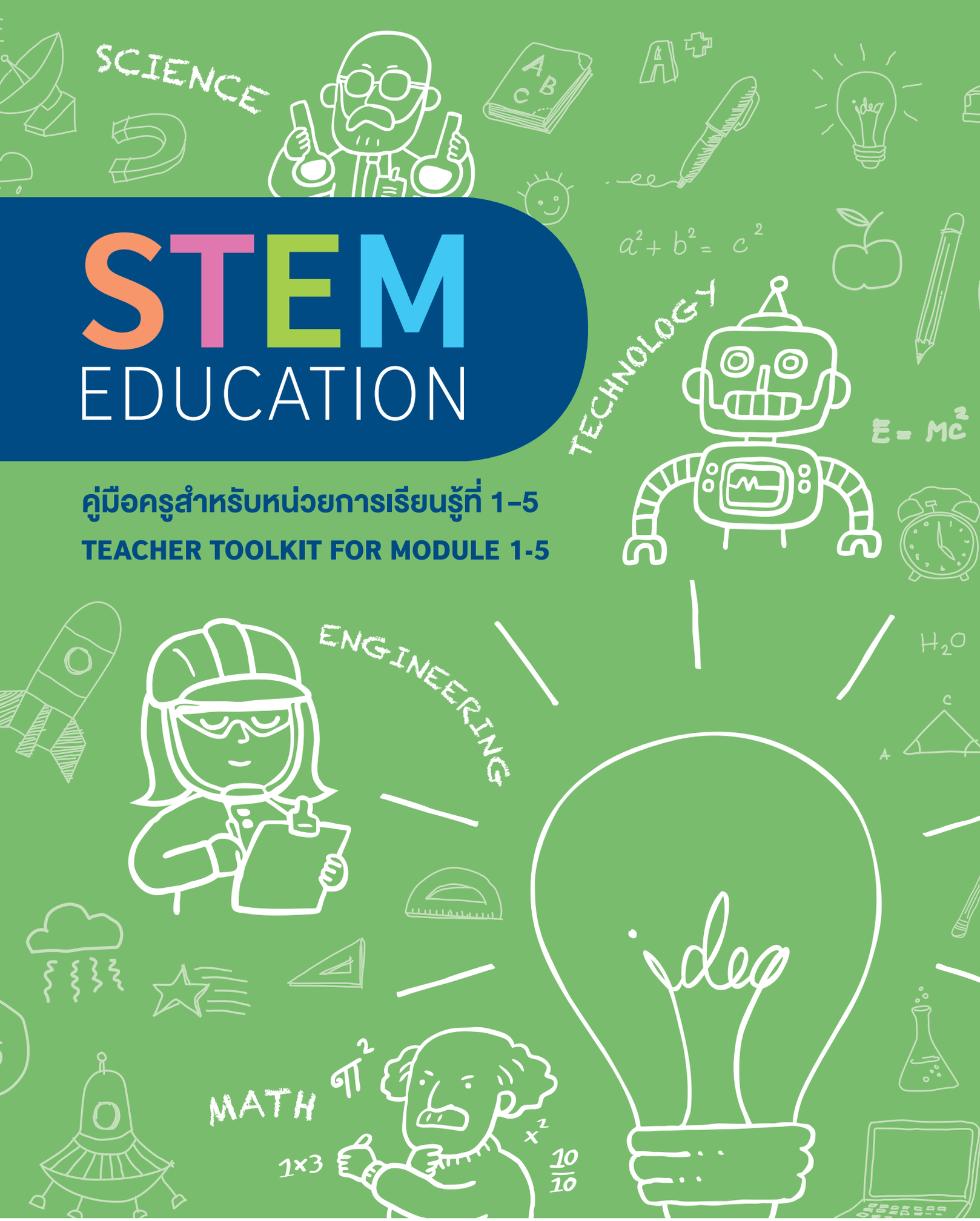


STEM EDUCATION

คู่มือครูสำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1–5

TEACHER TOOLKIT FOR MODULE 1-5

BRITISH COUNCIL

Newton Fund

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
VOCATIONAL EDUCATION COMMISSION

คู่มือครู
สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1–5

โครงการพัฒนาการอาชีวศึกษาด้าน STEM Education
โดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กับ บริติช เคานซิล ประเทศไทย
โดยการสนับสนุนของกองทุนนิวตัน (Newton Fund)

พิมพ์ครั้งที่ 1
มกราคม พ.ศ. 2560 จำนวน 300 เล่ม

แก้ไขครั้งที่ 1
กรกฎาคม พ.ศ. 2561

ผู้จัดทำและเผยแพร่โดย
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
บริติช เคานซิล ประเทศไทย และกองทุนนิวตัน

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

พิมพ์ที่
บริษัท ภัณธรินทร์ จำกัด
48 ซอย 48 ถนนเฉลิมพระเกียรติ ร.9 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์ 0-2726-5707-8 โทรสาร 0-2328-0406

ออกแบบรูปเล่มโดย
บริษัท ดิบดี จำกัด (Dib Dee Co.,Ltd.)
99/129 หมู่ที่ 2 ตำบลคลองเกลือ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
โทรศัพท์ 092-7478293, 083-4411686

สารบัญ

	หน้า
1. สะเต็ม (STEM) คืออะไร	5
2. ภาพรวมหลักสูตรบูรณาการสะเต็มสู่วิชาชีพ	6
3. เพราะเหตุใดจึงต้องพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้สะเต็ม	9
4. การเรียนรู้ที่มีคุณภาพ	26
5. การวางแผนการจัดการเรียนรู้	27
6. การประเมิน	32

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1: เครื่องมือและกลยุทธ์การเรียนรู้	40
ภาคผนวก 2: รายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้	47
ภาคผนวก 3: คู่มือ EEF	51
ภาคผนวก 4: ตารางแผนการสอน	53

1. สะเต็ม (STEM) คืออะไร

STEM เป็นการบูรณาการของรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ซึ่งมีทักษะและคุณค่าที่เป็นแกนกลาง โดยทักษะหลักทางด้านสะเต็ม ได้แก่

- **ทักษะในการแก้ปัญหา** (Problem Solving)
- **ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** (Critical Thinking)
- **ทักษะด้านความร่วมมือ** (Collaboration)
- **ทักษะด้านการสื่อสาร** (Communication)
- **ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์** (Creative Thinking)
- **ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล** (Research)

ทักษะเหล่านี้เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำงาน การพัฒนาทักษะทางด้านสะเต็มของนักเรียนเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดขั้นสูง

ในการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการสะเต็มสู่วิชาชีพ (STEM Bridging Curriculum Module 1-5) เป็นโอกาสที่ท้าทายให้นักเรียนได้พัฒนาขีดความสามารถในการคิดในขั้นที่สูงขึ้น

2. ภาพรวมหลักสูตรบูรณาการสะเต็มสู่วิชาชีพ STEM Bridging Curriculum (SBC)

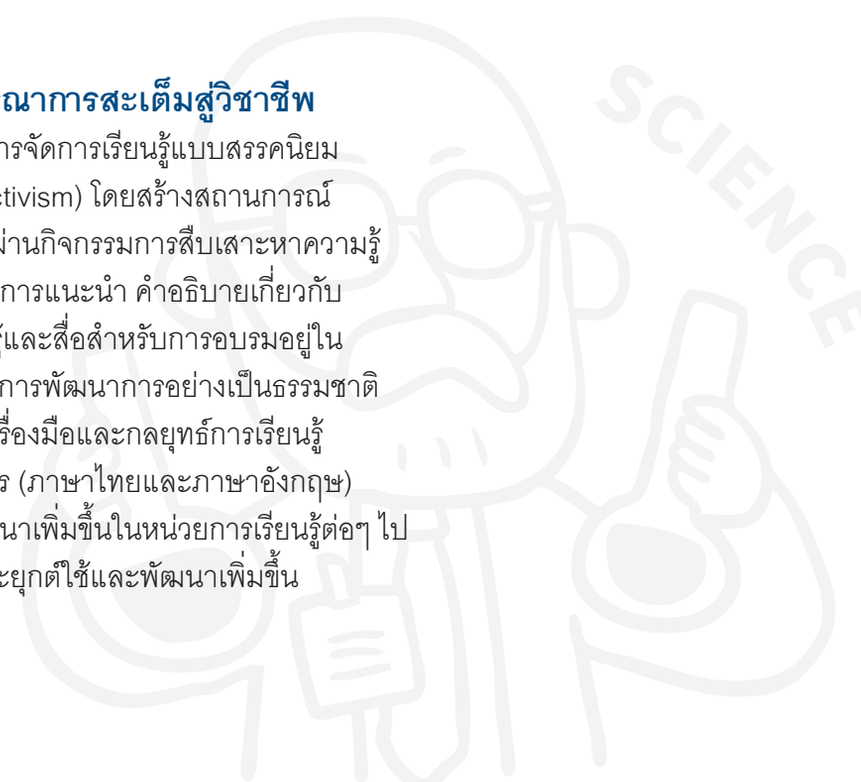
หลักสูตรนี้เป็นการเรียนรู้ผ่านบริบทของสิ่งประดิษฐ์ (invention) ตลอดหลักสูตรนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อช่วยเติมเต็มทักษะและความรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการอาชีวศึกษา รวมถึงทักษะและสมรรถนะทางสะเต็มที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

หลักสูตรนี้ใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน (enquiry-based) เน้นการพัฒนาทักษะ นักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้ และเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ หลักสูตรจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างและพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางสะเต็ม และประยุกต์ไปใช้ในการเรียนทางการอาชีวศึกษา อีกทั้งยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาภาวะผู้ประกอบการ นวัตกรรม และทักษะทางการค้าของผู้เรียน ในทางปฏิบัติหลักสูตรนี้จะคล้ายกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งนักเรียนจะได้รับความเพลิดเพลินและรับรู้ถึงความสำเร็จ ทั้งนี้หลักสูตรนี้ได้ระบุความเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการอาชีวศึกษาอย่างชัดเจน

เนื่องจากระยะเวลาอันจำกัด หลักสูตรจึงได้กำหนดเวลาการเรียนรู้ไว้ 120 ชั่วโมง ในระยะเวลา 2-3 ปี ท้ายที่สุดต้องใช้เวลาร่วมกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนปกติในระดับวิทยาลัย หลักสูตรนี้ได้เขียนขึ้นให้มีความเชื่อมโยงกับหลักสูตรการอาชีวศึกษา ดังนั้นในส่วนที่มีเนื้อหาทับซ้อนกันนั้นก็จะช่วยลดเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้

2.1 ลักษณะสำคัญของหลักสูตรบูรณาการสะเต็มสู่วิชาชีพ

หน่วยการเรียนรู้ทั้งหมดใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสรรคนิยมหรือการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) โดยสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองผ่านกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและกลยุทธ์การเรียนรู้หรือการแนะนำ คำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือการเรียนรู้ที่ใช้ในหน่วยการเรียนรู้และสื่อสำหรับการอบรมอยู่ในภาคผนวก 1 หน่วยการเรียนรู้แสดงให้เห็นการพัฒนาการอย่างเป็นธรรมชาติ โดยเริ่มจากการแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับเครื่องมือและกลยุทธ์การเรียนรู้ทักษะเฉพาะทางสะเต็ม กลยุทธ์การสื่อสาร (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ) และอื่นๆ ซึ่งนักเรียนจะได้นำไปใช้และพัฒนาเพิ่มขึ้นในหน่วยการเรียนรู้ต่อๆ ไป ทั้งนี้นักเรียนยังสามารถนำสิ่งเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้และพัฒนาเพิ่มขึ้นในการเรียนในหลักสูตรการอาชีวศึกษา



ความท้าทายของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้กำหนดไว้เทียบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับนักเรียนระดับปวช. 3 เพื่อให้แน่ใจว่าการประเมินท้ายบทเรียนและระหว่างเรียนสามารถประเมินได้ว่า “นักเรียนทำได้ดีเพียงใด” ในทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

การประเมินจะเกิดขึ้นตลอดเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งเป็นการประเมินผลอย่างเป็นธรรมชาติ คือเป็นการประเมินที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและให้ผลสะท้อนเพื่อให้เกิดการพัฒนา รวมถึงการประเมินผลสรุป นอกจากนี้ในหลักสูตรยังได้พยายามพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น

แต่ละกิจกรรมจะนำด้วยคำถาม เพื่อเชื้อเชิญให้นักเรียนเข้าสู่การเรียนอยากมีส่วนร่วมและมีความอยากรู้อยากเห็น ภารกิจหรืองานในแต่ละกิจกรรมได้กำหนดไว้อย่างดีเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการบริหารจัดการเวลาและความแม่นยำ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้มีกระบวนการทางสะเต็มมากขึ้น

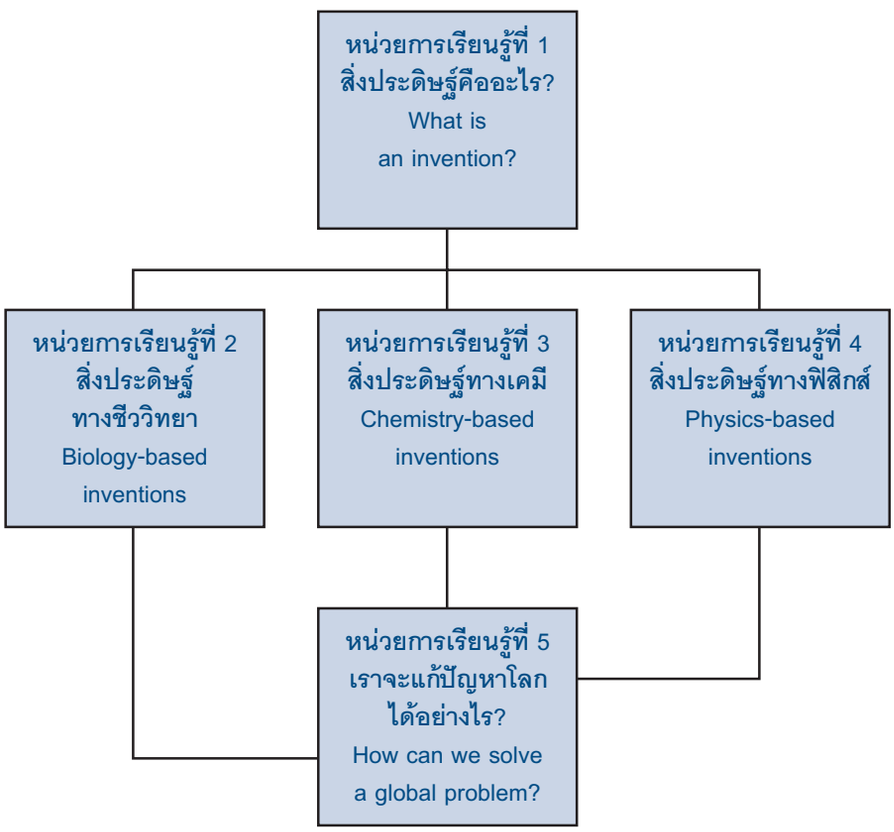
ทุกหน่วยการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมายหลัก ดังนี้

- เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในด้านการสืบค้นข้อมูลและการหาข้อสรุปโดยใช้หลักฐานที่ได้เพื่อการอ้างอิง
- เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะสะเต็ม
- เพื่อแนะนำให้นักเรียนรู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้
- เพื่อเน้นทักษะทางสะเต็ม ซึ่งจะนำไปใช้ในการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
- เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลขซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน
- เพื่อสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้อื่นๆ รวมถึงการทำงานและโครงงานที่เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
- เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัยและตลอดชีวิตการทำงาน

กิจกรรมหลายกิจกรรมมีความเกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้อื่นๆ ที่ไม่ใช่สะเต็มด้วย ส่วนใหญ่คือสาระการเรียนรู้เรื่องการสื่อสาร ซึ่งรวมอยู่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน

2.2 โครงสร้างของหลักสูตรบูรณาการสะเต็มสู่วิชาชีพ

หลักสูตรแบ่งออกเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้เรียบเรียงไว้อย่างเป็นลำดับ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 4 จะใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ต่อเนื่องหน่วยละประมาณ 30 ชั่วโมง สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 จะใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ต่อเนื่องประมาณ 60 ชั่วโมง



หลักสูตรนี้คาดหวังว่านักเรียนระดับวิทยาลัยทุกคนต้องผ่านการเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จึงสามารถเลือกเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 3 หรือ 4 (ที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชา) จากนั้นนักเรียนทุกคนต้องผ่านการเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เพื่อจะได้พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ตามความเชี่ยวชาญเฉพาะสาขาของตนเอง รายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ระบุอยู่ในภาคผนวก 2

3. เพราะเหตุใดจึงต้องพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้สะเต็ม

