กระบวนการจัดการเรียนรู้ STEM Education ในศตวรรษที่ 21

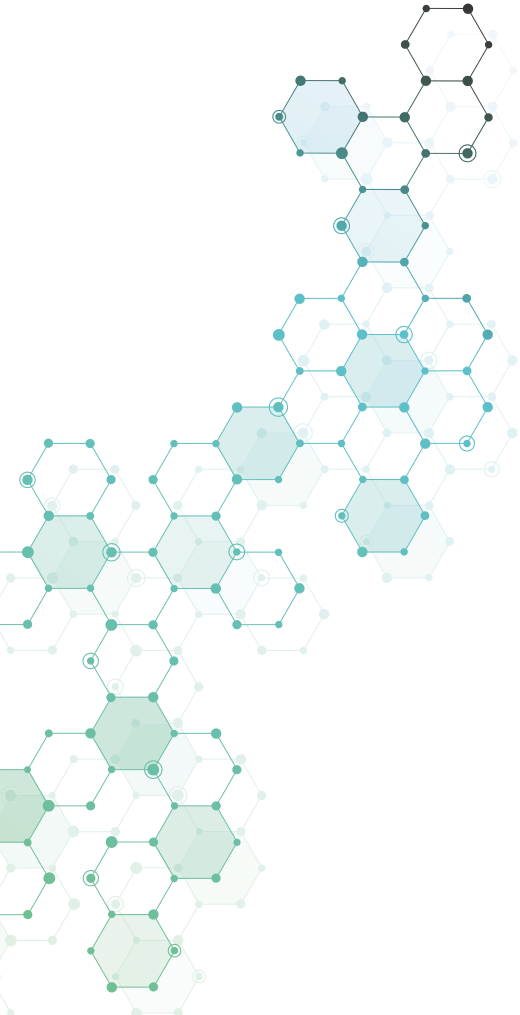
วิสูตร อาสนวิจิตร
ธีระศักดิ์ อุรัจนานนท์
จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน
ฉัตรชัย เลาวกุล
สุวิชช์ ธนะศานวรคุณ

แก้วปัญญา Kaewpanya

ISBN: 978-974-625-898-2
ISBN: 978-974-625-899-9 (E-book)

กระบวนการจัดการเรียนรู้ STEM Education ในศตวรรษที่21

คำนำ



ทิศทางการจัดการศึกษาโลกสู่เป้าหมายการศึกษาปี 2030 เป็นการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลกที่ผู้นำ 193 ประเทศสมาชิกองค์การสหประชาชาติได้ร่วมกันลงมติรับที่ประชุมสมัชชาใหญ่องค์การสหประชาชาติสมัยที่ 70 เดือนกันยายน 2558 ซึ่งทิศทางใหม่ของการจัดการศึกษาคือการเน้นการศึกษาที่มีคุณภาพและเรียนรู้ตลอดชีวิต จากเดิมที่เน้นสร้างโอกาสทางการศึกษาในโรงเรียน จึงมีการปรับเปลี่ยนแนวคิดโดยพยายามเข้าถึงเด็กทุกกลุ่มที่ด้อยโอกาส ปัญหาความเท่าเทียมของหญิงและชายในการเข้าถึงการศึกษา และต้องเป็นการศึกษาที่มีคุณภาพโดยเชื่อมโยงกับความต้องการของตลาดแรงงานจึงต้องทำงานร่วมกับภาคเอกชน เพื่อรวบรวมข้อมูลถึงทักษะการทำงานที่ภาคเอกชนต้องการ รวมถึงกลุ่มผู้ใหญ่ที่มีปัญหาการอ่านออกเขียนได้และการขาดทักษะใหม่ ๆ ที่ตลาดต้องการให้กลับเข้ามาศึกษาต่อเพื่อให้เกิดการทักษะเพื่อการประกอบอาชีพอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะทักษะที่จำเป็นในการทำงานในอนาคต ทั้งทักษะการสื่อสาร การแสดงออก จึงต้องดึงภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายและนโยบายด้านการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบันถือได้ว่าเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มีสิ่งอำนวยความสะดวกเกิดขึ้นมากมาย อีกทั้งในปัจจุบันเป็นโลกที่มีข้อมูลมากมาย ดังนั้นการรับข้อมูลข่าวสารตลอดจนการสืบค้นแสวงหาความรู้เกิดขึ้นเพียงปลายนิ้วสัมผัส แนวทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หรือการเรียนรู้ในศตวรรษใหม่เป็นการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงจากศตวรรษที่ 19 และศตวรรษที่ 20 อย่างมากมาย ทั้งวิธีการเรียนรู้และวิธีคิด ซึ่งแนวทางการศึกษาไทยในการเรียนรู้ในศตวรรษใหม่สรุปดังนี้ 1. เนื้อหาวิชา วิธีการสอนจะต้องเน้นไปที่ผู้เรียนโดยเฉพาะให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ยิ่งถ้าเป็นผลงานที่ใช้ได้จริงก็จะเป็นประโยชน์ต่อสังคมอีกด้วย 2. ทักษะชีวิต ในศตวรรษที่ 21 โลกเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่เน้นการสร้างมูลค่าเพิ่มและความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการพัฒนาทักษะชีวิตเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อผสมผสานอัตลักษณ์และความสร้างสรรค์ของตัวเราและผู้อื่นเข้าด้วยกัน 3. ทักษะและความรักในการเรียนรู้เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะที่จะหาความรู้ ไม่ว่าจะเป็นการสอบถามผู้รู้ การค้นหาจากอินเทอร์เน็ต หรือการระดมสมองจากกลุ่มคนที่หลากหลาย เพื่อจะได้เชื่อมโยงและต่อยอดความรู้ที่มาจากหลายๆ สาขากลายเป็นผลงานใหม่ที่มีคุณค่าสูงเป็นที่ต้องการของทุกคน 4. ทักษะด้านสารสนเทศ ผู้เรียนรุ่นใหม่ล้วนแต่มีทักษะด้านสารสนเทศติดตัวมาทุกคน แต่ต้องมีการฝึกฝนพัฒนาการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาหาความรู้ ทักษะทั้ง 4 ด้าน เป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับคนไทยทุกคน อีกทั้งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้นั้น ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตัวของเขาเอง ซึ่งเป็นเฉพาะบุคคลไม่สามารถทำแทนกันได้ เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ต้องมีการใช้กระบวนการคิด สร้างความเข้าใจ ผู้สอนควรใช้การกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหน้างานแต่ยังไม่รับผิดชอบทั้งหมด ครูจะเป็นพี่เลี้ยงสังเกตการณ์และให้คำแนะนำอยู่ใกล้ชิด เน้นให้ผู้เรียนลงมือทำและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

