

## วิธีการสอนแบบ **สะเต็มศึกษา** (STEM Education)

### ๑. ชื่อวิธีการสอน

การสอนแบบ สะเต็ม (STEM Education)



### ๒. ชื่อ-สกุลผู้ค้นคว้า/กลุ่มสาระการเรียนรู้

อาจารย์ สมชาย อุ่นแก้ว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### ๓. ลักษณะเด่น/แนวความสำคัญของรูปแบบการจัดการการเรียนรู้

#### • สะเต็มศึกษา (STEM Education)

STEM Education คือการสอนแบบบูรณาการข้าม กลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนา ทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์ หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับ ศตวรรษที่ ๒๑ อีกด้วย ทั้งนี้ STEM Education เป็นการจัดการศึกษาที่มี แนวคิด และลักษณะดังนี้

#### ๑. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration)

นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามา ผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

- **วิทยาศาสตร์ (S)** เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจใน ธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้ วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ เหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียน ระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียน



- **เทคโนโลยี (T)** เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการ แก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการ ทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วน ใหญ่เข้าใจ
- **วิศวกรรมศาสตร์ (E)** เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคน ส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการ ศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน
- **คณิตศาสตร์ (M)** เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับ จำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ *ประการแรก* คือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การ จัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ *ประการที่สอง* คือภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ *ประการสุดท้าย* คือการส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จาก กิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

### ๒. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น

ตั้งแต่ชั้นอนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าใน ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้ แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้ นักเรียนสามารถ สร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็ จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้นซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของสหรัฐอเมริกา มีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

### ๓. เป็นการสอนที่ ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนว การพัฒนาคนให้มี คุณภาพในศตวรรษที่ ๒๑

เช่น

- ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิด สร้างสรรค์ ฯลฯ
- ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมี ทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการ น้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดข้างต้นนักการศึกษาก็ยังได้มีบูรณาการ ศาสตร์อื่นประกอบเพื่อให้การจัดการศึกษา STEM Education นั้นครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน

เช่น การจัดการศึกษา STEAM Education ที่มีการบูรณาการศิลปะ (A) ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้ แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้นผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเอง ในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้น งานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์ และความสวยงาม เพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและ ความสวยงาม

นอกจาก STEM Education จะเป็นการบูรณาการ ศาสตร์ทั้ง ๔ สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการ ด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ และสามารถนำไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

ที่มา : STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ ๒๑. พรทิพย์ ศิริภัทราชัย ,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

#### ๔. ขั้นตอนการจัดการการเรียนรู้ตามวิธีสอน

ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

๕ ประการ ได้แก่

(๑) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้

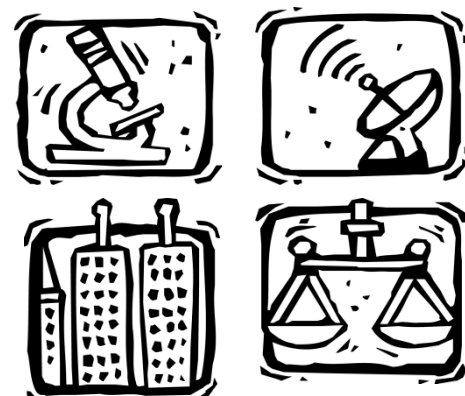
(๒) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด

(๓) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (active learning) ของผู้เรียน

(๔) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรม

หรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ

(๕) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต



## การเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ) พัฒนาและใช้โมเดล	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต) พัฒนาและใช้โมเดล	ตระหนักถึงบทบาทของ เทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและ พยายามแก้ปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ในการ สร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือ ทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือ ทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งาน เทคโนโลยีใหม่ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญกับความ แม่นยำ
ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยใน การคำนวณ	ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยใน การคำนวณ	เข้าใจบทบาทของ เทคโนโลยีในการพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์ และ วิศวกรรม	ใช้ตัวเลขในการให้ความ หมายหรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย	สร้างคำอธิบาย		พยายามหาวิธีการและใช้ โครงงานในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการยืนยัน แนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยัน แนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้ เทคโนโลยี โดยพิจารณาถึง ผลกระทบ	สร้างข้อโต้แย้งและ สามารถวิพากษ์การ ให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสาร แนวคิด	ประเมินและสื่อสาร แนวคิด	ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	มองหาและนำเสนอ ระเบียบวิธีในการเหตุผล

ที่มา : Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (๒๐๑๓). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, p.๓8.

