นิตยสาร
สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
IPST MAGAZINE
ปีที่ 47 ฉบับที่ 215 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2561

แนวคิดคลาดเคลื่อนกับการพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จับตามองนโยบายผู้บริหารยุคใหม่ไฟแรง สสวท. – สช. ขับเคลื่อนเพื่อยกระดับคุณภาพโรงเรียนเอกชนทั่วไทย

หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra

มาแปลผลการพยากรณ์อากาศกันเถอะ

ISSN 0857-2801

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน และรายวิชาเพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนแนวคิดใหม่ สสวท.

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คู่มือครู

- แนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับตัวชี้วัด
- มีขั้นตอนการเตรียมตัวของผู้สอน
- มีแผนการจัดการเรียนรู้
- พร้อมตัวอย่างคำถามที่เน้นการคิดระดับต่างๆ
- มีเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน

QR CODE และ Short URL เชื่อมกับ แอปพลิเคชั่น AR , VR เพื่อช่วยให้เข้าใจง่าย เชื่อมโยงไปยังข้อมูลที่ถูกต้อง และน่าเชื่อถือบนระบบ Learning Space ของ สสวท.

จุดเด่น

ระดับประถมศึกษา

- พัฒนาโดยทีมผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หลักสูตร และการสอน
- ผ่านการวิจัย ทดลองใช้ และปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนไทย
- เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- เน้นการพัฒนาทักษะการอ่าน การเขียน และการให้เหตุผล
- รูปเล่ม และการจัดวางสวยงาม สีสันน่าใช้
- พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
- มีแบบฝึกหัด และแบบทดสอบให้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

- พัฒนาโดยทีมผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หลักสูตร และการสอน
- ผ่านการวิจัย ทดลองใช้ และปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนไทย
- เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
- เชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริง
- มีกิจกรรมสะเต็มท้ายบทเรียนทุกบท
- มีแบบฝึกหัด และแบบทดสอบให้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง
- รูปเล่ม และการจัดวางสวยงาม สีสันน่าใช้

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

- เน้นการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อในด้านที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน
- ใช้สถานการณ์หรือคำถามที่เชื่อมโยงกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สนใจสั่งซื้อ

ร้านศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ทุกสาขาและร้านค้าเครือข่ายศึกษาภัณฑ์พาณิชย์จังหวัด
องค์การค้าของ สกสค. 2249 ฝ่ายค้าส่ง ถนนลาดพร้าว แขวงสะพานสอง เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ 0 2538 3033 ต่อ 512, 513, 516, 518, 520 และ 521 โทรสาร 0 2530 2026-29 **เว็บไซต์** www.suksapanpanit.com

สอบถามเพิ่มเติมได้ที่ : ฝ่ายบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน สสวท. โทร 0 2392 4021 ต่อ 3101 3102 **เว็บไซต์** http://www.ipst.ac.th

นิตยสาร สสวท
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี www.ipst.ac.th
ปีที่ 47 ฉบับที่ 215 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2561 IPST MAGAZINE

เปิดเล่ม สสวท.

ในปีงบประมาณ 2562 ภายใต้การนำของผู้บริหารใหม่ไฟแรงของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) ได้หารือเรื่องแนวทางการดำเนินงานร่วมกัน เพื่อสร้างมิติใหม่ของการยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในโรงเรียนเอกชนอย่างเป็นระบบ และมุ่งให้เห็นผลชัดเจนอย่างเป็นรูปธรรม โดยมีเป้าหมายให้มีโรงเรียนคุณภาพในทุกอำเภอ เพื่อที่นักเรียนจะได้ไม่ต้องย้ายเข้ามาเรียนในโรงเรียนใหญ่ในตัวจังหวัด อีกทั้งการร่วมมือกันผลักดันให้โรงเรียนในสังกัด สช. ที่มีศักยภาพสูงสามารถร่วมเป็นศูนย์โอลิมปิกวิชาการ สอวน. นับว่าเป็นประเด็นที่น่าจับตามองกันต่อไป

แนวคิดคลาดเคลื่อน (Misconception) กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่ถูกกล่าวถึงและเชื่อมโยงกันมาเป็นเวลานานแล้ว การจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องสนใจประเด็นนี้เป็นอย่างยิ่ง เราขอนำเสนอตัวอย่างเพื่อเป็นแนวปฏิบัติการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสู่การพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม และผู้สอนควรประยุกต์และผสมผสานให้เหมาะกับบริบทของสถานศึกษา สภาพชั้นเรียน และนักเรียนของตนเอง

ในฉบับนี้มีกิจกรรม "นักสืบยุงร้าย" "ตารางมหาสนุก" "โมบายนานาพันธุ์" ซึ่งเป็นกิจกรรมในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติประจำปี 2561 ซึ่งต้องใช้การคิดวิเคราะห์ การหาคำตอบจากกิจกรรม ช่วยสร้างความตื่นเต้นและแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ รวมถึงได้สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการเล่นเกมแสนสนุก ทางนิตยสารได้จัดทำวีดิทัศน์ประกอบซึ่งสามารถติดตามจาก QR Code ที่มีหรือลิงค์ใต้ QR Code อีกทั้งเป็นทางเลือกให้ผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนของตนเองได้

ท่านสามารถรับเรื่องราวดี ๆ จากเรา นิตยสาร สสวท. ได้ที่ emagazine.ipst.ac.th และ fb.com/ipstmag ค่ะ

ธรชญา พันธุนาวนิช
บรรณาธิการบริหาร

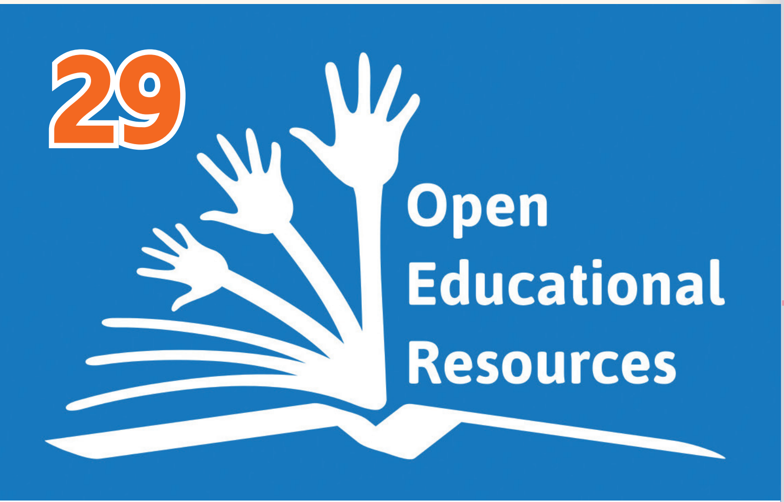
วัตถุประสงค์
1. เผยแพร่และส่งเสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีให้แก่ครูและผู้สนใจทั่วไป
2. เผยแพร่กิจกรรมและผลงานของ สสวท.
3. เสนอความก้าวหน้าของวิทยาการในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาของชาติให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจากครูและผู้สนใจทั่วไป

เจ้าของ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย
กรุงเทพมหานคร 10110
โทร. 0-2392-4021 ต่อ 3307

สารบัญ

รอบรู้วิทย์

รอบรู้คณิต



รอบรู้เทคโนโลยี

การเรียนกระตุ้นความคิด

นานาสาระและข่าวสาร

ลินีนาฎ ทาบึงกาฬ • ผู้ชำนาญ ฝ่ายยุทธศาสตร์ แผน และประกันคุณภาพ สสวท. • e-mail: schan@ipst.ac.th

จับตามองนโยบาย ผู้บริหารยุคใหม่ไฟแรง สสวท. – สช. ขับเคลื่อนเพื่อยกระดับคุณภาพโรงเรียนเอกชนทั่วไทย

สสวท. กับ สช. ร่วมกันสร้างมิติใหม่ เพื่อยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) อย่างเป็นระบบ และมุ่งให้เห็นผลชัดเจนอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น ภายใต้ความร่วมมือในโครงการต่าง ๆ ตามแนวทาง สสวท.

ในปี พ.ศ. 2561 มีการเปลี่ยนผ่านผู้บริหารสูงสุดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์ เข้ามารับตำแหน่งผู้อำนวยการ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2561 สำหรับผู้บริหารสูงสุดของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) ซึ่งมีนายชลำ อรรถธรรม ที่ได้รับการแต่งตั้งจากคณะรัฐมนตรีเมื่อเดือนกันยายน 2561 ให้ดำรงตำแหน่งเลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

จุดเริ่มต้นของการดำเนินงานร่วมกันในปีงบประมาณ 2562 ภายใต้การนำของผู้บริหารใหม่ของทั้งสองหน่วยงาน เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ.2561 โดย สสวท. และ สช. ได้จัดประชุมหารือเรื่องแนวทางการดำเนินงานร่วมกัน เพื่อสร้างมิติใหม่ของการยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในโรงเรียนเอกชนอย่างเป็นระบบ และมุ่งให้เห็นผลชัดเจนอย่างเป็นรูปธรรม ภายใต้ความร่วมมือในโครงการต่าง ๆ ตามแนวทาง สสวท.

ที่มา http://www.moe.go.th/mobile1/viewNews.php?nCatId=news2&moe_mod_news_ID=51809

นายชลำ อรรถธรรม เลขาธิการ กช. เปิดเผยว่า สำนักงานการศึกษาเอกชนมีจำนวนโรงเรียนในระบบมากกว่าห้าพันโรงเรียน และยังมีโรงเรียนนอกระบบอีกจำนวนหนึ่ง เช่น โรงเรียนสอนอาชีพ โรงเรียนสอนศาสนา โรงเรียนขององค์กรสาธารณะเพื่อการกุศล ทั้งนี้สภาพแวดล้อมและทรัพยากรของแต่ละโรงเรียนยังมีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา โดยจะทำงานร่วมกับ สสวท. ในการนำนวัตกรรมและกระบวนการมาพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนเอกชน รวมถึงทำการศึกษาวิเคราะห์บริบท สภาพปัญหา และความต้องการของโรงเรียนในแต่ละพื้นที่ โดยมีศึกษาธิการและศึกษานิเทศก์ของจังหวัดร่วมเป็นศูนย์กลางการดำเนินงาน

นายพรชัย อินทร์ฉาย รองผู้อำนวยการ สสวท. กล่าวว่า ในปีงบประมาณ 2562 ถึง 2564 ผู้อำนวยการ สสวท. ได้ให้นโยบายในการทำงานเชิงรุก โดย สสวท. จะต้องดำเนินการไปด้วยกันกับหน่วยงานต้นสังกัด ซึ่งความร่วมมือเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในโรงเรียนของ สช. ยังคงดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ในอดีตที่ผ่านมามีหลายโครงการที่ สสวท. ได้เข้าไปส่งเสริมศักยภาพ และยกระดับการศึกษาให้แก่โรงเรียนในสังกัด สช. ได้อย่างเป็นระบบ เช่น สะเต็มศึกษา ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ โรงเรียนคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. การวัดและประเมินผล PISA ที่จะสร้างเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อคัดกรองและส่งต่อนักเรียนเข้าสู่มหาวิทยาลัย หรือขอรับทุนการศึกษา

ที่มา http://www.acnews.net/detailnews.php?news_id=N255601733

โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ สสวท. มีโรงเรียนในสังกัด สช. เข้าร่วมโครงการรุ่นที่ 1 จำนวน 42 โรงเรียน รวมทั้งได้ดำเนินงานในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมาตั้งแต่ปีงบประมาณ 2560 ในอนาคตจะมีการรับสมัครโรงเรียนในสังกัด สช. เข้าร่วมโครงการรุ่นที่ 2 ซึ่งได้ขยายจำนวนเพิ่มเป็น 100 โรงเรียน ในปีงบประมาณ 2562 นอกจากนั้นยังได้จัดการอบรมครูด้านสะเต็มศึกษาตามหลักสูตร สสวท. โดยใช้วิธีทางไกลผ่านดาวเทียม ซึ่งได้มีสัญญาความร่วมมือกันจนถึงปีงบประมาณ 2562 และ สช. ได้จัดการอบรมทางตรงขยายผลต่อยอดเพิ่มเติมให้แก่ครูในสังกัดไปแล้วด้วย

ล่าสุดโครงการโรงเรียนคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. มีโรงเรียนในสังกัด สช. ได้รับคัดเลือกให้เข้าร่วมโครงการรุ่นที่ 1 จำนวน 115 โรงเรียน และในอนาคตจะมีโรงเรียนเข้าร่วมในรุ่นที่ 2 เพิ่มอีกจำนวนหนึ่งด้วย ซึ่งเป้าหมายของโครงการนี้คือ ประสงค์จะให้มีโรงเรียนคุณภาพในทุกอำเภอ เพื่อที่นักเรียนจะได้ไม่ต้องย้ายเข้ามาเรียนในโรงเรียนใหญ่ในตัวจังหวัด หรือในเมืองใหญ่ โดยโครงการนี้จะเน้นหนุนเสริมด้านวิชาการเพื่อปรับการเรียนและเปลี่ยนการสอน ให้มีกระบวนการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น ภายใต้การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ หนุนเสริมในสิ่งที่มีอยู่แล้ว เสริมการบริหารจัดการเพื่อยกระดับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้ดีขึ้น โดยไม่ได้เปิดรายวิชาเพิ่มหรือจัดชั้นเรียนพิเศษขึ้นมาให้เป็นภาระแก่ครูและนักเรียนแต่อย่างใด

นอกจากนั้น ประเด็นใหม่ที่น่าจับตามอง คือ การร่วมมือกันผลักดันให้โรงเรียนในสังกัด สช. ที่มีศักยภาพสูงสามารถร่วมเป็นศูนย์โอลิมปิกวิชาการ สอวน. รวมทั้งการให้ความรู้ ความเข้าใจ และความร่วมมือกับโรงเรียนกวดวิชาและบริษัทเอกชน ให้มีการสอนทักษะกระบวนการ ทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อย่างมีกระบวนการถูกต้องตามแนวทางของสสวท.

แนวคิดคลาดเคลื่อนกับ การพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิดคลาดเคลื่อนกับความรู้พื้นฐานของผู้สอน

แนวคิดคลาดเคลื่อน (Misconception) กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ถูกกล่าวถึงและเชื่อมโยงกันมาเป็นเวลานานแล้ว นักการศึกษาหลายท่านได้ผนวกความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนว่า เป็นส่วนหนึ่งของความรู้พื้นฐานที่ครูผู้สอนควรจะมี เพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดีและเหมาะสม เช่น Magnusson และคณะ (1999) ได้จำแนกความรู้ด้านเนื้อหาผสานวิธีสอนหรือ Pedagogical Content Knowledge (PCK) ในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มี 5 องค์ประกอบ หนึ่งในนั้นคือความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดว่า ครูผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจความแตกต่างของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ประสบการณ์เดิม และแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูผู้สอนต้องพิจารณา ทั้งในช่วงเวลาก่อนสอน ขณะสอน และหลังการสอน เพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้อย่างสมบูรณ์และลึกซึ้ง

นอกจากนี้สภาวิจัยแห่งชาติ (National Reseach Council (NRC)) ได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ในเนื้อหาของหนังสือ Science Teaching Reconsidered: A Handbook ในหัวข้อที่กล่าวถึงแนวคิดคลาดเคลื่อน คือ “Misconceptions as Barriers to Understanding Science” (NRC, 1997) โดยได้อภิปรายประเภทของแนวคิดคลาดเคลื่อนในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ประเภทของแนวคิดคลาดเคลื่อน

แนวคิดคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจะมีความแตกต่างกันเพียงใด ขึ้นกับเนื้อหาและระดับการเรียนของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นมักมีความคิดคลาดเคลื่อนว่า หัวใจผลิตเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สาเหตุส่วนหนึ่งเป็นเพราะนักเรียนรับรู้เกี่ยวกับการทำงานของหัวใจโดยผ่านภาพ และจินตนาการของตนเอง หรือเลือดด้านใดด้านหนึ่งของร่างกายเป็นเลือดดี ส่วนด้านตรงข้ามเป็นเลือดเสีย ดังภาพ 1 หรืออาจได้รับข้อมูลจากผู้สอนและผู้ปกครองว่า หัวใจสูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย แนวคิดดังกล่าวนี้ ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขจะทำให้เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ในที่สุด

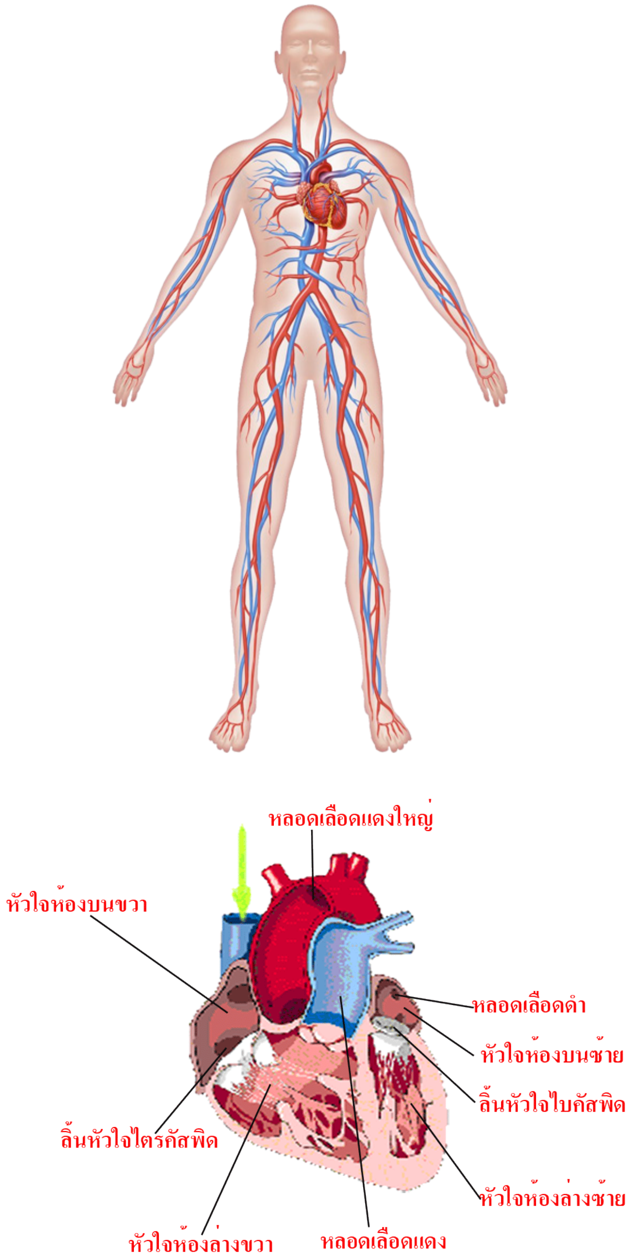
หากผู้สอนไม่คำนึงหรือละเลยเรื่องนี้จะส่งผลต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของความคิดที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาและวิจัยได้พบว่า แนวคิดคลาดเคลื่อนในทางวิทยาศาสตร์มีหลายประเภท บางประเภทเมื่อผู้เรียนมีอายุมากขึ้นแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นอาจจะหายไปเอง เมื่อผู้เรียนสามารถคิดได้ซับซ้อนยิ่งขึ้น แต่บางประเภทไม่ส่งผลต่อการเรียนรู้ในระยะยาว แนวคิดคลาดเคลื่อนจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) แนวคิดคลาดเคลื่อนที่มาจากประสบการณ์เดิม (Preconceived Notion) เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบได้บ่อยครั้ง เพราะมีรากฐานมาจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น หลายคนเชื่อว่าน้ำใต้ดินจะไหลในลักษณะเดียวกับน้ำในแม่น้ำหรือลำธารบนผิวดิน เพราะผู้เรียนสังเกตจากน้ำที่ไหลบนผิวโลกว่าเป็นแบบนั้น

2) แนวคิดคลาดเคลื่อนจากความเชื่อที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ (Nonscientific Belief) เป็นแนวคิดที่ดูเหมือนจะเกี่ยวข้องกับความรู้วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงแนวคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล จึงเรียกว่า วิทยาศาสตร์เทียม (Psudo-Science) แนวคิดคลาดเคลื่อนประเภทนี้มักเกิดจากสถานการณ์นอกห้องเรียน เช่น เรื่องเล้นลับ เรื่องเหนือธรรมชาติ โดยที่เรื่องเหล่านั้นไม่ได้เชื่อมโยงหรือได้รับคำอธิบายโดยหลักการวิทยาศาสตร์ใด เพียงแต่เป็นเรื่องการเชื่อตาม ๆ กันมา ความเชื่อแบบนี้ในบางครั้งอาจส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระยะยาวได้เช่นกัน

3) แนวคิดคลาดเคลื่อนในข้อเท็จจริง (Factual Misconception) เป็นแนวคิดที่เกิดจากการได้รับข้อมูลที่ผิดพลาด โดยมากมักเกิดในวัยเด็ก ซึ่งผู้เรียนมิได้มีโอกาสใช้องค์ความรู้ดังกล่าว จนกระทั่งเมื่อเติบโตขึ้น และมีเหตุการณ์ที่ต้องใช้แนวคิดดังกล่าวในการอธิบายเรื่องต่าง ๆ โดยทั่วไปผู้เรียนจะรับรู้ได้ด้วยตนเองว่า ความรู้ดังกล่าวไม่สมเหตุสมผล ก็จะปรับความคิดได้ในที่สุด ตัวอย่างเช่น ฟ้าจะไม่ผ่าที่เดิมซ้ำสองครั้ง ซึ่งโดยทั่วไปแนวคิดคลาดเคลื่อนนี้จะแฝงอยู่ในระบบความเชื่อ แต่ไม่มีผลมากต่อการเรียนรู้

แนวคิดคลาดเคลื่อนที่กล่าวมาข้างต้น เป็นแนวความคิดที่มีมาก่อนของผู้เรียน ซึ่งมักมาจากคนรอบตัวและสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ส่วนอีก 2 ข้อต่อไปนี้จะกล่าวถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ถูกระบุว่ามักเกิดในโรงเรียน



ภาพ 1 ระบบหมุนเวียนเลือดและหัวใจที่มักนำเสนอในสื่อการสอน

ภาพ 2 ขณะเกิดฟ้าผ่า
ที่มา http://www.newtv.co.th/news/23175

4) **แนวคิดคลาดเคลื่อนที่เกิดจากภาษา (Vernacular Misconception)** เป็นแนวคิดที่พบได้บ่อยในโรงเรียน เพราะส่วนมากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จะอธิบายโดยใช้คำศัพท์ทางวิชาการที่เป็นภาษาสากลหรือเป็นคำเทคนิค (Technical Term) ซึ่งเมื่อแปลเป็นภาษาไทยอาจทำให้เกิดความสับสน เช่น คำว่า Dissolution ที่หมายความว่า กระบวนการเกิดสารละลายหรือการละลาย นักเรียนหลายคนจะสับสนกับคำว่า Melting ที่หมายความว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สารสถานะของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว โดยในภาษาพูดเรามักเรียกการหลอมเหลวของน้ำแข็งว่า น้ำแข็งละลาย อย่างไรก็ตาม แนวคิดคลาดเคลื่อนประเภทนี้ มักไม่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในระยะยาว แต่จะเป็นปัญหาในการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือในระหว่างผู้เรียนด้วยกันมากกว่า

ภาพ 3 การหลอมเหลวของน้ำแข็ง

5) **แนวคิดคลาดเคลื่อนจากความเข้าใจผิด (Conceptual Misunderstanding)** เป็นแนวคิดที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ได้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบหรือเกิดจากความขัดแย้งใหม่กับแนวคิดคลาดเคลื่อนเดิมของผู้เรียน จนทำให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายที่คลาดเคลื่อนไปจากความจริง เพราะดูง่ายและชัดเจนกว่า ตัวอย่างเช่น นักเรียนประถมศึกษาส่วนมากมักเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าดวงอาทิตย์โคจรรอบโลก เพราะว่าสังเกต และมีการสร้างความเข้าใจก่อนหน้านี้ คือ ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกของพื้นที่เสมอ และเคลื่อนที่รอบโลก หากผู้สอนจัดการเรียนรู้เรื่องนี้โดยไม่พยายามสำรวจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความขัดแย้งของแนวความคิดเดิมกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การใช้แบบจำลอง หรือข้อมูลภาพถ่ายจากอวกาศ ผลก็คือผู้เรียนมักสร้างแนวคิดคลาดเคลื่อนจากฐานแนวคิดคลาดเคลื่อนเดิม ซึ่งเข้าใจได้ง่ายกว่าในมุมของผู้เรียน

แนวปฏิบัติในการช่วยผู้เรียนให้ปรับแนวคิดคลาดเคลื่อน

ในการช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือหลีกเลี่ยงการสร้างแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ครูสามารถใช้แนวปฏิบัติ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ผู้สอนควรคาดคะเนหรือศึกษาล่วงหน้า เกี่ยวกับแนวคิดคลาดเคลื่อนที่มักพบได้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการระบุแนวคิดคลาดเคลื่อนที่อาจจะพบได้
- ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนและอภิปรายแนวความคิดของตนเองกับคนอื่น โดยอ้างอิงจากหลักฐานหรือข้อมูลที่นำมาอธิบายแนวความคิด
- ผู้สอนควรคำนึงและพิจารณาวิธีการ กลยุทธ์หรือกลวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะแก้ไข หรือช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่มักจะคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง
- ผู้สอนควรสร้างโอกาสในการทบทวนแนวความคิดที่มักคลาดเคลื่อนอย่างสม่ำเสมอ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถาม การให้ผู้เรียนเขียนตอบแนวคิดในสถานการณ์อื่น
- ผู้สอนควรทดสอบแนวคิดของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องนั้นผ่านไประยะหนึ่ง

แนวคิดคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อความเข้าใจและการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งในแง่มุมของการพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้ ถ้าผู้สร้างสรรค์สื่อมีองค์ความรู้เรื่องความเข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนในเชิงลึก และจำเพาะต่อบริบทของประเทศ ก็จะทำให้ผู้สอนและผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุด

ในลำดับต่อไปจะนำเสนอกระบวนการในการนำองค์ความรู้ทั้งสองส่วนมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อการจัดการเรียนรู้ และการนำไปปรับใช้ในชั้นเรียน

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสู่การพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้

ในส่วนนี้จะอ้างอิงตัวอย่างการออกแบบ และพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้จาก หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ของ สสวท. เพื่อแสดงการเชื่อมโยงทฤษฎี แนวปฏิบัติเกี่ยวกับแนวคิดคลาดเคลื่อนกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน และมีตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้พัฒนาแนวคิดที่ถูกต้องของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

1) ทบทวนความรู้ก่อนเรียน เป็นแนวทางที่เปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนว่า ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนต่อไปอย่างไร ซึ่งถ้าพบว่าผู้เรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ผู้สอนก็ควรอธิบายเพิ่มเติม ดังตัวอย่างในภาพ 4 ซึ่งใช้คำถามว่า “สิ่งมีชีวิตในภาพมีกี่กลุ่ม อะไรบ้าง”

คำถามนี้เป็นการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว และตรวจสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนไปพร้อมกัน

ทบทวนความรู้ก่อนเรียน

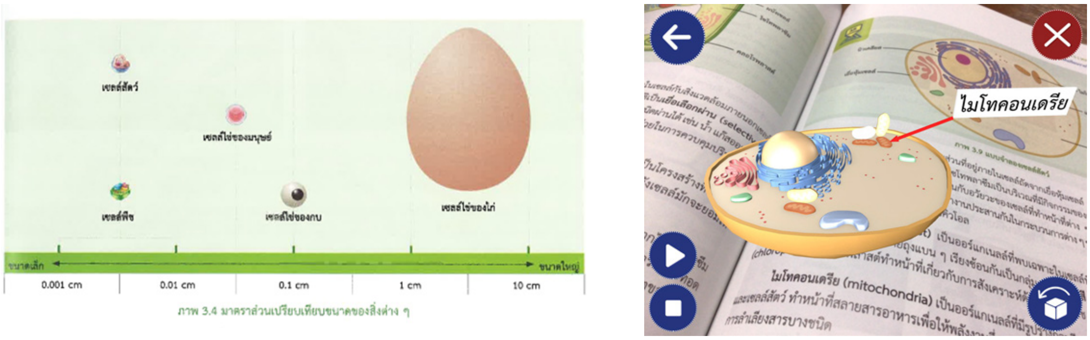
1. สิ่งมีชีวิตในภาพมีกี่กลุ่ม อะไรบ้าง
2. ถ้าต้องการสังเกตครีบปลาให้ชัดเจนยิ่งขึ้นจะใช้เครื่องมืออะไร

รู้อะไรบ้างก่อนเรียน เขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์และเซลล์

ภาพ 4 ตัวอย่างแนวทางการทบทวนความรู้ก่อนเรียนในหนังสือเรียน สสวท.