สารบัญ

ลักษณะสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education 08

ความรู้เบื้องต้น STEM Educatior 06

การบูรณาการสะเต็มศึกษา STEM Integration 12

การวัดและประเมินผล
การเรียนรู้
018

036
บทสรุป

ตัวอย่างกิจกรรม เสริมสร้าง
กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ
STEM Education
030

01 ความรู้เบื้องต้น STEM Education

STEM Education (Science Technology Engineering and Mathematics Education) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ 4 ศาสตร์ ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ทักษะต่างๆ ของชีวิต เช่น ทักษะการวางแผนและการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการนำเสนอ เป็นต้น เป็นการเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ด้านต่างๆ และกระบวนการต่างๆ ของ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

STEM Education เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านกิจกรรมหรือการปฏิบัติให้เห็นจริงหรือโครงงานที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ โดยผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งฝึกทักษะทั้ง 4 ศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ การออกแบบชิ้นงาน พร้อมทั้งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือบูรณาการที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริงได้ STEM Education มีได้หลายรูปแบบ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญๆ เหมือนกันดังนี้

1. การเข้าใจและระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่กลุ่มผู้เรียนต้องทำความเข้าใจกับสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริง และจำเป็นต้องหาวิธีการต่างๆ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมีการแบ่งหน้าที่ของกลุ่มผู้เรียนและระดมสมองกัน

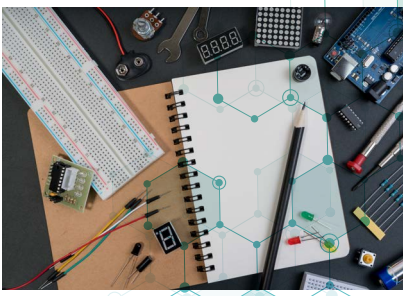
2. การสำรวจค้นหาแนวคิด (Explore Ideas) ที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นตอนที่กลุ่มผู้เรียนต้องช่วยกันค้นหา บันทึกข้อมูลและรวบรวมข้อมูลของแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา ช่วยกันประเมินด้านต่างๆ เช่น ความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการ ข้อดี ข้อด้อย ความคุ้มค่า ความเหมาะสม เป็นต้น เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่ดีที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ที่เกี่ยวข้อง กลุ่มผู้เรียนต้องช่วยกันกำหนดขั้นตอนย่อยๆ ในแนวคิดหรือวิธีการที่ได้เลือกมาจากข้อ 2 รวมทั้งกำหนดเป้าหมายหรือระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน หากมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการคำนวณหรือวิเคราะห์ให้แสดงวิธีการคำนวณหรือการหาไว้ด้วย เพื่อจะใช้ในการตรวจสอบ รวมทั้งมีการร่างแบบหรือออกแบบสิ่งประดิษฐ์นั้นให้เรียบร้อย อาจจะมีการออกมานำเสนอแนวคิดให้กลุ่มผู้เรียนได้ทราบ รวมทั้งตอบข้อซักถามข้อสงสัย หรืออาจจะได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติม จากนั้นกลุ่มผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจากการเสนอแนวคิดมาพิจารณา แล้วช่วยกันพัฒนาต้นแบบสิ่งประดิษฐ์ เพื่อจะใช้ทดสอบแนวคิดในการแก้ไขปัญหาต่อไป

4. การทดสอบและการประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและการใช้งานจริงของสิ่งประดิษฐ์ เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถทดสอบได้ตามจำนวนครั้งที่ต้องการ ผลที่ได้จากการทดสอบนำมาวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพ อาจนำไปปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผล (Present the Solution) เป็นขั้นตอนหลังจากปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว กลุ่มผู้เรียนต้องนำเสนอผล โดยช่วยกันออกแบบในวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและเข้าใจได้ง่าย

กระบวนการทั้งหมดไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเป็นลำดับเสมอไป การทดสอบและการประเมินผลสามารถทำได้ในช่วงระหว่างการวางแผนและพัฒนาได้เช่นกัน หากผลทดสอบที่ได้ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ไม่ว่าจะเป็นเรื่องประสิทธิภาพของอุปกรณ์หรือความคุ้มทุนก็ตาม ก็อาจจำเป็นที่ต้องย้อนกลับไปสำรวจค้นหาแนวคิดอื่นขึ้นมาใหม่ได้



