

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นทีมผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ของนักเรียนห้องเรียนวิศวะ-วิทย์ (โครงการ รวม.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
The Development of Creativity and Teamwork Through the STEM Education
Learning Process of the Students in the Engineering Science Classroom, King
Mongkut's University of Technology Thonburi (ESC-KMUTT)

ชนกานต์ โฉมงาม^{1*} รัฐกานต์ ณ พัทลุง¹ จินตนา วงศ์ดี¹ สุกัญญาพัฒน์ ดอกกุหลาบ¹

นิอร วินารักษ์วงศ์¹ และวิฑูร บุญโพธิ์¹

Chanakan Chomngam , Ratthakarn Na Phatthalung, Jintana Wongta,

Sukanyapat Dokkularb , Nion Vinarukwong and Witoon Boonpho

¹ห้องเรียนวิศวะ-วิทย์ (โครงการ รวม.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

(The Engineering Science Classroom, King Mongkut's University of Technology Thonburi
(ESC-KMUTT))

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกิจกรรมค่ายในรูปแบบสะเต็มศึกษาและประเมินผลสัมฤทธิ์ของกิจกรรมในด้านทักษะการคิด (soft skills) โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเข้าใหม่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2558 จำนวน 26 คน ห้องเรียนวิศวะ-วิทย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กิจกรรมในค่ายถูกออกแบบมาเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนในหลักสูตรที่มีการบูรณาการข้ามสาระวิชา หรือ story based learning นอกจากนั้นเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นทีม ผลจากกิจกรรมพบว่า กิจกรรมลูกชุบทำให้นักเรียนได้สร้างชิ้นงาน (ลูกชุบ) ที่มีรูปร่างสีสัน แตกต่างจากขนมลูกชุบทั่วไป สำหรับกิจกรรมสร้างชิ้นงานจากกระดาษ ด้วยโจทย์ที่ให้นักเรียนออกแบบและสร้างโมเดลของกรุงเทพมหานครในอีก 100 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2658) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิด จินตนาการซึ่งเป็นโจทย์เปิดที่กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี และเมื่อประเมินความคิดเห็นในกิจกรรมแลนด์มาร์ค คะแนนประเมินที่มากที่สุดคือ นักเรียนฝึกการทำงานเป็นทีม และสามารถรับฟังและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อนร่วมกลุ่มได้

คำสำคัญ : ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม สะเต็มศึกษา

Abstract

The objectives of this study are to introduce the STEM orientation camp and evaluate the achievement of activities in part of soft skills. The 26 participants are freshman or M.4 students who were recruited to ESC-KMUTT in 2015. All activities at orientation camp were designed for preparing students who will start learning in story-based learning curriculum which integrated all subjects together. Furthermore, the activities should help stimulate or enhance creativity and teamwork. Activities evaluation shown that students could make creative Luk Chup in various shapes or colors which were different from typical Thai Kanom Luk Chup. In paper work, students were assigned to design and modelling Bangkok in 100 years forward (2115 A.D.). It was the main project for STEM orientation camp to enhance creativity which was stimulating imagination of Bangkok city in a hundred year forward. From questionnaire evaluation, most of the students chose that they could practice team work and could listen and accept the others opinion.

Keywords: Creativity, Teamwork, STEM

**Corresponding author, E-mail: chanakan.cho@kmutt.ac.th*

บทนำ

ระบบการศึกษาในช่วงศตวรรษที่ 18-19 เป็นต้นมา มุ่งเน้นเพียงการสอนองค์ความรู้ต่าง ๆ (Hard Skill) แก่ผู้เรียน เฉพาะด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น เมื่อผู้เรียนจบการศึกษา เข้าสู่ตลาดแรงงาน ย่อมกลายเป็นแรงงานที่มีคุณสมบัติเฉพาะด้านตาม อุปสงค์แรงงานตลาดเช่นกัน ซึ่งเป็นผลมาจากแนวคิดลัทธิอุตสาหกรรม (Industrialism) โดยเชื่อว่าการสร้างมนุษย์ให้มีความสามารถเฉพาะด้าน จะส่งผลให้มนุษย์มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น และอาจจะส่งผลให้เศรษฐกิจมีอัตราการเจริญเติบโตก้าวหน้าอีกด้วย แต่หลายปีต่อมากลับพบว่าแรงงานที่มีคุณสมบัติเฉพาะด้านเหล่านั้น ไม่สามารถแก้ไขปัญหในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะทำงานไปตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น อีกทั้งผลผลิตจากการทำงาน เช่น สินค้าและบริการต่าง ๆ มีลักษณะเหมือนกัน กันและเป็นการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) [1] ปัญหาดังกล่าวจึงส่งผลให้สินค้าและบริการมีราคาถูกลง อีกทั้งสินค้าและบริการบางชนิดก็ไม่ได้ตอบสนองความต้องการผู้บริโภคบางกลุ่ม ตลอดจนไม่เกิดการแข่งขันทางการค้าในการประดิษฐ์หรือสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่สามารถเพิ่มมูลค่าได้ ดังนั้นจึงส่งผลให้เศรษฐกิจอยู่ในภาวะถดถอย ในศตวรรษที่ 21 ระบบการศึกษาจึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับผู้เรียนในเรื่ององค์ความรู้ต่าง ๆ เฉพาะด้านเท่านั้น แต่เป็นการนำองค์ความรู้ต่าง ๆ บูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สร้างความเข้าใจ เชื่อมโยง ผสมผสานความรู้แต่ละศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน รูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการ STEM EDUCATION (สะเต็มศึกษา) เป็นการเรียนการสอนที่ได้บูรณาการเนื้อหาความรู้และทักษะที่สำคัญ 4 สาขา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทั้ง 4 สาขาไว้ด้วยกัน และสามารถนำความรู้ดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริง [2] สำหรับบริบทของสะเต็มศึกษาในประเทศไทยเมื่อพิจารณาจากหลักสูตรทั้ง 4 กลุ่มวิชาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ไม่พบหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจน ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศ ปัจจุบันมีแต่เพียงหลักสูตรวิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี (T) และคณิตศาสตร์(M) เท่านั้น หากจะมีวิศวกรรมศาสตร์แทรกอยู่บ้าง ก็เป็นเพียงลักษณะการสอดแทรกอยู่ในวิชาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ [3, 4]

โครงการสนับสนุนการจัดตั้งห้องเรียนวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียนโดยการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย (โครงการวมว.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หรือ สำนักงานห้องเรียนวิศ-วितย จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ.2550 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการพัฒนาตนเองไปสู่นักวิจัยวิศวกรในอนาคต รวมถึงการสร้างผู้เรียนให้เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงของสังคมอีกด้วย (Change Agent) หลักสูตรการเรียนการสอนจึงเน้นการบูรณาการความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน ภายใต้แนวคิดการร้อยเรียงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นเรื่องราวประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติ (Story Based Learning) ประกอบไปด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดบูรณาการความรู้ต่าง ๆ แบบสะเต็มศึกษาอีกด้วย อีกทั้งสำนักงานห้องเรียนวิศ-วितยยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการฝึกฝนตนเองในด้านทักษะทางอารมณ์ และทักษะทางสังคม (Soft Skill) เช่น ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะความคิดเชิงวิพากษ์ ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการสื่อสาร ทักษะเทคโนโลยี ทักษะการคิดเชิงประดิษฐ์ ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น [5, 6] เพราะเชื่อว่าทักษะเหล่านี้ช่วยเติมเต็มให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีศักยภาพสมบูรณ์ทั้งองค์ความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รวมถึงสามารถสร้างนวัตกรรมกรรมใหม่ๆ ของสินค้าและบริการให้เกิดความแตกต่าง อันส่งผลให้เกิดการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมให้มีความเจริญก้าวหน้าในโลกศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้วิธีการวัดประเมินผลแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มสำหรับอาจารย์ผู้สอนของสำนักงานห้องเรียนวิศ-วितยและอาจารย์ผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทย

ระเบียบวิธีวิจัย/วิธีการสังเคราะห์ความรู้

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัย

นักเรียนที่กำลังจะเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นม.4 ประจำปีการศึกษา 2558 จำนวน 26 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 7 คน นักเรียนหญิง 19 คน นักเรียนทั้งหมดเข้าร่วมกิจกรรมค่ายปฐมนิเทศ (orientation camp) ตั้งแต่วันที่ 8 – 20 พฤษภาคม พ.ศ.2558 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน และเรียนรู้วัฒนธรรมของการเป็นนักเรียนห้องเรียนวิศวะ-วิทย์ และฝึกฝนทักษะด้านต่าง ๆ เช่น การฝึกคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น ตลอดจนปรับทัศนคติที่ดี ค่ายปฐมนิเทศนี้จึงเป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนเรียนรู้องค์ความรู้ต่าง ๆ ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อีกทั้งยังเป็นการปรับทัศนคติของนักเรียน ทั้งทักษะทางอารมณ์ ทักษะทางสังคม และทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็นกับนักเรียน โดยเฉพาะทักษะความคิดสร้างสรรค์ ในค่ายปฐมนิเทศนักเรียนได้เรียนรู้และทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ 3 กิจกรรม ประกอบด้วย 1. กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ (Creative Class) : ปันสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิด 2. กิจกรรมขนมลูกชุบ 3. กิจกรรมสร้างชิ้นงานจากกระดาษ (Bangkok Landmark: The vertical living).

