

## การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู LEARNING MANAGEMENT BASED ON STEM EDUCATION FOR STUDENT TEACHERS

กมลฉัตร กล่อมอิม<sup>1\*</sup>  
Kamolchart Klomim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

<sup>1</sup>Faculty of Education, Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun, 67000, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: kamolchart.klo@pcru.ac.th

### บทคัดย่อ

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษายังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ฉะนั้น การฝึกประสบการณ์ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในโรงเรียนได้ จึงเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน

**คำสำคัญ:** สะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ นักศึกษาวิชาชีพครู

### Abstract

STEM Education is an integrated learning management approach comprising four specific disciplines; science, technology, engineering and mathematics, which aim to enhance learners' ability to bring what they have experienced onto their problem solving or occupations. STEM Education also develops processes or new products, which are useful for learners in their real lives through Project-Based Learning or Problem-Based Learning. Both Project-Based Learning and Problem-Based Learning also assist the learners' skills and abilities correlated with the change of current society and the world in the 21<sup>st</sup> century. Moreover, STEM Education plays an important role on assisting learners to improve knowledge, cognitive skills, interpersonal skills and responsibility, numerical analysis, communication and information technology skills. For these reasons, learning management based on STEM Education for student teachers is needed.

**Keywords:** STEM Education, Management Integrated, Designing Learning Management Course, Student Teachers

## บทนำ

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น.201-202) มีจุดเด่นที่การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มาผนวกเข้ากับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่อยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย กิจกรรมสะเต็มศึกษาเน้นการนำประเด็นหรือสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนอาจเป็นปัญหา เหตุการณ์ หรืออาชีพที่พบเห็นได้ในชุมชนมาเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สร้างโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียน และความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีหาวิธีการหรือพัฒนาชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ของความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในชั้นเรียน อีกทั้งเป็นการฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม เนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสถานการณ์ที่ครูกำหนดต้องสอดคล้องกับตัวชีวิตในระดับชั้นที่นักเรียนศึกษาอยู่และต้องคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้และความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละวัย (เสกสรร สรรสพิสุทธ์, 2558) ซึ่งการผลักดันให้ สะเต็มศึกษาเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมแบบองค์รวมในโรงเรียนได้นั้น ผู้บริหารสถานศึกษาต้องเอาใจจริงเอาใจ ส่งเสริมให้ครูทุกคนที่เกี่ยวข้องต้องมีความตระหนักถึงความสำคัญของสะเต็มศึกษา และต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (สสวท., 2558, น.38)

นโยบาย “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ของกระทรวงศึกษาธิการ หมายถึง การบริหารจัดการเวลาเรียนเป็นการจัดสัดส่วนเวลาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้รับความรู้ให้น้อยลง และเพิ่มเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริง และสร้างความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาตามความสนใจ ความถนัดและความต้องการได้เพิ่มพูนทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะชีวิต ความมีน้ำใจ การทำงานเป็นทีม และมีความสุขในการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558, น.2) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเช่นเดียวกันคือมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม โดยโรงเรียนสามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้จัดกิจกรรมได้เลย นอกจากนี้ ผู้บริหารโรงเรียนต้องสนับสนุนการทำงานเชิงบูรณาการของครูใน 3-4 วิชา ที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา และต้องส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ร่วมกันของครู สร้างเป็นชุมชนของการเรียนรู้ของครู เพื่อช่วยกระตุ้นให้ครูปรับการเรียนเปลี่ยนการสอน และตื่นตัวในการใช้สะเต็มศึกษา (ภักดี เหมทานนท์, 2558, น.1)

ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาคือทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้นกรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ประกอบด้วย 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน รวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรง และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่ 4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุกๆ ด้าน (กมลฉัตร กล่อมอ้อม, 2556, น.3)

อนึ่ง นโยบายกระทรวงศึกษาธิการด้านการศึกษาที่ส่งเสริมให้สถานศึกษา “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” โดยให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเพิ่มพูนทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะชีวิต ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม สร้างเสริมคุณลักษณะ ค่านิยมที่ดีงามและความมีน้ำใจต่อกันซึ่งกิจกรรมจะเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยเชื่อมโยง ความรู้เดิมที่มีอยู่ภายในเข้ากับการได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เพื่อฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม การเรียนรู้ด้วยตนเอง และทักษะสำคัญอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งสอดคล้องกับจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ตั้งแต่ระดับอนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา อุดมศึกษา ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้สอนได้ทำการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2558 ให้กับนักศึกษาวิชาชีพรุเพื่อ นำความรู้ที่ได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในระดับโรงเรียนในชั่วโมง “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” (Moderate Class More Knowledge) ต่อไป