การจัดการเรียนรู้สะเต็มต้องใช้หลักการเรียนรู้หลายๆ หลักการ หลักการเหล่านี้ได้นำมาใช้เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้เรียน ซึ่งระบุอยู่ในงานวิจัยทางการศึกษาของ Education Endowment Foundation's (EEF)[1] ในภาคผนวก 3 ซึ่งได้ชี้ให้เห็นถึงวิธีการที่สำคัญ ได้แก่ การรู้คิด (Metacognition) การสะท้อนกลับเพื่อการพัฒนา (Formative feedback) และการทำงานแบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิภาพ (Effective collaborative work) ทั้ง 3 วิธีนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่จะพัฒนาการเรียนรู้สะเต็มอย่างมีคุณภาพ และเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานทางด้านสะเต็ม

นอกจากนี้สะเต็มศึกษาต้องการการบูรณารายวิชาที่แยกกันอยู่ วิชาเหล่านี้มีทักษะและคุณค่าที่เป็นแกนสำคัญ เพื่อการพัฒนาและใช้ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การคิดเชิงวิพากษ์ การทำงานแบบร่วมมือร่วมใจ การสื่อสาร และการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนสะเต็มต้องการการพัฒนาความคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นเป้าหมายระยะยาว สำหรับในระยะสั้น ผู้สอนควรจะใช้กรอบคำถามที่แนะนำเมื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

ดังนั้นสิ่งที่จะเน้นในคู่มือนี้และชุดการอบรมคือ

3.1 การตั้งคำถาม (Questioning)
3.2 การทำงานแบบร่วมมือ (Collaborative work)
3.3 การแก้ปัญหาและการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะ (Problem solving and enquiry-based learning)
3.4 การท้าทาย (Challenge)
3.5 การรู้คิด (Metacognition)
3.6 การสะท้อนกลับเพื่อพัฒนา/การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Formative feedback / assessment for learning)

3.1 การตั้งคำถาม Questioning

การตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาความคิดขั้นสูงในชั้นเรียน คำถามที่มีคุณภาพจะนำไปสู่การพูดคุยที่มีคุณภาพสูงด้วย ไม่ว่าคำถามนั้นจะถูกถามโดยครูหรือนักเรียนควรจะเป็นคำถามปลายเปิดให้มากที่สุด และนำไปสู่การอภิปราย

[1]คู่มือ EEF (The Education Endowment Foundation)

*http://educationeddowmentfoundation.or.uk/tookit/tookit-a-z/

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรมที่ 15: เรามีแนวคิดอย่างไรบ้าง สำหรับโครงการสร้างความตระหนักรู้ (Raising awareness pack) ของพวกเรา

กิจกรรม: นักเรียนคิดเกี่ยวกับโครงการสร้างความตระหนักรู้ของนักเรียน และพัฒนาแผนผังมโนทัศน์ (Mind map) เพื่อตอบคำถามเหล่านี้

- สิ่งที่สำคัญของโครงการสร้างความตระหนักรู้ของนักเรียนคืออะไร
- นักเรียนต้องการสื่อสารข้อความอะไรออกไป
- นักเรียนจะสื่อสารแต่ละข้อความออกไปอย่างไร และสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างไร

ผู้สอนหลายคนเริ่มต้นโดยการระบุเกณฑ์ความสำเร็จสำหรับตนเอง ‘อะไรทำให้เกิดคำถามที่ดี’ สิ่งสำคัญคือ นักเรียนต้องพัฒนาความมั่นใจและความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำถามที่ดี ดังนั้นการถามให้นักเรียนได้พิจารณาเกณฑ์ความสำเร็จเกี่ยวกับคำถามที่ดีก็เป็นจุดเริ่มต้นที่ดี

สำหรับคำตอบที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนักเรียนและครูจะต้องเข้าใจว่าคำถามต้องการอะไร ยกตัวอย่างเช่น ถ้านักเรียนตระหนักได้ว่าคำถามเน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ และนักเรียนเข้าใจว่าการวิเคราะห์คืออะไร นักเรียนจะสามารถเตรียมคำตอบที่ดีได้และตอบตรงคำถาม บ่อยครั้งนักเรียนจะไม่ทราบจุดประสงค์ของการถามคำถาม ซึ่งถ้านักเรียนไม่ทราบว่าคำถามถามอะไรก็จะได้รับคำตอบที่ไม่เหมาะสม แต่ที่เลวร้ายที่สุดจะนำไปสู่การทำลายกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจรรมที่ 11: อะไรคือสหสัมพันธ์และความเป็นเหตุเป็นผล

กิจกรรม: นักเรียนจะต้องบอกเกี่ยวกับความหมายของคำทั้งสอง

ผู้สอนหลายคนตระหนักถึงและพยายามที่จะใช้ทฤษฎีของบลูม (Bloom’s Taxonomy) ในการสร้างคำถามที่มีประสิทธิภาพ และคำถามที่ดี ถึงแม้ว่าการนำเสนอจะเป็นระดับขั้นที่ชัดเจน แต่สิ่งสำคัญคือ ครูจะต้องเข้าใจว่าไม่ควรจะยึดติดกับระดับของคำถามโดยคิดว่านี่เป็นคำถามที่เหมาะสม เพราะมันอยู่ด้านบนของพีระมิด ระดับความท้าทายของคำถามขึ้นอยู่กับบริบทที่ใช้ และความสามารถของนักเรียนในการถามหรือตอบคำถาม

3.2 การทำงานแบบร่วมมือ

วิธีการที่สำคัญของการพัฒนาการเรียนรู้คือการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ ประสบการณ์เพิ่มการเรียนรู้ และการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสม นักเรียนจะต้องได้รับการฝึกและแนะนำเกี่ยวกับพฤติกรรมที่คาดหวัง หลักการพื้นฐานที่ได้ตกลงร่วมกันล่วงหน้าที่จะช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่

- ผลงานทั้งหมดมีคุณค่า
- นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม
- นักเรียนสามารถคิดอย่างสร้างสรรค์และเผชิญปัญหาได้
- การทำงานร่วมกัน การร่วมมือร่วมใจ และการเคารพผู้อื่น เป็นสิ่งสำคัญที่สุด

a) เพราะเหตุใดต้องพัฒนาการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ

การสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของปฏิสัมพันธ์ทางสังคม นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกับเพื่อนและครู

ไวกอสกี้ (Vygotsky) สังเกตว่าถ้านักเรียนนั่งทำงานคนเดียว จะไม่เกิดการเรียนรู้เหมือนกับการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งการทำงานเป็นกลุ่มไม่ใช่การที่ครูหรือเพื่อนสอนว่าพวกเขาต้องทำงานอย่างไร แต่คือกระบวนการในการมีส่วนร่วมเพื่อให้พวกเขาได้ปรับความคิดหรือการทำงานเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สำหรับไวกอสกี้การพัฒนาด้านภาษาและการแสดงออกทางความคิดเป็นหัวใจของการเรียนรู้และการพัฒนา

ไวกอสกี้ได้พัฒนาสิ่งหนึ่งที่สำคัญมากในทฤษฎีการสร้างความรู้นั่นก็คือปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social constructivist theory) ซึ่งหมายถึงโซนพัฒนาการ (Zone of proximal development, ZPD) ที่บ่งบอกว่า ‘อะไรที่นักเรียนทำไม่ได้’ ‘อะไรที่นักเรียนทำได้ถ้าได้รับการช่วยเหลือ’ และ ‘อะไรที่นักเรียนสามารถทำได้เอง’ ในส่วนของพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ ก็คือ ‘อะไรที่นักเรียนทำได้ถ้าได้รับความช่วยเหลือ’ จะเป็นส่วนที่เราสามารถพัฒนาได้ และในที่สุดนักเรียนจะสามารถทำสิ่งนั้นได้ด้วยตนเอง สิ่งสำคัญใน ‘การยืด’ (stretching) คือการทำให้นักเรียนทราบว่าอะไรอยู่ในโซนพัฒนาการ อะไรคือสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป และอะไรคือพัฒนาการขั้นต่อไปของนักเรียน

งานวิจัยปัจจุบัน ได้เสนอเพิ่มเติมจากทฤษฎีของไวกอสกี้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- เกือบ 80% ของการเรียนรู้ นักเรียนเรียนรู้มาจากคนอื่น[2]
- คุณภาพของการทำงานร่วมกัน คือต้องแน่ใจว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม[3]
- การร่วมมือจะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่มีคุณภาพสำหรับทุกคนอย่างแน่นอน[4]

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 1: สิ่งประดิษฐ์เหล่านี้เกิดขึ้นเมื่อใด

การประเมิน

- นักเรียนทำงานกลุ่มแบบร่วมมือ ฟัง และแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงความคิดของคนอื่นได้ดีเพียงใด
- นักเรียนสามารถแสดงกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ใช้ได้ชัดเจนเพียงใด

b) **การทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างไร**

ลักษณะสำคัญของการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ มีดังต่อนี้

- ภารกิจจะมีความหมายถ้าเน้นการคิดที่เหมาะสม
- ภารกิจมีตัวแปรที่นักเรียนเข้าใจได้
- ขนาดและการจัดกลุ่มควรจะเหมาะสมและควบคุมได้
- ต้องระบุหรือบอกกฎในการทำงานกลุ่มของนักเรียน
- นักเรียนควรได้รับมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำภารกิจนั้นๆ
- สมาชิกในกลุ่มควรจะมีการสลับเปลี่ยนกันไป

[2]Mooney, 2000, Ruston & Larkin, 2001

[3]Slavin, Hurley, & Charmberlain, 2003

[4]Johnson & Johnson, 1999, Slavin, Hurley, & Chamberlain, 2003

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 15: เพราะเหตุใดสิ่งประดิษฐ์บางอย่างถึงไม่ได้รับการยอมรับจากทุกคน

กิจกรรม: นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับรายชื่อสิ่งประดิษฐ์ 5 ชนิด เช่น ระเบิดปรมาณู โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ พืชตัดต่อพันธุกรรม CCTV โดรน และให้เปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสียของแต่ละสิ่งประดิษฐ์ โดยเติมลงในตารางบันทึกผลหรือแผนภาพ PMI

ในแต่ละกลุ่ม นักเรียนจะต้องมอบหมายให้สมาชิก 3 คน ทำหน้าที่ต่อไปนี้

1. ประธาน
2. ผู้มองโลกในแง่ดี - จะแสดงความคิดเห็นเฉพาะด้านบวกเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์เท่านั้น
3. ผู้มองโลกในแง่ร้าย - จะแสดงความคิดเห็นเฉพาะด้านลบเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์เท่านั้น

ส่วนสมาชิกคนอื่นๆ นั้นจะสามารถเสนอความคิดเห็นได้ทั้งด้านบวกและลบ จากนั้นทั้งกลุ่มจะโต้แย้งกันเพื่อตัดสินใจว่าสิ่งประดิษฐ์แต่ละชิ้น ดีหรือไม่ดี โดยระบุเหตุผลตัวอย่างการสรุปหลักฐาน
หลังจากที่แต่ละกลุ่มสรุปสิ่งประดิษฐ์หนึ่งอย่าง หัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้สรุปและแสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดในกลุ่มจึงสรุปเช่นนั้น

3.3 การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การแก้ปัญหาในความเป็นจริง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเราออกไปข้างนอกและเกิดฝนตก เราจะเปียก ดังนั้นในครั้งต่อไป ถ้าเราจะออกข้างนอกในเวลาที่ฝนตก เราจะพกร่มหรือใส่เสื้อกันฝน อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาใช้ในสถานการณ์ที่ไม่ชัดเจนที่เป็นนามธรรม การแก้ปัญหาจะซับซ้อนและต้องการกระบวนการคิดขั้นสูง

ปัจจัย 3 ข้อที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคือ

- เจตคติ (Attitude)
- ประสบการณ์ (Experience)
- ความสามารถทางความคิด (Cognitive ability)

เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีเจตคติที่เปิดต่อการแก้ปัญหา กิจกรรมจะต้องน่าสนใจ กระตุ้นความคิดและเกี่ยวข้องกับชีวิตมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับปัญหาและอยากที่จะแก้ปัญหา

การเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นพื้นฐานให้กับนักเรียน โดยจะเน้นว่านักเรียนจัดการกับปัญหาอย่างไร (กระบวนการ – the process) มากกว่าเน้นว่านักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ (ผลลัพธ์ – the outcome) ผู้สอนต้องใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ควบคุมการเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการบอกว่าจะต้องทำอย่างไร ในการทำงานร่วมกับคนอื่น ครูต้องเน้นว่าถ้าเกิดความผิดพลาดขึ้น ความผิดพลาดนั้นเป็นของกลุ่มไม่ใช่ของคนใดคนหนึ่ง ดังนั้นเป็นไปได้ว่ามีความเสี่ยงเกิดขึ้นในกลุ่ม การเกิดความเสี่ยงขณะแก้ปัญหานำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และมีจินตนาการ

นักเรียนต้องสามารถแก้ไขปัญหาผ่านการปฏิบัติ เริ่มจากปัญหาที่ง่ายๆ ไปสู่การใช้เครื่องมือและกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ช่วยในกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะพัฒนาทั้งความมั่นใจและความสามารถไปพร้อมกัน

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 24: นักเรียนแก้ปัญหาอย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนจับคู่หรือแบ่งกลุ่มเล็กเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับหลอดไฟ ขณะที่แก้ปัญหา นักเรียนจะต้องบันทึกกลยุทธ์และวิธีการทั้งหมดที่ใช้ เช่น การวาดแผนผังระหว่างที่แก้ปัญหา จากนั้นแต่ละคู่หรือกลุ่มสะท้อนถึงกลยุทธ์และวิธีการที่ใช้

การประเมิน

นักเรียนสามารถอธิบายกลยุทธ์และวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาได้ชัดเจนเพียงใด รวมถึงวิธีการที่ใช้ไม่ได้ผล นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีเพียงใด

หมายเหตุ: กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่ใช้การวางแผนในกระดาษ เพื่อที่จะมั่นใจได้ว่านักเรียนจะได้พัฒนากลยุทธ์และวิธีการแก้ปัญหา หากใช้หลอดไฟจริงๆ จะทำให้การทำกิจกรรมนั้นมีความง่ายขึ้นกว่าเดิม

วิธีง่ายที่สุดในการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้แสดงไว้ในหน้าถัดไป ซึ่งนำมาจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1: อะไรคือสิ่งประดิษฐ์ กิจกรรมที่ 25: เราจะแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้อย่างไร กระบวนการนี้ต้องใช้ตรรกะและจะทำให้นักเรียนใช้ทั้งทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และสร้างสรรค์

นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดที่สูงกว่า ก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่า ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ดีถ้าจะจัดกลุ่มที่คละความสามารถและตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถของนักเรียนที่เก่งที่สุดในกลุ่ม นักเรียนจะเรียนรู้ร่วมกันและได้เรียนรู้กลยุทธ์และวิธีการในการแก้ปัญหาของคนอื่น

สรุป การเสนอการแก้ปัญหาเป็นบริบทของการเรียนรู้มีหลายแง่มุมและขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพภายใต้การสนับสนุนของการรู้คิด นักเรียนต้องได้สัมผัสกับกระบวนการนี้ผ่านการสะสมประสบการณ์เพื่อสร้างแนวทางการเรียนรู้นี้ การแก้ปัญหาเป็นการรวมทักษะที่หลากหลาย ถ้านักเรียนไม่มีประสบการณ์ในการทำงานในลักษณะนี้ นักเรียนจะพบกับความลำบากในการเข้าถึงและการพัฒนา และการนำเสนอข้อโต้แย้งที่สอดคล้อง การแก้ปัญหาเป็นการให้นักเรียนได้สร้างวิธีการเรียนรู้และสังเคราะห์แนวคิดของตนเอง

การเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นฐาน เป็นการถามนักเรียนด้วยคำถามปลายเปิดและกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเพื่อให้มีความพยายามในการหาคำตอบมากขึ้น นักเรียนถูกคาดหวังให้หาคำตอบและสร้างความเข้าใจของตนเอง อย่างไรก็ตามถ้าปล่อยให้นักเรียนได้ทำตามสิ่งที่ตนเองคิดทั้งหมดอาจจะนำไปสู่การสร้างความเข้าใจที่ผิดและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในที่สุด เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิดสิ่งนี้ขึ้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพให้นักเรียนได้ดำเนินการสืบเสาะหาคำตอบ

กระบวนการแก้ปัญหา

1. **เข้าใจปัญหา - โดยการถามและการตอบคำถาม**
   - นักเรียนต้องค้นหาอะไร
   - นักเรียนจะปรับปัญหาให้เป็นภาษาของตนเองอย่างไร
   - นักเรียนจะวาดรูปภาพหรือแผนภาพที่จะช่วยให้เข้าใจปัญหาอย่างไร
   - ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอที่จะให้นักเรียนหาคำตอบได้หรือไม่ ข้อมูลอะไรอีกที่นักเรียนต้องการทราบ
   - นักเรียนเข้าใจทุกคำที่ระบุในปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่ มีคำใดบ้าง และจะหาความหมายของคำนั้นอย่างไร
   - คำถามอะไรที่ต้องถามเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