02

ลักษณะสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่า 4 ศาสตร์นี้เป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน มีลักษณะสำคัญ 5 ประการดังนี้

1. เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ
2. ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเชื่อมโยงระหว่างทั้ง 4 ศาสตร์กับชีวิตประจำวันและด้านอาชีพ
3. เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21
4. ท้าทายความคิดของผู้เรียน
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 ศาสตร์

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	คณิตศาสตร์ (Mathematics)
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา
พัฒนาและใช้โมเดล		พัฒนาและใช้โมเดล	ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ๆ	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล		วิเคราะห์ข้อมูล	ให้ความสำคัญการความแม่นยำ
ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย		ออกแบบวิธีแก้ปัญหา	พยายามหาและใช้โครงการในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี โดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	สร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสารแนวคิด		ประเมินและสื่อสารแนวคิด	มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการเหตุผลซ้ำๆ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014
http://www.STEMedthailand.org/?knowSTEM

จากตารางจะเห็นได้ว่าแนวปฏิบัติ (practice) ทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้โมเดลในการดำเนินงาน มีการออกแบบและลงมือค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ทั้งวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารถึงแนวคิดดังกล่าวด้วย

อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรกในขณะที่วิทยาศาสตร์พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาตินั้น แต่ทางวิศวกรรมศาสตร์พยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจและต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และประการที่สองผลของการทำงานทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นวิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีใหม่

การบูรณาการสะเต็มศึกษา STEM Integration

STEM Education เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ 4 ศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) มีลักษณะที่สำคัญในแต่ละระดับดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของ STEM Education แยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามรายวิชาของตนเอง

2.การบูรณาการแบบพหุวิทยากร(Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ผู้สอนทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของผู้เรียน โดยผู้สอนอาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลัก (theme) ของปัญหากว้างๆ ให้ผู้เรียนและให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้ผู้เรียนศึกษานั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วย

1. ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ
2. ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ความรู้เดิมของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based learning หรือ Project-based learning เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา

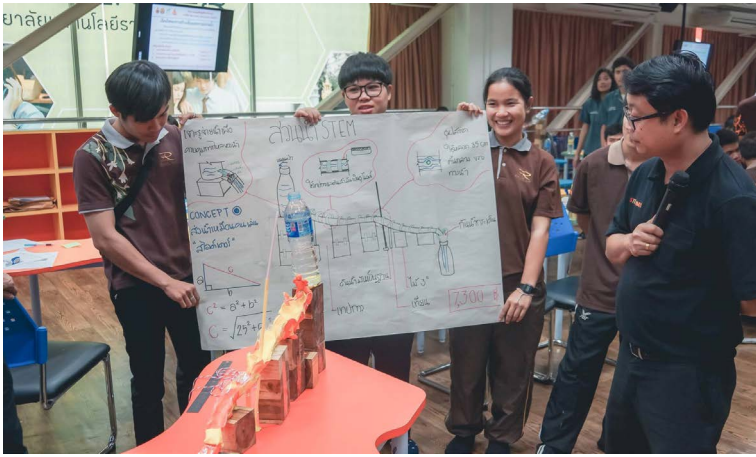
หลักสำคัญของการจัด STEM Education

1. การวางแผนพิจารณาร่วมกันหลายๆ วิชา เกี่ยวกับหัวข้อหรือเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน

2. เมื่อได้หัวข้อหรือเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกันแล้ว ซึ่งไม่ต้องใช้วิธีเดิมที่ต่างคนต่างสอนกัน มาร่วมกันระดมสมอง คิดกิจกรรม STEM Education ที่ตอบหัวข้อดังกล่าวที่หลากหลาย โดยมี 4 ศาสตร์ มาใช้ในการดำเนินการกิจกรรม STEM Education

3. ถ้าหากเป็นรายวิชาที่มีหัวข้อหรือเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกันไม่มาก ก็สามารถจัดกิจกรรมเพียงครั้งหรือสองครั้ง ซึ่งทำให้สอดคล้องหลายๆ วิชา

4. ถ้าหากเป็นรายวิชาที่มีหัวข้อหรือเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกันมาก ก็สามารถจัดเป็น Problem based learning หรือโครงงานพิเศษร่วมกันที่มี 4 ศาสตร์มาบูรณาการกัน แล้วจัดตารางเวลานำมารายงานหรือนำเสนอตามความเหมาะสม ก็จะลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ได้



การการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน Active Lea:ning
EM Education
CONCEPT

04

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศ (Information) ที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และกระบวนการ การประเมินพัฒนาการของผู้เรียน จึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะประเมินพัฒนาการความก้าวหน้าของผู้เรียนและความสำเร็จของผู้เรียน จึงต้องใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลากหลายวิธีและต่อเนื่อง

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education เน้นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ที่ผู้เรียนได้แสดงออกในขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนถึงความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ รวมถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอน ที่จะได้ทราบพัฒนาการของการเรียนรู้และความสำเร็จว่าอยู่ในระดับใด ผู้เรียนมีจุดเด่นใดบ้างที่ควรได้รับการส่งเสริมได้พัฒนาศักยภาพเต็มที่ และมีจุดอ่อนใดที่ควรได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM Education ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือ การประเมินก่อนเรียน ผู้สอนสามารถทำได้โดยใช้คำถามเกี่ยวกับกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติมีความรู้ ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด การประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนสามารถทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อนๆ และการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