### ทำไมต้องสะเต็มศึกษา

ในสังคมโลกในขณะนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการสื่อสาร ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากมหาศาลอยู่ในแหล่งต่างๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้าทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงานกับนานาอารยประเทศได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการปรับหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ส่วนของผู้สอนและผู้เรียนก็ต้องมีปรับเปลี่ยนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นในการเป็นผู้สอนและผู้เรียนสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (สสวท., 2558, น.1)

### สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเน้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของมาตรฐานในการเรียนรู้ (21<sup>st</sup> Century Standards) ประกอบด้วย ทักษะในการหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์/แก้ปัญหา ทักษะการพัฒนานวัตกรรม ทักษะการใช้ชีวิตที่มีค่า จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ในรูปแบบโครงงาน หรือการพัฒนาวัตกรรมการที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มาก อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงาน หรือการพัฒนาวัตกรรมการเท่านั้น ดังนั้นในบทเรียนอื่นๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ติ ผิกลคิดวิเคราะห์หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ ผิกลคิดเชิงสร้างสรรค์ ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สสวท., 2558, น.3)

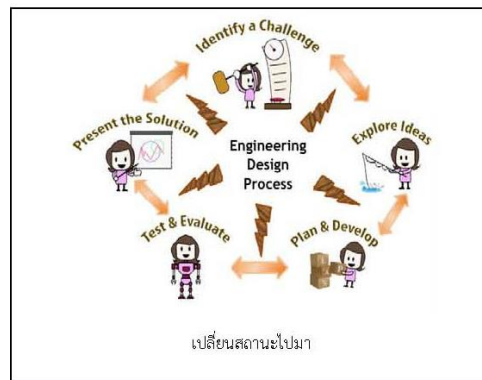
### สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1) การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการ

หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด 3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Proto type) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา 4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จากถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ (สสวท., 2558, น.38)

เพื่อให้เห็นรายละเอียดที่ชัดเจนขึ้นของแต่ละองค์ประกอบของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมลองพิจารณาตัวอย่างกระบวนการออกแบบห้องทำความเย็นดังนี้ 1) การระบุปัญหา (Identify a challenge) ในสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว มีความจำเป็นต้องเก็บผักผลไม้ในที่อุณหภูมิต่ำเพื่อคงความสดใหม่ จึงเกิดคำถามว่าทำอย่างไรจึงจะสร้างตู้หรือห้องที่คงอุณหภูมิให้ต่ำอยู่เสมอแม้อุณหภูมิภายนอกจะสูงก็ตาม 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ได้อธิบายว่า 2.1) สสารโดยทั่วไปมีการคลายความร้อนเมื่อเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และมีการดูดความร้อนเมื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ และ 2.2) สสารในสถานะไอสามารถเปลี่ยนเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความดันที่สูงขึ้น และเปลี่ยนกลับเป็นไอได้เมื่อลดความดันลง จึงได้แนวคิดว่าหากนำสารที่เปลี่ยนสถานะได้ง่ายและมีคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนได้ดีมาทำให้เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอภายในตู้และเปลี่ยนสถานะกลับเป็นของเหลวนอกตู้ก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนจากภายในตู้ออกไปนอกรูปร่างตู้ได้ ในที่นี้เทคโนโลยีด้านเครื่องจักรกลทางไฟฟ้า (หรือมอเตอร์) สามารถนำมาประยุกต์เป็นเครื่องอัดแรงดันให้สารเปลี่ยนสภาพจากไอเป็นของเหลวได้ และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดในการถ่ายเทพลังงานความร้อน ควรมีการนำเอาสารหลายๆชนิดมาทดลองเปรียบเทียบอัตราการดูดและคลายความร้อน และพลังงานที่ต้องใช้ในการทำให้สารนั้นๆเปลี่ยนสถานะมา 3) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) ออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบที่กักเก็บสารทำความเย็นไว้ในระบบปิดโดยทำให้เกิดการระเหยกลายเป็นไอภายในห้องที่ต้องการทำความเย็นและควบแน่นกลับเป็นของเหลวนอกห้องเพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการใช้งานก่อนนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ 4) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ออกแบบกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ต้นทุนต่ำแต่ได้สมรรถภาพที่ต้องการ โดยการเลือกสรรวัสดุและชิ้นส่วนที่เหมาะสม คำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้รวมถึงขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ทำอุปกรณ์อัดแรงดันด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้การถ่ายเทความร้อนเหมาะสมกับขนาดของห้องที่ต้องการทำความเย็น 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) นำกระบวนการออกแบบที่ได้นำเสนอต่อผู้ที่สนใจหรือผู้ให้ทุนสนับสนุน เพื่อให้เกิดการผลิตในปริมาณมากและใช้งานในวงกว้างต่อไป (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2557, น.2-4)

