



คู่มือการใช้หลักสูตร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย



จัดทำโดย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ



คู่มือการใช้หลักสูตร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

สาระเทคโนโลยี

การออกแบบและเทคโนโลยี

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

copyright@2018

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในการนี้ได้กำหนดให้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเป้าหมายมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม บูรณาการกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม เลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม โดย สสวท. ได้จัดทำคู่มือการใช้หลักสูตรเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในภาพรวมของหลักสูตร และให้สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ฉบับนี้สถานศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในจัดการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสมและตามบริบท ในเล่มประกอบด้วยภาพรวมของหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ ตัวอย่างแบบประเมินทักษะ และรายละเอียดอื่นๆ ที่จะช่วยให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถสะท้อนหลักสูตร และพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่หลักสูตรกำหนด

การพัฒนาคู่มือการใช้หลักสูตรนี้ได้ผ่านการพิจารณาและระดมความคิดจากผู้ทรงคุณวุฒิ คณาจารย์ นักวิชาการ และครูผู้สอน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการใช้หลักสูตรนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้คู่มือการใช้หลักสูตรเล่มนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วยจะขอบคุณยิ่ง

(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

	เนื้อหา	หน้า
บทนำ		7
เป้าหมายของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)		7
สาระการเรียนรู้ของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)		8
มาตรฐานการเรียนรู้		8
คุณภาพผู้เรียน		9
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้		10
ทักษะสำคัญของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)		16
การวางแผนการจัดการเรียนรู้		17
สื่อและแหล่งเรียนรู้		18
การจัดการเรียนรู้		19
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้		20
ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1		23
ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		59
ภาคผนวก		
ตัวอย่างแบบประเมินทักษะ		102
บรรณานุกรม		108

คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

1. บทนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการสร้างความรู้ ความเข้าใจและส่งเสริมทักษะพื้นฐานด้านเทคโนโลยีของผู้เรียน เพื่อให้ดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีคุณภาพ รวมทั้งการนำเทคโนโลยีไปสร้างนวัตกรรมอย่างมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อตอบสนองต่อแนวคิดประเทศไทย 4.0 และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564) ที่มุ่งส่งเสริมอุตสาหกรรมหลัก 5 กลุ่ม ประกอบด้วย

- กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ
- กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์
- กลุ่มเครื่องมืออุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และเทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์
- กลุ่มดิจิทัล Internet of Things ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว
- กลุ่มเศรษฐกิจสร้างสรรค์ วัฒนธรรมและบริการที่มีมูลค่าสูง

จึงได้ปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เพื่อให้เกิดความชัดเจนและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในระดับสากล มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คิดเชิงระบบ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สร้างผลงานที่สามารถเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพในอนาคต ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและการทำงานในชีวิตจริงได้ เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ

ความรู้ (knowledge) และทักษะปฏิบัติ (practice) ที่ได้จากการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ล้วนมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต โดยที่คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (attribute) จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการนำหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ไปสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลต่อผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้น สสวท. จึงได้จัดทำคู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย เป้าหมายของสาระ คุณภาพผู้เรียน ทักษะสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ การวางแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สถานศึกษา ผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เป้าหมายของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

เป้าหมายของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม บูรณาการกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ อย่างเหมาะสม เลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

3. สาระการเรียนรู้ของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลัก ได้แก่ ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี กระบวนการออกแบบ และความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้าน

หัวข้อหลักที่ 1 ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ต่อไปนี้

- 1) ความหมายของเทคโนโลยี
- 2) ระบบทางเทคโนโลยี
- 3) การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
- 4) ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น
- 5) ผลกระทบของเทคโนโลยี

หัวข้อหลักที่ 2 กระบวนการออกแบบ

กระบวนการออกแบบ (design process) ในสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ความรู้และทักษะ รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งในที่นี้ใช้กระบวนการที่เรียกว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering design process)

หัวข้อหลักที่ 3 ความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้าน

ความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานในสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ได้แก่

- 1) วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือพื้นฐาน
- 2) กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

4. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.1

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

5. คุณภาพผู้เรียน

สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) จัดให้มีการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีความคาดหวังเพื่อให้ได้คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาตามแต่ละช่วงชั้น ดังนี้

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงาน สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

6. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. อธิบายแนวคิดหลักของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> เทคโนโลยี เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างหรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจเป็นได้ทั้งชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อใช้แก้ปัญหา สนองความต้องการ หรือเพิ่มความสามารถในการทำงานของมนุษย์ ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกัน และทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยี จะประกอบไปด้วยตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งการวิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีช่วยให้เข้าใจองค์ประกอบและการทำงานของเทคโนโลยี รวมถึงสามารถปรับปรุงให้เทคโนโลยีทำงานได้ตามต้องการ เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม
	2. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันพบได้จากหลายบริบทขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ เช่น การเกษตร การอาหาร การแก้ปัญหาจำเป็นต้องสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา
	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสม นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงเงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้ทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย (และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น)
	4. ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาคได้ การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์
	5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย	<ul style="list-style-type: none"> วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED บัสเซอร์ มอเตอร์ วงจรไฟฟ้า อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นโดยพิจารณาจากสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> สาเหตุหรือปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม ทำให้เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เทคโนโลยีแต่ละประเภทมีผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน จึงต้อง วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และตัดสินใจเลือกใช้ให้เหมาะสม
	2. ระบุปัญหาหรือความต้องการ ในชุมชนหรือท้องถิ่น สรุป กรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่น มีหลายอย่าง ขึ้นกับบริบทหรือสถานการณ์ ที่ประสบ เช่น ด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม การเกษตร การอาหาร การระบุปัญหาจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์สถานการณ์ของปัญหาเพื่อสรุปกรอบของปัญหา แล้วดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่ การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา
	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดย วิเคราะห์เปรียบเทียบ และ ตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต้งैเงื่อนไขและทรัพยากร ที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	<ul style="list-style-type: none"> การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น โดยคำนึงถึงเงื่อนไขและ ทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียน แผนภาพ การเขียนผังงาน การกำหนดขั้นตอนระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้การทำงาน สำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น
	4. ทดสอบ ประเมินผล และ อธิบายปัญหาหรือข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น ภายใต้งैเงื่อนไขพร้อมทั้งหาแนวทางการ ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผล การแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> การทดสอบและประเมินเป็นการตรวจสอบชิ้นงาน หรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหา ได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง ให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการ ทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์
	5. ใช้ความรู้ และทักษะเกี่ยวกับ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และ ปลอดภัย	<ul style="list-style-type: none"> วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED มอเตอร์ บัสเซอร์ เฟือง รอก ล้อ เพลา อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	<p>1. วิเคราะห์สาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน</p> <p>2. ระบุปัญหาหรือความต้องการของชุมชนหรือท้องถิ่น เพื่อพัฒนางานอาชีพ สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา</p> <p>3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน</p> <p>4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา</p> <p>5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน และปลอดภัย เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน</p>	<ul style="list-style-type: none"> เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหาหรือความต้องการของมนุษย์ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ โดยวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานความรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยี และเทคโนโลยีที่ได้สามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ ปัญหาหรือความต้องการอาจพบได้ในงานอาชีพของชุมชนหรือท้องถิ่น ซึ่งอาจมีหลายด้าน เช่น ด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา เงื่อนไขและทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน เทคนิคหรือวิธีการในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหามีหลากหลาย เช่น การใช้แผนภูมิ ตาราง ภาพเคลื่อนไหว การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาคือ การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก เซรามิก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED LDR มอเตอร์ เฟือง คาน รอก ล้อ เพลา อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	<p>1. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี</p>	<ul style="list-style-type: none"> ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกัน และทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยระบบทางเทคโนโลยีอาจมีระบบย่อยหลายระบบ (subsystems) ที่ทำงานสัมพันธ์กันอยู่ และหากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาดจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม
	<p>2. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ด้านทรัพย์สินทางปัญญา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม เช่น ปัญหาด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง สุขภาพและการแพทย์ การบริการ ซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลายปัญหา การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวม ข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา
	<p>3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่สำคัญภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่สำคัญ โดยคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา เงื่อนไขและทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอมีหลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น
	<p>4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด</p>	<ul style="list-style-type: none"> การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำแผ่นนำเสนอ ผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ หรือการนำเสนอต่อภาคธุรกิจ เพื่อการพัฒนาต่อยอดสู่งานอาชีพ
	<p>5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย</p>	<ul style="list-style-type: none"> วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้สังเคราะห์ โลหะ จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LDR sensor เฟือง รอก คาน วงจรสำเร็จรูป อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.5	1. ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน	<ul style="list-style-type: none"> การทำโครงการ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาหรืออำนวยความสะดวกในการทำงาน การทำโครงการการออกแบบและเทคโนโลยีสามารถดำเนินการได้ โดยเริ่มจากการสำรวจสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ เพื่อกำหนดหัวข้อโครงการ แล้วรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ตารางสรุปตัวชี้วัด และขอบเขตการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

1. ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี (knowledge and understanding)

หัวข้อ	ม.1 (เน้นชีวิตประจำวัน)	ม.2 (เน้นชุมชน)	ม.3 (เน้นชุมชนเพื่อ งานอาชีพ)	ม.4 (เน้นปัญหาที่ เปิดกว้างในสังคม)	ม.5 (เน้นการทำโครงการ เพื่อแก้ปัญหา)
ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี	อธิบายแนวคิดหลักของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นโดยพิจารณาจากสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และวิเคราะห์เปรียบเทียบตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม	วิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน	วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	-

2. กระบวนการออกแบบ (design process)

หัวข้อ	ม.1 (เน้นชีวิตประจำวัน)	ม.2 (เน้นชุมชน)	ม.3 (เน้นชุมชนเพื่องานอาชีพ)	ม.4 (เน้นปัญหาที่เปิดกว้างในสังคม)	ม.5 (เน้นการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา)
2.1 ระบุ ปัญหา และ รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา	ระบุปัญหาหรือ ความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา	ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่น สรุปรอบของ ปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา	ระบุปัญหาหรือความต้องการของชุมชนหรือท้องถิ่น เพื่อ พัฒนางานอาชีพ สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยคำนึงถึงความ ถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา	ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้าน ทรัพย์สินทางปัญญา	ประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะจาก ศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากร ในการทำ โครงการ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน
2.2 ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา วางแผนและ ดำเนินการ แก้ปัญหา	ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา โดย วิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสม นำเสนอ แนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจ วางแผน และดำเนินการ แก้ปัญหา	ออกแบบวิธีการแก้ ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการ แก้ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอน	ออกแบบวิธีการแก้ ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจด้วยเทคนิคหรือ วิธีการที่หลากหลาย วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการ แก้ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอน	ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยเทคนิคหรือวิธีการ ที่หลากหลาย โดยใช้ ซอฟต์แวร์ช่วยในการ ออกแบบ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและ ดำเนินการแก้ปัญหา	
2.3 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน และ นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	ทดสอบ ประเมินผล และระบุ ข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น พร้อมทั้ง หาแนวทาง การปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผล การแก้ปัญหา	ทดสอบ ประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทาง การปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผล การแก้ปัญหา	ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้ เหตุผลของปัญหาหรือ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทาง การปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผล การแก้ปัญหา	ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผล ของปัญหาหรือ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทาง การปรับปรุง แก้ไข และนำเสนอ ผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทาง การพัฒนาต่อยอด	

3. ความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้าน (basic technical knowledge and skills)

หัวข้อ	ม.1 (เน้นชีวิตประจำวัน)	ม.2 (เน้นชุมชน)	ม.3 (เน้นชุมชนเพื่อ งานอาชีพ)	ม.4 (เน้นปัญหาที่ เปิดกว้างในสังคม)	ม.5 (เน้นการทำโครงการ เพื่อแก้ปัญหา)
วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรือ อิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน และปลอดภัย เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	

7. ทักษะสำคัญของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

การจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะและกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตผ่านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ซึ่งทักษะและกระบวนการสำคัญของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ได้แก่

1) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ประกอบไปด้วย ขั้นตอนดังนี้

ขั้นระบุปัญหา (problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความต้องการ วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี หรือศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (solution design) เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงเงื่อนไขหรือทรัพยากรที่มีอยู่ แล้วออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา โดยอาจร่างภาพ เขียนเป็นแผนภาพ หรือผังงาน

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา และเวลาในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน แล้วลงมือแก้ปัญหาตามที่ออกแบบและวางแผนไว้

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (testing, evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ

ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นไม่ได้มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอนโดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถย้อนกลับไปมาได้ และอาจมีการทำงานซ้ำ (iterative cycle) ในบางขั้นตอนหากต้องการพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น

2) การคิดเชิงระบบ เป็นการคิดถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่มองภาพรวมเป็นระบบ โดยมีหลักการและเหตุผล มีการจัดระเบียบข้อมูลหรือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ให้เป็นแบบแผนหรือกระบวนการที่ชัดเจน

3) ความคิดสร้างสรรค์ ใช้เทคนิคในการสร้างสรรค์มุมมองอย่างหลากหลายและแปลกใหม่ ซึ่งอาจจะพัฒนาจากของเดิมหรือคิดใหม่ วิเคราะห์และประเมินแนวคิดเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ได้มากที่สุด นำไปสู่การลงมือปฏิบัติตามความคิดสร้างสรรค์ให้ได้ผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรม ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 ลักษณะ คือ

(1) ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดเดิม ประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ ไม่ซ้ำกับของเดิม

(2) ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด

(3) ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง ดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

(4) ความคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการคิดรายละเอียดหรือขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ และรวมถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ อย่างมีความหมาย

4) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดโดยใช้เหตุผลที่หลากหลายเหมาะสมกับสถานการณ์ มีการวิเคราะห์และประเมินหลักฐานและข้อคิดเห็นด้วยมุมมองที่หลากหลาย สังเคราะห์ แปลความหมาย และลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล รวมทั้งสะท้อนความคิดโดยใช้ประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้

5) การสื่อสาร เป็นการเรียบเรียงความคิดและสื่อสารแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างชัดเจน สามารถใช้วิธีการสื่อสารเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้หลายรูปแบบ เช่น การพูด การเขียนบรรยาย การร่างภาพ และการใช้สื่อมัลติมีเดีย

6) การทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความยืดหยุ่น มีความรับผิดชอบร่วมกัน เคารพในความคิด เห็นคุณค่า และเข้าใจบทบาทของผู้อื่น เพื่อทำงานให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน

8. การวางแผนการจัดการเรียนรู้

การวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวชี้วัด ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตร ไปสู่หน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) การวิเคราะห์หลักสูตร เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบว่าการให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ใด แล้วกำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการที่เป็นจุดเน้น

2) การกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการพิจารณาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ ทักษะ และกระบวนการ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ๆ ได้แก่

กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนต้องทำเพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนด โดยควรเขียนเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน เพื่อลำดับวิธีการจัดการเรียนรู้ให้มองเห็นภาพต่อเนื่องว่าผู้เรียนต้องทำอะไรก่อนหลัง และมีกระบวนการอย่างไรบ้าง หากสามารถระบุถึงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนได้ว่ามีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดการเรียนรู้กันได้อย่างไรจะทำให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความหมายชัดเจนยิ่งขึ้น

สื่อการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำคัญยิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยเชื่อมโยงความรู้จากผู้สอนไปถึงผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งบางครั้งเนื้อหาอยู่ในรูปที่เป็นนามธรรม สื่อการเรียนรู้จะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งสื่อการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ผู้สอนต้องผลิตหรือเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้

3) การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนรู้ รวมทั้งทักษะและกระบวนการที่กำหนดไว้หรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีหลายรูปแบบ การเลือกใช้จึงต้องพิจารณาถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสำคัญ

9. สื่อและแหล่งเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ผู้เรียนและผู้สอนสามารถศึกษาหรือเรียนรู้ได้จากแหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่ได้นอกจากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) โดยอาจใช้แหล่งเรียนรู้อื่นเพิ่มเติมได้ เช่น

1) ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่ในพื้นที่ หรือปราชญ์ชาวบ้านที่มีประสบการณ์ บุคคลที่ประสบความสำเร็จในงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน สามารถเป็นผู้ให้ความรู้กับผู้เรียนได้ โดยผู้สอนอาจใช้วิธีการเชิญวิทยากรมาให้ความรู้ในโรงเรียน หรืออาจพาผู้เรียนไปศึกษาดูงานในพื้นที่จริงได้ ทั้งนี้ ผู้สอนควรให้ประเด็นกับผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องบันทึกหรือศึกษาระหว่างการศึกษาดูงานแล้วนำมาสรุป อภิปรายข้อคิดที่ได้ระหว่างเพื่อนสมาชิกในชั้นเรียนและผู้สอน

2) แหล่งวิทยากร ได้แก่ สถาบัน องค์กร หน่วยงาน ห้องสมุด ศูนย์วิชาการทั้งจากภาครัฐและเอกชนซึ่งให้บริการความรู้ในเรื่องต่าง ๆ โดยผู้สอนอาจมอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่กำลังเรียนรู้แล้วทำสรุปรายงานเพื่อนำเสนอในชั้นเรียน

3) สถานประกอบการ สถานประกอบวิชาชีพอิสระ โรงงานอุตสาหกรรม หน่วยวิจัยในท้องถิ่น ซึ่งให้บริการความรู้ ฝึกอบรมเกี่ยวกับงาน และวิชาชีพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชุมชนหรือท้องถิ่น โดยผู้สอนสามารถพาผู้เรียนไปศึกษาดูงานในแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสบการณ์จริง สามารถเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียนกับบริบทของชีวิตจริง และยังช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ซึ่งอาจเป็นจุดเริ่มต้นของการนำมาซึ่งการพัฒนาหรือสร้างแนวทางการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อีกด้วย

4) สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เช่น แผ่นพับ วารสาร หนังสืออ้างอิง หนังสือพิมพ์ สื่อเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถจัดหาได้ง่ายเพื่อให้ผู้สอนสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง หรืออาจเป็นสถานการณ์ปัญหาจากข่าวในหนังสือพิมพ์เพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นโจทย์สถานการณ์ปัญหาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้

5) สื่อดิจิทัล ในเว็บไซต์ต่าง ๆ ทั้งจากในและต่างประเทศ ซึ่งถือเป็นแนวทางที่สำคัญในการใช้ประกอบการสืบค้นข้อมูลในสังคมปัจจุบันที่มีสื่อต่าง ๆ จากเว็บไซต์จำนวนมาก โดยมีทั้งในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ หรือวิดีโอ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามการเลือกใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ การรู้จักคิดวิเคราะห์ และการมีวิจารณญาณในการเลือกใช้ รวมทั้งต้องรู้จักการอ้างอิงข้อมูลที่ได้มา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนต้องสร้างความตระหนักให้กับผู้เรียนในการเคารพสิทธิของผู้อื่น เช่น แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ของ สสวท. <http://learningspace.ipst.ac.th/> แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) <http://www.dlit.ac.th/pages/classroom.php> หรือแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) <http://www.thaiteachers.tv/>

10. การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่สามารถสะท้อนหลักสูตร และพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่หลักสูตรกำหนดควรเป็นกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองโดยเลือก ตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง แก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านการวางแผน ออกแบบ ประเมินผล และนำเสนอผลงานร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยสร้างชิ้นงานหรือวิธีการอย่างสร้างสรรค์ (Prince, 2004 ; Bonwell, 1991) ผู้สอนจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ แนวคิด และจุดเน้นที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ตัวอย่างแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก ได้แก่

- การจัดการเรียนรู้โดยมีกิจกรรมเป็นฐาน (activity-based learning) เป็นการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมและมีบทบาทในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ และเรียนรู้จากกิจกรรมที่ได้ทำจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์และการร่วมมือกัน
- การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อผู้เรียน โดยปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย โดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ ดังนี้
 - * มีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
 - * ใช้ปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้จริง
 - * ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการนำตนเอง (self-directed learning) แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - * เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรู้ที่ได้มีความหลากหลายโดยมาจากการวิเคราะห์ของผู้เรียน
 - * มีการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด
 - * การประเมินผลจะเน้นการประเมินตามสภาพจริง โดยพิจารณาจากความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานของผู้เรียน
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning) เป็นการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้นโดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้สอนกำหนดขอบเขตของโครงงานอย่างกว้าง ๆ ให้สอดคล้องกับรายวิชา สภาพปัญหาหรือความถนัดของผู้เรียน และให้ผู้เรียนออกแบบโครงงานร่วมกันเพื่อนำไปสู่การเขียนเค้าโครงและลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในเค้าโครง ผู้เรียนสรุปผ่านการเขียนรายงานและมีการประเมินโครงงาน (MacDonell, 2007)

จะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) จะให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผ่านการคิดวิเคราะห์ ลงมือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง (real-world problems) ผู้เรียนต้องฝึกการทำงานเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตามเงื่อนไข ทรัพยากรที่มีด้วยวิธีการที่หลากหลาย

11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

แนวทางการวัดและประเมินผลของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) มุ่งเน้นที่การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) โดยวัดและประเมินผล 3 ด้าน คือ ความสามารถด้านสติปัญญา ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยการประเมินตามสภาพจริงในสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ผู้สอนสามารถประเมินจากผลงานหรือการทำงานของผู้เรียนเป็นหลัก ผ่านกระบวนการสังเกต บันทึก หรือตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับชิ้นงาน และวิธีการของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีความต่อเนื่อง โดยลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง มีดังนี้