ผลที่จะได้จากการประเมินสภาพจริงที่สะท้อนถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ได้มาจากวิธีการและแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. การสังเกตการแสดงออกรายบุคคล รายกลุ่ม
2. การรายงาน ชิ้นงาน ผลงาน
3. การบันทึกของผู้เรียน
4. การประชุมหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน
5. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
6. การวัดและประเมินผลโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน
7. การทดสอบ

การประเมินสภาพจริงใช้ข้อสอบแบบข้อเขียนน้อยมาก แต่ให้ความสำคัญการแสดงออกขณะทำกิจกรรมงานหรือแนวทางกิจกรรมมีหลายแนวทางสู่ความสำเร็จ ส่วนใหญ่กำหนดแนวการให้คะแนนโดยใช้การประเมินอิง Rubric มี 2 แบบคือ

1. การประเมินภาพรวม (Holistic Score)

เราอาจให้เป็นระดับคะแนนตามน้ำหนักแต่ละกิจกรรม ตัวอย่างเช่น

ระดับคะแนน

	ภาพรวม
1	ไม่เข้าใจปัญหาการออกแบบ
2	เข้าใจปัญหาการออกแบบ แต่ใช้เวลานานต้องแนะนำ
3	เข้าใจปัญหาการออกแบบ เทคนิควิธีไม่ถูกต้อง งานประสบผลสำเร็จบางส่วน เสนอรายงานเป็นลำดับ
4	เข้าใจปัญหาการออกแบบ เทคนิควิธีถูกต้อง งานประสบผลสำเร็จ เสนอรายงานเป็นลำดับดี
5	เข้าใจปัญหาการออกแบบ เทคนิควิธีถูกต้อง งานประสบผลสำเร็จ เสนอรายงานเป็น ลำดับดี มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

2. การประเมินแยกองค์ประกอบ (Analytic Score)

การประเมินแยกองค์ประกอบมีการวิเคราะห์ว่า ผลงานจะประเมินอะไรบ้าง ผู้เรียนมีความสามารถระดับใด ตัวอย่างเช่น

การออกแบบการทดลอง

ระดับคะแนน

ความคิดสร้างสรรค์

1	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ แต่ไม่มีการอ้างอิง
2	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มีการอ้างอิง แต่ไม่มีการปรับปรุงหรือพัฒนาขึ้นจากต้นแบบ
3	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มีการอ้างอิง มีการปรับปรุงหรือพัฒนาเล็กน้อยขึ้นจากต้นแบบ
4	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มีการอ้างอิง มีการปรับปรุงหรือพัฒนามากขึ้นจากต้นแบบ

การดำเนินการทดลอง

ระดับคะแนน

การดำเนินการทดลอง

1	การดำเนินการส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง ข้อมูลไม่ครบ
2	การดำเนินการส่วนใหญ่ถูกต้อง ข้อมูลครบ แต่ไม่มีการทำซ้ำ
3	การดำเนินการ ส่วนใหญ่ถูกต้อง ข้อมูลครบ มีการทำซ้ำ
4	การดำเนินการส่วนใหญ่ถูกต้อง ข้อมูลครบและละเอียด มีการทำซ้ำ

การนำเสนอ

ระดับคะแนน

การนำเสนอ

1	การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ไม่ครบ สรุปผลไม่ถูกต้อง
2	การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ครบ สรุปผลถูกต้อง
3	การนำเสนอข้อมูลถูกต้องวิเคราะห์ครบ สรุปผลถูกต้อง นำเหตุผลและความรู้มาอ้างอิงประกอบ
4	การนำเสนอข้อมูลถูกต้องวิเคราะห์ครบ สรุปผลถูกต้อง นำเหตุผลและความรู้มาอ้างอิงประกอบ แสดงความคิดสร้างสรรค์ ในการนำเสนอ

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

การประเมินความสามารถเป็นประเมินการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ที่ใกล้เคียงกับสภาพจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิดระดับสูง และผลงานที่ได้ลักษณะสำคัญคือ มีวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมการปฏิบัติงาน มีเกณฑ์ให้คะแนนชัดเจน ลักษณะที่สำคัญของการประเมินความสามารถมีดังต่อไปนี้

1. งานที่มอบหมายประเมินการเน้นผู้เรียนใช้ความสามารถหลายด้านในการปฏิบัติงาน การแสดงออก กระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

2. การทดสอบโดยใช้ข้อเขียน ยังมีความจำเป็น เนื่องจากใช้ความรู้ความสามารถความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ โดยลดบทบาทการวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ มุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง ใช้การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์ชีวิตจริงแล้วให้ผู้เรียนตอบ

จากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education จะสร้างคุณลักษณะ 4 C ที่สอดคล้องกับการพัฒนาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย

1. ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Skill)
2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking Skill)
3. ทักษะการวางแผนและการทำงานร่วมกัน (Collaboration Skill)
4. ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ (Communication Skill)

การประเมินความสามารถของผู้เรียนที่จะเกิดคุณลักษณะ 4 C มีดังนี้

ทักษะความคิดสร้างสรรค์

ระดับคะแนน

	ความคิดสร้างสรรค์
1	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แต่ไม่มีการอ้างอิง
2	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีการอ้างอิง แต่ไม่มีการปรับปรุงหรือพัฒนาขึ้นจากต้นแบบ
3	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีการอ้างอิง มีการปรับปรุงหรือพัฒนาเล็กน้อยขึ้นจากต้นแบบ
4	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีการอ้างอิง มีการปรับปรุงหรือพัฒนามากขึ้นจากต้นแบบ
5	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีการอ้างอิง ใช้การจินตนาการ และแนวคิดแปลกใหม่ในการปรับปรุงหรือพัฒนามากขึ้นจากต้นแบบ

