)	22.2 (72)	24.9 (76.8)	25.7 (78.3)	21.2 (70.2)	14.8 (58.6)	7.2 (45)	0.4 (32.7)	12.5 (54.5)
อุณหภูมิค่าสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	-5.9 (21.4)	-3.4 (25.9)	1.6 (34.9)	7.8 (46)	13.2 (55.8)	18.2 (64.8)	21.9 (71.4)	22.4 (72.3)	17.2 (63)	10.3 (50.5)	3.2 (37.8)	-3.2 (26.2)	8.6 (47.5)
ปริมาณน้ำที่ตกลงมา mm (inches)	20.8 (0.81)	25.0 (0.98)	47.2 (1.85)	64.5 (2.53)	105.9 (4.16)	133.2 (5.24)	394.7 (15.53)	364.2 (14.33)	169.3 (6.66)	51.8 (2.03)	52.5 (2.06)	21.5 (0.84)	1,450.5 (57.10)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	59.8	57.9	57.8	56.2	62.7	68.1	78.3	75.6	69.2	64.0	62.0	60.6	64.4
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	5.34	5.44	6.30	6.83	7.10	6.07	4.00	5.08	5.87	6.63	5.11	5.09	5.74

## Jakarta Indonesia

# จาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย



จาการ์ตาเป็นเมืองหลวงที่เต็มไปด้วยความเคลื่อนไหวอันเกือบทักของอินโดนีเซีย ด้วยทำเลที่ตั้งเชิงกลยุทธ์บนชายฝั่งตะวันตกของเกาะชวา จาการ์ตาเปรียบเสมือนประตูไปสู่หมู่เกาะทั้ง 17,000 เกาะของอินโดนีเซีย โดยเดิมทีจาการ์ตาเป็นอาณานิคมของชาวดัตช์ตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 ปัจจุบันได้พัฒนาสู่การเป็นศูนย์กลางทางด้านการเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง

จาการ์ตามีสภาพอากาศแบบเขตร้อน นั่นคืออากาศร้อนและชื้นตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส อากาศเย็นเป็นบางครั้งจากอิทธิพลลมทะเลที่ช่วยพัดระบายความร้อนบนพื้นแผ่นดิน เนื่องจากจาการ์ตาตั้งอยู่บนเขตเส้นศูนย์สูตรของโลกจึงมีการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลน้อยมาก

### Key Fact

พิกัดภูมิศาสตร์ : 6° 12' S  
0° 7' W

เนื้อที่ : 750.28 กม.<sup>2</sup>

ประชากร : 11,374,022 คน

ความหนาแน่น: 11,315 คน/กม.<sup>2</sup>

วัฒนธรรมท้องถิ่น : Betawi

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 8 ม.

[wikipedia.org/wiki/Jakarta](https://wikipedia.org/wiki/Jakarta)

[Hoteltravel.com](https://Hoteltravel.com)

### สภาพอากาศจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มี.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	29.9 (85.8)	30.3 (86.5)	31.5 (88.7)	32.5 (90.5)	32.5 (90.5)	31.4 (88.5)	32.3 (90.1)	32 (90)	33 (91)	32.7 (90.9)	31.3 (88.3)	32 (90)	31.78 (89.23)
อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน °C (F)	26.8 (80.2)	26.8 (80.2)	27.3 (81.1)	27.9 (82.2)	28 (82)	27.6 (81.7)	27.4 (81.3)	27.7 (81.9)	28 (82)	28.3 (82.9)	27.9 (82.2)	27.4 (81.3)	27.59 (81.58)
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	24.2 (75.6)	24.3 (75.7)	25.2 (77.4)	25.1 (77.2)	25.4 (77.7)	24.8 (76.6)	25.1 (77.2)	24.9 (76.8)	25.5 (77.9)	25.5 (77.9)	24.9 (76.8)	24.9 (76.8)	24.98 (76.97)
ปริมาณน้ำที่ตกลงมาเฉลี่ย (inches)	402 (15.83)	284 (11.18)	219 (8.62)	131 (5.16)	113 (4.45)	90 (3.54)	58 (2.28)	61 (2.4)	64 (2.52)	101 (3.98)	128 (5.04)	204 (8.03)	1,855 (73.03)
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	6.1	6.4	7.7	8.5	8.4	8.5	9.1	9.5	9.7	9	7.7	7.1	8.1

## ใบความรู้ที่ 1.5

## Antananarivo Madagascar

## อันตานานาริโว ประเทศมาดากัสการ์



อันตานานาริโว เป็นเมืองหลวงมาดากัสการ์ ซึ่งประกาศเอกราชจากฝรั่งเศส เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2503 มาดากัสการ์เป็นเกาะที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 ของโลก เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์นักและพืชหายากซึ่งส่วนใหญ่ไม่ปรากฏในดินแดนส่วนอื่นของโลกความโดดเด่นทางนิเวศวิทยาทำให้มาดากัสการ์ได้รับสมญานามว่า "ทวีปที่แปด (Eight Continent)" และ "เกาะสีแดง (Red Island)"

**Key Fact**

พิกัดภูมิศาสตร์ : 18°56' S  
47°31' E

เนื้อที่ : 88 กม.<sup>2</sup>

ประชากร : 1,613,375 คน

ความหนาแน่น : 18,333 คน/กม.<sup>2</sup>

ก่อตั้ง : พ.ศ. 2153

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 1280 ม.

wikipedia.org/wiki/Antananarivo  
sameaf.mfa.go.th

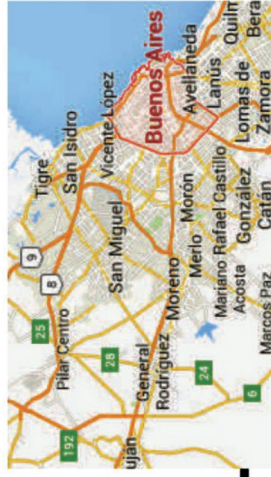
มาดากัสการ์มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝนที่มีอากาศร้อน ระหว่างเดือน พ.ย.- เม.ย. และ ฤดูแล้งที่มีอากาศเย็น ระหว่างเดือน พ.ค. - ต.ค. และประสบภัยจากพายุไซโคลน เป็นระยะ มีภูมิประเทศที่หลากหลาย ประกอบด้วย เขตภูเขาสูง (ทางตอนกลางของประเทศ) เขตป่าฝน (ตามแนวชายฝั่งตะวันออก) เขตทุ่งหญ้าวันนา และทุ่งหญ้าแห้งแล้ง (ทางตอนใต้และตะวันตกเฉียงใต้)

## สภาพอากาศอันตานานาริโว ประเทศมาดากัสการ์

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	26.4 (79.5)	26.5 (79.7)	25.9 (78.6)	25.2 (77.4)	23.2 (73.8)	21.1 (70)	20.4 (68.7)	21.0 (69.8)	23.6 (74.5)	25.8 (78.4)	26.6 (79.9)	26.4 (79.5)	24.3 (75.7)
อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน °C (F)	20.5 (68.9)	20.7 (69.3)	20.1 (68.2)	19.2 (66.6)	16.8 (62.2)	14.6 (58.3)	14.1 (57.4)	14.5 (58.1)	16.3 (61.3)	18.5 (65.3)	19.7 (67.5)	20.2 (68.4)	17.9 (64.2)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	16.6 (61.9)	16.8 (62.2)	16.3 (61.3)	15.0 (59)	12.3 (54.1)	10.0 (50)	9.5 (49.1)	9.6 (49.3)	10.6 (51.1)	12.9 (55.2)	14.8 (58.6)	16.2 (61.2)	13.3 (55.9)
ปริมาณน้ำที่ตกลงมา (inches)	274.0 (10.78)	278.9 (10.9)	203.5 (8.01)	64.5 (2.53)	22.5 (0.88)	7.7 (0.30)	10.8 (0.42)	10.4 (0.40)	10.6 (0.41)	75.8 (2.98)	187.7 (7.3)	309.9 (12.2)	1,456.3 (57.33)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	80.5	81.5	80.5	79.5	78.5	77.5	77	74.5	70.5	67	70	76.5	76.13
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	7.02	5.93	6.64	7.35	7.63	6.87	7.13	7.83	8.32	8.37	7.76	6.70	7.30

Buenos Aires Argentina

# บัวโนสไอเรส ประเทศอาร์เจนตินา



**บัวโนสไอเรส** เป็นเมืองหลวงเมืองใหญ่ที่สุด และเมืองทางของประเทศอาร์เจนตินา ตั้งอยู่บนชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปอเมริกาใต้เนื่องจากได้รับวัฒนธรรมยุโรปอย่างเข้มข้น บางครั้งบัวโนสไอเรสจึงถูกเรียกว่า "ปารีสใต้" หรือ "ปารีสแห่งอเมริกาใต้" เมืองนี้เป็นเมืองสมัยใหม่ที่สุดแห่งหนึ่งในลาตินอเมริกา โดยมีชื่อเสียงด้านสถาปัตยกรรม และกิจกรรมทางวัฒนธรรม

บัวโนสไอเรสจัดอยู่ในภูมิภาคแบบเขตอบอุ่นชื้นกึ่งเขตร้อน มี 4 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว โดยจะมีความชื้นสูงในฤดูร้อน ในบางครั้งอุณหภูมิอาจพุ่งขึ้นสูงถึง 35 °C อันเนื่องมาจากอิทธิพลของคลื่นความร้อนที่พัดมาจากประเทศบราซิล ลมค่อนข้างแรงในฤดูใบไม้ผลิ บัวโนสไอเรสยังมีฝนตกในทุุกฤดูกาลซึ่งในหลายครั้งอาจพบอยู่ในรูปของพายุลูกเห็บ

**Key Fact**

พิกัดภูมิศาสตร์ : 34°36'12"S  
58°22'54"W

เนื้อที่ : 203.3 กม.<sup>2</sup>

ประชากร : 2,890,151 คน

ความหนาแน่น: 14,000 คน/กม.<sup>2</sup>

ภาษา: สเปน

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 25 ม.

[wikipedia.org/wiki/Buenos\\_Aires](http://wikipedia.org/wiki/Buenos_Aires)

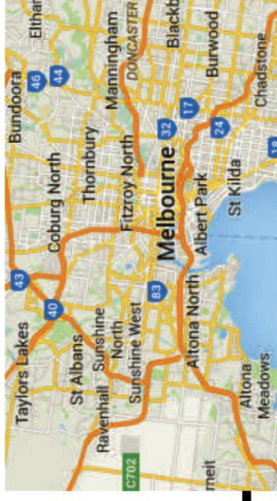
สภาพอากาศเมืองจีกาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	30.4 (86.7)	29.0 (84.2)	26.8 (80.2)	23.4 (74.1)	19.3 (66.7)	16.6 (61.9)	16.0 (60.8)	17.7 (63.9)	19.6 (67.3)	23.1 (73.6)	26.1 (79)	28.5 (83.3)	23.0 (73.4)
อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน °C (F)	25.1 (77.2)	23.9 (75)	22.0 (71.6)	18.0 (64.4)	14.4 (57.9)	11.9 (53.4)	11.4 (52.5)	12.8 (55)	14.8 (58.6)	18.2 (64.8)	20.9 (69.6)	23.2 (73.8)	18.1 (64.6)
อุณหภูมิที่สูงสุดเฉลี่ย °C (F)	20.2 (68.4)	19.5 (67.1)	18.0 (64.4)	13.6 (56.5)	10.5 (50.9)	8.3 (46.9)	7.7 (45.9)	8.7 (47.7)	10.6 (51.1)	13.5 (56.3)	16.0 (60.8)	18.2 (64.8)	13.7 (56.7)
ปริมาณน้ำที่ตกลงมา (inches)	167.5 (6.59)	171.0 (6.73)	172.3 (6.78)	110.8 (4.36)	72.3 (2.84)	54.8 (2.15)	70.0 (2.75)	71.7 (2.82)	75.0 (2.95)	124.4 (4.89)	114.1 (4.49)	102.4 (4.03)	1,306.3 (51.42)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	65	70	72	77	78	79	79	74	71	69	68	64	72
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	9.20	7.25	7.03	6.10	5.58	4.80	4.96	5.58	6.00	7.34	8.40	9.09	6.78

## ใบความรู้ที่ 1.7

## Melbourne Australia

## เมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย



เมลเบิร์น เมืองหลวงของรัฐวิกตอเรียได้ชื่อว่า Garden State เนื่องจากมี

สวนสาธารณะมากกว่ารัฐอื่น แต่มีประชากรหนาแน่นที่สุด เป็นรัฐที่เล็กเป็นอันดับสองของออสเตรเลีย มีประชากรอาศัยอยู่ในรัฐนี้คิดเป็นร้อยละ 26 ของชาว

ออสเตรเลียทั้งหมด เมลเบิร์นเป็นเมืองเศรษฐกิจใหญ่เป็น อันดับสองรองจากซิดนีย์ เป็นศูนย์กลางที่มีชื่อเสียงทางด้านศิลปวัฒนธรรม การเงิน และการคมนาคม ในตอนกลางคืน

เมลเบิร์น มีภูมิอากาศแบบมหาสมุทร ประกอบด้วย 4 ฤดู คือ มีช่วงฤดูหนาวยาวนานกว่าฤดูอื่น ช่วงฤดูใบไม้ร่วงจะเย็นสบาย ซึ่งอากาศในช่วงกลางวันจะไม่หนาวมากและมีแสงแดดตลอด อากาศในแต่ละ วันจะมีความแตกต่างกันตั้งแต่ช่วงเช้าที่ค่อนข้างหนาวเย็น เปลี่ยนเป็นอุ่นในช่วงกลางวัน และเริ่มหนาวเย็นอีกในตอนกลางคืน

เนื้อที่ : 9,990.5 กม.<sup>2</sup>

ประชากร : 4,442,919 คน

ความหนาแน่น: 430 คน/กม.<sup>2</sup>

ก่อตั้ง: 30 สิงหาคม พ.ศ. 2378

ความสูงจากระดับน้ำทะเล : 31 ม.

[en.wikipedia.org/wiki/Melbourne](http://en.wikipedia.org/wiki/Melbourne)

[educatepark.com/](http://educatepark.com/)

## สภาพอากาศกรุงเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย

Month	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย °C (F)	25.9 (78.6)	25.8 (78.4)	23.9 (75)	20.3 (68.5)	16.7 (62.1)	14.1 (57.4)	13.5 (56.3)	15.0 (59)	17.3 (63.1)	19.7 (67.5)	22.0 (71.6)	24.2 (75.6)	19.9 (67.8)
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย °C (F)	14.3 (57.7)	14.6 (58.3)	13.2 (55.8)	10.8 (51.4)	8.7 (47.7)	6.9 (44.4)	6.0 (42.8)	6.7 (44.1)	8.0 (46.4)	9.6 (49.3)	11.2 (52.2)	13.0 (55.4)	10.2 (50.4)
ปริมาณน้ำที่ตกลงมาเฉลี่ย mm (inches)	46.8 (1.843)	48.0 (1.89)	50.1 (1.97)	57.3 (2.25)	55.7 (2.19)	49.5 (1.94)	47.5 (1.87)	50.0 (1.96)	58.0 (2.28)	66.0 (2.59)	60.3 (2.37)	59.1 (2.32)	648.4 (25.52)
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	47	48	49	52	59	63	61	56	53	50	49	47	53
จำนวนชั่วโมงที่รับแสงอาทิตย์เฉลี่ย	9.30	7.83	7.03	5.60	4.03	3.60	3.82	4.86	5.70	6.51	7.00	7.75	6.09

# กังหันลม ผลิตไฟฟ้า



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เวลา 8 ชั่วโมง



## สาระสำคัญ

พลังงานลมสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้พลังงานลมในการหมุนไดนาโมหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า ในการทดลองขนาดเล็กสามารถใช้ร่วมกับชุดแผงวงจร IPST Link ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับการเขียนโปรแกรม Scratch ที่สามารถนำไปสร้างชิ้นงานที่บูรณาการกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งนักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานในการเขียนโปรแกรมด้วย Scratch มีทักษะในการแก้ปัญหาและมีความคิดสร้างสรรค์ในการนำชุดแผงวงจร IPST Link ไปออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ประโยชน์ตามความต้องการ



## ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน/ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสาร สื่อความหมาย และอ้างเหตุผล</li> <li>2. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายผลลัพธ์เพื่อประกอบการตัดสินใจ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. แก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ</li> <li>2. มีทักษะในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัด ตัด ตัดเย็บ เจาะ และเก็บรายละเอียดของงานให้เหมาะสมกับประเภทของงาน ถูกต้องและปลอดภัย</li> </ol>

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



## สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าทำได้โดยการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ประพจน์และตัวเชื่อม</li> <li>- ข้อมูล</li> <li>- การนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ</li> <li>- การวิเคราะห์และแปลความหมายผลลัพธ์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องใช้ความรู้ ทักษะ ความเข้าใจ ซึ่งบางปัญหาอาจมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี</li> <li>- ขั้นตอนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียด การวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบและปรับปรุง</li> <li>- ทักษะการสร้างชิ้นงาน เป็นการฝึกฝนในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือสร้างชิ้นงานจนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องตามที่กำหนด และมีความปลอดภัย ซึ่งทักษะการสร้างชิ้นงานที่สำคัญ คือ ทักษะการวัด ทักษะการตัด ทักษะการติดยึด ทักษะการเจาะ และทักษะการเก็บรายละเอียดของงาน</li> </ul>