2) รู้อะไรบ้างก่อนเรียน เมื่อทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว ผู้สอนสามารถตรวจสอบความรู้เดิม และตรวจสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนเบื้องต้นที่มาพร้อมกับประสบการณ์เดิม แต่ยังไม่ต้องปรับแก้ในทันที โดยอาจจะรอให้เรียนผ่านกิจกรรมทั้งหมดก่อน และควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสกลับมาพิจารณาอีกครั้ง ดังนั้น ผู้สอนควรเก็บคำตอบในเบื้องต้นของผู้เรียนไว้ ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียน เขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์และเซลล์ ดังในภาพ 4

3) ภาพประกอบ ตามปกติหนังสือเรียนจะมีภาพประกอบเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และถ้าผู้ที่เขียนหนังสือเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องแนวคิดคลาดเคลื่อน จะสามารถสร้างภาพหรือสื่อประกอบที่สามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนนั้นได้ ดังตัวอย่างในภาพ 5 จะเห็นได้ว่า ภาพด้านซ้ายมีการเปรียบเทียบขนาดของเซลล์แต่ละชนิด เพื่อช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ว่า เซลล์ทุกเซลล์มีขนาดเท่ากัน ส่วนภาพด้านขวามีการแสดงภาพที่มีสื่อ AR (Augmented Reality) ที่สามารถแสดงภาพเสมือนจริงสามมิติ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับเซลล์ที่มักเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เซลล์มีรูปทรงสองมิติ ในความเป็นจริงเซลล์มีรูปทรงสามมิติ



ภาพ 5 การเปรียบเทียบขนาดของเซลล์แต่ละชนิด (ซ้าย) และภาพสื่อ AR (ขวา)

4) **ตรวจสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน** ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนเกี่ยวกับแนวคิดหลักของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้มาอย่างสม่ำเสมอ สามารถใช้วิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ คือ การตั้งคำถามกระตุ้นขณะเรียน ซึ่งในหนังสือเรียน สสวท. ได้มีการนำเสนอคำถามแทรกระหว่างเรียน นอกจากนั้นยังมีการตรวจสอบตนเองโดยให้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ดังตัวอย่างในภาพ 6 เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว พร้อมกันนั้นผู้สอนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์เดิม (รู้อะไรบ้างก่อนเรียน) ซึ่งอาจจะยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน จึงเป็นการสร้างโอกาสในการย้ำทวนแนวคิดที่ถูกต้อง และเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ตรวจสอบแนวคิดที่ยังคลาดเคลื่อนอยู่ เพื่อให้สามารถปรับและพัฒนาได้ต่อไป

ตรวจสอบตนเอง

เขียนบรรยาย วาดภาพ หรือเขียนผังมโนทัศน์สิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนนี้

ภาพ 6 ตัวอย่างกิจกรรมเพื่อการตรวจสอบตนเอง

อย่างไรก็ตาม วิธีการนำเสนอของหนังสือเรียนเป็นเพียงเครื่องมือ หรือแนวทางหนึ่ง ในการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องตามเจตนารมณ์ของการศึกษา ตัวอย่างที่แสดงเป็นเพียงแนวปฏิบัติหนึ่งในหลายวิธีที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ในการตรวจสอบและแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียน และสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม ผู้สอนควรแสวงหาแนวทางอื่น ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์และผสมผสานให้เหมาะกับบริบทของสถานศึกษา สภาพชั้นเรียน และนักเรียนของตนเองเป็นสำคัญ

บรรณานุกรม

Magnusson, S., Krajcik, J., and Borko, H. (1999). *Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching*. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (ed.), Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education, 95-132. Boston: Kluwer.

National Research Council (NRC). (1997). *Science Teaching Reconsidered: A Handbook.* Washington, DC: The National Academies Press.

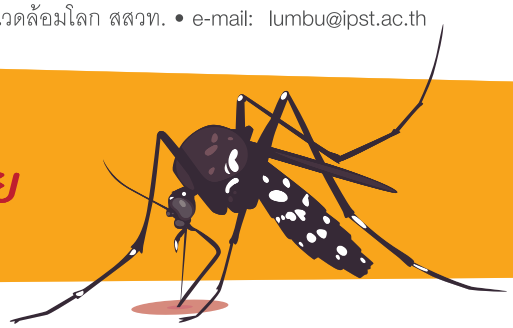
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.

 ลลิดา อ่ำบัว • นักวิชาการ โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สสวท. • e-mail: lumbu@ipst.ac.th

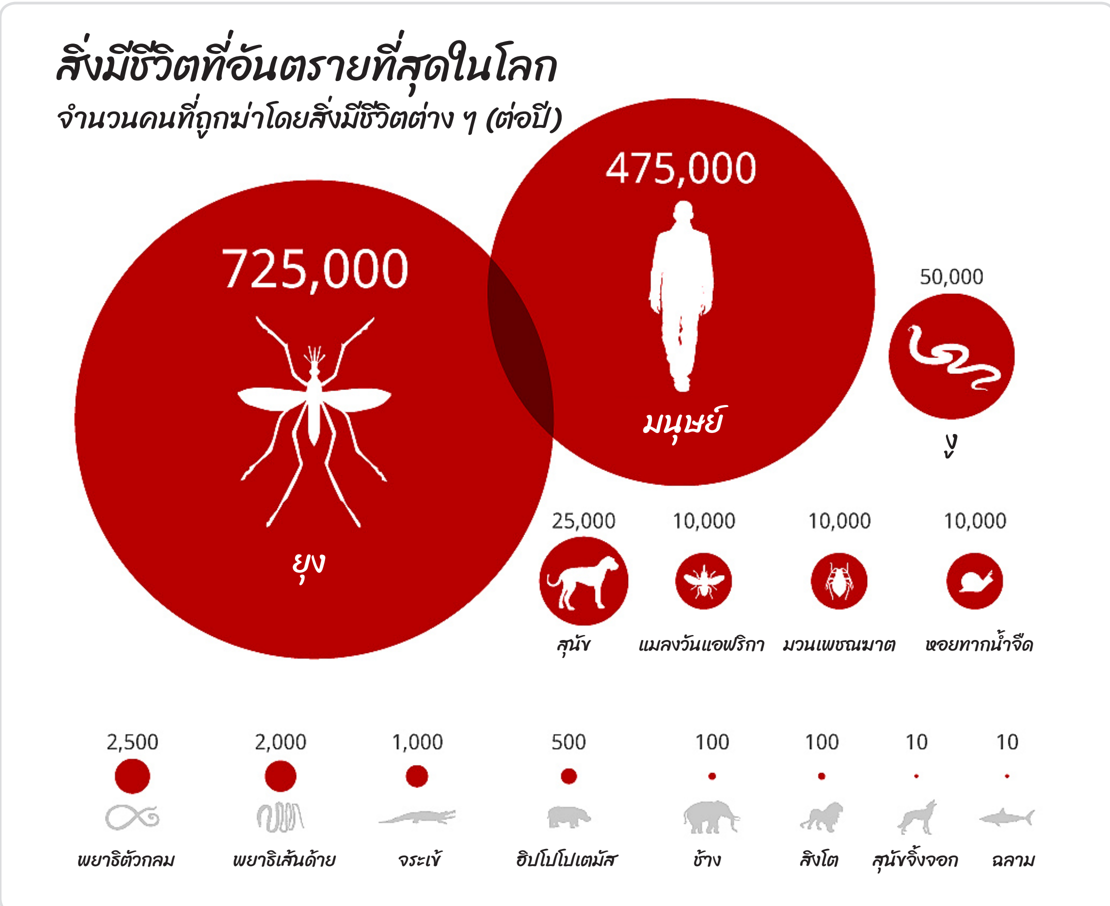
ข้อมูลเพิ่มเติม

http://bit.ly/215-v2

กิจกรรมเรื่อง นักสืบยุงร้าย



ยุงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก แต่น่ากลัวยิ่งกว่าฉลาม จากสถิติของปี 2560 ดังภาพ 1 แสดงว่าในหนึ่งปี ยุงสามารถคร่าชีวิตคนไปถึง 725,000 คน ส่วนจระเข้คร่าชีวิตคนไป 1,000 คน แต่ฉลามนั้นคร่าชีวิตคนไปเพียง 10 คน ข้อมูลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตที่คนส่วนใหญ่กลัว เช่น จระเข้ และฉลามไม่ได้ฆ่าคนไปมากอย่างที่คิด แต่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่พบเห็นได้ทั่วไปแทบทุกแห่ง สามารถทำให้คนตายได้ปีละหลายแสนคน เมื่อฆาตกรอยู่ใกล้ตัวเราขนาดนี้ จึงจำเป็นต้องเรียนรู้วิธีป้องกันและเตรียมตัวรับมือกับฆาตกรตัวจิ๋วเหล่านี้



ภาพ 1 สถิติปี พ.ศ. 2560 แสดงจำนวนการเสียชีวิตของมนุษย์ที่เกิดจากสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในระยะเวลาหนึ่งปี
ที่มา https://www.statista.com/chart/2203/the-worlds-deadliest-animals/

ยุงที่พบในโลกมีมากกว่า 4,000 สายพันธุ์ แต่ที่มีความสำคัญและสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทยมี 3 สายพันธุ์หลัก คือ ยุงลาย ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญ ซึ่งทั้ง 3 ชนิดเป็นพาหนะนำโรคที่แตกต่างกัน เช่น **ยุงลาย** เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก โรคไข้ซิกา และโรคชิคุนกุนยา **ยุงก้นปล่อง** เป็นพาหะนำโรคมาลาเรีย และ**ยุงรำคาญ** เป็นพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบ โรคเท้าช้าง

ทราบหรือไม่ว่า ยุงเพศใดถ่ายทอดเชื้อโรคสู่มนุษย์ได้

การถ่ายทอดเชื้อโรคจากยุงสู่มนุษย์ เกิดจากยุงที่มีเชื้อในตัว หรือเป็นพาหะนำโรคไปดูดเลือดมนุษย์ ยุงที่ดูดเลือดมนุษย์เป็นยุงเพศเมีย ส่วนยุงเพศผู้จะดูดน้ำหวานจากดอกไม้เท่านั้น

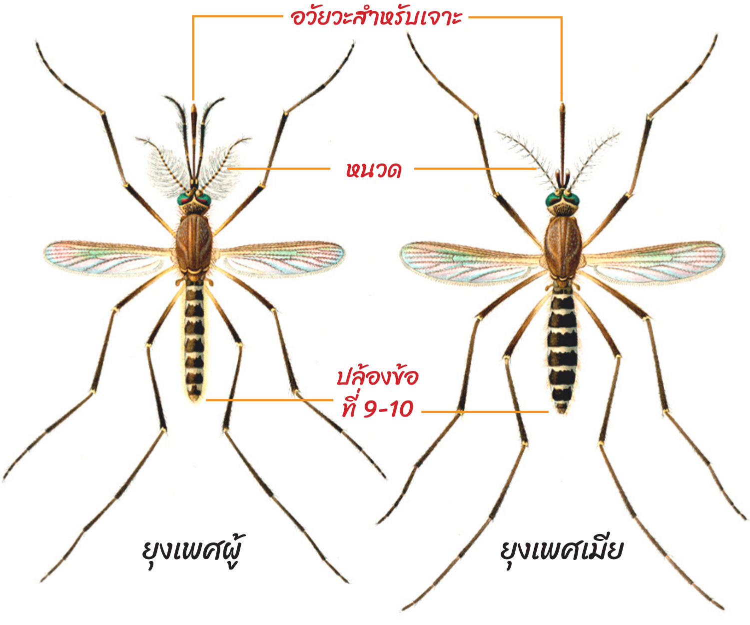
โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโลก สสวท. ได้จัดกิจกรรมเรื่อง "นักสืบยุงร้าย" ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2561 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี เพื่อให้เยาวชนได้เรียนรู้และตระหนักถึงโรคที่มียุงเป็นพาหะ โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 กิจกรรมคือ

1. การรู้จักเพศของยุง
2. วัฏจักรชีวิตของยุง
3. คู่มือการจำแนกยุง

กิจกรรมที่ 1 การรู้จักเพศของยุง

กิจกรรมนี้มีตัวต่อจิ๊กซอร์ภาพยุงจำนวน 18 ชิ้นเป็นสื่อการเรียนรู้ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมนำตัวต่อมาประกอบให้เป็นภาพยุงเพศผู้และยุงเพศเมียได้อย่างถูกต้อง และสามารถเปรียบเทียบและระบุความแตกต่างของยุงเพศผู้และยุงเพศเมียได้ โดยยุงเพศผู้และยุงเพศเมียมีความแตกต่างกันดังนี้

1. **ส่วนหัว** มีรายละเอียดที่สังเกตได้คือ
   1.1 หนวดของยุงเพศเมียจะมีขนสั้นและไม่หนาแน่น เรียกว่า Pilose Antenna ส่วนยุงเพศผู้ หนวดขนจะยาวและเป็นพุ่ม เรียกว่า Plumose Antenna
   1.2 อวัยวะสำหรับเจาะของยุงเพศเมียมีลักษณะเป็นแท่งเรียวยาวคล้ายเข็มแทงดูดเลือด ส่วนของยุงเพศผู้มีลักษณะเป็นแท่งเรียวยาว แต่กลวงคล้ายหลอดดูดน้ำสำหรับแทงดูดน้ำหวาน
2. **ส่วนท้อง** มีลักษณะเป็นข้อปล้อง ประมาณ 10 ปล้อง โดยปล้องข้อที่ 9 - 10 จะเป็นอวัยวะเพศของยุง ดังภาพ 2



ภาพ 2 ภาพยุงเพศผู้และยุงเพศเมีย
ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Culex_quinquefasciatus

ภาพ 3 กิจกรรมรู้จักเพศของยุง

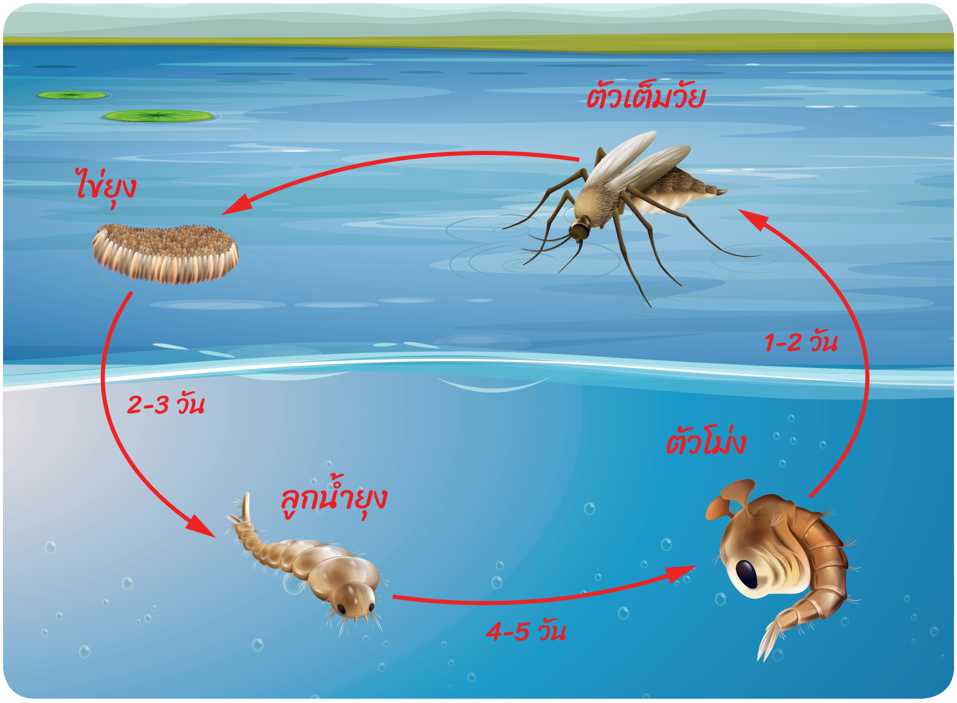
กิจกรรมที่ 2 วัฏจักรชีวิตของยุง

ใช้สื่อดังนี้

1. ใบความรู้เรื่องวัฏจักรชีวิตของยุง
2. บัตรภาพวัฏจักรชีวิตของยุง

กิจกรรมนี้จะเริ่มจากการศึกษาใบความรู้เรื่องวัฏจักรชีวิตของยุง 3 ชนิด จากนั้นนำความรู้ที่ได้มาจัดเรียงบัตรภาพให้ถูกต้องตามวัฏจักรชีวิตของยุงแต่ละชนิดโดยใช้เวลาน้อยที่สุดซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมควรสามารถระบุและเปรียบเทียบความแตกต่างของวัฏจักรชีวิตยุงแต่ละชนิดได้

จากใบความรู้ทำให้ทราบว่า วัฏจักรชีวิตของยุงเป็นแบบสมบูรณ์ (Complete Metamorphosis หรือ Holometabola) ซึ่งหมายถึงการเจริญเติบโตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละระยะแตกต่างกัน โดยแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะลูกน้ำ ระยะตัวโม่ง และระยะตัวเต็มวัย ดังภาพ 4



ภาพ 4 วัฏจักรชีวิตของยุง

นอกจากนี้ ยังทำให้ทราบว่าการเจริญเติบโตของยุงแต่ละชนิด ในแต่ระยะก็มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ

1. ระยะไข่

- **ไข่ของยุงก้นปล่อง** เป็นใบเดี่ยว ๆ รูปวงรีคล้ายเม็ดข้าวสาร มีสีดำ และมีฟองน้ำสีขาวล้อมรอบเพื่อช่วยให้ไข่ลอยบนผิวน้ำได้

- **ไข่ของยุงลาย** เป็นใบเดี่ยวสีดำ รูปวงรีคล้ายเม็ดข้าวสาร ลอยตามขอบเหนือระดับน้ำ

- **ไข่ของยุงรำคาญ** มีลักษณะติดกันเป็นแพ รูปวงรีเรียว สีเทา

ที่มา ภาพไข่ยุง โดย ดร. อภิวัฏ ธวัชสิน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

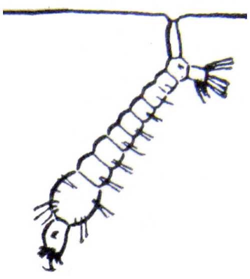
ทั้งนี้ยุงตัวเมียสามารถวางไข่ได้ถึง 50 - 150 ฟองต่อครั้ง และสามารถวางไข่ได้ตลอดชีวิต

2. ระยะลูกน้ำ

ลูกน้ำยุงจะลอยตัวขึ้นมาหายใจบนผิวน้ำ โดยมีท่อสำหรับหายใจที่เรียกว่า ไซฟอน ลูกน้ำของยุงแต่ละชนิดอาศัยอยู่ในน้ำต่างชนิดกัน ท่อหายใจจึงมีขนาดแตกต่างกัน

- **ยุงก้นปล่อง** ชอบวางไข่ในน้ำตื้นที่สะอาด ลูกน้ำไม่มีไซฟอนสำหรับหายใจ แต่วางตัวขนานไปกับผิวน้ำ เพื่อให้สามารถรับอากาศได้

- **ยุงลาย** ชอบวางไข่ในน้ำนิ่งและใส เช่น น้ำในแจกัน โอ่ง บ่อซีเมนต์ อ่างบัว กระถางต้นไม้ ลูกน้ำมีไซฟอนสั้น และวางตัวเอียงทำมุมประมาณ 45 องศากับผิวน้ำ



ที่มา http://fwfx.info/aedes-mosquito-pupa.html

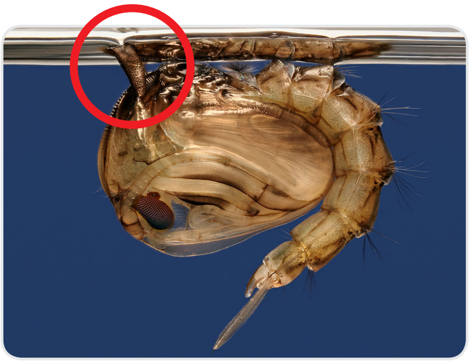
- **ยุงรำคาญ** ชอบวางไข่ในน้ำสกปรก และน้ำในท่อระบายน้ำ ลูกน้ำมีไซฟอนยาว และวางตัวเอียงทำมุมประมาณ 45 องศากับผิวน้ำ

ที่มา http://crazywidow.info/11/5173719-aedes-mosquito-larvae.html

ในระยะนี้ลูกน้ำจะกินอาหารจุเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต โดยจะลอกคราบประมาณ 4-5 ครั้ง แล้วจึงพัฒนาเป็นตัวโม่ง

3. ระยะตัวโม่ง

ตัวโม่งมีลักษณะรูปร่างคล้ายจุลภาค ระยะนี้ตัวโม่งจะหยุดกินอาหาร เพื่อเตรียมตัวลอกคราบเป็นยุงตัวเต็มวัย แต่ยังต้องการอากาศในการหายใจผ่านทางท่อหายใจหนึ่งคู่ในบริเวณส่วนหัว เรียกว่า ทรัมเปต (Trumpet) ดังภาพ 5



ภาพ 5 ตัวโม่ง
ที่มา http://fwfx.info/aedes-mosquito-pupa.html

ถ้าสังเกตด้วยตาเปล่าจะพบว่า ตัวโม่งส่วนใหญ่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน แต่ก็สามารถแยกความแตกต่างตัวโม่งของยุงแต่ละชนิดได้จากพื้นที่ที่สัมผัสผิวน้ำ ดังนี้

- **ตัวโม่งยุงก้นปล่อง**
  มีพื้นที่ผิวสัมผัสของลำตัวกับผิวน้ำมาก
- **ตัวโม่งยุงลาย**
  มีพื้นที่ผิวสัมผัสของลำตัวกับผิวน้ำในระดับปานกลาง
- **ตัวโม่งยุงรำคาญ**
  มีพื้นที่ผิวสัมผัสของลำตัวกับผิวน้ำในระดับน้อย

เมื่อตัวโม่งเจริญเต็มที่มันจะลอยนิ่ง ๆ อยู่กับที่ หลังจากนั้นเปลือกหุ้มบริเวณส่วนหัวของตัวโม่งจะเริ่มปริออก ตัวยุงที่อยู่ภายในจะค่อย ๆ ดันตัวออกมา ขณะที่ตัวยุงโผล่พ้นเปลือกตัวโม่งเกือบหมดเหลือเฉพาะส่วนขา มันจะเริ่มคลี่ปีกออก เมื่อปลายขาหลุดออกมาหมดก็จะเกาะอยู่บนผิวน้ำหรือบริเวณใกล้เคียงประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ปีกแข็งแรงเพียงพอที่จะบินได้

4. ยุงตัวเต็มวัย

ยุงแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันดังนี้

ยุงก้นปล่อง เป็นยุงที่พบมากในเขตป่า ลำตัวเป็นสีน้ำตาล ปีกมีเกล็ดสี ยุงชนิดนี้ขณะเกาะพัก ลำตัวและส่วนท้องของยุงทำมุมกับสิ่งที่เกาะ เช่น พื้นผนัง ประมาณ 45 องศา ออกหากินในเวลาพลบค่ำ

ยุงลาย เป็นยุงที่พบมากในบ้านเรือนทั่วไป มีลำตัว ส่วนหัว และส่วนอกสีดำสลับขาว ปากมีลักษณะแหลมยาว ออกหากินในเวลากลางวัน

ยุงรำคาญ เป็นยุงที่พบได้บ่อยในบ้านเรือนทั่วไปเช่นเดียวกับยุงลาย ลำตัวมีสีน้ำตาล ปีกใส ออกหากินในเวลากลางคืน

ที่มา http://www.mfactors.co.th/news/4-ยุงพันธุ์ดุ-พาหะนำโรคร/

ภาพ 6 กิจกรรมเรียงบัตรภาพวัฏจักรชีวิตของยุงชนิดต่าง ๆ

กิจกรรมที่ 3 คู่มือการจำแนกยุง

1. แผ่นคู่มือการจำแนกชนิดของยุง
2. สติ๊กเกอร์รูปภาพระยะต่าง ๆ ของยุง จำนวน 12 ภาพ

ภาพ 7 กิจกรรมคู่มือการจำแนกยุง

ภาพ 8 ผลงานคู่มือการจำแนกชนิดของยุง

เมื่อทุกคนรู้จักยุงแล้ว สิ่งที่ต้องทำหลังจากนี้คือ การกำจัดยุงร้ายให้หมดไป โดยยุงจะเป็นยุงร้ายในช่วงตัวเต็มวัย เมื่อยุงซึ่งเป็นพาหะนำโรคไปดูดเลือดคน จะทำให้คนนั้นได้รับเชื้อและป่วยเป็นโรคได้ ดังนั้นการกำจัดยุงจึงต้องลงมือปฏิบัติการตั้งแต่ระยะแรกของชีวิตยุง โดยเริ่มด้วยการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุงด้วยการปิดฝาภาชนะที่มีน้ำขัง เพื่อไม่ให้ยุงเข้าไปวางไข่ เปลี่ยนน้ำในภาชนะที่ไม่มีฝาปิด เลี้ยงปลาในอ่างบัว ปรับปรุงสภาพแวดล้อมบริเวณบ้านให้สะอาด ปราศจากเศษวัสดุที่ทำให้น้ำขังได้ เช่น กาบใบปาล์ม กะลามะพร้าว หรือพยายามกำจัดขณะยุงเป็นตัวเต็มวัย รวมทั้งป้องกันตัวเองจากการถูกยุงกัด เช่น สวมใส่เสื้อผ้าที่ปกปิดมิดชิด กางมุ้งขณะนอน และใช้สารเคมีไล่ยุง

จากกิจกรรมนักสืบยุงร้ายนี้ พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้รับความรู้และความสนุกสนานจากการใช้สื่อ อุปกรณ์ต่าง ๆ หากครูผู้สอนท่านใดนำกิจกรรมนี้ไปใช้ในห้องเรียนแล้ว สามารถนำประสบการณ์มาร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันได้ที่

Facebook: https://www.facebook.com/globethailand2015 หรือ สแกนผ่าน QR code นี้

Like us

บรรณานุกรม

Niall McCarthy, The World's Deadliest Animals. สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2561. จาก https://www.statista.com/chart/2203/the-worlds-deadliest-animals/.

World Health Organization. Chikungunya 2 0 1 6 .World Health Organization. สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2561. จาก http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs327/en/.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2559). *ยุงร้ายกว่าเสือ Mosquitoes*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

นิรันดร พันธุ์โยศรี. โรคไข้สมองอักเสบ เจอี. สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2561. จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nih_1_001c.asp?info_id=33.

ยุง (MOSQUITOES). รศ.ดร.ปรัชญา สมบูรณ์ ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2561. จาก http://www.med.cmu.ac.th/dept/parasite/public/Mosquito.htm.

อุษาวดี ถาวระ และ อภิวัฏ ธวัชสิน. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของยุงพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบในประเทศไทย. การควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข กองกีฏวิทยาทางแพทย์. สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2561. จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/applications/files/Mosq%20Control_%20rp4%2Bcover.pdf.

ธนากร ปริญญาศาสตร์ • นักวิชาการ TOR สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. • e-mail: tprin@ipst.ac.th
ทศธรรม เมฆลา • นักวิชาการ TOR สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. • e-mail: tmakk@ipst.ac.th
ณภาภัช วุฒิพีรพร • นักวิชาการ TOR สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. • e-mail: nwutt@ipst.ac.th

ตารางมหาสนุก Bingo !! บิงโก !!