2. แผนการออกแบบกิจกรรม

กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ (Creative Class) ใช้เวลาในการเรียนการสอนในชั้นเรียนประมาณ 3 ชั่วโมง ในช่วงแรกอาจารย์ให้นักเรียนระดมความคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์คืออะไร และการประเมินความคิดสร้างสรรค์ ใช้เกณฑ์อย่างไร หลังจากนั้นอาจารย์ยกตัวอย่างสิ่งที่มีความสร้างสรรค์ เช่น แนวคิด งานศิลปะ สิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น และสอนวิธีการในการฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียน เช่น การเขียนแผนผังความคิด (mind map) และ การระดมสมอง (brainstorming) ต่อมาจึงเริ่มกิจกรรมแรกคือ กิจกรรมปันสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดจากดินน้ำมัน ซึ่งกิจกรรมนี้ได้รับแนวคิดมาจากตัวคิเมร่า (chimera) คือ สัตว์ชนิดหนึ่งในเทพปกรณัมกรีก โดยที่ร่างกายเกิดจากการรวมตัวของอวัยวะของสัตว์ร้าย 3 ชนิด คือ ส่วนหัวถึงหน้าอกเป็นสิงโต ลำตัวเป็นแพะ บั้นท้ายเป็นมังกรหรืองู ช่วงแรก อาจารย์ได้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนวาดรูปและปันสัตว์ที่ตนเองไม่เคยเห็นตัวจริง 1 ชนิด จากนั้นอาจารย์ให้นักเรียนในกลุ่มปันสัตว์ที่มีรูปร่างแปลกประหลาด โดยเกิดจากการผสมผสานจากสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่นักเรียนแต่ละคนได้ปัน และอธิบายความสามารถพิเศษและลักษณะทางกายภาพของสัตว์ที่ผสมผสานกัน ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับเหตุผลในการออกแบบ หลังจากนั้นจึงเริ่มกิจกรรมที่ 2 คือกิจกรรมทำขนมลูกชุบ โดยในกิจกรรมนี้อาจารย์ได้แจกโจทย์กระดาษแก่นักเรียน ต่อจากนั้นนักเรียนลงมือทำลูกชุบตามกระบวนการออกแบบของกลุ่มตนเอง ซึ่งหลังจากลงมือทำลูกชุบแล้ว นักเรียนในกลุ่มต้องระดมความคิด หาข้อสรุปกระบวนการทำลูกชุบชุดใหม่ที่เกิดจากการได้รับความรู้ และประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติจริง



รูปที่ 1 นักเรียนอ่านโจทย์ขั้นตอนการทำขนมลูกชุบ และเขียนภาพร่างกระบวนการทำขนมลูกชุบโดยใช้รูปภาพเป็นสื่อ

ในขั้นตอนการลงมือปั้นขนมลูกชุบของตนเอง นักเรียนแต่ละคนจะต้องให้เหตุผลว่าทำไมถึงปั้นสิ่งนั้น และวิเคราะห์วิจารณ์ผลงานลูกชุบของนักเรียนคนอื่น ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล ตอนท้ายกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนจะโหวตชิ้นงานลูกชุบที่มีความแปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร และสร้างสรรค์ที่สุด กิจกรรมนี้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการคิดเป็นภาพ (visual thinking) ทักษะการเขียนภาพด้วยมือเปล่า (freehand sketch) และความคิดสร้างสรรค์ สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้ คือลูกชุบกับวิทยาศาสตร์ อาจารย์ตั้งคำถามเกี่ยวกับขนมลูกชุบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และชักชวนให้นักเรียนคิดหาคำตอบ เช่น เมื่อนำถั่วไปกวนด้วยความร้อน ทำไมถั่วจึงมีความเหนียว หรือ ทำไมวุ้นถึงสามารถเคลือบอยู่บนลูกชุบได้ เป็นต้น



รูปที่ 2 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำขนมลูกชุบและนักเรียนแต่ละคนปั้นขนมลูกชุบคนละ 1 ชิ้นอย่างสร้างสรรค์

กิจกรรมสุดท้ายของค่ายปฐมนิเทศ คือ กิจกรรมสร้างชิ้นงานจากกระดาษ Bangkok Landmark: The vertical living กิจกรรมนี้มุ่งให้นักเรียนฝึกการวางแผน การคิดแบบสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การออกแบบ การเขียนแบบ(drawing) และการลงปฏิบัติจริง โดยมีโจทย์ให้นักเรียนคือ แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มออกแบบและสร้างเมืองโมเดลของกรุงเทพมหานครในอีก 100 ปีข้างหน้า (พ.ศ.2658) โดยมีข้อกำหนดดังนี้ 1. เมืองมีความเป็นเอกลักษณ์ของกรุงเทพมหานคร 2. ตัวอาคารของเมืองต้องเป็นรูปทรงแนวตั้ง (vertical living) มีความสูงเกิน 100 เมตร 3. ความเป็นเมืองนี้ต้องมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งจากคำเหล่านี้ spiral (เกลียว), upside down (คว่ำ), wavy (คลื่น), sweet (หวาน), salty (เค็ม), sour (เปรี้ยว), spicy (เผ็ด), bitter (ขม), romantic (โรแมนติก), charming (เสน่ห์), smart (ฉลาด), solemn (เคร่งขรึม), cheerful (ร่าเริง), peaceful (เงียบสงบ) ก่อนที่จะเริ่มออกแบบอาคารได้ นักเรียนจะต้องทำศสศึกษาพื้นที่ต่าง ๆ ในกรุงเทพฯ เพื่อเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ และสังเกตสิ่งที่ตนเองคิดว่าเป็นเอกลักษณ์ของกรุงเทพมหานคร โดยเอกลักษณ์นี้ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งที่ป็นรูปธรรมอย่างสถาปัตยกรรมหรือสิ่งก่อสร้าง อาจเป็นสิ่งที่ป็นนามธรรม เช่น วิถีชีวิต วัฒนธรรม เป็นต้น การออกแบบตึก “Bangkok Landmark” ได้ นักเรียนต้องระดมความคิด เพื่อหาความคิดรวบยอด (concept) ของความเป็นกรุงเทพมหานครในอีก 100 ปี อย่างสร้างสรรค์ และถ่ายทอดออกมาเป็นการเขียนแบบ เพื่อฝึกการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นภาพ นอกจากความสวยงามแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ความสมเหตุสมผล การใช้งานของตึกที่ออกแบบ และสุดท้ายนักเรียนได้ฝึกการลงมือทำจากกระดาษ



รูปที่ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบร่างและอธิบายแนวคิด ของ Bangkok Landmark ของกลุ่มตนเอง และนักเรียนลงมือทำชิ้นงานจากกระดาษ

ตารางที่ 1 : กิจกรรม วัตถุประสงค์ในแต่ละกิจกรรม และวิธีการประเมินผล

กิจกรรม/ เวลาใน การทำกิจกรรม	สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	วิธีการประเมิน (เครื่องมือวัดและประเมินผล)	รูปแบบงาน
กิจกรรมปั่นสัตว์ใน จินตนาการที่เกิดจาก การผสมของสัตว์ หลากหลายชนิดจากดิน น้ำมัน (2 ชั่วโมง)	- การฝึกความคิดรวบยอด (concept), ความคิดสร้างสรรค์ และลองฝึกฝนคิดอย่างสร้างสรรค์	- ชิ้นงานปั่นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลาย - การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	งานเดี่ยวและงานกลุ่ม
ทำขนมลูกชุบ (10 ชั่วโมง)	- การคิดเป็นภาพ - การเขียนภาพด้วยมือเปล่า - ความคิดสร้างสรรค์ - เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการทำลูกชุบ	- แบบร่างกระบวนการทำขนมลูกชุบ - ชิ้นงานขนมลูกชุบ - แบบประเมินความคาดหวังกิจกรรม ลูกชุบกับวิทยาศาสตร์ หรือ MPEX - แบบประเมินความพึงพอใจกิจกรรม ทำขนมลูกชุบ	งานเดี่ยวและงานกลุ่ม
สร้างชิ้นงานจาก กระดาษ (Bangkok Landmark: The vertical living) (5 วัน)	- ความคิดสร้างสรรค์ / ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ - แบบร่าง - ทักษะจากการลงมือทำ(Hands on skill)	- แบบร่าง - ชิ้นงานเมืองจากกระดาษ - แบบประเมินตนเองในกิจกรรม สร้างชิ้นงานจากกระดาษ - แบบสอบถามการทำงานเป็นทีม	งานเดี่ยวและงานกลุ่ม

ผลการวิจัย/ผลการสังเคราะห์ความรู้

ส่วนที่ 1 กิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดจากดินน้ำมัน

ตารางที่ 2 : ผลงานของนักเรียนในกิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดจากดินน้ำมัน

ชื่อกลุ่ม	ผลงานปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดของกลุ่ม	แนวคิด
กลุ่ม แรดน้ำน่านาชาติ (แรด ปลาปักเป้า หมี วาฬ และลีเมอร์)		ความสามารถพิเศษของแรดน้ำน่านาชาติคือ ว่ายน้ำได้ มีมือแข็งแรง ต่อสู้ได้ เป็นสัตว์กินเนื้อล่าสัตว์โดยใช้เขี้ยวและหนามที่หลัง บินได้ สามารถอาศัยอยู่บนบกและในน้ำได้ ร่างกายทนต่อสภาพอากาศทั่วโลก จมูกกลมกลิ้งได้ดีกว่าสุนัข มีขนหน้าท้องเป็นเรดาร์ไว้หาอาหาร มีถุงลมใต้ครีบสำหรับสำรองอากาศ เวลาดำน้ำลึกๆ ดวงตาสามารถมองเห็น ในเวลากลางคืนได้
กลุ่ม Shacofucker (มังกรโคมาโด ปลาตกเบ็ด ตุ่นปากเป็ด เออร์มิน และฉลาม)		จุดเด่นของ shacofucker คือเปลี่ยนสีตามฤดูกาล หัวเรื่องแสงตอนกลางคืน ออกลูกเป็นตัว อายุมากที่สุด 5 ปี ออกลูกทีละ 1-5 ตัว ตั้งครรภ์ 3 เดือน โตเต็มที่ใช้เวลา 15 เดือน โดยเฉลี่ยลำตัวยาว 1 เมตร และส่วนหาง 1.5 เมตร ว่ายน้ำเร็ว ดำน้ำลึกได้ กินได้ทั้งพืชและสัตว์ ฟันแหลม หางไว้ล่าเหยื่อลื่นมีแบคทีเรียถึง 300 ชนิด

กลุ่ม NR-8430 (แมว หมี อุฐ เต่าและ นกยูง)		สัตว์ที่สามารถว่ายน้ำได้เร็ว มี 9 ชีวิต ปีนหน้าผาได้ เป็นนักล่า พรางตัวได้ ดี ทนทานทุกสภาพแวดล้อม เดินช้า หยิ่ง ขี้ร้อน ขี้กลัว ขี้ตกใจ ชอบกิน สาหร่าย และผักบุ้ง สามารถเก็บน้ำ ไว้ใช้ได้ เป็นต้น
กลุ่ม Kawaii (กระต่ายเขากวาง วาฬ ฉลาม ปลากระเบน โลมา)		ความสามารถพิเศษ คือ ตาเรืองแสง ได้ ว่ายน้ำเร็วมาก ขวิดได้ในน้ำ กิน พืชและสัตว์ ส่งสัญญาณโซนาร์ได้ สติปัญญาสูง
กลุ่มอ่อมบี้ (งู หมีโคล่า กระเบน ฉลาม สิงโต)		ความสามารถพิเศษคือ มีพิษ อาศัย อยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ มีแผงคออยู่ ศีรษะ มีการสลับขมเพื่อบอกอาณา เขต ปีนได้โดยตัวกระเบน (ทางหมุน ได้เพื่อเพิ่มความเร็ว) เวลาดำน้ำลึกๆ ดวงตาสามารถมองเห็นในเวลา กลางคืนได้