## กรอบแนวคิด



\*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้ (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)



### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ออกแบบและสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้า
2. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในการนำเสนอค่าพลังงานไฟฟ้าโดยโปรแกรม Scratch กับชุดแผงวงจร IPST Link



### วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ชุดอุปกรณ์ IPST Link	1 ชุด	5	กรรไกร	1 เล่ม
2	คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม scratch 1.4 และโปรแกรมวัดพลังงานไฟฟ้า stdWindpower.sb	1 เครื่อง	6	คัตเตอร์	1 อัน
3	มอเตอร์กระแสตรง	1 ตัว	7	แผ่นรองตัด	1 แผ่น
4	ใบพัดลม	1 อัน			

วัสดุและอุปกรณ์ส่วนกลางเพื่อให้สามารถใช้ร่วมกันโดยมีจำนวนของวัสดุตามความเหมาะสม

ที่	รายการ	ที่	รายการ
1	วัสดุทำใบพัด เช่น กระดาษลูกฟูก กระดาษแข็ง	6	กาว หรือปืนยิงกาว
2	วัสดุเหลือใช้ที่เป็นพลาสติก กระดาษแข็ง ตะเกียบไม้	7	ชุดอุปกรณ์บัดกรี
3	ไม้เสียบลูกชิ้น	8	พัดลมตั้งโต๊ะ
4	เฟืองขนาดต่าง ๆ	9	สายไฟ
5	กระดาษสำหรับร่างภาพ		



### แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



#### ชั้นระบุปัญหา

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 คน ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้า พร้อมยกตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม



2. นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1-3
3. ครูนำเสนอสถานการณ์ต่อไปนี้  
 “ในท้องถิ่นของนักเรียนพบว่ามีการผลิตผ่านตลอดทั้งปี จึงมีโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม ก่อนจะมีการสร้างโรงไฟฟ้านั้น มีการให้ทดลองศึกษารูปแบบโรงไฟฟ้าพลังงานลมที่ผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด นักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบและสร้างโรงไฟฟ้าจำลองโดยใช้กังหันในการรับลมให้ได้กำลังไฟฟ้ามากที่สุด พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมด้วย Scratch แสดงผลการผลิตไฟฟ้าเพื่อนำเสนอให้มีความน่าสนใจ”



### ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. ครูแนะนำอุปกรณ์ IPST Link และมอเตอร์กระแสตรงที่ใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
5. ครูสาธิตการประกอบกังหันลมกับอุปกรณ์ IPST Link จากนั้นนำเสนอการตรวจสอบกระแสไฟฟ้าด้วยไฟล์โปรแกรม windpower.sb
6. นักเรียนประกอบใบพัดกับมอเตอร์และเชื่อมต่อกับแผงวงจร IPST Link จากนั้นทดสอบวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้พัลล์มิเตอร์ตั้งโต๊ะเปิดระดับ 3 เป่าไปยังกังหัน แล้วตรวจสอบกระแสไฟฟ้าโดยใช้ไฟล์โปรแกรม stdWindpower.sb
7. นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 4
8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลลัพธ์ที่ได้ โดยจะพบว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จะมีระดับหนึ่ง แล้วนำไปสู่ปัญหาที่ว่า “ทำอย่างไรให้กังหันผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น” จากนั้นตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 5



### ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

9. นักเรียนออกแบบโปรแกรมนำเสนอพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมโดยต่อยอดจากโปรแกรม stdWindpower.sb โดยสามารถศึกษาการทำงานของ IPST Link จากใบความรู้ที่ 1 แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 6



### ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

10. นักเรียนวางแผน ออกแบบและสร้างกังหันลมจำลองผลิตไฟฟ้าโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีให้ โดยมีข้อกำหนดคือให้ใช้มอเตอร์เพียง 1 ตัว และสามารถค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้
11. นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยครูคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด
12. นักเรียนพัฒนาโปรแกรมนำเสนอพลังงานไฟฟ้าตามที่ได้ออกแบบไว้
13. นักเรียนสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าตามที่ออกแบบไว้โดยให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ข้อที่ 7 – 8



### ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

14. นักเรียนทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด



### ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

15. นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน และนักเรียนกลุ่มอื่นประเมินผลงานของเพื่อนโดยใช้แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ
16. นักเรียนแข่งขันกักหน้ผลิตไฟฟ้าซึ่งใช้ไฟล์โปรแกรม windpower.sb ในการวัดค่าพลังงานพร้อมกับใช้ใบบันทึกการแข่งขันกักหน้ผลิตไฟฟ้าในการให้คะแนนการแข่งขัน โดยในการแข่งขันนั้นจะเปิดพัดลมตั้งโต๊ะที่ระดับ 3 ห่างจากกักหน้ผลิตไฟฟ้าประมาณ 1 ฟุต ทดสอบครั้งละกลุ่มเป็นเวลา 2 นาที กลุ่มที่ผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดจะเป็นผู้ชนะ
17. นักเรียนส่งผลการประเมินและครูสรุปผลงานของกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด
18. นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม
19. นักเรียนและครูร่วมกัน อภิปรายถามตอบและสรุปเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงาน STEM ด้วย ชุดแผงวงจร IPST Link ในประเด็นต่าง ๆ เช่น
  - ก. ลักษณะของใบพัดที่สามารถรับลมได้ดี
  - ข. ทิศทางและตำแหน่งการรับลม
  - ค. การประดิษฐ์ชิ้นงานให้ตรงกับการออกแบบ
  - ง. การเขียนโปรแกรมนำเสนอ ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาในการเขียนโปรแกรม



### การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน (ร้อยละ)
การนำเสนอ	แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	15
ความสำเร็จของชิ้นงาน	แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	25
การออกแบบเชิงวิศวกรรม	แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	10
ประสิทธิภาพของชิ้นงาน	แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	30
การบูรณาการความรู้	ใบกิจกรรม	20

1. แบบประเมินผลงานและการนำเสนอผลโดยใช้แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ
2. ประเมินประสิทธิภาพของผลงานโดยการแข่งขันผลิตไฟฟ้า

## แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ

ชื่อ.....กลุ่ม.....

ที่	กลุ่ม	ภาพร่างให้รายละเอียดที่สมบูรณ์	ภาพร่างมีแนวโน้มจะทำได้จริง	เนื้อหาที่น่าสนใจ กระชับ ตรงประเด็น	วิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ	ใช้เวลาในการนำเสนอได้เหมาะสม	โปรแกรมทำงานถูกต้องตามที่กำหนด	โปรแกรมแสดงข้อมูลได้น่าสนใจและสวยงาม	ผลงานมีความสมบูรณ์	ผลงานมีความแปลกใหม่ สร้างสรรค์	ผลงานสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์	คะแนนจากการแข่งขัน	รวมคะแนน
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	100
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													

ลงชื่อ.....  
วันที่.....



## เกณฑ์การให้คะแนน

หัวข้อ \ คะแนน	5	3	1
ภาพร่างให้รายละเอียดที่สมบูรณ์	ภาพร่างสื่อเข้าใจได้ง่าย มีการระบุขนาดและสัดส่วนที่ชัดเจน	ภาพร่างมีการระบุขนาดและสัดส่วนบางส่วน	ภาพร่างไม่มีการระบุขนาดและสัดส่วน
ภาพร่างมีแนวโน้มจะทำได้จริง	ภาพร่างสามารถนำไปผลิตขึ้นงานได้จริงโดยไม่มี การปรับปรุงแก้ไข	ภาพร่างสามารถนำไปผลิตขึ้นงานได้จริงโดยต้องมีการแก้ไขภาพร่างบางส่วน	ภาพร่างไม่สามารถนำไปผลิตผลงานได้ ต้องมีการออกแบบใหม่
เนื้อหานำเสนอกระชับ ตรงประเด็น	นำเสนอเนื้อหาได้ตรงตามประเด็นนำเสนอที่กำหนด	นำเสนอเนื้อหาได้ตรงกับประเด็นที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 50%	นำเสนอเนื้อหาไม่ตรงกับประเด็นนำเสนอที่กำหนด
วิธีการนำเสนอ น่าสนใจ	มีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง มีความมั่นใจในการนำเสนอ และตั้งใจให้ผู้ฟังสนใจ	มีความมั่นใจในการนำเสนอ แต่ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง มีการตั้งใจผู้ฟังน้อย	ขาดความมั่นใจในการนำเสนอ ไม่มีการตั้งใจผู้ฟัง
ใช้เวลาในการนำเสนอ ได้เหมาะสม	ใช้เวลานำเสนอไม่เกินที่กำหนด	ใช้เวลานำเสนอกินจากกำหนดน้อยกว่า 2 นาที	ใช้เวลานำเสนอกินจากกำหนดมากกว่า 2 นาที
โปรแกรมทำงาน ถูกต้อง ตามขั้นตอนที่กำหนด	โปรแกรมทำงานได้ถูกต้อง ไม่พบข้อผิดพลาด	พบข้อผิดพลาดของโปรแกรมไม่เกิน 5 จุด	พบข้อผิดพลาดของโปรแกรมมากกว่า 5 จุด
โปรแกรมแสดง ข้อมูลได้น่าสนใจและสวยงาม	โปรแกรมมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของ ฮิสโทแกรม กราฟ แผนภูมิ หรือภาพ อย่างเป็นระบบและสวยงาม	โปรแกรมมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของ ฮิสโทแกรม กราฟ แผนภูมิ หรือภาพ	โปรแกรมมีการนำเสนอในรูปแบบของตัวเลข ไม่มีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของ ฮิสโทแกรม กราฟ แผนภูมิ หรือภาพ
ผลงานมีความสมบูรณ์	ผลงานเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้องตามที่ออกแบบไว้	ผลงานมีความถูกต้องตามที่ออกแบบไว้บางส่วน	ผลงานไม่ตรงกับที่ออกแบบไว้
ผลงานมีความแปลกใหม่ สร้างสรรค์	ผลงานมีความคิดใหม่หรือต่อยอดจากสิ่งเดิมโดยไม่มี ความคล้ายกับกลุ่มอื่น	ผลงานมีความคิดใหม่หรือต่อยอดจากสิ่งเดิมโดยมีความคล้ายกับกลุ่มอื่นบางส่วน	ผลงานไม่มีความแปลกใหม่
ผลงานสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์	สามารถนำแนวคิดหรือหลักการจากผลงานไปใช้ประโยชน์ได้จริง	สามารถนำแนวคิดหรือหลักการจากผลงานบางส่วนไปใช้ประโยชน์ได้จริง	แนวคิดหรือหลักการจากผลงานไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

หมายเหตุ : ผู้ประเมินสามารถพิจารณาให้ 4 หรือ 2 ได้หากมีความก้ำกึ่งในการตัดสินใจตามตารางเกณฑ์การให้คะแนน ทั้งนี้ให้พิจารณาตามความเหมาะสม

## ใบบันทึกการแข่งขันกังหันลมผลิตไฟฟ้า

### กติกาการแข่งขัน

ให้เปิดพัดลมตั้งโต๊ะที่ระดับ 3 ห่างจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าประมาณ 1 ฟุต ทดสอบครั้งละทีม เป็นเวลา 2 นาที ทีมที่ผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดจะเป็นผู้ชนะ

ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลำดับที่	ชื่อกลุ่ม	ค่าพลังงาน (0-100)	คะแนน
1.			50
2.			45
3.			40
4.			30
5.			30
6.			30
7.			30



### สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 ชุดแผนวงจร IPST Link
2. เอกสารอบรม Scratch การเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ครั้งที่ 1 <http://oho.ipst.ac.th/download/document/scratch/scratch%20by%20ipst.pdf>
3. เอกสารอบรม Scratch การเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ครั้งที่ 2 [http://oho.ipst.ac.th/download/document/scratch/Scratch\\_Doc\\_traning56.rar](http://oho.ipst.ac.th/download/document/scratch/Scratch_Doc_traning56.rar)
4. เอกสารประกอบการอบรมครู การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยการเขียนโปรแกรม Scratch <http://oho.ipst.ac.th/download/document/scratch/ScratchWithSensorLink.zip>
5. แบบฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ <http://oho.ipst.ac.th/scratch-practice/>
6. เทคโนโลยีกังหันลม [http://www3.egat.co.th/re/egat\\_wind/wind\\_technology.htm](http://www3.egat.co.th/re/egat_wind/wind_technology.htm)
7. ไฟล์โปรแกรมวัดค่าพลังงานไฟฟ้า windpower.sb (สำหรับครู) [www.ipst.ac.th/files/wind2559.zip](http://www.ipst.ac.th/files/wind2559.zip)
8. ไฟล์โปรแกรมวัดค่าพลังงานไฟฟ้า stdWindpower.sb (สำหรับนักเรียน) [www.ipst.ac.th/files/wind2559.zip](http://www.ipst.ac.th/files/wind2559.zip)



## ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม

1. วัสดุอุปกรณ์สำหรับสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าอาจจะหาเพิ่มเติมจากวัสดุเหลือใช้ในโรงเรียนหรือชุมชน
2. ในการประดิษฐ์ใบพัดของนักเรียนมักประสบปัญหาความไม่สมดุลของใบพัดเนื่องจากความแม่นยำในการวัด ตัด เจาะวัสดุของนักเรียน ครูควรให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด
3. เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดในการออกแบบใบพัดที่หลากหลาย ครูควรแนะนำให้นักเรียนค้นหารูปใบพัดบนอินเทอร์เน็ตโดยใช้คำค้น เช่น “turbine” “wind turbine aerodynamics” “อากาศพลศาสตร์ของกังหัน” หรืออาจนำเสนอใบพัดรูปแบบต่าง ๆ โดยโปรแกรมนำเสนอ
4. ในขั้นตอนการออกแบบโรงไฟฟ้าพลังงานลม ครูเน้นให้นักเรียนออกแบบพร้อมระบุขนาด สัดส่วน ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโรงไฟฟ้าพลังงานลมให้ชัดเจนและละเอียดที่สุด โดยครูตรวจสอบและให้คำแนะนำถึงความเป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงานภายในระยะเวลาที่กำหนด
5. ในการนำเสนอผลงาน ครูควรชี้แจงประเด็นในการนำเสนอ เช่น
  - แนวคิดและหลักในการออกแบบใบพัดรวมไปถึงโรงไฟฟ้า
  - แนวคิดในการออกแบบโปรแกรมนำเสนอค่าพลังงานจากโรงไฟฟ้า
  - ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในการสร้างผลงาน

## ความรู้พื้นฐานก่อนทำกิจกรรมนี้

1. การเขียนโปรแกรมด้วย Scratch
2. หลักการทำงานของไดนาโมหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน

## ใบความรู้ที่ 1

### ชุดแผงวงจร IPST Link

ชุดแผงวงจร IPST Link ประกอบด้วย

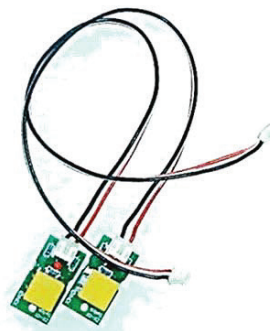
1. แผงวงจร



2. สายต่อ UCON-2F สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ต USB



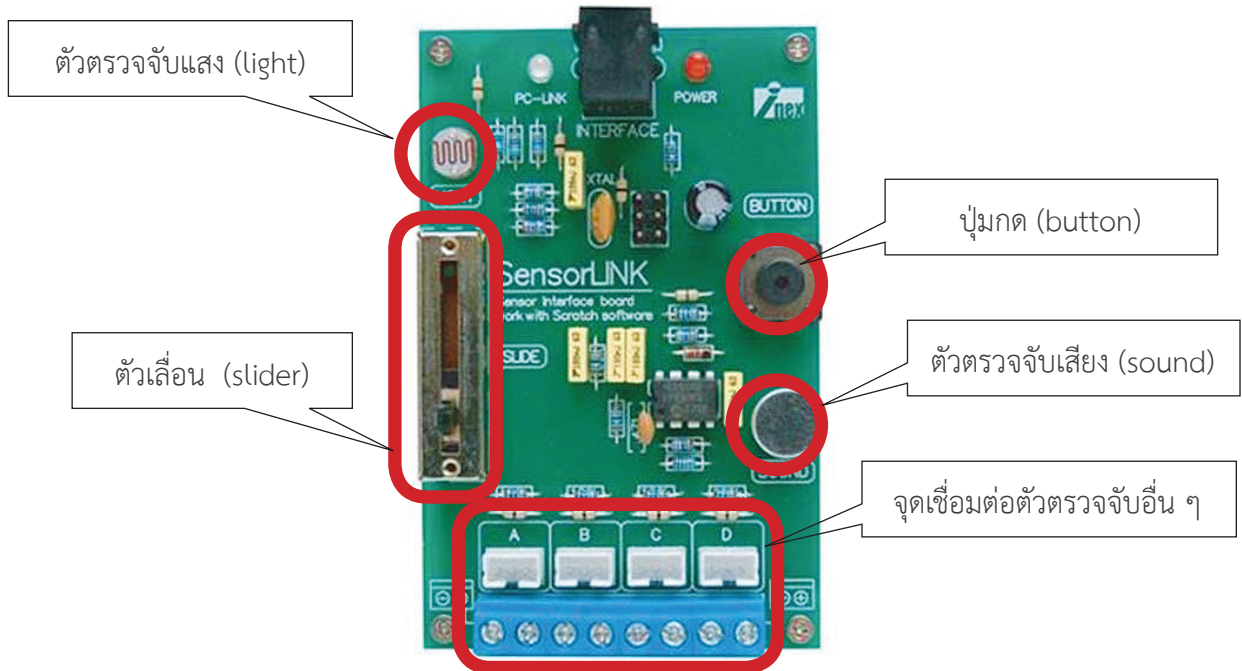
3. สวิตช์



ตัวตรวจจับพร้อมใช้งานบนแผงวงจรมี ดังนี้

- ตัวตรวจจับแสง (Light) เป็นตัวต้านทานแปรค่าตามแสงหรือ LDR
- ตัวตรวจจับเสียง (Sound) ใช้ คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน
- ตัวเลื่อน (Slide) เป็นตัวต้านทานปรับค่าแบบแกนเลื่อน
- สวิตช์กด (Button) ใช้สวิตช์กดติดปลั๊ก