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นตามลำดับ โดยการทดสอบและประเมินผลสามารถทำได้ในระหว่างการวางแผนและพัฒนาเช่นกัน หรือถ้าหากผลลัพธ์ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ไม่ว่าจะเป็นเรื่องต้นทุนหรือประสิทธิภาพอุปกรณ์ก็อาจจำเป็นต้องย้อนกลับไปค้นหาแนวคิดอื่นขึ้นมาใหม่ ดังแสดง แผนภาพที่ 1



ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2557, น.38

ดังนั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาให้บังเกิดผลเป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2557, น.4)

#### ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2558, น.5) มีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม เป็นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา
5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
6. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

#### แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

จุดเด่นอีกข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการ เพื่อช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชา กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพทั้งนี้ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration) 2) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) 3) การบูรณา

การแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) 4) การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Trans disciplinary Integration) ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 แผนภาพระดับของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ที่มา: Vasquez, J. A., Snelder, C. and Comer, M. (2013), น.1

### การบูรณาการภายในวิชา

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะสมแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้ คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ., 2558, น.4)

### การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าครูผู้สอนแต่ละวิชากำหนดร่วมกันว่าจะใช้กระต๊อบเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระต๊อบได้ว่า กระต๊อบจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างกระต๊อบข้าวเพื่อสอนเรื่องการถ่ายโอนความร้อน ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้กระต๊อบข้าวสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระต๊อบข้าวได้ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558, น.4)

### การบูรณาการแบบสหวิทยาการ

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียนรู้

เรื่องการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อน ครูกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระติบข้าว โดยขอให้ครูคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงต่างๆ ก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไป สร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558, น.5)

### การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชีวิตในวิชาต่างๆที่เกี่ยวข้อง 3) ความรู้เดิมของนักเรียน (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558, น.5)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือโครงการเป็นฐาน (Problem/Project-Based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางการบูรณาการแบบนี้ หากพิจารณาใช้กระติบข้าวเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ครูสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชาโดยกำหนดกรอบปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เช่น การใช้กระติบข้าวในร้านอาหารที่มักมีการบรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระติบข้าว เพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระติบซึ่งจะมีผลทำให้ทำความสะอาดยาก และผู้เรียนต้องออกแบบกระติบข้าวหรือวิธีการที่จะทำให้กระติบข้าวมีคุณสมบัติลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาดังกล่าวแล้วผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดและทักษะทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558) ตัวอย่างสะเต็มในชีวิตประจำวัน: ปัญหากระติบข้าว



ที่มา: แผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สสวท., 2557, น.1)

### แนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลในสภาพจริงผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ การสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้ (สสวท., 2558, น.18-19)

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสังควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การมอบหมายงานให้ทำ งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2. การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

1. การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอน ให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

2. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือ ปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

3. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากใช้ความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่างๆได้ ดังนั้น ในการะบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้น



ประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ได้แก่

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิม และคณะ, 2557, น.129-139) กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ได้แก่ 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่ต่างต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรง และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่ 4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุกๆ ด้าน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนจุดเน้นของการเรียนแบบมีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะชีวิตต่างๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่ และการทำงาน (จิราณี เมืองจันทร์, 2557, น.3) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่ 1) นักเรียนแต่ละคน มีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้างความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือก บทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ฝึกปฏิบัติการวางแผนการทํากิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและทำรายงานผลการเรียนรู้ 3) นักเรียนได้รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำผู้ตามและที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน 4) ครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง ผู้สอนอาจใช้ใบชี้แจงกำหนดกิจกรรม ของนักเรียน ในการนำเสนอประสบการณ์ ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อย ผู้สอนอาจจะยกกรณีตัวอย่าง หรือสถานการณ์ก็ได้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) (วารุณี หนองห้าง, 2553, น.35) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่ 1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) ผู้สอนควรจัดความคิรวบยอดเนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน 5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน 6) ผู้สอนควรสอนความคิรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (Subsume) สิ่ง

เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ ในโครงสร้างสติปัญญาและความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียนอยู่แล้ว (สมาลี ชัยเจริญ, 2557, น.92) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) ได้แก่ 1) ผู้สอนควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่ 2) ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่ต้องเรียน 3) ผู้สอนควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของผู้สอน 4) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการจัดเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่ 5) ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้างๆก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

5. ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน (ทวีป แซ่ฉิน, 2556, น.11) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) ได้แก่ 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิดและการเรียนรู้ต่อไป 2) เป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันอันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้ เช่น ความถนัดความสามารถและประสบการณ์แตกต่างกัน ซึ่งจะเอื้อให้มีการช่วยเหลือกันและกัน การสร้างสรรค์ผลงานและความรู้ รวมทั้งพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย 3) เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเองที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่นปลอดภัยสบายใจ จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

### การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู

ทำไมต้องจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพราะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบแนวคิดของมาตรฐานในการเรียนรู้ (21st Century Standards) ประกอบด้วยทักษะในการหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์/แก้ปัญหา ทักษะการพัฒนานวัตกรรม ทักษะการใช้ชีวิตที่มีค่า โดยมีวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) เพื่อส่งเสริมทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู 2) เพื่อให้ นักศึกษาวิชาชีพครูเรียนรู้ หลักการสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการและกิจกรรม (Process and content) 3) เพื่อปรับบทบาทครูจากการเป็นผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา (Coaching and Mentoring) ซึ่งผู้เขียนได้ทำการสอนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน ในรายวิชาการออกแบบการจัดการเรียนรู้ EDCl201โดยการออกแบบการจัดการเรียนรู้มุ่งให้นักศึกษาวิชาชีพครู สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั่วโมง “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ในโรงเรียนได้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

### ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (เวลา 30 นาที) ครูเสนอสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

ตามที่นโยบายกระทรวงศึกษากำหนดให้สถานศึกษามีกิจกรรม “ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้” ในฐานะนักศึกษาจะไปประกอบวิชาชีพครูในอนาคต ให้นักศึกษาออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน (สสวท., 2558, น.4) ดังนี้ 1) เครื่องดักแมลงวัน 2) กระจุกออมสินพอเพียง 3) ไขในอะไร 4) วุ้นแพนซี 5) ฤๅษะคบร้อน 6) การจัดสวนถาด โดยให้นักศึกษาตั้งชื่อโรงเรียน ชุมนุม มีสมาชิกในกลุ่มแสดงบทบาทสมมติเป็นครู นักเรียน

### ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (30 นาที)

1. จัดนักศึกษาเป็นกลุ่มๆ ละ 5 – 6 คน แล้วจับสลากเลือกหัวข้อ
2. ให้นักศึกษาทำความเข้าใจปัญหา โดยการให้นักศึกษาระบุว่า ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จำเป็นต้องศึกษาความรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไรบ้าง
3. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ เรื่องที่จำเป็นต้องศึกษา โดยให้ครูและนักศึกษาร่วมกันเติมเต็มหัวข้อที่ต้องไปศึกษา

### ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (60 นาที)

1. ครูจัดเตรียมแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักศึกษาศึกษาในเรื่อง เครื่องดักแมลงวัน กระจุกออมสินพอเพียง ไขในอะไร วุ้นแพนซี ฤๅษะคบร้อน การจัดสวนถาด เช่น [www.http:stemedforlife.ipst.ac.th](http://www.http:stemedforlife.ipst.ac.th) คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษา เป็นต้น
2. ให้นักศึกษากำหนดสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้
3. ให้นักศึกษาดำเนินการศึกษาด้วยตนเองในเรื่องที่ต้องการเรียนรู้ จากแหล่งข้อมูลที่เตรียมไว้ให้ ตามความสนใจของนักศึกษา และเขียนสรุปความรู้ที่ตนเองศึกษา
4. นักศึกษาทุกกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้ เรื่อง 1) เครื่องดักแมลงวัน 2) กระจุกออมสินพอเพียง 3) ไขในอะไร 4) วุ้นแพนซี 5) ฤๅษะคบร้อน 6) การจัดสวนถาด รวมกันอีกครั้ง
5. ให้นักศึกษาแต่ละคนนำข้อสรุปที่ได้ มาเขียนเรียบเรียงเป็นองค์ความรู้ของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบองค์ความรู้นั้น

**ขั้นที่ 4 การทดสอบและการประเมินผล (60 นาที)** ให้นักศึกษานำข้อสรุปที่ได้มาจัดระบบ และนำไปสู่การเขียนผังมโนทัศน์ ตามหัวข้อแต่ละกลุ่มที่รับผิดชอบ

### ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (60 นาที)

1. ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน
2. ให้นักศึกษาทุกกลุ่มร่วมกันประเมินการเขียนผังมโนทัศน์ เครื่องดักแมลงวัน กระจุกออมสินพอเพียง ไขในอะไร วุ้นแพนซี ฤๅษะคบร้อน การจัดสวนถาด โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ครูเตรียมไว้ให้

### สื่อการเรียนการสอน

1. [www.http:stemedforlife.ipst.ac.th](http://www.http:stemedforlife.ipst.ac.th)
2. คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3
3. คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6
4. คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

5. คู่มือเอกสารกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**การวัดและประเมินผล** ด้านคุณธรรมจริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี

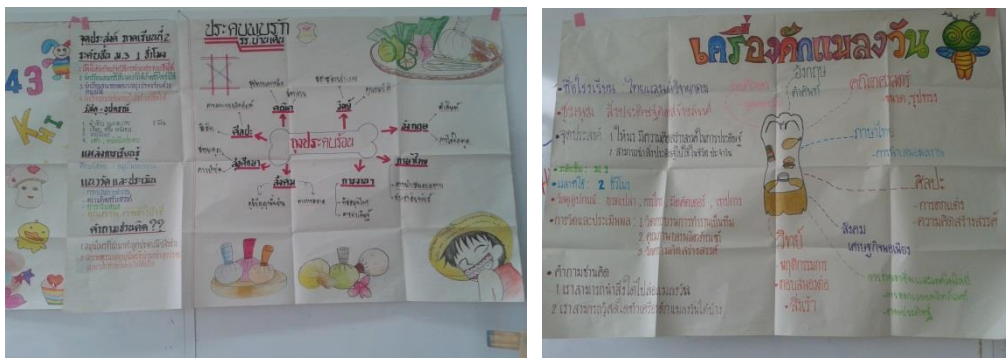
### นักศึกษาได้เรียนรู้อะไร และเรียนรู้ได้อย่างไร (After Action Review)

ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู โดยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการและกิจกรรม (Process and content) ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักศึกษาร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอนฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยกันออกแบบชิ้นงานโดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา (Coach and Mentor) นักศึกษารับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การเป็นผู้นำผู้ตาม และที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักศึกษา

ตัวอย่าง ภาพบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา



ตัวอย่าง ภาพผลงานนักศึกษาในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา



## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กมลฉัตร กล่อมอ๋ม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารินทร์ แก้วอุไร และวิเชียร อ่างรงค์โสทธิสกุล. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 16(2), 129-139.
- จิราณี เมืองจันทร์. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD แบบผสมผสานเรื่องคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนครสวรรค์).
- ทวีป แซ่ฉิน. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Constructionism เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม App Inventor สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนครสวรรค์).
- ภักดี เหมทานนท์. (2558). *เสวนาวิชาการระดมความเห็นสะเต็มศึกษาซ้ำจำเป็นศตวรรษที่ 21*. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2558, จาก [www.vcharkarn.com](http://www.vcharkarn.com)
- วารุณี หนองห้าง. (2553). *ทักษะการคิดพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองห้างพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อให้เกิดมิติของบูรณาการ*. (การศึกษาค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). *สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2559, จาก <http://www.stemedthailand.org>
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เสกสรร สรรสรพิสุทธิ์. (2558). *เสวนาวิชาการสะเต็มศึกษา: เรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาพัฒนานวัตกรรมนำสู่อาชีพ*. สืบค้นเมื่อ 16 ธันวาคม 2558, จาก <http://www.stemedthailand.org/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3*. กรุงเทพฯ: องค์การค่าของ สกสศ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: องค์การค่าของ สกสศ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3*. กรุงเทพฯ: องค์การค่าของ สกสศ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *เอกสารกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: องค์การค่าของ สกสศ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 17(2), 201-202.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2558). *คู่มือบริหารจัดการเวลาเรียน ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