หลังจากที่นักเรียนปั้นชิ้นงานสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดในแต่ละกลุ่ม ได้ผลงาน
 ดังนี้ แรดน้ำน่านาชาติ, Shacofucker, NR-8430, Kawaii และอ่อมบี้ แต่ละกลุ่มต้องออกมานำเสนองานปั้นสัตว์ในจินตนาการ
 ที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดในกลุ่มของตนเอง ว่าเกิดจากการผสมของสัตว์อะไรบ้าง และสัตว์ตัวนั้นมีลักษณะ
 พิเศษอย่างไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ เช่น กลุ่มแรดน้ำน่านาชาติ สัตว์เกิดจากการผสมของแรด ปลาปักเป้า หมี วาฬ และลี
 เมอร์ (Lemur) โดยแรดน้ำน่านาชาติ เกิดจากการนำจุดเด่นของสัตว์แต่ละชนิดที่สมาชิกในกลุ่มปั้น เช่น นอของแรด หนาม
 ของปลาปักเป้า กลุ่ม Shacofucker สัตว์ที่เกิดจากการผสมของ มังกรโคมาโด ปลาทกเบ็ด (anglerfish) ตุ่นปากเบ็ด เออร์มิน

(Ermine) และฉลาม Shacofucker จึงเกิดจากการนำหางของมังกรโคมาโด ไฟที่หัวของปลาตกเบ็ดมาเป็นจุดเด่นของสัตว์ในจินตนาการ เป็นต้น กลุ่ม NR-8430 สัตว์ในจินตนาการเกิดจากการผสมของแมว หมี อูฐ เต่า และนกยูง มีความสามารถในการว่ายน้ำ กลุ่ม Kawaii สัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของ กระต่ายเขากวาง (jackalope) วาฬ ฉลาม ปลากระเบน และโลมา โดยกระต่ายเขากวางมีความสามารถในการขวิด สุดท้ายคือ กลุ่มอ่อมบี้ สัตว์ที่เกิดจากการผสมของ งู หมิโคล่า กระเบน ฉลาม สิงโต จุดเด่นแผงคอขู่ศัตรูของสิงโต

กิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดนี้เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ฝึกจินตนาการ โดยเริ่มจากการปั้นสัตว์ที่นักเรียนไม่เคยเห็นตัวจริงขึ้นมา 1 ตัวเป็นงานเดี่ยว จากนั้นต้องปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดของกลุ่ม ทำให้นักเรียนปั้นสัตว์ โดยอาจมีการรวมกัน ดัดแปลง เพิ่มหรือลดขนาด จัดเรียงตำแหน่งแต่ละส่วนใหม่ ปรับเปลี่ยนหน้าที่ การใช้งาน เพื่อให้เกิดเป็นสัตว์ชนิดใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน ก่อนจะได้ลักษณะของสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดกลุ่มนั้น นักเรียนในกลุ่มต้องมีการระดมสมองกันเพื่อปั้นสัตว์ชนิดใหม่ตามจินตนาการ นอกจากนั้นยังมีการใช้เทคนิค SCAMPER [7] ซึ่งเป็นเครื่องมือในการช่วยผลิตความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมานั่นเอง กิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิด เป็นกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อ จูงใจในการกล้าแสดงความคิด ให้นักเรียนมีความกล้าคิด กล้าแสดงออกกับความคิดของตนเอง เนื่องจากกิจกรรมนี้มีข้อจำกัดที่ไม่มาก และเป็นกิจกรรมแรกที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นทีมอีกด้วย จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกับกิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดจะเห็นว่า นักเรียนมีความสนุกสนาน ตื่นเต้น ใฝ่ใจกับการสร้างสรรค์ชิ้นงานและนักเรียนมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดของตนเองพร้อมทั้งรับฟังความคิดจากเพื่อน ทางผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงาน จาก ความคิดคล่องตัว (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และความคิดริเริ่ม (originality) ดังตารางที่ 3

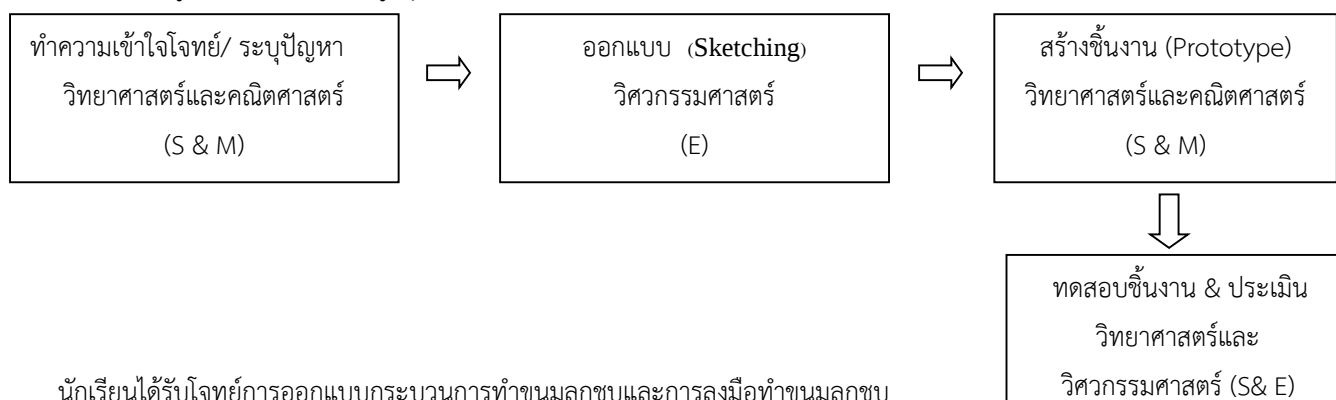
ตารางที่ 3 : ค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิด

กลุ่ม	ความคิดคล่องตัว (Fluency)	ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)	ความคิดริเริ่ม (Originality)	คะแนนรวมเฉลี่ย
แรตนานานาชาติ	3	1	1	5
Shacofucker	2	2	3	7
Kawaii	0	0	0	0
NR-8430	1	1	0	2
อ่อมบี้	1	3	1	5

การให้คะแนนในตารางที่ 3 ใช้เกณฑ์พิจารณาความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด [7] หรือความคิดหลายทาง (divergent thinking) ซึ่งในการออกแบบกิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดของกลุ่มผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการเน้นความคิดสร้างสรรค์ในหลายๆ ด้าน ได้แก่ 1. ความคิดคล่องตัว (Fluency) นั่นคือนักเรียนสามารถนำจุดเด่นของสัตว์ผสม ได้หลายความคิด หลายรูปแบบ และคิดได้อย่างตรงประเด็นให้ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด 2. ด้านความคิดยืดหยุ่น (flexibility) นักเรียนคิดได้หลายแง่มุม นอกจากรูปร่างที่นำมาผสมกัน เช่น พฤติกรรมของสัตว์ ความสามารถพิเศษ เป็นต้น 3. ด้านความคิดริเริ่ม (originality) เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างสัตว์ชนิดใหม่ ที่ไม่เคยมีมาก่อน มีรูปร่างลักษณะเด่นแตกต่างจากสัตว์อื่น ๆ หรือสัตว์ที่นำมาผสม ซึ่งในการประเมินความคิดริเริ่มในงานนี้ ผู้วิจัยประเมินโดยใช้เกณฑ์ความคิดริเริ่มในระดับสังคม การประเมินความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนความคิดริเริ่ม (originality) มากที่สุดคือ กลุ่ม Shacofucker ซึ่งสามารถออกแบบปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดได้แปลกใหม่ ไม่เหมือนที่เคยเห็นมาก่อน แต่ในกลุ่มอื่นๆ นั้นยังเป็นสัตว์ที่รูปร่างลักษณะไม่แตกต่างจากสัตว์ต้นแบบก่อนนำมาผสมกัน ในกลุ่ม Shacofucker นั้นได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยรวมสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่มแรดน้ำน่านาชาติ กลุ่มอ่อมบี้ กลุ่ม NR-8430m และกลุ่ม Kawaii ตามลำดับ จาก การประเมินความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ได้แก่ 1. ความคิดคล่องตัว หรือความคิดจำนวนมาก กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดคือ กลุ่มแรดน้ำน่านาชาติ เพราะ ในกลุ่มแรดน้ำน่านาชาติ มีการนำส่วนประกอบต่าง ๆ หรือยักจุดเด่นของสัตว์ที่นำมาผสมได้จำนวนมากที่สุด กล่าวคือ นำส่วนนอของแรด หินของปลาปักเป้า ลำตัวของหมี ครึ่งของวาฬ และส่วนตา หินของลีเมอร์ และมีส่วนประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติมจำนวนมากที่สุด สำหรับความคิดยืดหยุ่น (flexibility) กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดคือ กลุ่มอ่อมบี้ เพราะ คำอธิบายในงานปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิดหรือสัตว์ผสม มีการคิดหลายแง่มุมที่สุด ทั้งในด้านกายภาพ (รูปร่าง) ความสามารถ ประเภทหรือชนิดของสัตว์ผสม การสืบพันธุ์ และทางด้านสังคมของสัตว์ผสม ที่ไม่มีกลุ่มอื่นอธิบาย นอกจากการพิจารณา และประเมินผลจากชิ้นงาน ตามเกณฑ์การพิจารณาความคิดหลายทางของกิลฟอร์ดแล้ว ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนวัตกรรมในอนาคต ในบทความ Nurturing Creativity and Innovative Thinking through Experiential Learning ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การทำแบบสอบถาม แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินจากชิ้นงาน โดยใช้เกณฑ์ของ Torrance and Safter [8] สำหรับกิจกรรมลูกชุบเมื่อประเมินจากเกณฑ์ดังกล่าว พบว่าจุดเด่นของกิจกรรมปั้นสัตว์ในจินตนาการ หรือคิเมร่าคือ 1. นักเรียนฝึกวิธีการคิดแบบ combination และ synthesis ที่เป็นการพื้นฐานของวิธีการคิดแบบสร้างสรรค์ โดยการนำ concept ของสัตว์ต่างชนิดกัน มารวมกันเป็นสัตว์ผสม 2. ความใจกว้าง (openness) หรือ การฟังคนอื่นโดยยังไม่ได้ตัดสินใจ เพราะในกระบวนการออกแบบ และสร้างสัตว์ผสมนักเรียนต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ก่อนที่จะลงมือสร้างสัตว์ในจินตนาการ 3. นักเรียนฝึกตั้งข้อสังเกต สร้างเรื่องราวอย่างน่าสนใจและมีอารมณ์ขัน ซึ่งสามารถเห็นได้จากการนำเสนอชิ้นงานปั้นสัตว์ในจินตนาการ ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยน และเล่าถึงลักษณะรูปร่างภายนอก และพฤติกรรมของสัตว์อย่างมีจินตนาการและตลกขบขัน ซึ่งเป็นการเปิดความกล้า ความคิดในการแสดงความคิดเห็น