มีช่องอินพุตสำหรับต่อตัวตรวจจับเพิ่มเติมและสามารถรับสัญญาณแรงดันไฟตรงได้เพิ่มเติมอีก 4 ช่องคือ อินพุต A, B, C และ D รับแรงดันได้สูงสุด +5V ใช้จุดต่อแบบ JST 3 ขา สามารถรองรับกับตัวตรวจจับอื่น และมีจุดต่อแบบเทอร์มินอลชั้นสูงสามารถต่อสายสัญญาณหรือขาของตัวตรวจจับได้ ตัวตรวจจับบนแผงวงจร IPST Link ดังภาพ



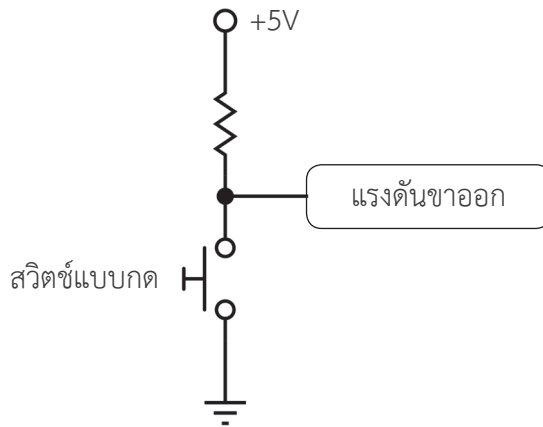
### ตัวตรวจจับ

ตัวตรวจจับ หรือเซนเซอร์ (sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนสถานะทางกายภาพ เช่น ความสว่าง ความดัง ความชื้น อุณหภูมิ ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อให้สามารถใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในกระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศได้ แผงวงจร IPST Link เป็นแผงวงจรที่ทำให้สคริปต์ใน Scratch รับรู้สถานะจากสภาพแวดล้อมผ่านตัวตรวจจับ ซึ่งได้แก่ปุ่มกด ตัวเลื่อน ตัวตรวจจับแสง และตัวตรวจจับเสียง รวมถึงมีจุดเชื่อมต่อตัวตรวจจับชนิดอื่นที่ต้องการได้อีก 4 อุปกรณ์

#### 1. ปุ่มกด

ปุ่มกด หรือเซนเซอร์สัมผัส เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการสัมผัสให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โดยอุปกรณ์เซนเซอร์สัมผัสที่นิยมใช้ ได้แก่ สวิตช์แบบกลไก (mechanical switch) ซึ่งเป็นอุปกรณ์แบบกลไกที่ทำหน้าที่รับแรงกดโดยที่หน้าสัมผัสของปุ่มจะทำให้เกิดการนำกระแสไฟฟ้าทำให้สามารถตรวจสอบสถานะจากสัญญาณไฟฟ้าได้ ปุ่มกดบนแผงวงจร IPST Link มีการเชื่อมต่อเข้ากับวงจรดังภาพ





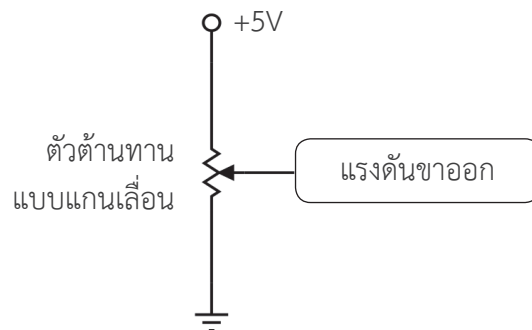
เมื่อสวิตช์ไม่ถูกกด จุดที่วัดแรงดันจะได้รับศักย์ไฟฟ้า 5 โวลท์ ในทางตรงกันข้าม เมื่อสวิตช์ถูกกด จุดวัดแรงดันจะถูกเชื่อมเข้ากับกราวด์ ทำให้อ่านค่าศักย์ไฟฟ้าได้เป็น 0 โวลท์ ไมโครคอนโทรลเลอร์บนแผงวงจร IPST Link จึงสามารถใช้สถานะที่แตกต่างกันสองสถานะนี้ในการตรวจสอบสถานะการกดปุ่มของสวิตช์เพื่อส่งข้อมูลให้กับโปรแกรม Scratch ต่อไป

## 2. ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแกนเลื่อน หรือตัวเลื่อน (slide)

ตัวเลื่อนใช้เปลี่ยนค่าความต้านทานโดยเปลี่ยนตำแหน่งของจุดบนแกนเลื่อนให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าดังภาพ



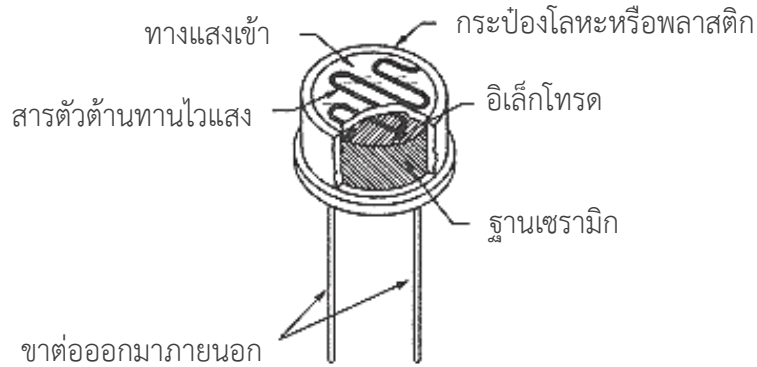
วงจรที่ใช้อ่านสถานะจากตัวต้านทานปรับค่าได้บนแผงวงจร IPST Link เป็นดังภาพ



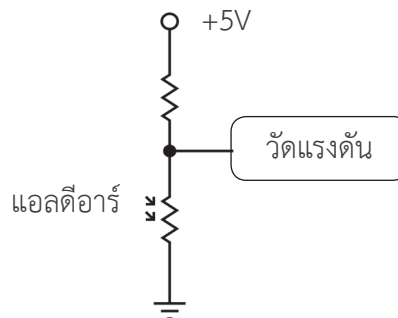
ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวต้านทานปรับค่าได้ที่ปลายทั้งสองด้านคือ 5 โวลท์ ส่วนค่าที่วัดได้จากจุดเลื่อนจะมีศักย์ไฟฟ้าที่แปรผันโดยตรงกับตำแหน่งของมันบนแกนเลื่อน ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์บนแผงวงจรตรวจสอบสัญญาณและส่งข้อมูลตำแหน่งให้กับโปรแกรม Scratch ได้ โดยข้อมูลตำแหน่งจะถูกตีความให้เป็นค่าระหว่าง 0 ถึง 100

### 3. ตัวตรวจจับแสง

ตัวตรวจจับแสงที่ใช้กันเป็นที่แพร่หลายได้แก่แอลดีอาร์ (LDR) ย่อมาจาก Light Dependent Resistor ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับความเข้มแสงให้กลายเป็นค่าความต้านทานทางไฟฟ้า เมื่อความเข้มแสงมากจะให้ค่าความต้านทานน้อย แอลดีอาร์มีชื่อเรียกอีกหลายชื่อ เช่น โฟโตคอนดักทีฟเซล (photoconductive cell) หรือ ตัวต้านทานไวแสง (LSR - light sensitive resistor) ส่วนใหญ่จะทำจากสารประเภทกึ่งตัวนำ ดังภาพ



อุปกรณ์แอลดีอาร์บนแผงวงจร IPST Link มีการเชื่อมต่อเข้ากับวงจรดังภาพ



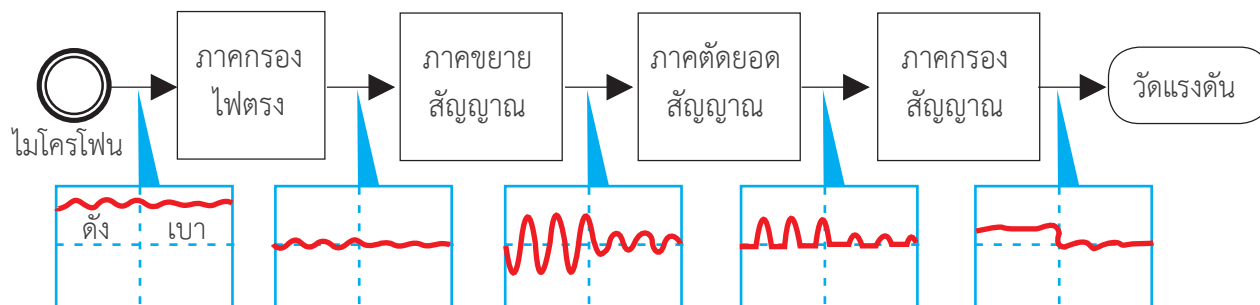
เมื่อแสงตกกระทบบนมาก แอลดีอาร์จะมีความต้านทานต่ำลง มีผลทำให้ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมแอลดีอาร์ต่ำลงไปด้วย ในทางตรงกันข้าม เมื่อแสงตกกระทบน้อย แอลดีอาร์จะมีความต้านทานสูงขึ้น ทำให้ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมแอลดีอาร์สูงขึ้นตาม อย่างไรก็ตาม ไมโครคอนโทรลเลอร์บนแผงวงจร SensorLINK จะประมวลผลค่าเหล่านี้แล้วส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Scratch โดยได้ค่า 0 เมื่อแสงมืดที่สุด และค่า 100 เมื่อแสงสว่างที่สุด

### 4. ตัวตรวจจับเสียง

ตัวตรวจจับเสียงที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (condenser microphone) ทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียง (sound wave) หรือคลื่นอากาศจากแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เสียงพูด เสียงเพลง เสียงดนตรี ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยมีหลักการคือเมื่อคลื่นเสียงกระทบแผ่นสั่น หรือ แผ่นไดอะแฟรม จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ถูกส่งผ่านสายนำสัญญาณไปยังเครื่องขยายเสียง

ไมโครโฟนที่ประกอบด้วยขดลวดและแม่เหล็ก เมื่อเสียงกระทบตัวรับในไมโครโฟนจะทำให้ขดลวดสั่นสะเทือนติดกับสนามแม่เหล็กเกิดเป็นสัญญาณไฟฟ้าขึ้น

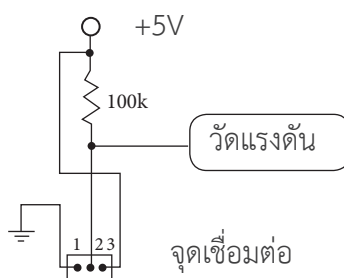
วงจรวัดระดับเสียงบนแผงวงจร IPST Link มีการทำงานดังแผนภาพ



เสียงที่ถูกส่งเข้าไปยังไมโครโฟนจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวไมโครโฟนโดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของเสียง และปริมาณการเปลี่ยนแปลงตามความดังของเสียง อย่างไรก็ตามกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงนี้อยู่ในปริมาณที่ต่ำมากจึงต้องมีการกรองสัญญาณไฟตรงแล้วส่งสัญญาณกระแสสลับเข้าไปยังภาคขยายสัญญาณ สัญญาณผลลัพธ์จะถูกส่งเข้าสู่จูนอร์สตัดยอดสัญญาณและถูกกรองให้เรียบเป็นลำดับสุดท้ายก่อนที่สัญญาณจะถูกวัดแรงดันโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ สัญญาณที่วัดได้จึงไม่ใช่ตัวแทนของสัญญาณเสียงโดยตรง แต่แทนระดับความดังของเสียง โดยค่าที่อ่านได้จาก Scratch นั้นจะให้ค่า 0 เมื่อไม่มีเสียงหรือเสียงเบามาก จนถึง 100 เมื่อเสียงดังมาก

## 5. จุดเชื่อมต่อตัวตรวจจับอื่น ๆ

แผงวงจร IPST Link มีจุดที่สามารถนำตัวตรวจจับชนิดอื่น ๆ มาเชื่อมต่อได้ 4 จุด โดยมีวงจรภายในดังภาพ



จากภาพ จุดวัดแรงดันเป็นการวัดศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมขา 1 และ 2 ที่จุดเชื่อมต่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้านทานของอุปกรณ์ที่นำมาต่อคร่อมที่ขาคู่นี้ ศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้จะถูกคำนวณเป็นปริมาณที่แทนค่าความต้านทาน โดยค่า 0 หมายถึงไม่มี ความต้านทาน (ขาคู่นี้เชื่อมต่อกัน) และ 100 หมายถึงความต้านทานเป็นอนันต์ (ขาคู่นี้ขาดออกจากกัน)

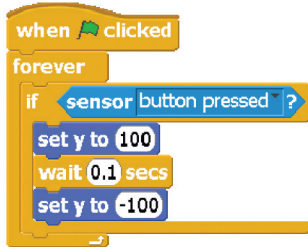
## ข้อควรระวัง และความปลอดภัยในการใช้งานชุดแผงวงจร

1. ระวังไม่ให้ชุดแผงวงจรได้รับการกระแทก
2. ระวังไม่ให้ชุดแผงวงจรสัมผัสน้ำ
3. การเชื่อมต่อชุดแผงวงจรกับอุปกรณ์อื่นต้องตรวจสอบให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ใช้ไฟไม่เกิน 5 โวลต์
4. การติดตั้งตัวตรวจจับหรืออุปกรณ์อื่นใดกับแผงวงจรต้องระวังไม่ให้เกิดการลัดวงจร

## ใบความรู้ที่ 2

### ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมรับค่าจาก IPST Link

1. ตัวอย่างการโปรแกรมรับค่าจากปุ่มกด



```
when clicked
  forever
    if sensor button pressed ?
      set y to 100
      wait 0.1 secs
      set y to -100
```

2. ตัวอย่างโปรแกรมรับค่าจากตัวตรวจจับเสียง



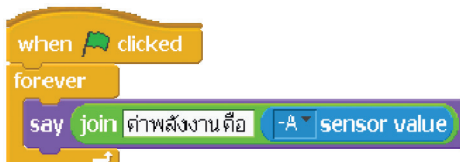
```
when clicked
  forever
    if sound sensor value > 40
      say Please Be Quiet for 2 secs
```

3. ตัวอย่างโปรแกรมรับค่าจากตัวตรวจจับแสง



```
when clicked
  forever
    set color effect to light sensor value
```

4. ตัวอย่างโปรแกรมรับค่าจาก Resistance A ซึ่งใช้ในกิจกรรมนี้ในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากไดนาโม



```
when clicked
  forever
    say join ค่าพลังงานคือ -A sensor value
```

### ใบความรู้ที่ 3

#### ตัวอย่างใบพัดรูปแบบต่าง ๆ

ใบพัดจากกระดาษ โดยมีเฟืองทด	
ใบพัดพลาสติก แบบ 3 ใบ	
ใบพัดพลาสติก แบบ 3 ใบ	
ใบพัดพลาสติก แบบ 2 ใบ	
ใบพัดจากชุดระบายความร้อนคอมพิวเตอร์	
ใบพัดพลาสติก แบบ 3 ใบ โดยมีเฟืองทด	
ใบพัดจากไม้ไอศกรีม	
ใบพัดจากแผ่นใส	

# สเลอปี้



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



เวลา 4 ชั่วโมง



## สาระสำคัญ

สเลอปี้หรือน้ำแข็งเกล็ดหิมะเป็นเครื่องดื่มหวานเย็นชนิดหนึ่ง หลักการของการทำสเลอปี้เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ สภาวะเย็นยวดยิ่ง และปรากฏการณ์นิวคลีเอชัน กล่าวคือ การทำสเลอปี้เป็นการทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งอย่างรวดเร็ว ณ อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของของเหลวนั้น ๆ ซึ่งการลดอุณหภูมิของของเหลวให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งหรือการทำให้ของเหลวเกิดสภาวะเย็นยวดยิ่งอาจทำได้โดยนำของเหลวไปแช่ในภาชนะที่มีน้ำแข็งผสมเกลือซึ่งมีอุณหภูมิตดลบ จากนั้นทำการรบกวนระบบของของเหลวที่สภาวะเย็นยวดยิ่งเพื่อกระตุ้นให้ของเหลวที่เย็นยวดยิ่งเกิดผลึกซึ่งจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นเกล็ดน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว



## ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
1. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	1. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้ ผลิตภัณฑ์หรือวิธีการอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ตามกระบวนการเทคโนโลยี

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

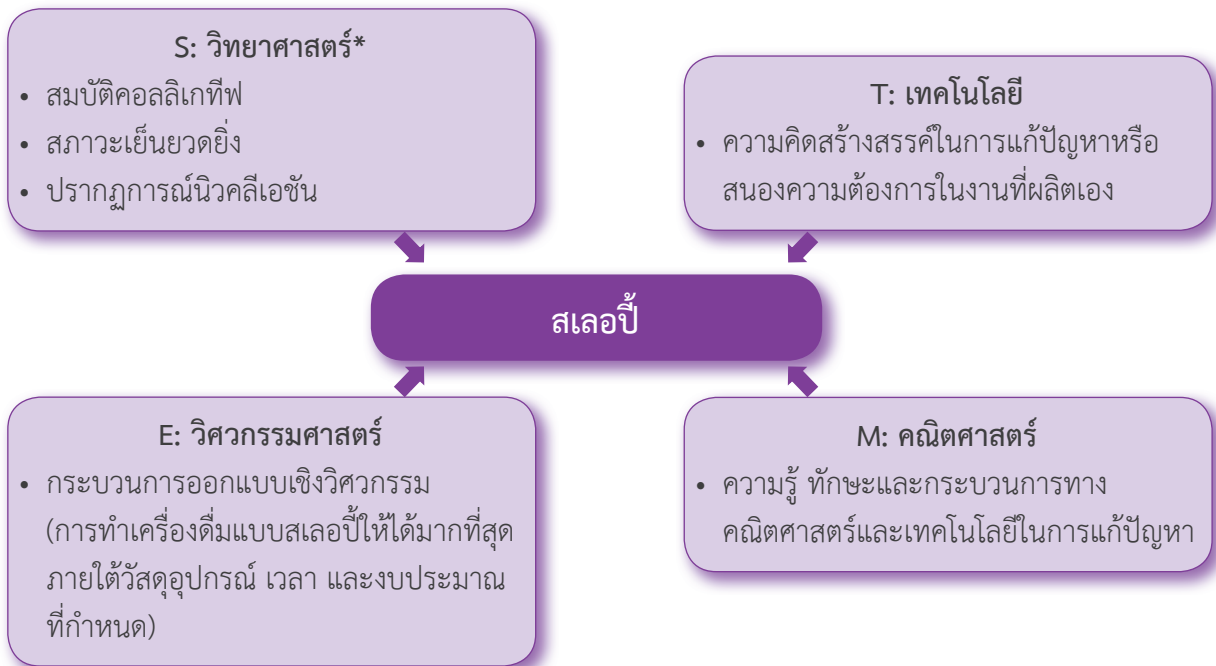


## สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- สภาวะเย็นยวดยิ่งเป็นสภาวะที่ของเหลวคงอยู่ในสถานะเดิมได้ทั้งที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของของเหลวนั้น</li> <li>- สมบัติคอลลิเกทีฟเป็นสมบัติหนึ่งของสารละลายเกิดจากการผสมสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปซึ่งจุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์ และจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของตัวทำละลายบริสุทธิ์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการควรมีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ 4 ลักษณะ คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ</li> </ul>



## กรอบแนวคิด



\*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้ (เคมี)



### จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายความรู้เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ สภาวะเย็นยวดยิ่ง และปรากฏการณ์นิวคลีเอชัน ในกระบวนการทำสเลอปี
2. ออกแบบและทำสเลอปีภายใต้วัสดุอุปกรณ์ เวลา และงบประมาณที่กำหนด
3. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดราคาขาย คำนวณต้นทุน กำไร ในการทำสเลอปี



### วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

#### วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ขวดพลาสติกใสแบบมีฝาปิดขนาดใหญ่	2 ใบ	6	เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
2	ขวดพลาสติกใสแบบมีฝาปิดขนาดเล็ก	2 ใบ	7	ผ้าเช็ดโต๊ะ	1 ผืน
3	แก้วพลาสติกใส	2 ใบ	8	ถุงมือผ้า	2 คู่
4	ถาดพลาสติก (สำหรับรอง)	1 ใบ	9	เทอร์มอมิเตอร์ (ช่วงอุณหภูมิ $-10^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$ )	2 อัน
5	ช้อนพลาสติก	1 อัน			

#### สารเคมี

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	เกลือ	500 กรัม
2	น้ำแข็งบดหรือน้ำแข็งแบบหลอดเล็ก	1 กิโลกรัม
3	เครื่องต้มประเภทต่าง ๆ เช่น น้ำอัดลม น้ำหวาน	1 ขวด
4	น้ำเปล่า	1 ลิตร





## แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



### ขั้นระบุปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยสมมุติสถานการณ์ปัญหาว่า ถ้านักเรียนจะเปิดร้านขายเครื่องดื่มในช่วงกิจกรรมกีฬา นักเรียนจะขายอะไรดีที่น่าจะได้รับความนิยม (แนวคำตอบ น้ำอัดลม กาแฟ น้ำแข็งใส ไอศกรีมหลอด)
2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วสมมุติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้  
“ชุมนุมธุรกิจของนักเรียนมีความเห็นว่าจะจัดตั้งร้านขายเครื่องดื่มให้กับนักกีฬาและกองเชียร์ในวันแข่งขันกีฬาของโรงเรียนซึ่งจะจัดขึ้นในช่วงฤดูร้อน จากการสำรวจพบว่า ‘สเลอปปี้ (Slurpee)’ เป็นเครื่องดื่มที่นักเรียนต้องการดื่มเพื่อดับกระหายมากที่สุด นักเรียนจึงได้รับมอบหมายจากสมาชิกในชุมนุมธุรกิจให้ออกแบบและหาวิธีการทำเครื่องดื่มที่มีลักษณะเหมือนสเลอปปี้โดยใช้เครื่องมือที่ทำได้ง่ายและกำหนดราคาขายเพื่อให้ได้กำไร”
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า มีวิธีการใดบ้างที่จะสามารถทำเครื่องดื่มที่มีลักษณะเหมือนสเลอปปี้โดยใช้เครื่องมือที่ทำได้ง่าย (แนวคำตอบ นำน้ำอัดลมมาแช่ช่องแข็งของตู้เย็น นำน้ำอัดลมมาแช่ลงในน้ำแข็งผสมกับเกลือเหมือนการผลิตไอศกรีมหลอด ใช้ตู้ทำสเลอปปี้อัตโนมัติ) ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่า วิธีการที่นักเรียนนำเสนอสามารถทำให้เกิดสเลอปปี้ขึ้นได้อย่างไร และเครื่องมือที่ใช้ทำสเลอปปี้ตามวิธีที่นักเรียนนำเสนอมานั้นมีต้นทุนสูงหรือไม่ อย่างไร



### ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้โดยชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการและสามารถทำสเลอปปี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนจะต้องทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำสเลอปปี้จากกิจกรรมการเรียนรู้ 3 กิจกรรม ดังต่อไปนี้

#### กิจกรรมที่ 1 เหตุใดจึงต้องเติมเกลือ

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกัน และคาดคะเนว่า อุณหภูมิของน้ำแข็ง และน้ำแข็งผสมเกลือ ที่ตั้งไว้ ณ อุณหภูมิห้องจะมีค่าเท่าใด โดยบันทึกตัวเลขจากการคาดคะเนลงในใบกิจกรรมที่ 1
2. ครูแจกวัสดุและอุปกรณ์ให้นักเรียนเพื่อทำการทดลองซึ่งประกอบด้วยขวดพลาสติกทรงกระบอก 2 ใบ เทอร์มอมิเตอร์ 2 อัน ซ้อน 1 อัน น้ำแข็ง และเกลือ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองวัดอุณหภูมิของน้ำแข็ง และน้ำแข็งผสมเกลือ (ใช้เกลือจำนวน 2 ซ้อน) ที่ตั้งไว้ ณ อุณหภูมิห้อง จากนั้นบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วเปรียบเทียบสิ่งที่นักเรียนทำนายกับผลที่ได้จากการทดลองว่าเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
4. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ แล้วตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้สรุปได้ว่า เมื่อเติมเกลือลงในน้ำแข็ง จะได้สารละลายที่มีจุดเยือกแข็งต่ำกว่า  $0^{\circ}\text{C}$  ตามสมบัติคอลลิเกทีฟ
6. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 1 กับการทำสไลด์นี้

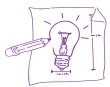
### กิจกรรมที่ 2 ปริมาณเกลือสำคัญอย่างไร

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ปริมาณของเกลือที่เติมลงไปในถังน้ำแข็งมีผลต่ออุณหภูมิของสารละลายเกลือในถังน้ำแข็งหรือไม่ อย่างไร จะทำการทดสอบสมมติฐานเหล่านี้ได้อย่างไร
2. ครูแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนเพื่อทำการทดลองศึกษาผลของปริมาณเกลือในสารละลายที่มีต่ออุณหภูมิของสารละลาย โดยวัสดุและอุปกรณ์ประกอบด้วยขวดพลาสติกทรงกระบอก 1 ใบ เทอร์มอมิเตอร์ 1 อัน ช้อน 1 อัน น้ำแข็ง น้ำ และเกลือ
3. นักเรียนทำการทดลองโดยเติมน้ำเปล่าปริมาตรประมาณ  $1/8$  ของขวดพลาสติกทรงกระบอก จากนั้นเติมน้ำแข็งลงไปให้ได้ประมาณ  $1/2$  ของขวดพลาสติกทรงกระบอกแล้ววัดอุณหภูมิของน้ำผสมน้ำแข็ง จากนั้นเติมเกลือลงไป 1 ช้อน และวัดอุณหภูมิที่ได้ แล้วจึงเติมเกลือเพิ่มลงไปอีก 1 ช้อน และวัดอุณหภูมิที่ได้ โดยให้บันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 2
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2 ซึ่งควรสรุปได้ว่า การเพิ่มความเข้มข้นของเกลือในสารละลาย จะทำให้อุณหภูมิของสารละลายลดต่ำลง โดยอุณหภูมิที่ลดลงสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงจุดเยือกแข็งของสารละลาย ตามสมบัติคอลลิเกทีฟ
5. ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2
6. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 กับการทำสไลด์นี้

### กิจกรรมที่ 3 ทำไมต้องเขย่า

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การเขย่าภาชนะที่แช่เครื่องดื่มที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เครื่องดื่มนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
2. ครูแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนสำหรับทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการรบกวนการแข็งตัวของเหลวด้วยการเขย่าภาชนะ โดยวัสดุและอุปกรณ์ประกอบด้วยขวดพลาสติกทรงกระบอก 2 ใบ ช้อน 1 อัน น้ำแข็ง น้ำอัดลม และเกลือ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยเติมน้ำแข็งลงในภาชนะ 2 ใบ ให้มีปริมาณเท่ากัน จากนั้นเติมเกลือจำนวน 2 ช้อน ลงไปในน้ำแข็งในภาชนะทั้งสองใบ นำเครื่องดื่มลงไปแช่เป็นเวลาประมาณ 5 นาที จากนั้นเขย่าภาชนะใบที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเครื่องดื่มเปรียบเทียบกับภาชนะใบที่ 2 และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 3 จากนั้นให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่องสภาวะเย็นยวดยิ่ง

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งควรสรุปได้ว่า การนำน้ำอัดลม แช่ไว้ในถังน้ำแข็งผสมเกลือไว้ระยะเวลาหนึ่ง แล้วเขย่าภาชนะ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกล็ดน้ำแข็งคล้ายกับสเลอปี้มากกว่าการไม่เขย่าภาชนะ เนื่องจากการแช่เครื่องดื่มในภาชนะที่มีอุณหภูมิ ต่ำมาก ๆ จะทำให้เครื่องดื่มอยู่ในสภาวะเย็นยวดยิ่ง เมื่อเขย่าจะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า นิวคลีเอชัน ซึ่งจะทำให้เครื่องดื่มก่อตัวเป็นเกล็ดน้ำแข็งเล็ก ๆ
5. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3
6. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 3 กับการทำ สเลอปี้



### ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

5. ครูทบทวนสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมนี้อีกครั้งว่า นักเรียนจะต้องผลิตเครื่องดื่มที่มีลักษณะเหมือน สเลอปี้โดยใช้เครื่องมือที่หาได้ง่ายและกำหนดราคาขายเพื่อให้ได้กำไร โดยเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียน ได้รับจากการทำกิจกรรมที่ 1-3
6. ครูกำหนดเงื่อนไขต้นทุนเกี่ยวกับเครื่องดื่ม วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทำสเลอปี้ โดยมีราคา ดังนี้
  - เครื่องดื่ม ราคาตามจริง/1 ขวด
  - เกลือ ราคา 2 บาท/100 กรัม (1 ซีด)
  - น้ำแข็ง ราคา 3 บาท/100 กรัม (1 ซีด)
7. ครูอธิบายเงื่อนไขการทำสเลอปี้ ดังนี้
  - หลังจากทุกกลุ่มได้รับวัสดุอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว จะเริ่มทำการผลิตพร้อมกัน โดยมีระยะเวลา ทั้งสิ้น 15 นาที
  - วัดปริมาณสเลอปี้ที่ผลิตได้
  - กำหนดราคาขายสเลอปี้
8. ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันและเขียนภาพร่างวิธีการทำสเลอปี้



### ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

9. ครูให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการทำสเลอปี้ และดำเนินการทำสเลอปี้ตามขั้นตอนที่ได้ร่วมกัน วางแผนไว้
10. ครูให้นักเรียนกำหนดราคาขาย โดยพิจารณาจากต้นทุน และบันทึกลงในใบกิจกรรม



### ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

11. นักเรียนทำการวัดปริมาณสเลอปี้ที่ผลิตขึ้นและบันทึกลงในตารางบันทึกผล
12. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลงานของตนเอง รวมทั้งให้อภิปรายเพื่อปรับปรุงวิธีการทำสเลอปี้ เช่น ถ้าต้องการลดระยะเวลาในการทำสเลอปี้จะทำได้อย่างไร หรือถ้ากลุ่มใดไม่สามารถทำสเลอปี้ได้ ให้ร่วมกันอภิปรายเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิธีการทำสเลอปี้อีกครั้งหนึ่ง



### ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและวิธีการทำสเลอปี้ โดยต้องอธิบายองค์ความรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบและทำสเลอปี้ พร้อมทั้งวิธีการปรับปรุงการทำสเลอปี้ ทั้งนี้สำหรับกลุ่มที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการทำสเลอปี้ ให้นำเสนอสาเหตุ รวมทั้งแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขวิธีการด้วย
14. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมโดยควรสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำสเลอปี้ที่นักเรียนได้เรียนจากกิจกรรมนี้ (แนวคำตอบ สมบัติคอลลิเกทีฟ สภาวะเย็นยวดยิ่ง ปรากฏการณ์นิวคลีเอชัน)



### การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน (ร้อยละ)
1. การอธิบายความรู้เรื่องสมบัติคอลลิเกทีฟ สภาวะเย็นยวดยิ่ง และปรากฏการณ์นิวคลีเอชันในการทำสเลอปี้	ใบกิจกรรม	20
2. การให้เหตุผลในการออกแบบวิธีการทำสเลอปี้	ใบกิจกรรม	20
3. การเลือกใช้วัสดุในการทำสเลอปี้	ใบกิจกรรม	15
4. ความสำเร็จในการทำสเลอปี้	ใบประเมินชิ้นงาน	10
5. การนำเสนอ	ใบประเมินการนำเสนอ	15
6. ความคิดสร้างสรรค์ในการทำสเลอปี้	ใบประเมินชิ้นงาน	10
7. การทำงานเป็นกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรม	10

## เกณฑ์การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การอธิบายความรู้เรื่องสมบัติคอลลิเกทีฟ สภาวะเย้นยวดยิ่งและปรากฏการณ์ นิวคลีเอชันในการทำสเลอปี	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้อง และแสดงความเชื่อมโยงกับการออกแบบวิธีการทำสเลอปีได้อย่างถูกต้อง	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบวิธีการทำสเลอปีได้อย่างถูกต้อง	ไม่สามารถแสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องและไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบวิธีการทำสเลอปีได้อย่างถูกต้อง
2. การให้เหตุผลในการออกแบบวิธีการทำสเลอปี	แสดงเหตุผลสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน	แสดงเหตุผลสนับสนุนในการออกแบบได้บางส่วน	ไม่สามารถแสดงเหตุผลในการออกแบบได้
3. การเลือกใช้วัสดุในการทำสเลอปี	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกวัสดุไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน
4. ความสำเร็จในการทำสเลอปี	ทำสเลอปีได้ตามที่ออกแบบไว้เสร็จสมบูรณ์โดยไม่ต้องปรับปรุงแก้ไขวิธีการ	ทำสเลอปีได้ตามที่ออกแบบไว้เสร็จสมบูรณ์ แต่มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีการระหว่างการดำเนินการ	ไม่สามารถทำสเลอปีตามที่ออกแบบไว้ได้
5. การนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่าย หรือรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ไม่สามารถนำเสนอได้
6. ความคิดสร้างสรรค์ในการทำสเลอปี	มีความแปลกใหม่และประณีต	มีความแปลกใหม่หรือประณีต	ไม่มีความแปลกใหม่และไม่ประณีต
7. การทำงานเป็นกลุ่ม	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานแต่มีสมาชิกบางส่วนไม่มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	สมาชิกบางส่วนไม่ได้มีส่วนร่วมในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

## เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	17 – 21	คะแนน	หมายถึง	ดี
คะแนน	8 - 16	คะแนน	หมายถึง	พอใช้
คะแนน	1 - 7	คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง



## ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม

1. ควรใช้น้ำแข็งบดหรือน้ำแข็งหลอดเล็ก
2. ครูอาจใช้เทอร์มอมิเตอร์ที่สามารถวัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่า  $-10$  องศาเซลเซียส เนื่องจากในการทดลองอุณหภูมิของสารละลายอาจมีค่าต่ำกว่า  $-10$  องศาเซลเซียส
3. ครูอาจให้นักเรียนนำเครื่องตีมาเอง
4. ครูอาจจัดการทดลองเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายและการลดลงของจุดเยือกแข็ง
5. ครูอาจให้ความรู้กับเพิ่มเติมกับนักเรียนว่า นอกจากการใช้พลังงานความร้อนในการสลายแรงดึงดูดของน้ำแข็งให้กลายเป็นน้ำแล้ว การนำเกลือมาละลายน้ำก็เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อนเช่นกัน โดยสารละลายเกลือเป็นสารประกอบไอออนิกที่ละลายในน้ำ พลังงานแลตทิจที่ใช้ในการดึงโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนให้หลุดออกจากโครงผลึกจะมีค่าประมาณ  $779$  kJ/mol ในขณะที่พลังงานไฮเดรชันที่คายออกมาเนื่องจากการเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนจะมีค่าประมาณ  $774$  kJ/mol ดังนั้น การละลายของเกลือในน้ำจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน (endothermic change) ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเย็นลง



## สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 สมบัติคอลลิเกทีฟ
2. ใบความรู้ที่ 2 สภาวะเย็นยวดยิ่ง
3. วิดีโอหรือภาพแสดงขั้นตอนการทำสเลอป์อย่างง่าย (ตัวอย่าง: <https://youtu.be/5T68TvdoSbl>)

## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 1

### เหตุใดจึงต้องเติมเกลือ

1. ตารางบันทึกผล

วัตถุ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	การคาดคะเน	ผลจากการวัด
- น้ำแข็งบด		0 °C
- น้ำแข็งบด และเกลือ		- 8 °C

2. สรุปผลการทดลอง

**แนวคำตอบ** เมื่อเติมเกล็ดลงในน้ำแข็งบดจะได้สารละลายที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำแข็งบด

3. จุดเยือกแข็งของสารละลายที่ได้จากการเติมเกล็ดลงในน้ำแข็ง เป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับจุดเยือกแข็งของน้ำ  
**แนวคำตอบ** จุดเยือกแข็งของสารละลายที่ได้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ หรือ ต่ำกว่า 0 °C เนื่องจากสมบัติคอลลิเกทีฟ

## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 2

### ปริมาณเกลือสำคัญอย่างไร

1. ตารางบันทึกผล

วัตถุ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
- น้ำ กับ น้ำแข็งบด	0 °C
- น้ำ, น้ำแข็งบด และ เกลือ 1 ช้อน	- 4 °C
- น้ำ, น้ำแข็งบด และ เกลือ 2 ช้อน	- 6 °C

2. สรุปผลการทดลอง

**แนวคำตอบ** สารละลายที่มีปริมาณเกลือ 2 ช้อน จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าสารละลายที่มีปริมาณเกลือ 1 ช้อน และอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำผสมกับน้ำแข็งบด ตามลำดับ

3. ถ้าเติมเกลือเพิ่มอีก 1 ช้อน จากการทดลองนี้ จะทำให้อุณหภูมิจึงลดลงเป็นอย่างไร

**แนวคำตอบ** ถ้าเติมเกลือเพิ่มอีก 1 ช้อน จะเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ดังนั้นจุดเยือกแข็งของสารละลายจะลดต่ำกว่าเดิม ดังนั้นอุณหภูมิจึงลดลงได้อีก



## แนวคำตอบ ใบกิจกรรมที่ 3

### ทำไมต้องเขย่า

#### 1. ตารางบันทึกผล

วิธีการ	ลักษณะของผลิตภัณฑ์
- น้ำอัดลมแช่ไว้ถึงน้ำแข็งกับเกล็ด	น้ำอัดลมแข็งตัวเป็นก้อนน้ำแข็ง
- น้ำอัดลมแช่ไว้ถึงน้ำแข็งกับเกล็ดที่มีการเขย่า	น้ำอัดลมแข็งตัวเป็นเกล็ดน้ำแข็งคล้ายสเลอปี้

#### 2. สรุปผลการทดลอง

**แนวคำตอบ** การนำน้ำอัดลม ไปแช่ไว้ในถึงน้ำแข็งกับเกล็ดระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงค่อยเขย่าภาชนะ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกล็ดน้ำแข็งคล้ายกับสเลอปี้ได้มากกว่าการไม่เขย่าภาชนะ

#### 3. เพราะเหตุใด การเขย่าจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแช่น้ำอัดลมในถึงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งมีลักษณะแตกต่างจากการไม่เขย่า

**แนวคำตอบ** เมื่อแช่น้ำอัดลมในภาชนะที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ จะทำให้น้ำอัดลมอยู่ในสภาวะเย็นยวดยิ่ง การไม่เขย่าจะทำให้น้ำอัดลมค่อย ๆ เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง อนุภาคจะจัดเรียงตัวเป็นระเบียบจึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นก้อนแข็ง แต่ถ้าทำการเขย่าจะเป็นการรบกวนระบบทำให้น้ำอัดลมเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งอย่างรวดเร็ว ทำให้อนุภาคจัดเรียงตัวได้เป็นระเบียน้อยกว่ารวมทั้งเมื่อเขย่าน้ำอัดลมจะเกิดฟองแก๊สซึ่งจะแทรกอยู่ทั่วไปในน้ำอัดลมทำให้เมื่อเกิดการแข็งตัวจึงได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็งเล็ก ๆ นั้นเอง

## ใบความรู้ที่ 1

### สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties)

สารละลายเป็นสารเนื้อเดียว เตรียมได้จากการผสมสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties) เป็นสมบัติของสารละลายที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งมีอยู่ 4 ประการ ดังนี้

1. การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (boiling point elevation)
2. การลดลงของจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)
3. การลดลงของความดันไอ (vapor pressure lowering)
4. การเกิดความดันออสโมติก (osmotic pressure)

ในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดสมบัติคอลลิเกทีฟเฉพาะการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และการลดลงของจุดเยือกแข็ง โดยจุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์ ส่วนจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์ ในกรณีที่สารละลายมีตัวทำละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน และเป็นสารที่ระเหยยาก การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย กล่าวคือ สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน และมีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม (โมแลล) เท่ากัน จะมีจุดเดือดหรือจุดเยือกแข็งเท่ากัน ยกตัวอย่างเช่น สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายและมีความเข้มข้น 1 โมแลล จะมีจุดเยือกแข็ง  $-1.86^{\circ}\text{C}$  และมีจุดเดือด  $100.51^{\circ}\text{C}$  ส่วนสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายและมีความเข้มข้น 2 โมแลล จะมีจุดเยือกแข็ง  $-3.72^{\circ}\text{C}$  และมีจุดเดือด  $101.02^{\circ}\text{C}$  ทั้งนี้ตัวละลายจะเป็นสารใดก็ได้

ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 โมแลล หรือ 1 โมลต่อกิโลกรัม กับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์จะมีค่าคงที่ เรียกว่า ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด ( $K_b$ ) ของตัวทำละลาย ในทำนองเดียวกันผลต่างระหว่างจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 โมแลล หรือ 1 โมลต่อกิโลกรัม กับจุดหลอมเหลวของตัวทำละลายบริสุทธิ์ก็มีค่าคงที่ เรียกว่า ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง ( $K_f$ ) ของตัวทำละลาย

เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นเป็นโมแลลของสารละลาย เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Delta T_b \propto m$$
$$\Delta T_b = K_b m$$

เมื่อ  $\Delta T_f$  = ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์

$m$  = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมแลลหรือโมลต่อกิโลกรัม

$K_b$  = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย

ในทำนองเดียวกัน การลดลงของจุดเยือกแข็งก็เป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นเป็นโมแลลของสารละลาย เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Delta T_f \propto m$$
$$\Delta T_f = K_f m$$

เมื่อ  $\Delta T_f$  = ผลต่างระหว่างจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์กับจุดเยือกแข็งของสารละลาย

$m$  = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลลหรือโมลต่อกิโลกรัม

$K_f$  = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย

ตัวอย่างจุดเดือด จุดเยือกแข็ง ค่า  $K_b$  และ  $K_f$  ของสารบางชนิดแสดงในตาราง

ตาราง จุดเดือด จุดเยือกแข็ง ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบางชนิด

ตัวทำละลาย	จุดเดือด (°C)	$K_b$ (°C/m)	จุดเยือกแข็ง (°C)	$K_f$ (°C/m)
โพรพานอน ( $C_3H_6$ )	56.20	1.71	-	-
ไตรคลอโรมีเทนหรือคลอโรฟอร์ม ( $CHCl_3$ )	61.70	3.63	-	-
เมทานอล ( $CH_4O$ )	64.96	0.83	-	-
เอทานอล ( $C_2H_6O$ )	78.50	1.22	-	-
เบนซีน ( $C_6H_6$ )	80.10	2.53	5.50	4.90
แนฟทาลีน ( $C_{10}H_8$ )	-	-	80.55	6.98
น้ำ ( $H_2O$ )	100.00	0.51	0.00	1.86
กรดแอสติก ( $C_2H_4O_2$ )	117.90	3.07	16.60	3.90
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ ( $CCl_4$ )	76.54	5.03	-22.99	2.98

ค่า  $K_b$  และ  $K_f$  มีหน่วยเป็น °C/m เมื่อ  $m$  = molal หรือ °C/mol/kg หรือเขียนเป็น °Ckg/mol

จากข้อมูลในตาราง ค่า  $K_f$  ของเบนซีนเท่ากับ 4.90 องศาเซลเซียสต่อโมลล หมายความว่า สารละลายที่มีเบนซีนเป็นตัวทำละลายเข้มข้น 1 โมลล จะเยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของเบนซีน 4.90 องศาเซลเซียส นั่นคือ จุดเยือกแข็งของสารละลายนี้มีค่าเท่ากับ  $5.50 - 4.90 = 0.60$  °C

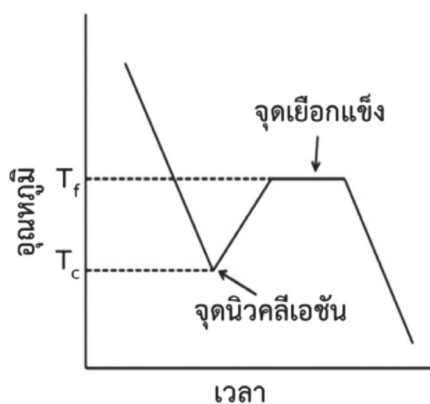
สำหรับในกรณีที่มีสารละลายมีตัวละลายแตกตัวเป็นไอออน การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็งจะแตกต่างจากสารละลายที่มีตัวละลายไม่แตกตัวและระเหยยากดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ตัวอย่างเช่น สารละลายเกลือแกง (NaCl) (แตกตัวให้โซเดียมไอออน ( $Na^+$ ) และ คลอไรด์ไอออน ( $Cl^-$ )) ความเข้มข้น 1 โมลล จะมีจุดเดือดสูงกว่าและมีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าสารละลายน้ำตาลทราย ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน

ในทางการค้าได้นำความรู้เกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟไปใช้ประโยชน์ เช่น การรักษาอุณหภูมิของถังไอศกรีมให้มีอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปหากใส่เฉพาะน้ำแข็งอย่างเดียวลงในถังไอศกรีม อุณหภูมิภายในถังจะอยู่ที่ประมาณ 4 – 5 °C แต่เมื่อเติมเกลือลงไป จะทำให้อุณหภูมภายในถังไอศกรีมต่ำกว่า 0 °C ส่งผลให้ไอศกรีมคงตัวอยู่ได้นานและไม่หลอมเหลว ตัวอย่างการประยุกต์ใช้สมบัติคอลลิเกทีฟอื่น ๆ ที่พบ เช่น ในบางประเทศมีการใช้เกลือโรยหิมะเพื่อให้หิมะเกิดการหลอมเหลว หรือการเติมสารบางประเภทลงในเครื่องยนต์เพื่อป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเครื่องยนต์

## ใบความรู้ที่ 2

### สถานะเย็นยวดยิ่ง (supercooled state)

เป็นที่ทราบกันดีว่าเมื่อลดอุณหภูมิของของเหลวจนถึงจุดเยือกแข็ง (freezing point) ของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง การเปลี่ยนสถานะของของเหลวดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ถ้าของเหลวนั้นมีอนุภาคของของแข็ง เช่น ฝุ่นละออง ปนอยู่ การเปลี่ยนสถานะของของเหลวเป็นของแข็งรวมทั้งการเกิดผลึก โมเลกุลของของเหลวจะยึดเกาะกับอนุภาคของของแข็งซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนกลางหรือนิวเคลียส (nucleus) แม้จะมีอนุภาคของแข็งปนอยู่ในของเหลวในปริมาณที่น้อยมากการเปลี่ยนสถานะของของเหลวเป็นของแข็งที่จุดเยือกแข็งสามารถเกิดขึ้นได้ ในกรณีที่ของเหลวมีความบริสุทธิ์มาก ๆ หรือสารละลายที่ไม่มีอนุภาคของของแข็งปนอยู่ แม้จะลดอุณหภูมิจนต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ของเหลวยังมีสถานะเป็นของเหลว เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **สถานะเย็นยวดยิ่ง (supercooled state)** เช่น น้ำ มีจุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  ดังนั้นน้ำกลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  แต่หลายครั้งที่เมื่อนำน้ำดื่มที่บรรจุในขวดพลาสติกที่ยังไม่เปิดฝา ไปแช่ในช่องแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า  $0^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลาหลายชั่วโมงน้ำยังคงสถานะของเหลวเช่นเดิม ที่เป็นเช่นนี้เพราะในน้ำบริสุทธิ์ไม่มีอนุภาคของของแข็งให้โมเลกุลของน้ำยึดเกาะจากการศึกษาพบว่าน้ำที่บริสุทธิ์มาก ๆ สามารถคงสถานะของเหลวได้จนถึงอุณหภูมิต่ำถึง  $-40^{\circ}\text{C}$  จึงเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง อุณหภูมิที่ของเหลวเย็นยวดยิ่งเปลี่ยนเป็นของแข็งได้เองโดยไม่มีกระบวนการระบบเรียกว่า **จุดนิวเคลียสเอชชัน (nucleation point)**



ภาพที่ 1 อุณหภูมิสารยวดยิ่ง ณ จุดเยือกแข็ง ( $T_f$ ) และอุณหภูมิ ณ จุดนิวเคลียสเอชชัน ( $T_c$ )

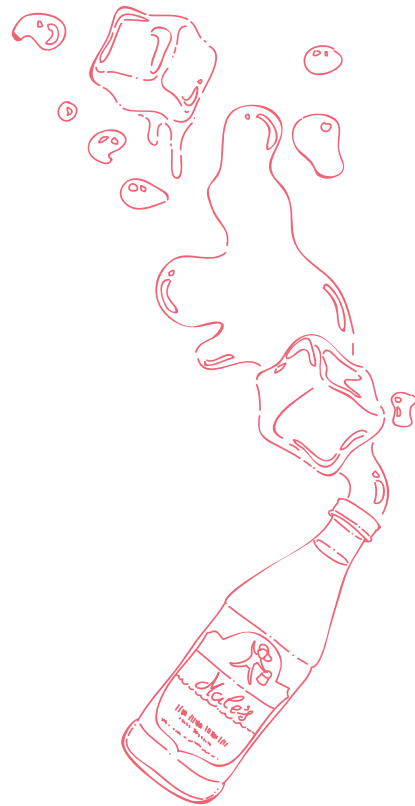
การรบกวนระบบของสารที่เย็นยวดยิ่ง (supercooled substances) จะทำให้สารที่มีสถานะเป็นของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งอย่างรวดเร็ว เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **นิวเคลียสเอชชัน (nucleation)** การรบกวนระบบที่ทำให้เกิดนิวเคลียสเอชชันสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การหย่อนอนุภาคของแข็งลงในสารที่เย็นยวดยิ่ง อนุภาคที่เป็นของแข็งจะทำหน้าที่เป็นแกนกลางให้โมเลกุลของของเหลวยึดเกาะและกลายเป็นของแข็งหรือตกผลึก ทันทีที่ของเหลวเย็นยวดยิ่งมีเกล็ดของแข็งหรือผลึกแรกเกิดขึ้น กระบวนการนิวเคลียสเอชชันจะเกิดขึ้นต่อเนื่องและรวดเร็วทำให้ของเหลวเย็นยวดยิ่งกลายเป็นของแข็งทั้งหมด

