

**บทความวิจัย****ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องรถแข่งโกชนาการของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6****ทักษิณา พัทธศึกษา¹ ปฏิกานต์ พัทธศึกษา¹ น้ำฝน รุ่งโรจน์¹ สนิธิ พลชัยยา² และกานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิสเลา^{1,3,4*}**¹หลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี²สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ³ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี⁴ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ 328 ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพฯ 10400

*E-mail: kamratat.w@ubu.ac.th

รับบทความ: 15 พฤษภาคม 2562 บทความแก้ไข: 12 มิถุนายน 2562 ยอมรับตีพิมพ์: 14 มิถุนายน 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องรถแข่งโกชนาการของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลพิบูลมั่งสาร อำเภอพิบูลมั่งสาร จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและแบบบันทึกกิจกรรมสะเต็ม ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมรถโกชนาการของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา รายการที่ประเมินจำนวน 6 รายการ ได้แก่ 1) การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องต้นทุนที่ใช้ประดิษฐ์ 3) การออกแบบ วางแผนและการสร้างรถแข่งโกชนาการ 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และ 6) การนำเสนอ ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมรถโกชนาการอยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ย 84.09 โดยการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาสร้างรถแข่งโกชนาการได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100.00 เพราะนักเรียนทุกกลุ่มร่างต้นแบบรถแข่งโกชนาการ ประดิษฐ์รถแข่งโกชนาการตามต้นแบบและเสนอแนะวิธีพัฒนาต้นแบบรถแข่งโกชนาการให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สารอาหาร การออกแบบเชิงวิศวกรรม รถแข่งโกชนาการ**อ้างอิงบทความนี้**

ทักษิณา พัทธศึกษา ปฏิกานต์ พัทธศึกษา น้ำฝน รุ่งโรจน์ สนิธิ พลชัยยา และกานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิสเลา. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องรถแข่งโกชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 2(1), 57-70.

Research Article

Effects of STEM education approach on food racing car for grade-6 students

Taksina Phitaksa¹ Patipan Phitaksa¹ Namfon Rungrot¹
Sonthi Phonchaiya² and Karntarat Wuttisela^{1,3,4*}

¹Graduate Programs in Science Education, Faculty of Science, UbonRatchathani University, UbonRatchathani

²The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, Bangkok

³Department of Chemistry, Faculty of Science, UbonRatchathani University, UbonRatchathani

⁴Thailand Center of Excellence in Physics, Commission on Higher Education, 328 Si Ayutthaya Road, Bangkok
10400

*E-mail: karntarat.w@ubu.ac.th

Received <15 May 2019>; Revised <12 June 2019>; Accepted <14 June 2019>

Abstract

The objectives of this research were to investigate students' engineering design results towards STEM education on nutrient under a topic of food racing car. The participants were 40 grade-6 students in the first semester of the 2018 academic year at Anuban Phibunmangsan School, Phibunmangsan district, Ubon Ratchathani province. The instruments used in this study consisted of a STEM education lesson plan and STEM memorandum. Students' engineering design results on STEM Education approach of food racing car was divided into 6 categories; 1) problem identification 2) related information search 3) solution design on food racing car 4) planning and development 5) testing, evaluation, and design improvement, and 6) presentation. Result revealed that students' engineering design mean score on STEM Education approach of food racing car was 84.09 which was in excellent level. In a learning step of planning and development, students' engineering design mean score was 100% because all team can draw, construct, and revise the draft of food racing car.

Keywords: STEM education, nutrient, engineering design process, food racing car

Cite this article:

Phitaksa, T., Phitaksa, P., Rungrot, N., Phonchaiya, S. and Wuttisela, K. (2019). Effects of STEM education approach on food racing car for grade six students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 57-70.

บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาโลกของเราได้ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็วเพราะความก้าวหน้าของเทคโนโลยี การก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแข่งขันกันในด้านเศรษฐกิจของหลายๆ ประเทศ ความต้องการของตลาดแรงงานที่เปลี่ยนแปลงไป คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทและสามารถทำงานต่างๆ แทนมนุษย์ได้ ฉะนั้นทรัพยากรมนุษย์ต้องมีการปรับตัวและเรียนรู้เพื่อให้อยู่รอดและใช้ชีวิตอยู่ได้ หลายๆ ประเทศจึงให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนเองให้มีความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อมากขึ้นเพื่อที่จะเป็นสองในการประยุกต์ใช้ คิดค้นหรือสร้างนวัตกรรม (Innovation) เพื่อใช้ในการพัฒนาประเทศของตน (อดุลย์ วังศรีคุณ, 2557)

การจัดการศึกษาในประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน ได้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้ในด้านวิทยาศาสตร์จึงควรมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น และยังสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้เกิดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนคือผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีซึ่งสมรรถนะดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นด้วยการสั่งสมประสบการณ์จากการเรียนรู้ และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการความรู้ใน 4 ศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษานี้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based learning) หรือการทำโครงงาน (project based learning) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน และการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา (ฐิตยา เนตรวงษ์, 2559; นารินทร์ ศิริเวช, 2560; อาทิตย์ ฉิมกุล, 2554; กมลฉัตร กล่อมอ้อม, 2559) และทักษะการสื่อสารซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่สำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (วรรณณะ ปัดชา, 2559) สำหรับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้นผู้สอนจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนจากการสอนแบบบรรยายท่องจำ สู่การออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (Active Learning) เพื่อที่จะให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 จนสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” (21st Century skills) คือ 3R x 7C (วิจารณ์ พานิช, 2555)

โรงเรียนอนุบาลพิบูลย์มหาราชวิทยาคม เป็นโรงเรียนขยายโอกาสขนาดใหญ่มีจำนวนนักเรียนในแต่ละปีมาก ทำให้อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน และด้วยบริบทและนโยบายการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนที่เน้นการเรียนการสอนแต่เนื้อหาวิชาการเพื่อส่งนักเรียนเข้าเรียนต่อในโรงเรียนที่มีชื่อเสียงของจังหวัด ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเองซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ไม่มีความท้าทายในเนื้อหาที่เรียน ขาดทักษะในด้านความคิดเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

สะเต็มศึกษาเรื่องรถแข่งโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ตั้งแต่การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องต้นทุนที่ใช้ประดิษฐ์ การออกแบบ วางแผนและการสร้างรถแข่งโภชนาการ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และการนำเสนอ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะสร้างนวัตกรรมหรือคิดวิธีการต่อยอดจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รถแข่งโภชนาการ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 แผนการเรียน จำนวน 40 คน จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด 297 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลพิบูลมั่งสารวิภาควิทยากร อำเภอพิบูลมั่งสาร จังหวัดอุบลราชธานี โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถแข่งโภชนาการ และเกณฑ์การให้คะแนน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถแข่งโภชนาการ โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	ชั่วโมงสอน	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
1	สารอาหาร - ประเภทของสารอาหาร - การทดสอบสารอาหารในอาหาร - วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารและพลังงาน - การออกแบบรถแข่งโภชนาการที่เหมาะสมกับเพศและวัย	12	1. กิจกรรมการทดสอบสารอาหาร 2. การออกแบบรถแข่งโภชนาการที่เหมาะสมกับเพศและวัย

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการสร้างเครื่องมือวิจัย ดังนี้

1) กำหนดจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ รวมทั้งวิธีการวัดผลและประเมินผลในแผนการจัดการเรียนรู้

2) ดำเนินการสร้างสื่อประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ใบกิจกรรมสืบค้น ใบกิจกรรมการทดลอง สื่อการเรียนการสอน แบบทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมสืบค้น ใบกิจกรรมการทดลอง สื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยทั่วไปภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของกิจกรรม ใบกิจกรรมสืบค้น ใบกิจกรรมการทดลอง สื่อการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถโขนนาการ ใช้จัดกิจกรรมในลักษณะค่าย จำนวน 2 วัน ข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีดังนี้

1) ข้อมูลจากใบกิจกรรม

- 1.1) ข้อมูลจากการสืบค้น ในขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 1.2) ข้อมูลจากการทำการทดลอง ในขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 1.3) ข้อมูลการตอบคำถามหลังการทดลอง

2) ข้อมูลจากการนำเสนอผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและชิ้นงาน เป็นข้อมูลของนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันดำเนินกิจกรรมรถโขนนาการ นำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์เป็นคะแนนกลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