ส่วนที่ 2: กิจกรรมขนมลูกชุบ

ขั้นตอนของรูปแบบกิจกรรมขนมลูกชุบ



นักเรียนได้รับโจทย์การออกแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบและการลงมือทำขนมลูกชุบ

โจทย์	เวลาที่ใช้
โจทย์ช่วงที่1 ขั้นตอนการออกแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบ 1.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6 กลุ่มๆ ละประมาณ 5 – 6 คน แต่ละกลุ่มให้นักเรียนจับคู่ๆละ 2 คน จะได้ทั้งหมด 3 คู่ นักเรียนทั้งหมดอ่านโจทย์ที่ได้รับ และปรึกษารื้อกัันว่าจะออกแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบอย่างไร เมื่อได้ข้อตกลงร่วมกัน นักเรียนแต่ละคู่ ลงมือออกแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบลงบนกระดาษด้วยการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์แทนข้อความ จากข้อมูลดังนี้ <i>“(ถั่วเขียวเลาะเปลือก 200 กรัม) นำถั่วเขียวเลาะเปลือกไปแช่น้ำ (ให้มีความนุ่มและอมน้ำ) จากนั้นทำให้สุกด้วยการนึ่ง นำถั่วที่นึ่งแล้วมาบดละเอียดรวมกับน้ำตาล (170 กรัม) และกะทิ (330 มิลลิลิตร) ให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งกระทะตั้งไฟอ่อนๆ นำถั่ว น้ำตาล และกะทิที่ถูบรวมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วใส่ลงกระทะ ใช้ไม้พายค่อยๆ กวนเบาๆ จนถั่ว น้ำตาล และกะทิจับตัวกันเป็นก้อน ก้อนถั่วที่กวนเสร็จแล้วนำมาใส่ภาชนะจนเย็น จึงลงมือปั้นก้อนถั่วเป็นรูปทรงต่างๆ ตามจินตนาการ ทาสี และนำถั่วกวนที่ปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ไปเคลือบในน้ำเดือดที่ผสมกับผงงุ่นเป็นเนื้อเดียวกัน รอจนงุ่นเคลือบตัวถั่วกวนที่ปั้นไว้เย็นลงและแข็งตัว”</i> 1.2 นักเรียนทั้ง 3 คู่นำเสนอการออกแบบกระบวนการทำลูกชุบต่อสมาชิกในกลุ่ม และหรือหาข้อสรุปร่วมกันเพื่อให้มีกระบวนการทำลูกชุบแบบเดียวประจำกลุ่ม	(2 ชั่วโมง)
โจทย์ช่วงที่2 นักเรียนลงมือทำขนมลูกชุบ นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5 กลุ่มเพื่อลงมือทำขนมลูกชุบจากข้อมูลที่ได้รับข้างต้น ขณะเดียวกันนักเรียนลงมือออกแบบกระบวนการทำลูกชุบลงบนกระดาษอีกครั้ง ซึ่งครั้งนี้เป็นการออกแบบโดยนักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการลงมือทำขนมลูกชุบ	(5 ชั่วโมง)
โจทย์ช่วงที่3 แสดงผลงานลูกชุบ 3.1 นักเรียนแต่ละคนเลือกลูกชุบของตนเองอย่างน้อย 1 ชิ้น และนำมาจัดวางเรียงรวมกันกับลูกชุบของนักเรียนทั้งหมด พร้อมเขียนชื่อเจ้าของผลงานลูกชุบ 3.2 นักเรียนแต่ละคนลงคะแนนเลือกชิ้นงานลูกชุบอย่างน้อย 1 ชิ้น ที่นักเรียนคิดว่ามีความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด พร้อมทั้งให้เหตุผล	(1 ชั่วโมง)
โจทย์ช่วงที่4 นักเรียนนำเสนอกระบวนการทำลูกชุบของแต่ละกลุ่ม พร้อมสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้	(1 ชั่วโมง)

เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์การออกแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบและการลงมือทำขนมลูกชุบเสร็จ นักเรียนแต่ละกลุ่มชั่งน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือก 200 กรัม จากการชั่งน้ำหนักถั่วครั้งนี้พบว่านักเรียนบางส่วนที่ไม่รู้วิธีการชั่งน้ำหนักด้วยการใช้ตราชั่ง เนื่องจากนักเรียนนำภาชนะวางบนตราชั่งและตักถั่วเขียวเลาะเปลือกใส่ลงไปในภาชนะจนถึงน้ำหนักถึง 200 กรัม โดยที่นักเรียนไม่ได้หักน้ำหนักของภาชนะ อาจารย์จึงได้อธิบายวิธีการใช้ตราชั่งที่ถูกวิธีแก่นักเรียน ได้แก่ การชั่งวัตถุต่าง ๆ เช่นของตราชั่งต้องชี้ที่เลขศูนย์อย่างเที่ยงตรง, หากวัตถุหรือสิ่งของที่ต้องการชั่งมีความจำเป็นใส่ในภาชนะ ต้องหักปริมาณน้ำหนักของภาชนะนั้นเสียก่อน เมื่อนักเรียนได้รับถั่วเขียวเลาะเปลือกแล้ว นักเรียนแบ่งถั่วเขียวเลาะเปลือกออกเป็น 2 ถ้วย เพื่อนำถั่วเขียวเลาะเปลือกทั้ง 2 ถ้วยไปแช่น้ำ โดยมีระยะเวลาในการแช่ถั่วเขียวเลาะเปลือกในน้ำเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องตั้งสมมติฐานว่า ถั่วเขียวเลาะเปลือกปริมาณ 100 กรัม ทั้ง 2 ถ้วย ต้องใช้ระยะเวลาในการแช่นานเท่าไร เพื่อให้ถั่วเขียวเลาะเปลือกมีความนุ่มและอมน้ำตามที่โจทย์กำหนดไว้ จากกิจกรรมพบว่าในขั้นตอนที่ 1 นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ซ่อนอยู่ในกระบวนการทำขนมลูกชุบ

2.1 แบบร่างแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบ

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือออกแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบลบนกระดานด้วยการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์แทนข้อความตามที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝนทักษะการคิดเป็นภาพ (visual thinking) ทักษะด้านการออกแบบ (design) ทักษะการเขียนภาพด้วยมือเปล่า (freehand sketch) และทักษะการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) อุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มได้รับ ได้แก่ กระดาษรูปสี่เหลี่ยม สีเมจิก สีชอล์ค ดินสอ และยางลบ

2.2 แบบร่างแบบกระบวนการทำขนมลูกชุบพร้อมการลงมือทำขนมลูกชุบ

นักเรียนทั้ง 5 กลุ่มลงมือทำลูกชุบพร้อมออกแบบกระบวนการทำลูกชุบอีกครั้งหนึ่ง คราวนี้นักเรียนได้เรียนรู้ว่า การลงมือปฏิบัติทำขนมลูกชุบจริง ขั้นตอนและกระบวนการทำลูกชุบจะมีความแตกต่างหรือมีรายละเอียดของวิธีการทำขนมเพิ่มขึ้นจากที่นักเรียนอ่านเพียงโจทย์ และร่างแบบกระบวนการทำลูกชุบ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ดังนั้นแล้ว นักเรียนจึงสามารถเขียนกระบวนการทำขนมลูกชุบที่สมบูรณ์จากการที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงวัตถุดิบ ได้แก่ ถั่วเขียวเลาะเปลือก กะทิ น้ำตาลทราย ผงวุ้น สีผสมอาหาร น้ำเปล่า อุปกรณ์ เตาไฟฟ้า กระทะ ไม้พาย เครื่องปั่นอาหาร ช้อน ถ้วย ไม้เสียบลูกชิ้น พู่กัน

ตัวอย่างที่ 1: ข้อมูลที่นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมหลังจากได้ลงมือทำลูกชุบ : ขั้นตอนการชั่งปริมาณถั่วเขียวเลาะเปลือก, ถั่วเขียวเลาะเปลือกควรแช่น้ำไว้ 15 นาที ถั่วเขียวเลาะเปลือกจะมีความนุ่มและอมน้ำ, ขั้นตอนการนึ่งถั่วเขียวเลาะเปลือกใช้เวลา 15 นาที ถั่วจึงสุก ความรู้ที่ได้จากการนึ่งถั่วเขียวเลาะเปลือก คือ เรื่องแรงดันไอน้ำ การพาความร้อน การเปลี่ยนสถานะ การเปลี่ยนอุณหภูมิ เป็นต้น

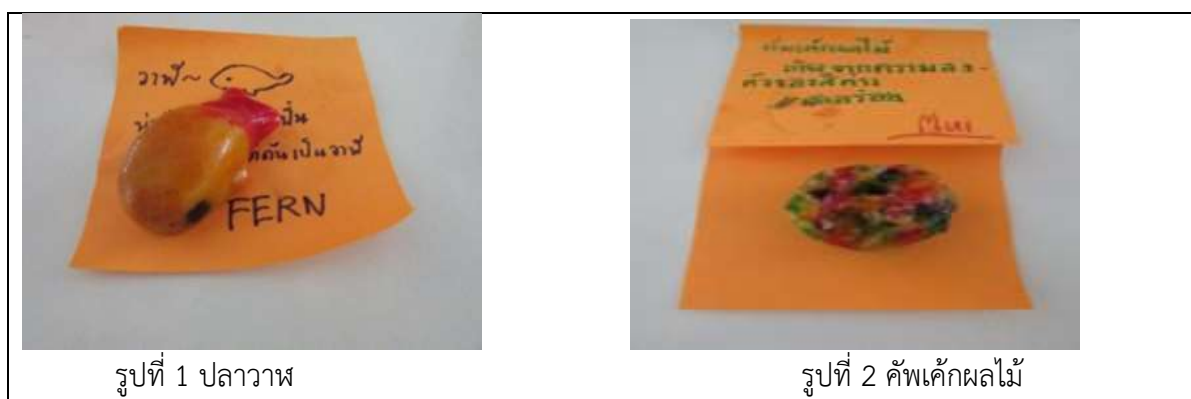


ตัวอย่างที่ 2 ข้อมูลที่นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมหลังจากลงมือทำลูกชุบ : ขั้นตอนการแช่ถั่วเขียวเลาะเปลือกควรแช่น้ำไว้ 8 ชั่วโมง ถั่วเขียวเลาะเปลือกจะมีความนิ่มและอมน้ำ ซึ่งได้เรียนรู้เรื่องการออสโมซิส (Osmosis) ของน้ำเข้าไปในเมล็ดถั่ว, ขั้นตอนการใส่น้ำตาลลงไปขณะกำลังถั่วเขียวเลาะเปลือก ได้ความรู้ว่าน้ำตาลเมื่อได้รับความร้อน จะแตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กๆ และสามารถเข้าไปในถั่วที่บดไว้ได้ เป็นต้น