2. **วางแผน**

ในการวางแผน นักเรียนควรจะเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น

- การเดา และ การตรวจสอบ หรือ การลองผิดลองถูก
- การลำดับรายการ
- การลดความเป็นไปได้
- การใช้เหตุผลตรอง
- การวาดภาพ
- การใช้แบบจำลอง
- การพิจารณากรณีพิเศษ
- การมองหาแบบรูป
- การแก้ปัญหาที่ง่าย
- การคิดย้อนกลับ
- การใช้จินตนาการในการพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับปัญหา

3. **ดำเนินการตามแผน**

ขั้นตอนนี้ง่ายกว่าการวางแผน ให้นักเรียนทำตามแผนที่วางไว้โดยใช้ทักษะที่จำเป็น อย่างไรก็ตามถ้าส่วนใดในแผนที่วางไว้ใช้ไม่ได้ก็ต้องปรับ

4. **ทบทวน/ขยายผล**

นักเรียนจะได้เรียนรู้อะไรมากมายจากการที่ได้สะท้อนและมองย้อนกลับในสิ่งที่ได้ทำ อะไรที่ทำแล้วใช้ได้ ใช้ไม่ได้ การทำแบบนี้จะทำให้เราสามารถคาดเดากลยุทธ์ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อๆ ไปได้

3.4 ความท้าทาย

งานวิจัยได้ระบุว่าการทำเป้าหมายให้ออกมา 'ดีที่สุด' ไม่มีผลต่อการเรียนรู้ ในขณะที่การทำเป้าหมายที่ 'ยากและท้ายทาย' จะมีประสิทธิภาพที่มากกว่า จากที่ได้กล่าวไว้ตอนต้น ความสำคัญคือนักเรียนควรรู้ว่าอะไรอยู่ในพื้นที่การพัฒนาการของตนเอง อะไรจะเกิดขึ้นต่อไป หรืออาจจะเรียกว่าอะไรคือขั้นต่อไป

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 18: ควรจะทดสอบอันดาร์คอย่างไรก่อนที่จะนำมาขายสู่สาธารณะ

กิจกรรมนี้เป็นการท้าทาย เพราะว่าสื่อเรียนรู้ที่ใช้เป็นภาษาอังกฤษและเป็นสื่อโฆษณาแบบเก่า นักเรียนต้องทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยมีนักเรียนอย่างน้อย 1 คนที่เข้าใจภาษาอังกฤษ

ดังนั้นองค์ประกอบแรกที่สำคัญ คือภารกิจที่เข้มข้นและท้าทาย ถ้านักเรียนไม่ถูกท้าทายให้เกิดการคิด นักเรียนก็จะไม่พัฒนา การท้าทายนี้บางครั้งหมายถึง 'ความขัดแย้งทางความคิด' (Cognitive conflict) มันเป็นความคิดที่ไปรบกวนกับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ หรือไปรบกวนสมดุลเดิม แนวคิดใหม่จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ภายใต้รูปแบบแนวคิดเดิม ดังนั้นนักเรียนจะต้องเปลี่ยนรูปแบบของแนวคิดเดิม ซึ่งนำไปสู่วิธีการที่มีพลังและประสิทธิภาพอย่างมากในด้านการคิดเกี่ยวกับปัญหา

3.5 การรู้คิด

การพัฒนาความคิดขั้นสูงเป็นการทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับหัวข้อต่างๆ เพื่อให้เกิดการคิดอย่างรอบคอบเกี่ยวกับหลักฐาน มีการคิดที่ยืดหยุ่น และมีการโต้แย้งและตัดสินใจที่เป็นเหตุเป็นผล มากกว่าการกระโดดลงสู่ข้อสรุป คุณภาพในการคิดเหล่านี้เป็นสิ่งที่จำเป็นทั้งในการเรียนในระดับวิทยาลัยและโลกกว้าง นักเรียนจะต้องพัฒนากลยุทธ์การคิดเพื่อจะนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่จะเผชิญ

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 20: กระบวนการเตรียมสิ่งประดิษฐ์เข้าสู่ตลาดเป็นอย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม คิดและอภิปรายว่า กระบวนการเตรียมสิ่งประดิษฐ์ควรจะเป็นอย่างไร

นักเรียนสร้างผังกราฟิก/แผนภาพที่อธิบายกระบวนการจากแนวคิดในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์และการขายผลิตภัณฑ์ที่เสร็จแล้ว

นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการค้นคว้าเพื่อทำผังกราฟิก/แผนภาพและเติมรายละเอียดแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ร่วมกันสร้างใบความรู้ที่อธิบายกระบวนการที่ใช้

นักเรียนใช้แผนผังกราฟิกในการช่วยสร้างแนวคิด เมื่อกระตุ้นความรู้เดิมและพยายามสร้างความเชื่อมโยงกับการเรียนรู้อื่นๆ การใช้แผนผังกราฟฟิกช่วยให้นักเรียนได้แสดงการรู้คิดในโครงสร้างที่เป็นที่ตกลงร่วมกัน

กระบวนการที่เป็นศูนย์กลางที่สำคัญมากในการพัฒนาการคิด ก็คือ การรู้คิด (Metacognition) ซึ่งอธิบายได้ง่ายๆ ว่าเป็น ‘การคิด เกี่ยวกับ การคิด’ (thinking about thinking) หรือจะให้สัมพันธ์กับความหมายมากยิ่งขึ้น ก็คือ ‘ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง’ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

การรู้ว่า ‘เราทำบางอย่างได้อย่างไร’ การตระหนักเกี่ยวกับ ‘อะไรที่เรารู้ อะไรที่เราไม่รู้ และอะไรที่ต้องทำเกี่ยวกับสิ่งนั้น[5]’

เมื่อพิจารณาการรู้คิด มี 3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

- **ตัวแปรด้านบุคคล**: การตระหนักถึงจุดแข็งและจุดอ่อนในการเรียนรู้และกระบวนการจัดการกับข้อมูลของตนเอง
- **ตัวแปรด้านภารกิจ**: อะไรที่เรารู้และสามารถทำได้เกี่ยวกับธรรมชาติของภารกิจและจะทำอย่างไรถึงจะทำให้ภารกิจสำเร็จ
- **ตัวแปรด้านกลยุทธ์**: กลยุทธ์ที่พร้อมจะนำไปใช้ให้ทำภารกิจสำเร็จ[6]

---

[5]Meichenbaum, 1995

[6]Flavell, 1979

ตัวอย่างที่จะทำให้เห็นภาพชัดคือ “ฉันรู้ว่าฉัน (ตัวแปรด้านบุคคล) รู้สึกลำบากกับปัญหาที่เป็นโจทย์ปัญหา (ตัวแปรด้านภารกิจ) ดังนั้นฉันจะหาคำตอบปัญหาที่เกี่ยวกับการคำนวณก่อนและจะแก้ปัญหาที่เป็นโจทย์ปัญหาทีหลัง (ตัวแปรด้านกลยุทธ์)[7]”

3.6 การสะท้อนกลับเพื่อพัฒนา/การประเมินเพื่อการเรียนรู้ หรือ Assessment for Learning (AfL)

งานวิจัย ‘ภายในกล่องดำ (Inside the Black Box)’ ของศาสตราจารย์วิลเลียม และแบลค จากคิงส์ คอเลจน์ ลอนดอน (1998) ที่ศึกษาห้องเรียนที่มีประสิทธิภาพเป็นฐาน ได้ศึกษางานกว่า 700 เรื่อง และเลือกเฉพาะงานที่มีผลต่อกลุ่มขนาดใหญ่ สิ่งแวดล้อมในห้องเรียนและการออกแบบที่ดี

ผลที่พบเกี่ยวกับการประเมินเพื่อเรียนรู้ พบว่า

- มีผลอย่างมากต่อนักเรียนกลุ่มอ่อน
- มีผลต่อการพัฒนาคะแนนของการวัดผลของ Certificate of Secondary Education (CSE) ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพของเด็กอายุ16 ปี ในประเทศอังกฤษ

มีขอบเขตหลัก 3 ประการในกลยุทธ์การพัฒนาห้องเรียนสำหรับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ได้แก่

a) เทคนิคการใช้คำถาม
b) การให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่นักเรียน
c) การประเมินเพื่อนและการประเมินตนเอง

เครื่องมือการประเมินเพื่อการเรียนรู้ หรือ AfL สามารถนำมาใช้หาระดับความสามารถของผู้เรียนว่าอยู่ระดับใด สามารถผลักดันหรือขับเคลื่อนให้นักเรียนได้พัฒนาไปในขั้นต่อไปตามพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ สามาาถใช้เป็นตัวตรวจสอบเส้นทางในการไปสู่ขั้นถัดไป และเป็นการค้นหาว่านักเรียนบรรลุไปขั้นต่อไปแล้วหรือไม่ กลยุทธ์ที่ใช้ขึ้นอยู่กับรายวิชา อายุของนักเรียน ระดับความสามารถของนักเรียน แนวคิดของนักเรียน และประสบการณ์ของนักเรียนในการใช้เครื่องมือเหล่านี้

[7]Livingston, 1997

[8]J.H. Flavell’s original idea, 1975, expanded upon by A.F. Fourgey, 2002

การวางแผนเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญในการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ และสามารถลดภาระในการสอน ดังนั้นการใช้การประเมินเพื่อการเรียนรู้จะช่วยลดเวลาในการทำโครงการ และมีเวลาว่างในการพัฒนาแนวคิดและแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 17: จะทดสอบสิ่งประดิษฐ์อย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์ (mind map) แสดงความคิดเกี่ยวกับวิธีการในการทดสอบสิ่งประดิษฐ์ก่อนที่จะนำมาใช้สู่สาธารณะ แต่ละกลุ่มจะเลือกสิ่งประดิษฐ์หนึ่งชิ้นจากกิจกรรมก่อนหน้า ซึ่งจะช่วยพัฒนาแนวคิดของเขา

นักเรียนพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับ 'พืชปรับปรุงพันธุกรรม' ในคำถามรูปแบบ PISA ซึ่งนักเรียนอาจจะทำเป็นคู่หรือทำคนเดียว

หลังจากที่นักเรียนได้ตอบคำถามรูปแบบ PISA นักเรียนจะเห็นว่ามีกระบวนการทดสอบสิ่งประดิษฐ์จำนวนเท่าใดที่นักเรียนเข้าใจ นักเรียนที่เข้าใจกระบวนการสามารถเริ่มทำกิจกรรมต่อไป สำหรับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจจะต้องทำการค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดสอบสิ่งประดิษฐ์หรือพืชปรับปรุงพันธุกรรม

a) เทคนิคการใช้คำถาม

เป็นสิ่งที่สำคัญในการตั้งคำถามให้ได้คำถามและคำตอบที่มีประสิทธิภาพ จุดประสงค์ของคำถามจะต้องชัดเจน นักเรียนควรเข้าใจว่าความคิดชนิดใดที่กำลังได้รับการส่งเสริม เราอาจจะคิดได้ว่าคำถามที่ 'ดี' อย่างน้อยจะต้องส่งเสริมการอภิปรายที่ทุกคนสามารถตอบได้ ทำให้นักเรียนได้คิดและมีวัตถุประสงค์ (ตัวอย่างเช่น เน้นสิ่งที่มีอยู่ในจุดประสงค์การเรียนรู้) ดังเช่นที่ แบลคและวิลเลียม (1998) ได้กล่าวไว้ว่า

> *"สิ่งที่สำคัญคือทุกๆ การสนทนาควรจะทำให้เกิดการสะท้อนคิดไตร่ตรองและนักเรียนทุกคนได้รับการสนับสนุนให้มีส่วนร่วมในกระบวนการเหล่านี้"*

ระยะเวลารอคำตอบของผู้สอนในสหราชอาณาจักรคือ 0.9 วินาที หากยังไม่ได้คำตอบ ผู้สอนจะปรับคำถามหรือถามคำถามที่ง่ายขึ้น ถ้าเราต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับคำถาม เราจะต้องให้เวลานักเรียนในการคิดและส่งเสริมบรรยากาศที่ให้ทุกคนได้คิด

หากเวลาที่รอเพิ่มขึ้นเป็น 3 วินาที จะเพิ่มจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามได้มากขึ้น ความลึกของคำถามและระดับภาษาที่ใช้ในคำตอบอาจจะดีกว่า เราต้องการให้นักเรียนได้คิดอย่างกระตือรือร้นมากกว่าการรอคำตอบ

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 22: เพราะเหตุใดการวิจัยการตลาดจึงจำเป็น

กิจกรรม: นักเรียนเขียนรายการเหตุผลว่าทำไมการวิจัยการตลาดจึงจำเป็น นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียนคนอื่นและรวบรวมคำตอบ

กลยุทธ์ที่ใช้นี้เรียกว่า คิด จับคู่ แลกเปลี่ยน (think pair share) นักเรียนแต่ละคนจะคิดด้วยตนเองประมาณ 5 นาที และเขียนรายการที่คิดไว้ จากนั้นแลกเปลี่ยนกับเพื่อนโดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที เราอาจจะเพิ่มเวลาอีก ถ้าเราให้แต่ละคู่จับกลุ่มกับคู่อื่นกลายเป็นกลุ่มละ 4 คน 'เป็นกลยุทธ์การแลกเปลี่ยน'

b) **การให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่นักเรียน**

งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการสะท้อนกลับในรูปแบบเกรดหรือคะแนนส่งผลเชิงลบต่อการเรียนรู้[9] อย่างไรก็ตามข้อชี้แนะจะเป็นประโยชน์ก็ต่อเมื่อเรานำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานต่อไป หรือ 'ปิดช่องว่างของการเรียนรู้' การให้ข้อมูลสะท้อนกลับขึ้นอยู่กับคุณภาพของการสนทนามากกว่าคุณภาพของการวิจารณ์ การให้ข้อมูลสะท้อนกลับสามารถทำได้ทั้งในรูปแบบการเขียนหรือการพูดปากเปล่า ข้อชี้แนะที่เป็นการเขียนหรือการพูดควรจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นประเด็นการเรียนรู้มากกว่าการพยายามแปลผลเป็นคะแนนหรือเกรด การสะท้อนผลควรจะเกิดขึ้นทันทีทันใด มีความชัดเจน ทำให้นักเรียนคิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำตามคำชี้แนะ และนั่นควรจะเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการที่ได้วางแผนไว้แล้ว ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาและมีความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้

[9]Black & WIlliam, 1998

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 28: เราจะสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์อย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ในรูปแบบการเขียนและแผนผัง

กิจกรรมนี้ช่วยเปิดโอกาสให้การประเมินผลสรุปมีคุณค่าเชิงบวก นั่นคือ นักเรียนได้ทบทวนว่านักเรียนจดจำเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่ได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้และเป็นการควบคุมการประเมิน การสะท้อนกลับควรจะเกิดขึ้นทันทีทันใดเป็นลักษณะคำถามที่ต่อเนื่องเป็นชุดและเน้นในส่วนที่นักเรียนขาด ในทางทฤษฎีคำถามก็ทำหน้าที่เป็นการประเมินนักเรียน

การประเมินเพื่อการเรียนรู้เกิดขึ้นตลอดการเรียนรู้ การประเมินไม่ควรจะเน้นหนักตอนท้าย แต่ควรจะเกิดขึ้นบ่อยและมีประสิทธิภาพ การประเมินเพื่อการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปรับปรุง เนื่องจากการประเมินแค่ตอนท้ายแทบจะไม่ใช่การแนะนำให้ปรับปรุง เพราะบริบทที่เกิดขึ้นมันผ่านไปแล้ว ผู้สอนควรจะตรวจสอบว่านักเรียนอยู่ในกระบวนการการเรียนรู้ และมุ่งพัฒนากลยุทธ์ต่างๆ ของนักเรียนระหว่างการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง

กลยุทธ์ AfL ควรใช้ตลอดการเรียนการสอน การประเมินไม่ควรใช้เมื่อจบการเรียนการสอน แต่ควรใช้เป็นระยะๆ และการใช้เป็นระยะๆ จะมีประสิทธิภาพมากกว่า AfL สนับสนุนให้นักเรียนมีพัฒนาการ หากมีการประเมินแค่ตอนท้ายของวิชาเรียน โอกาสที่จะพัฒนาได้ผ่านไปแล้ว ครูควรที่จะให้พัฒนาการของนักเรียนเป็นไปตามแผนที่วางไว้ และนำกลยุทธ์ที่หลากหลายมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

c) การประเมินเพื่อนและประเมินตนเอง

นักเรียนจะสามารถดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ได้หากเข้าใจเป้าหมายและสามารถประเมินว่าอะไรที่ต้องทำ เป้าหมายการเรียนรู้ควรมีความชัดเจนโดยใช้คำถามปลายเปิดที่ตั้งขึ้นอย่างรอบคอบ เกณฑ์ที่ใช้กับนักเรียนต้องชัดเจน สามารถเข้าใจและใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้านักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์ตัวอย่างที่ชัดเจน