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

ทักษะการคิดวิเคราะห์

ระดับคะแนน

1	มีร่องรอยการบันทึกการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพเล็กน้อย ไม่มีการเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดและชิ้นงานนั้น ๆ
2	มีร่องรอยการบันทึกการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพ ไม่มีการเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดและชิ้นงานนั้น ๆ
3	มีการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพ แต่ไม่นำผลประเมินมาใช้ มีการเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดและชิ้นงานนั้น ๆ
4	มีการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพ นำผลประเมินมาใช้ มีการเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดและชิ้นงานนั้น ๆ
5	ใช้แนวคิดจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีการอ้างอิง ใช้การจินตนาการและ แนวคิดแปลกใหม่ในการปรับปรุงหรือพัฒนามากขึ้นจากต้นแบบ

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

ทักษะการวางแผนและการทำงานร่วมกัน

ระดับคะแนน

	การวางแผนและการทำงานร่วมกัน
1	ลงมือปฏิบัติโดยไม่มีการวางแผนและระดมความคิด ไม่แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ บางคนไม่มีส่วนร่วมทำงาน
2	ไม่มีการวางแผนการทำงาน มีการระดมความคิดและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ บางคนไม่มีส่วนร่วมพัฒนาชิ้นงาน
3	ไม่มีการวางแผนการทำงาน มีการระดมความคิดและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ทุกคนมีส่วนร่วมพัฒนาชิ้นงาน
4	มีการวางแผนการทำงาน มีการระดมความคิดและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ทุกคนมีส่วนร่วมพัฒนาชิ้นงาน
5	มีการวางแผนการทำงาน มีการระดมความคิดและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ มีข้อสรุปร่วมกัน ทุกคนมีส่วนร่วมพัฒนาชิ้นงาน

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

ทักษะการสื่อสารด้านบรรยาย

ระดับคะแนน

	การสื่อสารด้านบรรยาย
1	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบาย ให้เหตุผลประกอบ ไม่ชัดเจน ผู้ฟังไม่สามารถติดตามเข้าใจได้
2	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบาย ให้เหตุผลประกอบ ไม่ชัดเจน ผู้ฟังสามารถติดตามเข้าใจได้บ้าง ใช้ความเร็วพูดช้าหรือเร็วเกินไป ใช้คำควบกล้ำไม่ถูกต้อง
3	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบาย ให้เหตุผลประกอบ ไม่ชัดเจน ผู้ฟังสามารถติดตามเข้าใจได้เป็นส่วนใหญ่ ใช้ความเร็วพูดช้าหรือเร็วเกินไป ใช้คำควบกล้ำไม่ถูกต้อง
4	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบาย ให้เหตุผลประกอบ ไม่ชัดเจน ผู้ฟังสามารถติดตามเข้าใจได้ง่ายทั้งหมด ใช้ความเร็วการที่พอดี ไม่ช้าหรือเร็วเกินไป ใช้คำควบกล้ำไม่ถูกต้อง
5	บรรยายถึงข้อมูล หลักการ ผลการทดสอบ กราฟ ฯลฯ และอธิบาย ให้เหตุผลประกอบ ไม่ชัดเจน ผู้ฟังสามารถติดตามเข้าใจได้ง่ายทั้งหมด ใช้ความเร็วการที่พอดี ไม่ช้าหรือเร็วเกินไป ใช้คำควบกล้ำถูกต้อง

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

ทักษะการสื่อสารด้านเนื้อหา

ระดับคะแนน

	การสื่อสารด้านเนื้อหา
1	มีเนื้อหาไม่ครบทุกหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอ ภาพ คลิปหรือข้อความที่นำมาใช้ไม่มีการอ้างอิงแหล่งที่มา
2	มีเนื้อหาครบทุกหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่สับสนภาพ คลิปหรือข้อความที่นำมาใช้ไม่มีการอ้างอิงแหล่งที่มาทั้งหมด ผู้ฟังไม่สามารถติดตามเข้าใจได้
3	มีเนื้อหาครบทุกหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่สับสนภาพ คลิปหรือข้อความที่นำมาใช้มีการอ้างอิงบางแหล่งที่มา ผู้ฟังสามารถติดตามเข้าใจได้บ้าง
4	มีเนื้อหาครบทุกหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่สับสนภาพ คลิปหรือข้อความที่นำมาใช้มีการอ้างอิงบางแหล่งที่มา ผู้ฟังสามารถติดตามเข้าใจได้ส่วนใหญ่
5	มีเนื้อหาครบทุกหัวข้อที่จำเป็นในการนำเสนอ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่สับสนภาพ คลิปหรือข้อความที่นำมาใช้มีการอ้างอิงแหล่งที่มาถูกต้องทั้งหมด ผู้ฟังสามารถติดตามเข้าใจได้ทั้งหมด

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

นอกจากนั้นผู้สอนสามารถประเมินคุณลักษณะอื่นๆ เพิ่มเติมได้ดังนี้

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทดลอง

ระดับคะแนน

ระดับคะแนน	ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทดลอง
1	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงานน้อย
2	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน และดำเนินการทดสอบ แต่ไม่มีการวิเคราะห์ผล
3	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน และดำเนินการทดสอบ มีการวิเคราะห์ผล ไม่ได้นำผลมาพัฒนาชิ้นงาน
4	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน และดำเนินการทดสอบ มีการวิเคราะห์ผล มีการนำผลมาพัฒนาชิ้นงาน
5	ภายใต้เวลาเท่ากัน เปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ได้ เรียงตามลำดับ