- 1) การประเมินต้องผสมผสานไปกับการจัดการเรียนรู้และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธี ที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
- 2) ให้ความสำคัญกับการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
- 3) มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 4) ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล
- 5) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมต่อไป ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้
- 6) ทำให้การจัดการเรียนรู้มีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

ทั้งนี้ผู้สอนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือเครื่องมือวัดและประเมินผลที่หลากหลาย โดยต้องมีความสอดคล้องและความเหมาะสมกับจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งวิธีการหรือเครื่องมือวัดที่สามารถนำมาใช้ เช่น

- 1) **การเขียนสะท้อนการเรียนรู้** เป็นวิธีการประเมินด้วยการเขียนตอบตามประเด็นคำถามที่ผู้สอนกำหนด เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการ ซึ่งสามารถประเมินได้ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน คำตอบของผู้เรียนจะสะท้อนถึงความเข้าใจ ความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เครื่องมือที่นิยมใช้ คือ แบบบันทึกการเรียนรู้ แบบสะท้อนการเรียนรู้
- 2) **การทดสอบ** เป็นวิธีการประเมินความรู้ความเข้าใจและทักษะของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนควรเลือกใช้เครื่องมือทดสอบให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินผลนั้น ๆ และต้องมีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง (validity) และเชื่อมั่นได้ (reliability) เครื่องมือที่นิยมใช้ คือ แบบทดสอบชนิดต่าง ๆ
- 3) **แฟ้มสะสมงาน** เป็นวิธีการประเมินด้วยการรวบรวมผลงานและหลักฐานการเรียนรู้ที่แสดงถึงความรู้ความสามารถ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และพัฒนาการของผู้เรียนอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อใช้ในการประเมินความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ผู้สอนจะเลือกผลงานและหลักฐานชิ้นใดที่รวบรวมอยู่ในแฟ้มมาประเมินก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการประเมิน เช่น หากต้องการประเมินความสามารถของผู้เรียนควรเลือกผลงานหรือชิ้นงานที่ดีที่สุดของผู้เรียนมาประเมิน หากต้องการประเมินพัฒนาการทางการเรียนควรเลือกตัวแทนผลงานในแต่ละช่วงมาประเมิน หากต้องการประเมินกระบวนการทำงานและการแก้ปัญหาควรนำบันทึกการทำงานของผู้เรียนมาประเมิน

4) **ผลการปฏิบัติงาน** เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผล การพัฒนาของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนต้องเตรียมการประเมิน 2 ส่วน คือ ภาระงานหรือชิ้นงาน และกระบวนการทำงาน และเกณฑ์ การให้คะแนนการปฏิบัติซึ่งจะปรับเปลี่ยนไปตามภาระงานหรือชิ้นงาน เครื่องมือที่นิยมใช้ คือ แบบมาตรฐานประมาณค่า และแบบ บันทึกรูปการปฏิบัติงาน

5) **การสังเกตพฤติกรรม** เป็นวิธีการประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อประเมิน ทั้งด้านทักษะการทำงาน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เครื่องมือวัดที่นิยมใช้ เช่น แบบบันทึกพฤติกรรม แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบตรวจสอบรายการ (check list)

6) **การสัมภาษณ์** เป็นวิธีการประเมินด้วยการพูดคุย การซักถามตามประเด็นการประเมินที่เตรียมการไว้ล่วงหน้า ซึ่งการ สัมภาษณ์สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ การสัมภาษณ์อย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ เครื่องมือวัดที่นิยมใช้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง แบบกึ่งโครงสร้าง และแบบไม่มีโครงสร้าง

ตัวอย่าง

หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ตารางการวิเคราะห์การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
1. เทคโนโลยีรอบตัว	อธิบายแนวคิดหลักการของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน และวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	<p>1. เทคโนโลยี เป็นสิ่งที่มีมนุษย์สร้างหรือพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อแก้ไขปัญหา สมองความต้องการ หรือเพิ่มความสมารถในการทำงานของมนุษย์</p> <p>2. ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งการวิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีช่วยให้เข้าใจองค์ประกอบและการทำงานของเทคโนโลยี รวมถึงสามารถปรับปรุงให้เทคโนโลยีทำงานได้ตามต้องการ</p> <p>3. เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหาความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม</p>	6	<p>กิจกรรม เทคโนโลยีรอบตัว</p> <p>ภาระงาน:</p> <ol style="list-style-type: none"> ยกตัวอย่างและอธิบายความหมายของเทคโนโลยี อธิบายองค์ประกอบและการทำงานของระบบทางเทคโนโลยี วิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีของชิ้นงานหรือวิธีการในชีวิตประจำวันที่น่าสนใจ วิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี 	<ol style="list-style-type: none"> การยกตัวอย่างและอธิบายความหมายของเทคโนโลยี การอธิบายองค์ประกอบและการทำงานของระบบทางเทคโนโลยี การวิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีของชิ้นงานหรือวิธีการในชีวิตประจำวันที่น่าสนใจ การวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
2. วัสดุและอุปกรณ์ นำรู้	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย	1. วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน 2. อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา	4	กิจกรรมที่ 2.1 รู้จักสมบัติของวัสดุ ภาระงาน: 1. วิเคราะห์สมบัติของวัสดุจากตัวอย่างชิ้นงานที่กำหนดให้ พร้อมระบุเครื่องมือที่ใช้สร้างชิ้นงานนั้น 2. เลือกใช้แก้อุปกรณ์แบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน กิจกรรมที่ 2.2 แก้อุปกรณ์ ภาระงาน: สร้างแบบจำลองแก้อุปกรณ์ตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เรื่องการเลือกวัสดุและฝึกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานอย่างถูกต้อง และปลอดภัย	1. การวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ และการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการสร้างชิ้นงาน 2. การเลือกใช้สีของที่เหมาะสมกับลักษณะของงาน โดยคำนึงถึงสมบัติของวัสดุ 1. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างแบบจำลองแก้อุปกรณ์ที่เหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล 2. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองแก้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
<p>3. การแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>	<p>1. ระบุปัญหาหรือความต้องการในการใช้ชีวิตประจำวันรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> <p>2. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสม นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าใจวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>3. ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา</p> <p>4. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย</p>	<p>1. ปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันพบได้จากหลายบริบทขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ เช่น การเกษตร การอาหาร</p> <p>2. การแก้ปัญหาจำเป็นต้องสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา</p> <p>3. วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นโดยคำนึงถึงเงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม</p> <p>4. การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน</p> <p>5. การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้ทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น</p> <p>6. การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุงโดยอาจทดสอบซ้ำ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้</p> <p>7. การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผนนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์</p> <p>8. วัสดุและประเภทวัสดุแตกต่างกัน เช่น โลหะ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน</p> <p>9. การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED บัสเซอร์ มอเตอร์ วงจรไฟฟ้า</p> <p>10. อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักปรึกษา</p>	10	<p>กิจกรรม พัฒนาจิต</p> <p>ภาระงาน: สร้างพัฒนาฝีมือตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>	<p>1. การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างพัฒนาฝีมือตามสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>2. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างพัฒนาฝีมือได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย</p>

ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง วัสดุและอุปกรณ์นำรู้



1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้



1.1 ตัวชี้วัด

ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

1.2 สาระการเรียนรู้

- 1) วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน
- 2) อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้



- 2.1 บอกประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุได้
- 2.2 อธิบายเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน
- 2.3 วิเคราะห์เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานได้
- 2.4 เลือกใช้วัสดุในการสร้างแบบจำลองเก้าอี้ได้เหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล
- 2.5 ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองเก้าอี้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. ทักษะและกระบวนการ



- 3.1 ทักษะการสื่อสาร
- 3.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.3 ทักษะความคิดสร้างสรรค์
- 3.4 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. สาระสำคัญ



วัสดุมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีสมบัติที่แตกต่างกัน การเลือกวัสดุและสิ่งของต่าง ๆ มาใช้งานหรือสร้างสิ่งของเครื่องใช้ต้องพิจารณาจากสมบัติของวัสดุเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและเพื่อความปลอดภัย

การสร้างแบบจำลองเก้าอี้เพื่อใช้งานในสถานที่ต่าง ๆ ต้องใช้ความรู้เรื่องสมบัติของวัสดุ เพื่อเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการสร้างชิ้นงาน ในการลงมือสร้างชิ้นงานต้องเลือกใช้ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมืออย่างเหมาะสมกับประเภทของวัสดุใช้อย่างถูกต้อง และคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน

5. สื่อประกอบการเรียนรู้



- 5.1 ใบกิจกรรมที่ 1 แก้อั้วชวนคิด
- 5.2 ใบกิจกรรมที่ 2 แก้อั้วที่แตกต่างกัน
- 5.3 ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบแก้อั้ว
- 5.4 ใบกิจกรรมที่ 4 ทดสอบการทำงานแบบจำลองแก้อั้ว
- 5.5 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ประเภทและสมบัติของวัสดุ
- 5.6 ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เครื่องมือช่างพื้นฐาน
- 5.7 วัสดุสื่อของจริง เช่น ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด
- 5.8 วัสดุที่ให้เลือกสำหรับการสร้างแบบจำลองแก้อั้ว เช่น ไม้บัลซา ไม้อัด โฟม แผ่นอะคริลิก แผ่นพลาสติกลูกฟูก กระดาษลัง ฯลฯ
- 5.9 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการสร้างแบบจำลองแก้อั้ว เช่น นอต สกรู ไขควง กรรไกร คัตเตอร์ กาว เลื่อย ส่วนมือ ตลับเมตร ฯลฯ

6. แนวทางการจัดการเรียนรู้



6.1 การจัดเตรียม

จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สื่อของจริง ใบกิจกรรมและใบความรู้ดังนี้

- 1) ดินสอ ยางลบ ยางรัด ไม้บรรทัด แก้วน้ำ ผ้าเช็ดหน้า ถุงเท้า ไม้ถูพื้น ของเล่น สมุด โต๊ะ แก้อั้ว ถังน้ำ งาน ชาม ช้อนสแตนเลส ทัพพี
- 2) ใบกิจกรรมที่ 1 - 4 และใบความรู้ที่ 1 และ 2
- 3) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับสร้างแบบจำลองแก้อั้ว

6.2 ขั้นตอนดำเนินการ

กิจกรรมที่ 2.1 รู้จักสมบัติของวัสดุ

1. ผู้เรียนสังเกตและศึกษาสิ่งของรอบตัว เช่น ดินสอ ยางลบ ยางรัด ไม้บรรทัด แก้วน้ำ ผ้าเช็ดหน้า ถุงเท้า ไม้ถูพื้น ของเล่น สมุด โต๊ะ แก้อั้ว ถังน้ำ งาน ชาม ช้อนสแตนเลส ทัพพี เพื่อตอบคำถามว่าสิ่งของเหล่านี้ทำมาจากวัสดุประเภทใด และจัดกลุ่มสิ่งของดังกล่าวตามประเภทของวัสดุ แล้วร่วมกันสรุปข้อมูลเป็นแผนภาพความคิด
2. ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ประเภทและสมบัติของวัสดุ จากนั้นจำแนกสมบัติของวัสดุจากการจัดกลุ่มในแผนภาพความคิด (จากข้อที่ 1) ในด้านต่าง ๆ ที่เป็นจุดเด่นและจุดด้อย
3. ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เครื่องมือช่างพื้นฐาน แล้วร่วมกันอภิปรายถึงเครื่องมือช่างที่ใช้ในการสร้างโต๊ะเรียนว่ามีเครื่องมืออะไร ใช้อย่างไร จากนั้นให้ผู้เรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 แก้อั้วชวนคิด
4. ผู้สอนสุ่มผู้เรียนเพื่อนำเสนอใบกิจกรรมที่ 1 แก้อั้วชวนคิด และร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับประเภทและสมบัติของวัสดุ เหตุผลของการเลือกใช้ และเครื่องมือช่างพื้นฐาน

5. แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม และทำใบกิจกรรมที่ 2 แก้วที่แตกต่าง เพื่อระดมแนวคิดในการเลือกสรรแก้ว โดยวิเคราะห์ประเภทและสมบัติของวัสดุ ให้เหมาะสมกับลักษณะของงานและสถานที่ที่นำไปใช้ จากนั้นผู้สอนสุ่มผู้เรียนเพื่อนำเสนอใบกิจกรรมที่ 2

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผู้สอนอาจนำตัวอย่างแก้วของจริงมาให้ผู้เรียนได้สังเกตและสัมผัสด้วยตัวเอง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ชัดเจนยิ่งขึ้น

6. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำกิจกรรม ในประเด็น

- 1) ประเภทและสมบัติของวัสดุ
- 2) การเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับลักษณะของการใช้งาน
- 3) การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องและปลอดภัย

กิจกรรมที่ 2.2 แก้วของฉัน

1. ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุและเครื่องมือช่างพื้นฐาน

2. แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม เพื่อเลือกวัสดุและเครื่องมือช่างพื้นฐานในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ดังต่อไปนี้

“อนันต์เปิดร้านขายสินค้าสำหรับคนที่มีรูปร่างอ้วน และต้องการผลิตสินค้ารูปแบบใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้ามากขึ้น คือ แก้วเพื่อใช้ในการนั่งพักผ่อน”

นักเรียนจะช่วยอนันต์ออกแบบแก้วตามสถานการณ์ดังกล่าวอย่างไร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและสร้างแบบจำลองแก้ว ขนาดไม่เกิน 20 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร โดยให้สามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุด และใช้ในการนั่งพักผ่อนได้สะดวกสบาย จากนั้นบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบแก้ว

3. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบแก้ว (ใบกิจกรรมที่ 3) โดยอธิบายในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) แนวคิดในการออกแบบ (นำเสนอด้วยวาจา)

2) รายละเอียดของแบบร่าง ประกอบด้วย ขนาด มาตรฐาน ส่วน วัสดุ เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นร่วมอภิปรายหรือซักถามเกี่ยวกับการออกแบบแก้วของกลุ่มที่นำเสนอ

4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างแบบจำลองแก้วตามที่ได้ออกแบบไว้ ผู้สอนควรเน้นในเรื่องการใช้เครื่องมืออย่างปลอดภัย ทั้งนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนลงมือสร้างแบบจำลองแก้วอันนอกเวลาเรียน

5. ทดสอบการทำงานของแบบจำลองแก้วของผู้เรียนทุกกลุ่ม บันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 4 ทดสอบการทำงานแบบจำลองแก้ว

6. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดสอบ ในประเด็นต่อไปนี้

1) แบบจำลองแก้วที่ผู้เรียนสร้างขึ้นสามารถรับน้ำหนักได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ เพราะเหตุใด

2) ลักษณะและวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลองแก้วเป็นอย่างไร พร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

3) เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองแก้วประกอบด้วยอะไรบ้าง พร้อมบอกเหตุผลในการเลือก

ทั้งนี้ผู้สอนควรอธิบายเพิ่มเติมว่านอกจากสมบัติของวัสดุแล้ว การออกแบบก็ส่งผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานด้วยเช่นกัน



7. การวัดและประเมินผล



รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
1. การบอกประเภท และอธิบายสมบัติของวัสดุได้ถูกต้อง	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก้วที่ชวนคิด	คะแนน 11-15 หมายถึง ดี คะแนน 6-10 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-5 หมายถึง ปรับปรุง
2. การอธิบายเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แก้วที่แตกต่างกัน	ผู้เรียนได้ระดับคุณภาพ พอใช้ ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
3. การวิเคราะห์เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก้วที่ชวนคิด	
4. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างแบบจำลองแก้วที่ได้เหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบแก้ว	
5. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองแก้วได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการสื่อสาร	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผู้เรียนได้ระดับ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
ทักษะความคิดสร้างสรรค์	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	



เกณฑ์ระดับการให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การบอกประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุ	บอกประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุได้ถูกต้อง ให้เหตุผลในการใช้วัสดุได้ถูกต้อง	บอกประเภทของวัสดุได้ถูกต้อง แต่อธิบายสมบัติของวัสดุไม่ถูกต้อง ให้เหตุผลในการใช้วัสดุได้ถูกต้องน้อยหรือไม่ถูกต้อง	บอกประเภท อธิบายสมบัติของวัสดุ และให้เหตุผลในการใช้วัสดุได้ถูกต้องน้อยหรือไม่ถูกต้อง
2. การอธิบายเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน	วิเคราะห์ประเภท สมบัติของวัสดุ เลือกใช้วัสดุและอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ได้ถูกต้อง เหมาะสมกับลักษณะของงาน	วิเคราะห์ประเภท สมบัติของวัสดุ ได้ถูกต้องหรือถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ เลือกใช้วัสดุได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่เหมาะสมกับลักษณะของงาน	วิเคราะห์ประเภท สมบัติของวัสดุได้ไม่ถูกต้อง อธิบายเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุไม่ตรงประเด็นกับลักษณะของงานหรืออธิบายไม่ได้
3. การวิเคราะห์เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน	วิเคราะห์และอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้สร้างชิ้นงานที่กำหนดได้ถูกต้อง	วิเคราะห์เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้สร้างชิ้นงานที่กำหนดได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ไม่ตรงประเด็น ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่ถูกต้อง	วิเคราะห์หรืออธิบายเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้สร้างชิ้นงานที่กำหนดได้ถูกต้อง
4. การเลือกใช้วัสดุในการสร้างแบบจำลองเก้าอี้	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานและสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ได้	เลือกวัสดุที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งานแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้ได้หรือไม่ถูกต้อง	เลือกวัสดุไม่เหมาะสมกับจุดประสงค์การใช้งาน
5. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองเก้าอี้	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมกับวัสดุ ใช้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างชิ้นงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย	ไม่สามารถใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างชิ้นงานได้

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน 11 - 15	คะแนน หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน 6 - 10	คะแนน หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน 1 - 5	คะแนน หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

หมายเหตุ เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

8. แหล่งเรียนรู้



- 8.1 รูปแบบต่าง ๆ ของเก้าอี้ เช่น โรงฝึกงาน ศูนย์ศิลปะอาชีพ ร้านเฟอร์นิเจอร์
- 8.2 เว็บไซต์สำหรับสืบค้นเก้าอี้รูปแบบต่าง ๆ

9. ข้อเสนอแนะ



- 9.1 การนำเสนอผลงานอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น โปสเตอร์ โปรแกรมนำเสนอผลงาน
- 9.2 ผู้สอนประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงาน โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนลงคะแนนชิ้นงานที่ตนเองชอบ หรือมีความโดดเด่น แปลกใหม่ และประณีต
- 9.3 ผู้สอนสามารถแนะนำการใช้วัสดุอื่น ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อเป็นทางเลือกในการสร้างชิ้นงานที่มีรูปแบบหลากหลาย
- 9.4 กรณีที่ต้องการเน้นความสำคัญของการออกแบบชิ้นงานเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ ผู้สอนอาจจัดกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสลับแบบร่างเก้าอี้ที่กลุ่มของตนเองออกแบบ เพื่อให้กลุ่มอื่นทำการสร้างตามแบบ จากนั้นประเมินชิ้นงานที่ได้ว่าสอดคล้องกับแบบที่ออกแบบไว้หรือไม่
- 9.5 ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเพิ่มเติมโดยให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้สร้างหรือปรับเปลี่ยนแบบของเก้าอี้ได้





ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง เก้าอี้ชวนคิด

ให้นักเรียนอธิบายประเภท สมบัติของวัสดุ และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเก้าอี้ดังกล่าว อย่างน้อย 2 ตำแหน่ง



ส่วนใดของเก้าอี้ _____
ประเภทของวัสดุ _____
สมบัติของวัสดุ _____

เหตุผลของการเลือกใช้วัสดุนี้ _____

เครื่องมือที่ใช้สร้างหรือประกอบชิ้นส่วนนี้ _____

เหตุผลที่ใช้เครื่องมือนี้ _____

ส่วนใดของเก้าอี้ _____
ประเภทของวัสดุ _____
สมบัติของวัสดุ _____

เหตุผลของการเลือกใช้วัสดุนี้ _____

เครื่องมือที่ใช้สร้างหรือประกอบชิ้นส่วนนี้ _____

เหตุผลที่ใช้เครื่องมือนี้ _____



ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง เก้าอี้ที่แตกต่างกัน

ให้นักเรียนวิเคราะห์ประเภทและสมบัติของวัสดุที่นำมาทำเก้าอี้ตามประเด็นพิจารณาในตาราง จากนั้นเลือกใช้เก้าอี้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงานและสถานที่ที่นำไปใช้

หัวข้อ	ประเด็นพิจารณา	A	B
			
เบาะนั่ง และพนักพิง	ประเภทของวัสดุ		
	การระบายความร้อน		
	การเสียดสีกับผิว		
	การปรับเอนของพนักพิง		
โครงสร้าง	ความแข็งแรง		
	น้ำหนัก		
	การปรับระดับความสูง		
	การหมุนหรือเคลื่อนที่		
อื่น ๆ	การจัดเก็บ		
	การทำความสะอาด		
		
		
สถานที่	สถานที่ที่นำไปใช้		
การใช้งาน	ลักษณะการใช้งาน		

หัวข้อ	ประเด็นพิจารณา	C	D
			
เบาะนั่ง และ พนักพิง	ประเภทของวัสดุ		
	การระบายความร้อน		
	การเสียดสีกับผิว		
	การปรับเอนของพนักพิง		
โครงสร้าง	ความแข็งแรง		
	น้ำหนัก		
	การปรับระดับความสูง		
	การหมุนหรือเคลื่อนที่		
อื่น ๆ	การจัดเก็บ		
	การทำความสะอาด		
		
		
สถานที่	สถานที่ที่นำไปใช้		
การใช้งาน	ลักษณะการใช้งาน		



ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง ออกแบบเก้าอี้

ให้นักเรียนออกแบบเก้าอี้ตามสถานการณ์ต่อไปนี้ โดยระบุแนวคิดในการออกแบบ กำหนดวัสดุและเครื่องมือที่ต้องการใช้ในการสร้างเก้าอี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