ของความสำเร็จ ควรจะนำมาใช้เป็นต้นแบบของเกณฑ์ความสำเร็จสำหรับการประเมินเพื่อนและตนเองให้มีประสิทธิภาพ นักเรียนจะต้องเข้าใจและมีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์ความสำเร็จ ไม่เช่นนั้นนักเรียนจะไม่มีกรอบอ้างอิงในการประเมินและจะได้ผลสะท้อนที่ไม่มีคุณภาพ

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรม 4: อะไรคือสิ่งประดิษฐ์ที่ดี

กิจกรรม: นักเรียนพิจารณาร่วมกันโดยใช้เกณฑ์ความสำเร็จที่สร้างขึ้นเกี่ยวกับอะไรทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ที่ดี

นักเรียนเรียงลำดับเกณฑ์ความสำเร็จจากระดับความสำคัญ

นักเรียนแลกเปลี่ยนเกณฑ์ความสำเร็จที่จัดลำดับแล้วกับกลุ่มอื่นในกิจกรรม ‘market place’

นักเรียนสะท้อนเกณฑ์ความสำเร็จของกลุ่มของตนเองและปรับปรุงให้เหมาะสมที่สุด (เกณฑ์ความสำเร็จที่จัดลำดับแล้ว จะนำไปใช้ในกิจกรรมถัดไป)

ในส่วนนี้นักเรียนจะได้พัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จด้วยตนเองสำหรับใช้ในกิจกรรมถัดไป นักเรียนจะตระหนักถึงเกณฑ์การประเมินของตนเองในการประเมินสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ หลังจากที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการพัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จเพื่อใช้ประเมินแนวคิดอื่น นักเรียนจะสามารถเริ่มพัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จสำหรับตัวเอง ตัวอย่างเช่น เมื่อนักเรียนกำลังจะเตรียมและนำเสนอผลงาน

การประเมินเพื่อนจะมีลักษณะเฉพาะ เพราะว่านักเรียนจะต้องยอมรับการวิจารณ์ของคนอื่น ซึ่งจะแตกต่างจากการวิจารณ์จากผู้สอน การประเมินเพื่อนจะเกิดขึ้นในบริบทที่นักเรียนแลกเปลี่ยนด้วยกันเองในภาษาของนักเรียนเอง โดยที่จะเกิดการโต้แย้งกันขึ้นเมื่อนักเรียนมีความสงสัยหรือไม่เข้าใจในความคิดเห็นของอีกฝ่าย ซึ่งจะไม่เกิดขึ้นหากการประเมินมาจากผู้สอน การประเมินเพื่อนจึงเป็นการให้บทบาทสำคัญกับนักเรียน ผู้สอนควรจะสังเกตและสะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นและช่วยทำให้อยู่ในขอบเขตที่เป็นประโยชน์เพื่อทำให้การประเมินเพื่อนมีประสิทธิภาพ นักเรียนควรจะได้รับการฝึกฝนระหว่างที่ทำกิจกรรมกลุ่ม

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรม 5: คนอื่นมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับโปสเตอร์ของเรา

กิจกรรม: นักเรียนจัดโปสเตอร์แสดงผลงานและใช้กิจกรรม Market place โดยสมาชิกในกลุ่มครึ่งหนึ่งจะเดินดูโปสเตอร์ของกลุ่มอื่นและอีกครึ่งหนึ่งจะอยู่ตอบคำถามเกี่ยวกับโปสเตอร์ของกลุ่มตนเองเมื่อมีคนถาม ส่วนนักเรียนที่เดินดูและให้คะแนนกลุ่มเพื่อนจะใช้ตารางการให้คะแนน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกแบบว่าเราจะประเมินกลุ่มอื่นอย่างไร เช่น ให้คะแนนเต็มเป็น 10 หรือ 20 ใช้อักษรแทนเกรด จะดูอย่างไรว่ากลุ่มไหนดีที่สุด และกลุ่มไหนเป็นลำดับที่สอง

หัวข้อสำหรับการประเมิน

นักเรียนประเมินโปสเตอร์ของกลุ่มอื่นได้ยุติธรรมเพียงใด

การประเมินตนเองจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้สอนต้องการจะช่วยนักเรียนโดยเฉพาะกลุ่มอ่อนเพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะ เช่นเดียวกับการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพจะใช้เวลามากและต้องฝึกฝน บ่อยครั้งที่การประเมินตนเองแบบมีประสิทธิภาพจะเป็นการนำไปสู่การประเมินเพื่อนที่มีประสิทธิภาพด้วย นักเรียนจะต้องได้รับการฝึกเพื่อประเมินตนเอง การเริ่มต้นอาจจะใช้ต้นแบบของแนวทางการตั้งคำถามและการคิด บ่อยครั้งที่ผู้สอนพบว่านักเรียนที่ประเมินตนเองได้มีประสิทธิภาพจะมีส่วนร่วมและเข้าใจการประเมินเพื่อน เช่นเดียวกับการประเมินเพื่อนที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องมีกระบวนการและกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เป็นต้นแบบให้กับนักเรียน ดังนั้นการประเมินเพื่อนและตนเองที่มีประสิทธิภาพจะพัฒนาจากผู้สอนที่เป็นต้นแบบหรือดูตัวอย่างจากผู้สอนนั่นเอง เนื่องจากการประเมินนี้ไม่ได้มีเทคนิคที่นักเรียนจะสามารถทำตามได้เลย

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 30: เราจะประเมินทักษะของตนเองได้อย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนแต่ละคนทบทวนว่าตนเองมีความก้าวหน้าในการพัฒนาทักษะต่างๆ มากเพียงใดในหน่วยการเรียนรู้นี้ นักเรียนเติมข้อมูลให้สมบูรณ์ลงในตาราง ‘การพัฒนาทักษะ’ (Skills progress) โดยใช้สัญลักษณ์ไฟจราจร จากนั้นอธิบายว่าเราจะพัฒนาทักษะเหล่านี้อย่างไรโดยการเขียน ‘ขั้นต่อไป’ 3 ขั้น

การประเมินทักษะของนักเรียนในตาราง 'การพัฒนาทักษะ' ช่วยแสดงให้เห็นว่าทักษะใดที่นักเรียนต้องเน้นและไม่เน้นในการประเมินพัฒนาการของตนเอง ผลจากการประเมินจะทำให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจะพัฒนาตนเองในขั้นต่อไปอย่างไร

นักเรียนจะคุ้นเคยกับเกณฑ์ความสำเร็จหากนักเรียนได้รับการประเมินอย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ หากนักเรียนได้รับผิดชอบในการติดตามพัฒนาการของตนเอง นักเรียนจะทราบเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินตนเอง

ผู้สอนต้องแนะนำกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกณฑ์ที่จะต้องถูกประเมิน (โดยผู้สอนและผู้ประเมิน) ดังนั้นนักเรียนจะใช้เกณฑ์เหล่านี้ในการประเมินตนเองและเพื่อน จากงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้มีผลดีที่สุดกับนักเรียนที่มีทักษะพื้นฐานต่ำ ซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งเพราะในอดีตนักเรียนจะไม่รู้อย่างชัดเจนเลยว่าอะไรที่ทำให้งานของเขาดีหรือดีขึ้น

ตัวอย่างจากหลักสูตร

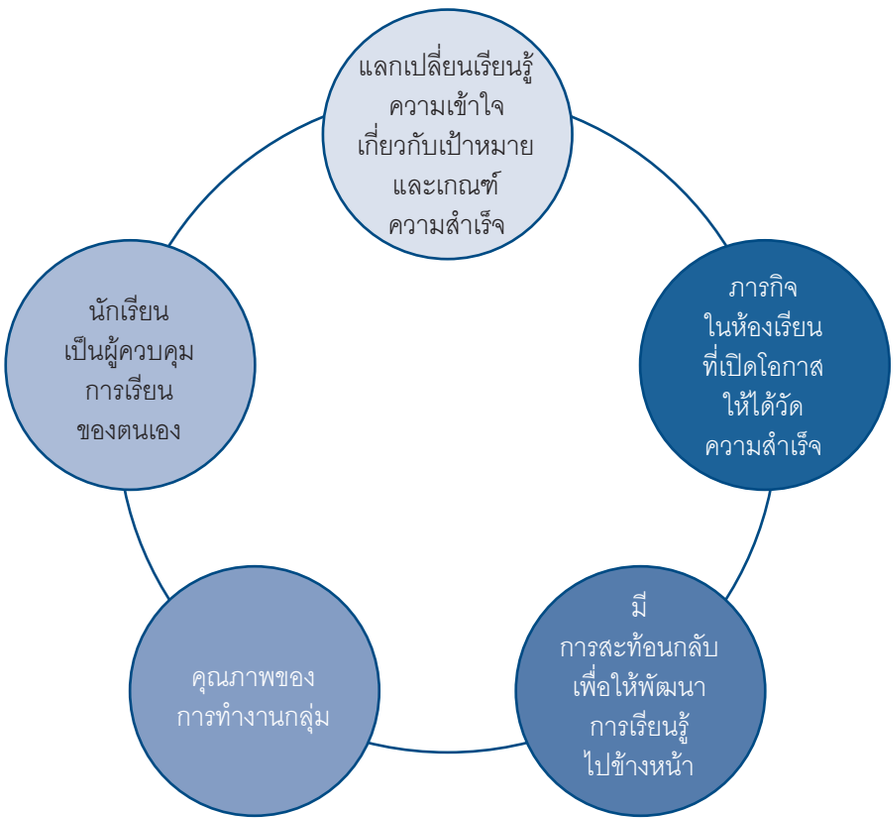
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรมที่ 13: โครงการสร้างความตระหนักรู้ที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร

กิจกรรม: กลุ่มของนักเรียนเปรียบเทียบโครงการสร้างความตระหนักรู้ 2 ชุด นักเรียนตอบคำถามในใบงานและพัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จของตนเองเกี่ยวกับโครงการสร้างความตระหนักรู้ที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร (นักเรียนจะต้องใช้เกณฑ์ความสำเร็จนี้ต่อไปในหน่วยการเรียนรู้นี้)

เมื่อนักเรียนเปรียบเทียบโครงการสร้างความตระหนักรู้ 2 ชุด นักเรียนมีตัวอย่างของโครงการสร้างความตระหนักรู้ที่ดี ดังนั้นนักเรียนจะสามารถพิจารณาได้ว่าอะไรที่ทำให้แต่ละอย่างสำเร็จได้ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จสำหรับโครงการสร้างความตระหนักรู้ของพวกเขา

4. การเรียนรู้ที่มีคุณภาพ

ลักษณะของการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ สรุปได้ดังนี้



หลักสูตรบูรณาการสะเต็มเข้าสู่วิชาชีพมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาลักษณะของการเรียนรู้เหล่านี้ผ่านการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เน้นทักษะกิจกรรม การสืบเสาะเป็นฐาน กิจกรรมถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนพัฒนาการทักษะที่จำเป็นของตนเองผ่านการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ได้เรียงลำดับอย่างเป็นระบบ

5. การวางแผนการจัดการเรียนรู้

การทำงานร่วมกันของผู้สอนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 แห่ง ทำให้ได้พัฒนาต้นแบบสำหรับการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และได้ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในบางกิจกรรม อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจจะต้องปรับแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนและความต้องการของวิทยาลัย

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเมื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

5.1 หัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรม

5.2 เป้าหมายการเรียนรู้และ/หรือเกณฑ์ความสำเร็จ – เชื่อมโยงไปสู่เกณฑ์การประเมิน

5.3 บริบท – ทักษะและวิชา

5.4 การถ่ายโอนทักษะ ความรู้ และความเข้าใจจากวิชาอื่นหรือจากบริบทนอกห้องเรียน

5.5 รายละเอียดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

5.6 การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนในส่วนของการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มหรือเดี่ยว

5.7 การประเมิน จะประเมินนักเรียนด้านใดบ้าง

- เกณฑ์การประเมินจะเป็นอย่างไร
- จะประเมินเดี่ยว คู่ หรือกลุ่ม
- ประเมินระหว่างเรียน หรือ ประเมินสรุปผล
- ประเมินเพื่อน ประเมินตนเอง หรือประเมินโดยผู้สอน ครูควรจะระบุเวลาที่ใช้ สื่อเรียนรู้ และอุปกรณ์ที่จำเป็น

5.1 หัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรม

หลักสูตรบูรณาการสะเต็มสู่วิชาชีพมีหัวข้อสำหรับแต่ละกิจกรรมในรูปของคำถามปลายเปิด ซึ่งกำหนดไว้เพื่อจะ ‘เชื้อเชิญให้นักเรียนเข้ามาสู่การเรียนรู้’ คำถามปลายเปิดที่ดีที่ใช้เป็นหัวข้อนั้นจะระบุเหตุการณ์ที่เป็นการบอกบริบทโดยสร้างเป็นเงื่อนไขและแนะนำให้นักเรียนรู้ว่านักเรียนต้องทำอะไร

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 15: เหตุใดสิ่งประดิษฐ์บางอย่างจึงมีทั้งคนชอบและไม่ชอบ

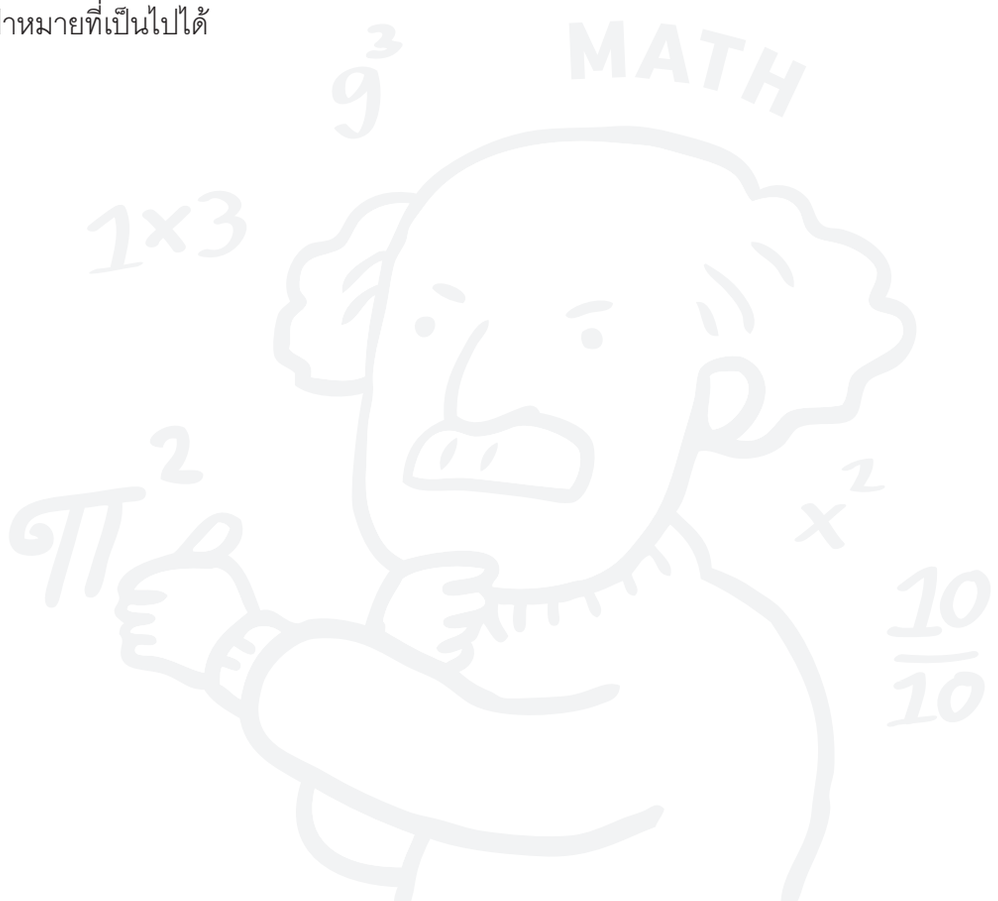
หัวข้อที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ - สิ่งใดที่หาได้ง่ายและเมื่อทำแล้วเกิดความสนุก

5.2 เป้าหมายการเรียนรู้และ/หรือเกณฑ์ความสำเร็จ

คำว่า ‘เป้าหมายการเรียนรู้’ ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าน่ากลัวน้อยกว่าคำว่า ‘ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง’ ถ้าเรามี ‘เป้าหมาย’ ในการเรียนรู้บางอย่าง เช่น ทักษะและความรู้ เป็นสิ่งที่ไม่น่าอายถ้าทำได้ไม่สำเร็จ แต่ถ้านักเรียนไม่บรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นักเรียนจะรู้สึกว่าผิดหวัง ซึ่งความรู้สึกเช่นนั้น ในฐานะของผู้สอนจะต้องพยายามที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้น เพราะทุกคนมีความเชื่อว่า ‘ความสำเร็จในวันนี้ จะนำไปสู่ความสำเร็จในวันหน้า’ ความสำเร็จช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความมั่นใจของนักเรียน ดังนั้นเราจึงใช้คำว่า ‘เป้าหมายการเรียนรู้’ ในหลักสูตรนี้