หมายเหตุ ระดับคะแนนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรมที่ทำ

ความสำเร็จของงาน

ระดับคะแนน

ระดับคะแนน	ความสำเร็จของงาน
1	สามารถทำงานได้สำเร็จเพียงเล็กน้อยเท่านั้น
2	สามารถทำงานได้สำเร็จ แต่ไม่เป็นตามเงื่อนไขทั้งหมด แต่ใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด
3	สามารถทำงานได้สำเร็จแต่ไม่เป็นตามเงื่อนไขทั้งหมด แต่ใช้เวลาเกินที่กำหนด
4	สามารถทำงานได้สำเร็จและเป็นตามเงื่อนไขทั้งหมด แต่ใช้เวลาเกินที่กำหนด
5	สามารถทำงานได้สำเร็จและเป็นตามเงื่อนไขทั้งหมด โดยใช้เวลาตามที่กำหนด

การใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์

ระดับคะแนน

	การใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์
1	มีร่องรอยการบันทึกข้อความของการใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์เล็กน้อย
2	มีร่องรอยการบันทึกข้อความของการใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์ แต่เป็นการใช้ประเด็นที่ไม่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน
3	มีการใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์ ใช้ประเด็นที่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน แต่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
4	มีการใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์ ใช้ประเด็นที่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน และมีความเข้าใจ แต่ยังขาดการพิจารณาในรายละเอียด
5	มีการใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์ ใช้ประเด็นที่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน และมีความเข้าใจ พร้อมมีการพิจารณาในรายละเอียด

ผู้เรียนสามารถประเมินตนเอง (Self — Assesment) จะเป็นข้อมูลให้ผู้สอนนำไปพิจารณาในการปรับปรุงพฤติกรรมด้านต่างๆ ของผู้เรียน ดังตัวอย่างดังนี้

การให้ความร่วมมือ

ระดับคะแนน

	การให้ความร่วมมือ
1	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่นๆ ได้ไม่ดี และไม่ได้ทำงานในส่วนใดๆ ของโครงการ
2	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่นๆ ได้ดีเป็นบางเวลา และสมาชิกในกลุ่มคนอื่นทำงานเกือบทั้งหมด
3	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่นๆ ได้ดีส่วนใหญ่ แต่ไม่ได้แบ่งรับงานมากเท่ากับสมาชิกในกลุ่มคนอื่นๆ
4	ฉันทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่นๆ ได้ดี และได้แบ่งรับหน้าที่รับผิดชอบเท่ากับสมาชิกในกลุ่มคนอื่นๆ

การมีส่วนร่วม

ระดับคะแนน

	การมีส่วนร่วม
1	ฉันมีส่วนร่วมในการทำงานน้อย และในเวลาส่วนใหญ่ ฉันไม่ใส่ใจกับงาน
2	ฉันมีส่วนร่วมในการทำงาน แต่พบว่าฉันเสียเวลากับการทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ และฉันพบว่าฉันมีปัญหากับการให้ความสนใจกับงาน
3	ฉันมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นส่วนใหญ่ และให้ความสนใจกับการทำงานบ่อยครั้ง
4	ฉันมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และให้ความสนใจกับการทำงานในช่วงเวลาการทำงานตลอด

การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ระดับคะแนน

	การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
1	ฉันมักไม่ใส่ใจรับฟังข้อเสนอ และข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม เพราะฉันมีแนวคิดของตนเองที่ต้องการนำเสนอให้ผู้อื่นรับฟัง
2	ฉันมักไม่ใส่ใจรับฟังข้อเสนอ และข้อคิดเห็นของสมาชิกบางกลุ่ม แต่ฉันกระตือรือร้นที่นำแนวคิดของตนเองแทรกขึ้นมาระหว่างนำเสนอของผู้อื่น
3	ฉันรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม เป็นส่วนใหญ่และใส่ใจกับเนื้อหาที่นำเสนอ
4	ฉันเสนอหรือสะท้อนแนวคิดเชิงบวกและสร้างสรรค์เป็นส่วนใหญ่

การแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความรู้ความเข้าใจ

ระดับคะแนน

	การแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความรู้ความเข้าใจ
1	ฉันไม่เคยแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นของฉันให้สมาชิกคนอื่นได้รับฟัง
2	ฉันแสดงหรือสะท้อนความคิดเห็นก็ต่อเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มบอกให้ฉันทำ
3	ฉันแสดงหรือสะท้อนแนวคิดเชิงบวกและสร้างสรรค์บ่อยครั้ง
4	ฉันเสนอหรือสะท้อนแนวคิดเชิงบวกและสร้างสรรค์เป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างกิจกรรม เสริมสร้างกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

"การสร้างเขื่อนและการส่งจ่ายน้ำ"

การสร้างเขื่อนและการส่งจ่ายน้ำ กำหนดให้แต่ละกลุ่มหรือทีมมีทรัพย์สินในการลงทุนนำมาสร้างเขื่อนและการส่งจ่ายน้ำจำนวน 10,000 บาท ซึ่งสามารถเลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาสร้างเขื่อนและการส่งจ่ายน้ำ

เงื่อนไข

1. ส่งผ่านน้ำจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยต้องมีระยะทางอย่างน้อย 60 เซนติเมตร
2. ต้องผ่านสิ่งกีดขวางหรือภูเขาไม่น้อยกว่า 1 สิ่งกีดขวาง
3. การส่งจ่ายน้ำต้องส่งจ่ายน้ำจำนวน 600 มิลลิลิตรไปยังปลายทางในเวลาที่เร็วที่สุด และต้องไม่รั่วในการส่งจ่ายน้ำ