สถานการณ์

“อนันต์เปิดร้านขายสินค้าสำหรับคนที่มีรูปร่างอ้วน และต้องการผลิตสินค้ารูปแบบใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้ามากขึ้น คือ เก้าอี้เพื่อใช้ในการนั่งพักผ่อน”

นักเรียนจะช่วยอนันต์ออกแบบเก้าอี้ตามสถานการณ์ดังกล่าวอย่างไร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและสร้างแบบจำลองเก้าอี้ ขนาดไม่เกิน 20 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร โดยให้สามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุด และใช้ในการนั่งพักผ่อนได้สะดวกสบาย

น้ำหนักที่คาดว่าจะรองรับได้ _____ กิโลกรัม

แบบร่าง (มาตราส่วน :)

แนวคิดในการออกแบบ

วัสดุที่ใช้	เหตุผลที่เลือก
เครื่องมือช่างพื้นฐานที่ใช้	เหตุผลที่เลือก

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง ทดสอบการทำงานแบบจำลองเก้าอี้



1. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดสอบชิ้นงาน และปัญหาที่พบ

2. แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

3. สรุปผลการทำกิจกรรม

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง ประเภทและสมบัติของวัสดุ



วัสดุ คือ สิ่งที่นำมาทำเป็นสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งสิ่งของแต่ละอย่างทำมาจากวัสดุหลากหลายประเภท ในสมัยก่อนเราใช้วัสดุที่มาจากธรรมชาติ เช่น หิน กิ่งไม้ ใบไม้ หนังสัตว์ มาทำสิ่งของเครื่องใช้ เช่น อาวุธ เครื่องนุ่งห่ม ภาชนะใส่อาหาร ต่อมามีการพัฒนาวัสดุจากธรรมชาติมาใช้งานจนกระทั่งสามารถสังเคราะห์วัสดุใหม่ขึ้นมา เช่น กระดาษ ไม้อัด เส้นใย ยาง พลาสติก โลหะ วัสดุผสม



ภาพตัวอย่างสิ่งของเครื่องใช้ที่ทำจากวัสดุต่าง ๆ

ประเภทและสมบัติของวัสดุ

วัสดุที่นำมาทำสิ่งของเครื่องใช้ที่เราพบในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ ได้แก่ วัสดุประเภท ไม้ โลหะ พลาสติก ยาง ซึ่งแต่ละประเภทมีสมบัติและการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. ไม้ (wood)

คือ วัสดุธรรมชาติที่ได้มาจากลำต้นของต้นไม้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเนื่องจากมีสมบัติที่ดีหลายด้าน เช่น มีความแข็งแรง ทนทาน ไม่เป็นสนิม มีผิวเรียบ มีกลิ่นและลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว แต่มีข้อเสียคือ ถ้าใช้ไปนาน ๆ อาจเกิดการโก่งตัว หรือผุได้

ไม้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ไม้ธรรมชาติ และไม้ประกอบ ไม้ธรรมชาติแบ่งเป็น ไม้เนื้อแข็งกับไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อแข็งจะมีน้ำมัน ลายเนื้อไม้ละเอียด มีน้ำหนักมาก เนื้อแน่น สีเข้ม แข็งแรงทนทาน เช่น ไม้เต็ง ไม้มะค่า ไม้ตะเคียน นิยมนำมาใช้ทำเป็นคาน โครงหลังคาบ้าน ประตู หน้าต่าง เฟอร์นิเจอร์ ส่วนไม้เนื้ออ่อนมีเนื้อไม้ค่อนข้างเหนียว น้ำหนักเบา แต่เนื้อไม้ไม่แข็งแรงมาก จึงรับน้ำหนักได้ไม่ดี เนื้อไม้มีตั้งแต่สีจางอ่อนไปถึงสีเข้ม เช่น ไม้ยาง ไม้ฉำฉา นิยมนำมาใช้ทำเป็นประตู หน้าต่าง เฟอร์นิเจอร์ของใช้ต่าง ๆ กล่องใส่วัสดุ งานตกแต่ง เครื่องดนตรีไทย

ไม้อีกประเภทหนึ่งคือ ไม้ประกอบ เป็นไม้ที่ได้จากการนำชิ้นส่วนของไม้มาต่อรวมกันด้วยกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งมีหลายประเภท เช่น ไม้อัดมีความแข็งแรง ไม่ยืดหรือหดตัวเมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลง ไม้ปาร์ติเคิลบอร์ดมีความเหนียว น้ำหนักเบา ราคาถูก แต่ความแข็งแรง ความต้านทานต่อแมลง และความชื้นต่ำ อายุการใช้งานสั้นกว่าไม้อัด



ภาพ (ก) ไม้อัด (ข) ไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด

2. โลหะ (metals)

คือ วัสดุที่ได้จากการถลุงสินแร่ต่าง ๆ โลหะส่วนใหญ่ผ่านกระบวนการปรับปรุงสมบัติให้ดีขึ้นก่อนนำมาใช้งาน โลหะเป็นวัสดุที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีสมบัติที่ดีมากมาย เช่น เป็นตัวนำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีความแข็งแรงสูง มีความคงทนถาวร ไม่เสื่อมสลายหรือเปลี่ยนแปลงสภาพง่าย เป็นวัสดุที่บดแสง ทนทานต่อการกัดกร่อน มีความสวยงาม ผิวของโลหะสามารถขัดให้เป็นเงาวาว สามารถตีเป็นแผ่นบางหรือดึงให้เป็นเส้นลวดได้

โลหะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ โลหะกลุ่มเหล็ก และโลหะนอกกลุ่มเหล็ก โลหะกลุ่มเหล็ก คือ โลหะที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น เหล็กกล้า เหล็กหล่อ ใช้ทำชิ้นส่วนอะไหล่ อุปกรณ์ เครื่องมือช่าง ลวด กรรไกร ชิ้นส่วนเครื่องจักร ส่วนโลหะนอกกลุ่มเหล็ก คือ โลหะที่ไม่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นจึงไม่ดูดติดกับแม่เหล็กและไม่เกิดสนิม เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม สังกะสี ซึ่งต่างก็มีสมบัติเด่นที่แตกต่างกัน ทองแดงนำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี จึงนำมาทำสายไฟ อะลูมิเนียมน้ำหนักเบา เปลี่ยนรูปร่างได้ง่าย นำมาทำกรอบประตู พอยล์ห่ออาหาร ส่วนประกอบของเครื่องบิน สังกะสีทนทานต่อการกัดกร่อนจากสภาพอากาศ จึงนำมาเคลือบโลหะเพื่อป้องกันสนิม เช่น แผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีใช้มุงหลังคา



เหล็กกล้า

ทองแดง

อะลูมิเนียมฟอยล์

แผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี



ภาพผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะประเภทต่าง ๆ

3. พลาสติก (plastic)

คือ วัสดุสังเคราะห์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลผลิตที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ ปัจจุบันมีการใช้พลาสติกกันมากเนื่องจากพลาสติกมีหลายชนิด ทำให้พลาสติกมีสมบัติที่หลากหลาย เช่น บางชนิดมีลักษณะอ่อนนิ่ม บางชนิดจะแข็งมาก บางชนิดทนความร้อนได้น้อยแต่บางชนิดทนความร้อนได้มาก บางชนิดหลอมละลายนำมาใช้ใหม่ได้ บางชนิดไม่สามารถหลอมแล้วนำมาใช้ใหม่ได้ แต่มีสมบัติโดยรวมที่เหมือนกัน เช่น น้ำหนักเบา เป็นฉนวนไฟฟ้า สามารถทำให้เป็นสีต่าง ๆ ได้ ไม่เป็นสนิม

พลาสติกแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) และเทอร์โมเซตติง พลาสติก (thermosetting plastic) เทอร์โมพลาสติกเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างได้ สามารถหลอมแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทนต่อแรงดึงได้สูง พลาสติกชนิดนี้ เช่น พอลิเอทิลีน พอลิสไตรีน พอลิไวนิลคลอไรด์ (พีวีซี) ใช้งานหลายหลาย เช่น ถังใส่ของ ขอน ขวดน้ำ กะละมัง ถังขยะ ส่วนเทอร์โมเซตติง พลาสติกทนความร้อนสูง แข็งแรง แต่ไม่สามารถหลอมแล้วนำมาใช้ใหม่ได้ พลาสติกชนิดนี้ เช่น เมลามีน พอลิยูรีเทน ตัวอย่างการใช้งาน เช่น จานชาม สายไฟ ปลั๊กไฟ โคมกั้นกระแทก รองเท้า



พอลิเอทิลีน



พอลิสไตรีน



พอลิไวนิลคลอไรด์



เมลามีน



ภาพผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกชนิดต่าง ๆ

4. ยาง (rubber)

คือ วัสดุที่มีความยืดหยุ่น เมื่อออกแรงดึงหรือกด ยางจะยืดหรือยุบและกลับสู่สภาพเดิมได้เมื่อปล่อยให้ยางเป็นอิสระ ยางแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ยางธรรมชาติ (natural rubber) และยางสังเคราะห์ (synthetic rubber) ยางธรรมชาติได้มาจากต้นยาง มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อการฉีกขาดและการสึกหรอ แต่ไม่ทนต่อตัวทำละลายพวกน้ำมันปิโตรเลียม และเสื่อมสภาพเร็ว ภายใต้แสงแดด ความร้อน ออกซิเจน และโอโซน การใช้งาน เช่น ถุงมือยาง ยางรัดของ ลูกโป่ง ยางรถยนต์ ส่วนยางสังเคราะห์ ได้มาจากการสังเคราะห์ทางเคมีเพื่อเลียนแบบยางธรรมชาติ สามารถปรับปรุงสมบัติให้ดีขึ้นหลายด้าน เช่น ทนต่อเปลวไฟ สภาพอากาศ แสงแดด สารเคมีและน้ำมันได้ตามต้องการ ทนทานต่อการใช้งานและเสื่อมสภาพได้ช้ากว่ายางธรรมชาติ แต่มีราคาแพงกว่า ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ยางรถยนต์ แป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ซิลิโคน พื้นรองเท้า ยางขอบหน้าต่าง



ภาพผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยาง

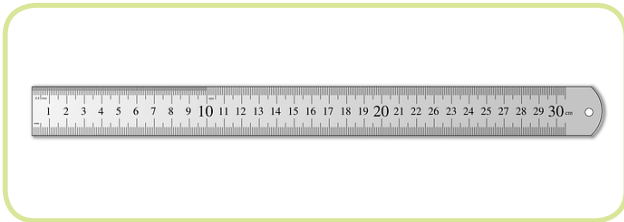
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เครื่องมือช่างพื้นฐาน



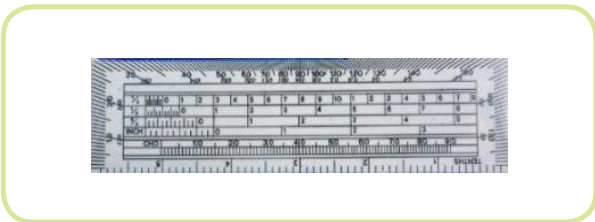
เครื่องมือช่างพื้นฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างชิ้นงานเนื่องจากเป็นสิ่งที่ช่วยในการทำงานในหลาย ๆ ด้าน เช่น ช่วยในการผ่อนแรง ทำงานได้เร็วขึ้น ละเอียด แม่นยำมากขึ้น ปรับแต่งชิ้นงานให้ได้รูปร่างลักษณะที่ต้องการและเรียบร้อยสวยงาม การรู้จักเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน ใช้อย่างถูกต้องและปลอดภัยจึงมีความสำคัญทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานเองและความสำเร็จของงาน

เครื่องมือช่างในการทำงานมีตั้งแต่เครื่องมืออย่างง่าย ไม่มีกลไกซับซ้อน ผู้ปฏิบัติงานทั่วไปสามารถใช้ได้โดยไม่ต้องฝึกใช้มากนัก ไปจนถึงเครื่องมือช่างที่มีกลไกซับซ้อนมากขึ้น มีระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบซึ่งต้องใช้ความรู้และทักษะที่มากขึ้นในการทำงานกับเครื่องมือช่างเหล่านี้ สำหรับเครื่องมือช่างพื้นฐานในระดับชั้นนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับการวัด การตัด การตียึด และการเจาะ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การวัดความยาว เช่น ไม้บรรทัด ตลับเมตร



2. การวัดมุม เช่น ไม้โปรแทรกเตอร์



3. การตัด เช่น คัตเตอร์ กรรไกร เลื่อยล่อ เลื่อยฉลุ คีมตัด



3.1 คัตเตอร์ เหมาะสำหรับการตัดที่ต้องการความเรียบตรง ควรใช้กับแผ่นรองตัดเพื่อป้องกันพื้นผิวเป็นรอย

3.2 กรรไกร เหมาะสำหรับการตัดวัสดุที่เป็นแผ่นบาง เช่น กระดาษ สามารถตัดแบบที่มีรูปร่างโค้งได้



3.3 เลื่อยล่อ เหมาะสำหรับ การตัดผิวหรือรอยต่อหน้าไม้ ให้เรียบตรง



3.4 เลื่อยฉลุ เหมาะสำหรับงานตัดโค้ง ทำลวดลายกับแผ่นชิ้นงานที่ไม่ใหญ่ และ หนามากนัก



3.5 คีมตัด ใช้ตัด ปอกวัสดุชิ้นเล็กที่ไม่แข็งมากนัก เช่น สายไฟ เส้นลวด

4. การติดยึด เช่น กาวลาเท็กซ์ กาวร้อน กาวแห้ง ปืนกาว ไขควง สกรู



4.1 กาวลาเท็กซ์ กาวชนิดนี้แห้งช้า ทาววัสดุแล้วควรทิ้งไว้สักกระยะหนึ่ง เหมาะสำหรับงานไม้ ผ้า กระดาษ



4.2 กาวร้อน ยึดติดวัสดุต่าง ๆ ได้เกือบทุกชนิด แห้งเร็วมาก



4.3 กาวแห้ง ใช้ยึดติดวัสดุประเภทกระดาษ ติดเรียบ ไม่เลอะเทอะ ไม่ทำให้กระดาษย่น



4.4 ปืนกาว ยึดติดวัสดุประเภทกระดาษ ไม้ ยาง พลาสติก

4.5 ไขควง ใช้ขันหรือคลายสกรู ที่ใช้งานทั่วไป จะเป็นแบบปากแบนกับปากแฉก ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของหัวสกรู



4.6 สกรู ใช้ยึดวัสดุสองชิ้นเข้าด้วยกัน สกรูมีหลายชนิด เช่น สกรูเกลียวปล่อย จะใช้เกลียวเป็นตัวหมุนเจาะเข้าไปในเนื้อวัสดุ สกรูหัวเหลี่ยมและนอต จะต้อง เจาะรูขึ้นงาน แล้วจึงขันสกรูและนอต สามารถถอดและยึดเพื่อประกอบชิ้นงานใหม่ได้



สกรูเกลียวปล่อย

สกรู

นอต

สกรูหัวเหลี่ยม

5. การเจาะ เช่น สว่านมือ สว่านไฟฟ้า



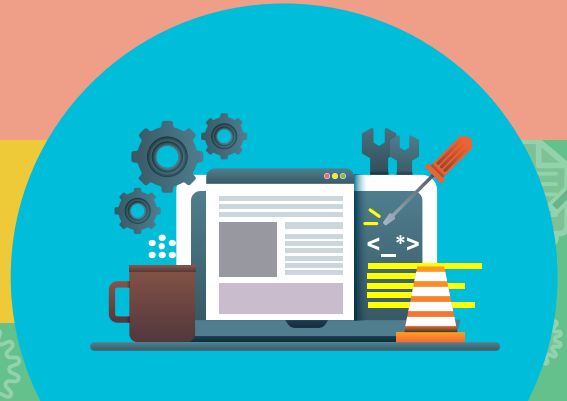
5.1 สว่านมือ ใช้เจาะรูขนาดเล็ก เหมาะสำหรับ งานไม้ โลหะ พลาสติก ที่มีชิ้นงานไม่หนามาก



5.2 สว่านไฟฟ้า ใช้เจาะรูเหมาะสำหรับ งานไม้ งานโลหะ งานก่อสร้าง

ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การแก้ปัญหาตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม



1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้



1.1 ตัวชี้วัด

- 1) ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 2) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 3) ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา
- 4) ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

1.2 สาระการเรียนรู้

- 1) ปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันพบได้จากหลายบริบทขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ เช่น การเกษตร การอาหาร
- 2) การแก้ปัญหาจำเป็นต้องสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา
- 3) การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงเงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
- 4) การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน
- 5) การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้ทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมายและลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น
- 6) การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุงโดยอาจทดสอบซ้ำ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาคือ
- 7) การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์
- 8) วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน
- 9) การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED บัสเซอร์ มอเตอร์ วงจรไฟฟ้า
- 10) อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้



- 2.1 ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างพัฒนาตามสถานการณ์ที่กำหนด
- 2.2 ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างพัฒนาได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3. ทักษะและกระบวนการ



- 3.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 3.2 ทักษะการสื่อสาร
- 3.3 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.4 ทักษะการคิดเชิงระบบ
- 3.5 ทักษะความคิดสร้างสรรค์
- 3.6 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. สาระสำคัญ



การสร้างพัฒนาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถพกพาได้สะดวก ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรง จำเป็นต้องวิเคราะห์และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการสร้างชิ้นงานโดยคำนึงถึงสมบัติของวัสดุ และประเภทของวัสดุที่แตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก การลงมือสร้างพัฒนาจะต้องใช้เครื่องมือช่างพื้นฐานสำหรับการวัด การตัด การยึดติด และการเจาะ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความประณีตในการทำงาน โดยต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของงาน มีการใช้งานอย่างถูกต้อง และคำนึงถึงความปลอดภัย

5. สื่อประกอบการเรียนรู้



- 5.1 ใบกิจกรรมที่ 1 อากาศร้อน
- 5.2 ใบกิจกรรมที่ 2 สมบัติของวัสดุ
- 5.3 ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบพัฒนา
- 5.4 ใบกิจกรรมที่ 4 ทดสอบการทำงานพัฒนา
- 5.5 ใบความรู้ที่ 1 องค์ประกอบและการทำงานของพัฒนา
- 5.6 ใบความรู้ที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบสองทางเลือก
- 5.7 วิดีทัศน์และภาพของมนุษย์ที่เผชิญกับอากาศร้อน
- 5.8 ภาพวิธีการต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้เพื่อคลายความร้อน
- 5.9 กระดาษ A4 หนา 150 แกรม กลุ่มละ 2 แผ่น
- 5.10 อุปกรณ์สำหรับทดสอบใบพัด ได้แก่ กรรไกร 1 เล่ม มอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้กับถ่านไฟฉาย (ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน) 1 ตัว และถ่านไฟฉายขนาด AA 2 ก้อน กลุ่มละ 1 ชุด
- 5.11 อุปกรณ์สำหรับสร้างพัฒนา ได้แก่ ไม้อัดหรือไม้บัลซา แผ่นพลาสติก กระดาษ กระจกน้ำอัดลม มอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้กับถ่านไฟฉาย (ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน) และถ่านไฟฉายขนาด AA รางถ่าน สายไฟ สวิตช์ ลูกบอลเด็กเล่น
- 5.12 กล่องวัดขนาดของพัฒนา ขนาด 8 เซนติเมตร x 8 เซนติเมตร x 8 เซนติเมตร

6. แนวทางการจัดการเรียนรู้



6.1 การจัดเตรียม

จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สื่อของจริง ใบกิจกรรมและใบความรู้ ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 อากาศร้อน

- 1) สื่อวิดีโอทัศน์และภาพของมนุษย์ที่เผชิญกับอากาศร้อน
- 2) ภาพวิธีการต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้เพื่อคลายความร้อน
- 3) ใบกิจกรรมที่ 1 อากาศร้อน

กิจกรรมที่ 2 สนุกกับใบพัด

- 1) กระดาษ A4 หนา 150 แกรม กลุ่มละ 2 แผ่น
- 2) อุปกรณ์ 1 ชุดต่อกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย กรรไกร 1 เล่ม มอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้กับถ่านไฟฉาย (ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน) 1 ตัว และถ่านไฟฉายขนาด AA 2 ก้อน

กิจกรรมที่ 3 เลือกวัสดุทำใบพัดลมจิ๋ว

- 1) ใบกิจกรรมที่ 2 สมบัติของวัสดุ

กิจกรรมที่ 4 ออกแบบและสร้างพัดลมจิ๋ว

- 1) วัสดุสำหรับสร้างพัดลมจิ๋ว เช่น ไม้อัดหรือไม้บัลซา แผ่นพลาสติก กระดาษ กระจกป้องน้ำอัดลม มอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้กับถ่านไฟฉาย (ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน) และถ่านไฟฉายขนาด AA กระดาษ สายไฟ สวิตช์
- 2) ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบพัดลมจิ๋ว
- 3) ใบกิจกรรมที่ 4 ทดสอบการทำงานพัดลมจิ๋ว
- 4) ใบความรู้ที่ 1 องค์ประกอบและการทำงานของพัดลม
- 5) ใบความรู้ที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบสองทางเลือก
- 6) อุปกรณ์และเครื่องมือช่างพื้นฐานสำหรับสร้างพัดลมจิ๋ว เช่น คัตเตอร์ กรรไกร ไม้บรรทัด กาว
- 7) ลูกบอลยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 - 4 นิ้ว เพื่อใช้ทดสอบแรงลมจากพัดลมจิ๋วที่ผู้เรียนประดิษฐ์
- 8) กล่องวัดขนาดของพัดลมจิ๋ว ขนาด 8 เซนติเมตร x 8 เซนติเมตร x 8 เซนติเมตร