แต่ละกิจกรรมได้แนะนำข้อความสำหรับการประเมินและเกณฑ์การประเมิน ซึ่งควรจะใช้ในการพัฒนาเป้าหมายการเรียนรู้ของนักเรียน อย่างไรก็ตาม สามารถที่จะเพิ่มเติมหรือปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียน ผู้สอน และ/หรือความต้องการของวิทยาลัย

เมื่อเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจะเห็นความแตกต่างในแต่ละเป้าหมายการเรียนรู้ที่แสดงถึงระดับพัฒนาการ เช่น หากมีเป้าหมายการเรียนรู้ 3 ข้อ เราสามารถระบุได้ว่านักเรียนบางคนจะบรรลุทั้ง 3 ข้อ (กลุ่มเก่ง) นักเรียนบางคนอาจจะบรรลุเพียง 2 ข้อ หรือ 1 ข้อ (กลุ่มอ่อน) เป้าหมายการเรียนรู้สามารถเขียนให้แตกต่างตามเป้าหมายที่เป็นไปได้



ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 21: นักประดิษฐ์พัฒนาต้นแบบอย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มอ่านใบความรู้เรื่องต้นแบบ และตอบคำถามในรูปแบบ PISA

การประเมิน

- นักเรียนเข้าถึงข้อความและคำถามได้ดีเพียงใด
- นักเรียนตอบคำถามได้ดีเพียงใด

เกณฑ์การประเมินสำหรับข้อความการประเมินสามารถพัฒนาและเปลี่ยนเป็นเป้าหมายการเรียนรู้

- สามารถอธิบายความแตกต่างของต้นแบบ
- ให้เหตุผลเกี่ยวกับเวลาที่ดีที่สุดในการหาแหล่งทุน

เป้าหมายการเรียนรู้สามารถที่จะระบุระดับความยากได้ มีดังนี้

- นักเรียนบางคนสามารถอธิบายความแตกต่างของต้นแบบได้ครบ และสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับทางเลือกของเขาในการหาเวลาที่ดีที่สุดในการหาแหล่งทุน
- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความแตกต่างของต้นแบบได้ และสามารถให้เหตุผลได้บางส่วนเกี่ยวกับเวลาที่ดีที่สุดในการหาแหล่งทุน
- นักเรียนทุกคนสามารถอธิบายความแตกต่างของต้นแบบได้บ้าง และตระหนักได้ว่าเวลาใดในกระบวนการพัฒนาต้นแบบที่เราควร

จะใช้หาแหล่งทุน

5.3 บริบท - ทักษะและวิชา

ในหลักสูตร ได้ระบุความเชื่อมโยงกับหลักสูตรการอาชีวศึกษา ดังนั้น สามารถใช้เป็นบริบทสำหรับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้หรือเพิ่มเติมตามความต้องการของผู้สอน ในแต่ละกิจกรรมได้ระบุวิธีการจัดการเรียนรู้สะเต็มหรือทักษะสะเต็มไว้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ในแผนการจัดการเรียนรู้

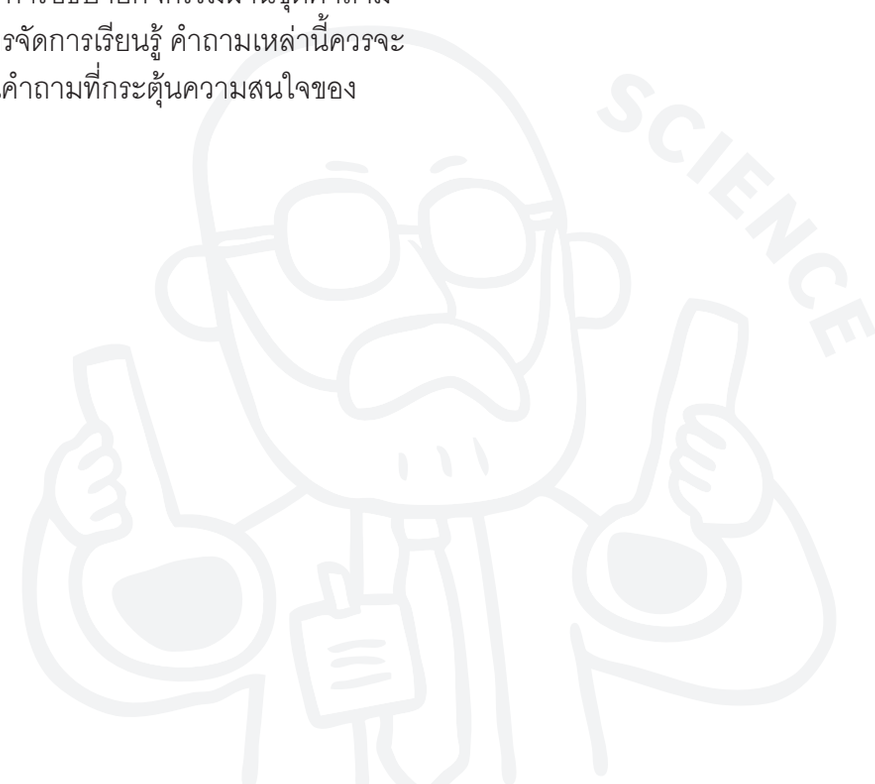
5.4 การถ่ายโอนทักษะ ความรู้ และความเข้าใจ

การถ่ายโอนทักษะ ความรู้ และความเข้าใจเป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างทักษะ ความรู้ และความเข้าใจในบริบทอื่นๆ ซึ่งจะช่วยฝึกการเรียนรู้ และนั่นทำให้เกิดการจดจำได้นานและถาวรในระบบความจำของนักเรียน และเป็นส่วนช่วยทำให้เกิดความเข้าใจ อย่างไรก็ตามต้องมั่นใจว่าคำศัพท์ที่ใช้ร่วมกันระหว่างหลักสูตรและการเรียนรู้อื่นๆ เป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นผู้สอนต้องปรับคำศัพท์ที่ใช้ในหลักสูตรนี้หรือในการเรียนรู้เรื่องอื่น เพื่อมั่นใจว่านักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย ผู้สอนจึงต้องช่วยนักเรียนในการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้ของพวกเขาโดยการถามคำถามที่สะท้อนการรู้คิด เช่น

- นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดนี้มาก่อนจากที่ไหน
- นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่า...
- เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
- นักเรียนได้ใช้ทักษะนี้มาก่อนจากไหน
- สิ่งนี้เชื่อมโยงกับ...อย่างไร

5.5 รายละเอียดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

คำถามที่มีประสิทธิภาพจัดว่าเป็นแก่นของการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ วิธีในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ คือ การอธิบายกิจกรรมผ่านชุดคำถามที่เรียงกัน ซึ่งจะใช้ระหว่างเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ คำถามเหล่านี้ควรจะเป็นคำถามปลายเปิดถ้าเป็นไปได้และเป็นคำถามที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน



ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **กิจกรรมที่** 3: **มีสิ่งประดิษฐ์ใดอีกบ้างที่สามารถนำมาใส่ในวิวัฒนาการของสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่**

กิจกรรม: นักเรียนคิดและระบุรายการสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ ที่สามารถจะหาได้ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำการสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ตเพื่อหาว่าสิ่งประดิษฐ์เหล่านั้นสร้างขึ้นเมื่อใด ขณะที่ทำการสืบค้น นักเรียนควรจะคำนึงถึงความน่าเชื่อถือและถูกต้องของแหล่งข้อมูล

ตัวอย่างคำถามที่ควรเน้นก่อนที่จะทำการสืบค้น

- *เครื่องมือสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต (search engine) ใดที่นักเรียนใช้ เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้เครื่องมือดังกล่าว*
- *คำที่ใช้ในการค้นคืออะไร คำใดที่เป็นคำที่ดีที่สุด เพราะอะไร*
- *ประเภทของแหล่งข้อมูล (site) แบบใดที่ดีที่สุดในการสืบค้น เพราะเหตุใด*
- *นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าข้อมูลที่ได้มาเชื่อถือได้*
- *นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าข้อมูลมีอคติ (ไม่เที่ยงตรง)*

เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

5.6 การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

ในหลักสูตรได้ระบุไว้ว่าต้องจัดการเรียนรู้ที่เน้นความร่วมมืออย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งกิจกรรมส่วนใหญ่ต้องการให้นักเรียนทำงานเป็นคู่หรือเป็นกลุ่มเล็ก ดังนั้นนักเรียนจะได้พัฒนาทักษะการทำงานแบบร่วมมือเป็นอย่างดี รวมถึงทักษะการสื่อสาร เช่น การฟัง และการพูด รวมถึงการเจรจาและการประนีประนอม ห้องเรียนจะต้องจัดในลักษณะที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างเป็นอิสระนอกเหนือจากการจัดโต๊ะเป็นกลุ่ม

การประเมิน ซึ่งจะพูดถึงในหัวข้อถัดไป จะแตกต่างจากการประเมินสรุปผลแบบเดิมเล็กน้อย เมื่อนักเรียนทำงานแบบร่วมมือ ในความเป็นจริงจะง่ายมากในการปรับการประเมิน โดยเน้นการประเมินกระบวนการและผลลัพธ์มากกว่าการประเมินแค่ผลลัพธ์ เพื่อที่จะให้นักเรียนทุกคนรับรู้ถึงระดับความสำเร็จ

6. การประเมิน

การประเมินมี 2 ประเภทที่สำคัญ

1. **การประเมินระหว่างเรียนหรือการประเมินเพื่อพัฒนา**
เกิดระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยคำนึงว่านักเรียนอยู่ระดับใด นักเรียนจะไปได้ถึงไหน และจะไปถึงได้อย่างไร

2. **การประเมินหลังเรียนหรือประเมินผลสรุป**
เกิดหลังจากการจัดการเรียนรู้ เพื่อตัดสินใจว่านักเรียนอยู่ในระดับใด ข้อมูลนี้นำมาใช้เพื่อบอกว่านักเรียนและครูจะทำอย่างไรในขั้นต่อไป ก็จะเป็นการประเมินระหว่างเรียนหรือประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

งานวิจัยได้ระบุว่าการประเมินระหว่างเรียนเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียน ขณะที่การประเมินสรุปผลมีผลน้อยมาก หรือไม่มีผลเลยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นในหลักสูตรนี้จะเน้นที่การประเมินระหว่างเรียนหรือประเมินเพื่อพัฒนาทั้งจากผู้สอนและจากตัวผู้เรียนเอง อย่างไรก็ตามก็ควรจะมีการประเมินผลสรุปหลังจากจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

6.1 เกณฑ์การประเมิน

จากที่กล่าวไว้ข้างต้น แต่ละกิจกรรมมีข้อความสำหรับการประเมินให้ ซึ่งข้อความเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด หรือใช้เป็นลักษณะของรูปแบบไฟจราจรเพื่อแสดงว่านักเรียนทำแต่ละข้อได้ดี ไม่ค่อยดี หรือต้องปรับปรุงมากน้อยเพียงใด

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 23: เราจะสามารถทำการวิจัยตลาดสำหรับสิ่งประดิษฐ์ได้อย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนออกแบบแบบสอบถามเพื่อหาว่าประชาชนมีความคิดเห็นอย่างไรกับสิ่งประดิษฐ์ใหม่ สิ่งประดิษฐ์นี้คือจักรยานที่มีมอเตอร์เล็กๆ โดยมอเตอร์จะทำงานจากพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผ่นโซลาร์เซลล์ที่อยู่บนหมวกกันน็อกของคนปั่นจักรยาน นักเรียนทำงานในกลุ่มโดยใช้ใบงาน นักเรียนใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกวิเคราะห์และนำเสนอผลที่ได้ โดยมีเวลานำเสนอ 2 นาที โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ได้ถ้าต้องการ

การประเมิน
นักเรียนจะทำสิ่งเหล่านี้ได้ดีเพียงใด
- การออกแบบแบบสอบถามที่ไม่คลุมเครือ
- การจัดเรียงข้อค้นพบ
- การวิเคราะห์ข้อค้นพบ
- การนำเสนอข้อค้นพบ

แต่ละกลุ่มใช้สัญลักษณ์ไฟจราจรเพื่อแสดงระดับของตนเอง ในการประเมินแต่ละข้อ

ถ้าต้องการเกณฑ์การประเมินสามารถสร้างเพิ่มเติมเฉพาะข้อความสำหรับการประเมินแต่ละข้อได้ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลการประเมินที่มากกว่าและเหมาะกับความต้องการของผู้สอนและผู้เรียน

ตัวอย่างจากหลักสูตร
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: กิจกรรมที่ 25 เราจะแก้ปัญหาที่ซับซ้อนกว่านี้อย่างไร
กิจกรรม: นักเรียนอ่านใบความรู้ เรื่อง 'วิธีแก้ปัญหา' นักเรียนได้รับโจทย์ว่า โลกกำลังขาดแคลนพลังงานที่นำมาใช้ได้ ร่างกายของเราสร้างความร้อนปริมาณหนึ่ง แต่พลังงานนี้ถูกถ่ายโอน (สูญหาย) ไปสู่สิ่งแวดล้อม นักเรียนใช้กระบวนการในใบความรู้เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์ นักเรียนเตรียมการนำเสนอ 3 นาทีเพื่ออธิบายขั้นตอนที่ใช้และการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (สิ่งประดิษฐ์) ให้เพื่อนฟัง ทั้งนี้ในการนำเสนอสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ได้ถ้าต้องการ

การประเมิน
นักเรียนทำสิ่งเหล่านี้ได้ดีเพียงใด
- การพัฒนาแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา
- ความชัดเจนในการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์
- การประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายสิ่งประดิษฐ์

ผู้สอนสามารถพัฒนาเกณฑ์การประเมิน ตัวอย่าง ข้อความสำหรับการประเมินที่สองจากด้านบน

นักเรียนจะทำสิ่งนี้ได้ดีเพียงใด

ความชัดเจนในการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์

1. การใช้ภาษาที่เป็นทางการ
2. โครงสร้างการนำเสนอ
3. การออกแบบที่ส่งเสริมการนำเสนอ
4. เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา ดึงดูดความสนใจของผู้ฟัง
6. ความดังและน้ำเสียงที่ใช้ในการนำเสนอและการแสดงออกถึงความรู้สึก
7. เทคนิคที่ดึงดูดผู้ฟัง - การสบตา การใช้คำถามที่สละสลวย การวางมือ

การประเมินนี้อาจใช้สัญลักษณ์ไฟจราจรเพื่อแสดงระดับความสำเร็จของนักเรียน โดยอาจจะประเมินโดยผู้สอนหรือตัวนักเรียนเอง ทั้งนี้การได้รับรู้ถึงความเป็นเจ้าของในการประเมินตนเองจะทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจที่มากกว่าการที่มีผู้สอนมาตัดสินว่านักเรียนทำได้ดีแค่ไหน

6.2 การประเมินเดี่ยว/คู่/กลุ่ม

การประเมินควรจะเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องในแต่ละกิจกรรมและไม่จำเป็นว่าผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินนักเรียนทุกคนตลอดเวลา นักเรียนควรจะได้ทราบถึงการเรียนรู้ของตนเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับผิดชอบในการประเมินตนเอง ซึ่งนี่คือหลักสำคัญในความสำเร็จ นักเรียนควรจะตระหนักรู้ว่าจะถูกประเมินด้านใดบ้างและถูกประเมินอย่างไร

เมื่อประเมินการทำงานกลุ่มหรือเดี่ยวจำเป็นที่จะต้องเลือกว่าจะประเมินอะไรก่อนเริ่มกิจกรรมไหน และควรจะระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่นเดียวกับการทำงานแบบร่วมมือจำเป็นที่จะต้องตัดสินใจก่อนว่าจะประเมินอะไรในกลุ่มหรือในคู่ล่วงหน้าก่อนเรียน และบอกให้นักเรียนที่เกี่ยวข้องทราบ ถ้าเราไม่ทำเช่นนี้ เราจะพบว่าตลอดคาบนั้นเราจะได้ประเมินแค่นักเรียนที่ทำงานได้ดีที่สุดและได้แย่ที่สุดในห้อง ดังนั้นในแต่ละคาบของการสอนควรจะประเมินอย่างมากที่สุด 2 หรือ 4 กลุ่มเท่านั้น

ควรจะเน้นที่กระบวนการที่นักเรียนใช้มากกว่าผลลัพธ์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถบรรลุตามเป้าหมายและรับรู้ได้ถึงความสำเร็จ