จากขั้นตอนการออกแบบ หรือการร่างกระบวนการทำลูกชุบเป็นการฝึกให้นักเรียนถ่ายทอดความคิด ออกมาเป็นภาพหรือสัญลักษณ์อย่างง่าย ผ่านการ sketching ซึ่งเป็นกระบวนการถอดความคิด การออกแบบทางวิศวกรรม นอกจากนั้นจะพบว่าเมื่อนักเรียนออกมานำเสนอทั้งกระบวนการทำลูกชุบ นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้รับกิจกรรมคือ ความแตกต่างของวัสดุ นั่นคือพบว่าการปั้นดินน้ำมันหรือแป้งจากลูกชุบนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมาก และเห็นข้อจำกัดของแต่ละวัสดุ และในขั้นตอนลงมือทำขนมลูกชุบ จากกิจกรรมนักเรียนต้องสังเกตและตั้งคำถาม เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำขนมลูกชุบ เช่น ระยะเวลาในการสตรึมมีนานเท่าใด ระยะเวลาในการแช่ถั่วมีนานเท่าใด หรือความนิ่มของถั่วขึ้นอยู่กับการปัจจัยใดบ้าง และอาจารย์จะอธิบายวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่นักเรียนสังเกตและตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้เห็นวิทยาศาสตร์ที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังในปรากฏการณ์ชีวิตประจำวัน

2.3 ตัวอย่างชิ้นงานขนมลูกชุบที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ต่างจากกลุ่มเพื่อน



รูปที่ 1 ปลาฉลาม

รูปที่ 2 คัพเค้กผลไม้

2.4 ตัวอย่างชิ้นงานขนมลูกชุบที่ซ้ำกันในรูปร่างและความหมาย

 รูปที่ 1 ไข่หลากสี	 รูปที่ 2 ไข่อีสเตอร์
 รูปที่ 3 พีระมิดหลากสี	 รูปที่ 4 พีระมิด
 รูปที่ 3 ผี	 รูปที่ 4 เพนกวิน

2.5 ชิ้นงานขนมลูกชุบที่ได้คะแนนโหวตจากนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ความคิดสร้างสรรค์

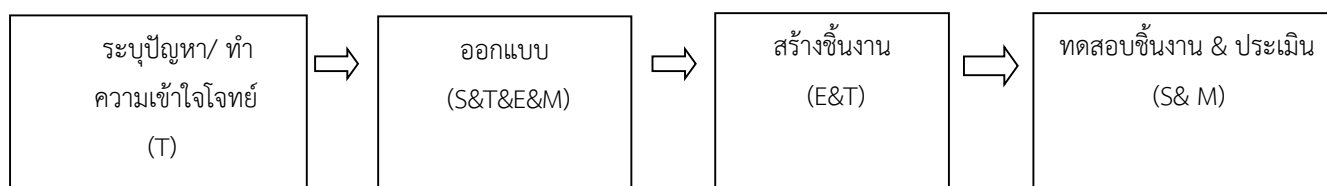
	
รูปที่ 1 ตึกตารัสเซีย แรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน : เพราะปั้นง่าย สามารถวาดอะไรลงไปตึกตาก็ได้	รูปที่ 2 ขนมปังปิ้ง แรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน : ปั้นง่าย ลงสีง่าย แล้วก็เห็นบ่อยตาร้านขนม จึงสามารถปั้นได้ น่ารักด้วย

2.6 ความคิดสร้างสรรค์กับชิ้นงานขนมลูกชุบ

นอกจากการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (S) คณิตศาสตร์ (M) และวิศวกรรมศาสตร์ (E) ที่อยู่ในกิจกรรม ทักษะความคิดสร้างสรรค์ถูกนำมาประเมินในกิจกรรมเช่นกัน โดยจากการประเมินโดยใช้เกณฑ์ความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด นั่นคือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มนั้น พบว่าชิ้นงานของนักเรียนในกลุ่ม มีความคิดในการปั้นขนมลูกชุบที่แตกต่างกัน (แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.3) สำหรับชิ้นงานที่ซ้ำกัน คือชิ้นงานไข่ และพีระมิดที่เท่ากัน (แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.4) อย่างไรก็ตาม จากการให้เหตุผลของนักเรียนว่าทำไมถึงปั้นชิ้นงานนั้น ส่วนใหญ่คำตอบคือปั้นง่าย จึงทำให้รูปทรงของชิ้นงานลูกชุบส่วนใหญ่เป็นรูปทรงพื้นฐานที่พบเห็นได้ทั่วไป รูปที่ 2.5 แสดงชิ้นงานที่ได้รับโหวตชิ้นงานที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงสุดจากเพื่อนๆ นั่นคือ ชิ้นงาน ตึกตารัสเซีย และขนมปังปิ้ง ในชิ้นงานตึกตารัสเซียจะเห็นว่ามีความคิดสร้างสรรค์สูงทั้งในการเลือกรูปร่าง สีสน ชื่อชิ้นงานที่น่าสนใจ รวมทั้งความละเอียดลออในงานอีกด้วย สำหรับชิ้นงานขนมปังปิ้ง ที่ได้รับการโหวต ความแปลกใหม่อาจไม่มาก แต่ในชิ้นงานมีการให้สี ที่ละเอียด และเลียนแบบได้เหมือนของจริง ซึ่งแสดงถึงการจินตนาการของนักเรียนเป็นอย่างดี

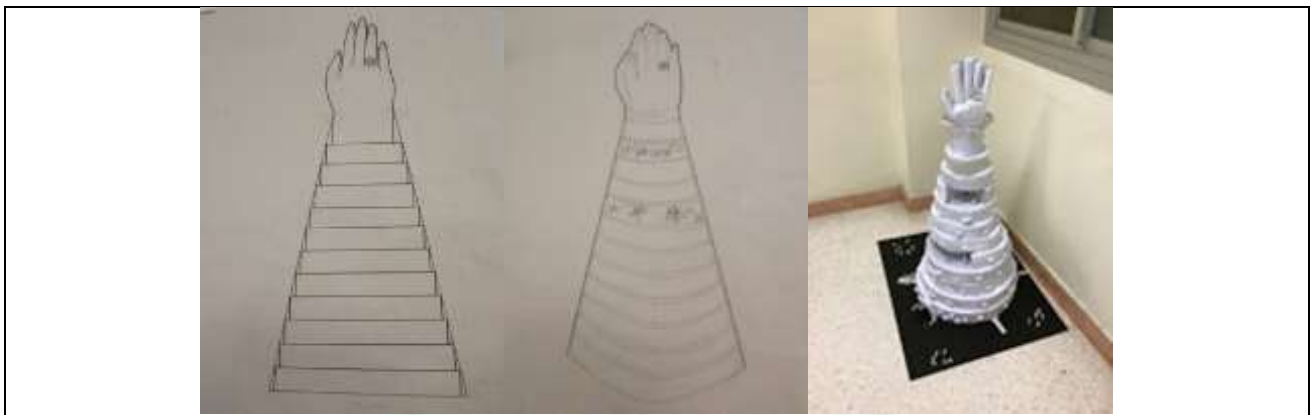
ส่วนที่ 3 : กิจกรรม Bangkok Landmark: The vertical living