ข้อมูลเพิ่มเติม

http://bit.ly/215-v1

เมื่อวันที่ 16-26 สิงหาคม พ.ศ. 2561 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดนิทรรศการและกิจกรรม ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติประจำปี 2561 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในงานมีกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งต้องใช้การคิดวิเคราะห์ การหาคำตอบจากการคำนวณ ช่วยสร้างความตื่นเต้นและแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ รวมถึงได้สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการเล่นเกมแสนสนุก ให้แก่นักเรียนและผู้เข้าชมนิทรรศการจำนวนมาก

กิจกรรมตารางมหาสนุก เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ได้จัดขึ้นในนิทรรศการครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนได้ทบทวนบทเรียนพื้นฐานของการคำนวณ ทั้งการบวก การลบ การคูณ การหาร และการเขียนแสดงจำนวนด้วยเศษส่วน ให้นักเรียนได้นำความรู้จากบทเรียนไปใช้ในการเล่นเกม และส่งเสริมให้นักเรียนได้วางแผนการทำงาน แก้ปัญหา และทำงานเป็นทีม

อุปกรณ์: ตารางมหาสนุกขนาด 4 คูณ 4 ดังภาพ 1 พร้อมปากกาหรือดินสอ

ขั้นตอนการเล่น:

1. ให้นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเลือกตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 25 เพียง 16 ตัว เพื่อนำไปใส่ในช่องจำนวนทั้งหมด 16 ช่อง ของตารางขนาด 4 คูณ 4 ตัวเลขที่ใส่ลงไปนั้นไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับหรือมีกฎเกณฑ์ใดในการใส่ตัวเลข ดังตัวอย่างในภาพ 2
2. ผู้ดำเนินกิจกรรมตั้งโจทย์ให้นักเรียนทำทีละข้อ ลักษณะของโจทย์เป็นการประยุกต์การบวก การลบ การคูณ การหาร ของจำนวนนับและเศษส่วน ที่มีความซับซ้อนจากระดับง่ายไประดับที่ค่อนข้างยาก เพื่อให้นักเรียนทุกระดับชั้นสามารถเล่นร่วมกันได้ ตัวอย่างโจทย์ที่ใช้ เช่น $(3 + \frac{3}{7}) \times 7$, $12 + (41-39)$, $132 \div (56 - 44)$, $76 - (16 \times 4)$ และ $(48 \div 12) + 5$
3. ให้นักเรียนคำนวณผลลัพธ์ของโจทย์แต่ละข้อ โดยผลลัพธ์จะเป็นจำนวนหนึ่งในจำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 25 และโจทย์ทุกข้อที่ให้นักเรียนฝึกต้องมีผลลัพธ์ที่ไม่ซ้ำกัน
4. ถ้าผลลัพธ์ตรงกับตัวเลขที่ปรากฏบนตารางมหาสนุก ให้เขียนวงกลมรอบหรือกากบาทจำนวนนั้นด้วยปากกา หรือดินสอ
5. ผู้ดำเนินกิจกรรมจะให้โจทย์ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีนักเรียนคนใดคนหนึ่งบิงโก หรือมีนักเรียนคนใดคนหนึ่งวงจำนวนที่เป็นผลลัพธ์ 4 จำนวน เรียงเป็นแนวตามแถว แนวคอลัมน์ หรือแนวทแยงได้ โดยไม่นับมุมทั้งสี่ที่ได้พร้อมกัน

ภาพ 1 ตารางมหาสนุก

BINGO

3	11	1	4
21	7	8	13
15	22	14	9
10	6	24	18

ภาพ 2 ตัวอย่างการใส่ตัวเลข 16 ตัวในตารางมหาสนุก

หลังการทำกิจกรรมตารางมหาสนุก นักเรียนจะได้บูรณาการความรู้ และทบทวนบทเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของจำนวนนับและเศษส่วน ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้ เพราะเป็นพื้นฐานของคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป เช่น สามารถนำไปประยุกต์กับบทเรียนเรื่องพหุนาม เช่น $4x + 3x = (4+3)\,x = 7x$

อัมริสา จันทนะศิริ • นักวิชาการอาวุโส สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท. • e-mail: amcha@ipst.ac.th

หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra

GeoGebra เป็นซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เชิงพลวัต ซึ่งสามารถดาวน์โหลดหรือใช้งานออนไลน์ฟรีได้ที่เว็บไซต์ www.geogebra.org เว็บไซต์นี้เป็นเครือข่ายที่รวมผู้ใช้ GeoGebra จากทั่วโลกในการแลกเปลี่ยนและแบ่งปันสื่อการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้สนใจสามารถเข้าไปดูและเลือกใช้สื่อกว่าหนึ่งล้านชิ้นที่ผู้ใช้จากทั่วโลกได้สร้างและร่วมแบ่งปันได้ที่ www.geogebra.org/materials

บทความนี้ขอแนะนำสื่อการเรียนรู้ประกอบกิจกรรม “หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra” ซึ่งเป็นกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 บทที่ 3 เรื่องจำนวนจริง โดยกิจกรรมดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ GeoGebra ในการสำรวจการหาค่าประมาณของ π ด้วยวิธีของอาร์คิมีดีส (Archimedes, 287-212 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ นักปรัชญา นักฟิสิกส์ วิศวกร นักดาราศาสตร์ และนักประดิษฐ์ชาวกรีก และวิธีของวิลเลอบรอร์ด สเน็ลล์ (Willebrord Snell, ค.ศ.1580-1626) ซึ่งเป็นนักดาราศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ชาวดัตช์ และคริสเตียน ฮอยเกนส์ (Christiaan Huygens, ค.ศ.1629-1695) ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ นักฟิสิกส์ นักดาราศาสตร์ และนักประดิษฐ์ชาวดัตช์

ภาพ 1 Archimedes

ที่มา https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimedes_by_Giuseppe_Nogari2.png

ตัวอักษรกรีก π (อ่านว่า พาย) ใช้แทนค่าคงตัวที่ได้จากอัตราส่วนของความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม เป็นที่เชื่อว่ามนุษย์น่าจะรู้จักค่าคงตัวนี้ตั้งแต่สมัยอียิปต์โบราณหรือประมาณ 2,550 ปีก่อนคริสต์ศักราช และบุคคลแรกที่เชื่อว่าเป็นผู้คำนวณหาค่าประมาณของ π คือ อาร์คิมีดีส โดยได้ประมาณความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมจากค่าเฉลี่ยของความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในวงกลม และความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบนอกวงกลมนั้น นั่นคือ ถ้าให้ u_n แทนความยาวรอบรูปของรูป n เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในวงกลมหนึ่งหน่วย และ U_n แทนความยาวรอบรูปของรูป n เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบนอกวงกลมหนึ่งหน่วย อาร์คิมีดีสประมาณความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วยจาก $\frac{u_n+U_n}{2}$ เนื่องจากวงกลมหนึ่งหน่วยมีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 หน่วย ดังนั้น อาร์คิมีดีสจึงประมาณค่า π ได้จาก $\frac{1}{2}\left(\frac{u_n+U_n}{2}\right)$

ต่อมาในปี ค.ศ. 1621 วิลเลอบรอร์ด สเน็ลล์ได้พัฒนาวิธีของอาร์คิมีดีส ในการหาค่าประมาณของ π โดยพบว่า เมื่อจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเพิ่มมากขึ้น ความยาวรอบรูปของรูป n เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในวงกลม จะเข้าใกล้ความยาวของเส้นรอบวงเร็วเป็นสองเท่าของความยาวรอบรูปของรูป n เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบนอกวงกลม ซึ่งข้อคาดการณ์นี้ได้รับการพิสูจน์โดยคริสเตียน ฮอยเกนส์ในปี ค.ศ. 1654 วิธีของสเน็ลล์-ฮอยเกนส์จึงใช้ $\frac{2}{3}u_n + \frac{1}{3}U_n$ ในการประมาณความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งหน่วยแทน $\frac{u_n + U_n}{2}$ และประมาณค่า π โดยคำนวณจาก $\frac{1}{2}\left(\frac{2}{3}u_n + \frac{1}{3}U_n\right)$

ภาพ 2 Willebrord Snell
ที่มา https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Willebrord_Snell.jpg

ภาพ 3 Christiaan Huygens
ที่มา https://commons.wikimedia.org/wiki/Christiaan_Huygens

กิจกรรม “หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra” นักเรียนจะได้สำรวจว่า เมื่อรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในและแนบนอกวงกลมมีจำนวนด้านมากขึ้น ค่าประมาณของ π ที่ได้จากวิธีของอาร์คิมีดีสและสเน็ลล์-ฮอยเกนส์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเปรียบเทียบค่าประมาณของ π ที่ได้จากทั้งสองวิธี

กิจกรรม: หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra

วิลเลอบรอร์ด สเน็ลล์และคริสเตียน ฮอยเกนส์ ได้พัฒนาวิธีของอาร์คิมีดีส ในการหาค่าประมาณของ π กล่าวคือ

เมื่อ u_n แทนความยาวรอบรูปของรูป n เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในวงกลมหนึ่งหน่วย
และ U_n แทนความยาวรอบรูปของรูป n เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบนอกวงกลมหนึ่งหน่วย

อาร์คิมีดีส หาค่าประมาณของ π โดยคำนวณจาก $\frac{1}{2}\left(\frac{u_n + U_n}{2}\right)$

ส่วนสเน็ลล์-ฮอยเกนส์ หาค่าประมาณของ π โดยคำนวณจาก $\frac{1}{2}\left(\frac{2}{3}u_n + \frac{1}{3}U_n\right)$

หากใช้รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีจำนวนด้านเท่ากัน ค่าประมาณของ π ที่คำนวณได้จากวิธีของสเน็ลล์-ฮอยเกนส์ จะใกล้เคียงกว่าวิธีของอาร์คิมีดีส ดังแสดงได้ด้วยโปรแกรม GeoGebra

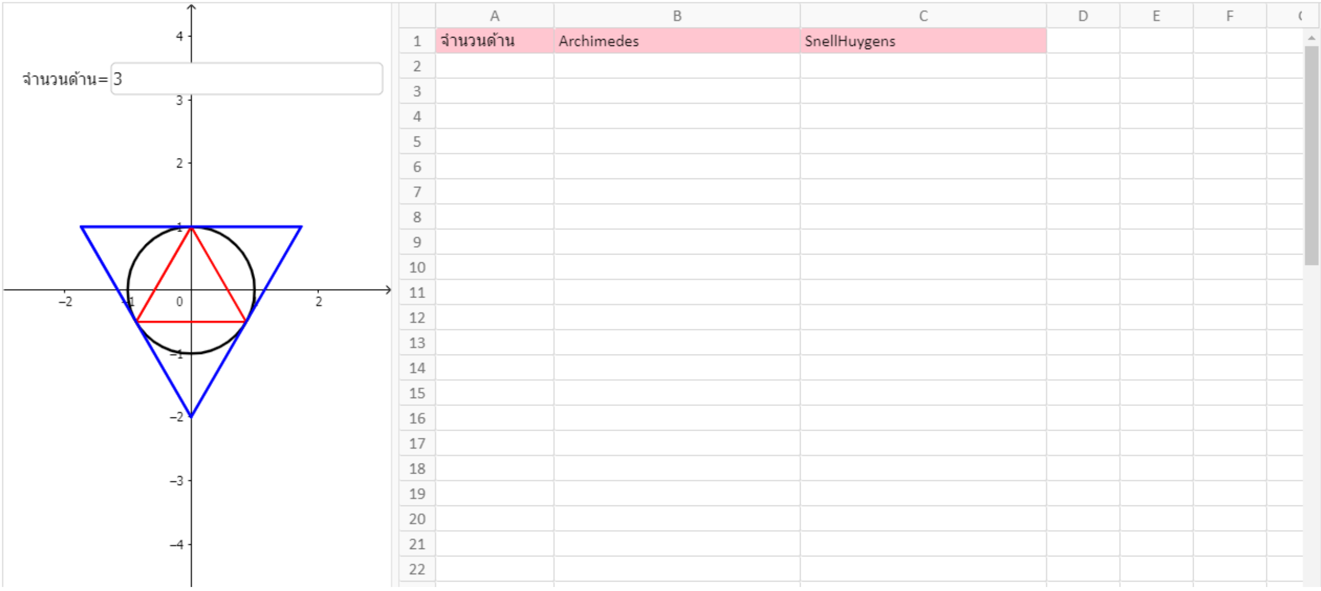
หมายเหตุ ค่าประมาณของ π ที่มีทศนิยม 20 ตำแหน่งคือ 3.14159 26535 89793 23846

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. เปิดเว็บไซต์ goo.gl/6xnUw4
2. พิมพ์ 6 ลงในช่อง "จำนวนด้าน = " ที่อยู่ใน Graphics View แล้วสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นใน Graphics View และ Spreadsheet View
3. เปลี่ยนจำนวนด้านจาก 6 เป็น 12, 24, 48 และ 96 ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบค่าประมาณของ π ที่ได้จากวิธีของอาร์คิมีดีสและสเน็ลล์-ฮอยเกนส์ ใน Spreadsheet View

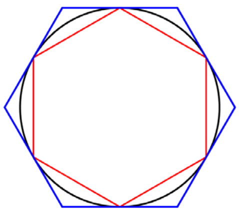
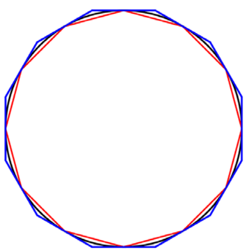
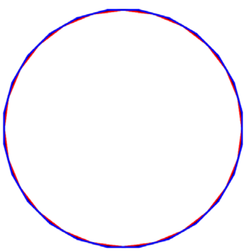
ภาพ 4 ใบกิจกรรม “หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra”

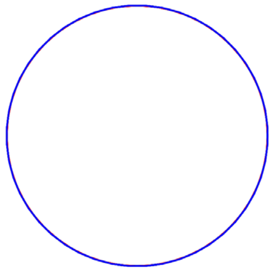
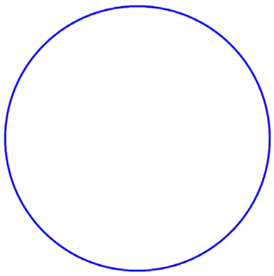
จากใบกิจกรรมให้นักเรียนเข้าไปที่เว็บไซต์ goo.gl/6xnUw4 ซึ่งจะแสดงหน้าจอดังนี้



ภาพ 5 หน้าจอแสดงสื่อประกอบกิจกรรม “หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra”

จากนั้นให้นักเรียนสำรวจค่าประมาณของ π ที่ได้จากการใช้จำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเป็น 6, 12, 24, 48 และ 96 โดยเมื่อพิมพ์ตัวเลขดังกล่าวลงในช่อง “จำนวนด้าน = ” จะได้ลักษณะของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า และค่าประมาณของ π ที่คำนวณได้จากวิธีของอาร์คิมีดีสและสเน็ลล์-ฮอยเกนส์ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า	จำนวนด้าน	ค่าประมาณของ π	
		วิธีของอาร์คิมีดีส	วิธีของสเน็ลล์-ฮอยเกนส์
	6	3.232050807568878	3.154700538379252
	12	3.16060942520186	3.142349130544656
	24	3.146144277689366	3.141639056219988

รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า	จำนวนด้าน	ค่าประมาณของ π	
		วิธีของอาร์คิมีดีส	วิธีของสเน็ลล์-ฮอยเกนส์
	48	3.142718209089163	3.141595540408397
	96	3.141873275267929	3.141592833808787

เนื่องจากค่าประมาณของ π ทศนิยม 20 ตำแหน่ง คือ 3.14159 26535 89793 23846 จึงสามารถสรุปจากตารางข้างต้นได้ดังนี้

จำนวนด้าน	ค่าประมาณของ π ถูกต้องถึง	
	วิธีของอาร์คิมีดีส	วิธีของสเน็ลล์-ฮอยเกนส์
6	หลักหน่วย	ทศนิยมตำแหน่งที่ 1
12	ทศนิยมตำแหน่งที่ 1	ทศนิยมตำแหน่งที่ 2
24	ทศนิยมตำแหน่งที่ 2	ทศนิยมตำแหน่งที่ 3
48	ทศนิยมตำแหน่งที่ 2	ทศนิยมตำแหน่งที่ 5
96	ทศนิยมตำแหน่งที่ 3	ทศนิยมตำแหน่งที่ 6

จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่า เมื่อรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในและแนบนอกวงกลมมีจำนวนด้านมากขึ้น จะมีลักษณะใกล้เคียงกับวงกลมมากขึ้น ดังนั้นเมื่อจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเพิ่มมากขึ้น ทั้งวิธีของอาร์คิมีดีสและสเน็ลล์-ฮอยเกนส์ จะให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับค่า π มากขึ้น นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่า ถ้าใช้รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีจำนวนด้านเท่ากัน ค่าประมาณของ π ที่คำนวณได้จากวิธีของสเน็ลล์-ฮอยเกนส์จะใกล้เคียงกว่าวิธีของอาร์คิมีดีส ขอให้สังเกตว่าวิธีของสเน็ลล์-ฮอยเกนส์ ได้พัฒนาขึ้นหลังวิธีของอาร์คิมีดีส เป็นเวลาเกือบสองพันปี ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไป ความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาต่อยอดจากแนวคิดเดิมได้ โดยกว่าจะเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องหนึ่ง ๆ อาจเกิดจากการสืบทอดและส่งต่อแนวคิดจากรุ่นสู่รุ่นเป็นเวลาหลายช่วงอายุคน

กิจกรรม **“หาค่าประมาณของ π ด้วย GeoGebra”** นี้เป็นตัวอย่างหนึ่งของการนำ GeoGebra มาใช้ประกอบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องที่เป็นนามธรรม ซึ่งการใช้สื่อประกอบการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนเห็นภาพและเข้าใจแนวคิดในการหาค่าประมาณของ π ได้ดีกว่าการให้นักเรียนนั่งฟังครูอธิบายและจินตนาการภาพตาม อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม เช่น นักเรียนบางคนอาจนึกสนุก ทดลองใส่จำนวนด้านมาก ๆ เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมจะมีขีดจำกัดเพียงใด ซึ่งถ้าโปรแกรมยังสามารถแสดงผลได้ ก็จะเห็นว่าข้อสรุปที่ได้ข้างต้นยังคงเป็นจริง โดยครูอาจให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ π ว่าเป็น จำนวนอตรรกยะ ซึ่งไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนหรือทศนิยมซ้ำได้ ค่าประมาณที่ยิ่งใกล้เคียงค่า π จึงเป็นทศนิยมที่มีหลายตำแหน่งมากขึ้น

การนำสื่อ GeoGebra มาใช้ในกิจกรรมนี้ นักเรียนสามารถเข้าใช้สื่อผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และสำรวจจากสื่อสำเร็จรูปได้เอง โดยไม่จำเป็นต้องรู้จักวิธีใช้โปรแกรม GeoGebra จากที่กล่าวข้างต้นว่าได้มีผู้แบ่งปันสื่อสำเร็จรูป GeoGebra ไว้กว่าหนึ่งล้านชิ้นที่ www.geogebra.org/materials หากใช้คำค้นหาที่เหมาะสม อาจพบสื่อดี ๆ ที่สามารถใช้ประกอบการเรียนรู้ได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาใช้โปรแกรมสร้างสื่อเอง และบางสื่อผู้แบ่งปันอาจเสนอวิธีการดำเนินกิจกรรมหรือชุดคำถามประกอบสื่อไว้แล้วด้วย

นอกจากนี้ สำหรับผู้ที่สนใจสื่อ GeoGebra ที่ใช้ประกอบในหนังสือเรียนและคู่มือครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของ สสวท. สามารถเข้าไปดูได้ที่หน้าโปรไฟล์ของ GeoGebra Institute of IPST Thailand โดยเข้าไปที่เว็บไซต์ www.geogebra.org/u/geogebrathailand ซึ่งนอกจากจะสามารถเข้าไปใช้สื่อ GeoGebra ได้ฟรีแล้ว ยังสามารถดาวน์โหลดใบกิจกรรมประกอบสื่อไปใช้ได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

Choi, T. & Hong, D. S. (2016, March). Improving Approximations for π with GeoGebra. *Mathematics Teacher, 109*(7), 547-550.

Purewal, S. J. (2013, March 13). A Brief History of Pi. Retrieved October 18, 2018, from https://www.pcworld.com/article/191389/a-brief-history-of-pi.html.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

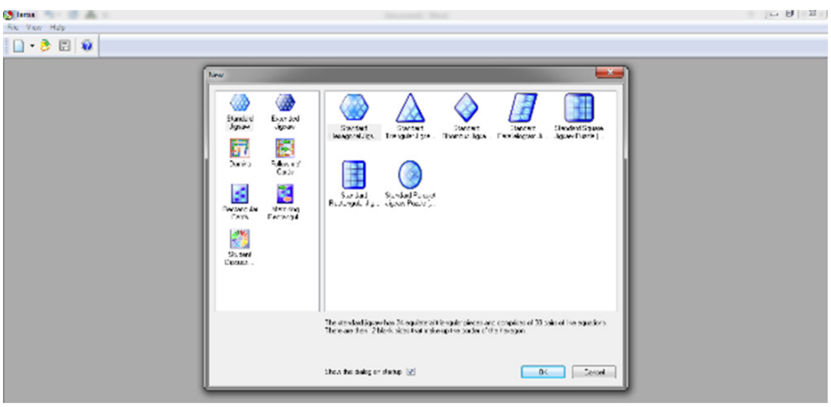
ปริศนาทาร์เซีย: Tarsia Puzzle

ปัจจุบันสื่อการสอนที่ครูส่วนใหญ่ใช้เพื่อเพิ่มความรู้และความเข้าใจในบทเรียน คงหนีไม่พ้นการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ซึ่งข้อดีของการทำแบบฝึกหัดคือ นักเรียนได้มีโอกาสทบทวนเนื้อหา แบบฝึกหัดส่วนใหญ่จะปรากฏที่ท้ายหัวข้อหรือท้ายบทของหนังสือเรียน นักเรียนมีหน้าที่นำความรู้มาใช้แก้ปัญหา และเขียนคำตอบลงบนกระดาษ แล้วนำส่งครู ในบางครั้งการทำแบบฝึกหัดอาจเป็นกิจกรรมที่ไม่น่าสนใจ ดังนั้น จะดีกว่าหรือไม่ถ้าครูมีกิจกรรมที่ผสมผสานการต่อจิ๊กซอว์หรือโดมิโน ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้อย่างสนุกสนาน ได้ทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน และที่สำคัญคือครูสามารถสร้างสื่อการสอนนี้ได้ด้วยตนเอง

บทความนี้ขอแนะนำโปรแกรมชื่อว่า **Formulator Tarsia** ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่รวบรวมชุดกิจกรรมประเภทจิ๊กซอว์ (Jigsaw Puzzle) โดมิโน (Domino) บัตรคำ (Rectangular Card Sort) ให้ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบของชุดกิจกรรมได้ เมื่อสร้างชุดกิจกรรมแล้ว ก็สามารถสั่งพิมพ์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ และตัดใช้เป็นชุดกิจกรรมได้ทันที โปรแกรมจะบันทึกชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น ผู้ใช้สามารถปรับแก้ไข บันทึก หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้

1. การติดตั้งซอฟต์แวร์

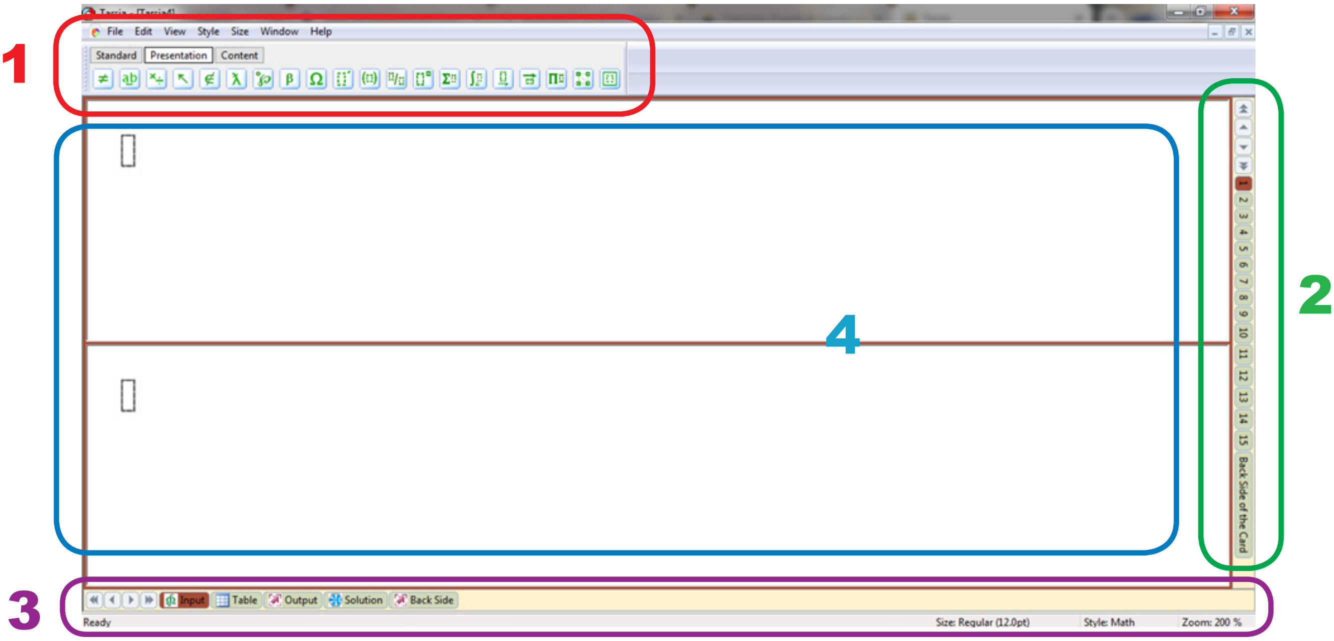
เริ่มจากดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ชื่อว่า Formulator Tarsia ซึ่งจัดทำขึ้นโดยบริษัท Hemitech Laboratory ประเทศยูเครน เวอร์ชันปัจจุบันที่เปิดให้ดาวน์โหลดฟรีเป็นเวอร์ชันที่ 3.9 ซอฟต์แวร์รองรับระบบ Windows 2000, Windows XP, Windows 2003, Server, Vista, Windows 7 และ Windows 8 เมื่อดาวน์โหลดซอฟต์แวร์เรียบร้อยแล้ว หากต้องการจะเปิดใช้งานให้กดปุ่ม start ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นเลือกโปรแกรม Tarsia จะปรากฏกล่องข้อความ “Tip of the Day” โดยมีคำแนะนำการใช้ปุ่มลัดหรือเครื่องมือต่าง ๆ เช่น กด Ctrl+T เมื่อต้องการสร้างเครื่องหมาย $\sqrt{}$ ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม close เพื่อปิดกล่องข้อความ และจะปรากฏหน้าต่าง New ดังรูป



ที่หน้าต่าง New ผู้ใช้สามารถเลือกสื่อหรือกิจกรรมที่ต้องการตรงกรอบด้านซ้าย ยกตัวอย่าง เช่น คลิกเลือก Standard Jigsaw ในกรอบด้านขวาจะปรากฏจิ๊กซอว์รูปร่างต่าง ๆ เช่น หกเหลี่ยม (Standard Hexagonal Jigsaw Puzzle) สามเหลี่ยม (Standard Triangular Jigsaw Puzzle) ปาร์เก้ (Standard Parquet Jigsaw Puzzle) โดยแต่ละแบบจะระบุจำนวนจิ๊กซอว์ เช่น แบบปาร์เก้มีจิ๊กซอว์ 12 ชิ้น ในที่นี้ขอเลือกแบบปาร์เก้เป็นตัวอย่างประกอบการอธิบายการสร้างชุดกิจกรรมประเภทจิ๊กซอว์

2. การสร้างชุดกิจกรรม

ขั้นที่ 1 คลิกเลือก Standard Parquet Jigsaw Puzzle แล้วกดปุ่ม OK ซึ่งจะปรากฏหน้าต่าง ดังแสดงในรูป



หน้าต่างจะมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 บริเวณด้านบน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แถว

- แถวบนเรียกว่า **System Menu** ประกอบด้วยคำสั่ง **File** ใช้เปิด ปิด บันทึกไฟล์ข้อมูล คำสั่ง **Edit** ใช้ปรับแก้ไขข้อความหรือแทรกรูปภาพ คำสั่ง **View** ใช้ตั้งค่าของขนาดมุมมอง ระยะระหว่างบรรทัด คำสั่ง **Style** ใช้เลือกแบบอักษร คำสั่ง **Size** ใช้เลือกขนาดอักษร คำสั่ง **Window** ใช้เลือกหน้าของคำถาม-คำตอบที่อยู่ก่อนหน้าหรือถัดไป และคำสั่ง **Help** ใช้อ้างอิงข้อมูลเกี่ยวกับผู้สร้างซอฟต์แวร์
- แถวกลางชื่อว่า **Formulator Expression** ประกอบด้วยเมนู **Standard** เมนู **Presentation** และเมนู **Content** ซึ่งแต่ละเมนูจะมีแถบเครื่องมือมาตรฐานที่สอดคล้องกันปรากฏอยู่ในแถวล่าง เช่น เมนู **Standard** มีแถบเครื่องมือสำหรับ **Save, Cut, Copy, Paste, Zoom**
- แถวล่างชื่อว่า **Standard Toolbar** ประกอบด้วยเครื่องมือมาตรฐานต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสัญลักษณ์ เครื่องหมาย แบบฟอร์มของตัวห้อย ตัวยก หรือฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 2 บริเวณด้านขวา แสดงจำนวนคำถามทั้งหมดในชุดกิจกรรม สำหรับจิ๊กซอว์แบบปาร์เก้มีทั้งหมด 15 คำถาม ซึ่งถ้ามีแถบสีแดงปรากฏที่ตัวเลขใด นั่นแสดงว่ากำลังดำเนินการอยู่ที่คำถามนั้น

ส่วนที่ 3 บริเวณด้านล่าง แบ่งออกเป็นสองด้าน
ด้านขวาแสดงข้อมูลเกี่ยวกับขนาดตัวอักษร แบบตัวอักษร และกำลังขยายภาพ
ด้านซ้ายมีแถบเครื่องมือ 4 ปุ่ม ได้แก่ **Input, Table, Output** และ **Back Side** กิจกรรมแต่ละประเภทอาจมีจำนวนแถบเครื่องมือด้านซ้ายไม่เท่ากัน เช่น Jigsaw มีแถบเครื่องมือ 4 ปุ่ม และ Rectangular Cards มีแถบเครื่องมือ 2 ปุ่ม

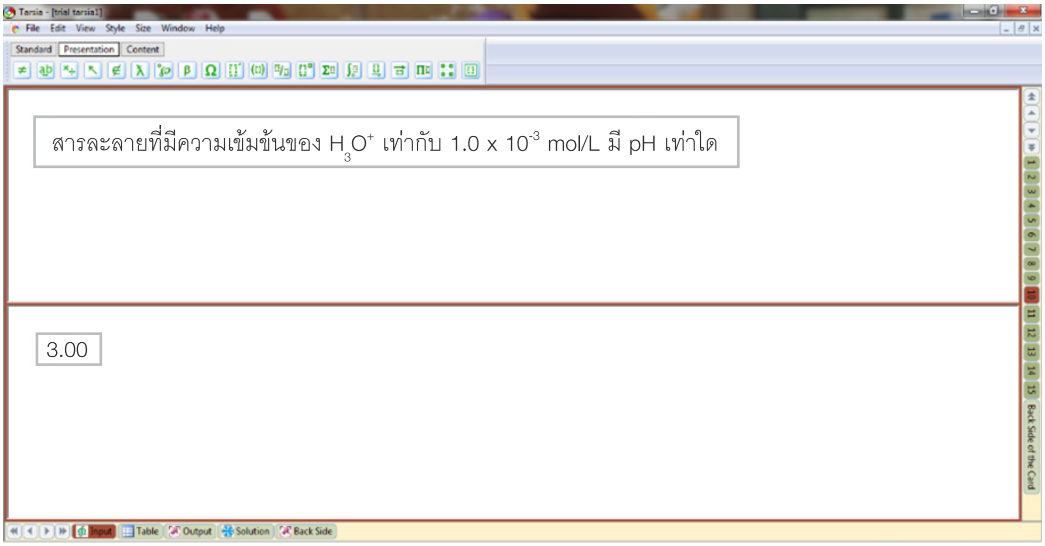
ส่วนที่ 4 บริเวณสำหรับการพิมพ์ข้อมูล คำถามปรากฏที่บรรทัดบน และคำตอบปรากฏที่บรรทัดล่าง

ขั้นที่ 2 พิมพ์คำถามและคำตอบตามจำนวนข้อที่ต้องการ (จิ๊กซอว์แบบปาร์เก้มีได้ทั้งหมด 15 ข้อ) โดยพิมพ์คำถามที่บรรทัดบนและคำตอบที่บรรทัดล่าง ตัวอย่างคำถามและคำตอบ เป็นดังนี้

คำถาม : สารละลายที่มีความเข้มข้นของ H_3O^+ 1.0 x 10^{-3} mol/L มี pH เท่าใด

คำตอบ : 3.00

สังเกตได้ว่า ในคำถามมีสูตรเคมีของไฮโดรเนียมไอออนซึ่งประกอบด้วยตัวยกและตัวห้อย วิธีการพิมพ์คือ คลิกเลือกแถบเครื่องมือใน presentation แล้วเลือกรูป จากนั้นคลิกที่ปุ่ม ในบรรทัดของคำถามจะปรากฏ Template จากนั้นพิมพ์ตัวอักษรและตัวเลขที่ต้องการ ข้อความคำถามและคำตอบในส่วนที่ 4 แสดงดังรูป



หมายเหตุ โปรแกรมได้ตั้งค่าขนาดตัวอักษรที่ 12.0 pt และแบบอักษรประเภท Math ซึ่งกำหนดให้เมื่อพิมพ์ตัวอักษรภาษาไทยและตัวเลขจะเป็นตัวตรง ส่วนอักษรภาษาอังกฤษจะเป็นตัวเอียง ถ้าผู้ใช้ต้องการจะพิมพ์อักษรภาษาอังกฤษเป็นตัวตรง ให้คลิกที่คำสั่ง Style แล้วเลือกแบบอักษรประเภท Text

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความถูกต้องของคำถามและคำตอบ โดยกดปุ่ม Table จะปรากฏหน้าต่างดังแสดงในรูป โดยคอลัมน์ซ้ายเป็นคำถามและคอลัมน์ขวาเป็นคำตอบ

ทฤษฎีใดพิจารณาความเป็นกรด-เบสของสารจากการถ่ายโอนโปรตอน	ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี
คู่กรดของ NH_3 คือสารใด	NH_4^+
สารใดต่อไปนี้เป็นกรดแก่ ก. กรดไนทริก ข. กรดไนทรัส	ก.