- 1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย
- 2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกกิจกรรมสะเต็ม แล้วนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมจัดระบบเป็นหมวดหมู่ วิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปตามหัวข้อที่กำหนด แล้วนำเสนอผลเชิงบรรยาย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รถแข่งโขนนาการ นักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยวิเคราะห์ตามเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากใบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน ปรากฏผลดังนี้ ผลการออกแบบรถโขนนาการของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า รายการที่ประเมินจำนวน 6 รายการ ได้แก่ (1) การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ต้นทุนที่ใช้ประดิษฐ์ (3) การออกแบบวางแผนและการสร้างรถแข่งโขนนาการ (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และ (6) การนำเสนอ มีผลการประเมินเฉลี่ยทั้ง 6 ด้านอยู่ในระดับดีมากคะแนน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78.57 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 75.00 – 100% โดยในแต่ละด้านมีผลคะแนนจากใบกิจกรรม การประเมินชิ้นงาน และการนำเสนอ ดังตารางที่ 2

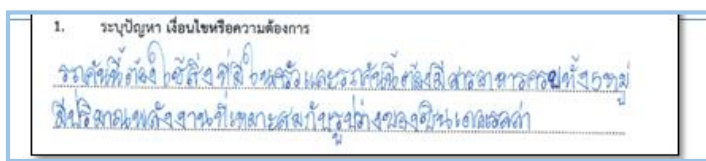
ตารางที่ 2 ผลการออกแบบรถโขนนาการของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ที่	ด้านการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย
1	การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	84.09
2	การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ต้นทุนที่ใช้ประดิษฐ์	65.91
3	การออกแบบ วางแผนการสร้างรถแข่งโขนนาการ	61.36
4	การสร้างรถแข่งโขนนาการและดำเนินการแก้ปัญหา	100.00
5	ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน	70.45
6	การนำเสนอ	95.45
	สรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมสะเต็มศึกษา เฉลี่ย	84.09

การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ในขั้นตอนนี้ครูกำหนดสถานการณ์ให้ “ซินเดอเรลล่าอายุ 17 ปี มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม สูง 158 เซนติเมตร ต้องการรถเพื่อไปให้ทันงานเลี้ยง นางฟ้าจึงจะเสกรถให้กับซินเดอเรลล่า แต่มีเงื่อนไขอยู่ว่า ซินเดอเรลล่าต้องใช้ผักผลไม้หรืออาหารที่มีในครัวเท่านั้น รถคันนี้ต้องมีสารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ และมีปริมาณพลังงานที่เหมาะสมกับรูปร่างของซินเดอเรลล่า และเคลื่อนที่ได้เร็ว นักเรียนจะช่วยซินเดอเรลล่าในการออกแบบและเลือกวัสดุในการประกอบ

สร้างโรงโขนการอย่างไร โดยใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด” โดยนักเรียนระบุปัญหา เงื่อนไขหรือความต้องการ ตัวอย่างดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 นักเรียนร่วมกันระดมสมองเพื่อระบุเงื่อนไขหรือความต้องการจากสถานการณ์ที่กำหนด

ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อเกณฑ์คะแนนในด้านผลงานออกเป็น 2 ด้าน คือ (1) เลือกวัตถุดิบที่มีสารอาหารได้ตรงตามเงื่อนไข และ (2) เลือกวัตถุดิบที่มีปริมาณพลังงานได้ตรงตามเงื่อนไข จากสถานที่กำหนดให้นักเรียนต้องระบุความต้องการสารอาหารและปริมาณพลังงานที่ต้องการ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันคำนวณปริมาณพลังงานจากวัตถุดิบเพื่อให้ได้ปริมาณพลังงานใกล้เคียงกับโจทย์ที่กำหนดให้มากที่สุด และมีการเลือกวัตถุดิบตามใบรายการที่กำหนดให้เพื่อให้ได้สารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ จากการปฏิบัติกิจกรรมสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการปฏิบัติกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาด้านการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ต้นทุนที่ใช้ประดิษฐ์

หัวข้อการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ร้อยละ
เลือกวัตถุดิบที่มีสารอาหารได้ตรงตามเงื่อนไข	4.00	0.00	100.00
เลือกวัตถุดิบที่มีปริมาณพลังงานได้ตรงตามเงื่อนไข	2.73	1.27	68.18
สรุปผลการประเมิน	3.36	1.09	84.09