เนื่องจากการเปลี่ยนสถานะของของเหลวเย็นยวดยิ่งเป็นของแข็งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นของแข็งหรือผลึกที่เกิดขึ้นจะจัดเรียงตัวได้เป็นระเบียบน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับของแข็งที่ก่อตัวจากของเหลวปกติที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ดังนั้นของแข็งที่เกิดจากของเหลวเย็นยวดยิ่งจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าของแข็งที่เกิดจากการเปลี่ยนสถานะที่จุดเยือกแข็งปกติ

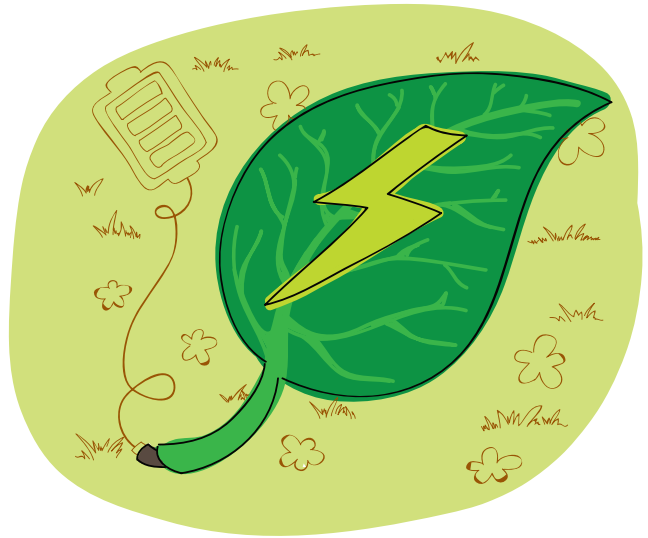
ในกรณีของสารละลายที่มีการอัดแก๊สลงในของเหลว เช่น เครื่องดื่มประเภทกรดคาร์บอนิก เมื่อเขย่าสารละลายเย็นยวดยิ่งของสารประเภทนี้ จะมีฟองแก๊สเกิดขึ้นจำนวนมากซึ่งฟองแก๊สที่เกิดขึ้นจะผสมและแทรกตัวอยู่ในโมเลกุลของของเหลวทำให้เมื่อเกิดการเข็งตัว สารที่ได้จะมีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ และเกิดการจับตัวเป็นก้อนน้อยกว่าเครื่องดื่มที่ไม่ได้อัดแก๊สลงไป

## อ้างอิง

1. Lee, D., Park, C., Jeong, S. & Kang, C. (2014). Pressure effect on the release of supercooled water with dissolved air. *International Journal of Refrigeration*. 40, 51-60.
2. <http://www.scienceinschool.org/2010/issue17/supercooling> (เข้าถึงเมื่อ 24 พฤษภาคม 2558).



# ชาร์จ แบตเตอรี่ด้วย พลังงานสะอาด



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เวลา 16 ชั่วโมง



## สาระสำคัญ

แบตเตอรี่เป็นแหล่งกักเก็บและให้พลังงานที่สำคัญในการใช้ชีวิตของผู้คนในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ แบตเตอรี่จำนวนมากที่ใช้ในอุปกรณ์พกพาหลากหลายชนิดที่มีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นทุกวันแล้ว การที่ผู้คนเริ่มหันมาใส่ใจในการรับมือกับปัญหาการขาดแคลนพลังงานและปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลด้วยการใช้พลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือ เรียกว่า “พลังงานสะอาด” มากขึ้น แบตเตอรี่จะเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับใช้กักเก็บพลังงานเหล่านี้ในช่วงเวลาที่มีการผลิตสูง เช่น ในช่วงที่แดดจ้า หรือ ลมพัดแรง และเป็นแหล่งจ่ายพลังงานที่กักเก็บไว้ในช่วงที่มีการผลิตต่ำ เช่น ในช่วงกลางคืน หรือ วันที่ไม่มีลมพัด นอกจากนี้ แบตเตอรี่ยังเป็นอุปกรณ์จ่ายพลังงานหลักของยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ซึ่งกำลังก้าวเข้ามาแทนที่ยานพาหนะที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิง

การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนอกจากจะช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของพลังงานสะอาดและแบตเตอรี่แล้ว ยังเป็นการสร้างเสริมทักษะและเจตคติในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการคิดค้นวิธีการ หรือ สิ่งประดิษฐ์ ที่จะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและการขาดแคลนพลังงานในปัจจุบันและอนาคต อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงแนวทางการใช้แบตเตอรี่ที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ สามารถจัดการแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วได้อย่างถูกวิธี ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



## ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี*
<ol style="list-style-type: none"> <li>วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก</li> <li>อธิบายแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>ทดลอง อธิบาย และ เขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</li> <li>ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</li> <li>อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>สร้างความสัมพันธ์ หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์หรือ ปัญหา และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา</li> <li>ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชัน ในการแก้ปัญหา</li> <li>ใช้ข้อมูลข่าวสาร และค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>สร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย</li> <li>มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในงานที่ผลิตเองหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้อื่นผลิต</li> <li>วิเคราะห์และเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชีวิตประจำวัน อย่างสร้างสรรค์ต่อ ชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืนด้วยวิธีการของเทคโนโลยีสะอาด</li> <li>ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับงาน</li> <li>ติดต่อสื่อสาร ค้นหาข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต</li> </ol>

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



## สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเพิ่มขึ้นของประชากร มนุษย์ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดจำนวนลง และเกิดปัญหามลพิษทางด้านต่าง ๆ ตามมา</li> <li>- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัดจำเป็นต้องใช้ด้วยความระมัดระวังและไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</li> <li>- ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และมนุษย์เป็นผู้กระทำ</li> <li>- ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี</li> <li>- มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบางชนิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</li> <li>- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา</li> <li>- สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่อเนื่องกัน โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ต่าง ๆ มีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ฟังก์ชันคือความสัมพันธ์ที่สมาชิกในโดเมนแต่ละตัวจับคู่กับสมาชิกในเรนจ์ของความสัมพันธ์เพียงตัวเดียวเท่านั้น</li> <li>- กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชัน และการนำไปใช้</li> <li>- สถิติเป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาอธิบายปรากฏการณ์หนึ่ง หรือ ตอบคำถาม หรือ ประเด็นปัญหาที่สนใจ</li> <li>- ข้อมูลเป็นข้อความจริงหรือสิ่งที่บ่งบอกถึงสภาพสถานการณ์หรือ ปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นระบบ สามารถย้อนกลับมาแก้ไขได้ง่าย</li> <li>- การสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไกและการควบคุมไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์</li> <li>- การวิเคราะห์ผลดี ผลเสีย การประเมิน และการตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม</li> <li>- การเลือกใช้สิ่งของเครื่องใช้อย่างสร้างสรรค์ โดยการเลือกสิ่งของเครื่องใช้ที่เป็นมิตรกับชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม</li> <li>- การเลือกคุณลักษณะของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับงาน เช่น คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานสื่อประสม ควรเป็นเครื่องที่มีสมรรถนะสูง และใช้ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม</li> <li>- ปฏิบัติการติดต่อสื่อสาร ค้นหาข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต</li> <li>- ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบ โดยพิจารณาวัตถุประสงค์ของงาน</li> <li>- ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานหรือ โครงการตามหลักการทำโครงการ</li> </ul>





## กรอบแนวคิด



\*เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้ (ฟิสิกส์)



## จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ยกตัวอย่างปฏิบัติการเคมีในแบตเตอรี่ และบอกแนวทางการใช้งานแบตเตอรี่ที่ปลอดภัย ช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานได้นาน และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2. บอกแนวทางการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการชาร์จแบตเตอรี่
3. บอกหน้าที่ และแนวทางการใช้งานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. บอกความแตกต่างระหว่างนักวิทยาศาสตร์กับวิศวกร
5. เปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิศวกรรม
6. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ พลังงาน วงจรไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการออกแบบและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
7. สื่อสารด้วยการพูด การเขียน การใช้สื่อประกอบ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
8. ทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้อย่างสร้างสรรค์



## วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	เซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 3 โวลต์	2 อัน
2	มัลติมิเตอร์	1 เครื่อง
3	สายชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ USB	1 เส้น
4	USB ตัวรับพร้อมสายไฟแดง-ดำ	1 ตัว
5	แผ่นวางเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปรับมุมเอียงได้	1 ชุด
6	เครื่องวงกลมวัดมุม	1 อัน
7	ตัวต้านทาน ขนาด 10 โอห์ม	1 ตัว
8	สายไฟปกปลาย สีแดง-ดำ ยาว 10 เซนติเมตร	5 คู่
9	สายไฟปากหนีบ สีแดง-ดำ ยาว 15 เซนติเมตร	4 คู่
10	ปลั๊กไฟต่อพ่วง	1 อัน
11	โคมไฟตั้งโต๊ะ พร้อมหลอดไฟ 60 - 100 วัตต์	1 อัน
12	กระดาษฟลิปชาร์ต	5 แผ่น
13	สีเมจิก	1 ชุด
14	แผ่นสร้างวงจรต้นแบบ หรือ โปรโตบอร์ด	1 แผ่น
15	ตัวเก็บประจุ 100 $\mu\text{F}$	1 ตัว
16	ตัวกรองกระแสแบบเต็มคลื่น	1 ตัว
17	ไอซีควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า (voltage regulator) 7805	1 ตัว
18	แผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์ (Universal PCB)	1 แผ่น
19	ชุดอุปกรณ์สำหรับบัดกรี (หัวแร้ง, ตะกั่วบัดกรี, ฟองน้ำ)	1 ชุด
20	คีมปอกและตัดสายไฟ	1 อัน
21	ปั้มน้ำขนาดเล็ก**	1 อัน
22	จักรยานพร้อมไดนาโม** หรือ ชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า**	1 ชุด

\*\*อุปกรณ์สำหรับส่วนกลาง



## แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



### ขั้นระบุปัญหา

1. ครูสร้างความสนใจให้กับนักเรียนด้วยการใช้คำถาม เช่น
  - ใครใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือแท็บเล็ตบ้าง  
(แนวคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบว่า ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ และอาจจะมีส่วนคนที่ตอบว่า ใช้แท็บเล็ต)
  - อุปกรณ์เหล่านี้ ได้รับพลังงานจากอะไร  
(แนวคำตอบ จากแบตเตอรี่)
  - ในอนาคต ปริมาณการใช้อุปกรณ์พกพาจะมากขึ้น เท่าเดิม หรือน้อยลง  
(แนวคำตอบ มากขึ้น เพราะเทคโนโลยีด้านการสื่อสารก้าวหน้ามากขึ้น)
  - นอกจากแบตเตอรี่ในอุปกรณ์พกพาแล้ว มีการใช้แบตเตอรี่สำหรับกิจกรรมอื่นอีกหรือไม่  
(แนวคำตอบ ใช้ในรถยนต์ ของเล่น แหล่งสำรองพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม)
2. ครูชี้ให้เห็นว่า แบตเตอรี่จะเป็นอุปกรณ์สำคัญในการกักเก็บและให้พลังงานที่สำคัญของปัจจุบันและอนาคต ซึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ “ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด” นอกจากนักเรียนจะได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของแบตเตอรี่ แนวทางการใช้แบตเตอรี่ที่ปลอดภัย ช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานได้นาน และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว นักเรียนยังจะได้เรียนรู้หลักการและวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการนำพลังงานสะอาดอย่างพลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานลม มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับชาร์จแบตเตอรี่อีกด้วย
3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 – 5 คน จากนั้นสมมติให้นักเรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ต่อไปนี้

ในอนาคตอันใกล้ มีการคาดการณ์ว่า ภัยธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นจะทวีความรุนแรงและมีความถี่ของการเกิดมากขึ้น ประกอบกับแหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจะเริ่มขาดแคลน ดังนั้น จึงต้องมีการเตรียมพร้อมรับมือกับสถานการณ์ที่ต้องประสบกับภัยธรรมชาติและไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้เป็นเวลานานหลายวัน

4. ครูถามนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้
  - ถ้านักเรียนต้องประสบกับสถานการณ์ข้างต้น เช่น ต้องอยู่ในพื้นที่ประสบอุทกภัยครั้งใหญ่ และไม่มีไฟฟ้าใช้เป็นเวลาหลายวัน นักเรียนจะมีวิธีการใดในการนำพลังงานรอบ ๆ ตัวมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับให้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานได้ (แนวคำตอบ: ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ใช้กังหันลม)
  - อุปกรณ์สำคัญที่จะสามารถช่วยให้นำพลังงานรอบตัวมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับใช้กับเครื่องใช้ต่าง ๆ ในสถานการณ์ประสบภัยมีอะไรบ้าง  
(แนวคำตอบ Power Bank แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า)
5. ครูถามนักเรียนต่อไปว่า หากนักเรียนจะต้องออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด ภายใต้งบประมาณและระยะเวลาที่กำหนดนักเรียนจะทำอย่างไร

- ครูชี้แจงว่า ก่อนที่นักเรียนจะได้เริ่มทำกิจกรรม ครูขอประเมินความรู้เบื้องต้นของนักเรียนก่อน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และแบตเตอรี่ โดยครูแจ้งนักเรียนว่า ผลการทำแบบประเมินไม่ได้นำไปใช้ในการประเมินผลการทำกิจกรรม



### ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

- ครูนำเข้าสู่ขั้นรวบรวมข้อมูลโดยชี้แจงว่า เพื่อให้นักเรียนสามารถนำพลังงานไฟฟ้า มากักเก็บไว้ในแบตเตอรี่สำหรับนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ นักเรียนต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแบตเตอรี่ วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสียก่อน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากกิจกรรม 3 กิจกรรม ดังต่อไปนี้

#### กิจกรรมที่ 1 ทำความรู้จักกับแบตเตอรี่

- ครูให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 พร้อมทั้งชี้แจงว่าให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มเลือกหัวข้อที่สนใจเกี่ยวกับแบตเตอรี่คนละ 1 หัวข้อ ได้แก่
  - หลักการทํางานและส่วนประกอบของแบตเตอรี่
  - ประวัติของแบตเตอรี่
  - ประเภทของแบตเตอรี่ ข้อดีและข้อจำกัดของแบตเตอรี่แต่ละประเภท
  - แนวทางการชาร์จแบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ
  - การใช้แบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพ และปลอดภัย
  - แนวทางการจัดการกับแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วแต่ละประเภทจากนั้นให้เวลา 20 นาที ในการที่สมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้หัวข้อเดียวกันศึกษาใบความรู้ที่ 1 หรือสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ จากนั้นอภิปรายร่วมกัน แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ก่อนจะกลับมารวมกลุ่มเดิม และเล่าให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
- แต่ละกลุ่มเขียนสรุปความเข้าใจในหัวข้อต่าง ๆ โดยอาจวาดภาพ หรือเขียนเป็นแผนภาพลงในกระดาษฟลิปชาร์ต แล้วนำเสนอในชั้นเรียน
- ภายหลังการนำเสนอ ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่
- ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ในใบกิจกรรมที่ 1

#### กิจกรรมที่ 2 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

##### ข้อควรระวังด้านความปลอดภัยในการทำกิจกรรมที่ 2

- เมื่อใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับหลอดไฟหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ให้ระวังความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ การสัมผัสอุปกรณ์ที่มีความร้อนอาจทำให้เกิดแผลพุพองได้
- ในการใช้มัลติมิเตอร์เพื่อวัดปริมาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ ควรปรับย่านการวัดให้เหมาะสมกับชนิดและขนาดของพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการวัด การใช้มัลติมิเตอร์วัดด้วยการปรับย่านไม่เหมาะสมสามารถส่งผลกระทบต่อความเสียหายของมัลติมิเตอร์ได้
- การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยกระแสไฟฟ้าปริมาณสูง สามารถส่งผลให้เกิดความร้อนกับอุปกรณ์ การชาร์จและความเสียหายกับแบตเตอรี่ จึงควรมีการวัดขนาดของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก่อนการวัด ค่าที่ได้ไม่ควรมากกว่า 1 A

1. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 2 โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันจากคำถามว่า ถ้าต้องการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ มีแนวทางอย่างไร  
(แนวคำตอบ นำเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกับแบตเตอรี่โดยตรง)
2. ครูให้นักเรียนศึกษา ใบความรู้ที่ 2 พลังงานสะอาดและเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้เวลาศึกษา 10 นาที จากนั้น ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับแนวทางการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ บันทึกผลการอภิปรายใน ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ข้อที่ 1
3. ครูให้นักเรียนศึกษา ใบกิจกรรมที่ 2 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ประมาณ 5 นาที จากนั้น ให้นักเรียนถามคำถามที่สงสัย ก่อนจะให้ให้นักเรียนนำอุปกรณ์ที่เตรียมไว้หน้าห้องเรียนกลุ่มละ 1 ชุดอุปกรณ์ มาใช้ทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 2 ในเวลา 1 ชั่วโมง
4. ภายหลังจากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรมแล้ว ครูนำอภิปรายและสรุปกิจกรรม การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งควรสรุปได้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์สามารถชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ ถ้ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสม
5. ครูประเมินความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับแบตเตอรี่เซลล์แสงอาทิตย์ และ การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์จากบันทึกผลการทำกิจกรรม และ การตอบคำถามท้ายกิจกรรม ในใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2