6.2 ขั้นตอนดำเนินการ

กิจกรรมที่ 1 อากาศร้อน

1. ผู้สอนใช้วิดีโอทัศน์และภาพของมนุษย์ที่เผชิญกับอากาศร้อนให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการที่ใช้ในการคลายร้อนตามความคิดของผู้เรียน เช่น การพัดโดยใช้มือ การอาบน้ำ การใช้พัดลม การเปิดเครื่องปรับอากาศ ฯลฯ โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 อากาศร้อน

2. ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนหาวิธีคลายร้อนด้วยตนเอง “เมื่อเดินทางไปตามสถานที่ต่าง ๆ และเจอกับอากาศร้อน เรามักจะใช้สิ่งของรอบตัวมาพัดเพื่อให้เกิดลมที่สามารถคลายร้อนได้ แต่เมื่อพัดเป็นเวลานานจะเกิดความเมื่อยล้า จึงต้องการหาวิธีการที่ทำให้เกิดลมได้เองโดยไม่ต้องออกแรงพัด”

3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งของต่าง ๆ ที่ใช้พัดเพื่อทำให้เกิดลมว่ามีลักษณะอย่างไร จนได้ข้อสรุปร่วมกันเพื่อนำไปสู่การสร้างใบพัด

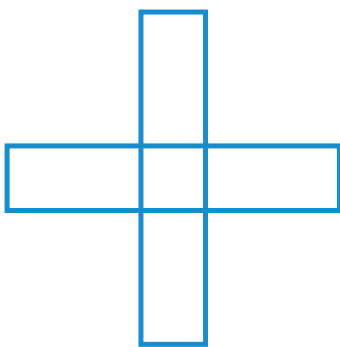


กิจกรรมที่ 2 สนุกกับใบพัด

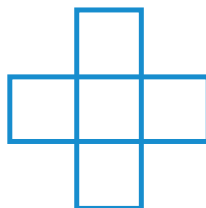
1. ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาปัจจัยการเกิดลมของใบพัด ได้แก่ ลักษณะการหมุนของใบพัด ขนาดของใบพัด (พื้นที่ของใบพัด) รูปร่างของใบพัด และน้ำหนักของใบพัดที่มีผลต่อการเกิดลม

2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างใบพัด 4 ใบ จำนวน 3 ชุด โดยตัดกระดาษ A4 หนา 150 แกรม ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร จำนวน 8 ชิ้น จากนั้นนำกระดาษที่ตัดแล้ว 2 ชิ้นมาวางทับกันเป็นรูปกากบาท ยึดติดกระดาษทั้งสองด้วยกาวหรือเทปใส จะได้ใบพัดแบบที่ 1 ทำใบพัดเช่นนี้อีกเป็นแบบที่ 2 แต่ให้พับความยาวของกระดาษทำใบพัดลดลงครึ่งหนึ่ง ใบพัดแบบที่ 3 เกิดจากการตัดกระดาษ A4 หนา 150 แกรม ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร จำนวน 4 ชิ้น มาวางทับกันเป็นรูปกากบาท ยึดติดกระดาษทั้งสองด้วยกาวหรือเทปใส จากนั้นนำใบพัดทั้ง 3 แบบมาติดกับแกนมอเตอร์ที่ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เพื่อทดสอบการหมุน พร้อมสังเกตแรงลมที่เกิดจากการหมุนทั้ง 3 แบบ

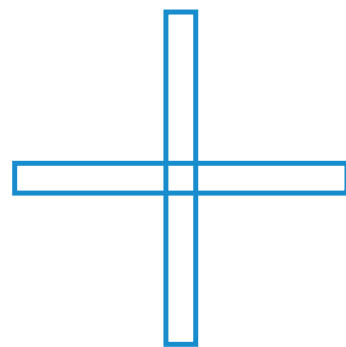
(หมายเหตุ สามารถใช้กาวสารพัดประโยชน์ ติดระหว่างใบพัดกับแกนของมอเตอร์เพื่อให้ใบพัดและแกนของมอเตอร์ติดกันมากขึ้น)



ใบพัด แบบที่ 1

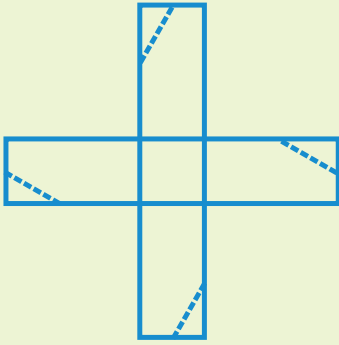


ใบพัด แบบที่ 2

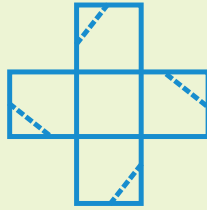


ใบพัด แบบที่ 3

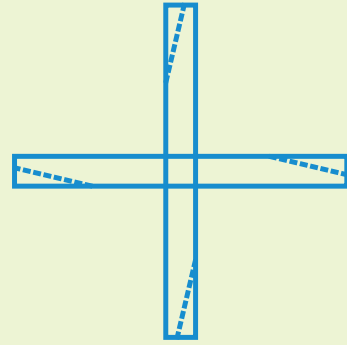
3. ให้ผู้เรียนนำใบพัดในข้อ 2 ทั้ง 3 แบบ มาพับใบพัดตามรอยประดังภาพด้านล่าง แล้วทดสอบการหมุนของใบพัด โดยติดเข้ากับแกนมอเตอร์ สังเกตลมที่เกิดจากการหมุนของใบพัดทั้ง 3 แบบ



ใบพัด แบบที่ 1



ใบพัด แบบที่ 2

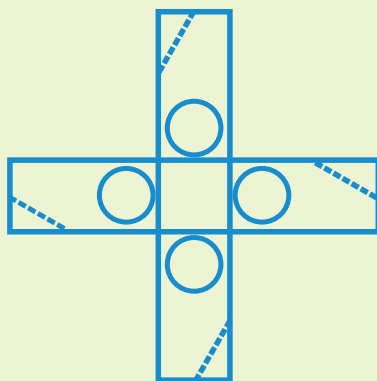


ใบพัด แบบที่ 3

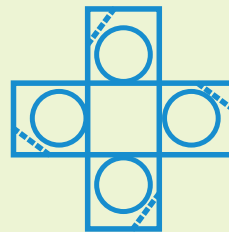
4. ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันว่า ขนาดของใบพัด (พื้นที่ของใบพัด) และรูปร่างของใบพัด มีผลต่อแรงลมหรือไม่ อย่างไร

5. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทดสอบการหมุนของใบพัดอีกครั้ง โดยพิจารณาจากน้ำหนักของใบพัดว่าน้ำหนักของใบพัด มีผลต่อแรงลมหรือไม่

6. ผู้เรียนทำใบพัดแบบที่ 1 และ 2 พร้อมกับพับตามรอยประตามแบบในข้อ 3 อีกหนึ่งชุด แล้วเพิ่มน้ำหนักของใบพัด โดยการนำเหรียญหนึ่งบาทมาติดที่ส่วนกลางของใบพัดทั้ง 4 ใบของแต่ละแบบ แล้วทดสอบการหมุนของใบพัดโดยติดเข้ากับแกนมอเตอร์ พร้อมสังเกตแรงลมที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบระหว่างใบพัดแบบเดียวกันที่มีเหรียญและไม่มีเหรียญ



ใบพัด แบบที่ 1



ใบพัด แบบที่ 2

7. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปว่าน้ำหนักของใบพัดมีผลต่อแรงลมหรือไม่

กิจกรรมที่ 3 เลือกวัสดุทำใบพัดลม

1. ผู้สอนร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเพื่อทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของวัสดุประเภทต่าง ๆ เช่น ไม้ กระดาษ โลหะ พลาสติก และการเลือกใช้เครื่องช่างพื้นฐานที่เหมาะสมกับลักษณะงาน เช่น เครื่องมือสำหรับการวัด การตัด การยึดติด
2. แบ่งกลุ่มผู้เรียนตามความเหมาะสมเพื่อวิเคราะห์สมบัติของวัสดุพร้อมกับเลือกวัสดุและเครื่องมือช่างพื้นฐานที่จะนำมาใช้สร้างใบพัดลมและให้เหตุผลประกอบ โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2 สมบัติของวัสดุ
3. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์การเลือกวัสดุที่จะนำมาทำใบพัดลมพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ

กิจกรรมที่ 4 ออกแบบและสร้างพัดลมจิ๋ว

1. ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาว่า
“ให้ออกแบบและสร้างพัดลมจิ๋วที่สามารถพกพาและใช้งานได้สะดวก โดยสามารถบรรจุในกล่องที่มีขนาดกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร ใช้ถ่านไฟฉายขนาด AA จำนวน 2 ก้อน และมอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้กับถ่านไฟฉาย (ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน) โดยใช้วัสดุที่เหมาะสม น้ำหนักน้อยที่สุด และให้แรงลมมากที่สุดในระยะห่าง 10 เซนติเมตร”
2. ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 องค์ประกอบและการทำงานของพัดลม เพื่อใช้เป็นข้อมูลการออกแบบพัดลมจิ๋ว เช่น ใบพัดและการทำงานของใบพัด มอเตอร์ขับเคลื่อน ระบบวงจรไฟฟ้า
3. ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องการปรับความแรงของลม สามารถใช้สวิตช์แบบสามขาสองทางควบคู่กับการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมสองทางเลือก โดยใช้ใบความรู้ที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบสองทางเลือก ประกอบการอธิบาย
4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสำรวจวัสดุแล้วระดมความคิดเพื่อออกแบบพัดลมจิ๋ว จากนั้นออกแบบพัดลมเป็นภาพ โดยระบุวัสดุที่ใช้พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ พร้อมวาดวงจรไฟฟ้าของพัดลม แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบพัดลมจิ๋ว
5. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบพัดลมจิ๋ว โดยอธิบายในประเด็น แนวคิดในการออกแบบ และวัสดุที่ใช้ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นร่วมอภิปรายหรือซักถามเกี่ยวกับการออกแบบพัดลมจิ๋วของกลุ่มที่นำเสนอ
6. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างพัดลมจิ๋วตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยผู้สอนควรเน้นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือช่างพื้นฐานอย่างปลอดภัย
7. ผู้สอนชี้แจงประเด็นในการทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขที่ระบุในสถานการณ์ดังนี้
 - 1) ขนาดของพัดลม ต้องสามารถบรรจุในกล่องที่มีขนาด กว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร
 - 2) น้ำหนักของพัดลม โดยนำไปชั่งกับตาชั่งที่เตรียมไว้
 - 3) ความแรงของลม ทดสอบโดยกำหนดให้ทุกกลุ่มนำพัดลมมาทดสอบกับลูกบอลยางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3-4 นิ้ว ให้ระยะห่างระหว่างลูกบอลยางกับพัดลมห่างกัน 10 เซนติเมตร จากนั้นเปิดสวิตช์เป็นเวลา 5 วินาทีแล้วสังเกตว่าลูกบอลเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางเท่าไร ทำการทดสอบ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย
 - 4) ทิศทางลม ทดสอบโดยการสังเกตว่าเมื่อเปิดสวิตช์ให้พัดลมทำงาน ลูกบอลมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือไม่
 - 5) ความคงทน แข็งแรง ทดสอบโดยหลังจากการทดสอบการทำงานแล้ว พัดลมเกิดการชำรุดเสียหายส่วนใดหรือไม่
8. แต่ละกลุ่มนำพัดลมจิ๋วที่สร้างขึ้นมาทดสอบการทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด พร้อมทั้งบันทึกผลการทดสอบว่าเกิดข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยบันทึกผลการทดสอบลงในกิจกรรมที่ 4 ทดสอบการทำงานพัดลมจิ๋ว

9. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลจากการทดสอบมาระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขจากนั้นลงมือปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน แล้วนำไปทดสอบการทำงานอีกครั้ง
10. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอขั้นตอนการสร้างพัฒนาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้
 - 1) แนวคิดในการออกแบบ
 - วัสดุและเครื่องมือที่ใช้สร้าง
 - ขนาดและน้ำหนักของพัฒนา
 - วงจรไฟฟ้าที่ใช้
 - 2) การวางแผนและสร้างพัฒนา
 - 3) การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขพัฒนา
 - 4) ข้อเสนอแนะอื่น ๆ หรือแนวทางการพัฒนาให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
11. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมในประเด็นดังต่อไปนี้
 - 1) พัฒนาการที่ผู้เรียนสร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - 2) วัสดุที่ใช้สร้างใบพัดเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
 - 3) ขนาด รูปร่าง และน้ำหนักของใบพัดมีผลต่อความแรงของลมอย่างไร เพราะเหตุใด

7. การวัดและประเมินผล



รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
1. การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างพัฒนาตามสถานการณ์ที่กำหนด	1. ตรวจสอบกิจกรรม 2. สังเกตพฤติกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สภาพอากาศร้อน ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติของวัสดุ ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ออกแบบพัฒนา ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ทดสอบการทำงานพัฒนา	คะแนน 29-42 หมายถึง ดี คะแนน 15-28 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-14 หมายถึง ปรับปรุง ผู้เรียนได้ระดับคุณภาพ พอใช้ ขึ้นไปถือว่าผ่าน
2. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานในการสร้างพัฒนาได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
3. ความสำเร็จของชิ้นงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
4. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการสื่อสาร	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผู้เรียนได้ระดับ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการคิดเชิงระบบ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะความคิดสร้างสรรค์	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	

เกณฑ์ระดับการให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างพัฒนาตามสถานการณ์ที่กำหนด			
1.1 การระบุปัญหา	ระบุปัญหาและเงื่อนไขของการสร้างชิ้นงานได้ตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด	ระบุปัญหาและเงื่อนไขของการสร้างชิ้นงานได้ตรงกับสถานการณ์ที่กำหนดบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัญหาและเงื่อนไขของการสร้างชิ้นงานได้ตรงกับสถานการณ์ที่กำหนด
1.2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	รวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาได้บางส่วน	ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหา
1.3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด โดยแสดงรายละเอียดครบถ้วน สมบูรณ์	ออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนดบางส่วน	ออกแบบชิ้นงานไม่สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด
1.4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	สร้างชิ้นงานโดยมีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติงานตามขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	สร้างชิ้นงานโดยมีการวางแผนในการทำงาน แต่ปฏิบัติงานไม่เป็นไปตามขั้นตอนหรือการทำงานได้บางส่วน	สร้างชิ้นงานโดยไม่มีการวางแผนในการทำงานและปฏิบัติงานอย่างไม่เป็นขั้นตอน
1.5 การทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และประเมินผล			
1.5.1 การกำหนดประเด็นในการทดสอบ	กำหนดประเด็นในการทดสอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และบันทึกผลการทดสอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน	กำหนดประเด็นในการทดสอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด แต่ไม่ครบถ้วนขาดรายละเอียด	ไม่กำหนดประเด็นในการทดสอบ และบันทึกผลการทดสอบไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน
1.5.2 ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังจากปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานแล้ว	ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังจากปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานแล้วไม่มีความแตกต่างกัน	ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังจากปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานแล้ว แตกต่างกัน 1-3 รายการ	ความแตกต่างของภาพร่างแรกกับภาพร่างหลังจากปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานแล้ว แตกต่างกันมากกว่า 3 รายการ
1.6 การนำเสนอขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม			
1.6.1 การนำเสนอขั้นตอนการทำงานได้ครบถ้วน	นำเสนอขั้นตอนการทำงานได้ครบถ้วน มีรายละเอียดขั้นตอนที่ชัดเจน สมบูรณ์	นำเสนอขั้นตอนการทำงานได้ มีรายละเอียด แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถนำเสนอขั้นตอนการทำงานได้ครบตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1.6.2 ความชัดเจนและความน่าสนใจในการนำเสนอ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่ายและรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเข้าใจง่าย หรือรูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ	ไม่สามารถนำเสนอได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
2. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างพัฒมจิวได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมกับวัสดุใช้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานอย่างถูกต้อง และปลอดภัย	ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานได้
3. ความสำเร็จของชิ้นงาน			
3.1 ความแรงของลม	ลูกบอลเคลื่อนที่ได้ระยะเกิน 10 เซนติเมตร	ลูกบอลเคลื่อนที่ได้ระยะไม่เกิน 10 เซนติเมตร	ลูกบอลไม่เคลื่อนที่
3.2 ทิศทางลม	พัดลมหมุนเป้าไปด้านหน้า	พัดลมหมุนไม่เป้าไปด้านหน้า	พัดลมไม่ทำงาน
3.3 ความคงทน แข็งแรง	หลังจากทดสอบยังอยู่ในสภาพเดิม	หลังจากทดสอบมีบางส่วนชำรุด	หลังจากทดสอบไม่สามารถใช้งานได้อีก
3.4 น้ำหนัก	น้ำหนักน้อยที่สุดจากทุกกลุ่ม	น้ำหนักอยู่ระหว่างน้อยที่สุดถึงมากที่สุด	น้ำหนักมากที่สุดจากทุกกลุ่ม
3.5 ขนาดของชิ้นงาน	สามารถพับเก็บจนมีขนาดเท่ากับที่กำหนด	มีขนาดเท่ากับที่กำหนด	มีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนด

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน 29-42 คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพ ดี

คะแนน 15-28 คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพ พอใช้

คะแนน 1-14 คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

หมายเหตุ เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

8. แหล่งเรียนรู้



เว็บไซต์ในการสืบค้นพัฒมจิวรูปแบบต่าง ๆ และการทำงานของพัดลม

9. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม



ในการเลือกใช้วัสดุสำหรับสร้างพัฒมจิว ควรให้ผู้เรียนคำนึงถึงความคุ้มค่าของการใช้วัสดุด้วย








ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง สมบัติของวัสดุ

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องสมบัติของวัสดุที่เหมาะสมกับการนำมาสร้างใบพัด

วัสดุ/สมบัติ	น้ำหนัก	ความเหนียว	ความแข็ง	การดูดซับน้ำ
ไม้ 				
อะลูมิเนียม 				
พลาสติก 				
กระดาษ 				

วัสดุที่เลือกสำหรับการสร้างใบพัด คือ _____

เหตุผลที่เลือกใช้ เพราะ _____

อุปกรณ์หรือเครื่องมือช่างพื้นฐานที่เลือกสำหรับการสร้างใบพัด คือ _____

เหตุผลที่เลือกใช้ เพราะ _____



ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง ออกแบบพัฒลมจิว

ให้นักเรียนออกแบบพัฒลมจิว โดยระบุวัสดุที่ใช้พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ และวาดภาพวงจรไฟฟ้าของพัฒลม

A large, empty rectangular box with a thin orange border, intended for students to draw and write their answers.



ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง ทดสอบการทำงานพัฒนา⁺จิตใจ

1. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดสอบพัฒนา⁺จิตใจ และปัญหาที่พบ

2. แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

3. สรุปผลการทำกิจกรรม

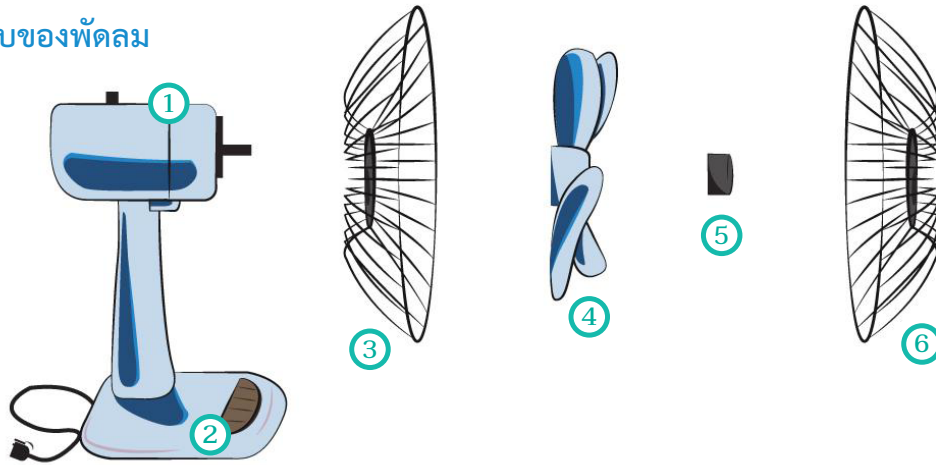
ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง องค์ประกอบและการทำงานของพัดลม



พัดลมที่พบเห็นทั่วไปจะมี 3 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ พัดลมตั้งโต๊ะ พัดลมตั้งพื้น และพัดลมติดผนัง ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบมีส่วนประกอบและลักษณะการทำงานที่ใกล้เคียงกัน

ส่วนประกอบของพัดลม

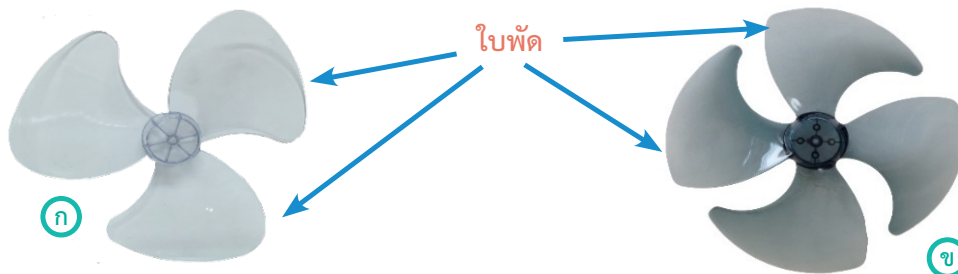


- | | | |
|-----------------|--|---------------|
| 1. มอเตอร์ไฟฟ้า | 2. สวิตช์ควบคุมการเปิดปิดและปรับความแรงของลม | 3. ตะแกรงหลัง |
| 4. ใบพัดลม | 5. ตัวยึดใบพัดลมกับแกนมอเตอร์ | 6. ตะแกรงหน้า |

หลักการทำงาน

เมื่อกดสวิตช์ควบคุมการเปิดปิดเพื่อให้พัดลมทำงาน กระแสไฟฟ้าจะผ่านเข้าสู่มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งปริมาณของกระแสไฟฟ้าขึ้นกับสวิตช์ปรับแรงลมที่เลือก หากเลือกแรงลมมาก กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่มอเตอร์จะมากขึ้น ทำให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้น เกิดเป็นลมที่แรงมากขึ้น

ลักษณะของใบพัดและการเกิดลม



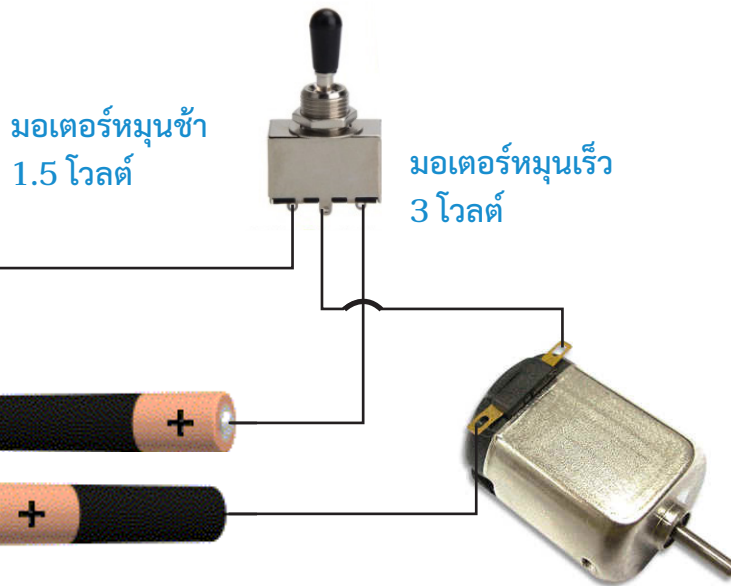
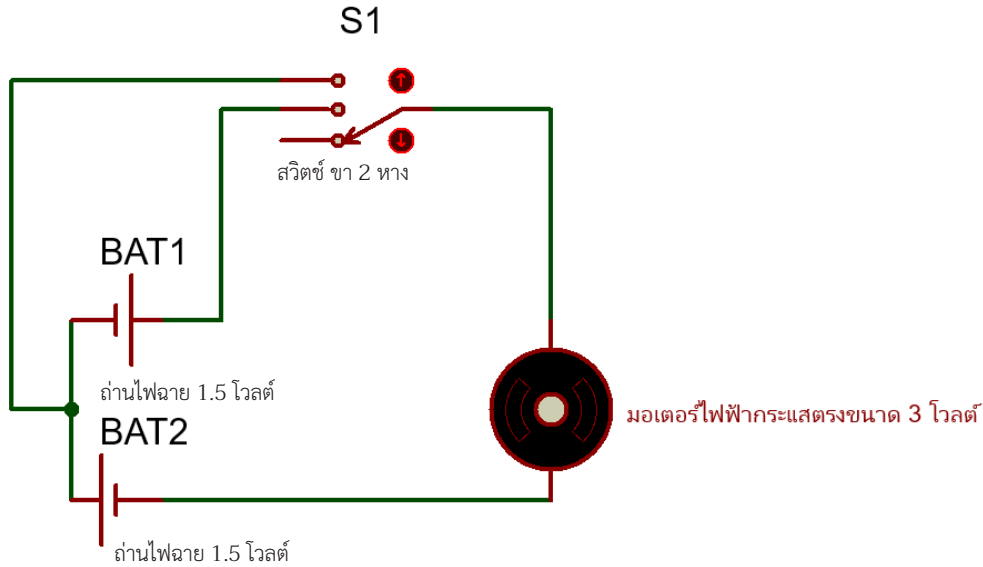
ภาพแสดงใบพัดลมแบบ (ก) 3 ใบพัด (ข) 4 ใบพัด

ใบพัดลมโดยทั่วไปประกอบด้วยใบพัดจำนวน 3 หรือ 4 ใบพัด ทำหน้าที่บังคับให้อากาศเคลื่อนที่ออกมาด้านหน้าของพัดลม ในการทำให้เกิดลมพัดออกมาด้านหน้านั้น ใบพัดแต่ละใบจะต้องทำมุมกับระนาบการหมุนของใบพัด เช่น ใบพัดเอียงไปด้านหน้า เมื่อใบพัดหมุนตามเข็มนาฬิกา อากาศที่อยู่บริเวณด้านหน้าใบพัดจะถูกผลักให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า เกิดเป็นช่องว่างของอากาศ ส่งผลให้อากาศที่อยู่ด้านหลังของใบพัดเคลื่อนที่เข้ามาয়บริเวณช่องว่างดังกล่าวแทน

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อปรับความเร็วของใบพัด



การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายเพื่อปรับความเร็วของใบพัดให้หมุนเร็วหรือช้า
แสดงดังภาพด้านล่าง



วงจรไฟฟ้าข้างต้นใช้สวิตช์ 3 ขา 2 ทาง ในการเลือกแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ป้อนให้กับวงจร (จำนวนถ่านไฟฉายที่ต่อเข้ากับวงจร) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ (แรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น) โดยเมื่อผลักสวิตช์ไปทางซ้ายมือ พลังงานไฟฟ้าที่สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุน คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย 1 ก้อน (กึ่งกลาง) ความต่างศักย์ไฟฟ้าของวงจรจึงมีค่าเป็น 1.5 โวลต์ แต่ผลักสวิตช์ไปทางขวามือ พลังงานไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนเกิดจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าของถ่านไฟฉาย 2 ก้อนที่ต่ออนุกรมเข้าด้วยกัน ทำให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าวรวมของวงจรเป็น 3 โวลต์ เมื่อผลักสวิตช์มาที่ตำแหน่งกลางของสวิตช์เป็นการเปิดวงจร (แยกถ่านไฟฉายออกจากมอเตอร์) ทำให้ไม่มีพลังงานไฟฟ้าจ่ายให้กับวงจร มอเตอร์จึงไม่ทำงาน

ตัวอย่าง

หน่วยการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ตารางการวิเคราะห์การทำหน่วยการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
1. เทคโนโลยีกับชีวิต	วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมถึงประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	1. ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ส่วนชิ้นประกอบเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยระบบเทคโนโลยีอาจมีระบบย่อยหลายระบบ (subsystems) ที่ทำงานสัมพันธ์กันอยู่ และหากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาด จะส่งผลต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย 2. เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม	6	<p>กิจกรรมที่ 1.1 ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน</p> <p>ภาระงาน :</p> <p>วิเคราะห์และเขียนแผนภาพแสดงการทำงานของเทคโนโลยีที่กำหนดในรูปแบบระบบทางเทคโนโลยี โดยระบุและแสดงความสัมพันธ์ของระบบย่อย รวมทั้งความผิดพลาดของระบบที่อาจเกิดขึ้นและเสนอแนะแนวทางบำรุงรักษา</p> <p>กิจกรรมที่ 1.2 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี</p> <p>ภาระงาน :</p> <p>1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่สนใจในชีวิตประจำวัน โดยเชื่อมโยงกับสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี</p> <p>2. วิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และคาดการณ์เทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต</p>	<p>1. การอธิบายระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน</p> <p>2. การวิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน</p> <p>3. การวิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้</p> <p>4. การเสนอแนะแนวทางบำรุงรักษา ระบบทางเทคโนโลยี</p> <p>1. การวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี</p>

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	การจัดและประเมินผล
2. ความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้าน	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัย	1. วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้สังเคราะห์ โลหะ จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน 2. การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LDR sensor เพื่อ รอก คาน วงจรลำเลียงรูปงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา	8	กิจกรรมที่ 1:3 ผลกระทบของเทคโนโลยี ภาระงาน : 1. วิเคราะห์ผลกระทบด้านบวกและด้านลบของการใช้เทคโนโลยีที่สนใจ ที่มีต่อ มนุษย์ และสังคม เศรษฐกิจ หรือ สิ่งแวดล้อม 2. สำรวจวิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยีที่สนใจในชุมชน และเสนอแนวทางการป้องกัน และแก้ไข	1. การวิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยี 2. การสำรวจ วิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยีและเสนอแนวทางการป้องกัน และแก้ไข
				กิจกรรม 2.1 วัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน ภาระงาน : 1. วิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุในสิ่งของเครื่องใช้ พร้อมให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ 2. วิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานในการสร้าง สิ่งของเครื่องใช้	1. การวิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุ 2. การวิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานในการสร้าง สิ่งของเครื่องใช้ พร้อมให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ
				กิจกรรม 2.2 กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ภาระงาน : 1. วิเคราะห์หลักการการทำงานและการใช้งาน กลไกในสิ่งของเครื่องใช้ 2. วิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในสิ่งของเครื่องใช้	1. การวิเคราะห์หลักการการทำงานและการใช้ งาน กลไกในสิ่งของเครื่องใช้ 2. การวิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของ อิเล็กทรอนิกส์ในสิ่งของเครื่องใช้

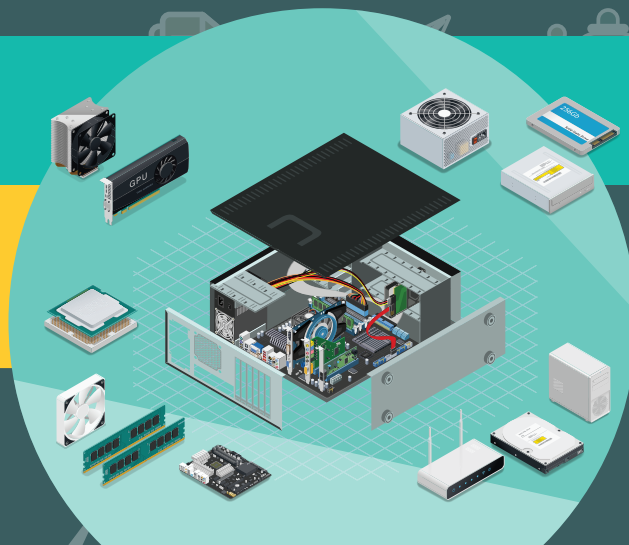
หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
<p>3. การแก้ปัญหา ตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>	<p>1. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา</p> <p>2. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้เกี่ยวข้องด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>3. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์ และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้อุปกรณ์ที่เกี่วข้อง การปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด</p>	<p>1. ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม เช่น ปัญหาด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง สุขภาพและการแพทย์ การบริการ ซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลายปัญหา</p> <p>2. การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา</p> <p>3. การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา เงื่อนไข และทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม</p> <p>4. การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน</p> <p>5. ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอมีหลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน</p> <p>6. การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น</p>	26	<p>กิจกรรมที่ 3.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>ภาระงาน :</p> <ol style="list-style-type: none"> สำรวจและอภิปรายสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่สนใจ สืบค้นข้อมูลและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ วางแผนขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา ทดสอบชิ้นงานหรือวิธีการปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล นำเสนอผลการดำเนินงาน 	<ol style="list-style-type: none"> การอธิบายการทำงานตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม การวิเคราะห์และออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	จำนวนชั่วโมง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		<p>7) การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่องและดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>8) การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ หรือการนำเสนอต่อภาคธุรกิจเพื่อการพัฒนาต่ออย่างอาชีพ</p>		<p>กิจกรรมที่ 3.2 กรณีศึกษาการแก้ปัญหาตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>ภาระงาน :</p> <ol style="list-style-type: none"> วิเคราะห์กรณีศึกษาที่กำหนดให้ แล้วสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือพัฒนาตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม แก้ปัญหาหรือพัฒนาตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม จากสถานการณ์ที่สนใจ 	<p>1. การแก้ปัญหาหรือพัฒนาตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม</p>

หมายเหตุ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องเทคโนโลยีกับชีวิต นำเสนอตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมที่ 1.1 ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนและ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นำเสนอตัวอย่าง กิจกรรมที่ 3.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เท่านั้น

ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง เทคโนโลยีกับชีวิต



1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้



1.1 ตัวชี้วัด

วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

1.2 สาระการเรียนรู้

- 1) เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม
- 2) ระบบทางเทคโนโลยี เป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยระบบทางเทคโนโลยีอาจมีระบบย่อยหลายระบบ (subsystems) ที่ทำงานสัมพันธ์กันและหากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาดจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย

2. จุดประสงค์การเรียนรู้



- 2.1 อธิบายและวิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้
- 2.2 วิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้
- 2.3 เสนอแนวทางการบำรุงรักษาระบบทางเทคโนโลยีได้
- 2.4 วิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
- 2.5 วิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

3. ทักษะและกระบวนการ



- 3.1 ทักษะการคิดเชิงระบบ
- 3.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.3 ทักษะการสื่อสาร
- 3.4 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. สาระสำคัญ



เทคโนโลยีบางชนิดประกอบไปด้วยระบบย่อยหลายระบบทำงานสัมพันธ์กัน เรียกระบบนั้นว่า ระบบที่ซับซ้อน หากระบบย่อยใดเกิดข้อผิดพลาดหรือเสียหายอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของเทคโนโลยี ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง หรือไม่สามารถทำงานได้ ระบบทางเทคโนโลยีอาจเกิดความผิดพลาดได้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อายุการใช้งาน ซึ่งการวิเคราะห์สาเหตุการทำงานที่ผิดพลาดของระบบจะช่วยให้สามารถยืดอายุการทำงานของเทคโนโลยีได้ การเลือกใช้เทคโนโลยี ผู้ใช้หรือผู้พัฒนาเทคโนโลยีจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบของเทคโนโลยี ทั้งในด้านบวกและด้านลบ ที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและเกิดขึ้นตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น เช่น สังคม สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่จะขึ้นกับองค์ความรู้ที่มีเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะความรู้และความสัมพันธ์ด้านวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของการใช้งานเทคโนโลยีให้ดียิ่งขึ้น และลดต้นทุนการผลิต

5. สื่อประกอบการเรียนรู้



- 5.1 ใบกิจกรรม เรื่อง ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน
 - 5.2 ใบความรู้ เรื่อง ตัวอย่างระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน
- หมายเหตุ เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ เฉพาะกิจกรรม ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

6. แนวทางการจัดการเรียนรู้



6.1 การจัดเตรียม ผู้สอนเตรียมสื่อประกอบการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

- 1) ใบกิจกรรม เรื่อง ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน
- 2) ใบความรู้ เรื่อง ตัวอย่างระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน
- 3) สื่ออื่น ๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ วัสดุภัณฑ์เกี่ยวกับระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

6.2 ขั้นตอนดำเนินการ

กิจกรรมที่ 1.1 ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

1. ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเรื่องระบบทางเทคโนโลยี โดยสุ่มให้ผู้เรียนยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่สนใจ พร้อมทั้งอธิบายระบบทางเทคโนโลยีของตัวอย่างที่นักเรียนเลือก จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิดหลักของระบบทางเทคโนโลยี

2. ผู้สอนแบ่งกลุ่มผู้เรียนประมาณ 4-5 คนต่อกลุ่ม และศึกษาตัวอย่างใบความรู้ เรื่อง ตัวอย่างระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน และสรุปแนวคิดหลักที่ได้จากใบความรู้

3. ผู้เรียนสืบค้นเทคโนโลยีชนิดใหม่จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต แหล่งเรียนรู้ในชุมชน มาเป็นตัวอย่างประกอบการวิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน แล้วอภิปรายในประเด็นของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนของเทคโนโลยีชนิดนั้น การทำงานผิดพลาดของระบบ ตลอดจนแนวทางการบำรุงรักษาเทคโนโลยีนั้น แล้วให้ผู้เรียนบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรม เรื่อง ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน จากนั้นผู้สอนสุ่มผลงานเพื่อให้ผู้เรียนนำเสนอ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

4. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหลักของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การทำงานผิดพลาดของระบบ ตลอดจนแนวทางการบำรุงรักษาเทคโนโลยีนั้น

7. การวัดและประเมินผล



รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
1. การอธิบายระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	ตรวจใบกิจกรรม การอภิปราย	ใบกิจกรรม (ตอนที่ 1) แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนน 13-16 หมายถึง ดีมาก คะแนน 9-12 หมายถึง ดี
2. วิเคราะห์ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	ตรวจใบกิจกรรม การอภิปราย	ใบกิจกรรม (ตอนที่ 1) แบบสังเกตพฤติกรรม	คะแนน 5-8 หมายถึง พอใช้ คะแนน 4 หมายถึง ปรับปรุง ผู้เรียนได้ระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
3. วิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้	ตรวจใบกิจกรรม การอภิปราย	ใบกิจกรรม (ตอนที่ 2) แบบสังเกตพฤติกรรม	ผู้เรียนได้ระดับ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
4. เสนอแนวทางการบำรุงรักษาระบบทางเทคโนโลยีได้	ตรวจใบกิจกรรม การอภิปราย	ใบกิจกรรม (ตอนที่ 2) แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการคิดเชิงระบบ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการสื่อสาร	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	

เกณฑ์ระดับการให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การอธิบายระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	อธิบายระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ถูกต้องครบถ้วน	อธิบายระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	อธิบายระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถอธิบายระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้
การวิเคราะห์การทำงานของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	วิเคราะห์การทำงานของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ถูกต้องครบถ้วน	วิเคราะห์การทำงานของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	วิเคราะห์การทำงานของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ถูกต้องบางส่วน	วิเคราะห์การทำงานของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนไม่ได้
การวิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	วิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ถูกต้องครบถ้วน	วิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้เป็นส่วนใหญ่	วิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้บางส่วน	วิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนไม่ได้
การเสนอแนวทางการบำรุงรักษาระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	เสนอแนวทางการบำรุงรักษาระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้องเหมาะสมครบถ้วน	เสนอแนวทางการบำรุงรักษาระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้องเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่	เสนอแนวทางการบำรุงรักษาระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้องเหมาะสมเป็นบางส่วน	ไม่สามารถเสนอแนวทางการบำรุงรักษาระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน	13-16	คะแนน	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
คะแนน	9-12	คะแนน	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน	5-8	คะแนน	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน	1-4	คะแนน	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

หมายเหตุ เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเหมาะสม

8. แหล่งเรียนรู้

ห้องสมุดหรือสื่อออนไลน์เกี่ยวกับระบบ โดยอาจใช้คำสำคัญในการสืบค้น เช่น ระบบทางเทคโนโลยี (technological system) ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน (complex system) การทำงานผิดพลาดของระบบ (system failure)

9. ข้อเสนอแนะ

- 9.1 ผู้สอนอาจนำเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยระบบหลายระบบทำงานร่วมกันทั้งที่ใช้และไม่ต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงาน เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร จักรยาน ของเล่น ให้ผู้เรียนศึกษา
- 9.2 ผู้สอนอาจเชิญผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาให้ความรู้ในชั้นเรียน เช่น วิศวกร ช่างฝีมือ

10. ตัวอย่างใบกิจกรรม

ใบกิจกรรม เรื่อง ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน





ใบกิจกรรม เรื่อง ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนสืบค้นเทคโนโลยีที่สนใจอย่างน้อย 1 อย่าง โดยต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีระบบการทำงานตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไปทำงานร่วมกัน แล้ววิเคราะห์การทำงานของระบบทางเทคโนโลยีนั้น โดยเขียนเป็นแผนภาพสรุปองค์ประกอบของระบบทางเทคโนโลยี

เทคโนโลยีที่สนใจ คือ _____

ระบบการทำงานของเทคโนโลยี ประกอบด้วยระบบย่อย _____ ระบบ ได้แก่ _____

เขียนแผนภาพอธิบายการทำงานของแต่ละระบบย่อยที่ประกอบกันเป็นระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน

ตอนที่ 2 จากเทคโนโลยีที่นักเรียนเลือกในตอนที่ 1 ให้นักเรียนวิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบที่อาจเกิดขึ้น พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการบำรุงรักษา

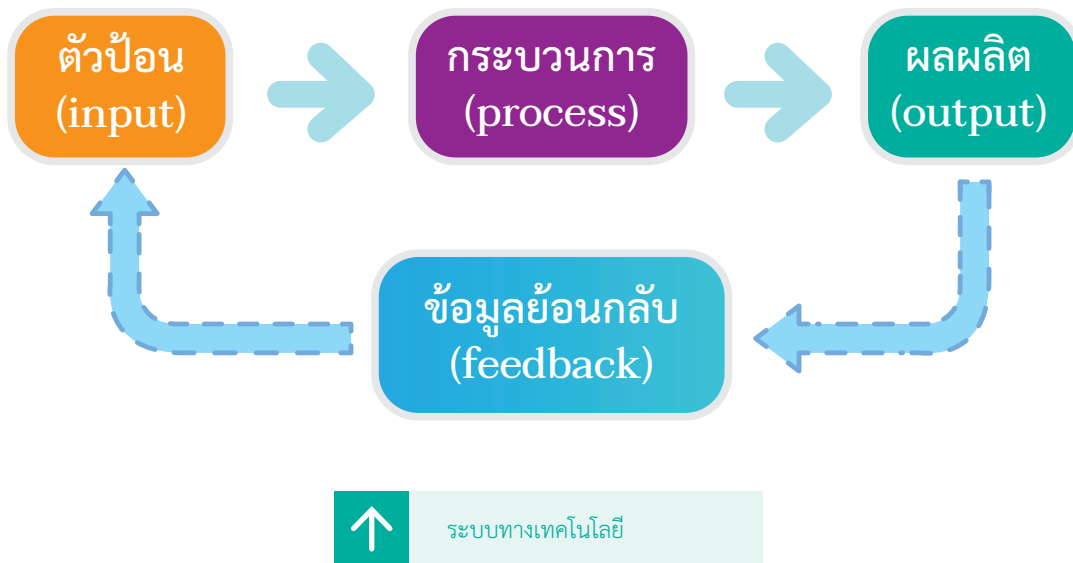
ระบบย่อย	การทำงานผิดพลาด	ผลกระทบต่อระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	แนวทางการบำรุงรักษา	ข้อมูลย้อนกลับ