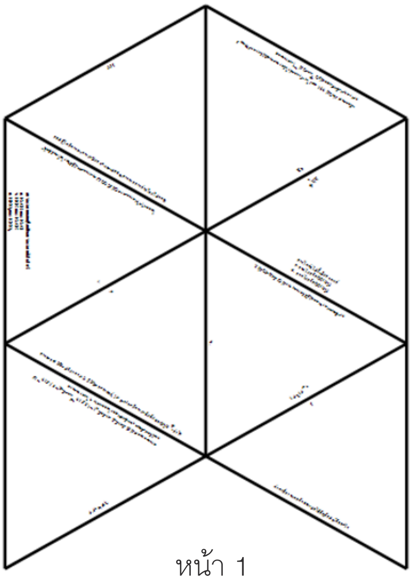
สารละลาย HBr ปริมาตร 5 L มี HBr ละลายอยู่ 1.5 mol จะมีความเข้มข้นของ H_3O^+ เท่าใด	0.3 mol/L
สารละลาย $Ba(OH)_2$ 0.02 mol/L แตกตัวให้ OH^- เท่าใด	0.04 mol/L
สารละลายกรด H_2S มี Ka 2 ค่าคือ K_{a1} = 1.8×10^{-5} และ K_{a2} = 7.1×10^{-15} จงเปรียบเทียบความเข้มข้นของ H_3O^+, HS^- และ S^{2-} ในสารละลาย	$[H_3O^+] > [HS^-] > [S^{2-}]$
สารละลายกรด HCOOH 0.2 mol/L มีร้อยละการแตกตัวเท่าใด กำหนดให้ค่า Ka ของ HCOOH เท่ากับ 1.7×10^{-4}	3
ค่าคงที่การแตกตัวของเบสใช้สัญลักษณ์ใด	K_b
เมื่อละลาย NaOH 0.01 mol ในน้ำ และทำให้สารละลายมีปริมาตร 500 cm^3 จงหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลาย	$[H_3O^+] = 5.0 \times 10^{-3}$ mol/L และ $[OH^-] = 0.02$ mol/L
สารละลายที่มีความเข้มข้นของ H_3O^+ เท่ากับ 1.0×10^{-3} mol/L มี pH เท่าใด	3.00
สารละลาย NH_3 มี pH เท่ากับ 10.00 จะมีความเข้มข้นของ OH^- เท่าใด	1.0×10^{-4} mol/L
จงเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ $Ba(OH)_2$	$2HCl + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$
จุดสมมูลของการไทเทรตระหว่าง HNO_3 กับ KOH มี pH เท่าใด	7
ไอออนใดในสารละลาย CH_3COOLi สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้	CH_3COO^-
สารละลายผสมคู่ใดเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ ก. NaOH และ NaCl ข. HCN และ KCN ค. HNO_3 และ KNO_3	ข.

หมายเหตุ ถ้าต้องการแก้ไขคำถามหรือคำตอบข้อใด ให้กดปุ่ม input Input แล้วเลือกข้อคำถาม เมื่อต้องการลบอักษร ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ใด ให้กดปุ่ม Backspace แต่ถ้าต้องการลบฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เช่น log ให้เลือกคำสั่ง Edit แล้วกด Cut

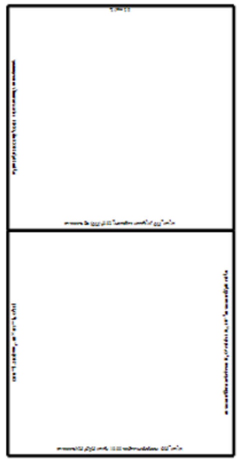
4. การพิมพ์จิ๊กซอว์

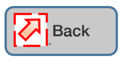
เมื่อต้องการจะสั่งพิมพ์จิ๊กซอว์ให้กดปุ่ม Output 

ผู้ใช้จะสามารถเลือกขนาดของชิ้นจิ๊กซอว์ได้โดยคลิกเลือกที่เมนูด้านขวา จิ๊กซอว์แบบปาร์เก้มีให้เลือก 3 ขนาด คือ normal 5 pages และ 12 pages ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนหน้าเวลาสั่งพิมพ์ ในที่นี้เลือกขนาด normal ให้พิมพ์ออกมา 3 หน้ากระดาษ ดังรูป

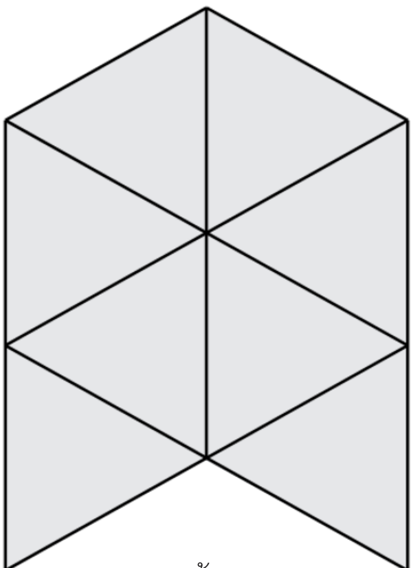

หน้า 1


หน้า 2


หน้า 3

ถ้าต้องการจะดูภาพด้านหลัง ก่อนสั่งพิมพ์ให้กดปุ่ม Back Side 

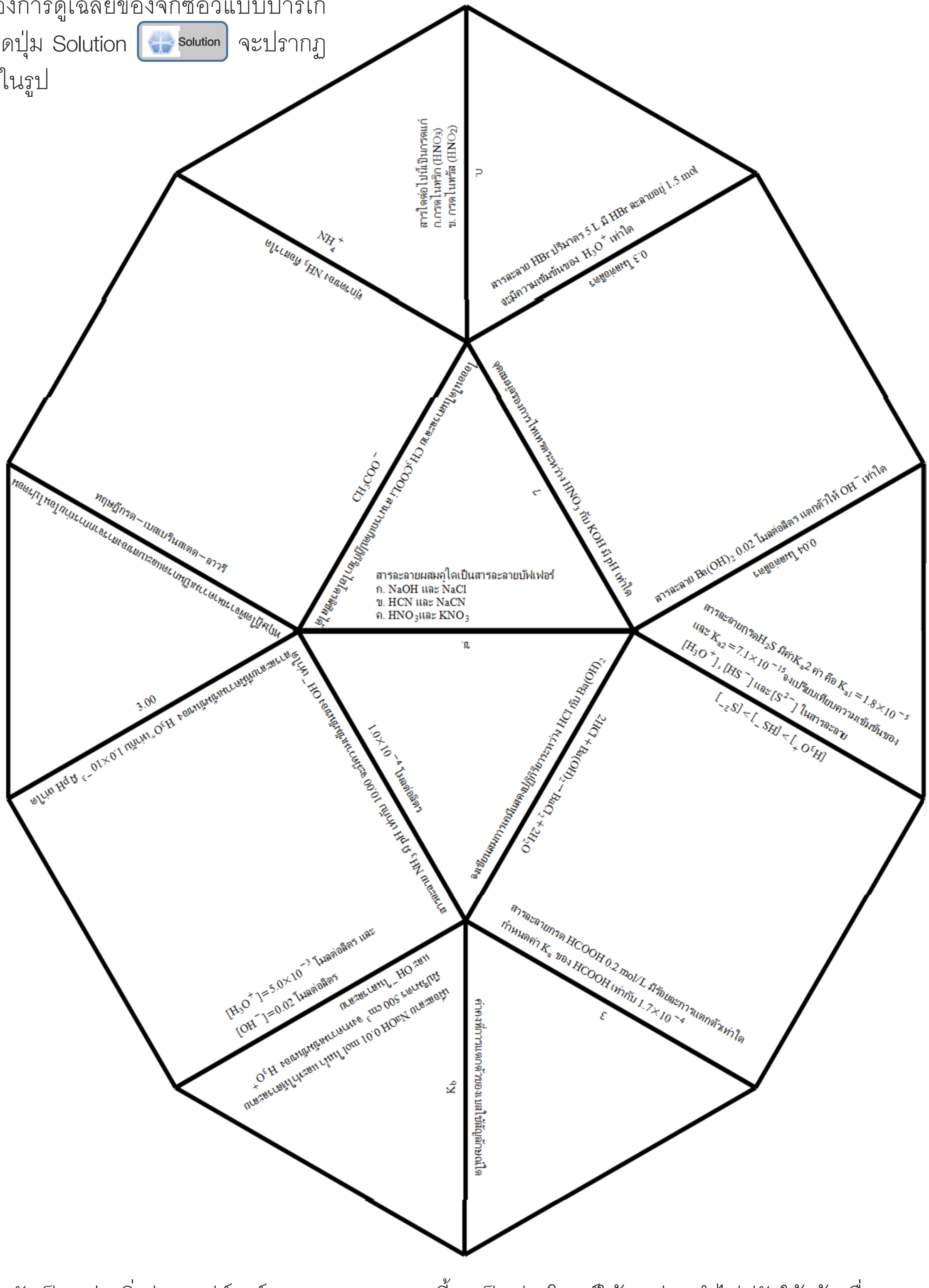
จะปรากฏหน้าต่าง ดังแสดงในรูป ซึ่งสอดคล้องกับภาพด้านหน้าของจิ๊กซอว์ในหน้า Output


หน้า 1


หน้า 2


หน้า 3

เมื่อต้องการดูเฉลยของจิ๊กซอว์แบบปาร์เก้ก่อนสั่งพิมพ์ ให้กดปุ่ม Solution Solution จะปรากฏหน้าต่าง ดังแสดงในรูป



ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ซอฟต์แวร์ Formulator tarsia นี้จะเป็นประโยชน์ให้ทุกท่านนำไปปรับใช้สร้างสื่อการสอนหรือชุดกิจกรรมให้กับนักเรียนต่อไป

บรรณานุกรม

Hermitech laboratory. (2016) *Formulator Tarsia*. สืบค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2561. จาก http://www.mmlsoft.com/index.php/products/tarsia.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.

สุธิดา การีมี • นักวิชาการ ฝ่ายนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ สสวท. • e-mail: skare@ipst.ac.th

มุมมองเพื่อการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนา Open Educational Resources ในสถาบันการศึกษา

ปัจจุบันสถาบันการศึกษาตลอดจนหน่วยงานทางด้านการศึกษาต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจ และเริ่มมีการพัฒนาทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิด หรือที่คนส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับคำย่อที่เรียกว่า OER ซึ่งเป็นการเปิดเผยแหล่งความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือเรียน วีดิทัศน์ และสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ ไปยังกลุ่มเป้าหมาย โดยมีเป้าหมายเพื่อการศึกษามิได้มุ่งหวังเพื่อการค้า ดังนั้น จึงมีผู้ให้ความหมายของคำว่า “เปิด” ในมุมมองของทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิดใน 4 ด้าน (Geser, 2007) ดังนี้

1. Open access หมายถึง การเปิดเผยเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ หรือองค์ความรู้ต่าง ๆ รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลของเนื้อหาหรือสื่อการเรียนรู้ที่เผยแพร่ (metadata) ซึ่งเป็นการเผยแพร่ที่ไม่มีการเรียกเก็บค่าใช้จ่ายจากผู้เข้าใช้งาน
2. Open licensed หมายถึง การอนุญาตให้มีการนำเนื้อหามาใช้งานได้ฟรี โดยปราศจากเงื่อนไขหรือข้อจำกัด รวมทั้งการอนุญาตให้มีการปรับเปลี่ยนเนื้อหาได้
3. Open format หมายถึง การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ให้สามารถรองรับการใช้งานได้ในทุกระบบปฏิบัติการหรือในทุกอุปกรณ์ รวมทั้งออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้ง่ายต่อการใช้งาน
4. Open software หมายถึง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ด้วยซอฟต์แวร์ที่มีการอนุญาตให้ผู้พัฒนาสามารถแก้ไข และเผยแพร่ได้โดยปราศจากเงื่อนไข

ทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิด จึงเป็นระบบที่ถูกพัฒนาและนำไปใช้งานในสถาบันทางการศึกษาหรือหน่วยงานต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนา (Helsdingen, Janssen, & Schuwer, 2010) ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มชื่อเสียงหรือจุดขายให้เกิดขึ้นกับสถาบันทางการศึกษาหรือหน่วยงาน ซึ่งช่วยในการดึงดูดกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียน นักศึกษา อาจารย์ ตลอดจนนักวิจัย ให้มาสนใจในสถาบันทางการศึกษาหรือหน่วยงานมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความร่วมมือระหว่างสถาบันทางการศึกษาหรือหน่วยงานในการสร้างทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิด
2. เพื่อเป็นแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ให้กับนักเรียน นักศึกษา อาจารย์ ตลอดจนนักวิจัย ที่จะใช้เป็นช่องทางหนึ่งในการสืบค้นข้อมูล อีกทั้งยังเป็นการแบ่งปันข้อมูลระหว่างสถาบันทางการศึกษาหรือหน่วยงาน
3. เพื่อเพิ่มคุณภาพของการศึกษาให้เกิดแก่นักเรียน นักศึกษา อาจารย์ ตลอดจนนักวิจัย เนื่องจากทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิดนี้ เป็นการใช้เทคโนโลยีที่ส่งเสริมนวัตกรรมการสร้างความร่วมมือในการเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เปิดกว้างมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลดีต่อการกระจายและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ที่จะถูกนำมาใช้ร่วมกัน และสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปต่อยอดเพื่อพัฒนานวัตกรรม
4. เพื่อแบ่งปันองค์ความรู้ ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่ความรู้ให้กับบุคคลที่สนใจให้สามารถเข้าถึงแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาวิธีการสอนรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่เป็นการเรียนรู้แบบเปิด

จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายของทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิดข้างต้น จะมีการเน้นการเผยแพร่ระบบและการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลาย อีกทั้งยังเน้นหนักในเรื่องของการแบ่งปันข้อมูลอย่างยั่งยืน เพื่อให้กลายเป็นเครื่องมือหนึ่งในการเพิ่มโอกาสของการเรียนรู้ โดยไม่ได้เน้นการสร้างผลกำไรหรือรายได้ หากแต่เป็นการเน้นสร้างทางเลือกใหม่ทางด้านการศึกษาที่ตอบสนองการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคของการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้จากทุกสถานที่และทุกเวลา ดังนั้นการพัฒนา OER ให้ตอบโจทย์กับจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ตามที่กล่าวมานั้น จึงมีผู้ที่คิดและนำศาสตร์ทางด้านการบริหารจัดการเข้ามาช่วยเพื่อพัฒนา OER ให้เกิดการใช้งานที่แพร่หลาย และยังเป็นการช่วยเพิ่มชื่อเสียงหรือจุดขายให้เกิดขึ้นกับสถาบันทางการศึกษาหรือหน่วยงาน โดยการนำมาใช้กำหนดและทำความเข้าใจใน OER ที่แต่ละหน่วยงานจะพัฒนาขึ้น ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ช่วยเสริมสร้างการพัฒนา OER ให้มีคุณภาพ มีความยั่งยืน และยังสอดคล้องกับข้อแนะนำที่ปรากฏในปฏิญญากรุงปารีสด้านแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด พ.ศ. 2555 (UNESCO, 2012) ข้อหนึ่งที่ว่า “เสริมสร้างการพัฒนากลยุทธ์และนโยบายแหล่งข้อมูลทางการศึกษาแบบเปิด (Open Educational Resources: OER)” โดยเป็นการส่งเสริมการพัฒนานโยบายที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการผลิตและการใช้ OER ด้วยกลยุทธ์ที่หลากหลาย เพื่อยกระดับการศึกษา ดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

1. Business Models in OER, a Contingency Approach (Helsdingen et al., 2010) บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลที่พบและตอบข้อคำถามที่ว่า จะพัฒนา OER ให้เกิดความสำเร็จได้อย่างไร ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยด้วยการวิเคราะห์ Business model ของ Osterwalder & Pigneur (Osterwalder & Pigneur, 2009) พบว่ามี 2 กลุ่ม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- **กลุ่มที่ 1** จะมุ่งเน้นที่การเผยแพร่เนื้อหาในระบบ OER ผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อให้บริการแก่นักเรียนหรือนักศึกษาผู้ที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา โดยผู้พัฒนาในกลุ่มที่ 1 จะไม่มีการตั้งเป้าหมายหรือวางแผนให้ OER เป็นตัวหลักของแผนทางธุรกิจ แต่จะให้ OER มีบทบาทแค่เพียงส่วนเสริมจากการดำเนินงานปกติเท่านั้น โดยสื่อการเรียนรู้ที่ปรากฏในระบบ OER ของกลุ่มที่ 1 จะเป็นการเปลี่ยนรูปแบบสื่อการเรียนรู้ปกติให้อยู่ในรูปแบบสื่อดิจิทัล บางครั้งก็อาจปรับบางส่วนของสื่อการเรียนรู้เดิม แต่ยังไม่ได้มีการระบุกลุ่มเป้าหมายโดยเฉพาะ อีกทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มนี้ยังไม่มีการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมกัน และยังไม่มีการส่งเสริมหรือประชาสัมพันธ์ นอกจากนี้เป้าหมายของการพัฒนา OER ในกลุ่มที่ 1 ก็เพื่อเป็นการสร้างชื่อเสียงให้หน่วยงานและการเป็นแหล่งแบ่งปันข้อมูลที่จะมาช่วยเสริมสำหรับนักเรียน นักศึกษาและนักวิจัย เพื่อให้การศึกษาหรือการวิจัยมีคุณภาพเพิ่มมากขึ้น สำหรับรายได้ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาและบำรุงรักษาระบบนี้ มาจากรายได้ค่าธรรมเนียมของหน่วยงานหรือสถาบันเอง ซึ่งการพัฒนา OER ในรูปแบบของกลุ่มที่ 1 จึงอาจไม่ประสบความสำเร็จตามที่ผู้พัฒนาตั้งเป้าหมายไว้
- **กลุ่มที่ 2** จะมุ่งเน้นที่การพัฒนา OER เพื่อให้บริการแก่กลุ่มชุมชนผู้ใช้งานขนาดใหญ่ โดยในกลุ่มนี้จะมีการวิเคราะห์ Business model ที่จะพิจารณาตั้งแต่รูปแบบของเว็บไซต์ ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของผู้ใช้งานที่จะมีการเข้าระบบมาเพื่อสร้าง แบ่งปัน และค้นหาทรัพยากรด้านการศึกษา ซึ่งเป้าหมายหลักของกลุ่มนี้จะคล้ายกับกลุ่มที่ 1 คือ การสร้างชื่อเสียงให้หน่วยงานและเป็นแหล่งแบ่งปันข้อมูล อย่างไรก็ตามองค์ความรู้ที่เผยแพร่ในกลุ่มนี้ยังขาดความรู้หลักที่มาจากนักการศึกษา ผู้สอน หรือนักวิจัยอีกจำนวนมาก เพราะองค์ความรู้ที่เผยแพร่อยู่นั้นมีความหลากหลาย บางครั้งก็เป็นสื่อดิจิทัลที่สอนเนื้อหาเพียงตอนใดตอนหนึ่งหรือเนื้อหาที่เผยแพร่นั้นยังขาดคุณภาพเนื่องจากไม่ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนของรายได้ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาและบำรุงรักษาระบบ เกิดจากการระดมทุน ค่าธรรมเนียมพื้นฐานของหน่วยงานหรือสถาบัน

2. Positioning the OER Business Model for Open Education (Langen & Bitter-Rijkema, 2012) บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอมุมมองในประเด็นหลัก ๆ 3 ประเด็นดังนี้

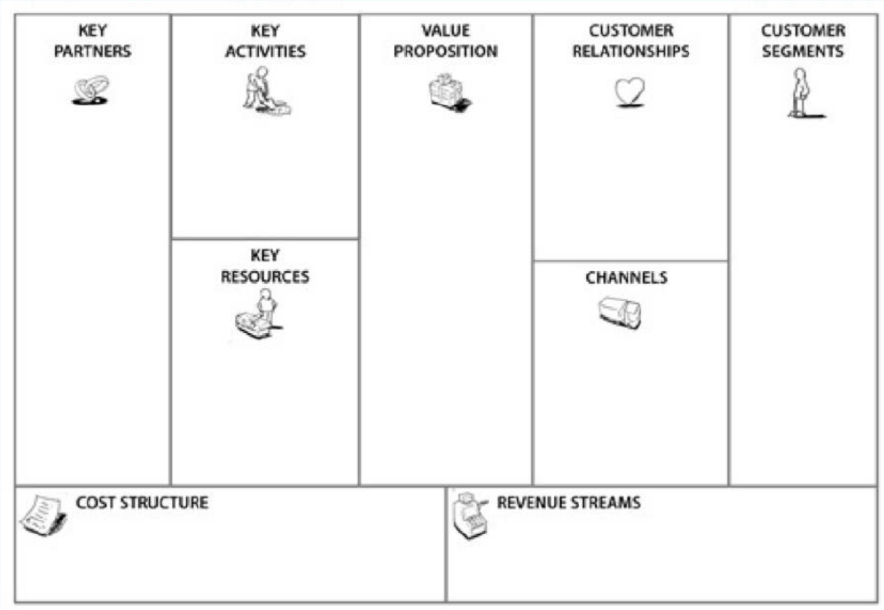
- **ประเด็นที่ 1** การประยุกต์ใช้กระบวนทัศน์ของ OER โดยพิจารณาจากมุมมองทางธุรกิจไปยังการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน ผู้พัฒนา และผู้ใช้งานของทรัพยากรด้านการศึกษา รวมทั้งการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสถาบันการศึกษา นักออกแบบ และผู้ให้บริการในด้านของการให้บริการการเรียนรู้ของทั้งการศึกษาในระบบและการศึกษานอกระบบโรงเรียน
- **ประเด็นที่ 2** การใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้จาก Business model เพื่อนำไปสู่มุมมองของการพัฒนา OER ให้เกิดความยั่งยืน
- **ประเด็นที่ 3** การอธิบายองค์ประกอบที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ Business model ที่เหมาะสมกับ OER เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ OER อย่างยั่งยืน

จากทั้ง 3 ประเด็นดังกล่าวข้างต้นที่มองในด้านการวิเคราะห์ทาง Business model แล้วนั้น ยังมีอีกสิ่งที่ต้องวิเคราะห์ นั่นก็คือ ทฤษฎีการเรียนรู้และหลักการออกแบบการเรียนรู้ ซึ่งหากมีการวิเคราะห์ร่วมกันแล้วจะเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้การพัฒนาและการใช้งาน OER เกิดความยั่งยืน ดังเช่น De Langen ได้กล่าวไว้ว่า (de Langen, 2011) การพัฒนาและขับเคลื่อน OER ให้ดำเนินต่อไปอย่างยั่งยืนขึ้นอยู่กับเงินอุดหนุนและของรางวัล ตลอดจนการพัฒนา OER ที่จะมีการมุ่งเน้นในเรื่องของการนำเสนอความน่าสนใจในส่วนคุณค่าของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้มากกว่ารูปแบบของระบบ OER แบบเดิมที่มุ่งเน้นรายได้ ดังเช่นคำถามแรกก่อนการพัฒนา OER คือ คุณค่าหรือประโยชน์อันใดที่ทางผู้พัฒนาจะต้องจัดเตรียมให้ครอบคลุมกับผู้ใช้งานทุกกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจากคำถามนี้จะนำไปใช้ในการสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับกลุ่มผู้ใช้งาน การรวมกลุ่มและการเป็นผู้มีส่วนร่วมผลิต การแบ่งปันและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ รวมไปจนถึงการเผยแพร่และการควบคุมคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ในระบบ OER อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีคำถามอื่น ๆ ที่ตั้งขึ้นเพื่อวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ เช่น ประโยชน์และประสิทธิภาพของระบบ OER ความสัมพันธ์ระหว่าง OER กับระดับความรู้ เหตุผลสำหรับผู้เรียนที่จะใช้สื่อการเรียนรู้จาก OER ซึ่งคำถามต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเลือกใช้ Business Model ที่เหมาะสมกับการพัฒนา OER ให้เกิดความยั่งยืน

3. Trends in business models for open educational resources and open education (Schuwer & Janssen, 2013) บทความนี้เป็นการนำเสนอรูปแบบธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแบบเปิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ของสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศเนเธอร์แลนด์ที่มีความต้องการของภาครัฐในการพัฒนา โดยวิธีการวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสมกับหน่วยงาน โดยการใช้เครื่องมือ Osterwalder's canvas ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยทำความเข้าใจในองค์กรของตนเอง และสามารถพัฒนาหรือเลือกรูปแบบธุรกิจของสถาบันการศึกษา รวมทั้งยังเป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์ธุรกิจอีกด้วย ภายหลังจากการใช้ Osterwalder's canvas วิเคราะห์แล้ว พบประเด็นที่จะส่งผลให้เกิดการพัฒนา OER ที่ยั่งยืน 3 ประเด็น ได้แก่