จากตารางที่ 3 พบว่า (1) ด้านสารอาหาร ของโรงโขนการ นักเรียนจำนวน 11 กลุ่ม (ร้อยละ 100%) สามารถเลือกรายการวัตถุดิบจากใบรายการที่กำหนดให้ให้มีสารอาหารครบทั้ง 5 หมู่เพื่อที่จะนำมาสร้างโรงโขนการ พบว่า ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเลิศ ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.00, 100.00%) และ (2) ด้านปริมาณพลังงานของโรงโขนการ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โรงโขนการต้องมีปริมาณพลังงาน 1,850 กิโลแคลอรี จากการทำกิจกรรมนักเรียนใช้งบประมาณในการสร้างโรงโขนการดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางการใช้งบประมาณในการสร้างโรงโขนการ

กลุ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ปริมาณพลังงาน (กิโลแคลอรี)	1,801	1,847	1,720	1,833	1,750	1,640	1,800	1,901	1,650	2,010	1,817

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 2 4 และ 11 (ร้อยละ 36.36%) สามารถเลือกวัตถุดิบที่มีปริมาณพลังงานใกล้เคียงอยู่ในช่วง 1,801-1,900 กิโลแคลอรี มากที่สุด คือ 1,801 1,847 1,833 และ 1,817 กิโลแคลอรี ตามลำดับ นักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 5 7 และ 8 (ร้อยละ 27.27%) มีปริมาณพลังงานใกล้เคียงอยู่ในช่วง 1,750-1,800 และ 1,901-1,950 กิโลแคลอรี นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (ร้อยละ 9.09%) อยู่ในช่วง 1,701-1,749 และ 1,951-2,000 และ มีนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่

6 9 และ 10 (ร้อยละ 27.27%) มีปริมาณพลังงานน้อยกว่า 1,700 หรือเกินกว่า 2,000 จากสถานการณ์ที่กำหนดพบว่า ผลการประเมินผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ ($\bar{x} = 2.73$, S.D. = 1.27, 68.18%)

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนสามารถเลือกวัตถุดิบจากใบรายการที่กำหนดให้ โดยผู้วิจัยได้ระบุปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์คือมีสารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ และมีปริมาณพลังงานที่เหมาะสมกับเพศและวัยของซินเดอเรลล่า ในด้านสารอาหารนั้นนักเรียนทุกกลุ่มมีความเข้าใจและเลือกใช้วัตถุดิบที่มีสารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ได้ทุกกลุ่ม (ภาพที่ 2) โดยในใบรายการสั่งซื้อวัตถุดิบได้มีเงื่อนไขของราคาสินค้าเข้ามาเป็นเงื่อนไขในการซื้อวัตถุดิบด้วย จากที่ปริมาณพลังงานที่กำหนดให้คือปริมาณพลังงาน 1,850 กิโลแคลอรีนักเรียนร้อยละ 27.27 ได้มีการเลือกวัตถุดิบที่มีปริมาณพลังงานเมื่อรวมกันแล้วเกินกว่า มีปริมาณพลังงานน้อยกว่า 1,700 หรือเกินกว่า 2,000 ซึ่งเกินกว่าเงื่อนไขที่โจทย์ต้องการมาก ผู้วิจัยจึงให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเป็นรายกลุ่มในกลุ่มที่กลุ่มที่ 6 9 และ 10 โดยให้นักเรียนเลือกใช้วัตถุดิบที่มีราคาถูกและมีปริมาณพลังงานใกล้เคียงกันกับวัตถุดิบที่มีราคาสูงเพื่อที่จะได้ปริมาณพลังงานใกล้เคียงมากที่สุดและใช้ต้นทุนในการสร้างที่ถูกต้อง สรุปลผลการประเมิน ด้านผลงาน ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 3.36$, S.D. = 1.09, 84.09%)