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 19: กระดาษเขียนซ้ำได้ช่วยทำให้โลกดีขึ้นได้อย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ของกระดาษเขียนซ้ำได้ ซึ่งแสดงในคลิปวิดีโอ (ภาษาอังกฤษ) 'กระดาษเขียนซ้ำได้ช่วยทำให้โลกดีขึ้นได้อย่างไร' และอธิบายในรูปแบบข้อความ

นักเรียนค้นคว้าแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์นี้ และพัฒนากลยุทธ์การตลาดและการโฆษณากระดาษเขียนซ้ำได้ เพื่อไปเสนอให้กับกลุ่มเพื่อนที่ได้เลือกไว้

การประเมิน

นักเรียนทำสิ่งเหล่านี้ได้ดีเพียงใด

1. เข้าใจคลิปวิดีโอภาษาอังกฤษ
2. เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์
3. สื่อสารกับผู้ฟังโดยใช้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
4. เตรียมแผนการตลาดที่ใช้ในเชิงธุรกิจ
5. ผลิตงานโฆษณาที่น่าสนใจ

ในกิจกรรมนี้ควรจะพัฒนาเกณฑ์การประเมินสำหรับทั้ง 5 ข้อความสำหรับการประเมิน และควรจะแบ่งนักเรียนออกเป็นอย่างน้อย 6 กลุ่มในการปฏิบัติภารกิจนี้ ซึ่งในมุมมองของการประเมินการจัดการค่อนข้างเป็นไปได้ยากหากไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้า

ผู้ประเมินสามารถประเมินกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งตลอดการอภิปราย เพื่อดูว่าพวกเขาเข้าใจคลิปวิดีโอภาษาอังกฤษได้ดีเพียงใด เราอาจประเมินกลุ่มที่สองในด้านความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามจุดเน้นหลักคือการผลิตงานโฆษณาและผู้ประเมินต้องประเมินว่างานโฆษณาที่ 2 กลุ่มสร้างขึ้นน่าสนใจเพียงใด ถ้าผู้ประเมินเน้นที่ขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มใช้ในการผลิตงานโฆษณา และการปรับปรุงขั้นตอนก็จะสำคัญกว่าการดูผลลัพธ์ที่ได้ กระบวนการเหล่านี้จะต้องนำไปใช้อีกครั้งในอนาคตเมื่อสร้างผลงานโฆษณา

การประเมินเหล่านี้ควรจะเกิดขึ้นในขั้นของการวางแผนการจัดการเรียนรู้และบอกให้นักเรียนทราบก่อนที่จะเริ่มภารกิจ ดังนั้นนักเรียนจะได้ตระหนักว่าพวกเขาจะต้องทำอะไรและจะถูกประเมินอะไร

6.3 การประเมินจากเพื่อนและตนเอง หรือการประเมินโดยครู

งานวิจัยได้ระบุว่าการประเมินโดยครูมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการประเมินจากเพื่อนและการประเมินตนเอง ในหลักสูตรนี้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างและใช้เกณฑ์ความสำเร็จของตนเอง ขณะที่นักเรียนพัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จนั้น จำเป็นอย่างยิ่งว่าผู้สอนจะต้องกระตุ้นความก้าวหน้าของนักเรียนโดยการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดเพื่อให้มั่นใจว่าเกณฑ์ความสำเร็จที่นักเรียนพัฒนาขึ้นมีคุณภาพ

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 4: อะไรคือสิ่งประดิษฐ์ที่ดี

กิจกรรม: นักเรียนร่วมกันพิจารณาเกณฑ์ความสำเร็จของตนเอง เกี่ยวกับ ‘อะไรคือสิ่งประดิษฐ์ที่ดี’

นักเรียนจัดลำดับเกณฑ์ความสำเร็จตามลำดับความสำคัญ

นักเรียนแลกเปลี่ยนเกณฑ์ความสำเร็จที่ได้จัดลำดับแล้วกับเพื่อนกลุ่มอื่นในกิจกรรม ‘market place’

นักเรียนสะท้อนเกณฑ์ความสำเร็จของตนเองและปรับให้ดีขึ้น (เกณฑ์ความสำเร็จที่จัดลำดับความสำคัญแล้วจะได้นำไปใช้ในกิจกรรมถัดไป)

การประเมิน

นักเรียนทำสิ่งนี้ได้ดีเพียงใด

พิจารณาเกณฑ์ความสำเร็จอย่างชัดเจนและยุติธรรม (มีความเป็นปรนัย) ขณะที่นักเรียนพัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จสำหรับ ‘อะไรคือสิ่งประดิษฐ์ที่ดี’ ผู้สอนสามารถเน้นการคิดและการอภิปรายของนักเรียนโดยการตั้งคำถามที่เน้นการรู้คิด เช่น

- สิ่งประดิษฐ์คืออะไร ทำไมจึงคิดเช่นนั้น
- สิ่งประดิษฐ์อะไรที่นักเรียนรู้จัก นักเรียนรู้จักอะไรเกี่ยวกับมัน มันสร้างขึ้นมาจากอะไร
- คำว่า ‘ดี’ คืออะไรเมื่อใช้กับสิ่งประดิษฐ์
- อะไรที่นักเรียนคิดว่าทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ที่ดี เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
- อะไรที่นักเรียนอยากประดิษฐ์ขึ้นมา เพราะเหตุใด
- สิ่งประดิษฐ์นี้จะดีหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
- นักเรียนคิดว่าสิ่งประดิษฐ์ใดที่สำคัญที่สุดในอนาคต เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
- อะไรคือเกณฑ์ความสำเร็จของ ‘สิ่งประดิษฐ์ที่ดี’
- นักเรียนคิดว่าอะไรที่สำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

เมื่อเป็นไปได้ให้ใช้การประเมินเพื่อนหรือการประเมินตนเอง งานวิจัยระบุว่าการประเมินโดยครูจะมีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อทำสลับกับการประเมินเพื่อนและประเมินตนเองในช่วงเวลาประมาณ 3 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามนักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนเกี่ยวกับทักษะในการประเมินก่อนที่จะทำการประเมินได้อย่างมีความหมาย และบอกว่าตัวนักเรียนเองหรือคนอื่นจะต้องพัฒนาขั้นต่อไปอย่างไร ในความเป็นจริงนักเรียนจะต้องทราบว่าผลลัพธ์ที่มีคุณภาพเป็นอย่างไรก่อนที่จะพัฒนาเกณฑ์ความสำเร็จได้หรือประเมินโดยใช้ข้อมูลนี้ในการระบุขั้นต่อไป และเพื่อแน่ใจว่านักเรียนเชื่อว่านักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะไม่เปิดเผยคะแนนการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อน นักเรียนสามารถอ่านการประเมินของตนเองและบันทึกสิ่งที่ต้องทำในขั้นต่อไปถ้าจำเป็น อย่างไรก็ตามจะดีกว่าหากไม่ใช้ข้อเสนอแนะหรือคะแนนส่วนนี้ในการประเมินเพื่อการตัดสินเพราะเป็นการลดความมั่นใจของนักเรียนลง

ตัวอย่างจากหลักสูตร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมที่ 30: เราจะประเมินทักษะของเราได้อย่างไร

กิจกรรม: นักเรียนแต่ละคนทบทวนว่านักเรียนมีความก้าวหน้าหรือพัฒนาทักษะได้ดีเพียงใด ตลอดหน่วยการเรียนรู้นี้ นักเรียนเติมข้อมูลในตาราง ‘ความก้าวหน้าด้านทักษะ’ ให้สมบูรณ์ โดยใช้สัญลักษณ์ไฟจราจร จากนั้นนักเรียนอธิบายว่าจะปรับปรุงพัฒนาทักษะเหล่านั้นอย่างไร โดยการระบุการพัฒนาในขั้นต่อไป 3 ขั้น

การประเมิน

- นักเรียนสามารถประเมินวิธีการที่ใช้ทักษะได้ดีเพียงใด
- นักเรียนสามารถระบุ ‘ขั้นต่อไป’ สำหรับการพัฒนาตนเองได้ดีเพียงใด

ให้นักเรียนรวมผลงานทั้งหมดของนักเรียนที่ได้ทำในหน่วยการเรียนรู้นี้และใบงาน ‘ความก้าวหน้าด้านทักษะ’
ครูบอกให้นักเรียนทราบว่ามีทักษะมากมายที่นักเรียนได้ใช้และพัฒนาระหว่างการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้นี้ ยกตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการคิดเชิงวิพากษ์

ในช่องที่ให้มีไว้สำหรับให้นักเรียนบันทึกความก้าวหน้าของตนเอง โดยใช้ระบบสัญญาณไฟจราจร

- ไม่ได้ใช้หรือพัฒนาทักษะนี้
- ใช้แต่ไม่ได้พัฒนาทักษะนี้เท่าที่ควร
- ใช้และพัฒนาทักษะนี้ได้ดี

นักเรียนจะต้องบันทึกลงในตารางการประเมินทักษะด้วยตนเอง ให้สมบูรณ์ ผู้สอนควรจะอ่านใบงานที่นักเรียนทำเสร็จสมบูรณ์แล้ว และระบุขั้นตอนการพัฒนาต่อไปถ้าจำเป็น อย่างไรก็ตามผู้สอนไม่ควรจะบันทึกความคิดเห็นใดๆ ลงไปในใบงานของนักเรียน

คู่มือครูสำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-5

ภาคผนวก 1: เครื่องมือและกลยุทธ์การเรียนรู้

ภาคผนวก 2: รายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้

ภาคผนวก 3: คู่มือ EEF

ภาคผนวก 4: ตารางแผนการสอน

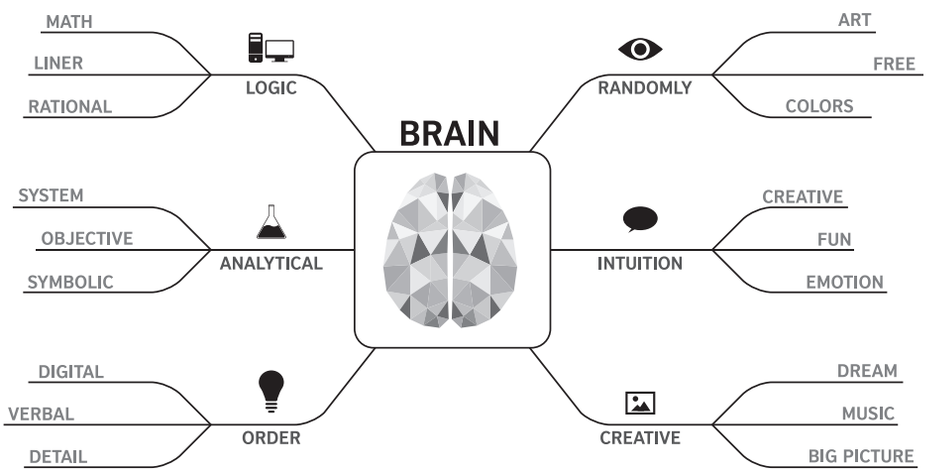
ภาคผนวก 1: เครื่องมือและกลยุทธ์การเรียนรู้

1. แผนผังมโนทัศน์
Mind mapping

โดยทั่วไปแผนผังมโนทัศน์ (mind map) จะใช้เพื่อกระตุ้นความรู้ความเข้าใจเดิมของนักเรียน แผนผังที่ได้จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนการค้นคว้าวิจัยหรือจะแก้ปัญหา

แนวคิดหลักจะวางไว้ตรงกลางโดยมีเส้นโยงออกมา แต่ละเส้นจะมีคำ 1 คำอยู่ตรงปลายเพื่อแสดงถึงความเชื่อมโยงของแนวคิด แสดงแนวคิดย่อยและตัวอย่างภาพและข้อความเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของสาขาที่แตกต่างกัน เมื่อมีแนวคิดเพิ่มขึ้น หรือต้องการเพิ่มคำอธิบายลงไปในเส้นก็จะเปลี่ยนจากแผนผังมโนทัศน์เป็นแผนผังแนวคิด

โปรแกรมแผนผัง มโนทัศน์ ในรูปแบบ ICT ได้ผลิตมาใช้ในเชิงพาณิชย์ครั้งแรก โดย โทนี่ บูซาน (Tony Buzan) ซึ่งเป็นระบบสำหรับรวบรวมข้อมูลในวิธีที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลเหมือนการทำงานของสมองมากกว่าการเขียนข้อความเรียงๆ กัน สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเข้าไปในลิงค์นี้ http://www.tonybuzan.com/about/mind-mapping/



2. ตาราง QuADS
QuADS grid

ตาราง QuADS เปิดโอกาสให้เน้นการค้นคว้าเกี่ยวกับคำถามที่เฉพาะเจาะจงหรือคำถามที่สนใจ

คำถาม (Question)	**คำตอบ** (Answer)	**รายละเอียด** (Details)	**แหล่งข้อมูล** (Sources)

คำถามหรือชุดคำตอบ อาจจะกำหนดให้นักเรียนเขียนคำถามเอง กิจกรรมนี้จะใช้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าคำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนจะต้องสรุปข้อมูลที่ค้นพบ และหาคำตอบที่ชัดเจน กระชับและละเอียด สิ่งที่นักเรียนคิดว่าสนับสนุนคำตอบที่น่าสนใจควรนำมาใช้อธิบายร่วมกัน จากนั้นบันทึกลงในตาราง “รายละเอียด” สุดท้ายนักเรียนจะต้องให้ข้อมูลรายละเอียดที่ถูกต้องเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่ได้สืบค้นเพื่อให้คนอื่นนำไปใช้ได้

ตาราง QuADS สามารถใช้ในการวางแผน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ถามคำถามปลายเปิด หรือใช้เป็นพื้นฐานในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการค้นคว้าวิจัย

3. ตาราง KWHL และ KWL
KWHL & KWL grid

ตาราง KHWL ใช้ได้หลากหลายสถานการณ์ จุดแข็งของตารางนี้คือเริ่มจากความคิดของนักเรียน ดังนั้นจะสามารถระบุแนวคิดคลาดเคลื่อนและการเรียนรู้ก่อนหน้านี้ และนักเรียนจะมีส่วนร่วมกับการเรียนรู้ของตนเอง

ตาราง KWHL ส่งเสริมให้นักเรียนได้บันทึกกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ตัวอักษรแสดงถึงขั้นตอนในกระบวนการ คือ อะไรที่ฉันรู้อยู่แล้ว (Know) อะไรที่ฉันอยากรู้ (Want) ฉันจะรู้หรือหาคำตอบได้อย่างไร (How) และฉันได้เรียนรู้อะไร (Learn) ในขั้น H บางครั้งอาจจะข้ามไป ซึ่งถ้าไม่มีขั้น H ก็จะลด H ลงกลายเป็นตาราง KWL

KWHL มักจะใช้เป็นบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนและผู้สอนใช้กระตุ้นและตรวจสอบการเรียนรู้เดิม นักเรียนสามารถสร้างคำถามเกี่ยวกับหัวข้อนั้นๆ ด้วยตนเอง คำถามแบบไหนที่จะกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถาม อย่างไรก็ตามยังจำเป็นที่ผู้สอนจะกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายและประเมินว่าคำถามที่ดีเป็นอย่างไร

นักเรียนสามารถจัดลำดับ หรือเลือกวิธีการสืบเสาะของตัวเอง ความสำเร็จจะชัดเจนและติดตามการเรียนรู้ได้ง่าย ดังนั้นการประเมินการเรียนรู้จึงเกิดขึ้น

ตาราง KWHL ส่งเสริมการรู้คิดเพราะนักเรียนได้สะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้จากภารกิจ

อะไรที่ฉันรู้อยู่แล้ว What do I know?	**อะไรที่ฉันต้องการรู้** What do I want to know?	**ฉันจะหาคำตอบหรือเรียนรู้ได้อย่างไร** How will I find out?	**ฉันได้เรียนรู้อะไร** What have I learned?