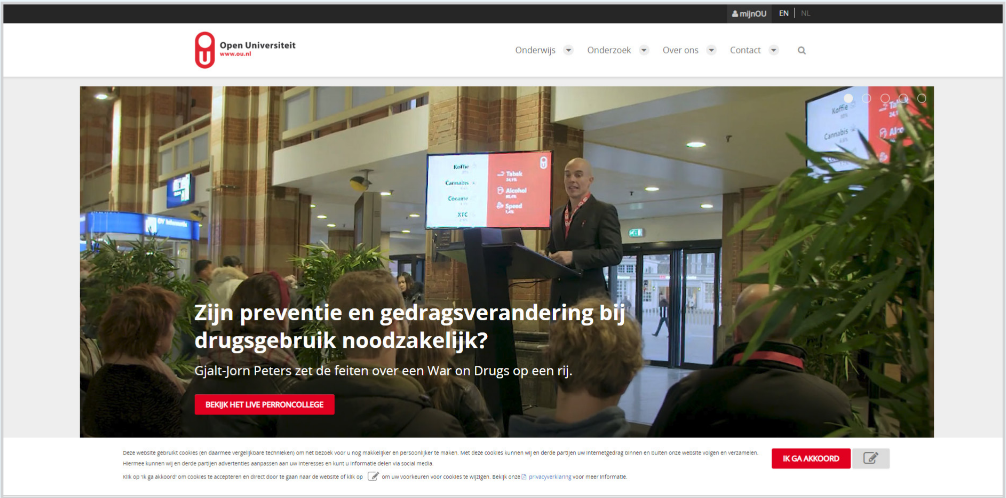
- การพัฒนาโครงการ OER เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับประสบการณ์ อาจจะมีการใช้ funding model
- การพัฒนา OER ให้มีความอิสระ เพื่อส่งผลต่อการสร้างรายได้ที่จะได้รับ อาจจะมีการใช้ revenue model
- OER เป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์ของสถาบันเพื่อส่งเสริมการศึกษาในอนาคต

ดังนั้นการวิเคราะห์ OER ด้วยเครื่องมือเพื่อหากลยุทธ์และรูปแบบทางธุรกิจ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะพิจารณาและเห็นประโยชน์จากศักยภาพของ OER และ MOOCs ที่สถาบันอุดมศึกษาจะพัฒนาขึ้น ดังตัวอย่างการใช้ Osterwalder ในการวิเคราะห์ ดังนี้



ภาพ 1 แสดง Elements of the Business Model Canvas (Osterwalder and Pigneur, 2010)
ที่มา https://www.researchgate.net/figure/Elements-of-the-Business-Model-Canvas-Osterwalder-and-Pigneur-2010_fig1_280291313

- ตัวอย่าง openU at the open Universiteit in the Netherlands ภายหลังจากการวิเคราะห์พบว่า การเพิ่มคุณค่าให้เกิดกับระบบโดยคุณค่าที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้กลุ่มเป้าหมายมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้งานที่จะเข้าถึงได้ผ่านทางช่องทางมากขึ้น นอกจากนี้การเปิดชุมชนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้จะช่วยเพิ่มกลุ่มเป้าหมายให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่ง features ที่เพิ่มขึ้นอาจจำเป็นต้องมีพิจารณาถึงการค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม โดยรายได้เพิ่มเติมอาจมาจากการเก็บค่าธรรมเนียมการสมัครสมาชิก และการขายบริการเสริมสำหรับเนื้อหาหลักสูตรที่มีอยู่



ภาพ 2 แสดงตัวอย่างหน้าจอของเว็บไซต์ open Universiteit in the Netherlands
ที่มา https://www.ou.nl/

ดังนั้นทุกสถาบันการศึกษาในประเทศเนเธอร์แลนด์กำลังเผชิญกับสิ่งที่เป็นประเด็นนั่นก็คือ วิธีการพัฒนา OER ที่เกิดจากข้อตกลงร่วมกับกระทรวงศึกษา และวิธีการจัดการกับการเพิ่มขึ้นของการแข่งขันอย่างอิสระของการศึกษาผ่านทาง MOOCs ซึ่งจาก 2 ประเด็นที่กล่าวมานี้อาจหมายถึงการกำหนดให้ OER กลายเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์และกิจกรรมหลักของแต่ละสถาบันการศึกษา ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของทั้ง OER และรูปแบบการศึกษาในอนาคตอีกด้วย

จากตัวอย่างงานวิจัยทั้ง 3 รายการข้างต้น มีการกล่าวถึงการวิเคราะห์ Business model ที่เหมาะสมกับหน่วยงานหรือสถาบันการศึกษา ซึ่งตัวอย่างหนึ่งของเครื่องมือการวิเคราะห์ นั่นก็คือ Osterwalder's canvas ตลอดจนการพิจารณาปัจจัยหรือองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ Business model ดังที่ Baden-Fuller & Morgan ได้กล่าวว่า (Baden-Fuller & Morgan, 2010) รูปแบบธุรกิจจะมีลักษณะและตอบสนองบทบาทที่เหมาะสมในแต่ละประเภทของงาน โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นผู้พัฒนาระบบ OER ขึ้นมาใหม่จำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณา สังเกต และเลือกใช้ทฤษฎีที่เหมาะสม อันจะนำไปสู่การสร้างแนวคิดทางธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับระบบ OER เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถคงอยู่และเป็นลูกค้าของระบบ OER ต่อไปอย่างยั่งยืน โดยปัจจัยหรือองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ Business model มีดังนี้

1. Customer Segments เป็นการกำหนดกลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มผู้ใช้งาน โดยในการระบุกลุ่มเป้าหมายนี้อาจพิจารณาจากพฤติกรรมในการเรียน การเลือกลงทะเบียนเรียน ซึ่งหากมีการระบุกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจนก็จะส่งผลต่อการวางแนวทางการจัดการและการหากลยุทธ์เพื่อดึงดูดให้ผู้ใช้งานเหล่านั้นคงอยู่
2. Value Proposition เป็นการกำหนดว่าแหล่งทรัพยากรที่จะทำการจัดเตรียมนั้นจะนำเสนอในรูปแบบใดที่จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานทั้งผู้ใช้ที่เป็น end user และผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนาหลักสูตร รวมทั้งการพิจารณารูปแบบของหลักสูตรซึ่งอาจรวมถึงการพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ การพิจารณาปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้งานระบบ OER
3. Customer Relationships เป็นการกำหนดรูปแบบปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้งาน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีปรากฏใน 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่มีผู้ผลิตเนื้อหาเพื่อเผยแพร่สู่ผู้ใช้งานเพียงอย่างเดียว และรูปแบบที่ผู้ใช้งานทุกคนมีส่วนร่วมที่จะสามารถปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาที่เผยแพร่ได้
4. Channels เป็นการกำหนดช่องทางในการเผยแพร่แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ OER ถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บไซต์
5. Revenue Streams เป็นการกำหนดแหล่งรายได้ที่จะนำมาใช้สนับสนุนการพัฒนาและการบำรุงรักษาระบบ โดยส่วนใหญ่ OER จะถูกพัฒนาขึ้นโดยองค์กรหรือสถาบันการศึกษา ซึ่งหน่วยงานเหล่านี้ต่างมีเงินกองทุนหรือเงินสนับสนุนจากรัฐบาล
6. Key Resources เป็นการกำหนดแหล่งทรัพยากรหลักต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเนื้อหา ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ รวมทั้งการกำหนดทีมงาน ที่จะช่วยส่งเสริมและขับเคลื่อนให้การพัฒนาระบบ OER เกิดความยั่งยืน
7. Key Activities เป็นการกำหนดกิจกรรมหรือแผนการดำเนินงานต่าง ๆ ที่ต้องดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ เช่น การแปลงเนื้อหาไปสู่รูปแบบดิจิทัล การพัฒนาเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และการสร้างแหล่งชุมชนออนไลน์เพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
8. Key Partnerships เป็นการกำหนดผู้ร่วมพัฒนาแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการลงนามความร่วมมือระหว่างหน่วยงานหรือสถาบัน ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนแหล่งทรัพยากรอีกด้วย
9. Cost Structure เป็นการกำหนดค่าใช้จ่ายสำหรับการพัฒนาระบบและการเผยแพร่แหล่งทรัพยากรการศึกษา

บทสรุป

แนวทางการพัฒนา Open Educational Resources ที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า OER ที่พัฒนาขึ้นจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัยหรือองค์ประกอบที่สำคัญ เพื่อเป็นการสร้างกลยุทธ์ที่เน้นให้กลุ่มผู้ใช้งานสามารถคงอยู่และเป็นลูกค้าของระบบ OER ไปอย่างยั่งยืน นอกจากนี้หากมีการวางกลยุทธ์ที่ดีแล้วจะช่วยเสริมประโยชน์ต่อหน่วยงานหรือสถาบันการศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่น ช่วยให้ปริมาณผู้เข้าใช้งานหรือผู้สนใจที่จะเข้าศึกษาเพิ่มจำนวนมากขึ้น ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการจัดการและวางแผนการศึกษาที่เหมาะสมกับตนเอง ช่วยดึงดูดนักศึกษาด้วยระบบ OER ที่มีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มคุณค่าให้เกิดแก่แหล่งทรัพยากรการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ช่วยส่งเสริมการสร้างความร่วมมือในการสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยการให้ทรัพยากรทางการศึกษาในรูปแบบ Just-in-Time อีกด้วย

บรรณานุกรม

Baden-Fuller, C., & Morgan, M. S. (2010). Business Models as Models. *Long Range Planning, 43*(2–3), 156-171.

Baden-Fuller, C., & Morgan, M. S. Restrieved October 18, 2018, from http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2010.02.005.

de Langen, F. (2011). There is no business model for open educational resources: a business model approach. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning, 26*(3), 209-222. doi:10.1080/02680513.2011.611683

Geser, G. (2007). *Open Educational Practices and Resources*. Retrieved October 18, 2018, from http://www.olcos.org/english/roadmap/

Helsdingen, A., Janssen, B., & Schuwer, S. (2010). Business Models in OER, a Contingency Approach. *In Open ED 2010 Proceedings*, 3.

Kumar, V. (2009). Open Educational Resources in India's national development. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning, 24*(1), 77-84. doi:10.1080/02680510802627860

Langen, F. H. T. d., & Bitter-Rijkema, M. E. (2012). Positioning the OER Business Model for Open Education. *European Journal of Open, Distance and E-Learning, n1 2012*, 13.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2009). *Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers.* Amsterdam, The Netherlands: Modderman Drukwerk.

Schaffert, S., & Geser, G. (2008). Open Educational Resources and Practices. *eLearning Papers, 7*, 1-10.

Schuwer, R., & Janssen, B. (2013). *Trends in business models For open educaTional resources and open educaTion.* Retrieved October 18, 2018, from http://www.surf.nl/en/publicaties/Documents/Trend%20Report%20OER%202013_EN_DEF%2007032013%20%28LR%29.pdf

UNESCO. (2012). World Open Educational Resources (OER) Congress. *The 2012 Paris OER Declaration.* Retrieved October 18, 2018, from http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/access-to-knowledge/open-educational-resources/what-is-the-paris-oer-declaration/

ดร.พงศธร มหาวิจิตร • ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ • e-mail: pongsatorn1207@gmail.com
พงศกร ภู่อารีย์ • นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณิตศาสตร์กับ "การพัฒนาที่ยั่งยืน"

วันเวลาได้ผ่านไปมากว่าสองทศวรรษแล้ว ที่กระแสแนวคิดเรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ได้ถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นวาระพิจารณาระดับโลก โดยองค์การสหประชาชาติได้กำหนดแผนแม่บทให้ประเทศต่าง ๆ นำไปสร้างกลยุทธ์และแผนการพัฒนาที่ยั่งยืนของตนเอง ภายใต้แนวคิดว่า "เป็นการพัฒนาที่ตอบสนองต่อความต้องการของคนยุคปัจจุบัน แต่ต้องคำนึงถึงคนในอนาคตรุ่นต่อไปด้วย" (UNESCO, 1997) กล่าวคือ การพัฒนาต้องมีการผสมผสานอย่างสมดุลระหว่าง 3 เสาหลักคือ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 1 และได้กำหนดให้ปี ค.ศ. 2005 – 2014 (พ.ศ. 2548 – 2557) เป็นทศวรรษแห่งการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ตามแนวคิดสำคัญ 3 ประการ (พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์, 2551) คือ

1. การเปลี่ยนแปลงสู่คุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ซึ่งเริ่มต้นด้วย "การศึกษา"
2. การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนนับเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง มิใช่เป็นทางเลือก
3. การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต้องเป็นภารกิจของทุกคน

ภาพ 1 สามเสาหลักของการพัฒนาที่ยั่งยืน
ที่มา https://www.swishclean.com/sustainability.htm

ยูเนสโก (UNESCO, 2005) ได้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for Sustainable Development: ESD) ไว้ 6 ประการ ประกอบด้วย 1) เป็นการจัดการศึกษาแบบสหวิทยาการที่เป็นองค์รวม 2) ช่วยผลักดันการเสริมสร้างค่านิยม 3) เน้นการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา 4) ใช้พหุวิธี 5) ใช้การตัดสินใจแบบมีส่วนร่วม และ 6) มีความสอดคล้องกับท้องถิ่น และมีการพัฒนาประเด็นหัวข้อสำหรับจัดการศึกษา (The Issue Topics for ESD Framework) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งล่าสุดได้จัดทำเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนหลังปี 2558 (พ.ศ. 2558 – 2573) ซึ่งประกอบด้วย 17 เป้าหมาย ได้แก่ 1) การขจัดความยากจน 2) การขจัดความหิวโหย 3) การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี 4) การศึกษาที่มีคุณภาพ 5) ความเท่าเทียมกันทางเพศ 6) การจัดการน้ำและสุขาภิบาล 7) การจัดให้มีพลังงานสะอาด

ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ 8) การจ้างงานที่มีคุณค่าและการเติบโตทางเศรษฐกิจ 9) การมีอุตสาหกรรม นวัตกรรมและโครงสร้างพื้นฐาน 10) การลดความเหลื่อมล้ำ 11) การมีเมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน 12) การมีแผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน 13) การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ 14) การใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเล 15) การใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบก 16) การมีสังคมที่สงบสุข ยุติธรรม และไม่แบ่งแยก 17) การมีความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (UNESCO, 2017) ดังภาพ 2

ภาพ 2 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของ UNESCO (2017)

ที่มา https://en.unesco.org/sdgs

ในอดีตที่ผ่านมา ประเทศไทยได้น้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้เป็นหนึ่งในกลยุทธ์หลัก เพื่อการขับเคลื่อนแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศในภาพรวมอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการขับเคลื่อนแนวคิดด้านการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในสถานศึกษากลับพบว่า โรงเรียนส่วนใหญ่นิยมมอบให้เป็นบทบาทหน้าที่ของบางกลุ่มสาระเท่านั้น เช่น กลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม และกลุ่มสาระการงานอาชีพ ซึ่งมักยึดติดกรอบอยู่แค่แนวคิดเกษตรพอเพียงเท่านั้น ทำให้การขับเคลื่อนมีข้อจำกัดและไม่ครอบคลุมทุกประเด็นหัวข้อของ ESD ทั้งที่ในความเป็นจริงการขับเคลื่อนแนวคิด ESD จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน การจัดหลักสูตรการเรียนการสอนจึงควรคำนึงถึงความเชื่อมโยงของการเรียนรู้ทุกสาขาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความคิด มุมมอง และคุณค่าของการตัดสินใจ ตลอดจนพฤติกรรมต่าง ๆ ของเพื่อนร่วมโลก ซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อน เนื่องจากประเด็นเหล่านี้มีมิติของความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องหลายด้าน ได้แก่ เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม (อำไพ หรคุณารักษ์, 2550)

บทความนี้ประสงค์จะนำเสนอมุมมองและแนวคิดของการมีส่วนช่วยขับเคลื่อน ESD ในบริบทการออกแบบการเรียนรู้ของครูคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถจะมีบทบาทด้านการสนับสนุนได้ ผู้เขียนขอยกตัวอย่างกิจกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของต่างประเทศที่ได้สอดแทรกแนวคิดและมุมมองเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักต่อโลก ตัวอย่างแรก เป็นแผนจัดการเรียนรู้ขององค์กร Coolaustralia ที่ได้สอดแทรกการสร้างความรู้เกี่ยวกับปัญหาวิกฤติการปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศ โดยได้อ้างอิงจากฐานข้อมูลจริง

กิจกรรมที่ 1 ร้อยละและงบประมาณคาร์บอน (Percentages and the Carbon Budget)

ผู้เรียนจะได้ศึกษาปริมาณค่าเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อมีปริมาณ CO_2 มาก โดยใช้ความรู้เรื่องร้อยละในการคำนวณปริมาณ CO_2 ที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2013 พร้อมกับการหาอัตราเฉลี่ยของแต่ละปี แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่คณะกรรมการด้านภูมิอากาศ (Climate Commission) ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงแนวโน้มที่ปริมาณ CO_2 จะเกินเกณฑ์มาตรฐาน จนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในอีก 20 ปีข้างหน้า และนำไปสู่การวางแผนการลดปริมาณ CO_2

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เข้าใจวิธีการเปลี่ยนปริมาณร้อยละ และคำนวณร้อยละของการเพิ่มขึ้นและลดลงของคาร์บอน
- ค้นพบผลกระทบของการเพิ่มขึ้นและลดลงของการปล่อยคาร์บอน และผลจากอัตราเฉลี่ยในการปล่อยคาร์บอนเกินเกณฑ์มาตรฐาน

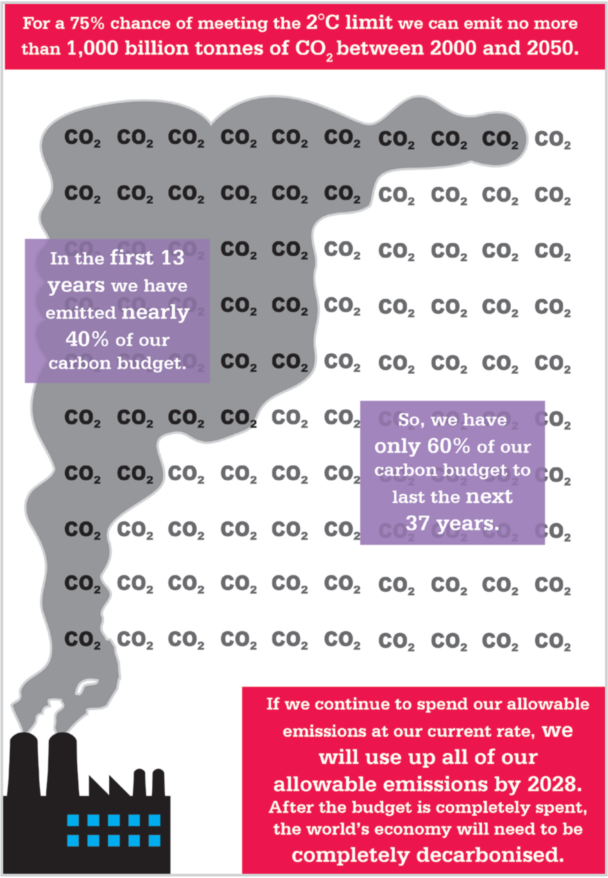
ทักษะศตวรรษที่ 21 ที่เกี่ยวข้อง: การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์

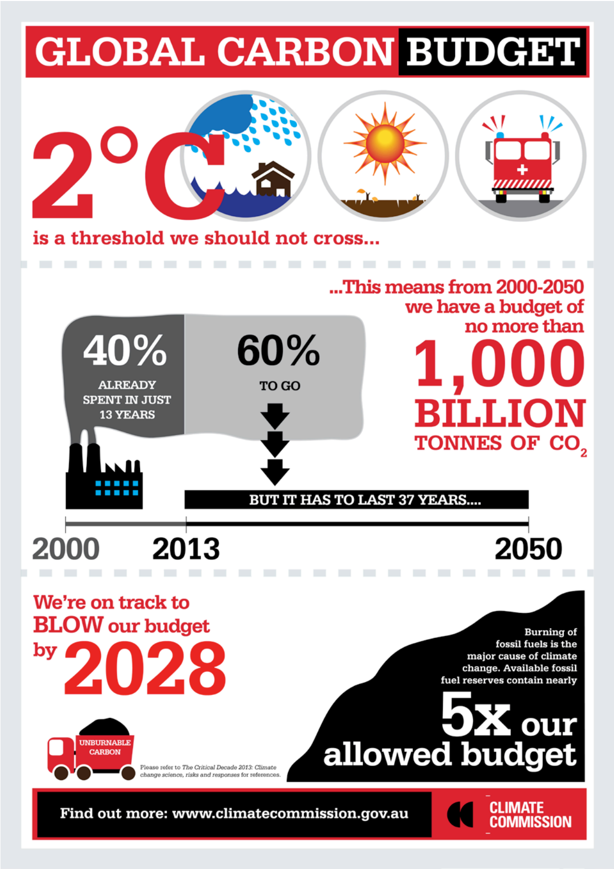
ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. นักเรียนดูวีดีทัศน์เรื่อง "ทศวรรษแห่งวิกฤติ" จากนั้นอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่มีการปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศ รวมถึงโอกาสและทางเลือก
2. ครูนำเสนอโปสเตอร์ อินโฟกราฟิกแสดงงบประมาณคาร์บอนที่ติดลบ (Overspending our Carbon Budget) และงบประมาณคาร์บอนทั้งโลก (The Global Carbon Budget) แล้วอภิปรายข้อมูลสำคัญ เช่น งบประมาณที่เพิ่มขึ้น หน่วยพันล้าน (billion) และตัน (tonne)
3. นักเรียนตอบคำถามในใบงาน (โดยครูอาจสอนเนื้อหาเกี่ยวกับร้อยละเพิ่มเติม)
4. นักเรียนสะท้อนความคิดด้วยการตอบคำถาม
   - การเฝ้าระวังการปลดปล่อยคาร์บอนมีความสำคัญอย่างไร
   - เราสามารถลดการปลดปล่อยคาร์บอนได้อย่างไรบ้าง ทั้งตัวนักเรียนเองและภาครัฐ

ใบงาน Carbon Budget

ค่างบประมาณคาร์บอนของโลก (Global Carbon Budget) เป็นการประเมินการปล่อย CO_2 และการกระจายตัวในชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร และแผ่นดิน ช่วยให้เราสามารถทราบได้ว่า มนุษย์กำลังเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกอย่างไร ซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกหลายอย่างที่มนุษย์สร้างขึ้นล้วนผลิต CO_2 ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการรณรงค์เผยแพร่ค่างบประมาณคาร์บอนของโลก โดยนักวิทยาศาสตร์ประมาณการว่ามนุษย์ปลดปล่อยคาร์บอนราว 1,000 พันล้านตัน ระหว่างช่วงปี 2000 – 2050 จากข้อมูลนี้ทำให้เชื่อได้ว่าอุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้นกว่า 2 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่า ในช่วง 50 ปีนี้เรามีขีดจำกัดงบประมาณคาร์บอนไม่เกิน 1,000 พันล้านตัน แต่เราปลดปล่อยไปแล้ว 40% ภายในเวลาเพียง 13 ปีแรก (เหลืออีกเพียง 60% สำหรับอีก 37 ปีที่เหลือ) ซึ่งหากยังเป็นไปในอัตราเดิมจะทำให้ถึงจุดวิกฤติได้ในปี 2028 จึงมีหลายสิ่งที่เราต้องช่วยกันทำเพื่อหยุดระเบิดเวลานี้





ที่มา https://www.coolaustralia.org/activity/percentages-and-the-carbon-budget-year-8/

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. การปลดปล่อย CO_2 ระหว่างปี 2000 – 2013 มีปริมาณกี่พันล้านตัน
2. จงคำนวณอัตราการปลดปล่อย CO_2 เฉลี่ยต่อปี ระหว่างปี 2000 – 2013 แล้วแสดงในรูปร้อยละ
3. ปริมาณการการปลดปล่อยทั้งหมดในปี 2025 เป็นเท่าไร หากยังเพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกับช่วงปี 2000 – 2013 จงคำนวณแล้วแสดงในรูปร้อยละ
4. ยังเหลืองบประมาณคาร์บอนที่สามารถปลดปล่อยได้อีกกี่พันล้านตัน ทั้งเฉลี่ยรวมและต่อปี
5. ถ้าเรายังคงปล่อย CO_2 ในอัตรา 31 พันล้านตันต่อปี เราจะถึงจุดระเบิดในอีกกี่ปี

ตอนที่ 2 นักวิทยาศาสตร์ได้พยากรณ์ว่าเราจะถึงจุดระเบิดในปี 2028 ทั้งนี้เพราะแทนที่เราจะลดปริมาณการปลดปล่อย เรากลับปล่อยคาร์บอนมากขึ้นถึงปีละ 2.6% โดยคำนวณได้จากสูตร

ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง = [(ปริมาณปัจจุบัน – ปริมาณเดิม)/ปริมาณเดิม] x 100

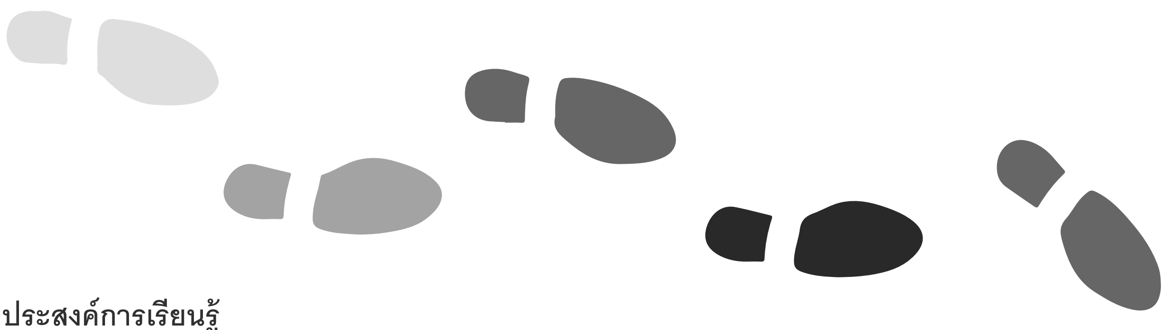
หากค่าที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวกแสดงว่าปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเป็นลบ แสดงว่าปริมาณได้ลดลง

1. หากคำพยากรณ์เป็นจริงและเราไปถึงจุดระเบิดในปี 2028 จงคำนวณอัตราการปลดปล่อยเฉลี่ยหลังปี 2028
2. จงคำนวณและพยากรณ์อัตราการปลดปล่อยเฉลี่ยต่อปีระหว่างปี 2014 – 2028
3. การปลดปล่อยในช่วงเวลาดังกล่าวเมื่อเทียบกับช่วง 13 ปีแรก เพิ่มขึ้นร้อยละเท่าไร
4. หากเราสามารถลดการปลดปล่อยได้ 12% จงคำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยที่ลดลง
5. ถ้าค่าขีดจำกัดการปลดปล่อยเท่ากับ 1,000 พันล้านตัน ภายในเวลา 50 ปี จงคำนวณว่าออสเตรเลียจำเป็นต้องลดปริมาณ CO_2 ลงร้อยละเท่าไร จึงจะไม่ถึงจุดระเบิด
6. ทำอย่างไรเราจึงจะสามารถลดปริมาณ CO_2 ลงได้ 50%

กิจกรรมนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจผลกระทบ และความรุนแรงที่จะเกิดจากปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ที่มากเกินความพอดีจากกิจกรรมของมนุษย์ หากเรายังคงเพิกเฉยและปล่อยให้เป็นไปดังเดิม ก็จะเป็นตัวเร่งให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในตอนท้ายของกิจกรรมจะมีคำถามช่วยสะท้อนให้ผู้เรียนตระหนักถึงการมีส่วนร่วมป้องกันภาวะโลกร้อน ซึ่งกิจกรรมนี้จะสอดคล้องกับเป้าหมายของ ESD ข้อ 13 ที่เกี่ยวกับการรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

อีกตัวอย่างหนึ่งเป็นแผนจัดการเรียนรู้ขององค์กร Beyond Benign ที่ให้ผู้เรียนพิจารณาผลกระทบจากพฤติกรรมการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวันที่ส่งผลต่อระบบนิเวศ ในรูปแบบของฟุตพริ้นท์หรือรอยเท้านิเวศ (Ecological Footprint) โดยผู้เรียนต้องกรอกข้อมูลลงในใบงานเพื่อคำนวณค่าฟุตพริ้นท์ จากนั้นร่วมกันแลกเปลี่ยนค่าคะแนนที่ได้ และประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการหาค่ากลางของข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่

กิจกรรมที่ 2 ทิ้งไว้เพียงรอยเท้า (Leave Only Footprints)



จุดประสงค์การเรียนรู้

- สามารถแยกแยะรอยเท้าทางกายภาพและรอยเท้านิเวศ (Physical and Ecological Footprint)
- มีความเข้าใจว่ารูปแบบและอุปนิสัยการอุปโภคบริโภคในชีวิตของตน ส่งผลกระทบต่อผู้อื่นอย่างไร
- สามารถคำนวณค่าฟุตพริ้นท์ของตนเองได้
- สามารถเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติและหาค่ากลางของข้อมูลได้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยข้อความ "เก็บกลับมาแค่ความทรงจำ ทิ้งไว้เพียงรอยเท้า" ร่วมกันอภิปรายถึงการมีสำนึกรับผิดชอบต่อโลกและคนรุ่นถัดไป
2. อธิบายความหมายของรอยเท้านิเวศและวิถีการดำเนินชีวิตที่ส่งเสริมความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม
3. นักเรียนทำใบงานและรวมแต้มตามคะแนนที่ระบุไว้หลังตัวเลือก (น้ำหนักคะแนนแต่ละข้อได้มาจากฐานข้อมูลสถิติจริง) จากนั้นเขียนแต้มคะแนนรวมของตนบนกระดาษโน๊ต
4. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม ตามแต้มคะแนนรวม (12-18, 19-25, 26-32, 33-39) แล้วให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูล โดยการตอบคำถามต่อไปนี้
   - ช่วงคะแนนกลุ่มใดที่สะท้อนถึงการใช้ชีวิตตามวิถีความยั่งยืนมากกว่ากัน
   - กลุ่มใดที่จัดเป็นตัวแทนที่ดีที่สุด/แย่ที่สุด เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
   - นักเรียนมีความหวังที่จะเห็นความเปลี่ยนแปลงบ้างหรือไม่ หากมี ควรจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรและนักเรียนจะมีส่วนช่วยเหลืออะไรได้บ้าง
5. แต่ละกลุ่มคำนวณค่ากลางของข้อมูล: มัธยฐาน ฐานนิยม และค่าเฉลี่ย จากข้อมูลฟุตพริ้นท์บนกระดาษโน๊ตของสมาชิกแต่ละคน
   - **มัธยฐาน (Median)** ให้นักเรียนนำกระดาษโน๊ตมาติดเรียงเป็นเส้นตรงจากค่าน้อยไปหามาก จำนวนที่อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลทั้งชุด เรียกว่า มัธยฐาน
   - **ฐานนิยม (Mode)** จากข้อมูลที่เรียงไว้ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อมูลใดที่ซ้ำกัน (มีความถี่) มากที่สุด ค่านั้นคือ ฐานนิยม
   - **ค่าเฉลี่ย (Mean)** เป็นค่าที่เกิดจากการนำข้อมูลทุกตัวมาเฉลี่ยกัน คำนวณโดยนำข้อมูลทั้งหมดมาหาผลรวมแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล
6. ให้นักเรียนพิจารณาว่าค่ากลางของข้อมูลตัวใดเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดสำหรับข้อมูลของเรา พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ใบงาน Ecological Footprint

ค่าฟุตพริ้นท์หรือรอยเท้านิเวศ (Ecological Footprint) คำนวณจากจำนวนพื้นที่และทรัพยากรที่เราใช้ในวิถีการดำรงชีวิต ให้นักเรียนเลือกคำตอบแต่ละข้อเพื่อนำมาหาค่าฟุตพริ้นท์ของตนเอง

1. ลักษณะบ้านของคุณเป็นแบบใด

☐ อพาร์ทเมนท์/คอนโด (1) ☐ บ้านเดี่ยวขนาดเล็ก (2) ☐ บ้านเดี่ยวมีบริเวณกว้าง (3)

แต้มคะแนนของคุณ ....