อ้างอิงใน : <http://www.stemedthailand.org/?activity=ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม>

## จากตาราง แนวปฏิบัติ (practice)

ในทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติ ทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้โมเดลในการดำเนินงาน มีการออกแบบและลงมือค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ทั้งวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ ทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ ๒ ประการ คือ

- (๑) ในขณะที่วิชาวิทยาศาสตร์ พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์ พยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจและต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และ
- (๒) ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ คือการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์คือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

>>สรุป การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่<<

### ๑. ระบุปัญหา (Problem Identification)

ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้ง คำถามหรือปัญหาที่เราจะระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

### ๒. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนที่ไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามักมีการดำเนินการ ดังนี้

(๑) การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

(๒) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามักพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

### ๓. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

### ๔. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

### ๕. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

### ๖. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

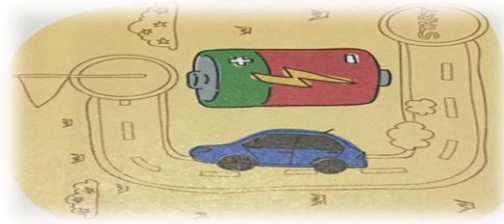


## ๕. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามวิธีในรายวิชาที่รับผิดชอบ

-รายละเอียดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน/การประเมินผล

### ๑. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

#### รถของเล่นไฟฟ้า



#### ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖

#### จุดประสงค์

- อธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด
- ออกแบบและสร้างรถของเล่นไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดโดยใช้ต้นทุนต่ำ

#### วัสดุอุปกรณ์ส่วนกลาง

ดินน้ำมัน รอก นาฬิกาจับเวลา  
ตลับเมตรหรือสายวัด

#### วัสดุที่ต้องเลือกซื้อ

ที่	ราคา/หน่วย(บาท)	หน่วย
๑. กระดาษแข็ง ขนาด A๔	๕	แผ่น
๒. พลาสติกลูกฟูก ขนาด A๔	๕	แผ่น
๓. กระดาษสีต่างๆ ขนาด A๔	๕	แผ่น
๔. กระดาษลูกฟูกลอน แบบม้วนได้ ขนาด A๔	๕	แผ่น
๕. กระดาษลูกฟูก ขนาด A๔	๕	แผ่น
๖. มอเตอร์ไฟฟ้า	๓๐	อัน
๗. ยางรัดของ	๒	เส้น
๘. ยางรัดของหน้ากว้าง	๓	เส้น
๙. ถ่านไฟฉาย	๓๐	ก้อน
๑๐. หลอดไฟขนาด ๒.๕ V	๕	หลอด
๑๑. ชุดล้อและเพลลา	๓๐	ชุด
๑๒. เทปกาวหรือเทปใส	๖	ม้วน
๑๓. สวิตช์	๑๕	อัน
๑๔. แผ่นพลาสติก	๕	ตารางนิ้ว

ที่	ราคา/หน่วย(บาท)	หน่วย
๑๕. กระดาษลูกฟูก	๑	ตารางนิ้ว
๑๖. กระดาษลูกฟูกแบบม้วนได้	๑	ตารางนิ้ว
๑๗. แผ่นกระดาษแข็ง	๑	ตารางนิ้ว
๑๘. กระดาษสีต่าง ๆ	๑	ตารางนิ้ว

## วิธีดำเนินการกิจกรรม

### ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประกอบรถของเล่นโดยมีโครงช่วงล่าง ซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า ล้อ เพลา และเฟือง ซึ่งใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ และคำนวณมูลค่ารถที่ได้ให้มีมูลค่าต่ำที่สุด มีข้อกำหนดคือ

- ใช้งบประมาณในการสร้างรถของเล่นให้น้อยที่สุด โดยไม่เกิน ๔๕๐ บาท
- รับน้ำหนักบรรทุก (ดินน้ำมัน) ได้ ๓ ก้อน
- รถของเล่นต้องวิ่งได้เร็วที่สุด

### ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็ว เช่น เรื่องพลังงานไฟฟ้า รูปทรงและความสมดุลของตัวรถแล้วนำมาอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อนำออกแบบรถ

### ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบรถของเล่นไฟฟ้าโดยมีข้อกำหนดคือ

- ใช้งบประมาณในการสร้างรถของเล่นให้น้อยที่สุด โดยไม่เกิน ๔๕๐ บาท
- รับน้ำหนักบรรทุก (ดินน้ำมัน) ได้ ๓ ก้อน
- รถของเล่นต้องวิ่งได้เร็วที่สุด

### ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบร่างของรถของเล่นไฟฟ้า พร้อมระบุวัสดุที่ใช้สร้างและต้นทุนของวัสดุทั้งหมด สร้างของเล่นตามทีออกแบบไว้

### ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินต้นทุนที่ใช้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทดสอบและปรับปรุงแก้ไข แล้วบันทึกผล

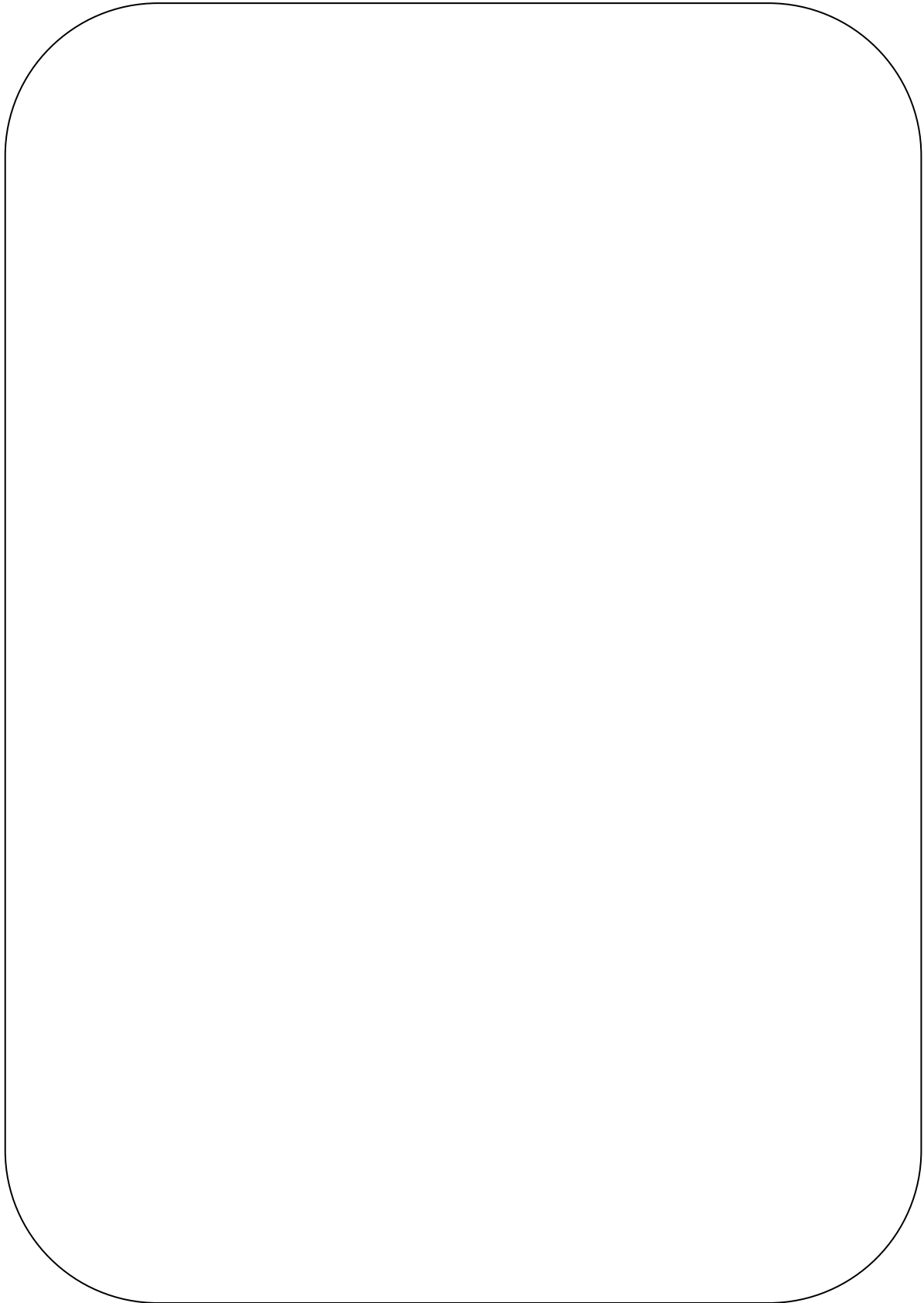
### ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำรถของเล่นที่สร้างขึ้นมาแข่งขันกัน รถของกลุ่มใดเข้าเส้นชัยก่อนเป็นผู้ชนะ



## ใบกิจกรรม

ภาพการออกแบบรถของเล่น เป็นดังนี้



## วัสดุที่ใช้และราคาต้นทุน

วัสดุ	จำนวน	ราคารวม
รวม		



**คำถามท้ายกิจกรรม**

๑. อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าของรถของเล่นไฟฟ้าได้อย่างไร

.....