ผู้สอนอาจจะเลือกคำถามบางคำถามลงในช่องเพื่อเชื่อมสู่เป้าหมายการเรียนรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกคำถามเพิ่มเติมด้วยเช่นกัน

4. ข้อดีและข้อด้อย
PROs and CONs

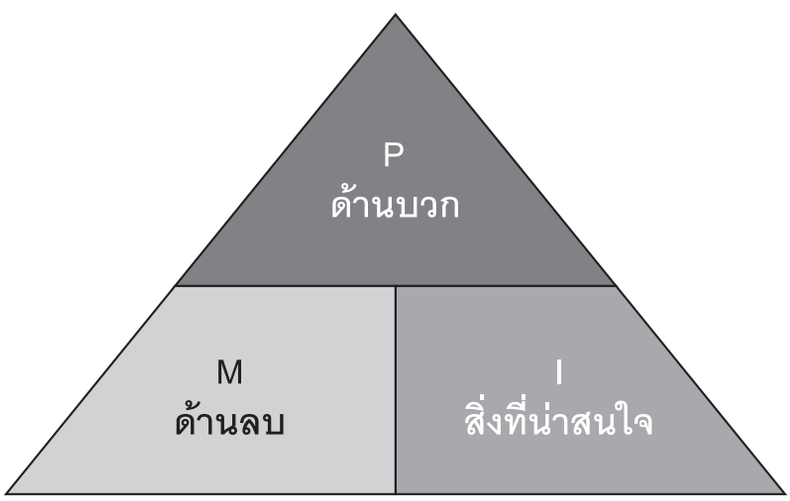
เป็นวิธีการในการพิจารณาสิ่งที่ชอบและไม่ชอบ ดีและไม่ดี หรือมีประโยชน์และไม่มีประโยชน์ นักเรียนอาจจะถูกถามให้พูดคุยหรือเขียนความคิดของเขาเกี่ยวกับแนวคิด กลยุทธ์ แผน หรือการโต้แย้ง การเขียนจะเขียนในลักษณะตาราง 2 ช่องติดกัน เพื่อเปรียบเทียบมุมมองที่ต่างกันได้ชัดเจน ซึ่งนักเรียนจำเป็นที่ต้องใช้ความคิดเชิงวิพากษ์ถูกส่งเสริมให้เปรียบเทียบเชิงน้ำหนัก มุมมองและความคิดเห็นที่เป็นไปได้

ข้อดี (Pros)	**ข้อด้อย** (Cons)

5. แผนผัง PMI (เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน)
PMI diagram (Edward de Bono)

PMI เชิงบวก (Plus), เชิงลบ (Minus), สิ่งที่น่าสนใจ (Interesting) เป็นกิจกรรมระดมสมองที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มองหาแนวคิดที่มากกว่า 1 มุมมอง และบันทึกแนวคิดลงในแผนภาพ PMI ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย ดร.เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Dr. Edward de Bono) ผู้นำเสนอการสอนความคิดเชิงวิพากษ์ในโรงเรียน เขาได้รับการยอมรับจากการสร้างคำ 'ความคิดแนวข้าง' (lateral thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับปัญหาในทางสร้างสรรค์ไม่ใช่แบบเดิม

PMI สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นมุมมองทั้งสองข้างของการโต้แย้งและคิดได้กว้างขึ้นในประเด็นต่างๆ PMI ถูกออกแบบมาเพื่อเปิดความคิดของนักเรียนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนจัดหมวดหมู่แนวคิดตามที่นักเรียนคิด หรือระบุว่าอะไรทำงานได้และไม่ได้สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน ตารางที่ใช้มีลักษณะดังภาพด้านล่าง



ในภาพนี้นักเรียนจะสามารถเขียนแนวคิดในช่องที่ตรงกับแนวคิดของตนเองโดยอาจจะพิมพ์ลงบนกระดาษ A3

6. ตาราง SAN
SAN grid

ตาราง SAN ให้นักเรียนสามารถแยกไอเดียเป็น 3 หมวดหมู่

S = บางครั้ง sometimes

A = ตลอดเวลา always

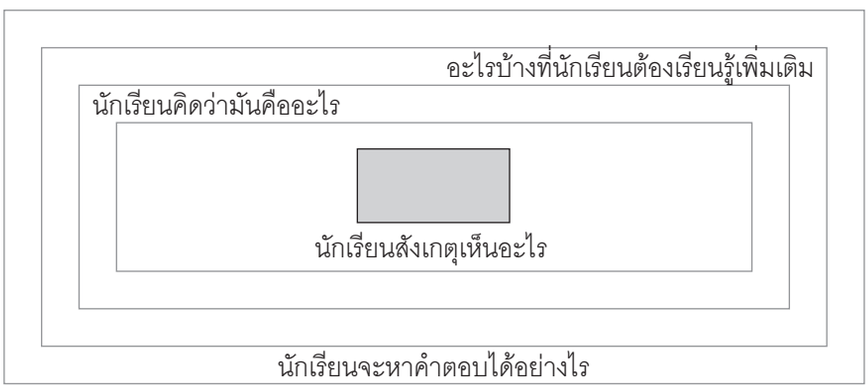
N = ไม่เคยเลย never

ตารางนี้สามารถใช้คู่กับบัตรคำ (sort card) ที่จัดทำโดยครูหรือทำเป็นตารางที่นักเรียนสามารถเพิ่มข้อมูลได้เอง กิจกรรมนี้จะกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ เพราะยังมีความไม่แน่นอนในคำตอบ ดังนั้นจึงสนับสนุนให้เกิดการโต้แย้ง

บางครั้ง (Sometimes)	ตลอดเวลา (Always)	ไม่เคยเลย (Never)

7. สี่เหลี่ยมข้อมูล
Source square

นี่คืออะไร?



สี่เหลี่ยมนี้ถูกออกแบบมาเพื่อส่งเสริมและช่วยให้นักเรียนถามคำถามเป็นชุด ผู้สอนเลือกภาพ รูปภาพ หรือคลิปวิดีโอที่จะวางไว้ตรงกลางของสี่เหลี่ยม คำถามจะกำหนดไว้ในกล่องรอบๆ จุดศูนย์กลาง คำถามที่ใช้มีดังนี้

- อะไรที่นักเรียนสังเกตได้หรือเห็น
- นักเรียนคิดว่ามันคืออะไร
- นักเรียนคิดว่าอะไรที่นักเรียนต้องรู้เพิ่มเติม
- นักเรียนจะหาคำตอบได้อย่างไร

นักเรียนทำงานเป็นคู่หรือเป็นกลุ่มเล็ก เขียนคำตอบลงในส่วนที่เกี่ยวข้องในสี่เหลี่ยมข้อมูล หรือเขียนลงกระดาษโน๊ตติดกาวแผ่นเล็กแล้วนำไปแปะไว้ตรงส่วนที่เกี่ยวข้อง

8. กราฟชีวิต
Living graph

เป็นกลยุทธ์ที่ใช้เชื่อมโยงการนำเสนอในลักษณะแผนภูมิ ส่งเสริมให้นักเรียนแปลผลข้อมูลจากเนื้อหาส่วนเล็กๆ และจัดเรียงโดยใช้โครงสร้างกราฟิก กลยุทธ์นี้ต้องให้นักเรียนพิจารณาว่าตัวแปรแต่ละตัวสัมพันธ์กับตัวอื่นอย่างไร ตัวอย่างเช่น อัตราการเต้นของหัวใจของนักฟุตบอลตลอดช่วงเวลาในการแข่งขัน

กราฟจะนำเสนอร่วมกับกลุ่มของข้อความที่เกี่ยวข้อง นักเรียนต้องระบุตำแหน่งของข้อความในกราฟและให้เหตุผลในการตัดสินใจ ข้อความที่คลุมเครือก็สามารถใส่ลงในกราฟได้ กราฟอาจจะเป็นกราฟเส้น หรือแผนภูมิแท่ง ขึ้นอยู่กับข้อมูล สิ่งที่สำคัญคือนักเรียนสามารถแปรผลข้อมูลเชิงตัวเลข และปรับข้อมูลกราฟในภาพรวม

กราฟชีวิตส่งเสริมทักษะการอ้างอิงและให้เหตุผลรวมถึงการฟังและการเจรจาที่มีประสิทธิภาพ

9. คิด- จับคู่ – แลกเปลี่ยน
Think – Pair –Share

เมื่อได้รับคำถามจะให้นักเรียนได้มีเวลาในการคิดด้วยตนเอง และให้เวลาในการอภิปรายแนวคิดโดยจับคู่ จากนั้นแต่ละคู่จะแลกเปลี่ยนแนวคิดกับกลุ่มใหญ่ในห้องเรียน กิจกรรมนี้จะช่วยขยายเวลาในการคิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาคำตอบลึกซึ้งขึ้น มากกว่าที่นักเรียนทำในคำถามทั่วๆ ไป มันช่วยส่งเสริมให้นักเรียนที่ไม่ค่อยใส่ใจ หรือไม่ค่อยมีความมั่นใจได้มีส่วนร่วมมากขึ้น

10. ดาว 2 หรือ 3 ดวง และสิ่งที่ต้องการให้พัฒนา
2 or 3 stars and a wish

กลยุทธ์นี้ใช้สำหรับเป็นการสะท้อนกลับเพื่อการพัฒนา นักเรียนต้องรู้ว่ามุมมองใดที่ทำให้งานสำเร็จ อะไรที่พวกเขาต้องพัฒนา งานวิจัยระบุว่านักเรียนชอบที่จะให้มีคนแนะนำถ้ามีการแนะนำที่ส่งเสริมมากกว่าการติติงในอัตราส่วนอย่างน้อย 2:1 ผู้สอนหรือเพื่อนระบุมุมมองเฉพาะ 2 มุมมองที่งานนั้นมีประสิทธิภาพหรือ “ดาว” (star) และระบุรายละเอียด 1 ด้านที่ต้องการให้พัฒนา (wish) นักเรียนตอบสนองต่อด้านที่ต้องการให้พัฒนาให้เร็วที่สุดหลังจากได้รับข้อเสนอแนะ

มันสำคัญมากที่แต่ละ “ดาว” ไม่ใช่แค่ประโยคทั่วๆไป แต่ต้องระบุทักษะที่เด่นและทำให้เกิดการพัฒนาการเกณฑ์ความสำเร็จ และเช่นเดียวกันจำเป็นมากที่นักเรียนได้สะท้อนถึง “ด้านที่ต้องการให้พัฒนา” ว่าเป็นการเสนอแนะเพื่อให้เกิดการพัฒนา

11. ชมพู/เขียว เพื่อความก้าวหน้า
Tickled pink/green for growth

กลยุทธ์นี้คล้ายกับดาวและสิ่งที่คาดหวังและมักจะใช้กับนักเรียนที่มีอายุน้อยกว่า ดาวจะแทนด้วยสีชมพู และสิ่งที่ต้องการให้พัฒนาจะแทนด้วยสีเขียว ซึ่งจะช่วยให้กลยุทธ์นี้เน้นประเด็นสำคัญได้เร็วทั้งการให้คะแนน/สะท้อนกลับ การใช้ปากกาเน้นข้อความ เน้นบนคำ/ประโยค 3 ประโยคที่ชัดเจน โดยมีลูกศรเพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงดี ให้ผลสะท้อนที่เร็วและมีประสิทธิภาพ เน้นด้วยสีเขียวสำหรับคำ/ประโยคสำหรับที่ต้องการพัฒนา รวมถึงข้อความที่แนะนำวิธีการพัฒนาที่เป็นไปได้เพื่อช่วยให้คำแนะนำได้เร็วและเน้นมากขึ้น การสะท้อนกลับควรจะสัมพันธ์กับเกณฑ์ความสำเร็จ นักเรียนที่มีอายุหรือประสบการณ์มากกว่าสามารถใช้กลยุทธ์นี้ในการประเมินตนเองและเพื่อนได้

12. www (อะไรดำเนินได้ดี) และ ebi (จะดีขึ้นถ้า)
what went well (www) and even better if (ebi)

วิธีนี้เป็นอีกกลยุทธ์ในการสะท้อนกลับหรือการประเมินเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้คล้ายกับ “ดาวและสิ่งที่ต้องการให้พัฒนา” ดาว 3 ดวงเปลี่ยนเป็น 3 www (สิ่งที่ทำได้ดี) และสิ่งที่ต้องการให้พัฒนาเปลี่ยนเป็น ebi (จะดีขึ้นถ้า) เมื่อใช้กลยุทธ์นี้จำเป็นที่ข้อเสนอแนะจะต้องไม่เป็นการประเมินที่มีต่อบุคคล แต่มีความเป็นปรนัย (ไม่ลำเอียง) และเน้นประเมินที่ภารกิจเป็นหลัก ดังนั้น ebi จะไม่ใช่ ebiy – จะดีขึ้นถ้าคุณ...(even better if you)

13. เป้าหมาย, รางวัล, พันธกิจ
Goals, medals, mission

กลยุทธ์นี้ก็เป็นการสะท้อนและประเมินเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ ยอมรับการนำเสนอความสำเร็จของนักเรียน ถึงแม้จะเป็นระดับต่ำ โดยไม่ตำหนิหรือแสดงความไม่พอใจ

การจัดกลุ่มการพัฒนาทำได้โดย

13.1 รางวัล Medal– สำหรับนักเรียนที่ทำได้ดี มีความพยายาม มุมานะและมีพฤติกรรมที่ดีในการศึกษาค้นคว้าที่ระบุในเกณฑ์ เกรดและคะแนนที่วัดไม่ใช่รางวัล รางวัลเป็นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ทำได้ดีจริงๆ

13.2 พันธกิจ Mission– อะไรที่นักเรียนต้องพัฒนา มันจะดีที่สุดถ้าใช้ในการมองหาความก้าวหน้าและเป็นเชิงบวก

13.3 เป้าหมายที่ชัดเจน Clear goals – รางวัลและพันธกิจต้องสัมพันธ์กับเป้าหมายที่ชัดเจน และจะดีที่สุดถ้ากำหนดไว้ล่วงหน้า เป้าหมายอาจจะรวมถึงเกณฑ์การประเมิน

14. สัญญาณไฟจราจร
Traffic lighting

วิธีนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมาเป็นเวลานานและมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการพัฒนาทักษะการคิดและการประเมินการเรียนรู้ สามารถใช้ก่อนหรือหลังภารกิจหรือกิจกรรม ภายในส่วนงาน แบบทดสอบ หรือหรือเป็นส่วนหนึ่งของวิชาทบทวน คำสำคัญในการใช้สัญญานไฟจราจรสำหรับนักเรียน แนวคิด และระดับความมั่นใจ มีดังนี้

เขียว – ทำได้/เข้าใจได้ดี

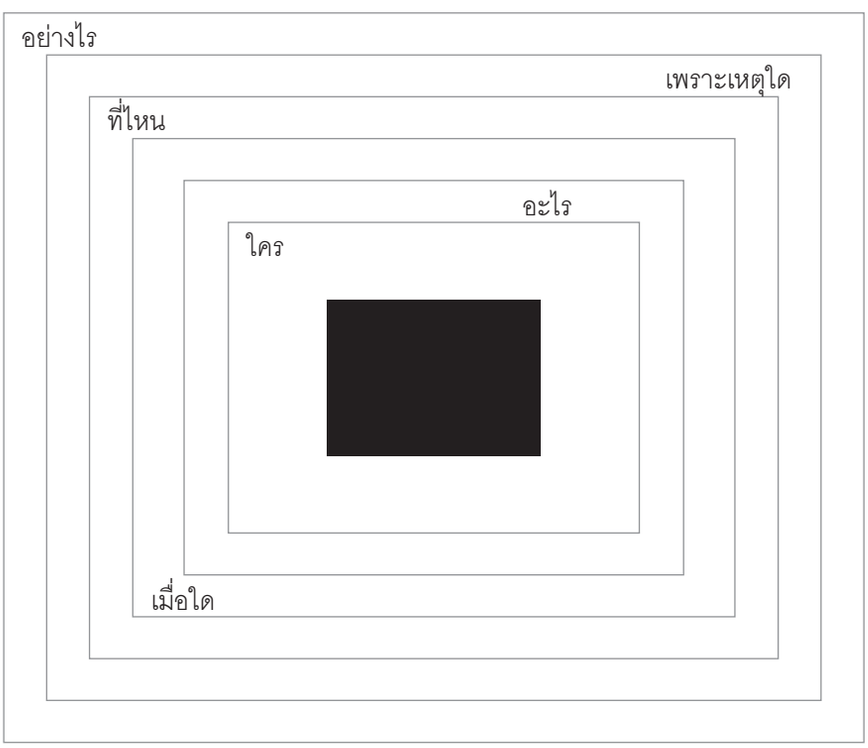
เหลือง – ไม่แน่ใจ/ต้องการการสนับสนุนบางส่วน

แดง – ยังทำไม่ได้/ต้องการความช่วยเหลือในส่วนที่ไม่เข้าใจ

วิธีนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดลำดับความพยายามในการพัฒนาที่นักเรียนยังไม่เข้าใจและยังทำไม่ได้ นักเรียนอาจจะต้องการความช่วยเหลือในการแบ่งเนื้อหาหรือทักษะเป็นส่วนย่อยๆ ก่อนที่จะระบุสี ก่อนที่จะพยายามเปลี่ยนหัวข้อในเขตสีแดงเป็นเหลือง และเหลืองเป็นเขียว การต่อยอดกลยุทธ์นี้คือ จับกลุ่มให้นักเรียน “เหลือง” และ “เขียว” ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนแนวคิด ขณะที่ผู้สอนอาจจับกลุ่ม “แดง” เข้าด้วยกันและอภิปรายร่วมกับเด็กเป็นกลุ่มอย่างชัดเจน อีกทางหนึ่งคือ การร่วมกันคิดทั้งชั้นเรียน และหา “คำตอบสำหรับสีแดง” จะช่วยบอกแนวทางพื้นฐานในการพัฒนาเป้าหมายการเรียนรู้ในอนาคต ครูบางคนแนะนำให้ใช้กลยุทธที่ให้ผู้เรียนฝึกพัฒนาด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น ถ้าพบว่านักเรียนประเมินตนเองเป็นเหลืองหรือแดง ให้ถามเพื่อนว่าจะพัฒนาอย่างไร หรือช่วยหาแหล่งเรียนรู้ เป็นต้น