ใบความรู้ เรื่อง ตัวอย่างระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน



เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างหรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจเป็นได้ทั้งชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อใช้แก้ปัญหา สนองความต้องการ หรือเพิ่มความสามารถในการทำงานของมนุษย์ การทำงานของเทคโนโลยีแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ และจะมีการทำงานอย่างเป็นระบบ (system) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ระบบจะใช้เรียกการทำงานของสิ่งที่มีส่วนประกอบตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปรวมเข้าด้วยกันและแต่ละส่วนจะทำงานสัมพันธ์กันเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (function) เช่น ปากกา ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ ได้แก่ ด้ามจับ น้ำหมึก ไส้ปากกา และหัวปากกา ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ของปากกाल้วนมีหน้าที่เฉพาะอย่างเพื่อให้ปากกาสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

ระบบพบได้ทั้งในธรรมชาติและระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงระบบที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือเรียกว่าระบบทางเทคโนโลยี ประกอบด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) และบางระบบอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback)



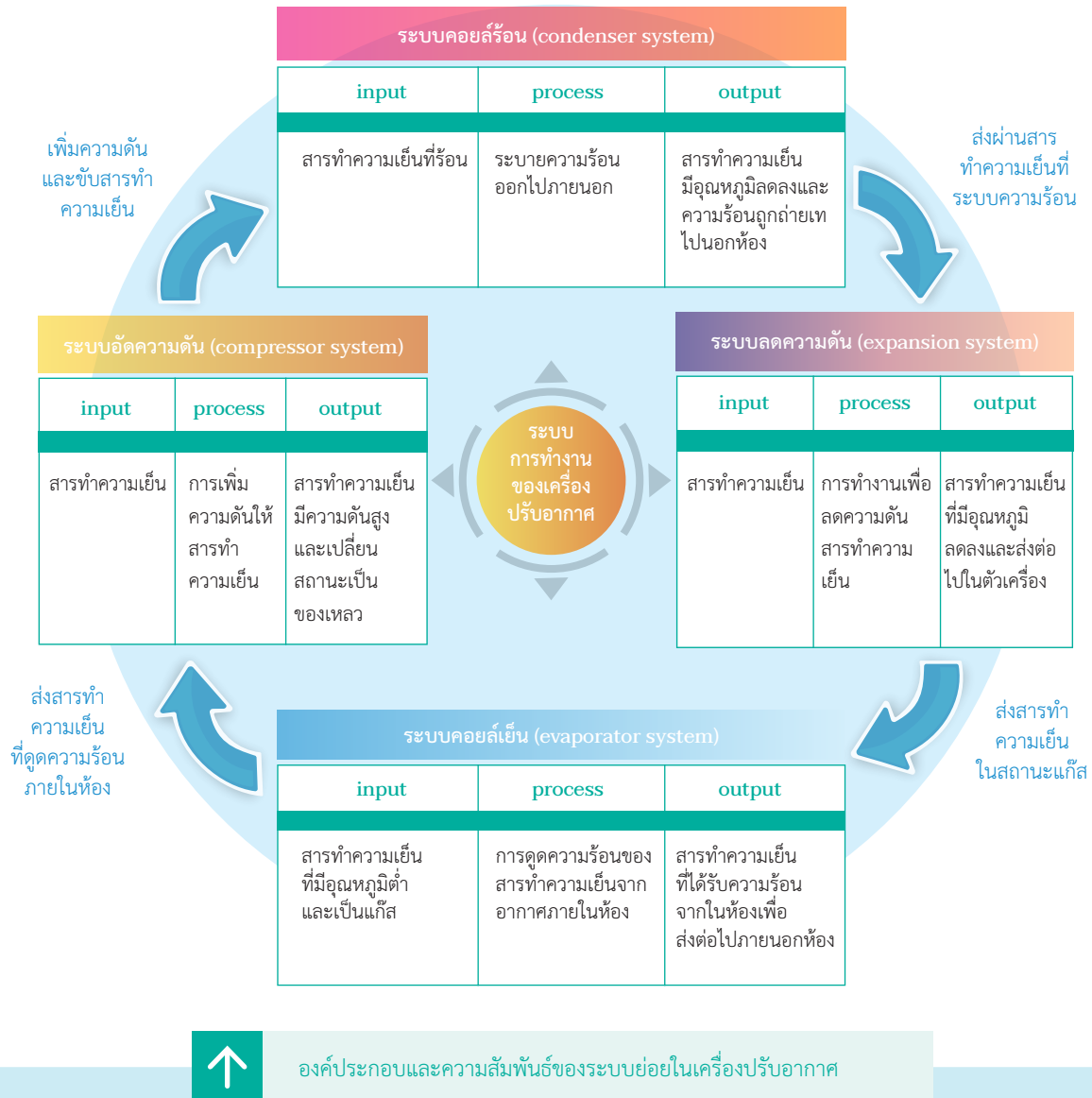
ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน เป็นระบบย่อยตั้งแต่สองระบบขึ้นไปทำงานสัมพันธ์กัน และหากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาดจะทำให้เทคโนโลยีนั้นทำงานไม่ได้หรือไม่สมบูรณ์ การเรียนรู้ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อนช่วยให้เราเข้าใจการทำงานของเทคโนโลยีต่าง ๆ สามารถวิเคราะห์สาเหตุและนำไปสู่การแก้ไขข้อผิดพลาด หรือข้อบกพร่องเบื้องต้นเพื่อให้เทคโนโลยีนั้นทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ เช่น เครื่องปรับอากาศโดยทั่วไปเราอาจมองเห็นเพียงส่วนประกอบหลัก ๆ ได้แก่ ตัวเครื่อง ฝาครอบ แผ่นกรองอากาศ สายไฟ สวิตช์ โดยสามารถวิเคราะห์ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้ดังนี้ ตัวป้อนของระบบนี้ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานและการป้อนข้อมูลด้วยการกดปุ่มเปิด เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานผ่านกระบวนการภายในของเครื่องปรับอากาศซึ่งมีระบบย่อยอยู่ภายในหลายส่วนทำงานร่วมกันให้ได้อากาศที่มีอุณหภูมิลดลงแล้วส่งออกมาเป็นอากาศเย็น อาจเรียกว่าเป็นผลผลิตของการทำงานของเครื่องปรับอากาศ



ภาพ ระบบทางเทคโนโลยีของเครื่องปรับอากาศ

แต่หากวิเคราะห์โดยละเอียดแล้วจะพบว่า เครื่องปรับอากาศมีส่วนประกอบอื่น ๆ อีกหลายอย่างอยู่ภายใน ทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีสารพาความร้อนจากภายในห้องไปนอกห้อง ซึ่งมีระบบย่อยที่สำคัญทำงานร่วมกัน ได้แก่ ระบบอัดความดัน (compressor system) ระบบคอยล์ร้อน (condenser system) ระบบลดความดัน (expansion system) และระบบคอยล์เย็น (evaporator system)





ในขณะเดียวกัน ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะมีระบบให้ข้อมูลย้อนกลับอยู่ด้วย เพื่อช่วยในการตัดไฟเมื่ออุณหภูมิห้องอยู่ในระดับที่เหมาะสมตามที่ตั้งค่าไว้ซึ่งมีข้อดีในการช่วยประหยัดไฟอีกด้วย นอกจากนี้ หากผู้ใช้งานต้องการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิหรือระดับความแรงของลมก็สามารถปรับระดับได้ด้วยการป้อนข้อมูลผ่านปุ่มที่ต้องการ ซึ่งการให้ข้อมูลของผู้ใช้ลักษณะนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นให้ข้อมูลย้อนกลับสู่ระบบการทำงานเพื่อให้ได้อุณหภูมิห้องตามที่ต้องการ

ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศบางรุ่นจะมีระบบให้ข้อมูลย้อนกลับเพิ่มเติม เช่น ระบบตรวจสอบอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมภายในห้อง ระบบตรวจจับตำแหน่งของคนที่อยู่ในห้องและกิจกรรมที่ทำให้เกิดความร้อน โดยจดจำและกระจายความเย็นให้กับทุกกิจกรรมได้อย่างแม่นยำ ส่งลมเย็นเฉพาะจุดที่มีคน ลดพลังงานลงอัตโนมัติเมื่อมีกิจกรรมเคลื่อนไหวน้อย ลดพลังงานลงอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง และตรวจจับความเข้มของแสงอาทิตย์ ลดพลังงานเมื่อแสงน้อย ซึ่งระบบการให้ข้อมูลย้อนกลับนี้ทำให้ประหยัดพลังงาน

การดูแลรักษาเครื่องปรับอากาศทำได้โดยการล้างทำความสะอาดแผ่นกรองฝุ่นอย่างน้อยปีละ 2 ครั้งหรือบ่อยขึ้นหากมีปริมาณฝุ่นในบริเวณที่ติดตั้งมาก ไม่นำอุปกรณ์ที่มีความร้อนหรือความชื้นเข้าไปในห้องปรับอากาศ ไม่เปิดประตูหน้าต่างห้องปรับอากาศ และปรับอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 25 °C ก็จะช่วยให้อุปกรณ์ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย จะเห็นได้ว่าเครื่องปรับอากาศมีระบบย่อยหลายระบบทำงานร่วมกัน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศสามารถใช้งานได้ตามต้องการ และหากระบบย่อยใดเกิดข้อผิดพลาดหรือเสียหายอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงหรือไม่สามารถทำงานได้

ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง ความรู้และทักษะพื้นฐาน เฉพาะด้าน



1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้



1.1 ตัวชี้วัด

ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

1.2 สาระการเรียนรู้

- 1) วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก เซรามิก จึงต้องมีภาววิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน
- 2) อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา
- 3) การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LDR sensor เพื่ออง รอก คาน วงจรสำเร็จรูป

2. จุดประสงค์การเรียนรู้



- 2.1 วิเคราะห์และเลือกใช้วัสดุ และเครื่องมือพื้นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย
- 2.2 วิเคราะห์หลักการทำงานกลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

3. ทักษะและกระบวนการที่เป็นจุดเน้น



- 3.1 ทักษะการคิดเชิงระบบ
- 3.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.3 ทักษะการสื่อสาร
- 3.4 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. สาระสำคัญ



วัสดุในปัจจุบันมีอยู่หลายประเภท แต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกันไป เราจึงเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน และต้องเลือกใช้เครื่องมือในการปฏิบัติงานพื้นฐานให้เหมาะสมกับวัสดุที่เลือกใช้ เช่น การตัด และการเจาะ การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ช่วยอำนวยความสะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยจะต้องใช้งานให้ถูกต้อง และคำนึงถึงความปลอดภัย ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือเป็นอย่างดี ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา

กลไก อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้การทำงานของสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์มีประสิทธิภาพหรือช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานมากขึ้น หากสิ่งของเครื่องใช้รอบตัวจะพบว่าสิ่งของเครื่องใช้เหล่านั้นมีการพัฒนาจนมีความซับซ้อนมากขึ้น มีการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาช่วยในการทำงานให้เป็นอัตโนมัติมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่มีมากขึ้นนั่นเอง

5. สื่อประกอบการเรียนรู้



- 5.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของวัสดุ
- 5.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องมือพื้นฐาน
- 5.3 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กลไกที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
- 5.4 ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน

6. แนวทางการจัดการเรียนรู้



6.1 การจัดเตรียม ผู้สอนเตรียมสื่อประกอบการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

- 1) วัสดุที่เกี่ยวกับสิ่งของเครื่องใช้ ที่มีกลไก หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบ
- 2) ใบกิจกรรมที่ 1-4
- 3) วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

6.2 ขั้นตอนดำเนินการ

กิจกรรมที่ 2.1 วัสดุ และเครื่องมือพื้นฐาน

ตอนที่ 1 สมบัติของวัสดุ

- 1) ผู้เรียนศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุ จากแหล่งเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดให้ หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุในแต่ละด้าน
- 2) แบ่งกลุ่มผู้เรียนและให้แต่ละกลุ่มสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ภายในโรงเรียน และเลือกสิ่งของเครื่องใช้ที่ประกอบด้วยวัสดุอย่างน้อย 2 ประเภท ที่นักเรียนสนใจมากที่สุด 1 ชนิด เช่น ตู้เก็บเอกสาร เครื่องกวนน้ำดื่ม จากนั้นให้นักเรียนระบุส่วนประกอบของสิ่งของเครื่องใช้ ประเภทและสมบัติของวัสดุที่นำมาสร้าง พร้อมให้เหตุผลที่เลือกใช้วัสดุดังกล่าว มาสร้างสิ่งของเครื่องใช้ โดยบันทึกในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของวัสดุ จากนั้นนำเสนอและอภิปรายร่วมกัน

ตอนที่ 2 เครื่องมือพื้นฐาน

1) ผู้เรียนศึกษาเกี่ยวกับวิธีการใช้งานของเครื่องมือพื้นฐาน รวมทั้งข้อควรระวัง ความปลอดภัยในการใช้งานและการบำรุงรักษา จากนั้นร่วมกันอภิปรายลักษณะการใช้งานของเครื่องมือพื้นฐานแต่ละประเภท

2) แบ่งกลุ่มผู้เรียนและให้แต่ละกลุ่มสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ภายในโรงเรียน และเลือกสิ่งของเครื่องใช้ที่ผู้เรียนสนใจ กลุ่มละ 1 ชนิด เช่น ตู้อัดเอกสาร เครื่องกดน้ำดื่ม จากนั้นให้ผู้เรียนระบุว่าใช้เครื่องมือพื้นฐานประเภทใดบ้างในการสร้าง เหตุผลในการใช้งาน และอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม โดยผู้สอนต้องคำนึงถึงสิ่งของเครื่องใช้ที่ผู้เรียนเลือกว่าจะต้องใช้เครื่องมืออย่างน้อย 2 ประเภทในการสร้าง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือพื้นฐานที่นำมาใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ได้ถูกต้อง บันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องมือพื้นฐาน (ชิ้นงานอาจเป็นชิ้นเดียวกับใบกิจกรรมที่ 1) จากนั้นนำเสนอและอภิปรายร่วมกัน

กิจกรรมที่ 2.2 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 1 กลไก

1) ผู้สอนนำวิดีโอทัศน์หรือภาพตัวอย่างเครื่องกลที่ใช้ในสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น รอก เฟือง นิวเมติกส์ (กลไกเบรก ประตูรถเมล์ ลูกสูบ) ไฮดรอลิก (รถเข็น รถดับเพลิง) มาอภิปรายร่วมกับผู้เรียนในประเด็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับเครื่องกลที่เป็นส่วนประกอบในสิ่งของเครื่องใช้ที่เป็นกลไกในการทำงานถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

2) แบ่งกลุ่มผู้เรียนและให้ผู้เรียนสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ภายในโรงเรียน และเลือกสิ่งของเครื่องใช้ที่ผู้เรียนสนใจ กลุ่มละ 1 ชนิด จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็น วิเคราะห์เกี่ยวกับกลไกที่เป็นส่วนประกอบในสิ่งของเครื่องใช้หน้าที่และเงื่อนไขการทำงานของกลไก และอุปกรณ์ที่ได้รับผลกระทบจากการทำงานของกลไก

ตอนที่ 2 ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1) ผู้สอนชวนผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับการที่มนุษย์สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวด้วยประสาทสัมผัส (รูป รส กลิ่น เสียง การสัมผัส)

2) ผู้สอนยกตัวอย่างและตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับการนำเซ็นเซอร์ (sensor) มาใช้แทนการรับรู้ของมนุษย์ เช่น หากผู้เรียนรู้สึกเป็นไข้ วัดอุณหภูมิของร่างกายเบื้องต้นได้อย่างไร มีอุปกรณ์ใดที่ใช้วัดความร้อนในร่างกายแทนการสัมผัส

3) แบ่งกลุ่มผู้เรียนและให้แต่ละกลุ่มอภิปรายว่าเซ็นเซอร์ต้องใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ชนิดใดบ้าง เช่น เซ็นเซอร์มอเตอร์ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด วงจรสำเร็จรูป แผงควบคุมขนาดเล็ก จากนั้นแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้น

4) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้น

5) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบในระบบ แล้ววิเคราะห์ในประเด็น ดังต่อไปนี้

- ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผู้เรียนเลือก และมีจุดประสงค์ในการใช้งานอย่างไร
 - เครื่องใช้ไฟฟ้ามีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประเภทใดบ้าง เช่น เซ็นเซอร์ มอเตอร์ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด วงจรสำเร็จรูป แผงควบคุมขนาดเล็ก มีหน้าที่การทำงานอย่างไรในเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้น
- จากนั้นบันทึกในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน

6) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้เกี่ยวกับการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน

7. การวัดและประเมินผล



รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
1. การวิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุในสิ่งของเครื่องใช้ พร้อมให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	คะแนน 13-16 หมายถึง ดีมาก คะแนน 9-12 หมายถึง ดี คะแนน 5-8 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-4 หมายถึง ปรับปรุง ผู้เรียนได้ระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
2. การวิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 2	
3. การวิเคราะห์หลักการการทำงานและการใช้งานของกลไกในสิ่งของเครื่องใช้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 3	
4. การวิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในสิ่งของเครื่องใช้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 4	
ทักษะการคิดเชิงระบบ	การสังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินพฤติกรรม	ผู้เรียนได้ระดับ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	การสังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินพฤติกรรม	
ทักษะการสื่อสาร	การสังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินพฤติกรรม	
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	การสังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินพฤติกรรม	



เกณฑ์ระดับการให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การวิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุในสิ่งของเครื่องใช้ พร้อมให้เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน	วิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุ พร้อมให้เหตุผลของการใช้วัสดุได้ถูกต้อง ตรงประเด็น เหมาะสมกับลักษณะของงาน ได้สมบูรณ์ มากกว่า 3 อย่าง	วิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุ พร้อมให้เหตุผลของการใช้วัสดุได้ถูกต้อง ตรงประเด็น เหมาะสมกับลักษณะของงาน ได้สมบูรณ์ 3 อย่าง	วิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุ พร้อมให้เหตุผลของการใช้วัสดุได้ถูกต้อง ตรงประเด็น เหมาะสมกับลักษณะของงาน ได้สมบูรณ์ 2 อย่าง	วิเคราะห์ประเภทและอธิบายสมบัติของวัสดุ พร้อมให้เหตุผลของการใช้วัสดุได้ถูกต้อง ตรงประเด็น เหมาะสมกับลักษณะของงาน ได้สมบูรณ์ 1 อย่าง
2. การวิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้	วิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ ถูกต้อง ตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ มากกว่า 3 อย่าง	วิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ ถูกต้อง ตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 3 อย่าง	วิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ ถูกต้อง ตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 2 อย่าง	วิเคราะห์เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ ถูกต้อง ตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 1 อย่าง
3. การวิเคราะห์หลักการทำงานและการใช้งานของกลไกในสิ่งของเครื่องใช้	การวิเคราะห์หลักการทำงานและการใช้งานของกลไก ในสิ่งของเครื่องใช้ ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ มากกว่า 3 อย่าง	การวิเคราะห์หลักการทำงานและการใช้งานของกลไก ในสิ่งของ เครื่องใช้ ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 3 อย่าง	การวิเคราะห์หลักการทำงานและการใช้งานของกลไก ในสิ่งของ เครื่องใช้ ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 2 อย่าง	การวิเคราะห์หลักการทำงานและการใช้งานของกลไก ในสิ่งของ เครื่องใช้ ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 1 อย่าง
4. การวิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในสิ่งของเครื่องใช้	วิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำหนด ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ มากกว่า 3 อย่าง	วิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำหนด ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 3 อย่าง	วิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำหนด ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 2 อย่าง	วิเคราะห์การใช้งานและส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำหนด ถูกต้องตรงประเด็น ได้สมบูรณ์ 1 อย่าง

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน 13-16	คะแนน หมายถึง	ระดับคุณภาพ ดีมาก
คะแนน 9-12	คะแนน หมายถึง	ระดับคุณภาพ ดี
คะแนน 5-8	คะแนน หมายถึง	ระดับคุณภาพ พอใช้
คะแนน 1-4	คะแนน หมายถึง	ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

หมายเหตุ เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

8. แหล่งเรียนรู้



- 8.1 แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียนหรือชุมชน
- 8.2 คลังความรู้ สสวท. <http://www.scimath.org/>

9. ข้อเสนอแนะ



- 9.1 ผู้สอนอาจเชิญผู้เชี่ยวชาญมาให้ความรู้กับผู้เรียน
- 9.2 ผู้สอนอาจนำตัวอย่างอุปกรณ์ของจริงมาประกอบการจัดการเรียนรู้

10. ตัวอย่างใบกิจกรรม ประกอบด้วยใบกิจกรรม 4 ใบ



- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของวัสดุ
- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องมือพื้นฐาน
- ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กลไกที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
- ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน





ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง สมบัติของวัสดุ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ภายในโรงเรียน และเลือกสิ่งของเครื่องใช้ที่ประกอบด้วยวัสดุอย่างน้อย 2 ประเภทที่นักเรียนสนใจมากที่สุดละ 1 ชนิด เช่น ตู้เก็บเอกสาร เครื่องกวนน้ำดื่ม จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์ ส่วนประกอบของสิ่งของเครื่องใช้ ประเภทและสมบัติของวัสดุที่นำมาสร้าง พร้อมให้เหตุผลที่เลือกใช้วัสดุดังกล่าวมาสร้างสิ่งของเครื่องใช้