ใบสั่งซื้อส่วนประกอบในการสร้างรถโกซนาการ กลุ่มที่ 6					ใบสั่งซื้อส่วนประกอบในการสร้างรถโกซนาการ กลุ่มที่ 9				
รายการ	รายการเลือกสินค้า			ผลการสั่งซื้อ	รายการ	รายการเลือกสินค้า			ผลการสั่งซื้อ
	จำนวน	ราคาหน่วย	ปริมาณพลังงาน / กิโลแคลอรี			จำนวน	ราคาหน่วย	ปริมาณพลังงาน / กิโลแคลอรี	
☐ 1. กะหล่ำปลี	1 ลูก	5.00	77		☒ 1. กะหล่ำปลี	1 ลูก	5.00	77	1 5%
☐ 2. แครอท	1 ลูก	10.00	10		☒ 2. แครอท	1 ลูก	10.00	10	1 5%
☐ 3. แอปเปิ้ล	1 ลูก	8.00	55	1 9.00	☐ 3. แอปเปิ้ล	1 ลูก	8.00	55	1 5%
☒ 4. มะนาว	1 ลูก	10.00	10	4 40.00	☒ 4. มะนาว	1 ลูก	10.00	10	4 40.00
☐ 5. พืช 30 กรัม	1 ชิ้น	30.00	100		☐ 5. พืช 30 กรัม	1 ชิ้น	30.00	100	
☐ 6. กุนเชียง 30 กรัม	1 ชิ้น	50.00	100		☐ 6. กุนเชียง 30 กรัม	1 ชิ้น	50.00	100	
☒ 7. ไข่ไก่	1 ฟอง	25.00	85	1 25.00	☐ 7. ไข่ไก่	1 ฟอง	25.00	85	
☐ 8. ไข่ไก่	1 ฟอง	15.00	210		☐ 8. ไข่ไก่	1 ฟอง	15.00	210	
☐ 9. ไข่ไก่	1 ฟอง	20.00	80		☐ 9. ไข่ไก่	1 ฟอง	20.00	80	
☐ 10. ไข่ไก่	1 ฟอง	15.00	366		☒ 10. ไข่ไก่	1 ฟอง	15.00	366	1 5%
☒ 11. ไข่ไก่	1 ฟอง	10.00	72	1 10.00	☐ 11. ไข่ไก่	1 ฟอง	10.00	72	
☐ 12. ไข่ไก่	1 ฟอง	20.00	371		☐ 12. ไข่ไก่	1 ฟอง	20.00	371	
☐ 13. ไข่ไก่	1 ลูก	5.00	18		☐ 13. ไข่ไก่	1 ลูก	5.00	18	
☒ 14. ไข่ไก่	1 ฟอง	10.00	900	1 10.00	☒ 14. ไข่ไก่	1 ฟอง	10.00	900	1 10%
☒ 15. ไข่ไก่	1 ฟอง	6.00	250	1 6.00	☐ 15. ไข่ไก่	1 ฟอง	6.00	250	
☐ 16. ไข่ไก่	1 ลูก	5.00	5.4		☒ 16. ไข่ไก่	1 ลูก	5.00	5.4	1 5%
☒ 17. ไข่ไก่	1 ฟอง	5.00	-	1 5.00	☐ 17. ไข่ไก่	1 ฟอง	5.00	-	1 5%
☒ 18. ไข่ไก่	1 ฟอง	5.00	-	1 5.00	☐ 18. ไข่ไก่	1 ฟอง	5.00	-	1 5%
รวมจำนวนวัตถุดิบ				1402.00	รวมจำนวนวัตถุดิบ				1095.00
ที่มา ปริมาณ พลังงานอาหาร					ที่มา ปริมาณ พลังงานอาหาร				
- http://event.sanook.com/health/calories/ รวมพลังงานทั้งหมด 1402 กิโล					- http://event.sanook.com/health/calories/ รวมพลังงานทั้งหมด 1095 กิโล				

ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบรายการสั่งซื้อวัตถุดิบในการสร้างรถโกซนาการ

ผลการปฏิบัติการระดมสมองศึกษาด้านการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ต้นทุนที่ใช้ประดิษฐ์

ในด้านนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการสร้างรถแข่งโกซนาการจากใบความรู้ สื่ออินเทอร์เน็ต และวิเคราะห์ต้นทุนการสร้างโกซนาการโดยรวบรวมความรู้ที่ได้จากการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาในการสร้างรถแข่งโกซนาการ และนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันคำนวณราคาของวัตถุดิบที่เลือกจากใบรายการที่กำหนดให้เพื่อให้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด ทั้งนี้ นักเรียนต้องคำนึงถึงปริมาณของสารอาหารและปริมาณพลังงานไปด้วย จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ รถแข่งโกซนาการต้อง มีงบประมาณในการสร้างน้อยที่สุด จากการทำกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนจำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 2 4 6 8 และ 10 (ร้อยละ 45.45%) กลุ่มที่ใช้งบในการสร้างน้อยที่สุดมีต้นทุนการสร้างอยู่ที่ 0-80 บาทนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (ร้อยละ 9.09%) กลุ่มที่มีต้นทุนการสร้างอยู่ที่ 81-90 บาทนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 5 (ร้อยละ 9.09%) กลุ่มที่มีต้นทุนการสร้างอยู่ที่ 91-100 บาทและ มีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 7 9 และ 11 (ร้อยละ 36.36%) คือกลุ่มที่มีต้นทุนการสร้างมากกว่า 100 บาท จากการวิเคราะห์จากใบรายการสั่งซื้อวัตถุดิบในการสร้างรถโกซนาการในด้านต้นทุน สรุปลผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ ($\bar{x} = 2.64$, S.D. = 1.43,