15. แผนภาพ ใคร – อะไร – เมื่อใด – ที่ไหน – เพราะเหตุใด – อย่างไร
Who-what-when-where-why-how? diagram

กลยุทธ์นี้สามารถนำเสนอได้หลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น แผนผังกราฟิก หรือแผนภาพที่ช่วยให้นักเรียนเรียบเรียงเนื้อหาการเขียนในลักษณะนักเขียน หรือในลักษณะที่คล้ายกับสี่เหลี่ยมข้อมูล เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนถามและตอบคำถามที่มีคุณภาพ ดังแสดงในภาพด้านล่าง



16. กิจกรรม Market place
Market place activity

หลังจากทำงานกลุ่มแล้วนั้น กิจกรรม market place เปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มได้อธิบายสิ่งที่ตนทำให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆ และเปิดโอกาสให้ชมผลงานของนักเรียนกลุ่มอื่น โดยนักเรียนครึ่งนึงของกลุ่มอยู่กับผลงานของตนเอง ระหว่างที่อีกครึ่งเดินชมผลงานของนักเรียนกลุ่มอื่น ครูให้เวลา 5-10 นาที และหลังจากนั้นก็ให้สลับหน้าที่กัน โดยทุกคนจะได้มีโอกาสอธิบายผลงานตนและชมผลงานของคนอื่น หลังจากที่ทำกิจกรรม market place เสร็จแล้ว ครูให้เวลานักเรียนทบทวนและปรับแก้ผลงานของกลุ่มตนเอง

ภาคผนวก 2: รายละเอียดและหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: **สิ่งประดิษฐ์คืออะไร?**
วัตถุประสงค์หลัก มีดังนี้

- เพื่อพัฒนาความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสิ่งประดิษฐ์
- เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในด้านการสืบเสาะและสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน
- เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เน้นนักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะสะเต็ม
- เพื่อให้นักเรียนรู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้
- เพื่อเน้นทักษะทางสะเต็ม ซึ่งจะนำไปใช้ในการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
- เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลขซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในทุกวิชา
- เพื่อสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ ต่อไป รวมถึงการทำงานและโครงงานที่เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
- เพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้นซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน
- เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน

ในหน่วยการเรียนรู้นี้ นักเรียนจะทำงานร่วมกันในการตัดสินใจว่าอะไรเป็นสิ่งที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ดี ทบทวนจัดลำดับสิ่งประดิษฐ์ที่มีในอดีตและค้นคว้าสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ ที่สามารถเพิ่มเติมลงไปใน timeline ได้ นักเรียนค้นหาว่าสิ่งประดิษฐ์เกิดขึ้นได้อย่างไรและสร้างแนวคิด เกณฑ์ในการวัดความสำเร็จด้วยการสืบค้นข้อมูล นักเรียนใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ที่หลากหลายในการสร้างความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นนวัตกรรม โดยสืบค้นว่าจะทดลองสิ่งประดิษฐ์อย่างไรก่อนที่จะนำลงสู่ตลาด โดยการพัฒนา ใช้ และวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถาม นักเรียนได้รับการแนะนำสู่แนวคิดที่ว่า ‘ความไม่พอใจทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์’ และมองหาว่าเราจะรวมแนวคิดและสิ่งประดิษฐ์ในปัจจุบันนำไปสู่แนวคิดและวิธีการใหม่ๆ สุดท้ายนักเรียนสรุปว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไร อย่างไรจากหน่วยการเรียนรู้นี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: **สิ่งประดิษฐ์ทางชีววิทยา – โรคเบาหวานและอินซูลิน**
วัตถุประสงค์หลัก มีดังนี้

- เพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับ
  - ➢ โรคเบาหวานและอินซูลิน
  - ➢ ชีวเคมีของน้ำตาล ระบบการหายใจ และการสังเคราะห์แสง
  - ➢ ภาวะธำรงดุล (การรักษาดุลยภาพของร่างกายสิ่งมีชีวิต) ของการควบคุมน้ำตาลในเลือด
- เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในด้านการสืบค้นข้อมูลและการหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้มา
- เพื่อพัฒนาและปรับปรุงทักษะด้านการปฏิบัติและการสืบเสาะในห้องปฏิบัติการ
- เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เน้นนักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะสะเต็ม
- เพื่อแนะนำให้นักเรียนรู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้
- เพื่อเน้นทักษะทางสะเต็ม ซึ่งจะนำไปใช้ในการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
- เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลข ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน

- เพื่อสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้อื่นๆ รวมถึงการทำงานและโครงงานที่เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
- เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน
- เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน

นักเรียนสืบเสาะสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวกับโรคเบาหวานและอินซูลิน นักเรียนใช้ทักษะการวิจัยในการหารายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์ เช่น เพราะเหตุใดจึงสร้างสิ่งประดิษฐ์เหล่านี้ขึ้นมา และมันทำงานได้อย่างไรก่อนที่จะศึกษาว่าสิ่งประดิษฐ์นี้ประสบความสำเร็จเพียงใด หลังจากนั้นนักเรียนจะพัฒนานวัตกรรมเพื่อช่วยในการรักษาโรคเบาหวาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3: สิ่งประดิษฐ์ทางเคมี – วัสดุอัจฉริยะ

วัตถุประสงค์หลัก มีดังนี้

- เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุอัจฉริยะในแง่มุมต่างๆ เหล่านี้
  - ➢ คิดค้นขึ้นมาอย่างไร
  - ➢ มีคุณสมบัติอย่างไรและทำงานอย่างไร
  - ➢ การใช้งานในปัจจุบันและในอนาคต
- เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในด้านการสืบค้นข้อมูลและการหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้
- เพื่อพัฒนาปรับปรุงทักษะการตั้งปฏิบัติการและการสืบเสาะ
- เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เน้นนักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะสะเต็ม
- เพื่อแนะนำให้นักเรียนรู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่สามารถสนับสนุนการเรียนด้านอื่นๆ
- เพื่อมุ่งเน้นที่ทักษะทางสะเต็มซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
- เพื่อพัฒนาทักษะทั่วไปของนักเรียนด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และการคำนวณซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในทุกวิชา
- เพื่อสร้างพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ ต่อไปรวมถึงการทำงานและโครงการที่เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
- เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน
- เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน

นักเรียนสำรวจตรวจสอบชนิดของวัสดุอัจฉริยะ หน้าที่และการทำงาน ความรู้ความเข้าใจที่ต้องการใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างเคมีและฟิสิกส์ในหลักสูตร จนกระทั่งนักเรียนพัฒนาแนวคิดในการใช้วัสดุอัจฉริยะในอนาคตและประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: สิ่งประดิษฐ์ทางฟิสิกส์ – สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร

วัตถุประสงค์หลัก มีดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้นี้ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้เพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารในแง่มุมต่างๆ ดังนี้
  - ➢ อุปกรณ์การสื่อสารถูกสร้างขึ้นอย่างไร
  - ➢ องค์ประกอบต่างๆ ของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้ามีอะไรบ้างและทำงานอย่างไร
  - ➢ ดาวเทียมสื่อสารทำงานอย่างไร
  - ➢ ความเสี่ยงที่อาจเกิดจากโทรศัพท์มือถือ
  - ➢ เราสื่อสารในอวกาศอย่างไร

- เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในด้านการสืบค้นข้อมูลและการหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้
- เพื่อพัฒนาปรับปรุงทักษะด้านการปฏิบัติการและสืบเสาะในห้องปฏิบัติการ
- เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้นำในการเรียนรู้และฝึกทักษะสะเต็ม
- เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้
- เพื่อมุ่งเน้นที่ทักษะทางสะเต็มซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
- เพื่อพัฒนาทักษะทั่วไปของนักเรียนด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลข ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในทุกวิชา
- เพื่อสร้างพื้นฐานความรู้สำหรับการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ รวมถึงการทำงานและการทำโครงการ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของหลักสูตร
- เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน
- เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน

นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าและการใช้งานของแต่ละส่วน โดยเฉพาะส่วนที่สัมพันธ์กับการสื่อสาร การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการสื่อสารในอนาคต รวมถึงการสื่อสารนอกอวกาศ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5: **เราจะแก้ปัญหาโลกได้อย่างไร**
วัตถุประสงค์หลักมีดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้นี้ มีวัตถุประสงค์ดังนี้ เพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับ
  - ➢ ประเด็นปัญหาโลก
  - ➢ ความเป็นพลเมืองโลก
  - ➢ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับปัญหาโลกที่ผู้เรียนเลือก
- เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ต่อไปนี้ไปแก้ไขปัญหาโลก
  - ➢ ความรู้และความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
  - ➢ ทักษะการรวบรวมข้อมูล การสืบค้นข้อมูล และการพัฒนาข้อสรุปจากหลักฐาน
  - ➢ ทักษะเชิงปฏิบัติการและการสืบเสาะ
  - ➢ กลยุทธ์และเครื่องมือการเรียนรู้ที่ได้ใช้ในโมดุลก่อนๆ
- เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการกำหนดจุดยืนของตนเองและเพิ่มพูนความตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหาระดับโลกที่ตนเองเลือก
- เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้นำในการเรียนรู้และฝึกทักษะสะเต็ม
- เพื่อมุ่งเน้นที่ทักษะทางสะเต็ม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
- เพื่อพัฒนาทักษะทั่วไปของนักเรียนด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลขซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน
- เพื่อสร้างพื้นฐานความรู้สำหรับการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ รวมถึงการทำงานและการทำโครงการ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของหลักสูตร
- เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน
- เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน

นักเรียนมองโลกในฐานะพลเมืองโลก นักเรียนพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในโลก และเลือกปัญหามา 1 ปัญหา เพื่อสำรวจตรวจสอบ ใช้ทักษะ กลยุทธ์ และเครื่องมือการเรียนรู้ทั้งหมดในหน่วยการเรียนรู้ก่อนหน้า พัฒนาจุดยืนของตนเองบนปัญหานั้น นำแนวคิดที่ได้ไปต่อยอด นักเรียนพัฒนาโครงการสร้างความตระหนักรู้เป็นการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ปัญหาสู่โลก

นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะทางสะเต็ม เพื่อพัฒนาโครงการสร้างความตระหนักรู้และจัดแสดงให้กับกลุ่มผู้ฟังที่เลือก ในส่วนสุดท้ายของหน่วยการเรียนรู้นี้ นักเรียนพัฒนาแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่แก้หรือบรรเทาปัญหาโลกที่เลือก นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์และมองหาต้นทุนและการตลาดก่อนที่จะนำเสนอให้กับนักลงทุนที่สนใจ

ภาคผนวก 3 : คู่มือ EEF จาก EEF

EEF Toolkit from The Education Endowment Foundation

หัวข้อ	ค่าใช้จ่ายโดยประมาณ		ผลกระทบโดยเฉพาะ	
การมีส่วนร่วมกับศิลปะ	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	+2 เดือน	
การจุดประกาย	สูงถึง 600 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	0 เดือน	
การปรับพฤติกรรม	สูงถึง 720 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+4 เดือน	
การจัดตารางเวลา	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	0 เดือน	
การเรียนรู้แบบร่วมมือ	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	+5 เดือน	
เทคโนโลยีดิจิทัล	สูงถึง 1200 ปอนด์ต่อคน	££££	+4 เดือน	
การขยายเวลาเรียน	สูงถึง 720 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+2 เดือน	
การสะท้อนกลับ	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	+8 เดือน	
การบ้าน (ประถมศึกษา)	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	+1 เดือน	
การบ้าน (มัธยมศึกษา)	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	+5 เดือน	
การสอนรายบุคคล	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	+2 เดือน	
ลีลาการเรียนรู้	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	+2 เดือน	
การเรียนแบบรู้รอบ	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	+5 เดือน	
การนิเทศ	สูงถึง 720 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+1 เดือน	
การรู้คิดและการควบคุมตนเอง	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	+8 เดือน	
การเรียนแบบตัวต่อตัว	สูงถึง 1200 ปอนด์ต่อคน	££££	+5 เดือน	

หัวข้อ	ค่าใช้จ่ายโดยประมาณ		ผลกระทบโดยเฉพาะ	
ภาษาพูด	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	+5 เดือน	
การเรียนรู้นอกห้องเรียน	สูงถึง 720 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+3 เดือน	
การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง	สูงถึง 720 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+3 เดือน	
การเรียนรู้ระหว่างเพื่อน (เพื่อนสอนเพื่อน)	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	+6 เดือน	
ค่าตอบแทนผลงาน	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	0 เดือน	
สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	0 เดือน	
กลยุทธ์การอ่านอย่างเข้าใจ	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	££	+5 เดือน	
การลดขนาดห้องเรียน	มากกว่า 1200 ปอนด์ต่อคน	£££££	+3 เดือน	
การเรียนซ้ำชั้น	มากกว่า 1200 ปอนด์ต่อคน	£££££	-4 เดือน	
เครื่องแบบนักเรียน	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	0 เดือน	
การจัดการระบบหรือถ่ายทอดผ่านอินเทอร์เน็ต	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	-1 เดือน	
ค่าเล่าเรียนกลุ่มเล็ก	สูงถึง 170 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+4 เดือน	
การเรียนรู้ทางสังคมและอารมณ์	น้อยกว่า 80 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£	+4 เดือน	
การมีส่วนร่วมในกีฬา	สูงถึง 720 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+2 เดือน	
เรียนภาคฤดูร้อน	สูงถึง 720 ปอนด์ต่อคนต่อปี	£££	+2 เดือน	
ผู้ช่วยสอน	สูงถึง 1200 ปอนด์ต่อคน	££££	+1 เดือน	

แหล่งที่มา http://educationendowmentfoundation.org.uk/toolkit/toolkit-a-z/

ภาคผนวก 4 : ตารางแผนการสอน

ชื่อกิจกรรม/หน่วยการเรียนรู้ Title	
แนวคิด Concept(s)	
เป้าหมายการเรียนรู้/จุดมุ่งหมาย Learning intentions/objectives	
ผลลัพธ์ Outcomes	
ทรัพยากร Resources	

รายละเอียดกิจกรรม Detail of Activities	**เวลา** Approx. timing

ครูสรุปการสอนและสอบถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง (ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที) Plenary	
เกณฑ์การประเมิน Assessment criteria	
กิจกรรมหลังบทเรียน (เช่น หัวข้อที่นักเรียนต้องทบทวนหรือหาความรู้เพิ่มเติม) Post lesson activity	
ครูประเมินกิจรรม/การสะท้อนความคิดเห็น Teacher's evaluation of lesson/ reflections	

SCIENCE
STEM
ECHNILOGY
ECOLOGY
ENGINEERIN
MATH

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์	เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
นายวณิชย์ อ่วมศรี	รองเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คณะผู้จัดทำและเรียบเรียง

1. Ms. Julie Addis	ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
2. Mr. Dewi Roberts	ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
3. Mr. Mark Howell Thomas	ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge

คณะผู้ตรวจสอบและกลั่นกรอง

1. นางเจิดฤดี ชินเวโรจน์	ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
2. นายสุเทพ ยงยุทธ์	ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา
3. นางขนิษฐา โสภานนท์	ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
4. นายจิระ เฉลิมศักดิ์	ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
5. นายพงษ์ศักดิพล ทาแก้ว	ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
6. นางนงลักษณ์ คงศิริ	รองผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
7. นายพงษ์ศาสตร์ อภิธรรมพงศ์	รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
8. นางสาวกรรณิการ์ ชุมภูแก้ว	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
9. นางสาวชัชฎาภรณ์ คงงาม	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
10. นางสาวชุติมา โชคกนกวัฒนา	วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
11. นางสาวประทิน เลี่ยนจำรูญ	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
12. นางสาวสมปอง ตุ้มวารี	สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
13. นางสาววิภาดา ตระกูลโต	สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
14. บริติช เคานซิล ประเทศไทย	

บริติช เคานซิล ประเทศไทย
254 ซ.จุฬาลงกรณ์ 64 สยามสแควร์
ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: +66 (0)2 657 5678
โทรสาร: +66 (0)2 253 5311
อีเมล์: newtonfund@britishcouncil.or.th

เว็ปไซต์: www.britishcouncil.or.th
www.newtonfund.ac.uk

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
319 ถนนราชดำเนินนอก
แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์: +66 (0)2 281 5555
โทรสาร: +66 (0)2 282 0855

เว็ปไซต์: http://www.vec.go.th