ขั้นตอนของรูปแบบกิจกรรมขนมลูกชุบ



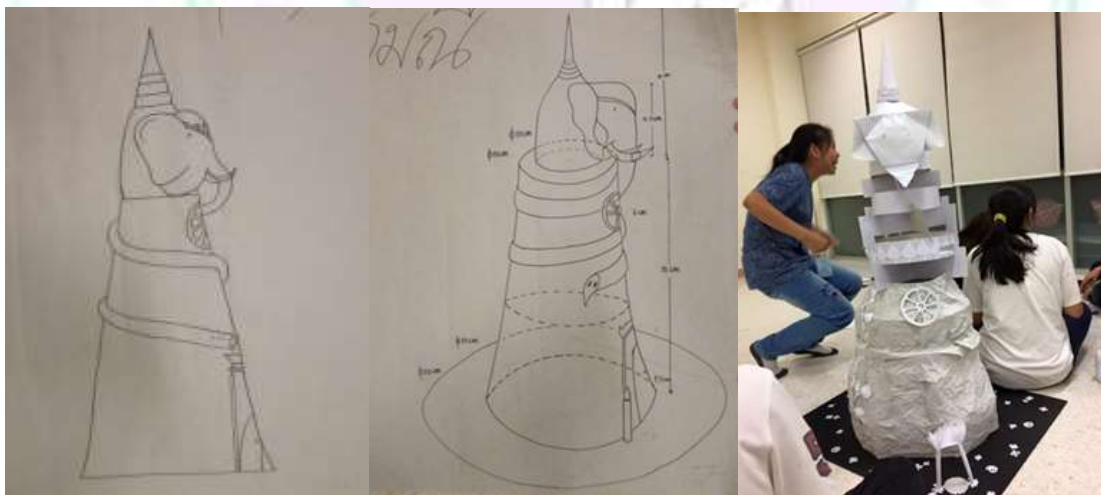
ขั้นตอนกิจกรรม Bangkok Landmark	วัตถุประสงค์
1. ขั้นตอนการเดินทางสำรวจกรุงเทพมหานคร (T) ให้นักเรียนสังเกตจุดเด่น เอกลักษณ์ของสถานที่หรือสิ่งต่างๆ รอบตัวที่แสดงถึงความเป็นกรุงเทพมหานคร รวมถึงวิถีชีวิต วัฒนธรรม ของความเป็นกรุงเทพมหานครจากสถานที่ที่นักเรียนได้เดินทางไปสำรวจ ให้มากที่สุด นักเรียนวางแผนการเดินทางด้วยตนเอง โดยมีข้อกำหนดคือ นักเรียนศึกษาสถานที่ต่างๆ น้อย 3 สถานที่จากทั้งหมด 5 สถานที่ (วัดอรุณราชวรรมหาวิหาร, วัดสระเกศราชวรมหาวิหาร หรือวัดภูเขาทอง ช้องถนนริ ห้วยลำโพง สยาม) ในกิจกรรมนี้นักเรียนเรียนรู้การใช้เทคโนโลยี (T)ในการวางแผน เช่น การค้นหาข้อมูล การใช้ Google map	- นักเรียนฝึกวางแผนการเดินทางจากสถานที่และระยะเวลาจากที่โจทย์กำหนดให้ - นักเรียนได้เห็นและรับรู้ถึงสภาพความเป็นจริงของวิถีชีวิต สถาปัตยกรรม วัฒนธรรมของกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนสามารถจินตนาการและออกแบบ Bangkok Landmark ในอีก 100 ได้อย่างสมเหตุสมผล
2. แจกโจทย์และเขียนแบบ (drawing) (S&T&E&M) อาจารย์กระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า ในอีก 100 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2658) เมืองกรุงเทพมหานครจะมีสภาพเป็นอย่างไร (สภาพแวดล้อม วิถีชีวิต สิ่งปลูกสร้าง วัฒนธรรม) จากนั้นอาจารย์แจกโจทย์ Bangkok Landmark โจทย์ คือ ให้นักเรียนเขียนแบบร่างและเขียนคำบรรยายของสถานที่ที่สูงเกิน 100 เมตร (vertical living) ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็น Bangkok Landmark ในอีก 100 ปีข้างหน้า โดยยังมีเอกลักษณ์ของกรุงเทพมหานคร และสถานที่นี้ต้องมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดจากคำเหล่านี้ spiral (เกลียว), upside down (คว่ำ), wavy (คลื่น), sweet (หวาน), salty (เค็ม), sour (เปรี้ยว), spicy (เผ็ด), bitter (ขม), romantic (โรแมนติก), charming (เสน่ห์), smart (ฉลาด), solemn (เคร่งขรึม), cheerful (ร่าเริง), peaceful (เงียบสงบ) ในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนต้องจินตนาการ และคำนึงถึงสภาพสังคม ความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอีก 10 ปีข้างหน้า ต่อจากนั้นนักเรียนถ่ายทอดความคิดออกมาผ่านการเขียนแบบและคำนึงถึงสัดส่วนที่สมจริงทั้งเมือง	- นักเรียนฝึกระดมความคิด เพื่อหาแนวคิดของแลนด์มาร์คอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนฝึกการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นภาพ - นักเรียนฝึกทักษะการเขียนแบบ (drawing) ตามสัดส่วนที่สมจริง (scale) - นักเรียนฝึกการจับประเด็น การวิพากษ์ จากข้อมูลที่ได้รับ
3. สร้างชิ้นงานจากกระดาษ (S&E&M) ในขั้นตอนการสร้างชิ้นงานจากกระดาษ นักเรียนได้ฝึกทักษะการสร้างชิ้นงาน (hands-on skill) ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานของวิศวกร และนักเรียนต้องคำนึงถึงโครงสร้างของชิ้นงาน ผ่านการพิจารณาสมดุลของแรงอีกด้วย	- นักเรียนสร้างชิ้นงานจากข้อจำกัดต่างๆ ได้แก่ วัสดุที่จำกัด, สัดส่วน (scale) ที่กำหนด (100:1), หน้าที่การใช้งาน และสามารถเคลื่อนย้ายได้ - นักเรียนฝึกความละเอียดลออในการสร้างชิ้นงาน - นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนฝึกการทำงานเป็นทีม

3.1 แบบร่างชิ้นงาน และแนวคิดของแลนด์มาร์ค



แนวคิด : Bangkok cheerful cake

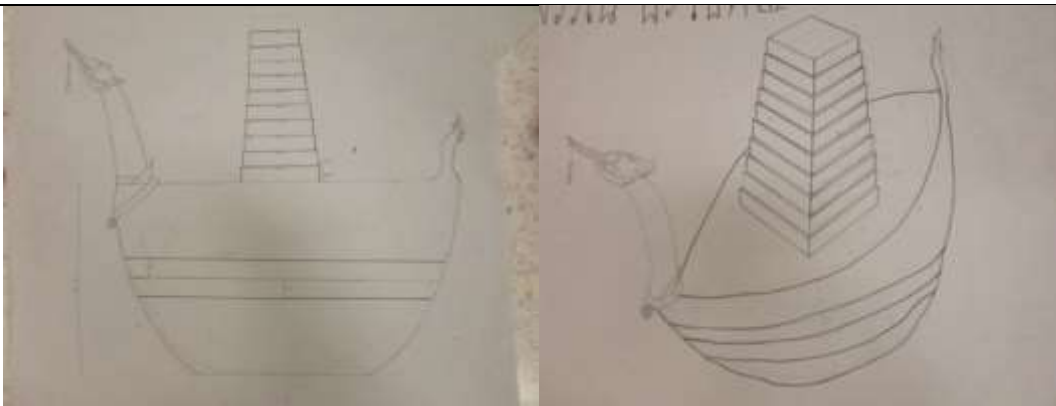
แลนด์มาร์คมีลักษณะตรงกับคำว่า Cheerful (ร่าเริง) จุดเด่นของแลนด์มาร์คคือ การสร้างอาคารที่มีรูปทรงมือพนม (ไหว้) อยู่บนยอดสูงสุด ซึ่งเปรียบเสมือนตัวแทนของความเป็นไทย ส่วนนี้วางมือขวาสมแนวนนพรัตน์ หมายถึงความเป็นกรุงเทพมหานคร (ชื่อเต็มของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยคำว่า นพรัตนราชธานีบุรีรมย์ ซึ่งหมายถึง เมืองหลวงที่บริบูรณ์ด้วยรัตนชาติทั้งเก้าประการ) แร่งบันดาลใจในการสร้างสรรค์แลนด์มาร์คนี้ เกิดจากการที่นักเรียนได้ไปทัศนศึกษาที่วัดสระเกศราชวรมหาวิหาร และรู้สึกประทับใจรูปทรงพระปรางค์ภูเขาทอง (พระบรมบรรพต) นักเรียนจึงสร้างแลนด์มาร์คที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับพระปรางค์ภูเขาทอง โดยกำหนดให้ตัวอาคารสูง 17 ชั้น ชั้นที่1-13 เป็นส่วนของแกน ซึ่งเป็นพื้นที่จัดแสดงเรื่องราวของศาสนา วรรณกรรม จิตรกรรม หัตถกรรม รวมถึงประวัติศาสตร์ของกรุงเทพมหานคร ส่วนชั้นที่14-17 เป็นจุดชมทัศนียภาพของกรุงเทพมหานครและหอคิลป์ ตำแหน่งที่ตั้งของแลนด์มาร์ค คือ พื้นที่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา ใกล้กับวัดอรุณราชวรมหาวิหารในปัจจุบัน



แนวคิด : เอรามาณี

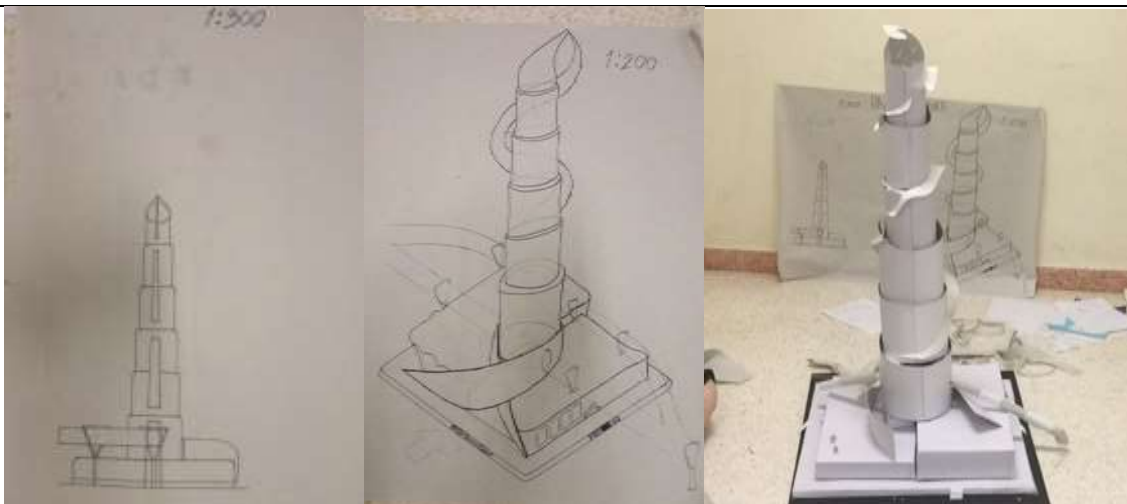
ในอีก 100 ปีข้างหน้าเมืองหลวงอย่างกรุงเทพมหานครจะเกิดเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การจัดการกับโรคร้ายพัฒนาไปมากทำให้มีอัตราการตายจากโรคต่าง ๆ น้อยลง ในขณะที่ทรัพยากรยังคงมีอยู่จำกัด การแข่งขันระหว่างผู้คนจึงมีมากขึ้นเพื่อให้ตนอยู่รอดและมีความสุขสบายที่สุด นอกจากนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วทำให้คนส่วนใหญ่ใช้เวลาหลงระเหิดไปกับเทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้คนละเลยศาสนาซึ่งถือเป็นสิ่งที่ช่วยให้คนมีสติและจิตใจที่สงบ สังคมจึงเกิดวุ่นวายมากขึ้น สถานปฏิบัติธรรมเอรามาณี จึงเกิดขึ้นเพื่อให้คนเข้าถึงศาสนาง่ายขึ้น โดยมีการนำ