ภาพสิ่งของเครื่องใช้ที่นักเรียนเลือก

ชื่อสิ่งของเครื่องใช้

ส่วนประกอบของสิ่งของเครื่องใช้	ประเภทของวัสดุ	สมบัติของวัสดุ	เหตุผลที่เลือกใช้
1. _____	_____	_____	_____
2. _____	_____	_____	_____
3. _____	_____	_____	_____
4. _____	_____	_____	_____



ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง เครื่องมือพื้นฐาน

คำชี้แจง ให้แต่ละกลุ่มสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ภายในโรงเรียน และเลือกสิ่งของเครื่องใช้ที่ผู้เรียนสนใจกลุ่มละ 1 ชนิด เช่น ตู้เก็บเอกสาร เครื่องกดน้ำดื่ม โดยผู้สอนต้องคำนึงถึงสิ่งของเครื่องใช้ที่ผู้เรียนเลือกว่าจะต้องใช้เครื่องมืออย่างน้อย 2 ประเภทในการสร้าง จากนั้นให้นักเรียนศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

- สิ่งของเครื่องใช้นั้นใช้เครื่องมือพื้นฐานใดบ้างในการสร้าง
- เครื่องมือพื้นฐานนั้น นำมาใช้ในการสร้างชิ้นงานอย่างไร เช่น ตัด เจาะ ยึดประกอบ
- อุปกรณ์ป้องกันที่จำเป็นที่ต้องมีในขณะการสร้างชิ้นงานหรือใช้เครื่องมือพื้นฐาน

ชื่อสิ่งของเครื่องใช้

ภาพสิ่งของเครื่องใช้ที่นักเรียนเลือก

เครื่องมือพื้นฐาน	เหตุผลในการใช้	อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม
1. _____	_____	_____
2. _____	_____	_____
3. _____	_____	_____
4. _____	_____	_____



ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง กลไกที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจสิ่งของเครื่องใช้ภายในโรงเรียน และเลือกสิ่งของเครื่องใช้ที่นักเรียนสนใจกลุ่มละ 1 ชนิด จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้

- สิ่งของเครื่องใช้ที่สนใจมีกลไกประเภทใดเป็นส่วนประกอบ
- หน้าที่และเงื่อนไขการทำงานของกลไกที่เป็นส่วนประกอบ
- อุปกรณ์ที่ได้รับผลกระทบจากการทำงานของกลไก

ภาพสิ่งของเครื่องใช้ที่นักเรียนเลือก

ชื่อสิ่งของเครื่องใช้

ประเภทของกลไก	หน้าที่และเงื่อนไขการทำงาน	อุปกรณ์ที่ได้รับผลกระทบจากการทำงานของกลไก
1. _____	_____	_____
2. _____	_____	_____
3. _____	_____	_____
4. _____	_____	_____

ใบกิจกรรมที่ 4

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน



คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบในระบบ แล้ววิเคราะห์ในประเด็น ดังต่อไปนี้

- ประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผู้เรียนเลือก และมีจุดประสงค์ในการใช้งานอย่างไร
- เครื่องใช้ไฟฟ้ามีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประเภทใดบ้าง เช่น เซ็นเซอร์ มอเตอร์ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด วงจรสำเร็จรูป แผงควบคุมขนาดเล็ก มีหน้าที่การทำงานอย่างไรในเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้น

ชื่อสิ่งของเครื่องใช้

ภาพสิ่งของเครื่องใช้ที่นักเรียนเลือก

ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	หน้าที่	หลักการทำงาน
1. _____	_____	_____
2. _____	_____	_____
3. _____	_____	_____
4. _____	_____	_____

ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การแก้ปัญหาตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม



1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้



1.1 ตัวชี้วัด

- 1) ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา
- 2) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา
- 3) ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด

1.2 สาระการเรียนรู้

- 1) ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม เช่น ปัญหาด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง สุขภาพและการแพทย์ การบริการ ซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลายปัญหา
- 2) การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา
- 3) การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา เงื่อนไขและทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
- 4) การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน
- 5) ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ และนำเสนอมีหลากหลายชนิด จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม
- 6) การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้การทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น
- 7) การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 8) การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ หรือการนำเสนอต่อภาคธุรกิจเพื่อการพัฒนาต่อยอดสู่งานอาชีพ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้



- 2.1 อธิบายการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2.2 วิเคราะห์และออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. ทักษะและกระบวนการที่เป็นจุดเน้น



- 3.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 3.2 ทักษะการสื่อสาร
- 3.3 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3.4 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.5 ความคิดสร้างสรรค์

4. สาระสำคัญ



กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน เพื่อสร้างแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้ การทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นสามารถย้อนขั้นตอนกลับไปมาได้ และอาจมีการทำงานซ้ำในบางขั้นตอนหากต้องการพัฒนาหรือปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้อาจเป็นได้ทั้งชิ้นงานหรือวิธีการขึ้นอยู่กับบริบทของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งสามารถนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้ได้กับการทำงานในชีวิตประจำวัน

5. สื่อประกอบการเรียนรู้



- 5.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำรวจและอภิปรายสถานการณ์ปัญหา
- 5.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง วิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่สนใจ
- 5.3 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สืบค้นข้อมูล และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา
- 5.4 ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ
- 5.5 ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง วางแผนขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา
- 5.6 ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง ทดสอบชิ้นงานหรือวิธีการ ปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล

6. แนวทางการจัดการเรียนรู้



- 6.1 การจัดเตรียม ผู้สอนเตรียมสื่อประกอบการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้
 - 1) ใบกิจกรรมที่ 1-6
 - 2) สื่อ อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม เช่น วัสดุที่ค้นเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

6.2 ขั้นตอนดำเนินการ

กิจกรรมที่ 3.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

- 1) ผู้สอนฉายวิดีโอทัศน์ที่อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนและแนวทางการปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ต่าง ๆ
- 2) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สำรวจสถานการณ์ปัญหาในบริเวณโรงเรียนหรือชุมชน แล้วให้ผู้เรียนเสนอปัญหาที่พบโดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำรวจและอภิปรายสถานการณ์ปัญหา ตัวอย่างปัญหาที่พบในโรงเรียนบริเวณโรงอาหาร เช่น การแลกคูปองเพื่อซื้ออาหารใช้เวลานาน มีแมลงวันตอมอาหารจำนวนมาก มีการทิ้งเศษอาหารอุดตัน ท่อระบายน้ำ แล้วให้ผู้เรียนเลือกปัญหาที่สนใจมา 1 ประเด็น โดยระบุลงใบกิจกรรมที่ 1
- 3) ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ สาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ โดยผู้สอนอาจแนะนำวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาด้วย 5W1H รวมทั้งการหาสาเหตุและปัจจัยของปัญหาด้วยผังก้างปลา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุและกำหนดขอบเขตของปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้ชัดเจนขึ้น โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง วิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่สนใจ จากนั้นอภิปรายและสรุปร่วมกันถึงความรู้ที่ได้จากการระบุปัญหาในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 4) ผู้เรียนระดมความคิด เพื่อกำหนดประเด็นในการรวบรวมข้อมูลตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล เพื่อนำมาใช้สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยอาจสรุปข้อมูลที่รวบรวมได้เป็นแผนที่ความคิด ลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สืบค้นข้อมูลและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา จากนั้นให้ผู้เรียนสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาซึ่งอาจมีหลายแนวทางให้สอดคล้องกับขอบเขตของปัญหาที่กำหนดไว้ โดยนำเสนอเป็นแผนที่ความคิดหรือวิธีการนำเสนออื่น ๆ จากนั้นวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของแต่ละทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยใช้ตารางการตัดสินใจ เลือกแนวทางการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากทรัพยากรที่มี เช่น เวลา วัสดุ เครื่องมือ ทุน และข้อจำกัดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ แล้วเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดโดยบันทึกในใบกิจกรรมที่ 3
- 5) ผู้สอนแนะนำถึงแนวทางในการถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการร่างภาพ หรือเขียนผังงานหรือแผนภาพ แล้วให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาตามแนวทางที่ตนเองได้เลือกไว้ให้มีความชัดเจนและสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยอาจมีการระบุถึงขนาดสัดส่วน หรือวัสดุที่ใช้สร้างกรณีที่เป็นชิ้นงาน โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ
- 6) ผู้เรียนสร้างชิ้นงานหรือลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่ได้ออกแบบ ควรมีการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งอาจจัดทำในลักษณะของตารางที่มีรายละเอียดของหัวข้อในการทำงานพร้อมระบุเวลาที่ใช้ปฏิบัติ แล้วให้ผู้เรียนทดลองวางแผนขั้นตอนการทำงานเพื่อสร้างชิ้นงานหรือลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่ได้คิดไว้ ลงในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง วางแผนขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา โดยอาจมีรายละเอียดเพิ่มเติมถึงวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จำเป็นในการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ในกรณีที่สามารสร้างชิ้นงานหรือลงมือปฏิบัติตามวิธีการเพื่อแก้ปัญหาได้ ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และบันทึกผลที่ได้
- 7) ผู้เรียนทดสอบว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่นั้นอาจประเมินในรูปแบบของแบบประเมินรายการที่มีหัวข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์ในแก้ปัญหา เช่น ความสะดวกในการใช้ ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้สร้างหรือความคุ้มค่าในการสร้างหรือลงมือแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถประเมินข้อดี ข้อเสียของชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ แล้วให้ผู้เรียนลองกำหนดประเด็นเพื่อทดสอบหรือประเมินชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 6 ทดสอบชิ้นงานหรือวิธีการ ปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล และทดลองนำไปใช้ประเมินจริงในกรณีที่มีการสร้างชิ้นงานหรือลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา ในกรณีที่ชิ้นงานหรือวิธีการไม่สามารถแก้ปัญหาได้หรือแก้ปัญหาก็ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนแนะนำแนวคิดต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงชิ้นงานหรือวิธีการให้แก้ปัญหาให้ดีขึ้น เช่น การใช้เทคนิค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือการย้อนกลับไปรวบรวมข้อมูลหรือออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาใหม่ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

8) ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนำเสนอตั้งแต่แนวคิดในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา รวมทั้งผลของการแก้ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการนำเสนอสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การทำแผ่นพับ ซึ่งผู้สอนอาจให้ผู้เรียนลองออกแบบแผ่นนำเสนอผลงานของตนเอง

7. การวัดและประเมินผล



รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
1. การอธิบายการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	- การอภิปราย - การถามตอบ	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบทดสอบ	ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ จากการอภิปราย ถามตอบ หรือทำแบบทดสอบเกิน ร้อยละ 60
2. การวิเคราะห์และออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1-6	คะแนน 40-52 หมายถึง ดีมาก คะแนน 27-39 หมายถึง ดี คะแนน 14-26 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-13 หมายถึง ปรับปรุง ผู้เรียนได้ระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไปถือว่าผ่าน
ทักษะการสื่อสาร	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผู้เรียนได้ระดับ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
ทักษะความคิดสร้างสรรค์	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	

เกณฑ์ระดับการให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การระบุปัญหาและความต้องการจากสถานการณ์	ระบุปัญหาหรือความต้องการสอดคล้องกับสถานการณ์เทคโนโลยีที่สนใจได้อย่างชัดเจน	ระบุปัญหาหรือความต้องการสอดคล้องกับสถานการณ์เทคโนโลยีที่สนใจชัดเจนเป็นส่วนใหญ่	ระบุปัญหาหรือความต้องการสอดคล้องกับสถานการณ์เทคโนโลยีที่สนใจชัดเจนบางส่วน	ระบุปัญหาหรือความต้องการภายใต้สถานการณ์เทคโนโลยีที่สนใจได้ไม่ชัดเจน
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบปัญหาด้วย 5W1H	นำประเด็นปัญหามาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ 5W1H ได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับประเด็นปัญหา ทั้ง 6 ด้าน	นำประเด็นปัญหามาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ 5W1H ได้แต่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา เพียง 4-5 ด้าน	นำประเด็นปัญหามาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ 5W1H ได้แต่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา เพียง 2-3 ด้าน	นำประเด็นปัญหามาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ 5W1H ได้เพียง 1 ด้านหรือไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
3. การวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของปัญหาด้วยผังก้างปลา	ระบุสาเหตุและปัจจัยได้ สอดคล้องและครอบคลุมกับปัญหา มีความถูกต้องชัดเจน	ระบุสาเหตุและปัจจัยได้ สอดคล้องและครอบคลุมกับปัญหา มีความถูกต้องชัดเจนเป็นส่วนใหญ่	ระบุสาเหตุและปัจจัยได้ สอดคล้องและครอบคลุมกับปัญหาเป็นส่วนใหญ่ และขาดความชัดเจนบางส่วน	ระบุสาเหตุและปัจจัย ไม่สอดคล้องและไม่ครอบคลุมกับปัญหา และขาดความถูกต้อง
4. การกำหนดขอบเขตของปัญหา	กำหนดขอบเขตของปัญหาหรือความต้องการ สอดคล้องกับสถานการณ์สนใจได้อย่างชัดเจน	กำหนดขอบเขตปัญหาหรือความต้องการ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่สนใจชัดเจนเป็นส่วนใหญ่	กำหนดขอบเขตปัญหาหรือความต้องการ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่สนใจแต่ขาดความชัดเจนบางส่วน	กำหนดขอบเขตปัญหาหรือความต้องการภายใต้สถานการณ์ที่สนใจได้ ไม่ชัดเจน
5. การรวบรวมข้อมูล	รวบรวมข้อมูลตรงตามปัญหาหรือความต้องการ ได้ข้อมูลถูกต้องสมบูรณ์ สามารถสรุปในรูปแบบแผนที่ความคิดได้และมีความหลากหลาย	รวบรวมข้อมูลตรงตามปัญหาหรือความต้องการ ได้ข้อมูลถูกต้องสมบูรณ์ สามารถสรุปในรูปแบบแผนที่ความคิดได้ แต่ไม่มีหลากหลาย	รวบรวมข้อมูลตรงตามปัญหาหรือความต้องการ และสรุปในรูปแบบแผนที่ความคิดได้บางส่วน และไม่มีหลากหลาย	รวบรวมข้อมูลตรงตามปัญหาหรือความต้องการ และสรุปในรูปแบบแผนที่ความคิดได้บ้างเล็กน้อย และไม่มีหลากหลาย
6. การสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา	สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหามากกว่า 3 แนวทาง	สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา 3 แนวทาง	สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา 2 แนวทาง	สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา 1 แนวทาง
7. การเลือกแนวทางการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการภายใต้ข้อจำกัดที่มีอยู่อย่างเหมาะสม	เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ สอดคล้องกับปัญหา หรือความต้องการและคำนึงถึงข้อจำกัดที่มีอยู่เป็นบางส่วน	เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความสนองการ สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการบางส่วน แต่ไม่คำนึงถึงข้อจำกัดที่มีอยู่	เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ
8. การออกแบบและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพฉาย แผนภาพ หรือ ผังงาน ได้อย่างละเอียด และแสดงข้อมูลครบถ้วน สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน	ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพฉาย แผนภาพ หรือ ผังงาน ได้อย่างละเอียด แต่ยังขาดข้อมูลบางส่วน แต่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน	ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพฉาย แผนภาพ หรือ ผังงาน แต่ยังขาดข้อมูลบางส่วน และขาดการสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจตรงกันบางส่วน	ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพฉาย แผนภาพ หรือ ผังงานไม่ละเอียด และไม่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
9. การวางแผนการดำเนินงาน	วางแผนเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามเป้าหมาย และระยะเวลาที่กำหนด สามารถปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ได้ครบถ้วน	วางแผนเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามเป้าหมาย และระยะเวลาที่กำหนด สามารถปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ได้ครบถ้วน แต่ต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการทำงานเพียงเล็กน้อย	วางแผนเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามเป้าหมาย และระยะเวลาที่กำหนด สามารถปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ได้ครบถ้วน แต่ต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการทำงาน	วางแผนเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามเป้าหมาย และระยะเวลาที่กำหนด แต่ไม่สามารถปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ได้ครบถ้วน
10. การกำหนดประเด็นในการทดสอบ	กำหนดประเด็นในการทดสอบผลงานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้ได้อย่างครบถ้วน	กำหนดประเด็นในการทดสอบผลงานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้เป็นส่วนใหญ่	กำหนดประเด็นในการทดสอบผลงานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้เป็นบางส่วน	กำหนดประเด็นในการทดสอบผลงานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้เพียงอย่างเดียวหนึ่ง
11. การพัฒนา หรือปรับปรุงชิ้นงาน	สร้างทางเลือกในการปรับปรุงแก้ไขผลงานได้เหมาะสมกับข้อบกพร่องที่พบอย่างหลากหลาย และสามารถนำไปใช้ปรับปรุงผลงานได้	สร้างทางเลือกในการปรับปรุงแก้ไขผลงานได้เหมาะสมกับข้อบกพร่องที่พบแต่ขาดความหลากหลาย และสามารถนำไปใช้ปรับปรุงผลงานได้	สร้างทางเลือกในการปรับปรุงแก้ไขผลงานได้เหมาะสมกับข้อบกพร่องที่พบแต่ไม่ครบถ้วน แต่สามารถนำไปใช้ปรับปรุงผลงานได้เป็นส่วนใหญ่	สร้างทางเลือกในการปรับปรุงแก้ไขผลงานได้ไม่เหมาะสมกับข้อบกพร่องที่พบ และไม่สามารถปรับปรุงผลงานได้
12. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	นำเสนอข้อมูลถูกต้องและมียอดประกอบครบถ้วน มีการนำเสนอที่เหมาะสมกับชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา มีความหลากหลายและน่าสนใจ	นำเสนอข้อมูลถูกต้องและมียอดประกอบครบถ้วน มีการนำเสนอที่เหมาะสมกับชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา แต่ขาดความหลากหลายและน่าสนใจ	นำเสนอข้อมูลถูกต้องแต่มีองค์ประกอบไม่ครบถ้วน มีการนำเสนอที่เหมาะสมกับชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา แต่ขาดความหลากหลายและน่าสนใจ	นำเสนอข้อมูลไม่ถูกต้องและมียอดประกอบไม่ครบถ้วน การนำเสนอไม่เหมาะสมกับชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา และขาดความน่าสนใจ

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน 40-52	คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพ ดีมาก
คะแนน 27-39	คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพ ดี
คะแนน 14-16	คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพ พอใช้
คะแนน 1-13	คะแนน หมายถึง ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

หมายเหตุ เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

8. แหล่งเรียนรู้



- 8.1 แหล่งเรียนรู้ในชุมชน
- 8.2 คลังความรู้ สสวท. <http://www.scimath.org/>
- 8.3 วิดีทัศน์อธิบายกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม <https://www.youtube.com/watch?v=80gWU-AJw-F0&t=107s>
- 8.4 ตัวอย่างโครงการการออกแบบและเทคโนโลยี/โครงการสะเต็มศึกษา

9. ข้อเสนอแนะ



- 9.1 ผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนค่านึงเรื่องทรัพย์สินทางปัญญา ลิขสิทธิ์ หรือสิทธิบัตร รวมทั้งควรมีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูล
- 9.2 แหล่งข้อมูลที่น่ามาใช้ในการอ้างอิงควรเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ
- 9.3 ผลงานของผู้เรียนอาจมีความหลากหลาย หากผู้เรียนทำได้เกินกว่าจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผู้สอนอาจพิจารณาตั้งเกณฑ์ประเมินเพื่อให้คะแนนเพิ่มเติมในส่วนนี้

10. ตัวอย่างใบกิจกรรม ประกอบด้วยใบกิจกรรม 6 ใบ



- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สืบค้นและอภิปรายสถานการณ์ปัญหา
- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง วิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่สนใจ
- ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สืบค้นข้อมูล และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา
- ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ
- ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง วางแผนขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา
- ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง ทดสอบชิ้นงานหรือวิธีการ ปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล



ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง สำรวจและอภิปรายสถานการณ์ปัญหา

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อสำรวจประเด็นปัญหาที่สนใจ จากสถานการณ์บริเวณโรงเรียนหรือชุมชน แล้วระบุปัญหาที่กลุ่มสนใจ พร้อมทั้งอภิปรายลักษณะของปัญหา

ตัวอย่างสถานการณ์บริเวณโรงอาหารของโรงเรียน



ปัญหาที่พบ	บริเวณที่พบ	รายละเอียดของปัญหา

ปัญหาจากสถานการณ์ในโรงอาหารหรือชุมชนที่นักเรียนสนใจ และอยากแก้ไขคือ

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง วิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่สนใจ