วิธีดำเนินการ

1. กลุ่มหรือทีมมีแบ่งหน้าที่ในการดำเนินการ มีการระดมความความคิด ช่วยกันค้นหาข้อมูลหรือแนวคิดที่มาดำเนินการ สามารถค้นหาได้จาก Internet หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ได้ตามต้องการ ช่วยกันออกแบบแนวคิด หรือคำนวณวิธีต่างๆ ในกระดาษที่ให้ไว้ ภายใต้เงื่อนไขเวลาที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย
    - 1.1 ชื่อกลุ่มหรือทีม และ ชื่อ-สกุล สมาชิกกลุ่มหรือทีมทุกคน
    - 1.2 รูปหรือภาพหรือภาพร่างการออกแบบของกลุ่มหรือทีม พร้อมเขียนแนวคิดหลักๆ ของขั้นตอนย่อยๆ ในการดำเนินการ พร้อมทั้งบอกระยะเวลาที่ใช้ในการส่งจ่ายน้ำด้วย
    - 1.3 รายชื่ออุปกรณ์ต่างๆ พร้อมกับเงินที่ใช้ในแต่ละอุปกรณ์และยอดเงินที่ใช้ทั้งหมด เพื่อนำมาประดิษฐ์หรือสร้างเขื่อน หากพื้นที่เขียนไม่พอไว้ด้านหลังของกระดาษที่ให้ไว้ได้
    - 1.4 วิธีการคำนวณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)
2. กลุ่มหรือทีมทั้งหมดออกมานำเสนอแนวคิดหรือวิธีการต่างๆ ที่ได้จากการออกแบบ ประมาณ 5-10 นาที หรือตามเงื่อนไขเวลาที่กำหนดไว้
3. กลุ่มหรือทีมซื้ออุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ได้คิดไว้แล้วตามเงื่อนไขเวลาที่กำหนดไว้ กลุ่มหรือทีมช่วยกันประกอบหรือประดิษฐ์เขื่อนตามแบบที่กำหนดไว้เพื่อให้เขื่อนสามารถส่งจ่ายน้ำได้ตามเงื่อนไข และมีความคุ้มค่าด้านต่างๆ
4. มีการทดสอบหรือประเมินผลจากการประดิษฐ์
5. กลุ่มหรือทีมนำเสนอผลวิเคราะห์จากการทดสอบหรือประเมินผล เพื่อจะได้ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

อุปกรณ์ที่ใช้

อุปกรณ์	ราคา(บาท)	จำนวน(ชิ้น)
ไม้ขนาด 4 นิ้ว	200	1
ไม้ขนาด 3 นิ้ว	100	1
หลอดดูด ยาว 32 ซม.	200	1
หลอดดูด ยาว 20 ซม.	100	1
หลอดดูด ยาว 15 ซม.	50	1
เทียนไข	50	1
ไฟแช็ค	50	1
ดินน้ำมัน	500	1
ดินน้ำมันใช้แล้ว (Reuse)	300	1
สก็อตเทป	500	1
ขวดน้ำ	500	1
แก้วน้ำ	500	1
ดินสอ	100	1
เชือก	50	1
หนังยาง(วง)	10	1

เงื่อนไขคะแนนเพิ่มเติม

หากกลุ่มหรือทีมช่วยกันสร้างอุปกรณ์แล้วสามารถส่งน้ำเป็นแบบอัตโนมัติ จะได้คะแนน X 2 หรือได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

หากกลุ่มหรือทีมช่วยกันสร้างอุปกรณ์แล้วสามารถบอกระยะเวลาในการไหลของน้ำได้ถูกต้อง จากการทดสอบโดยมีระยะช่วงเวลาของความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ±5 วินาที จะได้คะแนน X2 หรือได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

หากกลุ่มหรือทีมช่วยกันสร้างอุปกรณ์แล้ว สามารถเขียนหรือแสดงวิธีของการคำนวณระยะเวลาในการไหลของน้ำ จะได้คะแนน X 4 หรือได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า

ตัวอย่าง
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education
การประเมินสภาพจริง การประเมินความสามารถ และการประเมินตนเอง
ชื่อกลุ่ม.....
ชื่อ-สกุลสมาชิกในกลุ่ม
1. ..... 2.....
3. ..... 4.....
5. ..... 6.....
7. ..... 8.....

1. การประเมินสภาพจริง (การประเมินแยกองค์ประกอบและภาพรวม)

รายการประเมินสภาพจริง	ระดับคะแนนที่ได้					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. การออกแบบการทดลอง						
2. การดำเนินการทดลอง						
3. การนำเสนอ						
4. ภาพรวม						
รวม						
รวมทั้งหมด						

2. การประเมินความสามารถ 4 C และคุณลักษณะอื่น ๆ

รายการประเมินสภาพจริง	ระดับคะแนนที่ได้					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. ทักษะความคิดสร้างสรรค์						
2. ทักษะการคิดวิเคราะห์						
3. ทักษะการวางแผนและ การทำงานร่วมกัน						
4. ทักษะการสื่อสารด้านเนื้อหา						
5. ทักษะการสื่อสารด้านบรรยาย						
6. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทดลอง						
7. ความสำเร็จของงาน						
8. การใช้หลัก STEM 4 ศาสตร์						
รวม						
รวมทั้งหมด						

ลงชื่อผู้ประเมิน .....
(.....)
วัน เดือน ปี ที่ประเมิน .....