2. บ้านของคุณมีขนาดเท่าไร

☐ 0 – 800 ตารางฟุต (2) ☐ ไม่เกิน 2000 ตารางฟุต (4) ☐ มากกว่า 2000 ตารางฟุต (6)

แต้มคะแนนของคุณ ....

3. บ้านของคุณมีการประหยัดพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำ

☐ ใช่ (1) ☐ ไม่ใช่ (2)

แต้มคะแนนของคุณ ....

4. ส่วนใหญ่คุณเดินทางโดยใช้วิธีใด

☐ เดิน/จักรยาน (2) ☐ รถโดยสาร/ขนส่งมวลชน (4) ☐ รถยนต์ส่วนตัว (6)

แต้มคะแนนของคุณ ....

5. รถยนต์ที่ครอบครัวของคุณใช้เป็นแบบใด

☐ ขนาดเล็ก (2) ☐ ขนาดครอบครัว (4) ☐ เอนกประสงค์หรือ SUV (6)

แต้มคะแนนของคุณ ....

6. ครอบครัวของคุณสร้างขยะมากเพียงใดในหนึ่งสัปดาห์

☐ 1 ถุงเล็ก (1) ☐ 1 ถุงขนาด 30 gallon (ประมาณ 113.56 ลิตร) (2)

☐ มากกว่า 1 ถุงขนาด 30 gallon (3)

**gallon เป็นหน่วยวัดปริมาตรหรือความจุ โดย 1 U.S. gallon = 3.785444 ลิตร*

แต้มคะแนนของคุณ ....

7. คุณรับประทานอาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (เนื้อสัตว์ นม ไข่) บ่อยแค่ไหน

☐ ไม่เลย (2) ☐ บางครั้ง (4) ☐ เป็นประจำ (6)

แต้มคะแนนของคุณ ....

8. คุณบริโภคอาหารสดและผักผลไม้ในท้องถิ่น (ในรัศมีไม่เกิน 250 ไมล์) มากแค่ไหน

☐ ส่วนใหญ่ที่บริโภค (1) ☐ ประมาณครึ่งหนึ่ง (2) ☐ น้อยมาก (3)

แต้มคะแนนของคุณ ....

รวมทั้งหมด .... คะแนน

ที่มา https://www.beyondbenign.org/lessons/lesson-04-leave-footprints/

กิจกรรมนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่ารูปแบบการใช้ชีวิตของแต่ละคนนั้น สามารถสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร และเราควรอุปโภคบริโภคอย่างไร เพื่อแสดงการมีความสำนึกรับผิดชอบต่อโลกและคนรุ่นถัดไป ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของ ESD ข้อ 12 ที่เกี่ยวกับแผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน

จากสองกิจกรรมข้างต้นนี้ เป็นเพียงตัวอย่างบางแง่มุมที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พยายามบูรณาการแนวคิดเกี่ยวกับ ESD เข้าไปในบทเรียน ทั้งในรูปแบบของการให้ข้อมูลความรู้มาในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (แทนที่จะเป็นข้อมูลสมมติที่เลื่อนลอยไร้ความหมาย) และการออกแบบกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดวางแผนแก้ปัญหาส่วนรวมที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง เพื่อให้ตระหนักถึงการใช้ชีวิตอย่างมีสำนึกรับผิดชอบ ทั้งนี้หากผู้อ่านสนใจตัวอย่างกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับประเด็น ESD ด้านอื่นๆ ก็สามารถไปศึกษาได้จากเว็บไซต์ที่อ้างอิงไว้ กิจกรรมเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี ทั้งในคาบเรียนคณิตศาสตร์ คาบชุมนุม หรือแม้แต่กิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ ลองช่วยกันคนละไม้คนละมือนะครับ “โลกใบนี้เป็นของพวกเราทุกคน อย่าปล่อยให้ ESD เป็นแค่เรื่องของใครบางคนเท่านั้น”

บรรณานุกรม

Beyond Benign. (2010). *Leave Only Footprints.* Retrieved October 16, 2018, from https://www.beyondbenign.org/lessons/lesson-04-leave-footprints/.

Coolaustralia. (2018). *Activity: Percentages and the Carbon Budget - Year 8.* Retrieved October 16, 2018, from https://www.coolaustralia.org/activity/percentages-and-the-carbon-budget-year-8/.

UNESCO. (1997). *Educating for a Sustainable Future: A Transdisciplinary Vision for Concerted Action*. Paris: UNESCO.

UNESCO. (2005). *Working Paper: Asia-Pacific Regional Strategy for Educational for Sustainable Development*. 2nd ed. Bangkok: UNESCO Bangkok.

UNESCO. 2017. *UNESCO and Sustainable Development Goals.* Retrieved October 16, 2018, from https://en.unesco.org/sdgs.

พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์. (2551). *การจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน: พื้นฐานการศึกษาด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำไพ หรคุณารักษ์. (2550). *ความรู้เพื่อประชาชน ชุด การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ลำดับที่ 1 คิด มอง คาดการณ์เกี่ยวกับการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในบริบทไทย*. นนทบุรี: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

น้ำทิพย์ จรรยาธรรม • นักวิชาการ สาขาวิจัยและประเมินมาตรฐาน สสวท. • e-mail: nphan@ipst.ac.th

มาแปลผลการพยากรณ์อากาศกันเถอะ

Q : นักเรียนจะเรียนรู้อะไรได้บ้างจาก การพยากรณ์อากาศใน 1 วัน ของกรมอุตุนิยมวิทยา ?

A : สามารถอธิบายองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความดันอากาศ ลม ความชื้นอากาศ เมฆและฝน

เว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา (http://www.tmd.go.th/) มีข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศมากมาย เพียงนักเรียนเข้าไปยังเว็บไซต์ข้างต้นคลิกไปที่ไอคอน >>> หน้าแรก จะปรากฏลิงค์ดังภาพ 1 นักเรียนสามารถเลือกดูในหัวข้อที่อยากรู้ เช่น พยากรณ์อากาศประจำวัน พยากรณ์อากาศ 7 วันข้างหน้า เรดาร์ตรวจอากาศ แผนที่อากาศ

ภาพ 1 หน้าเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

จากคำถามข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องใช้ข้อมูลใดบ้างมาอธิบายคำตอบ? ตามมาค่ะ ดิฉันจะช่วยนำทางให้ เริ่มจากนักเรียนเลือกคลิกเข้าไปที่ >>> พยากรณ์อากาศประจำวัน จะปรากฏตารางพยากรณ์อากาศประจำวันนั้น ๆ โดยมีคำบรรยายลักษณะอากาศทั่วไป ลักษณะสำคัญทางอุตุนิยมวิทยา และลักษณะอากาศประจำภาคต่าง ๆ รวมถึงกรุงเทพมหานคร ดังภาพ 2

พยากรณ์อากาศประจำวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

ออกประกาศเวลา 06:00 น.

สภาวะอากาศโดยทั่วไป

พยากรณ์อากาศ 24 ชั่วโมงข้างหน้า บริเวณภาคเหนืออากาศเย็นถึงหนาว ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก มีอากาศเย็นกับมีหมอกบางในตอนเช้า โดยมีฝนเล็กน้อยบางแห่งบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก บริเวณยอดดอยมีอากาศหนาวถึงหนาวจัดกับมีน้ำค้างแข็งบางพื้นที่ ขอให้ประชาชนบริเวณภาคเหนือดูแลสุขภาพเนื่องจากสภาพอากาศที่หนาวเย็นลงด้วย สำหรับภาคใต้มีฝนตกต่อเนื่องกับมีฝนตกหนักบางแห่ง

ลักษณะสำคัญทางอุตุนิยมวิทยา

บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนและทะเลจีนใต้เริ่มมีกำลังอ่อนลง ลักษณะเช่นนี้ยังคงทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีอากาศหนาวเย็นกับมีหมอกบางในตอนเช้า ส่วนบริเวณยอดดอยมีอากาศหนาวถึงหนาวจัด กับมีน้ำค้างแข็งบางพื้นที่ สำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้เริ่มมีกำลังอ่อนลง แต่ยังคงทำให้ภาคใต้มีฝนต่อเนื่อง กับมีฝนตกหนักบางแห่ง

พยากรณ์อากาศสำหรับประเทศไทยตั้งแต่เวลา 06:00 น. วันนี้ ถึง 06:00 น. วันพรุ่งนี้

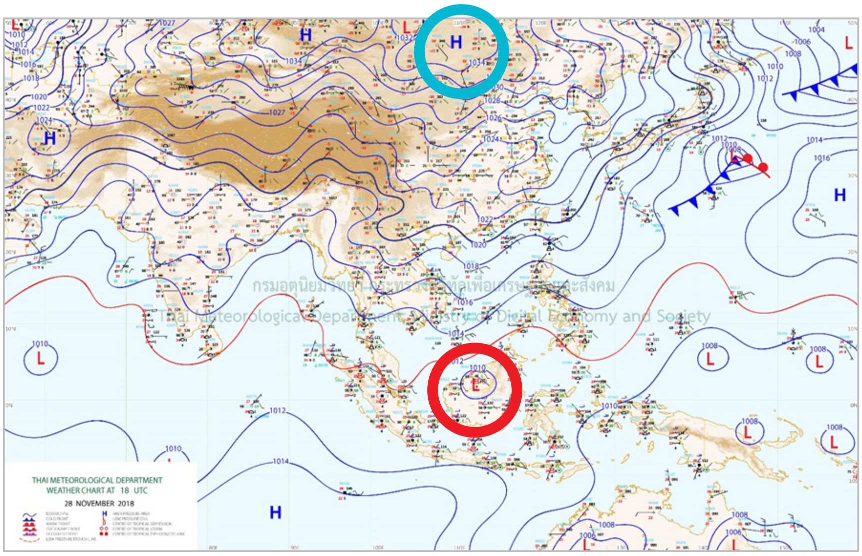
บริเวณ	คำพยากรณ์
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	มีเมฆเป็นส่วนมากกับมีหมอกบางในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 23-24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 31-32 องศาเซลเซียส ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม.

ภาพ 2 แสดงตารางการพยากรณ์อากาศประจำวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 เวลา 06.00 น.

ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการแปลข้อมูลพยากรณ์อากาศ 2 ขอบเขต คือ 1. ภาพรวมของประเทศไทย และ 2. ระดับจังหวัดกรุงเทพมหานคร (หากแปลครบทั้ง 6 ภาค 76 จังหวัด คงอธิบายไม่หมดเป็นแน่แท้ นักเรียนลองค้นคว้าเพิ่มเติมและฝึกแปลผลข้อมูลพยากรณ์อากาศของจังหวัดตัวเองดูนะคะ)

การพยากรณ์อากาศนั้นประกอบด้วยหลายขั้นตอนได้แก่ การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน ซึ่งได้มาจากการตรวจอากาศผิวพื้น และอากาศชั้นบนที่ระดับความสูงต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้น ความดันอากาศ ลม เมฆและฝน ข้อมูลจากการแลกเปลี่ยนระหว่างสถานีตรวจอากาศในประเทศและระหว่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการพยากรณ์อากาศ รวมถึงการตรวจอากาศด้วยเรดาร์และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจอากาศทั้งในประเทศ ต่างประเทศ และจากดาวเทียม จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อทำแผนที่อากาศ ดังตัวอย่างในภาพ 3 ซึ่งแสดงแผนที่อากาศผิวพื้นวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 เวลา 01.00 น.



ภาพ 3 แผนที่อากาศผิวพื้นวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 เวลา 01.00 น.

วงกลมสีฟ้า แสดงบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนและทะเลจีนใต้

วงกลมสีแดง แสดงหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมบริเวณเกาะบอร์เนียว

จากแผนที่อากาศ ตัวเลขบนแผนที่แสดงถึงค่าความกดอากาศ ทิศทางและความเร็วลม สามารถนำมาพยากรณ์ลักษณะสำคัญทางอุตุนิยมวิทยาในภาพรวมของประเทศ (ดังกรอบสีแดง ภาพ 2) ประจำวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ดังนี้ **“บริเวณความกดอากาศสูงกำลังค่อนข้างแรงจากประเทศจีนที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนและทะเลจีนใต้เริ่มมีกำลังอ่อนลง ลักษณะเช่นนี้ยังคงทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบน มีอากาศหนาวเย็นกับมีหมอกบาง ในตอนเช้า ส่วนบริเวณยอดดอยมีอากาศหนาวถึงหนาวจัด กับมีน้ำค้างแข็งบางพื้นที่ สำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้เริ่มมีกำลังอ่อนลง แต่ยังคงทำให้ภาคใต้มีฝนตกต่อเนื่อง กับมีฝนตกหนักบางแห่ง”**

จากนั้นให้นักเรียนเลือกคลิกเข้าไปที่ >>> **สภาพอากาศ** จะปรากฏรูปภาคต่าง ๆ ทั้ง 6 ภาค เลือก **ภาคกลาง** คลิกที่จังหวัด**กรุงเทพมหานคร** จะปรากฏข้อมูล อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง ความดันอากาศ ลม เมฆ ทัศนวิสัย ความกดอากาศ และฝน ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร ดังภาพ 4

ภาพ 4 แสดงข้อมูลลมฟ้าอากาศของจังหวัดกรุงเทพมหานครวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 เวลา 13.00 น.

เรามาแปลความหมายจากข้อมูลในภาพ 4 กันค่ะ

1. **อุณหภูมิ 32.3 องศาเซลเซียส** คือ อุณหภูมิที่วัดจากเทอร์มอมิเตอร์ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิของอากาศในแต่ละช่วงเวลาของวันจะไม่เท่ากัน โดยกรมอุตุนิยมวิทยาจะรายงานค่าอุณหภูมิปัจจุบันทุกชั่วโมง ดังนั้น จากตัวอย่างคืออุณหภูมิ ณ เวลา 13.00 น.
2. **จุดน้ำค้าง 23.2 องศาเซลเซียส** คือ อุณหภูมิที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 100% ณ เวลานั้น ๆ หรือมีปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศสามารถรับไว้ได้ เรียกว่า ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิดังกล่าว จากตัวอย่างแปลความหมายได้ว่า หากอุณหภูมิลดต่ำลงไปกว่า 23.2 องศาเซลเซียสจะเริ่มปรากฏเป็นน้ำค้าง เนื่องมาจากไอน้ำในอากาศเริ่มกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะตามสิ่งต่าง ๆ เช่น นำขวดน้ำเย็นมาตั้งที่อุณหภูมิห้อง เราจะเห็นหยดน้ำมาเกาะ เพราะไอน้ำในอากาศที่อยู่รอบ ๆ ขวดน้ำกลั่นตัวออกมา เนื่องจากที่ผิวขวดน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้างของอากาศที่อุณหภูมิห้องนั้น ๆ จุดน้ำค้าง เป็นจุดที่อุณหภูมิของกระเปาะเปียกเท่ากับอุณหภูมิของกระเปาะแห้ง อ่านค่าได้จาก Psychrometric Chart (แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์สมบัติของผสมระหว่างอากาศและไอน้ำ)
3. **ความชื้นสัมพัทธ์ 59%** ความชื้นอากาศ คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศ โดยบริเวณที่แตกต่างกันจะมีไอน้ำในอากาศแตกต่างกัน และอากาศ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ สามารถรับปริมาณไอน้ำได้จำกัด (ปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศสามารถรับไว้ได้เรียกว่า ปริมาณไอน้ำอิ่มตัว) โดยความชื้นสัมพัทธ์วัดจากการเปรียบเทียบมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับมวลของไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ ณ อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน แสดงเป็นร้อยละ นิยมใช้ไซครอมิเตอร์ในการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ จากตัวอย่างแปลความหมายได้ว่า อากาศมีไอน้ำเพียง 59 ส่วนจากความสามารถในการรับไอน้ำได้ 100 ส่วน โดยอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า เพราะมีความสามารถในการรับไอน้ำได้ต่ำกว่า
4. **ลม ทิศ 120 ความเร็ว 3.7 กม. /ชม.** เมื่อความกดอากาศแตกต่างกันจะเกิดลม ซึ่งอัตราเร็วลมมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของความกดอากาศใน 2 บริเวณนั้น ๆ หากแตกต่างกันมาก ลมจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูง การวัดอัตราเร็วลมนิยมใช้มาตรอัตราเร็วลมแบบถ้วย ส่วนการบอกทิศทางลม จะแสดงทิศที่ลมนั้นพัดมา นิยมใช้ศรลม

เกณฑ์ความเร็วลมที่ระดับสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง จากกรมอุตุนิยมวิทยา แบ่งได้ดังนี้

ขนาดของลม	สัญญลักษณ์ที่แสดงบนบก	กม./ชม.
ลมสงบ Calm	ลมเงียบ ควันลอยขึ้นตรง ๆ	น้อยกว่า 1
ลมเบา Light Air	ควันลอยตามลม แต่ศรลมไม่หันไปตามทิศลม	1 - 5
ลมอ่อน Light Breeze	รู้สึกลมพัดที่ใบหน้า ใบไม้แกว่งไกว ศรลมหันไปตามทิศลม	6 - 11
ลมโชย Gentle Breeze	ใบไม้และกิ่งไม้เล็ก ๆ กระดิก ธงปลิว	12 - 19
ลมปานกลาง Moderate Breeze	มีฝุ่นตลบ กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็กขยับเขยื้อน	20 - 28
ลมแรง Fresh Breeze	ต้นไม้เล็กแกว่งไกวไปมา มีระลอกน้ำ	29 - 38
ลมจัด Strong Breeze	กิ่งไม้ใหญ่ขยับเขยื้อน ได้ยินเสียงหวีดหวิว ใช้ร่มลำบาก	39 - 49

ดังนั้น จากตัวอย่างแปลความหมายได้ว่า ลมเบา มีทิศทางพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ (120 องศา)

5. **เมฆ มีเมฆเป็นส่วนมาก** เมฆเกิดจากอากาศเคลื่อนตัวสูงขึ้นจนถึงระดับที่อุณหภูมิต่ำ จนอากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ จะเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำ รวมกันเป็นกลุ่ม ลักษณะของท้องฟ้าโดยใช้ปริมาณเมฆเป็นเกณฑ์จากกรมอุตุนิยมวิทยา แบ่งได้ดังนี้

ลักษณะท้องฟ้า	ปริมาณเมฆ
แจ่มใส	มีเมฆน้อยกว่า 1/10 ของท้องฟ้า
โปร่ง	มีเมฆ 1/10 แต่ไม่เกิน 3/10
มีเมฆบางส่วน	มีเมฆมากกว่า 3/10 แต่ไม่เกิน 5/10
มีเมฆเป็นส่วนมาก	มีเมฆมากกว่า 5/10 แต่ไม่เกิน 8/10
มีเมฆมาก	มีเมฆมากกว่า 8/10 ถึง 9/10
เมฆเต็มท้องฟ้า	มีเมฆ10/10

ดังนั้น จากตัวอย่างแปลความหมายได้ว่า บนท้องฟ้ามีปริมาณเมฆมากกว่า 5/10 แต่ไม่เกิน 8/10 ส่วนของท้องฟ้า

6. **ทัศนวิสัย 10.0 กม.** ทัศนวิสัย คือ ระยะทางไกลที่สุดในทิศทางที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ตรวจสามารถมองเห็นวัตถุที่มีขนาดพอสมควรได้ด้วยตาเปล่า และบอกได้ว่าวัตถุนั้นเป็นอะไรในเวลากลางวัน วัตถุที่แลเห็นนั้นมักมีสีดำเมื่อตัดกับขอบฟ้าจะเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น ปล่องไฟโรงสี หรือตัวตึกสูง

การกำหนดเกณฑ์เกี่ยวกับทัศนวิสัย แบ่งได้ดังนี้

6.1 ถ้าทัศนวิสัยมากกว่า 8 กม. มักไม่มีลักษณะอากาศร้าย อันจะเป็นอันตรายต่อการบิน

6.2 ถ้าทัศนวิสัยอยู่ระหว่าง 2-8 กม. อาจจะมีลักษณะอากาศร้าย อันจะเป็นอันตรายต่อการบิน เช่น ฝนตก ปานกลาง พายุฟ้าคะนอง ฟ้าหลัวแห้ง ฟ้าหลัวชื้นอย่างรุนแรง หรือ หมอกบาง

6.3 ถ้าทัศนวิสัยมากกว่า 2 กม. ใช้กฎการบินด้วยสายตา (Visual Flight Rule หรือ VFR)

6.4 ถ้าทัศนวิสัยน้อยกว่า 2 กม. ใช้กฎการบินด้วยเครื่องมือ (Instrument Flight Rule หรือ IFR) ซึ่งจะต้องใช้ ILS (Instrument Landing System) ในการร่อนลง (Landing) ค่านี้ในปัจจุบัน ท่าอากาศยานต่าง ๆ มักจะกำหนดไว้ที่ 1,500 เมตร โดยกำหนดไว้ใน AIP (Airport Information Publication) ซึ่งท่าอากาศยานที่ไม่มี ILS เครื่องบินขึ้นลงไม่ได้

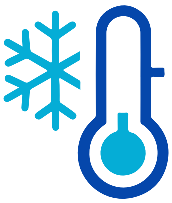
6.5 ถ้าทัศนวิสัยน้อยกว่า 1 กม. เจ้าหน้าที่อุตุนิยมวิทยาจะต้องแจ้งให้หอบังคับการบินทราบ และหอบังคับการบินเริ่มใช้กฎควบคุมการบินด้วยลักษณะอากาศต่ำสุด (Weather Minimum) คือ (1) ทัศนวิสัยอยู่ระหว่าง 800 -1,000 เมตร เครื่องบินทุกชนิดขึ้นลงได้ แต่ต้องใช้ ILS (2) ทัศนวิสัยอยู่ระหว่าง 500 - 800 เมตร เครื่องบินขนาดใหญ่ขึ้นได้ ลงไม่ได้ เครื่องบินขนาดเล็กขึ้นได้ ลงได้ (3) ทัศนวิสัยอยู่ระหว่าง 300 – 500 เมตร เครื่องบินขนาดใหญ่ขึ้นไม่ได้ ลงไม่ได้ เครื่องบินขนาดเล็กขึ้นได้ ลงไม่ได้ (4) ทัศนวิสัยน้อยกว่า 300 เมตร เครื่องบินทุกชนิดขึ้นลงไม่ได้ สนามบินปิด

ดังนั้น จากตัวอย่างแปลความหมายได้ว่า วันนี้ทัศนวิสัยมากกว่า 8 กม. คือ 10 กม. ไม่มีลักษณะอากาศร้าย อันจะเป็นอันตรายต่อการบิน

7. **ความกดอากาศ 1013.1 hPa** คือแรงกดอากาศต่อหน่วยพื้นที่ โดยความกดอากาศขึ้นอยู่กับจำนวนโมเลกุลของอากาศและอุณหภูมิของอากาศด้วย ซึ่งความกดอากาศจะลดลงตามความสูง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้จำนวนโมเลกุลของอากาศใกล้ผิวโลกมีปริมาณมากกว่า การวัดความกดอากาศใช้ บารอมิเตอร์ มีหน่วยเป็น ปาสคาล (Pa) , 1 Pa = 1 N/m^2
8. **ฝน 3 ชม. 0.0 มม.** แปลความหมายได้ว่า ในระยะเวลา 3 ชม. คือ ตั้งแต่ ช่วงเวลา 10.00 - 13.00 น. ไม่มีฝนตกเลย จึงวัดปริมาณฝนได้ 0.0 มิลลิเมตร เกณฑ์ปริมาณฝน แบ่งได้ดังนี้

ลักษณะฝน	ปริมาณฝน
ฝนเล็กน้อย (Light Rain)	ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 10.0 มิลลิเมตร
ฝนปานกลาง (Moderate Rain)	ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตร
ฝนหนัก (Heavy Rain)	ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 35.1 มิลลิเมตร ถึง 90.0 มิลลิเมตร
ฝนหนักมาก (Very Heavy Rain)	ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

9. **อุณหภูมิสูงสุดวานนี้ 30.0 องศาเซลเซียส** เป็นค่าอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ของเมื่อวานนี้ (วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561) ที่บันทึกไว้ทุกชั่วโมงตลอดทั้งวัน
10. **อุณหภูมิต่ำสุดเช้าวันนี้ 24.0 องศาเซลเซียส** แปลความหมายได้ว่า วันนี้อากาศยังไม่ถึงเกณฑ์ที่เรียกว่า อากาศเย็น เพราะอุณหภูมิเกินกว่า 22.9 องศา
เกณฑ์อากาศหนาว ใช้อุณหภูมิต่ำสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูหนาว แบ่งได้ดังนี้



เกณฑ์อากาศ	อุณหภูมิ
อากาศเย็น (Cool)	อุณหภูมิตั้งแต่ 18.0 – 22.9 องศาเซลเซียส
อากาศค่อนข้างหนาว (Moderately Cold)	อุณหภูมิตั้งแต่ 16.0 – 17.9 องศาเซลเซียส
อากาศหนาว (Cold)	อุณหภูมิตั้งแต่ 8.0 – 15.9 องศาเซลเซียส
อากาศหนาวจัด (Very Cold)	อุณหภูมิตั้งแต่ 7.9 องศาเซลเซียสลงไป

โดยข้อมูลดังกล่าวสนับสนุนคำพยากรณ์อากาศในวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 เวลา 06.00 น. บริเวณจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ดังกรอบสีฟ้า ภาพ 2 ดังนี้ **“มีเมฆเป็นส่วนมาก กับมีหมอกบางในตอนเช้า อุณหภูมิต่ำสุด 23-24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 31-32 องศาเซลเซียส ลมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็ว 15-30 กม./ชม.”**

ดิฉันหวังว่าผู้อ่านจะได้รับความรู้ และคำตอบเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศในแต่ละวันของกรมอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งสามารถแปลผลการพยากรณ์อากาศเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดีนะคะ

บรรณานุกรม

กรมอุตุนิยมวิทยา. สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2561. จาก http://www.tmd.go.th/.
“คำศัพท์อุตุนิยมวิทยา.” สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2561. จาก http://kmcenter.rid.go.th/kmc15/12554/data_kmc15/5_activity/4_job_out/1_tmb.pdf.
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2561. จาก http://www.phuketmet.tmd.go.th/mypdf/km1.pdf.
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 2. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551." สืบค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2561. จาก http://scimath.org/ebook/sci/m1-2/student.