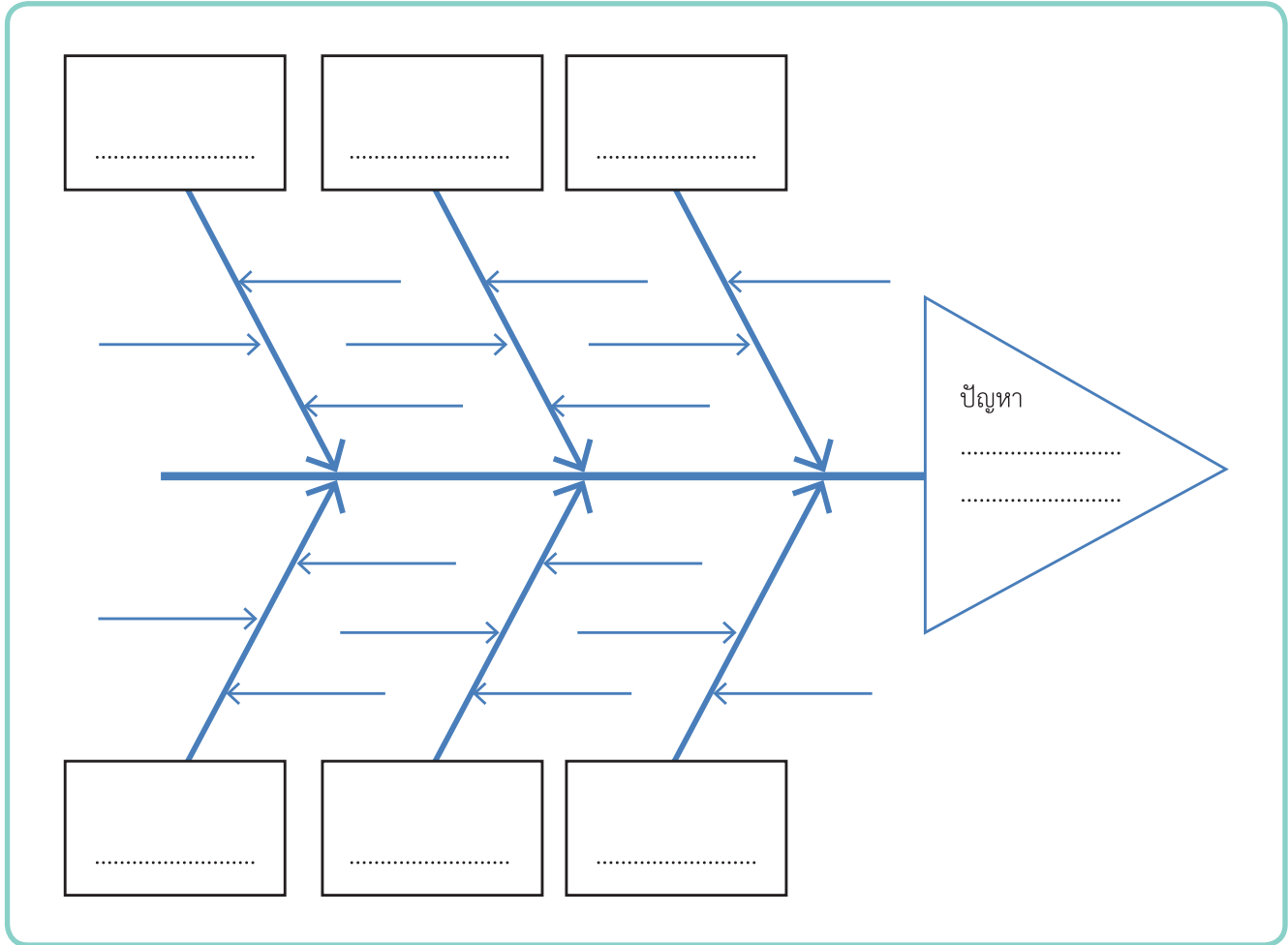
ให้นักเรียนวิเคราะห์หองค์ประกอบ สาเหตุและปัจจัยของปัญหาดังกล่าว โดยใช้ 5W1H และผังก้างปลา

ปัญหาจากสถานการณ์ในโรงอาหารหรือชุมชนที่นักเรียนสนใจคือ _____

วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่นักเรียนสนใจโดยใช้ 5W1H



วิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่สนใจด้วยผังก้างปลา



กำหนดขอบเขตปัญหาที่นักเรียนสนใจ คือ



ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง สืบค้นข้อมูล และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อกำหนดประเด็นในการสืบค้นข้อมูล

ประเด็นในการสืบค้นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สนใจ

ให้นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้สืบค้นซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหาโดยใช้แผนที่ความคิด

A large, empty rounded rectangular box with a light blue border, intended for students to draw a mind map summarizing their research findings.

ให้นักเรียนสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาที่สนใจ โดยเขียนเป็นแผนที่ความคิด

ให้นักเรียนประเมินแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ตารางประเมิน

วิธีการ/ แนวทาง การแก้ปัญหา	เงื่อนไข การตัดสินใจ					ผลคะแนน รวม
	มี = 1 ไม่มี = 0	มี = 1 ไม่มี = 0	มี = 1 ไม่มี = 0	มี = 1 ไม่มี = 0	มี = 1 ไม่มี = 0	

วิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา คือ

เหตุผลที่เลือกวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา



ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ

ให้นักเรียนเขียนภาพร่างของชิ้นงานที่ใช้แก้ปัญหา หรือแผนผังของวิธีการแก้ปัญหาที่คิดขึ้น (กรณีที่เป็นชิ้นงานให้ระบุรายละเอียดวัสดุที่ใช้ในการสร้าง และขนาดชิ้นส่วน รวมทั้งวิธีการประกอบ)

A large, empty rounded rectangular box with a light green border, intended for students to draw or write their design or solution.A series of seven horizontal lines for writing, located below the large drawing area.



ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง วางแผนขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานลงในตาราง

ขั้นตอน	ระยะเวลา (สัปดาห์หรือเดือน)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								

ให้นักเรียนเขียนภาพชิ้นงานที่ใช้แก้ปัญหา หรือแผนผังของวิธีการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น
(ให้บันทึกเฉพาะกรณีที่มีการสร้างชิ้นงาน หรือลงมือแก้ไขปัญหา)

ชิ้นงานหรือวิธีการที่ใช้แก้ปัญหามีส่วนใดที่แตกต่างไปจากความคิดเดิมที่ออกแบบไว้
(ให้บันทึกเฉพาะกรณีที่มีการสร้างชิ้นงาน หรือลงมือแก้ไขปัญหา)



ใบกิจกรรมที่ 6

เรื่อง ทดสอบชิ้นงานหรือวิธีการ ปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล

ให้นักเรียนกำหนดประเด็นในการประเมินผลชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ					ผล คะแนน รวม
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)	

ผลประเมินการนำชิ้นงาน หรือวิธีการเมื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา

สามารถแก้ปัญหาได้ คือ _____

ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

กรณีไม่สามารถแก้ไขปัญหาคือ _____

แนวทางในปรับปรุงชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาคือ

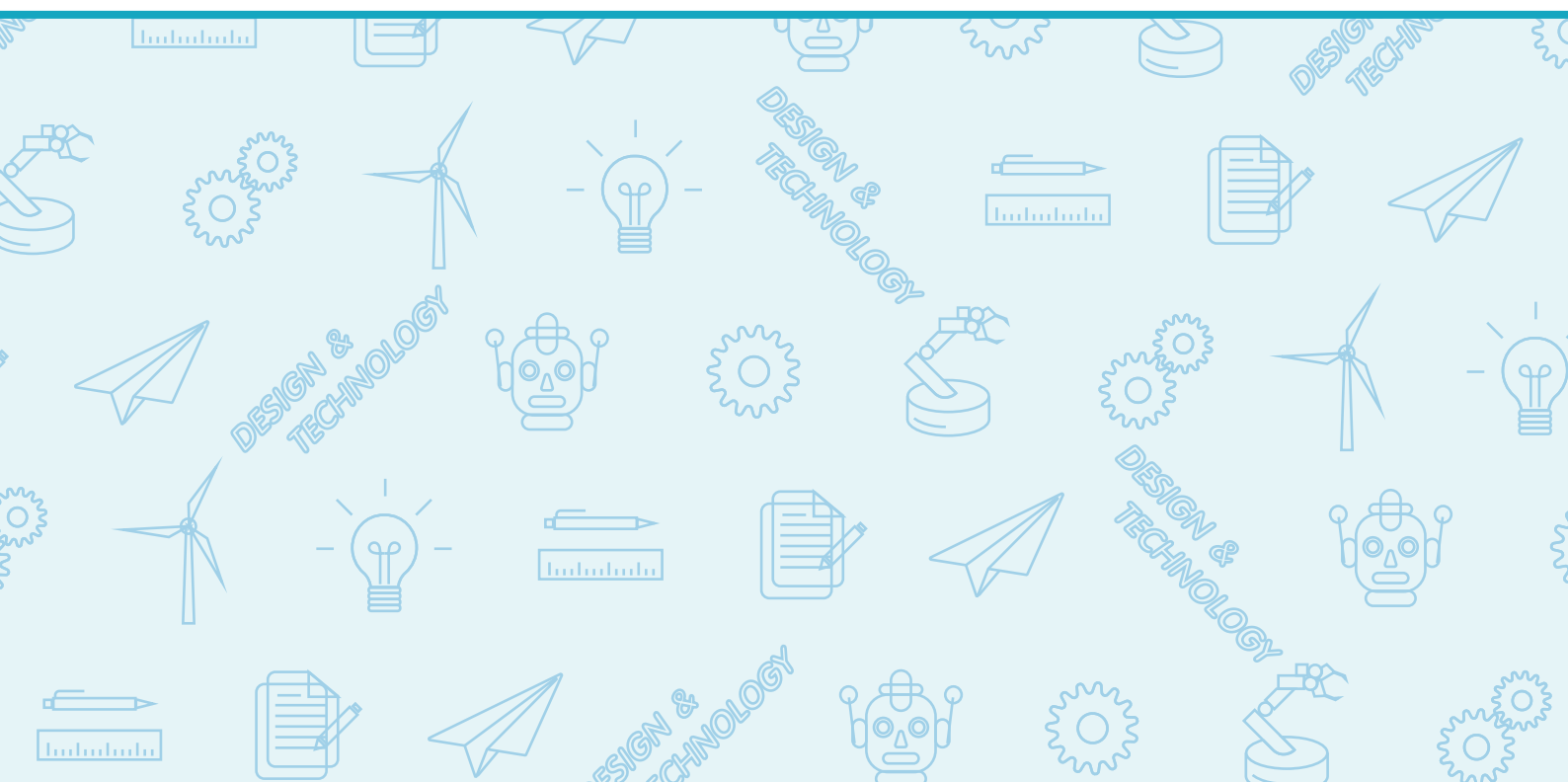
11. อภิธานศัพท์

ก
ฮ

ที่	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ความหมาย
1	เทคโนโลยี	technology	สิ่งที่มนุษย์สร้างหรือพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อใช้แก้ปัญหา สอนองความต้องการ หรือเพิ่มความสามารถในการทำงานของมนุษย์
2	ระบบทางเทคโนโลยี	technological system	กลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยในการทำงานของระบบทางเทคโนโลยี จะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์



කොප්පත





ตัวอย่าง

แบบประเมินทักษะ



ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินกระบวนการและทักษะในสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1) การระบุปัญหา	ระบุปัญหาและเงื่อนไขของการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ครบถ้วน สมบูรณ์	ระบุปัญหาและเงื่อนไขของการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	ระบุปัญหาและเงื่อนไขของการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดบางส่วน	ไม่สามารถระบุปัญหาและเงื่อนไขของการแก้ปัญหา
2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา ได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาได้แต่ไม่สมบูรณ์	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาได้บางส่วน	ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา
3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการได้สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด โดยแสดงรายละเอียดครบถ้วน สมบูรณ์ และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน	ออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการได้สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด โดยแสดงรายละเอียดได้ และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน	ออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการได้สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหา	ไม่สามารถออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการได้สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน
4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	มีการวางแผนในการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	มีการวางแผนในการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการทำงานได้	มีการวางแผนในการทำงาน แต่ไม่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้	ดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่มีการวางแผนในการทำงาน
5) การทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน	กำหนดประเด็นในการทดสอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด การทดสอบได้อย่างละเอียด ครบถ้วน มีการปรับปรุงหรือเสนอแนวทางแก้ไขที่สอดคล้องกับปัญหาที่ขึ้นงานหรือวิธีการมีข้อบกพร่อง	กำหนดประเด็นในการทดสอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และบันทึกผลการทดสอบได้ โดยขาดรายละเอียดบางส่วน มีการปรับปรุงหรือเสนอแนวทางแก้ไขที่สอดคล้องกับปัญหาที่ขึ้นงานหรือวิธีการมีข้อบกพร่อง	กำหนดประเด็นในการทดสอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด แต่ไม่ครบถ้วน มีการปรับปรุงหรือเสนอแนวทางแก้ไขที่ไม่สอดคล้องกับข้อบกพร่องของขึ้นงานหรือวิธีการ	ไม่กำหนดประเด็นในการทดสอบ และบันทึกผลการทดสอบไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน ไม่มีการปรับปรุงแก้ไขขึ้นงานหรือวิธีการเมื่อพบข้อบกพร่อง
6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือขั้นตอนการทำงาน	นำเสนอรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจน สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์	นำเสนอรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้	นำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ แต่มีรายละเอียดไม่ชัดเจน	ไม่สามารถนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความคิดสร้างสรรค์ 1) ความคิดริเริ่ม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ เหมาะสมต่อการใช้งานจริง	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจากความคิดเดิม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่
2) ความคิดคล่อง	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธี ในเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด
3) ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้ แต่ยังไม่เหมาะสมกับงาน	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้
4) ความคิดละเอียดลออ	มีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้อย่างครบถ้วน และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์	มีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้	มีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดแต่ขาดความชัดเจน	ไม่มีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิด
การคิดวิเคราะห์ • แจกแจงองค์ประกอบ • อธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผล	แจกแจงองค์ประกอบและอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเพื่อให้เข้าใจสาเหตุได้อย่างถูกต้อง	แจกแจงองค์ประกอบและอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเพื่อให้เข้าใจสาเหตุได้	แจกแจงองค์ประกอบและสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบได้ไม่เหมาะสม	แจกแจงองค์ประกอบแต่ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบได้
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ • วิเคราะห์และประเมิน • ลงข้อสรุป	วิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ด้วยหลักฐานที่หลากหลาย แล้วลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล	วิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ด้วยหลักฐาน แล้วลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล	วิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ด้วยหลักฐาน แล้วลงข้อสรุปได้ไม่สมเหตุสมผล	วิเคราะห์และประเมินสถานการณ์แต่ไม่มีหลักฐาน ในการลงข้อสรุป

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
การคิดเชิงระบบ <ul style="list-style-type: none"> • จำแนกองค์ประกอบ • เชื่อมโยงความสัมพันธ์ 	จำแนกองค์ประกอบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นระบบได้ครบถ้วน และถูกต้อง	จำแนกองค์ประกอบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นระบบได้ครบถ้วน แต่ขาดรายละเอียดบางส่วน	จำแนกองค์ประกอบได้ แต่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นระบบไม่ได้ชัดเจน	จำแนกองค์ประกอบ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันได้
การสื่อสาร <ul style="list-style-type: none"> • การนำเสนอ • การอภิปราย • การตอบคำถาม 	นำเสนอ อภิปราย และตอบคำถามได้ เข้าใจง่าย และมีวิธีการที่น่าสนใจ เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล	นำเสนอ อภิปราย และตอบคำถามได้เข้าใจ และมีวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล	นำเสนอ อภิปราย และตอบคำถามได้ แต่มีวิธีการไม่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล	นำเสนอ อภิปราย และตอบคำถามได้ไม่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูล
การทำงานร่วมกับผู้อื่น <ul style="list-style-type: none"> • มีส่วนร่วม • รับผิดชอบต่อหน้าที่ 	มีส่วนร่วมในการทำงานและรับผิดชอบต่อหน้าที่อย่างตั้งใจ	มีส่วนร่วมในการทำงานและรับผิดชอบต่อหน้าที่	มีส่วนร่วมในการทำงาน แต่ไม่รับผิดชอบต่อหน้าที่	ไม่มีส่วนร่วมในการทำงานและไม่รับผิดชอบต่อหน้าที่

ตัวอย่างเครื่องมือการประเมิน ในสารสนเทศและเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

ตัวอย่างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรม การทำงานเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง การมีส่วนร่วมในการทำงาน แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 4 หมายถึง สมาชิกมากกว่าร้อยละ 79 มีส่วนร่วมในการทำงานตามบทบาทหน้าที่

ระดับคะแนน 3 หมายถึง สมาชิกร้อยละ 60 - 79 มีส่วนร่วมในการทำงานตามบทบาทหน้าที่

ระดับคะแนน 2 หมายถึง สมาชิกร้อยละ 40 - 59 มีส่วนร่วมในการทำงานตามบทบาทหน้าที่

ระดับคะแนน 1 หมายถึง สมาชิกน้อยกว่าร้อยละ 40 มีส่วนร่วมในการทำงานตามบทบาทหน้าที่

กลุ่มที่	การมีส่วนร่วมในการทำงาน			
	4	3	2	1

สถานภาพของผู้ประเมิน ตนเอง เพื่อน ครู

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 4 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
คะแนน 3 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน 2 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน 1 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

ตัวอย่างแบบมาตรฐานค่า การตรวจผลงานการประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการสร้างชิ้นงาน

คำชี้แจง การเลือกวิธีการสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการจากสถานการณ์ที่กำหนด แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- ระดับคะแนน 4** หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ โดยคำนึงถึงทรัพยากรและข้อจำกัดที่มีอยู่อย่างเหมาะสม
- ระดับคะแนน 3** หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการได้ โดยพิจารณาทรัพยากรแต่ไม่คำนึงถึงข้อจำกัด
- ระดับคะแนน 2** หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการโดยไม่ได้พิจารณาทรัพยากรและข้อจำกัด
- ระดับคะแนน 1** หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ

กลุ่มที่	การเลือกวิธีการสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาหรือความต้องการ			
	4	3	2	1

สถานภาพของผู้ประเมิน ตนเอง เพื่อน พ่อแม่/ผู้ปกครอง ครู

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 4 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
คะแนน 3 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน 2 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน 1 หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรม การใช้เครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน

ชื่อ-สกุล _____ เลขที่ _____ ห้อง _____

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ที่ตรงกับพฤติกรรมนักเรียน

	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
1. เลือกเครื่องมือเหมาะสมกับลักษณะและประเภทของงาน	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. ใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. ใช้เครื่องมือได้อย่างปลอดภัย	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. ทำความสะอาดเครื่องมือหลังการใช้งาน	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. จัดเก็บเครื่องมือที่ถูกต้องหลังการใช้งาน	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

สถานภาพของผู้ประเมิน ตนเอง เพื่อน พ่อแม่/ผู้ปกครอง ครู

เกณฑ์การประเมิน	แสดงพฤติกรรม	ด้าน	หมายถึง
	แสดงพฤติกรรม	5 ด้าน	หมายถึง ดีมาก
	แสดงพฤติกรรม	3-4 ด้าน	หมายถึง ดี
	แสดงพฤติกรรม	1-2 ด้าน	หมายถึง พอใช้
	แสดงพฤติกรรม	0 ด้าน	หมายถึง ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน ผ่าน มีพฤติกรรม 3-5 ด้าน
 ไม่ผ่าน มีพฤติกรรม 0-2 ด้าน

บรรณานุกรม

- Barrows, H. S. (2000). *Problem-Based Learning Applied to Medical Education*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Bonwell, C. & Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom* AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, D.C.: Jossey-Bass.
- MacDonell, C. (2007). *Project-based inquiry units for young children: First steps to research for grade pre-K-2*. Worthington, OH: Linworth Publishing Inc.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*. 93(3), 223-232.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *คู่มือหลักสูตรอบรมครู สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผล การเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. สืบค้น 2 มิถุนายน 2560, จาก http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422

คณะผู้จัดทำ

คณะที่ปรึกษา

ดร.พรพรรณ ไวกายกูร

รองศาสตราจารย์ ดร.สัญญา มิตรเอม

ผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รองผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้ยกร่าง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชัย นพรัตน์แจ่มจำรัส

นายขจิต เมตตาเมธา

นายบุญวิทย์ รัตนทิพยาภรณ์

ดร.อภิสิทธิ์ ธงไชย

นางสาวสุทธิดา บุญทวี

นางสาวสุทธิดา การมี

นายสยามชัย สุกใส

ดร.นุศวดี พจนานุกิจ

ดร.ตรีสุคนธ์ ตรีบุปผชาติสกุล

นายสุนทร พรหมมงคล

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้อำนวยการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้อำนวยการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้อำนวยการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักวิชาการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักวิชาการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักวิชาการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักวิชาการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักวิชาการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักวิชาการ สาขาเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้พิจารณา

รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย อ่อนจันทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษฐ์ ศรีสังข์งาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพงษ์ แสงประดิษฐ์

ดร.พันธุ์ศักดิ์ เกิดทองมี

สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

จังหวัดนครศรีธรรมราช

ดร.รังสรรค์ จอมทะรัญ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร
นายวัสสา รวยรวย	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นางสุกัญญา นุตโร	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
นายกฤษชจร ศรีถาวร	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านหนองหญ้าบัว จ.บุรีรัมย์
นางสาวจินตนา ธิป็น	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
นางณัฐภััสสร เหล่าเนตร	ครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย จังหวัดพิษณุโลก
นายพิริยะ ทองเหลือง	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จ.อุบลราชธานี
นางมณฑิยา คละเครือ	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านท่าบ่อ จังหวัดอุบลราชธานี
นางรุ่งอรุณ ศิริสัตยกุล	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนไตรประชาวิทยา จังหวัดน่าน
นายวีรชาติ มาตรหลูปลา	ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนโพนเมืองประชารัฐ “ดร.ก่อ สวัสดิ์พาณิชย์ อนุสรณ์” จังหวัดร้อยเอ็ด
นางสาวสุขสวัสดิ์ ปรียาโชติ	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ โรงเรียนปรียาโชติ จังหวัดนครสวรรค์
นายวีระพจน์ รัตนรัตน์	ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนตรุณราชบุรี จังหวัดราชบุรี
นายอาจอง मुखเงิน	ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนจิตรลดา กรุงเทพมหานคร
นางเอมอร รสเครือ	นักวิชาการอิสระ

คณะบรรณาธิการ

ดร.เขมวดี พงศานนท์	รักษาการผู้อำนวยการ สาขาเทคโนโลยี สสวท.
รองศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
นายกมลเทพ ชิงชู	ผู้อำนวยการ โรงเรียนปราโมชวิทยารามอินทรา กรุงเทพมหานคร



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