.....

๒. รูปทรงของรถของเล่นไฟฟ้ามีผลต่อการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

๓. นักเรียนคิดว่ารูปทรงของรถของเล่นแบบไหนที่น่าจะสามารถเคลื่อนที่ได้เร็ว เพราะเหตุใด

.....

.....

๔. นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็ว เพราะเหตุใด

.....

.....

๕. นักเรียนใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมนี้อย่างไร

.....

.....

๖. นักเรียนใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกิจกรรมนี้อย่างไร

.....

.....

๘. นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นเรื่องใดบ้าง

.....

.....

## ๒. การวัดและประเมินผล

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ควบคู่กันกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นกระบวนการ ที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็น ประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นกลไกหนึ่งในการประกัน คุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช ๒๕๔๒ ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ว่า ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผลผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกต พฤติกรรม การเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับ และรูปแบบการศึกษา

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับดังกล่าวทำให้เห็นแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

- การวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้จะต้องดำเนินการควบคู่กันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง
- ในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและเจตคติ การประเมินพัฒนาการของผู้เรียนจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน
- เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการความก้าวหน้า และ ความสำเร็จของผู้เรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลายวิธี และต่อเนื่อง ทั้ง การสังเกต พฤติกรรม การเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม

## การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงรวมถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียน แสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริง ของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อ ตัวผู้เรียนและตัวผู้สอน ที่จะได้ รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่า อยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริม ให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้ รับการ แก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและ ประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความถนัด และความสนใจของแต่ละ บุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

## ๑. การประเมินจากสภาพจริง การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment)

คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรม หรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการ แก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

### ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

๑. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมิน หลายๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลายๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
๒. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของ ผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
๓. เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
๔. เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลายๆ ด้าน และ หลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้อง ให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และ ความสามารถของ แต่ละบุคคล
๕. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอน ของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับ กระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป
๖. เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและ สามารถพัฒนา ตนเองได้
๗. เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถ ถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

## วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจาก แหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

๑. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
๒. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
๓. การสัมภาษณ์
๔. บันทึกของผู้เรียน
๕. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
๖. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
๗. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)
๘. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)
๙. การทดสอบ

## ๒. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

- ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือ ปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

- การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

- ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จ ของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถ ที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมสถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน

ดังตัวอย่างต่อไปนี้

๑. การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์ กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

๒. การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์หองค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สอน และผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้า ของผู้สอน

๓. การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอน ให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำเฮอร์บาเรียม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

๔. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

๕. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่างๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบ ข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมิน ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบ ในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

## ๖. บทบาทของผู้สอน

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือ การทำโครงการ (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังกล่าวนี จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็น ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผู้สอนทั้งหลายอาจจะมี ความกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่า จะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไรบ้าง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ สสวท. นั้น เน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๔๒ มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่างๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ใน ชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้ สามารถใช้แหล่งการเรียนรู้ได้หลากหลายเพิ่มขึ้น

ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งที่ควรคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนมีดังนี้

๑. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด
๒. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน



๓. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
๔. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา
๕. ปลุกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

### ๗. บทบาทของผู้เรียน

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือ การทำโครงการ (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังกล่าวนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็น ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ ที่ผู้เรียนพึงมี ดังนั้น บทบาทของผู้เรียน คือ ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม โดยจะต้อง รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

### ๘. อ้างอิง

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). สกสค(ลาดพร้าว)(๒๕๕๙). *กิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษา(ป.๑-๖)เล่ม๑*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). สกสค(ลาดพร้าว)(๒๕๖๐). *คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา(ป.๑-๖)*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). สกสค(ลาดพร้าว)(๒๕๕๘). *คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา(ป.๑-๓)*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). สกสค(ลาดพร้าว)(๒๕๕๘). *คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา(ป.๔-๖)*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). สกสค(ลาดพร้าว)(๒๕๕๘). *คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษา(ม.๑-๓)*. กรุงเทพมหานคร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). สกสศ(ลาดพร้าว)(๒๕๕๘).*ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา*(ป.๑-ม.๖).กรุงเทพมหานคร.

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์.*STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ ๒๑*.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)

<http://www.stemedthailand.org/>

<http://www.stemedthailand.org/?activity=ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม>

[http://www.stemedthailand.org/?page\\_id=๒๓](http://www.stemedthailand.org/?page_id=๒๓)

<http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/๒๐๑๕/๐๓/newIntro-to-STEM.pdf.pdf>