ดร.นันทยา อัครอารีย์ • นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย สสวท. • e-mail: nauck@ipst.ac.th

ข้อมูลเพิ่มเติม

http://bit.ly/215-v3

กิจกรรม "โมบายนานาพันธุ์"

สิ่งมีชีวิตบนโลกนี้มีมากมายหลากหลายชนิด ได้มีการประมาณว่าจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตบนโลกมีมากกว่า 8.7 ล้านชนิด นักวิทยาศาสตร์สังเกตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ทั้งลักษณะทางกายวิภาค ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ข้อมูลทางพันธุกรรม และการดำรงชีวิต แล้วนำข้อมูลเหล่านี้มาพิจารณาร่วมกันในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตเป็นกลุ่มต่าง ๆ เพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต ในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะสำคัญร่วมกันจะจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยอาศัยหลายเกณฑ์ร่วมกันในการจำแนก

กิจกรรม **"โมบายนานาพันธุ์"** มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตและสามารถใช้เกณฑ์หรือลักษณะร่วมในการจำแนกได้ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้และฝึกฝนทักษะในการจำแนกประเภท โดยให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานโมบายของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. เรียนรู้และฝึกทักษะเกี่ยวกับการจำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิต
2. ออกแบบและสร้างโมบายนานาพันธุ์ให้มีความสมดุล

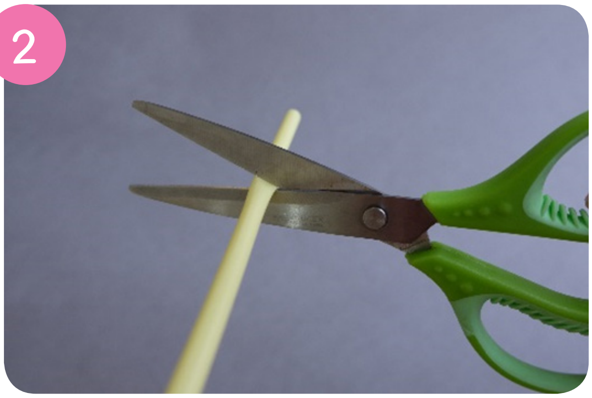
วัสดุและอุปกรณ์

1. รูปสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ จำนวน 4-5 ชนิด
2. หลอดดูดน้ำ
3. เชือก ไหมพรม
4. ที่เจาะรูกระดาษ
5. กรรไกร
6. กระดาษสี
7. ปากกา
8. เทปกาว
9. กิ๊บหนีบผม

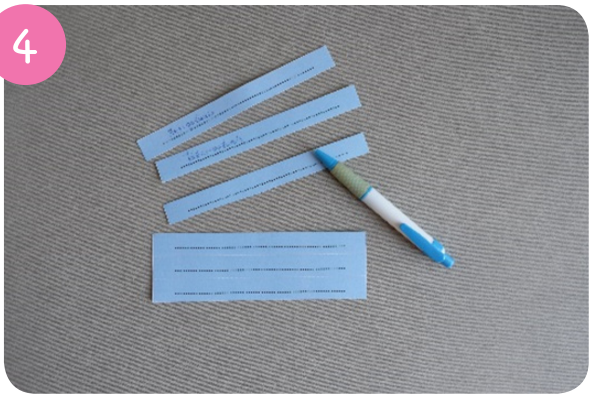
ขั้นตอนการทำ “โมบายนานาพันธุ์”

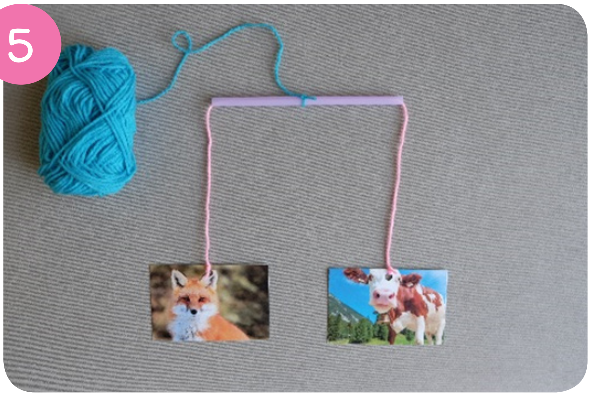
1. เจาะรูกระดาษรูปสัตว์ชนิดต่าง ๆ สำหรับผูกเชือก
2. ตัดหลอดให้มีขนาดที่เหมาะสม
3. ผูกปลายเชือกด้านหนึ่งที่รูปสัตว์ นำกิ๊บหนีบผมมาติดกับปลายอีกด้านของเชือก จากนั้นร้อยเชือกผ่านหลอด ตัดเชือกให้มีความยาวเหมาะสม ผูกปลายด้านที่เหลือนี้กับรูปสัตว์อีกชนิด
4. เขียนเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกติดไว้ที่เชือกแต่ละด้าน เช่น มีกระดูกสันหลัง ไม่มีกระดูกสันหลัง
5. ทดสอบว่าจุดสมดุลคือบริเวณใด ผูกเชือกเส้นใหม่กับหลอดที่บริเวณจุดสมดุล ใช้เทปกาวติดเพื่อไม่ให้เชือกเลื่อน
6. ทำโมบายชั้นอื่น ๆ ต่อไป

1


2


3


4


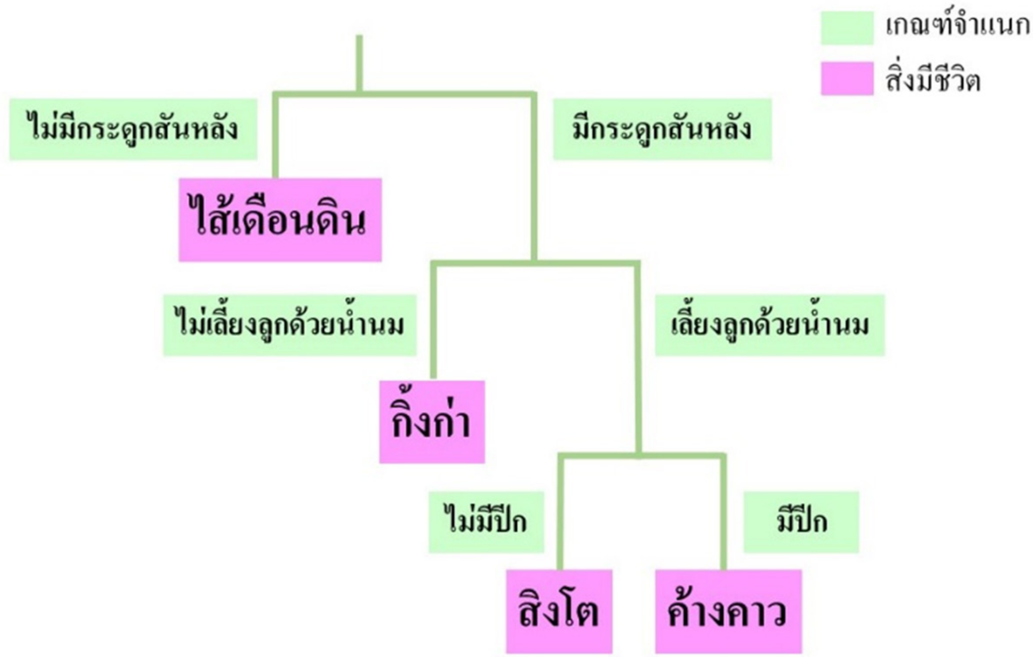
5


6


การจัดกิจกรรม

กิจกรรมโมบายนานาพันธุ์นี้ ได้นำไปจัดในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมอิมแพคเมืองทองธานี จ. นนทบุรี ซึ่งผู้สอนสามารถนำกิจกรรมนี้ไปปรับใช้ในชั้นเรียนได้ตามความเหมาะสม เช่น ใช้เป็นกิจกรรมประกอบการเรียนรู้เรื่องการจำแนกสิ่งมีชีวิต ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ตามตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีแนวการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตก่อนเริ่มทำกิจกรรม เช่น การมีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง
2. ผู้เรียนสังเกตรูปและรวบรวมข้อมูลของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับ โดยผู้สอนอาจเตรียมรูปสิ่งมีชีวิตที่สังเกตลักษณะต่าง ๆ ได้ง่าย เหมาะสมตามวัยของผู้เรียน และทำรายการลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้ผู้เรียนได้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำแนก นอกจากนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนวาดรูปสิ่งมีชีวิตด้วยตนเองเพื่อให้กิจกรรมน่าสนใจมากขึ้น
3. ผู้เรียนเปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง มีปีกและไม่ปีก มีขนและไม่มีขน จากนั้นกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยแยกทีละ 2 กลุ่ม จัดกลุ่มย่อยไปเรื่อย ๆ จนเหลือสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวในแต่ละกลุ่ม ทั้งนี้ผู้เรียนแต่ละคนอาจจำแนกสิ่งมีชีวิตได้แตกต่างกันขึ้นกับเกณฑ์ที่ใช้ เช่นเดียวกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตโดยนักวิทยาศาสตร์ ที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อพบหลักฐานเพิ่มเติม
4. ก่อนสร้างโมบายนานาพันธุ์ ให้ผู้เรียนเขียนแผนผังการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตตามเกณฑ์ที่ผู้เรียนสร้างดังตัวอย่าง ผู้สอนตรวจสอบว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกถูกต้องหรือไม่

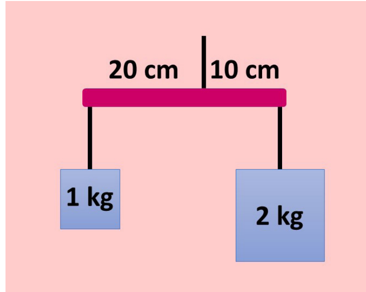


5. ผู้สอนเชื่อมโยงการสร้างโมบาย เช่น โมบายปลาตะเพียน ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ คือ มีความสมดุล ไม่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง โดยผู้สอนอาจแนะนำให้ทำโมบายจากชั้นล่างไปชั้นบนของแผนผัง เนื่องจากสามารถปรับโมบายให้มีความสมดุลได้ง่าย ซึ่งแตกต่างจากการเขียนแผนผัง

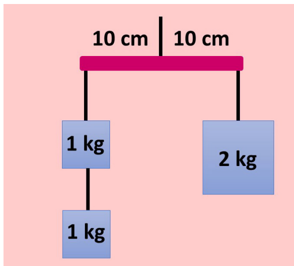
เสริมความรู้: ทำอย่างไรให้โมบายมีความสมดุล?

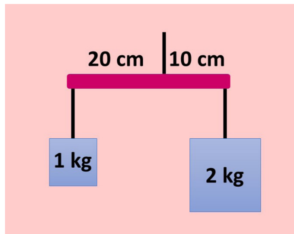
เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างโมบายที่มีความสมดุลได้ ผู้สอนอาจแสดงตัวอย่างโมบายแล้วใช้คำถามให้ผู้เรียนเปรียบเทียบน้ำหนักและระยะห่างจากจุดสมดุล ทั้งนี้ในระดับประถมศึกษาไม่ต้องอธิบายเกี่ยวกับโมเมนต์

การสร้างโมบายให้มีความสมดุล สามารถทำได้โดยการเพิ่มน้ำหนักหรือเปลี่ยนระยะทางของจุดหมุน ซึ่งอธิบายได้ด้วยโมเมนต์ โดยโมบายจะมีความสมดุลเมื่อ



	ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา	=	ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา
ซึ่ง	โมเมนต์ของแรง	=	แรง X ระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน
ดังนั้น	น้ำหนัก X ระยะห่างจากจุดหมุน	=	น้ำหนัก X ระยะห่างจากจุดหมุน





จากกิจกรรมโมบายนานาพันธุ์นี้ ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งได้ฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ นั่นคือทักษะการจำแนกประเภท ซึ่งเป็นความสามารถในการจัดกลุ่ม โดยเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ผู้เรียนได้มีโอกาสบูรณาการความรู้เกี่ยวกับสมดุลมาใช้ในการประดิษฐ์โมบายอีกด้วย การเรียนรู้ผ่านการประดิษฐ์โมบายนี้ ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพการจัดกลุ่มของสิ่งมีชีวิตชัดเจนขึ้น มีความสนุกสนานไปกับการเรียนวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งได้ชิ้นงานของตนเองไปใช้ประดับตกแต่งด้วย

บรรณานุกรม

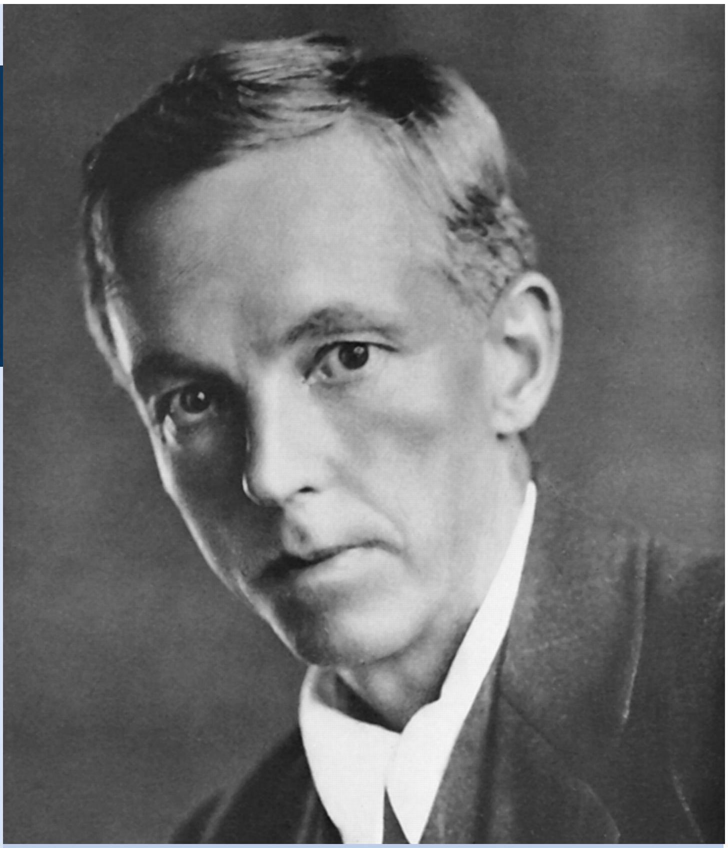
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *คู่มือกิจกรรมสะเต็ม กิจกรรมโมบายแสนสวย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2561. จาก http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2016/04/S2-Teacher-P4.pdf.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

ศ.ดร.สุทัศน์ ยกส้าน • ราชบัณฑิต วิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ และดาราศาสตร์ • e-mail: suthat@swu.ac.th

Godfrey Harold Hardy: ผู้ร่วมงานของอัจฉริยะนักคณิตศาสตร์ Ramanujan



G.H.Hardy คือ นักคณิตศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่คนหนึ่งของโลกที่เชี่ยวชาญด้านทฤษฎีจำนวน ในอดีตเคยเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของ Srinivasa Ramanujan ผู้เป็นนักคณิตศาสตร์อัจฉริยะชาวอินเดีย เมื่อครั้งที่ Paul Erdős มีโอกาสสัมภาษณ์โดยเขาได้ถาม Hardy ว่า ตลอดชีวิตที่ผ่านมา Hardy ได้พบอะไรที่คิดว่าสำคัญที่สุด Hardy ตอบว่า การพบ Ramanujan

Hardy เกิดเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ ค.ศ.1877 (ตรงกับรัชสมัยสมเด็จพระปิยมหาราช) ที่ตำบล Cranleigh ใกล้เมือง Guildford ในประเทศอังกฤษ แม้บิดา Isaac และมารดา Sophia จะไม่ได้รับการศึกษาสูง แต่ทั้งสองมีนิสัยชอบอ่านหนังสือและโปรดปรานการแสวงหาความรู้ อีกทั้งมีรสนิยมสูง Isaac สอนภูมิศาสตร์กับศิลปะที่โรงเรียนประจำตำบล Cranleigh ส่วน Sophia สอนการเล่นเปียโนที่ Lincoln Training College

ในวัยเด็ก Hardy เป็นคนขี้อาย ไม่ชอบเข้าสังคม และเวลาใดที่พ่อแม่แนะนำให้รู้จักคนแปลกหน้า Hardy จะรู้สึกอึดอัด เมื่ออายุ 2 ขวบ Hardy สามารถเขียนตัวเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึงล้านได้ และเริ่มแสดงความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ เช่น ขณะร้องเพลงสวดในโบสถ์ Hardy จะนั่งคิดแยกตัวประกอบของจำนวนที่เป็นตัวเลขประจำบทสวดที่ทุกคนกำลังร้อง เมื่อ Hardy เติบใหญ่แทนที่บิดาจะให้ Hardy ไปเรียนคณิตศาสตร์ที่โรงเรียนเหมือนเด็กคนอื่นๆ มารดาของ Hardy กลับจ้างครูมาสอนลูกที่บ้านแทน เมื่ออายุ 13 ปี Hardy ได้รับทุนไปศึกษาต่อที่โรงเรียนมัธยมชั้นนำของประเทศ ชื่อ Winchester และเรียนที่นั่นเป็นเวลา 6 ปี อย่างไม่มีความสุข เพราะทางโรงเรียนไม่อนุญาตให้ Hardy เล่นคริกเก็ต เมื่ออายุ 19 ปีได้ไปเรียนที่ Trinity College แห่งมหาวิทยาลัย Cambridge เพราะที่นั่นเป็นสถาบันสอนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดของอังกฤษในระดับเดียวกับมหาวิทยาลัย Paris และมหาวิทยาลัย Berlin แต่ Hardy ได้พบว่า อาจารย์คณิตศาสตร์ที่นั่นไม่ได้สอนอะไรให้เขามาก นอกจากนี้มหาวิทยาลัยยังจัดให้มีการสอบ Mathematical Tripos ที่ Hardy คิดว่า สนับสนุนให้ผู้เข้าสอบพยายามท่องจำสูตรต่างๆ และต้องนั่งสอบเป็นเวลานาน Hardy จึงรู้สึกเกลียดชังและไม่ชอบการสอบนี้มาก เพราะคิดว่าการสอบ Tripos ไม่สามารถวัดความสามารถและสติปัญญาที่แท้จริงของผู้เข้าสอบได้ จึงเป็นกิจกรรมที่เสียเวลาและไม่จำเป็น Hardy ตั้งใจจะเปลี่ยนการเรียนวิชาเอกจากคณิตศาสตร์ไปเป็นประวัติศาสตร์แทน

แต่เมื่อได้เริ่มเรียนวิชา Analysis และได้อ่านตำราเรื่อง Cours d' Analyse de l'École Polytechnique ที่ Camille Jordan เป็นผู้เรียบเรียง Hardy รู้สึกตื่นเต้นมาก เพราะเพิ่งเข้าใจเป็นครั้งแรกในชีวิตว่า คณิตศาสตร์คืออะไร จึงตัดสินใจเป็นนักคณิตศาสตร์ และเขาสอบ Tripos เป็นครั้งแรกได้ที่ 4 แต่สอบครั้งที่สองได้ที่ 1 จึงได้ครองตำแหน่ง Senior Wrangler ที่ทุกคนยอมรับ Hardy สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีเมื่ออายุ 24 ปี และได้รับเลือกเป็น Fellow ของ Trinity College อีกหนึ่งปีต่อมา ก็ได้รับรางวัล Smith ซึ่งนับว่าเป็นเกียรติมาก เมื่ออายุ 27 ปี Hardy ได้รับปริญญา Master of Art (M.A) ซึ่งเป็นปริญญาสูงสุดของมหาวิทยาลัยในเวลานั้น

ในปี ค.ศ. 1908 Hardy ได้เรียบเรียงตำราชื่อ A Course of Pure Mathematics ซึ่งเป็นหนังสือที่ขายดีมาก เพราะตำรานี้มีเนื้อหาที่แตกต่างจากตำราอื่นๆ ซึ่งมีแต่สูตรคณิตศาสตร์และตัวอย่าง แต่ตำราของ Hardy มีการกล่าวถึงความคิดพื้นฐานในการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งมีโจทย์แบบฝึกหัดหลายข้อที่ท้าทายความสามารถของผู้อ่าน ตำรานี้ได้รับการตีพิมพ์ซ้ำถึง 10 ครั้ง และเป็นตำราที่ใช้อ้างอิงในโรงเรียนนานถึง 85 ปี

ในช่วงเวลานั้น ทฤษฎีพันธุศาสตร์ของ Mendel กำลังเป็นที่โจษจันกันมากในโลกวิทยาศาสตร์ เพราะมีนักชีววิทยาท่านหนึ่งได้เขียนบทความเผยแพร่ในวารสาร Proceedings of the Royal Society of Medicine ว่า ทฤษฎีของ Mendel ไม่ถูกต้อง แต่ในเวลาต่อมา Hardy ได้แสดงให้ทุกคนเห็นว่า การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เขียนบทความนั้นใช้ไม่ถูกต้อง และ Hardy ก็ได้เสนอสมการใหม่ที่นักชีววิทยาควรใช้ในการทำนายผลการทดลองเรื่องพันธุกรรม และในเวลาเดียวกันแพทย์ชาวเยอรมันชื่อ Wilhelm Weinberg ก็ได้เสนอสมการเดียวกัน ดังนั้นกฎพันธุศาสตร์กฎใหม่จึงได้ชื่อว่า กฎของ Hardy-Weinberg ซึ่งสามารถอธิบายหลักพันธุศาสตร์ที่ใช้ในการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรมได้

เมื่ออายุ 33 ปี Hardy ได้รับเลือกเป็น Fellow of the Royal Society (F.R.S.) ทั้ง ๆ ที่ยังไม่มีผลงานใดที่สำคัญมาก แต่หลังจากที่เป็น F.R.S. แล้ว การได้ทำงานร่วมกับ J.E. Littlewood ผู้มีอายุน้อยกว่า Hardy 8 ปี และ Ramanujan ได้ทำให้ Hardy มีผลงานสำคัญ ๆ เพิ่มหลายชิ้น โดยเฉพาะการทำงานร่วมกับ Littlewood เป็นเวลา 35 ปี ได้มีผลงานที่ทำร่วมกันนับ 100 เรื่อง จนทำให้ชีวิตการทำงานของ Littlewood ร่วมกับ Hardy เป็นตำนานที่เล่าขานกันมาจนทุกวันนี้ แต่โลกก็มีข้อสังเกตหนึ่งว่า แม้คนทั้งสองจะไม่ได้สังกัดอยู่ในมหาวิทยาลัยเดียวกัน แต่สามารถทำงานวิจัยร่วมกันได้ ด้วยการเขียนจดหมายติดต่อถึงกัน และเวลามีการนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ Hardy จะทำหน้าที่เป็นผู้บรรยาย ส่วน Littlewood จะไม่ออกมาปรากฏกายเลย เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นบ่อยจนทำให้วงการคณิตศาสตร์ในเวลานั้นมีการล่ำลือกันว่า Littlewood ไม่มีตัวตน และเป็นเพียงผู้ร่วมงานในจินตนาการของ Hardy เท่านั้นเอง

หลังจากที่สงครามโลกครั้งที่ 1 ยุติ Hardy รู้สึกอึดอัดที่จะทำงานเป็นอาจารย์ที่มหาวิทยาลัย Cambridge ประจวบกับในเวลานั้น Littlewood ต้องไปรับราชการทหาร Hardy จึงมีเวลาออกงานสังคมบ่อยขึ้น และได้รู้จักนักเศรษฐศาสตร์ชื่อ J.M. Keynes กับนักปรัชญา Bertrand Russell แต่เมื่อ Russell ถูกบังคับให้ลาออกจากการเป็นอาจารย์ที่มหาวิทยาลัย Cambridge เพราะมีความคิดเห็นต่อต้านสงคราม Hardy จึงรู้สึกไม่พอใจมาก ดังนั้น เมื่อตำแหน่งศาสตราจารย์ด้านเรขาคณิตที่มหาวิทยาลัย Oxford ว่าง Hardy จึงขอย้ายไปครองตำแหน่ง Sallivan Chair of Geometry ที่ Oxford ทันที

ขณะอยู่ที่มหาวิทยาลัย Oxford นั้น Hardy ได้ดำรงตำแหน่ง Fellow ของ New College และมีทีมนักวิจัยที่สามารถมาก จนทำให้คุณภาพงานวิจัยของ Hardy อยู่ในระดับดีเยี่ยม ท่ามกลางเสียงล่ำลือว่า Hardy เป็นคน “แปลก” เพราะไม่ชอบโทรศัพท์ ไม่ผูกนาฬิกาข้อมือ และเวลาต้องการจะติดต่อกับใคร ก็ใช้วิธีโทรเลข หรือเขียนโปสการ์ด

ตามปกติ Hardy เป็นคนที่มีพรสวรรค์ในการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น จึงมีผู้ร่วมงานหลายคน และคนที่สำคัญคือ Littlewood กับ Ramanujan เมื่ออายุ 54 ปี Hardy ได้หวนกลับไปทำงานเป็นศาสตราจารย์ Sadleirian ที่ Cambridge อีก เพราะที่นั่นได้กำหนดว่า หลังเกษียณ ศาสตราจารย์ทุกคนมีสิทธิ์จะมีบ้านพักในมหาวิทยาลัยได้ แต่ที่มหาวิทยาลัย Oxford ไม่มีบ้านพักให้ศาสตราจารย์

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 Hardy ได้ผูกมิตรกับบรรดานักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมันเชื้อชาติยิว และได้ช่วยนักคณิตศาสตร์หลายคนหลบหนีทหารนาซีมาทำงานในอังกฤษ ด้วยทุนของ Academic Assistance Council การหลั่งไหลมาทำงานในอังกฤษของนักคณิตศาสตร์ต่างชาติเช่นนี้ ทำให้วงการคณิตศาสตร์ของอังกฤษมีความเข้มแข็งขึ้น

สำหรับบทบาทการทำงานรับใช้สังคมนั้น Hardy ได้ทุ่มเทเวลาอย่างจริงจังให้แก่สมาคม London Mathematical Society โดยได้เข้าดำรงตำแหน่งนายก และเลขานุการของสมาคม แต่ Hardy ไม่สามารถทำให้ Mathematical Institute ของอังกฤษมีคุณภาพสูงเหมือนสถาบันคณิตศาสตร์ที่ Göttingen กับ Paris ได้ เพราะ Hardy ไม่มีความสามารถด้านการเมืองเหมือน Richard Courant และ Henri Poincare

Hardy ถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม ค.ศ.1947 สิริอายุ 70 ปี ที่เมือง Cambridge ในอังกฤษ และได้มอบเงินมรดกส่วนหนึ่งเป็นทุนการศึกษาชื่อ Hardy Visiting Lectureship โดยให้ผู้รับทุนสามารถเดินทางไปเยือนมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อทำวิจัยได้

George Pólya เป็นนักคณิตศาสตร์อีกคนหนึ่งที่รู้จัก Hardy ดี เขาเล่าว่า Hardy เป็นคนชอบเล่นคริกเก็ตมาก และเป็นคนชอบอำผู้อื่น เช่น เวลา Hardy เดินทางด้วยเรือ เขาจะทิ้งโปสการ์ดบอกเพื่อนๆ ว่า เขาสามารถพิสูจน์สมมติฐานของ

Riemann ได้แล้ว และถ้าเรืออับปาง Hardy คิดว่า อาจจะมีคนเชื่อว่าเขาเป็นคนที่สามารถพิสูจน์สมมติฐาน Riemann ได้ (ตราบถึงวันนี้ก็ยังไม่มีใครสามารถพิสูจน์สมมติฐานของ Riemann ได้)

ด้าน E.C. Titchmarsh ก็ได้กล่าวถึง Hardy ว่าเป็นคนที่มีใจเมตตาปราณีมาก ถึงระดับที่ทนไม่ได้ ถ้าเห็นนิสิตทำวิจัยคณิตศาสตร์ไม่ได้ เขาจะทนไม่ได้ถึงระดับซึมเศร้า

ขณะมีชีวิต Hardy ได้รับรางวัลต่าง ๆ มากมาย เช่น เหรียญ De Morgan จาก London Mathematical Society เป็นนักคณิตศาสตร์คนแรกที่รับเหรียญ Royal Medal ของสมาคม Royal Society รวมถึงเหรียญ Sylvester Medal และเหรียญ Copley Medal

แม้จะได้รับการชื่นชมมากในอังกฤษ แต่ในยุโรป Hardy กลับได้รับการยกย่องยิ่งกว่า โดยเฉพาะในเยอรมนี เช่น นักคณิตศาสตร์ David Hilbert คิดว่า Hardy เป็นนักคณิตศาสตร์ที่เก่งที่สุดของอังกฤษ

ทุกวันนี้ นักคณิตศาสตร์รู้จัก Hardy's notation, Hardy's space, Hardy's inequality, Hardy-Littlewood conjectures, Hardy-Weinberg's principle และ Hardy-Ramanujan asymptotic formula

ในปี ค.ศ.2007 David Leavitt ได้เรียบเรียงหนังสือชื่อ “The Indian Clerk” ซึ่งได้กล่าวถึงชีวิตการทำงานของ Ramanujan กับ Hardy ที่มหาวิทยาลัย Cambridge และได้กล่าวถึงสูตร Hardy-Ramanujan ที่ใช้บอกจำนวนวิธีที่จำนวนเต็มบวกจะได้จากการบวกจำนวนเต็มบวกต่าง ๆ ว่ามีกี่วิธี เช่น 5 ได้จากการบวกเลขจำนวนเต็มบวกต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5 = 4+1 = 3+2 = 3+1+1 = 2+2+1 = 2+1+1+1 = 1+1+1+1+1 รวมทั้งหมด 7 รูปแบบ

คำถามต่อไป คือ จำนวน 200 จะได้จากการบวกจำนวนเต็มบวกทั้งหมดกี่วิธี

สูตรของ Hardy-Ramanujan ได้ระบุว่า ถ้า n เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ

$$p(n) \cong A_n e^{\pi\sqrt{\frac{2}{3}\left(n-\frac{1}{24}\right)}}$$

เมื่อ $$A_n = \frac{1}{2n\sqrt{2}}\left(\frac{\pi}{\sqrt{6\left(n-\frac{1}{24}\right)}} - \frac{1}{2\left(n-\frac{1}{24}\right)^{\frac{3}{2}}}\right)$$

เพราะฉะนั้น ถ้า $n = 200$ โดยการแทนค่าในสูตร Hardy-Ramanujan จะได้คำตอบ

$p(200) =$ 3,972,999,029,388

ข้อสังเกต เลข $-\frac{1}{24}$ ที่อยู่ในสูตร A_n Ramanujan เป็นคนเขียน ถึงบัดนี้ก็ยังไม่มีใครในโลกรู้ว่า Ramanujan ได้เลข $-\frac{1}{24}$ จากที่ใด

ในเรื่องเล่าเกี่ยวกับทฤษฎีจำนวนที่ Hardy กับ Ramanujan ได้วิจัยร่วมกันนั้น มีการกล่าวถึงเรื่องที่น่าสนใจมากเรื่องหนึ่ง คือ “หมายเลขทะเบียนบนป้ายรถแท็กซี่” ซึ่งได้เล่าว่า เมื่อ Hardy นั่งรถแท็กซี่หมายเลขทะเบียน 1729 มาที่บ้านของ Ramanujan แล้วบอกว่า 1729 เป็นจำนวนที่ไม่น่าสนใจอะไรเลย แต่ Ramanujan ตอบว่า “หามิได้” เพราะ 1729 เป็นจำนวนที่น้อยที่สุดที่สามารถเขียนในรูปการบวกกันของจำนวนกำลังสาม สองจำนวนได้ 2 วิธี คือ

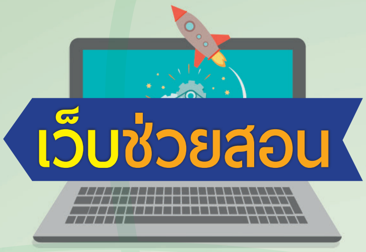
$$1729 = 1^3 + 12^3 = 9^3 + 10^3$$

อีกทั้งสามารถแยกตัวประกอบได้เป็นจำนวนเฉพาะด้วยคือ 1729 = 7 x 13 x 19

เป็นเกล็ดความคิดเล็กน้อยของ Ramanujan ซึ่งเราอาจพูดได้สองคำว่า สุดยอด

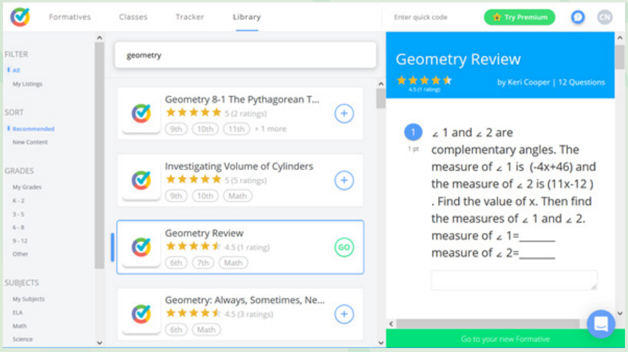
บรรณานุกรม

Hardy, G.H. (1999). *Ramanujan.* Ams Chelsea Publication.