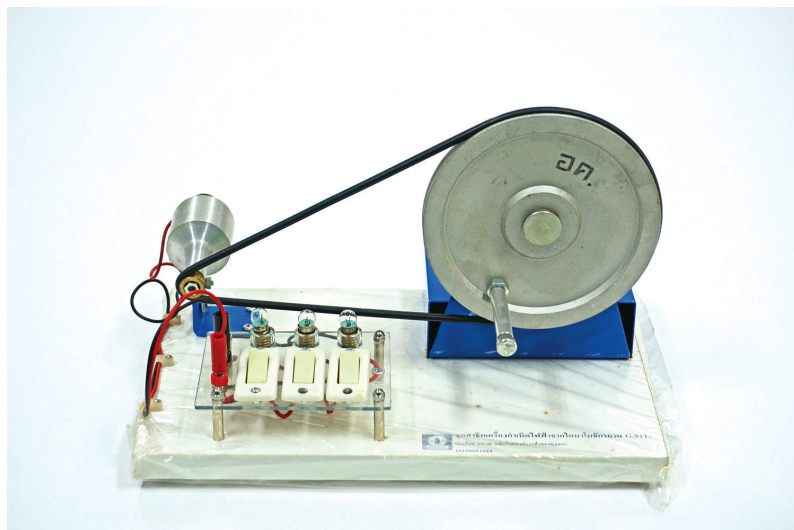
### กิจกรรมที่ 3 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการปั่นจักรยาน

#### ข้อควรระวังด้านความปลอดภัยในการทำกิจกรรมที่ 3

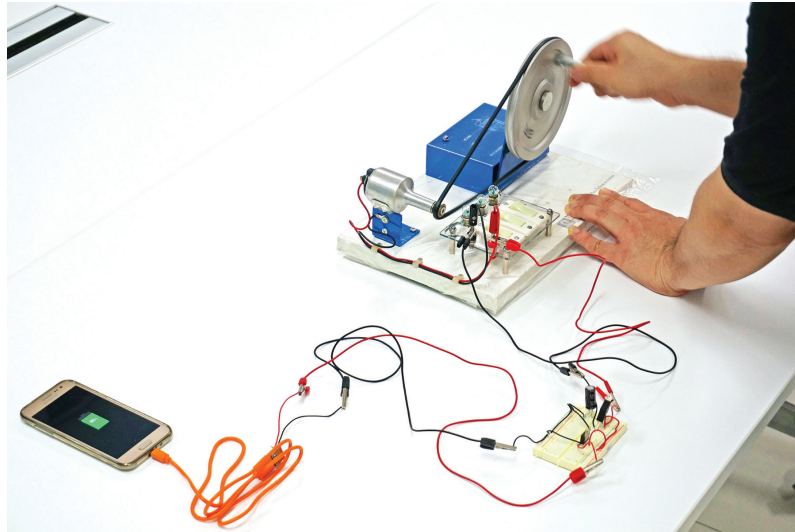
1. ในการใช้มอเตอร์เพื่อวัดประมาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ ควรปรับย่านการวัดให้เหมาะสมกับชนิดและขนาดของพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการวัด การใช้มอเตอร์วัดด้วยการปรับย่านไม่เหมาะสมสามารถส่งผลกระทบต่อความเสียหายของมอเตอร์ได้
2. การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยกระแสไฟฟ้าปริมาณสูง สามารถส่งผลให้เกิดความร้อนกับอุปกรณ์ การชาร์จและความเสียหายกับแบตเตอรี่ จึงควรมีการวัดขนาดของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก่อนการวัด ค่าที่ได้ไม่ควรมากกว่า 1 A

1. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 3 โดยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันจากคำถามต่อไปนี้
  - 1.1 นอกจากพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว ยังมีพลังงานใดอีกบ้าง ที่จะช่วยให้พลังงานกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในช่วงประสบภัยธรรมชาติ  
(แนวคำตอบ พลังงานลม พลังงานของน้ำที่อยู่สูง พลังงานจากการปั่นจักรยาน)
  - 1.2 พลังงานดังกล่าว ถ้านำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้งาน ต้องทำอย่างไร  
(แนวคำตอบ ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

- 1.3 ถ้าจะนำพลังงานลม หรือพลังงานจากการปั่นจักรยานมาเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ จะมีแนวทางอย่างไร  
(แนวคำตอบ ต้องมีอุปกรณ์ช่วยปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้า และเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง)
2. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3 ข้อที่ 1 - 2 ในเวลา 25 นาที จากนั้น ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปเนื้อหาจากใบความรู้ ซึ่งควรสรุปได้ว่า การชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานกล จำต้องอาศัยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง และ ปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้เหมาะสมกับแบตเตอรี่ที่ต้องการชาร์จ
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า การที่จะชาร์จแบตเตอรี่ได้อย่างปลอดภัยและไม่สร้างความเสียหายกับแบตเตอรี่ ต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมกระแสไฟฟ้าให้เสถียร โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องมีปริมาณเพียงพอกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วย
4. ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 3 ข้อที่ 3 - 8 ในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยครูเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่นักเรียนสร้างขึ้น ก่อนจะให้นักเรียนได้ทดสอบการทำงาน
5. ระหว่างการทำกิจกรรม ครูควรระมัดระวังความปลอดภัยในการเชื่อมต่อแผ่นวงจรที่นักเรียนสร้างขึ้นกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
6. ภายหลังจากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมและคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3 แล้ว ครูนำอภิปรายและสรุปกิจกรรม ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการปั่นจักรยาน
7. ครูประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานกลจากบันทึกผลการทำกิจกรรม และการตอบคำถามท้ายกิจกรรม ในใบกิจกรรมที่ 3



ภาพที่ 1 ชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในกิจกรรมนี้



ภาพที่ 2 การชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยการหมุนชุดสายิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

#### ข้อแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยอุปกรณ์เสริมหรือวิธีการอื่น

ถึงแม้จะมีอุปกรณ์หรือวิธีการที่สามารถช่วยในการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด หรือช่วยในการชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็มความจุเร็วขึ้น แต่การชาร์จให้แบตเตอรี่ด้วยอุปกรณ์เสริมหรืออุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐานบ่อยครั้ง สามารถทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง และส่งผลให้เกิดความเสียหายกับแบตเตอรี่หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ การชาร์จด้วยอุปกรณ์เสริมหรือวิธีการอื่น จึงควรเป็นการชาร์จในกรณีจำเป็นชั่วคราวเท่านั้น ในการใช้งานปกติ ควรใช้อุปกรณ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ที่ได้มาตรฐาน ออกแบบสำหรับแบตเตอรี่นั้น ๆ โดยเฉพาะ เพื่อป้องกันความเสียหายกับแบตเตอรี่และอันตรายที่จะเกิดขึ้นตามมา

#### กิจกรรมที่ 4 นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร

1. ครูบอกให้นักเรียนทราบว่า จะให้นักเรียนได้เป็นผู้ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาดที่สามารถนำมาใช้ในตามสถานการณ์และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาที่เรียกว่า “กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” (engineering design process)
2. ครูถามนักเรียนว่า นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรทำงานแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนอาจให้คำตอบที่หลากหลาย)
3. ครูให้นักเรียนศึกษา ใบความรู้ที่ 4 นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร และอภิปรายภายในกลุ่ม 5 นาที
4. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างนักวิทยาศาสตร์กับวิศวกร รวมทั้ง ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลงในใบกิจกรรมที่ 4



## ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

### กิจกรรมที่ 5 ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด

1. ครูทบทวนสถานการณ์ที่ได้ระบุไว้ในชั้นระบุปัญหาและกำหนดเงื่อนไขที่นักเรียนจะต้องออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด ดังนี้

รายการ	เงื่อนไข
ระยะเวลา	- ระยะเวลาในการสร้างและพัฒนา 6 ชั่วโมง
งบประมาณ	- ไม่เกิน 500 บาท (งบประมาณไม่รวมเซลล์แสงอาทิตย์)
แหล่งพลังงาน	- พลังงานสะอาด 2 ชนิด
ประสิทธิภาพ	- สิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้น สามารถชาร์จแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 V ให้ได้พลังงานมากที่สุด ในเวลา 10 นาที โดยให้ใช้เวลา 5 นาทีสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาดแต่ละชนิด
ลักษณะการใช้งาน	- มีความปลอดภัย ไม่ทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้ - ไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับแบตเตอรี่และเครื่องใช้ไฟฟ้า - มีความคงทนต่อการใช้งาน ไม่ชำรุดเสียหายได้ง่าย - จัดเก็บและติดตั้งได้สะดวก
การนำเสนอ	- ใช้เวลา 10 นาที - มีการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง - มีการสาธิตการทำงานของสิ่งประดิษฐ์

หมายเหตุ ในการทดสอบประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ ครูอาจใช้แบตเตอรี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นตัวทดสอบ โดยใช้ตัวเลขแสดงเปอร์เซ็นต์ของการชาร์จที่เพิ่มขึ้นเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพเมื่อใช้เวลาชาร์จที่เท่ากัน หรืออาจใช้แบตเตอรี่สำรองนำไปต่อกับปั้มน้ำขนาดเล็ก เพื่อสูบน้ำโดยใช้ปริมาณน้ำที่สูบได้เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ

2. ครูให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันว่าจะออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์จากเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างไร และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
3. ครูอธิบายการเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียนได้จากการทำกิจกรรมที่ 1 - 3 ดังนี้
  - กิจกรรมที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับหลักการการทำงานของแบตเตอรี่ และแนวทางการใช้แบตเตอรี่ที่ปลอดภัย
  - กิจกรรมที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์
  - กิจกรรมที่ 3 แนวทางการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



4. ครูให้นักเรียนศึกษาเกณฑ์การให้คะแนน ในใบกิจกรรมที่ 5 พร้อมทั้งให้นักเรียนได้เสนอวิธีการที่จะประเมินนักเรียนเองด้วย จากนั้นให้นักเรียนถามคำถามที่สงสัยเกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมาย
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกหลักการและความรู้ที่เกี่ยวข้อง พร้อมวาดภาพร่างของสิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบไว้ ลงในใบกิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 1
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบของสิ่งประดิษฐ์ กลุ่มละ 5 นาที โดยหลังการนำเสนอให้มีการตอบคำถามและอภิปราย
7. ครูนำนักเรียนอภิปรายและสรุปแนวทางการออกแบบที่แต่ละกลุ่มได้นำเสนอ



### ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

8. นักเรียนร่วมกันวางแผนการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด
9. นักเรียนเลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์ภายใต้งบประมาณที่กำหนดในเงื่อนไข จากนั้นลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามที่ได้ออกแบบไว้
10. ในแต่ละช่วงของการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ครูเป็นผู้คอยให้ปรึกษา ตอบคำถาม และสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ
11. ให้นักเรียนบันทึกผลความก้าวหน้าในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ปัญหาและอุปสรรคที่พบ คำถามหรือสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม และแผนการดำเนินงานในแต่ละช่วง ในใบกิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 2
12. ระหว่างที่นักเรียนวางแผนและสร้างสิ่งประดิษฐ์ ครูคอยสังเกตการทำงานของนักเรียนในแต่ละช่วง เพื่อประเมินทักษะต่าง ๆ เช่น การวางแผนและทำงานร่วมกัน โดยใช้แนวทางการให้คะแนนที่อยู่ในคู่มือการจัดกิจกรรม



### ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

13. นักเรียนทดสอบการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น และบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 5 ทั้งนี้ ครูอาจช่วยพิจารณาด้วยว่า สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนตรงตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ตั้งไว้หรือไม่
14. ถ้าสิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนยังไม่สามารถทำงานได้หรือไม่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ให้นักเรียนดำเนินการปรับปรุง จนกระทั่งพร้อมที่นำมาเสนอในชั่วโมงสุดท้าย



### ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

15. ครูทบทวนแนวทางการให้คะแนนอีกครั้ง ก่อนจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลงานของกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการนำเสนอและการทดสอบอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น 10 นาที และเวลาในการตอบคำถาม 5 นาที
16. ในการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม นอกจากครูจะประเมินการนำเสนอของนักเรียนแล้ว ให้ครูประเมินความรู้และทักษะต่าง ๆ ตามรายการประเมิน ในหัวข้อการวัดประเมินผล
17. หลังจากทีนักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอและทดสอบสิ่งประดิษฐ์ของตนเรียบร้อยแล้ว ครูนำอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม “ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด” โดยอาจมีการเชื่อมโยงถึงการศึกษาต่อและอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานสะอาด



## การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	หลักฐานหรือชิ้นงาน	คะแนน (ร้อยละ)
ความเข้าใจเบื้องต้นก่อนเรียนเกี่ยวกับ วงจรไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และแบตเตอรี่	แบบทดสอบความรู้เบื้องต้นก่อนเรียน	ไม่นำคะแนนมาพิจารณา
ความเข้าใจเกี่ยวกับแบตเตอรี่	การนำเสนอผลการศึกษา ใบความรู้ที่ 1 และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1	10
ความเข้าใจเกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2	10
ความเข้าใจเกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานกล	บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 3	15
ความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 4	5
ทักษะการวางแผนและการทำงานร่วมกัน	การแสดงออกของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม	5
การประเมินตนเองเกี่ยวกับทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นทีม	การประเมินตนเองของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม	5
ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ร่วมกับความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	- บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 5 - เนื้อหาในการนำเสนอ และการตอบและถามคำถามหลังจากการนำเสนอ	20
ความสำเร็จและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น	การสาธิตการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ และเนื้อหาในการนำเสนอ	10
ทักษะการสื่อสาร	การนำเสนอ	10
ทักษะความคิดสร้างสรรค์ และความคิดเชิงวิจารณ์ญาณ	- บันทึกผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 5 - เนื้อหาในการนำเสนอ และการตอบและถามคำถามหลังจากการนำเสนอ	10

## เกณฑ์การให้คะแนนการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ไม่สามารถแสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องและไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง	แสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องและแสดงความเชื่อมโยงกับการออกแบบและสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง
ความสำเร็จของงาน	สามารถทำงานสำเร็จแต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด และใช้เวลานานกว่าที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จแต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด หรือ ใช้เวลานานกว่าที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จและเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด ภายในเวลาที่กำหนด
ประสิทธิภาพของชิ้นงาน	ไม่มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน แต่ไม่มีการวิเคราะห์และนำผลการวิเคราะห์มาพัฒนาชิ้นงาน	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน และดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ ได้มีการวิเคราะห์ผล และนำผลการวิเคราะห์มาพัฒนาชิ้นงาน
การวางแผนและการทำงานร่วมกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน</li> <li>- ไม่มีการระดมความคิดอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน</li> <li>- มีบางคนไม่มีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน</li> <li>- ไม่มีการระดมความคิดอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน</li> <li>- มีบางคนไม่มีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน</li> <li>- มีการอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ในประเด็นปัญหาที่พบ</li> <li>- ทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการทำงานออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน</li> </ul>
ความคิดสร้างสรรค์	ใช้แนวคิดที่มีในแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยมีการให้เครดิตกับเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการปรับปรุง หรือ พัฒนาขึ้นจากแนวคิดต้นแบบ	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานขึ้นจากแนวคิดต้นแบบ และการให้เครดิตกับเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ใช้จินตนาการ และแนวคิดที่แปลกใหม่ ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดต้นแบบ พร้อมมีการให้เครดิตกับเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง
ความคิดเชิงวิจารณ์ญาณ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีร่องรอย (ในบันทึกการบรรยาย หรือ การอภิปราย) ของการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ และ</li> <li>- ไม่มีการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดหรือชิ้นงานตนเองกับชิ้นงานอื่น ๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ หรือ</li> <li>- ไม่มีการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดหรือชิ้นงานของตนเองกับชิ้นงานอื่น ๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ และ</li> <li>- มีการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดหรือชิ้นงานของตนเองกับชิ้นงานอื่น ๆ และนำผลมาพิจารณาในการพัฒนาชิ้นงาน</li> </ul>

เกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินตนเองของผู้เรียน (self-assessment)  
ในการทำงานร่วมกันเป็นทีม