การประเมินตนเอง

ชื่อกลุ่ม.....

ชื่อ-สกุล.....

รายการประเมินสภาพจริง	ระดับคะแนนที่ได้				หมายเหตุ
	1	2	3	4	
1. การให้ความร่วมมือ					
2. การมีส่วนร่วม					
3. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
4. การแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความรู้ความเข้าใจ					
รวม					
รวมทั้งหมด					

ลงชื่อผู้ประเมิน .....

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน .....

ภาพ
กิจกรรม

บทสรุป

เนื้อหาของหนังสือ เล่มนี้ได้มุ่งเน้นจุดประกายความคิดให้กับผู้สนใจ ครู อาจารย์ และผู้สอนทุกท่าน ได้เห็นตัวอย่างรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ได้บูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ ซึ่งในเนื้อหาได้แสดงถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และตัวอย่างการจัดกิจกรรม STEM ที่ทำให้ผู้สนใจได้เห็นภาพของส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้แบบ STEM ให้แก่ผู้เรียนเพื่อ ทักษะการคิด วิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรม ที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม และทำให้เข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อเติมเต็มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยการบูรณาการทั้ง 4 วิชา ผ่านกระบวนการการออกแบบวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Design Process) เพื่อส่งเสริมการ เรียนรู้และสร้างทักษะโดยเน้นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่เน้นความสนุกและท้าทาย ซึ่งสะเต็มศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นเพียงเนื้อหาสาระ ทักษะ และกระบวนการที่จำเป็นในการทำความเข้าใจและแสวงหาองค์ความรู้เท่านั้น แต่ สะเต็มศึกษาได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้เหล่านี้มาใช้ประกอบการคิด ค้นหา และคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตในท้องถิ่นและการทำงานอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

การเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สะเต็มศึกษา ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2014 (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา http://www.STEMedthailand.org/ ?knowSTEM

การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา http://physics.ipst.ac.th/?page_id=2481

แผนแม่บทการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย พ.ศ. 2555-2574. (2554) กระทรวงอุตสาหกรรม. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/industry_plan/National_Industrial_Development_Master_Plan.pdf

วิจารณ์ พานิช. (2555). วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (มกราคม — กุมภาพันธ์ 2558). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท., 43,หน้า 14 — 17 (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา http://physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2015/06/IPSTMag_STEM_and_21stCenturySkills.pdf

ผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล: วิสูตร อาสนวิจิตร
ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์ประจำวิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
การศึกษา : ปริญญาโท วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อีเมลล์ : iamvisut@gmail.com

ชื่อ – นามสกุล: รองศาสตราจารย์ธีระศักดิ์ อุรัจนานนท์
ตำแหน่งปัจจุบัน: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
การศึกษา : ปริญญาเอก ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชื่อ – นามสกุล: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิชช์ ธนะศานวรคุณ
ตำแหน่งปัจจุบัน: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
การศึกษา : ปริญญาโท วศ.ด. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อีเมลล์ : suvit_th@hotmail.com

ชื่อ – นามสกุล: ผู้ช่วยศาสตราจารย์จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน
ตำแหน่งปัจจุบัน: สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
การศึกษา : ปริญญาเอก วศ.ต (เทคโนโลยีพลังงาน)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
อีเมลล์ : jutturit@gmail.com

ชื่อ – นามสกุล: ฉัตรชัย เลาวกุล
ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
และเทคโนโลยีวิศกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
การศึกษา : ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กระบวนการจัดการเรียนรู้ STEM Education ในศตวรรษที่ 21

ISBN: 978-974-625-899-9 (E-book)
ISBN: 978-974-625-898-2

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ศีลศิริ สง่าจิตร
ดร.สุรพล ใจวงศ์ษา

ผู้เขียน

วิสูตร อาสนวิจิตร
รศ.ดร. ธีระศักดิ์ อุรัจนานนท์
ผศ.ดร. จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน
ฉัตรชัย เลาวกุล
ผศ.ดร. สุวิชช์ ธนะศาสนวรคุณ

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร	ธารพรศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นทีชัย	ผัสดี
นายวิสุทธิ์	บัวเจริญ
ดร.สุริ่วรรณ	ราชสม
นายพิษณุ	พรมพราย
นายนริศ	กำแพงแก้ว
ว่าที่ ร.ต.รัชต์พงษ์	หอชัยรัตน์
นางสาวทิน	อ่อนนวล
นายวิษณุลักษณ์	คำยอง
นางสาวสุธาสินี	ผู้อยู่สุข
นายจักรวินทร์	ขืนสมบัติ
นายเจษฎา	สุภาพรเหมินทร์
นางสาวรัตนาภรณ์	สารภี
นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงใส
ว่าที่ ร.ต.เกรียงไกร	ศรีประเสริฐ
นางสาวเสาวลักษณ์	จันทร์พรหม
นางสาวอารีรัตน์	พิมพ์นวน
นางสาววราภรณ์	ต้นใส
นายวีรวิทย์	ณ วรรณมา

จัดทำโดย

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

พิมพ์ครั้งที่ 1 ปี 2563

บริษัท สยามพิมพ์นานา จำกัด 108 ซอยพงษ์สุวรรณ ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทร. 0-5321-6962

กระบวนการ
จัดการเรียนรู้
STEM Education
ในศตวรรษที่ 21

KBS
Knowledge BookStore

สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน : 98 หมู่ 8 ต.ป่าป้อง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220
โทรศัพท์ : 0 5326 6516 #1032 , โทรสาร : 0 5326 6522