## ภาษาอังกฤษ

- Chaijaroen, S. (2014). *Instructional Design Principles and Theorie*. Khonkaen: Khonkaen University. (in Thai)
- Hemtanon, P. (2015). *Seminar in academic brainstorming STEM Education for 21<sup>st</sup> century*. Retrieved December 16, 2015, from [www.vcharkarn.com](http://www.vcharkarn.com) (in Thai)
- Klomim, K., Namnak, C., Kaewurai, W., and Thamrongsoththisakul, W. (2014). A Development of Learning Model based on Constructivist Theory of A Scaffolding to Enhance on Mathematic Problem Solving Skill for Lower for The Mattayomsuksa 1. *Journal of Education Naresuan University*, 16(2), 129-139. (in Thai)
- Kijkuakul, S. (2015). Stem Education. *Journal Education Naresuan University*, 17(2), 201-202. (in Thai)
- Muangchan, J. (2014). *Development Blended Learning by Using the Cooperative Learning STAD Technique Activities on a Topic of "Commands for Controlling a Computer" for the Mattayomsuksa 5 students*. (Master Thesis, Naresuan University). (in Thai)
- National Research Council, NRC. (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concept, and core ideas*. Committee on New Science Education Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved from <http://www.nap.edu/catalog/21740/identifying-and-supporting-productive-stem-programs-in-out-of-school-settings>
- National STEM Education Center. (2014). *STEM Education and design Engineer*. Retrieved March 23, 2016, from <http://www.stemedthailand.org> (in Thai)
- National STEM Education Center. (2015). *Manual network STEM Education*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. Ministry of Education. (in Thai)
- Nonghang, W. (2010). *Basic Thinking Skills in English Subject of Mattayom Suksa 1 Students at Nonghangpittaya School Kalasin Province, Using Bruner's Concepts Attainment Model*. (Independent Study, Khon Kaen University). (in Thai)
- Office of the Basic Education. (2015). *Manual Management time in morederlate class more knowledge*. Bangkok: Ministry of Education. (in Thai)
- Saechin, T. (2013). *The development of learning activities based on constructionism theory to develop programming skills using app inventor for high school students*. (Master Thesis, Naresuan University). (in Thai)
- Sansorapisut, S. (2015). *Seminar in academic Stem: learning for Problem-solving develop innovation introduce career*. Retrieved December 16, 2015, from <http://www.stemedthailand.org/> (in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *Science Technology Engineer and Mathematics Education, Primary 1-3*. Business Organization of the Office of the welfare Promotion commission for teachers and educational personnel.

(in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *Science Technology Engineer and Mathematics Education, Primary 4-6*. Business Organization of the Office of the welfare Promotion commission for teachers and educational personnel.

(in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *Science Technology Engineer and Mathematics Education, Secondary 1-3*. Business Organization of the Office of the welfare Promotion commission for teachers and educational personnel.

(in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). *Science Technology Engineer and Mathematics Education, High school 4-6*. Business Organization of the Office of the welfare Promotion commission for teachers and educational personnel.

(in Thai)

Vasquez, J. A., Snelder, C. and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Grades 3-8*.

*National Research Council, 2012. A Framework for K-12 Science Education: Practices,*

*Crosscutting Concept, and Core Ideas*. Committee on New Science Education

Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and

Education. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved from

[http://www.umbc.edu/ugc/20152016%20Courses/Postings%20for%20November%](http://www.umbc.edu/ugc/20152016%20Courses/Postings%20for%20November%2012/EDUC%20430.pdf)

[2012/EDUC%20430.pdf](http://www.umbc.edu/ugc/20152016%20Courses/Postings%20for%20November%2012/EDUC%20430.pdf).