รายการประเมิน	คะแนนและคำอธิบายระดับศักยภาพในการทำงานเป็นทีม		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การให้ความร่วมมือ	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ไม่ดี และไม่ได้ทำงานในส่วนใด ๆ ของโครงการเลย	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีเป็นบางเวลา และสมาชิกในกลุ่มเป็นคนทำงานเกือบทั้งหมด	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีและได้แบ่งรับหน้าที่รับผิดชอบเท่ากับสมาชิกในทีมทุกคน
การมีส่วนร่วม	ฉันมีส่วนร่วมในการทำงานน้อย และในเวลาส่วนใหญ่ฉันไม่ใส่ใจกับงาน	ฉันมีส่วนร่วมในการทำงาน แต่พบว่า ฉันเสียเวลากับการทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ และฉันพบว่า ฉันมีปัญหากับการให้ความสนใจกับงาน	ฉันมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และให้ความสนใจกับงานในช่วงเวลาการทำงานตลอด
การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ฉันมักไม่ใส่ใจรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม เพราะฉันมีแนวคิดของตนเองที่ต้องการนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับฟัง	ฉันรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มบางครั้ง แต่ฉันกระตือรือร้นที่จะนำเสนอแนวคิดของตนเองและแทรกขึ้นมาระหว่างการนำเสนอของผู้อื่นบ่อยครั้ง	ฉันมีความใส่ใจและรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มก่อนที่จะเสนอแนวคิดหรือข้อคิดเห็นของตนเอง
การแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความรู้ความเข้าใจ	ฉันไม่เคยแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นของฉันให้สมาชิกคนอื่นในกลุ่มได้รับฟัง	ฉันแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นก็ต่อเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มบอกให้ฉันทำ	ฉันเสนอหรือสะท้อนแนวคิดเชิงบวกและสร้างสรรค์เป็นส่วนใหญ่
การเป็นผู้นำ	ฉันชอบที่จะเป็นผู้ตามในช่วงเวลาส่วนใหญ่ของการทำงาน และไม่พร้อมที่จะรับบทบาทเป็นผู้นำ	ฉันสามารถรับบทบาทเป็นผู้นำ แต่ชอบที่จะดำเนินการด้วยตนเองมากกว่า	ฉันพร้อมที่จะรับบทบาทในการเป็นผู้นำในการทำงานส่วนหนึ่งส่วนใดทุกครั้ง และช่วยให้สมาชิกในกลุ่มได้มีส่วนร่วม
พฤติกรรมการทำงาน	ฉันพยายามแต่ต้องได้รับการบอกกล่าวและย้ำเตือนเป็นประจำ ให้ทำงานให้เสร็จและทันเวลาที่กำหนด	ฉันได้รับการบอกกล่าวและย้ำเตือนจากสมาชิกในกลุ่มหลายครั้งในการทำงานให้เสร็จและทันเวลาที่กำหนด	ฉันใส่ใจกับการทำโครงการตลอดเวลา โดยไม่ต้องให้มีการบอกกล่าวหรือย้ำเตือน และฉันส่งเสริมให้สมาชิกในกลุ่มใส่ใจในการทำงานในลักษณะเดียวกัน

## เกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอ

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การบรรยาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบายให้เหตุผลประกอบ ไม่ชัดเจน ผู้ฟังไม่สามารถติดตามและเข้าใจได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบายให้เหตุผลประกอบ อย่างชัดเจน กระชับ สอดคล้องกัน ผู้ฟังสามารถติดตามและเข้าใจได้ส่วนใหญ่</li> <li>- ใช้ความเร็วในการพูดที่ช้าหรือเร็วเกินไป และ มีการใช้คำควบกล้ำไม่ถูกต้อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบายให้เหตุผลประกอบ อย่างชัดเจน กระชับ สอดคล้องกัน ผู้ฟังสามารถติดตามและเข้าใจได้ง่ายทั้งหมด</li> <li>- ใช้ความเร็วในการพูดที่พอดี ไม่ช้าหรือเร็วเกินไป</li> <li>- มีการใช้คำควบกล้ำได้ถูกต้อง</li> </ul>
สื่อที่ใช้ในการนำเสนอ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ คลิปวีดิทัศน์ สอดคล้องกับเนื้อหา และ ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาได้บ้าง</li> <li>- การนำเสนอสื่อต่าง ๆ มีการขัดข้องหลายครั้ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ คลิปวีดิทัศน์ สอดคล้องกับเนื้อหา และ ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใหญ่</li> <li>- การนำเสนอสื่อต่าง ๆ มีการขัดข้องบ้าง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ คลิปวีดิทัศน์ สอดคล้องกับเนื้อหา และ ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาทั้งหมด</li> <li>- การนำเสนอสื่อต่าง ๆ เป็นไปอย่างราบรื่น ไม่ติดขัด</li> </ul>
เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีเนื้อหาไม่ครบทุกหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอ</li> <li>- มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่สับสน ผู้ฟังไม่สามารถติดตามและเข้าใจได้ทั้งหมด</li> <li>- ภาพ คลิป หรือ ข้อความที่นำมาใช้ ไม่มีการอ้างอิงที่มา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีเนื้อหาของหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอไม่ครบทุกหัวข้อ หรือ</li> <li>- มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่ผู้ฟังไม่สามารถติดตามและเข้าใจได้ง่าย หรือ</li> <li>- ภาพ คลิป หรือ ข้อความที่นำมาใช้ ไม่มีการอ้างอิงที่มาบางชิ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีเนื้อหาของหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอครบทุกหัวข้อ</li> <li>- มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่ผู้ฟังสามารถติดตามและเข้าใจได้ง่าย</li> <li>- ภาพ คลิป หรือ ข้อความที่นำมาใช้ มีการอ้างอิงที่มาถูกต้องทั้งหมด</li> </ul>
บุคลิกภาพและการแสดงออก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการสบตาผู้ฟัง แต่มีการมองที่สไลด์หรือเอกสารบ่อยครั้ง</li> <li>- ใช้มือและท่าทางไม่เหมาะสม หรือ บุคลิกไม่มีความมั่นใจ</li> <li>- แต่งกายไม่สุภาพเรียบร้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการสบตาผู้ฟัง และมีการมองที่สไลด์หรือเอกสารบ้างเล็กน้อย</li> <li>- ใช้มือและท่าทางไม่เหมาะสม หรือ บุคลิกไม่มีความมั่นใจ หรือ</li> <li>- แต่งกายไม่สุภาพเรียบร้อยอย่างใดอย่างหนึ่ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการสบตาผู้ฟัง และมีการมองที่สไลด์หรือเอกสารบ้างเล็กน้อย</li> <li>- ใช้มือและท่าทางได้เหมาะสม</li> <li>- บุคลิกมีความมั่นใจ</li> <li>- แต่งกายสุภาพเรียบร้อย</li> </ul>

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
การควบคุมเวลา	- นำเสนอน้อยกว่า หรือ เกินเวลาที่กำหนดมากกว่า 5 นาที	- นำเสนอได้น้อยกว่าหรือเกินเวลาที่กำหนดเล็กน้อย	- นำเสนอได้ภายในเวลาที่กำหนด

### เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

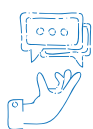
คะแนนร้อยละ	80 – 100	หมายถึง	ดีมาก
คะแนนร้อยละ	70 – 79	หมายถึง	ดี
คะแนนร้อยละ	60 – 69	หมายถึง	พอใช้
คะแนนร้อยละ	1 – 59	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

หมายเหตุ เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

### ความรู้พื้นฐาน

ในการทำกิจกรรม นักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานในหัวข้อต่อไปนี้

1. สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี
2. สมบัติของธาตุและสารประกอบ
3. แรงเคลื่อนไฟฟ้า ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และ วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
4. พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
5. เครื่องวัดไฟฟ้า
6. วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น



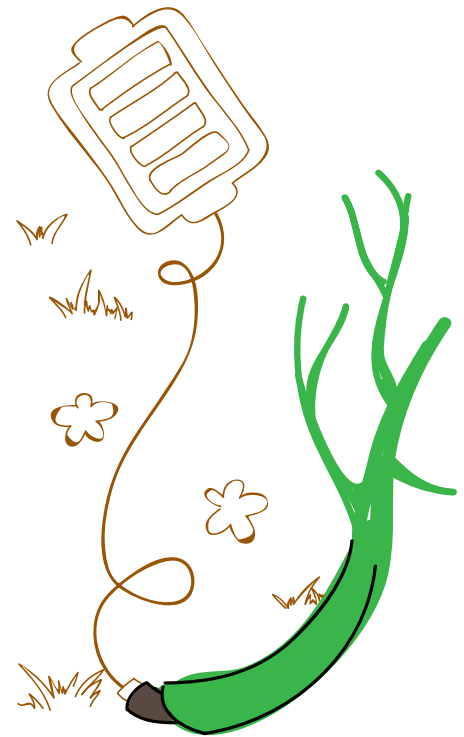
### ข้อเสนอแนะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

รายการ	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
ขั้นระบุปัญหา	1
กิจกรรมที่ 1 ทำความรู้จักกับแบตเตอรี่	1
กิจกรรมที่ 2 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	2
กิจกรรมที่ 3 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยการปั่นจักรยาน	3
กิจกรรมที่ 4 เปรียบเทียบนักวิทยาศาสตร์กับวิศวกร	0.5
กิจกรรมที่ 5 ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด	7
ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	1.5



## สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่และเซลล์ไฟฟ้าเคมี
  - เว็บไซต์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล  
[www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/electro\\_index.htm](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/electro_index.htm)
  - เว็บไซต์เกี่ยวกับการจัดการแบตเตอรี่ที่ใช้แล้ว  
<http://bangkokgreencity.bangkok.go.th> และ  
[www.pcd.go.th/info\\_serv/haz\\_battery.htm#s3](http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_battery.htm#s3)
2. แหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานสะอาด
  - เว็บไซต์กรมพัฒนาพลังงานทดแทน [www.dede.go.th](http://www.dede.go.th)
  - เว็บไซต์แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี ของกระทรวงพลังงาน  
[www.eppo.go.th/ccep/energy\\_3-5.html](http://www.eppo.go.th/ccep/energy_3-5.html)
  - เว็บไซต์ศูนย์เรียนรู้พลังงานทดแทนบางจาก  
[www.bangchak.co.th/\(X\(1\)S\(uw451z45xalrle45ijzub1vi\)\)/sunny-bangchak/th/sunny-bangchak.aspx](http://www.bangchak.co.th/(X(1)S(uw451z45xalrle45ijzub1vi))/sunny-bangchak/th/sunny-bangchak.aspx)
  - เว็บไซต์สาระน่ารู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน [www.sert.nu.ac.th/botcam.htm](http://www.sert.nu.ac.th/botcam.htm)



## คณะกรรมการนโยบายการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>1. คณะกรรมการอำนวยการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา</b>                                  | ประกอบด้วย                     |
| 1.1 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ  | ประธานกรรมการ                  |
| 1.2 รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ<br>(พลเอก สุรเชษฐ์ ชัยวงศ์)                                  | รองประธานกรรมการ               |
| 1.3 รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ<br>(นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์)                     | รองประธานกรรมการ               |
| 1.4 เลขาธิการรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ   | กรรมการ                        |
| 1.5 ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ  | กรรมการ                        |
| 1.6 เลขาธิการสภาการศึกษา   | กรรมการ                        |
| 1.7 เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน   | กรรมการ                        |
| 1.8 เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา   | กรรมการ                        |
| 1.9 เลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา  | กรรมการ                        |
| 1.10 เลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษา<br>ตามอัธยาศัย                              | กรรมการ                        |
| 1.11 เลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน  | กรรมการ                        |
| 1.12 ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  | กรรมการ                        |
| 1.13 ผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์   | กรรมการ                        |
| 1.14 ผู้แทนสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  | กรรมการ                        |
| 1.15 ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์<br>สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ                            | กรรมการและเลขานุการ            |
| 1.16 หัวหน้ากลุ่มพัฒนานโยบาย สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์<br>สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ               | กรรมการ<br>และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 1.17 ผู้แทนกลุ่มพัฒนานโยบาย สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์<br>สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ                | กรรมการ<br>และผู้ช่วยเลขานุการ |
| <b>2. คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา</b>                          | ประกอบด้วย                     |
| 2.1 ผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์  | ประธานกรรมการ                  |
| 2.2 ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์<br>และเทคโนโลยี (นางสาววนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์) | รองประธานกรรมการ               |
| 2.3 ผู้แทนเลขาธิการสภาการศึกษา   | กรรมการ                        |
| 2.4 ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา   | กรรมการ                        |



- |      |   |                                |
|------|---|--------------------------------|
| 2.5  | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา   | กรรมการ                        |
| 2.6  | ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย  | กรรมการ                        |
| 2.7  | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน  | กรรมการ                        |
| 2.8  | ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ<br>กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | กรรมการ                        |
| 2.9  | ผู้แทนผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ<br>กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี                   | กรรมการ                        |
| 2.10 | ผู้แทนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี   | กรรมการและเลขานุการ            |
| 2.11 | ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้<br>สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา                                | กรรมการ<br>และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 2.12 | ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา<br>สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน                                | กรรมการ<br>และผู้ช่วยเลขานุการ |

**3. คณะกรรมการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา** ประกอบด้วย

- |     |  |                                |
|-----|--|--------------------------------|
| 3.1 | เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน   | ประธานกรรมการ                  |
| 3.2 | ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>(นางกัญญ์ณรัณ สุวดีสว่าง) | รองประธานกรรมการ               |
| 3.3 | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา   | กรรมการ                        |
| 3.4 | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา  | กรรมการ                        |
| 3.5 | ผู้แทนเลขาธิการสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย                       | กรรมการ                        |
| 3.6 | ผู้แทนเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาเอกชน   | กรรมการ                        |
| 3.7 | ผู้แทนสถาบันคีนันแห่งเอเชีย(Kenan Institute Asia)  | กรรมการ                        |
| 3.8 | นายพิเชษฐ จัปจิตต์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน                                   | กรรมการและเลขานุการ            |
| 3.9 | นายณพพร แสงอาทิตย์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน                                   | กรรมการ<br>และผู้ช่วยเลขานุการ |

**คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษา  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)**

**คณะที่ปรึกษา**

1. ดร.พรพรรณ	ไวทยางกูร	ผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. นายณรงค์ศิลป์	รูปพนม	รองผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. นางกัญญ์ฐิ์	สวัสดิ์สว่าง	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ดร.วนิดา	ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3**

1. นางเบญจวรรณ	ศรีเจริญ	ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
2. นางสาวนิตา	ชื่นอารมณ์	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
3. นางสาวพิลาลักษณ์	ทองทิพย์	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
4. ดร.อลงกต	ใหม่ต้วง	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
5. ดร.รณชัย	ปานะโปย	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
6. นางสาวสิริวรรณ	จันทร์กุล	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
7. นางสาววรรณารถ	อยู่สุข	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
8. นางสาวจันทร์นภา	อุตตะมะ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
9. นางสาวทัศนีย์	กรรองทอง	สาขาคอมพิวเตอร์	สสวท.
10. นายกนกศักดิ์	ทองตั้ง	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
11. นายวัฒน์	วัฒนากุล	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
12. นางสาวสุนิสา	แสงมงคลพิพัฒน์	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
13. นางสาวธนพรรณ	ชาลี	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
14. นางสาวกมลนารี	ลายคราม	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
15. นางสาวสุนิสา	สมสมัย	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
16. ดร.นิพนธ์	จันเลน	สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	สสวท.
17. นางสาวสมรศรี	กันภัย	สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก	สสวท.
18. นางสาวสุทธิดา	บุญทวี	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี	สสวท.
19. ดร.กวิน	เชื่อมกลาง	สาขาออกแบบและเทคโนโลยี	สสวท.

**คณะกรรมการจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**

1. ดร.สุพรรณณี	ชาญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสาขาเคมี	สสวท.
2. นางนวลจันทร์	ฤทธิ์ขำ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย	สสวท.
3. นายพัฒนชัย	รวีวรรณ	สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย	สสวท.
4. นายพนมยงค์	แก้วประชุม	สาขาคอมพิวเตอร์	สสวท.

- |                    |            |                                   |
|--------------------|------------|-----------------------------------|
| 5. ดร.สนธิ         | พลชัยยา    | สาขาเคมี สสวท.                    |
| 6. นางสาววิลาส     | รัตนานุกูล | สาขาชีววิทยา สสวท.                |
| 7. ดร.สุนัดดา      | โยมญาติ    | สาขาชีววิทยา สสวท.                |
| 8. นายรักษพล       | ธนานวงศ์   | สาขาฟิสิกส์ สสวท.                 |
| 9. นางสาววิชูราตรี | กลับแสง    | สาขาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สสวท. |

### คณะกรรมการกิจจัดทำคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.สัญญา มิตรเอม         | คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  |
| 2. ผศ.ดร.พลกฤต กฤษไม้ตรี       | คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3. ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์   | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สสวท.                 |
| 4. นายบุญวิทย์ รัตนทิพยาภรณ์   | สาขาออกแบบและเทคโนโลยี สสวท.             |
| 5. นางกมลวรรณ พงศ์นิรันทกุล    | สาขาเคมี สสวท.                           |
| 6. ดร.สนธิ พลชัยยา             | สาขาเคมี สสวท.                           |
| 7. นางสาวปุณยาพร บริเวธานันท์  | สาขาชีววิทยา สสวท.                       |
| 8. ดร.อลงกต ใหม่ด้วง           | สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สสวท.     |
| 9. นางสาวสุชารัตน์ ทับทิมจรรยา | ฝ่ายบริหารโครงการริเริ่มพิเศษ สสวท.      |