เทคโนโลยีมาใช้กับสถานปฏิบัติธรรมนี้ด้วย เมื่อผู้คนหันมาเข้าถึงศาสนาได้มากขึ้น ความสงบ (Peaceful) ซึ่งเป็นเป้าหมายของเราก็จะเกิดมากขึ้นด้วยและในที่นี้เราเลือกที่จะทำสถานปฏิบัติธรรมของศาสนาพุทธ เพราะพระพุทธศาสนาเป็นศาสนาประจำชาติไทยและประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ สถานปฏิบัติธรรมเอราวมณีมีแนวคิดมาจากการนำช้างเอราวัณซึ่งยานพาหนะของพระอินทร์ (พระอินทร์ทรงช้างเอราวัณเป็นสัญลักษณ์ของกรุงเทพ) มาผสมผสานกับเจดีย์จุฬามณี ซึ่งเป็นเจดีย์ที่บรรจุจุฬามณี (มวยผม) ของพระพุทธเจ้าในสวรรค์ชั้นดาวดึงส์ ตัวตึกจะเป็นทรงกรวยตัดยอด โดยเปลี่ยนยอดของกรวยให้เป็นเจดีย์จุฬามณีที่มีหน้าช้างเอราวมณีติดอยู่โดยมีวงช้างพันรอบตัวตึกเพื่อแสดงถึงการปกป้องดูแล ภายในตัวตึก สองชั้นล่างจะเป็นที่อำนวยความสะดวกให้คนที่มาปฏิบัติธรรม เช่น โรงอาหาร พื้นที่ซักผ้า ส่วนชั้นถัดไปมีการจัดแบ่งพื้นที่ให้คนได้ปฏิบัติธรรม ชั้นละประมาณ 100 คน มีตำราบทสวดเป็นอิเล็กทรอนิกส์ และชั้นบนสุดที่เป็นตัวเจดีย์ มีพระบรมสารีริกธาตุให้ไปกราบไว้บูชาและเป็นจุดชมวิวด้วย ภายนอกกรอบ ๆ ตัวตึกจะมีสวนและมีที่เดินจงกรมเป็นรูปเลขหนึ่งไทย (๑) ส่วนการเข้าไปภายในตึกจะใช้วาร์ปเกต (Warp gate) ที่มีอยู่รอบ ๆ สวนหรืออาจใช้วาร์ปเกตที่อยู่ใต้ซุ้มประตูทางเข้ารูปเสาชิงช้า สถานปฏิบัติธรรมเอราวมณีจะถูกสร้างขึ้นในใจกลางเมืองอย่างชองนันทริ เพราะจะสามารถดึงดูดความสนใจจากคนในเมืองได้มาก



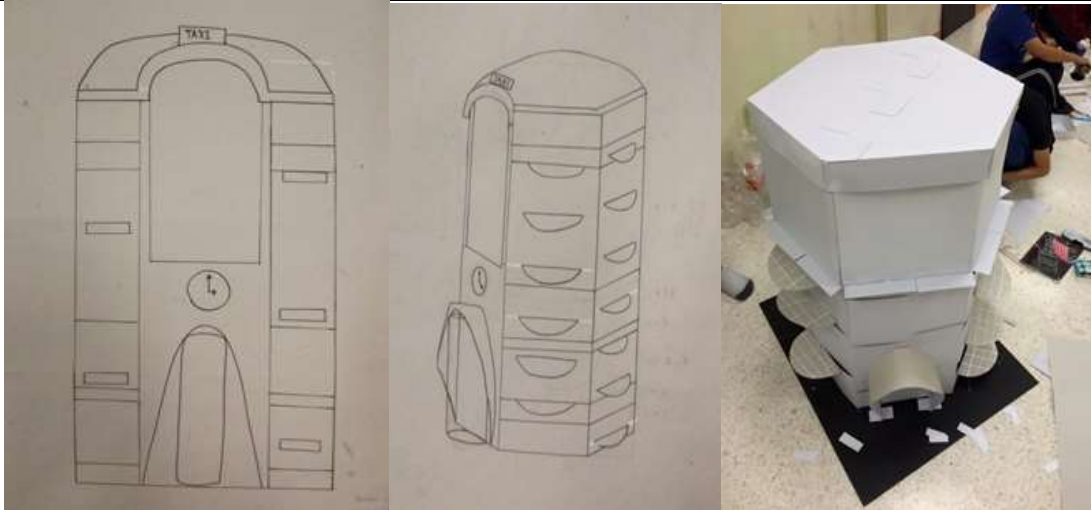
แนวคิด : สุพรรณนะเบ็ด

แลนด์มาร์คมีลักษณะตรงกับคำว่า charming (เสน่ห์) โดยสมมติว่าในอีก 100 ปีข้างหน้าเชื่อว่าน้ำจะท่วมกรุงเทพมหานคร จึงย้ายสถานที่ไปอยู่บนเรือเพื่อรักษาคนจำนวนมากไว้ โดยตั้งแลนด์มาร์คไว้บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา บนเรือมีตึก อาคาร เพื่อสามารถรองรับประชากรได้จำนวนหนึ่ง แต่ตึกเหล่านี้ก็ไม่ได้ทิ้งความเป็นกรุงเทพมหานครนั่นก็คือเมืองที่มีสีสัน และสร้างตึกทั้งหมดด้วยกระจกที่สามารถหมุนได้ 360 องศา (กระจกที่ข้างในมองเห็นข้างนอกได้เท่านั้น ส่วนข้างนอกจะเห็นกระจกเป็นสีต่าง ๆ ขึ้นอยู่ความเข้มของแสง) ในตึกจะมีห้องนอน สนามกีฬา ลานกินข้าว สระว่ายน้ำ ห้างขนาดเล็ก ร้านอาหาร และอื่น ๆ อีกมากมาย ภายนอกมีนาข้าว แปลงเกษตรไว้สำหรับเลี้ยงคนบนเรือ มีลานบินสำหรับออกตรวจสถานการณ์ภายนอก หรือ ติดต่อกับเรือลำอื่น ส่วนด้านล่างเป็นพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำให้ชมสัตว์น้ำใต้ทะเล ตรงหัวเบ็ดจะเป็นที่ให้กับต้นเรือ



แนวคิด : Bamboo tower

แลนด์มาร์คตรงกับคำว่า spiral (เกลียว) เอกลักษณ์เป็นสวรรค์ 6 ชั้น แร้งบันดาลใจมาจากคำขวัญ กรุงเทพมหานคร “กรุงเทพฯ ดุจเทพสร้าง เมืองศูนย์กลางการปกครอง วัด วัง งามเรืองรองเมืองหลวงของประเทศไทย” ลักษณะที่โดดเด่นคือ จะมีท่อน้ำที่แกนกลางของตึก เพื่อสูบน้ำขึ้นไปบนชั้นสูงสุดแล้วค่อยปล่อยน้ำออกมาเหมือนสปริงเกอร์ (springer) ที่หมุนได้ เพื่อให้น้ำช่วยลดอุณหภูมิลงและเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า นอกจากนั้นยังมีกระจกที่เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ชั้นบนสุดของตึกเป็นหอดูดาว และชั้นล่างๆ ลงมาเป็นที่พักจอด capsule ที่ใช้เป็นยานพาหนะในสมัยนั้น นอกจากนั้นที่ชั้นล่างสุดของตึกมีพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำที่สร้างด้วยเป็นกระจก สามารถมองเห็นสัตว์น้ำได้ผ่านทะลุกระจก



แนวคิด : Tuk Tuk Tower

แลนด์มาร์คมีลักษณะตรงกับคำว่า Solem (เครื่องขรีม) เอกลักษณ์ของแลนด์มาร์ค คือ การสร้างอาคารที่มีรูปทรงคล้ายคลึงกับรถสามล้อเครื่องรับจ้าง (รถตุ๊กตุ๊ก) เพราะรถตุ๊กตุ๊กเป็นยานพาหนะที่นักท่องเที่ยวต่างชาติมักเป็นอันดับๆ เมื่อคิดถึงกรุงเทพมหานคร รถตุ๊กตุ๊กจึงกลายเป็นตัวแทนของความเป็นกรุงเทพมหานคร แลนด์มาร์คแห่งนี้ถูกสร้างเป็นพิพิธภัณฑ์ยานพาหนะของคนไทย โครงสร้างของอาคารเป็นรูปหกเหลี่ยม มีหอนาฬิกาอยู่ด้านหน้าของอาคาร พื้นที่แต่ละชั้นของอาคารประกอบด้วย โรงแรม ห้างสรรพสินค้า ร้านอาหาร เพื่ออำนวยความสะดวก เทคโนโลยีที่สำคัญที่ถูกนำมาใช้ในแลนด์มาร์ค คือ เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ที่ให้พลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ภายในอาคาร

3.2 ความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรม Bangkok Landmark

ประเมินด้าน	คะแนนประเมินโดยเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)				
	Bangkok cheerful cake	เอราวัณ	สุพรรณนะเปิด	Bamboo tower	Tuk Tuk Tower
1. การออกแบบและสร้างชิ้นงานของนักเรียนมีความแปลกใหม่	3.6 (0.5)	3.6 (0.5)	3.6 (0.5)	3.6(0.5)	3.0 (0)
2. นักเรียนได้ฝึกการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นภาพแบบ free hand sketch	3.8 (0.4)	3.0 (1.4)	4.2 (0.4)	4.0(0.7)	4.0 (0)

3. นักเรียนได้ทราบหลักการและการฝึกเขียนแบบตามสเกลที่ถูกต้อง	3.8 (0.8)	3.0 (0.7)	3.4 (0.5)	4.8(0.4)	3.6(0.5)
4. นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานได้ตามสัดส่วน (สเกล) ที่ตรงกับความเป็นจริงที่วางแผนไว้	3.6 (0.5)	3.2 (0.4)	3.2 (0.8)	4.4(0.5)	3.8 (0.8)
5. นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานที่มีความสอดคล้องกับความจริงที่วางแผนไว้	3.4 (0.5)	3.2 (0.4)	3.6 (0.9)	4.0(0.7)	3.6 (0.5)
6. นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานจากข้อจำกัดต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ เช่น วัสดุ งบประมาณ การเคลื่อนย้าย เป็นต้น	4.6 (0.5)	3.2 (1.1)	3 (0.7)	4.2(0.8)	3.8 (0.8)
7. นักเรียนฝึกความละเอียดประณีตในการสร้างชิ้นงาน	3.8 (0.4)	3.6 (1.5)	4.2 (0.8)	4.4 (0.5)	3.8 (1.1)
8. นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4.0 (0.7)	4.0 (0.7)	4.2 (0.8)	4.2 (0.4)	3.6 (0.5)
9. นักเรียนฝึกการทำงานเป็นทีม	4.6 (0.5)	4.2 (1.3)	5.0 (0.0)	4.4(0.5)	4.2 (0.8)
10. นักเรียนสามารถรับฟังและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อนร่วมกลุ่มได้	4.8 (0.4)	4.2 (1.3)	4.8 (0.4)	4.4(0.5)	3.8 (0.8)
11. นักเรียนได้ฝึกทักษะการนำเสนอผลงานในที่สาธารณะ	4.6 (0.5)	3.8 (0.4)	4.4 (0.5)	4.8(0.4)	4.2 (0.4)
12. นักเรียนได้ฝึกทักษะการตั้งคำถามและตอบคำถามที่ตรงประเด็นได้	3.8 (0.4)	3.8 (0.4)	3.8 (0.8)	4.4(0.5)	3.2 (0.4)

จากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมแลนด์มาร์ค คะแนนประเมินที่มากที่สุดคือ การประเมินในข้อ 9 และ 10 มีคะแนนสูงสุด คือ นักเรียนฝึกการทำงานเป็นทีม และสามารถรับฟังและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อนร่วมกลุ่มได้ ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 4.48 และ 4.40 ตามลำดับ และเมื่อใช้แบบทดสอบถามการทำงานเป็นทีม [9] พบว่าคะแนนที่ได้สูงสุด คือข้อคำถาม นักเรียนค้นพบว่าการทำงานกลุ่มในห้องเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่ามาก, นักเรียนค้นพบว่าการทำงานเป็นทีมช่วยพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นให้แก่กันได้ และ การวิจารณ์งานของอาจารย์เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน Bangkok Landmark ของนักเรียนเป็นอย่างมาก ได้คะแนนเฉลี่ย คือ 4.77, 4.69 และ 4.65 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า งานนี้ช่วยทำให้นักเรียนเห็นถึงคุณค่าของการทำงานเป็นทีมซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนเป็นไปได้อย่างยั่งยืนในอนาคต ในส่วนของคำวิจารณ์งานจากอาจารย์ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะช่วยทำให้งานของนักเรียนเป็นไปในทิศทางที่ถูกต้องมากขึ้นทำให้นักเรียนพึงพอใจต่อการแนะนำของอาจารย์ และข้อที่ได้คะแนนต่ำสุด คือ นักเรียนคิดว่าระยะเวลาในการทำงาน Bangkok Landmark มีความเหมาะสมดีแล้ว, นักเรียนรู้สึกว่าตัวเองมีความเป็นผู้นำในการทำงาน Bangkok Landmark และเกิดความขัดแย้งขึ้นในทีม Bangkok Landmark ของนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย คือ 3.54, 3.50 และ 2.77 ตามลำดับ จากคะแนนต่ำสุดทำให้เห็นว่า นักเรียนยังคิดว่าเวลาในการทำงานไม่ค่อยเหมาะสมและยังไม่สามารถแสดงความเป็นผู้นำในทีมออกมาได้มาก ซึ่งต้องนำประเด็นเหล่านี้ไปปรับปรุงสำหรับการทำงานเป็นทีมของ

นักเรียนกลุ่มนี้ในอนาคต แต่ในส่วนของความขัดแย้งจะเห็นว่ามีไม่มาก ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนกลุ่มนี้ สำหรับในการประเมินด้านความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ข้อ 1 การออกแบบและสร้างชิ้นงานของนักเรียนมีความแปลกใหม่ และ ข้อ 8 นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้คะแนนเฉลี่ย 3.48 และ 4.0 ตามลำดับ จะเห็นว่าคะแนนที่นักเรียนประเมินตนเองในด้าน การออกแบบและสร้างชิ้นงานของนักเรียนมีความแปลกใหม่ มีคะแนนไม่สูงเมื่อเทียบกับด้านอื่น ซึ่งก็สอดคล้องเป็นอย่างดีกับผลงานของนักเรียน ที่ไม่แตกต่างจากสิ่งที่เคยมีมาก่อน เช่น การดึงเอกลักษณ์ ของช้าง การให้ เรือสุพรรณหงส์ และรถตุ๊กๆ นำมาสร้างสรรค์เป็นชิ้นงาน แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละกลุ่มก็มีการดัดแปลงชิ้นงานให้มีความแตกต่างจากเดิมพอสมควร กลุ่ม Tuk Tuk tower ได้คะแนนเฉลี่ยในด้านการออกแบบและสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ต่ำสุด ซึ่งก็สอดคล้องกับชิ้นงานที่ออกมา

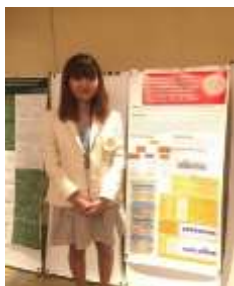
สรุปผลการวิจัย/การสังเคราะห์ความรู้

กิจกรรมค่ายปฐมนิเทศ ห้องเรียนวิศวะ-วิทย์ สามารถช่วยเตรียมความพร้อมในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียน ที่จะถูกบ่มเพาะให้กลายเป็นนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต กิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ กิจกรรมปั้นชิ้นงานจากสัตว์ในจินตนาการ กิจกรรมทำขนมลูกชุบ และกิจกรรมสร้างชิ้นงานจากกระดาษ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกหรือบูรณาการแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม [11] นอกจากนั้นสำหรับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 กิจกรรมช่วยพัฒนาทักษะการคิด (soft skills) เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม ผ่านกิจกรรมหลักๆ ของค่ายปฐมนิเทศ ได้แก่ 1. กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ (Creative Class) : ปั้นสัตว์ในจินตนาการที่เกิดจากการผสมของสัตว์หลากหลายชนิด เพื่อให้นักเรียนได้ลองฝึกสร้างสิ่งที่มีรูปร่างแปลกประหลาด จากสัตว์ที่นักเรียนรู้จักและเลือกมา เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ 2. กิจกรรมขนมลูกชุบ เป็นกิจกรรมต่อยอดจากกิจกรรมแรกทำให้นักเรียนได้สร้างชิ้นงาน (ลูกชุบ) ที่มีรูปร่างสีสัน แตกต่างจากขนมลูกชุบทั่วไป ผ่านกระบวนการออกแบบ (design) และผ่านกระบวนการทำขนมที่มีความเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับกิจกรรมสุดท้าย สร้างชิ้นงานจากกระดาษ (Bangkok Landmark: The vertical living) ด้วยโจทย์ที่ให้นักเรียนออกแบบและสร้างโมเดลของกรุงเทพมหานครในอีก 100 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2658) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิด จินตนาการถึงเมืองในอีก 100 ปีข้างหน้า ซึ่งเป็นโจทย์เปิดที่กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นในกิจกรรมสร้างชิ้นงานจากกระดาษ ยังฝึกกระบวนการตีความโจทย์ สร้างแนวคิดสำคัญ (concept) ออกแบบ (drawing) และสร้างชิ้นงาน (prototype) ผ่านข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น วัสดุที่เป็นกระดาษ เวลาสเกล โดยกระบวนการเหล่านี้ เป็นการเตรียมความพร้อมในการสร้างนวัตกรรม ที่จะสร้างสิ่งใหม่ๆ ต่อไปในอนาคต กิจกรรมในค่ายปฐมนิเทศ ทางคณะผู้จัดทำได้คำนึงถึงบรรยากาศ (atmosphere) ที่ทำให้เกิดการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน ที่สามารถจับต้องได้ มีความใหม่ (new) [12] โดยรูปแบบลักษณะกิจกรรมทั้งหมดในค่ายคือการสร้างโจทย์เปิด (open-ended) นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student centered) การเรียนการสอนแบบ Hands-on และเน้นกิจกรรมภายนอกห้องเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการสอนที่กระตุ้นทักษะการคิดสร้างสรรค์ [13] นอกจากนั้นรูปแบบของกิจกรรม นักเรียนต้องคำนึงถึงความเป็นจริงทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี กิจกรรมในค่ายที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อทำให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมปลายในประเทศไทย ที่แตกต่างจากการสอนแบบดั้งเดิม (traditional school)

เอกสารอ้างอิง

- จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนา, วิชัย วงษ์ใหญ่ และ ศรีสมร พุ่มสะอาด. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนว
สะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 8(1) , 61-73.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21, *วารสารนักบริหาร Executive Journal*,
33(2), 49-56.
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์. (2554). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โอเพิลเวิลด์ส
พับลิชชิง เฮาส์.
- วิทยา ปิตขามุก. (2559). *โรงเรียนบันดาลใจ CREATIVE SCHOOLS*. กรุงเทพฯ: โอเพิลเวิลด์ส พับลิชชิง เฮาส์.
- Ayob, A., Hussian, A., Mustafa, M. & Shaaranu, M.F.A.S. (2011). Nurturing Creativity and Innovative Thinking through
Experiential Learning. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 18, 247-254.
- Bellanca, J. & Brandt, R. (2010). *21st Century Skills, Rethinking How Students learn*. United States: Solution Tree.
- Demir, S. & Sahin, F. (2014). Assessment of open-ended questions directed to prospective science teachers in terms
of scientific creativity. *Procedia Social and Behavioral Science*, 152, 692-697.
- Gallegos, P. J. & Peeters, J. M. (2011). A measure of teamwork perceptions for team-based learning. *Currents in
Pharmacy Teaching & Learning*, 3, 30-35.
- Guilford, J.P. & Hopefner, R. (1967). *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill book Company.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept, and
Core Ideas by Committee on New Science Education Standards, Board on Science Education, Division of
Behavioral and Social Science and Education*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ozyaprak, M. (2016). The Effectiveness of SCAMPER Technique on Creative Thinking Skill.
Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 4(1), 31-40.
- Robinson, K. & Aronica, L. (2015). *Creative Schools - The Grassroots Revolution That's Transforming Education*.
United States: Penguin Putnam Inc.
- Reeve, E. M. (2013). *Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in
Thailand and in ASEAN*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology
(IPST).
- Stojanova, B. (2010). Development of creativity as a basic task of the modern educational system. *Procedia Social
and Behavioral Science*, 2, 3395-3400.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชื่อ-สกุล ชนกานต์ โฉมงาม
วุฒิการศึกษาสูงสุด ปริญญาโทสาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย...
ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์.สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มีความเชี่ยวชาญด้าน ศึกษาศาสตร์/ ฟิสิกส์ศึกษา

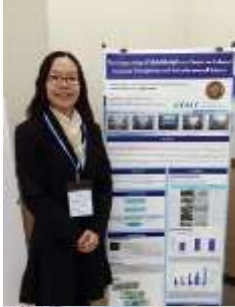


ชื่อ-สกุล รัฐกานต์ ณ พัทลุง

วุฒิการศึกษาสูงสุด .ปริญญาโทสาขาวิชาประวัติศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์
สถาบันมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์...

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มีความเชี่ยวชาญด้านสังคมศาสตร์และประวัติศาสตร์



ชื่อ-สกุล จินตนา วงศ์ดี

วุฒิการศึกษาสูงสุด ปริญญาโทสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มีความเชี่ยวชาญด้าน ศึกษาศาสตร์/ ชีววิทยา/สิ่งแวดล้อม



ชื่อ-สกุล นีร วินารักษ์วงศ์

วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาตรีสาขาวิชาสัตวแพทย์

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มีความเชี่ยวชาญด้านชีววิทยา/สัตวศาสตร์



ชื่อ-สกุล สุกัญญาพัฒน์ ดอกกุหลาบ

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มีความเชี่ยวชาญด้าน คณิตศาสตร์/สถิติ



ชื่อ-สกุล วิthur บุญโพธิ์

ตำแหน่งปัจจุบัน .อาจารย์ สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มีความเชี่ยวชาญด้าน ศึกษาศาสตร์/ พลศึกษา