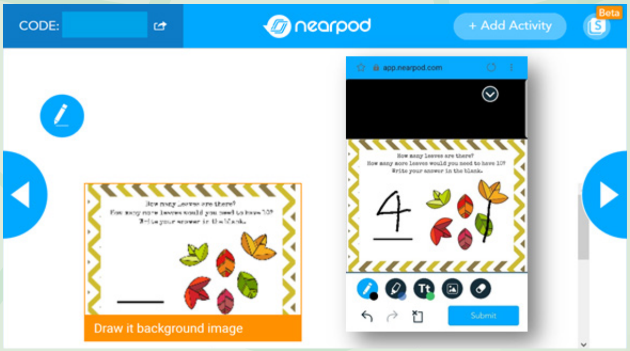
Formative
https://goformative.com

เว็บไซต์ที่ช่วยให้การวัดและประเมินผลในชั้นเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยครูสามารถสร้างแบบทดสอบจากเอกสารของครูหรือเลือกใช้แบบทดสอบที่มีอยู่ในเว็บไซต์เพื่อนำไปจัดทำเป็นชุดแบบทดสอบให้นักเรียนในชั้นเรียนทำพร้อมกันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ แท็ปเล็ต หรือโทรศัพท์มือถือของตนเอง โดยในขณะที่นักเรียนทุกคนกำลังทำแบบทดสอบพร้อมกันนั้น ครูจะเห็นการแสดงวิธีทำของนักเรียนแต่ละคน และสามารถให้ข้อเสนอแนะแบบส่วนตัวบนหน้าจอของนักเรียนได้ นอกจากนี้ เว็บไซต์ยังมีหน้าแสดงรายงานผลคะแนนของนักเรียน เพื่อให้ครูนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินและติดตามผลการเรียนของนักเรียนต่อไป

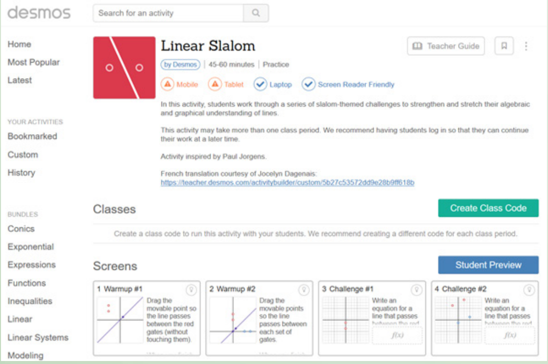


Nearpod
https://nearpod.com

เว็บไซต์ที่ครูสามารถสร้างบทเรียนประกอบการสอนด้วยสไลด์ และแสดงให้นักเรียนทุกคนเห็นพร้อมกันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ แท็ปเล็ต หรือโทรศัพท์มือถือ เสมือนเห็นบนกระดานหน้าห้องเรียน ภายในเว็บไซต์มีสื่อหลายประเภทให้เลือกใช้สร้างสไลด์ได้ตามต้องการ เช่น ภาพนิ่ง วีดิทัศน์ แอนิเมชัน และภาพ 3 มิติ โดยครูสามารถออกแบบกิจกรรมรูปแบบต่าง ๆ เช่น การตอบคำถามโดยการเขียนด้วยลายมือ การทำแบบสำรวจ การสนทนาหรือแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ซึ่งนอกจากการสร้างสไลด์บทเรียนด้วยตนเองแล้ว เว็บไซต์ยังมีสไลด์บทเรียนที่จัดทำโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาอีกมากมายให้ครูเลือกใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อีกด้วย



Desmos
https://teacher.desmos.com



เว็บไซต์ที่ช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมที่พัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อการสอน โดยในเว็บไซต์นี้จะเน้นใช้กราฟที่เคลื่อนไหวตามการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ในสมการ เป็นสื่อประกอบกิจกรรม เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังมีสื่อประกอบกิจกรรมประเภทอื่น ๆ เช่น รูปภาพ วีดิทัศน์ บัตรภาพ โจทย์ปัญหาที่ให้นักเรียนพิมพ์คำตอบหรือคลิกเลือกคำตอบได้ โดยในแต่ละกิจกรรมจะมีเอกสาร คู่มือ และคำแนะนำสำหรับครู ในการนำกิจกรรมดังกล่าวไปจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนด้วย

โครงการพัฒนาครูตามหลักสูตรมาตรฐานสากล ของมูลนิธิ สอวน. สสวท. และ สพฐ.

นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานในพิธีลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ โครงการพัฒนาครูตามหลักสูตรมาตรฐานสากล พร้อมด้วย **ศาสตราจารย์ ดร.ประสาท สืบค้า** (ยืนขวาสุด) ประธานกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมเป็นสักขีพยานในพิธี โดยมี**ศาสตราจารย์ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์** (แถวนั่งซ้ายสุด) ผู้อำนวยการ สสวท. **นายบุญรักษ์ ยอดเพชร** (แถวนั่งกลาง) เลขาธิการ สพฐ. **รองศาสตราจารย์ ดร.พินิติ รตะนานุกูล** (แถวนั่งขวาสุด) เลขาธิการมูลนิธิ สอวน. ร่วมลงนาม ณ ห้องประชุมราชวัลลภ ชั้น 2 อาคารราชวัลลภ กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 โดยโครงการดังกล่าว จะส่งผลให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในศูนย์โรงเรียน ได้รับการพัฒนาความรู้ความสามารถในการสอน เพื่อยกระดับมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยให้สูงขึ้นเทียบเท่าสากลในระยะยาว ตลอดจนนักเรียนที่ได้เข้ารับการอบรมในศูนย์โรงเรียนขยายผลปีละ 3,600 คน จะมีศักยภาพในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์สูงขึ้น

รมว.ศธ. เปิดงานประชุมวิชาการนานาชาติ ISMTEC 2018

ISMTEC2018
Bringing Computational Thinking to K-12
The 4th International Science, Mathematics and Technology Education Conference

Southeast Asian Ministers of Education Organization
INDIANA UNIVERSITY
Science Mathematics and Technology Teachers Association of Thailand
SMTAT

นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานเปิดงานการประชุมวิชาการนานาชาติ **The International Science, Mathematics and Technology Education Conference 2018 (ISMTEC 2018)** หัวข้อ **"Bringing Computational Thinking to K -12** การนำการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณเข้าสู่ชั้นเรียน" ซึ่งจัดในวันที่ 18 - 20 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ โดยมี**ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์** (ที่สองจากขวา) ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พร้อมด้วยหน่วยงานร่วมจัด ได้แก่ **Dr.Gatot Hari Priowirjanto** (ซ้ายสุด) Director สำนักงานเลขาธิการรัฐมนตรีศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asian Ministers of Education Organization Secretariat : SEAMEO) **Mr.Peter Boonjarern** (ที่สองจากซ้าย) Director Indiana University ASEAN Gateway Office **นางดวงสมร คล่องสารา** (ขวาสุด) นายกสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.) และ**นายปิยะบุตร ชลวิจารณ์** (ที่สามจากซ้าย) ประธานอำนวยการสถาบันคีนันแห่งเอเซีย ร่วมในพิธีเปิดงาน

ประชุมปฏิบัติการพัฒนาครูผู้ช่วย โครงการผลิตครูเพื่อพัฒนาท้องถิ่น วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2560

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จัดประชุมปฏิบัติการพัฒนาครูผู้ช่วย โครงการผลิตครูเพื่อพัฒนาท้องถิ่น วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2560 แบ่งเป็น 3 ศูนย์ ได้แก่

- ศูนย์อบรมจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 11 – 17 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมคุ้มภูคำ จ.เชียงใหม่

- ศูนย์อบรมจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างวันที่ 18 - 24 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ณ โรงแรม ดิ อิมพีเรียล โฮเทล แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ โคราช จ.นครราชสีมา

- ศูนย์อบรมจังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 25 - 31 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมรอยัล เบญจา สุขุมวิท 5 กรุงเทพมหานคร

เทศกาลภาพยนตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการเรียนรู้ ครั้งที่ 14

นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานในพิธีเปิดงานเทศกาลภาพยนตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการเรียนรู้ ครั้งที่ 14 ภายใต้หัวข้อ "การปฏิวัติทางอาหาร" (The Food Revolution) พร้อมด้วย **ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์** (ที่สองจากขวา) ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) **Mr. Georg Schmidt** (ที่สองจากซ้าย) ว่าที่เอกอัครราชทูตสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนีประจำประเทศไทย **Mrs. Maren Niemeyer** (ซ้ายสุด) ผู้อำนวยการสถาบันเกอเธ่ ประเทศไทย **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวิน ระวิวงศ์** (ขวาสุด) ผู้อำนวยการองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ พร้อมด้วยผู้บริหารหน่วยงานหลักร่วมจัด ณ ห้องประชุม 201 ชั้น 2 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ซอยงามดูพลี แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

สสวท. อบรมนักเรียนทุน พสวท. บ่มเพาะนักวิทย์รุ่นใหม่ สร้างสรรค์เพื่อชุมชน

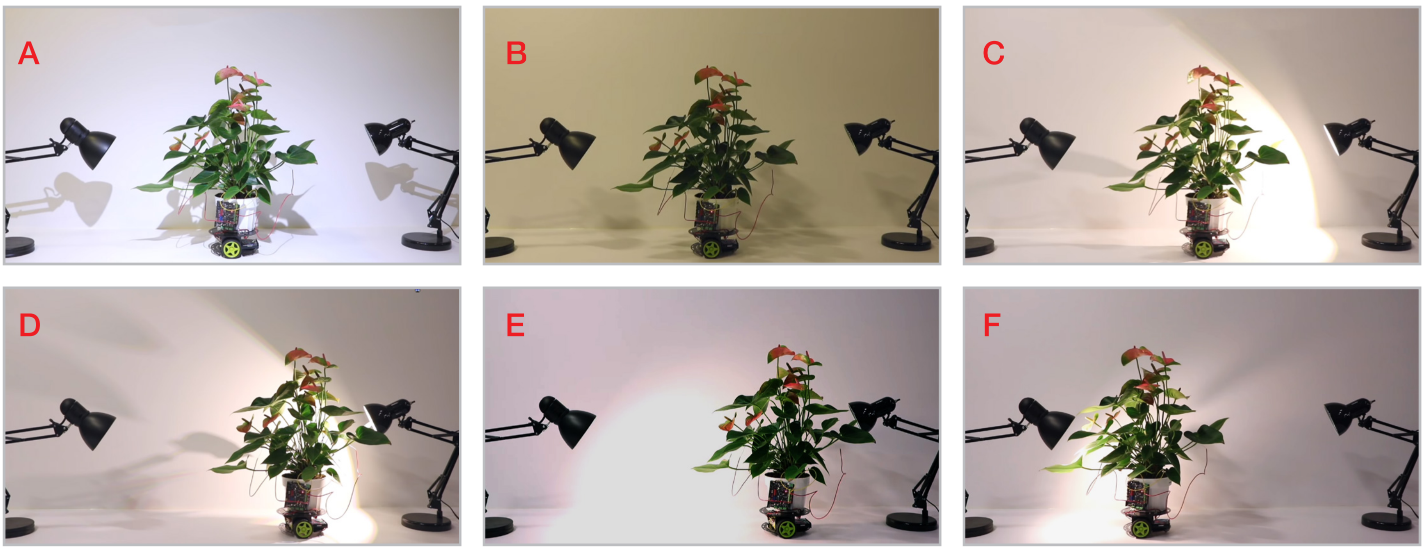
นายพรชัย อินทร์ฉาย รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ จัด**อบรมวิชาระเบียบวิธีวิจัยเบื้องต้นให้กับนักเรียนทุนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5** โดยนำการให้บริการชุมชน (Community Service) มาปรับใช้ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับชุมชน ส่งเสริมกระบวนการคิด ตลอดจนแนวคิดในการพัฒนาโครงงานจากการสังเกตสิ่งรอบตัวตามความถนัดและสนใจ รวมถึงกระตุ้นภาวะความเป็นผู้นำและความเชื่อมั่นในการเป็นผู้สร้างการเปลี่ยนแปลงให้กับสังคม ณ ไอธารา รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างวันที่ 29 ตุลาคม ถึง 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

*สวัสดี*ผู้อ่านทุกคน ต่อจากนี้ไปคุณจะได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด สิ่งที่คุณไม่คิดว่าจะเป็นไปได้ก็จะถูกทำให้เป็นไปได้ สิ่งที่เคยเป็นเพียงแค่จินตนาการก็จะถูกสร้างขึ้นมาให้สามารถจับต้องและใช้ประโยชน์ได้ และสิ่งที่คิดว่าไม่น่าจะเกิดโทษกับมนุษย์ ก็จะมีโอกาสทำให้เกิดผลกระทบในเชิงลบกับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลกนี้ได้ เนื่องจากมนุษย์สามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและการนำเอาความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน ความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาระดับนานาชาติ ความรวดเร็วในการสื่อสาร การเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่ทำได้ง่ายขึ้น รวมถึงแรงผลักดันจากการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจ จะช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด ทำให้วิถีชีวิตของคุณเปลี่ยนแปลงไป หากคุณมีความพร้อมที่จะเรียนรู้และปรับตัว คุณก็จะเกาะกระแสตามคนรุ่นใหม่ไป หากคุณไม่มีความพร้อม คุณก็ต้องอยู่ในวิถีชีวิตเดิม ๆ

ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การใช้ Social Media ของผู้สูงอายุ ต่ายเชื่อว่าคุณน่าจะเห็นการเรียนรู้ของคนเหล่านั้นในสังคมซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ไม่สามารถปรับตัว ไม่พร้อม ไม่ชอบ และปฏิเสธที่จะใช้มันด้วยเหตุผลส่วนตัว กลุ่มที่ 2 กลุ่มเงอะ ๆ งะ ๆ ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่กำลังพยายามจะเรียนรู้ ทดลอง และปรับตัวเพื่อให้สามารถสื่อสารกับคนอีกรุ่นหนึ่งได้ และกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มคนที่สามารถปรับตัวได้อย่างฉลุยเสมือนคนรุ่นใหม่ สามารถใช้ Social media ในการสื่อสารได้อย่างแนบเนียนไปกับคนรุ่นใหม่ได้

คุณเป็นคนกลุ่มไหน?

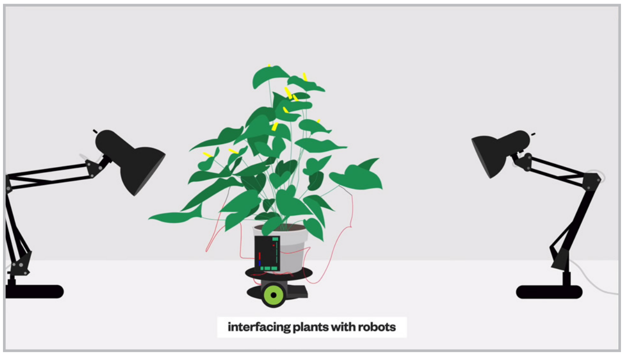
มาเข้าเรื่องที่ต่ายจะพูดคุยกับทุกคนดีกว่า คือ การสร้างหุ่นยนต์ต้นไม้ (Cyborg plants) มันไม่ใช่หุ่นยนต์ที่เป็นรูปต้นไม้ แต่เป็นความพยายามของนักศิลปะและนักวิทยาศาสตร์ด้านหุ่นยนต์ที่จะทำให้ต้นไม้สามารถเคลื่อนที่ได้เอง โดยใช้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความสามารถในการตอบสนองของพืชที่มีต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวพืช เช่น พืชจะตอบสนองต่อแสงโดยการขยับใบเข้าหาแสง (แบบช้า ๆ) พืชตอบสนองต่อน้ำโดยพยายามชอนไชรากไปในบริเวณที่มีความชื้นและน้ำ ทีมวิจัยและพัฒนา จึงดึงเอาการตอบสนองของพืชมาใช้เป็นหลักในการคิด เพื่อทำให้พืชสามารถอยู่รอดได้โดยไม่ต้องอาศัยคนมาเคลื่อนย้ายเข้าหาแสงและน้ำ จากนั้นทีมพัฒนาหุ่นยนต์ก็ได้เริ่มต้นคิดหาวิธีในการขยายสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการตอบสนองของพืช และส่งสัญญาณดังกล่าวเข้าสู่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อไปทำให้ล้อหมุนและบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของพืชเพื่อไปหาปัจจัยต่าง ๆ ที่พืชต้องการได้



ภาพ 1 แสดงการตอบสนองของ Cyborg plant ที่มีต่อแสง และสัญญาณการตอบสนองของพืชที่มีต่อแสง จะทำให้ล้อที่ติดตั้งอยู่ใต้กระถางต้นไม้หมุน และเคลื่อนที่ไปยังทิศทางของแหล่งกำเนิดแสงได้ ตามลำดับจากภาพ A ถึง F

ที่มา Sareen, H. (2017). Cyborg botany: augmented plants as sensors, displays and actuators (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology

เพื่อไม่ให้ทุกคนสับสนกับสัญญาณไฟฟ้าในพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ จากความรู้ที่ได้เรียนมาในสมัยเด็ก ๆ ในร่างกายสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยน้ำ และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำเกิดเป็นไอออนที่มีประจุบวกและลบ สิ่งมีชีวิตอาศัยความต่างศักย์ของประจุในการสื่อสารระหว่างเซลล์ และเกี่ยวข้องกับกระบวนการขนถ่ายสารต่าง ๆ เข้าและออกจากเซลล์ แต่ความต่างศักย์ทางไฟฟ้าในเซลล์มีไม่มากพอที่จะไปกระตุ้นให้แขนกลหรือล้อทำงานได้ ทำให้ต้องมีการพัฒนาตัวขยายสัญญาณไฟฟ้าดังกล่าวขึ้น เพื่อทำให้สัญญาณมีกำลังแรงมากพอที่จะไปบังคับล้อให้หมุนหรือบังคับให้แขนกลที่ติดไว้กับกิ่งไม้สามารถทำงานได้



สามารถดูคลิปการทดลองได้ที่
Elowan: A Plant-Robot Hybrid
https://www.youtube.com/watch?v=EoXQBQR5OaE

นี่คืออีกรูปแบบหนึ่งของการพัฒนาหุ่นยนต์จากสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นวิธีการคิดสร้างหุ่นยนต์ที่แตกต่างจากในอดีต ที่มนุษย์จะสร้างหุ่นยนต์จากวัสดุต่าง ๆ เพื่อเลียนแบบสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ แต่งานวิจัยนี้ทำให้สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติสามารถข้ามขีดจำกัดชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ แล้วทำในสิ่งที่ต้องการได้เองโดยไม่ต้องพึ่งพามนุษย์ อย่างในกรณี Cyborg plants ก็คือ สามารถทำให้พืชเดินทางเข้าหาแสงได้เอง และต่ายเชื่อว่าต่อไปเราจะเห็น Cyborg plants ในรูปแบบที่แตกต่างและหลากหลายมากขึ้นเกินกว่าจินตนาการที่คุณและต่ายคิดไว้

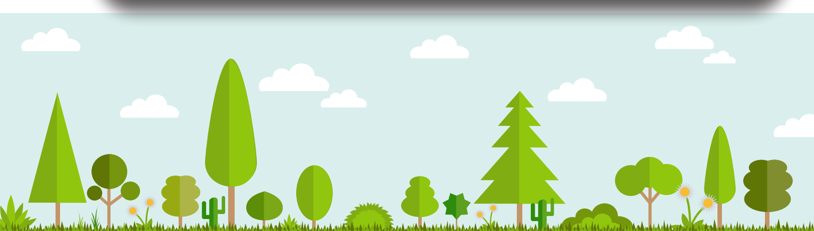
เฉลยคำถามฉบับที่ 213

ต่ายได้ตั้งคำถามไปว่า ขยะพลาสติกชนิดที่ไม่เคยถูกนำมารีไซเคิลเลย และเป็นพลาสติกประเภทใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง (Single use plastic) ที่กำลังสร้างปัญหาให้กับมนุษย์ คือ ขยะอะไร คำตอบก็คือ **หลอดพลาสติก (Plastic straw)** นั่นเอง และที่ไม่มีการนำมารีไซเคิล ก็เพราะว่าหลอดพลาสติกมีน้ำหนักเบา และต้องเสียเวลาในการทำความสะอาด ทำให้คนเก็บขยะขายไม่สนใจที่จะเก็บหลอดพลาสติกมาขายเพื่อการรีไซเคิลนั่นเอง คุณลองคิดกันเล่น ๆ คนไทย 69 ล้านคน สมมุติว่าในแต่ละวันมีคนไทยจำนวน 40 ล้านคนใช้หลอดพลาสติกกันคนละ 1 หลอด เราก็จะมีขยะที่เป็นหลอดพลาสติกวันละ 40 ล้านชิ้น เท่ากับว่าใน 1 เดือน เราก็จะช่วยกันสร้างขยะที่เป็นหลอดพลาสติกมากถึง 1,200 ล้านชิ้น เลยทีเดียว และหลอดพลาสติกนี้จะตกค้างอยู่บนโลกประมาณ 200-500 ปี (ขึ้นกับชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้ทำหลอด และสถานที่ที่หลอดพลาสติกถูกทิ้ง) ฉบับนี้มีผู้ที่ตอบคำถามเข้ามาพอสมควร แต่คำตอบไม่ตรงกับที่ต่ายถามไป เลยทำให้ยังไม่มีผู้ที่ตอบถูกและได้รับรางวัลจากต่ายจ้า

คำถามฉบับที่ 215

จากเรื่องที่เล่ามาทั้งหมดเกี่ยวกับการพัฒนาให้พืชกลายเป็นสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่ได้เหมือนสัตว์ เพื่อไม่ให้น้อยหน้ากัน งานวิจัยทางสัตว์ได้ทำมาก่อนหน้านี้แล้ว ต่ายเชื่อว่าคุณน่าจะเคยได้ยินเกี่ยวกับการทำแมลงเต่าทองให้กลายเป็นหุ่นยนต์ หรือที่เรียกว่า **Cyborg Beetles** คุณคิดว่า เป้าหมายสำคัญในการทำวิจัยครั้งนี้คืออะไร เมื่อคุณหาคำตอบได้แล้ว สามารถส่งมาหาต่ายได้ที่ **funny_rabbit@live.co.uk** ภายใน**วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2562** โดยต้องใส่ที่อยู่ที่จะให้จัดส่งของรางวัลของคุณมาให้เรียบร้อย และถ้าคุณอยากให้ต่ายส่งสื่อเล็ก ๆ น้อย ๆ จาก สสวท. ไปให้โรงเรียน (นอกเหนือจากของรางวัลที่คุณ ๆ จะได้รับ) ช่วยเขียนชื่อโรงเรียนที่คุณอยากให้ส่งของไปให้มาด้วย เพื่อที่โรงเรียนจะได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ สำหรับเฉลยอ่านได้ในอีก 2 ฉบับหน้า คือฉบับที่ 217 จ้า

"จินตนาการสำคัญกว่าความรู้ เพราะว่าความรู้มันคือสิ่งที่เรารู้และเข้าใจเท่านั้น แต่จินตนาการที่อยู่ในโลกใบนี้คือสิ่งที่ยังไม่เคยรู้และเข้าใจได้"
อัลเบิร์ต ไอส์ไตน์



หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

หนังสือเรียนแนวคิดใหม่ สสวท.

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คู่มือครู

- พร้อมแนวทางการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างละเอียดและครบถ้วน

เป้าหมาย

- ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการทำงาน
- เน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างเทคโนโลยี
- พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยการเขียนโปรแกรม (coding)

ลิงก์ QR CODE และ Short URL เชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ และสื่อที่น่าสนใจ

จุดเด่น

วิชาวิทยาการคำนวณ

- เนื้อหาสนุกสนาน ชวนเรียนรู้และหาคำตอบ จากการใช้ภาพการ์ตูนที่ให้ความรู้และฝึกกระบวนการคิดผ่านการเล่าเรื่องราวในชีวิตประจำวัน
- มีแบบฝึกทักษะที่ใช้ควบคู่กับหนังสือเรียน ใบกิจกรรมเรียงลำดับจากง่ายไปยากซึ่งครูผู้สอนนำไปใช้ได้ทันที
- เน้นการเป็นพลเมืองดิจิทัล ที่รู้เท่าทัน สามารถสืบค้นและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงการใช้สารสนเทศและสื่อออนไลน์โดยคำนึงถึงสิทธิของตนเองและผู้อื่น

วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี

- สอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 และมุ่งเน้นการฝึกทักษะ 21st Century skills
- เน้นการพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม มีทักษะในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์
- มีคำถามชวนคิด สื่อเสริมเพิ่มความรู้ กิจกรรมย่อยและกิจกรรมท้ายบท ช่วยส่งเสริมทักษะความคิด และการทำงานให้กับผู้เรียน

สนใจสั่งซื้อ

ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
ฝ่ายขายติดต่อ แผนกขายส่ง โทร. 0 2374 1375-6 โทรสาร 0 2374 1374 **เว็บไซต์** www.chulabook.com

สอบถามเพิ่มเติมได้ที่ : ฝ่ายบริการวิชาการและบริหารทรัพย์สิน สสวท. โทร 0 2392 4021 ต่อ 3101 3102 **เว็บไซต์** http://www.ipst.ac.th