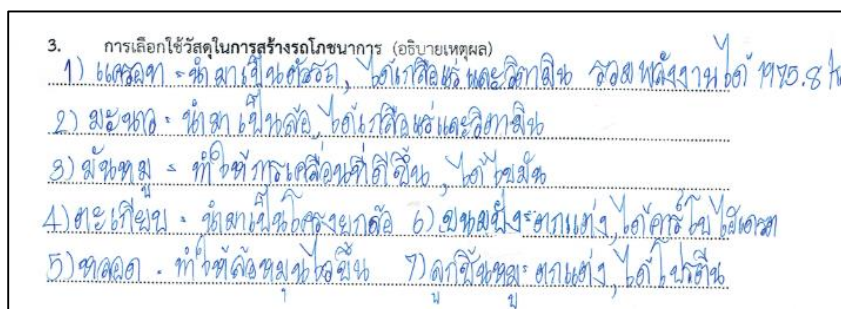
65.91%) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเงื่อนไขที่มีปริมาณพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องในการเลือกซื้อวัตถุดิบ และเกณฑ์การให้คะแนนที่มีการกำหนด ช่วงคะแนน การใช้งบประมาณในการสร้างน้อยที่สุดมีต้นทุนการสร้างอยู่ที่ 0-80 บาท ได้ 4 คะแนน กลุ่มที่มีต้นทุนการสร้างอยู่ที่ 81-90 บาทได้ 3 คะแนน กลุ่มที่มีต้นทุนการสร้างอยู่ที่ 91-100 บาท ได้ 2 คะแนน และกลุ่มที่มีต้นทุนการสร้างมากกว่า 100 บาท ได้ 1 คะแนน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การใช้งบประมาณในการสร้างรถโขนการของนักเรียนกลุ่มที่ 1-11

กลุ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
งบที่ใช้ (บาท)	108	80	88	74	98	74	108	78	108	68	106
คะแนน	1	4	3	4	2	4	1	4	1	4	1

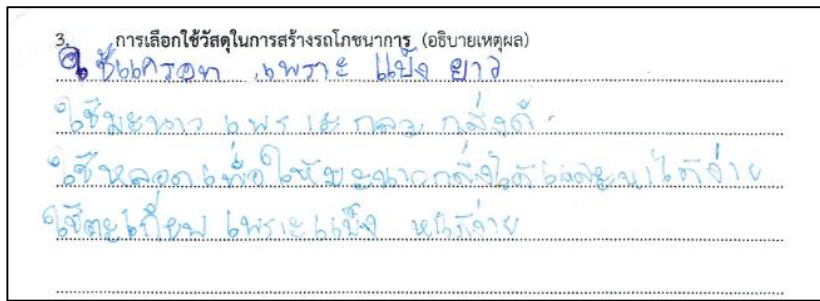
ผลการปฏิบัติการส่งเสริมศึกษาด้านการออกแบบ วางแผนและการสร้างรถแข่งโขนการ

ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อเกณฑ์คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ (1) ร่างต้นแบบ (2) ให้เหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกใช้วัตถุดิบหรือวัสดุ ครบทุกส่วน และ (3) เสนอแนะวิธีพัฒนาต้นแบบให้ดียิ่งขึ้น นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยร่างต้นแบบรถโขนการของตนเองจากวัตถุดิบที่ได้เลือกมาพร้อมทั้งเขียนอธิบายเหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกซื้อวัตถุดิบและวัสดุได้ครบทุกชนิด พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนาต้นแบบได้ ผลการทำกิจกรรมของนักเรียนพบว่า นักเรียนทั้ง 11 กลุ่มได้ร่วมกันร่างต้นแบบจากวัตถุดิบและวัสดุได้ครบทุกชนิด (ภาพที่ 5) พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนารถแข่งโขนการในอนาคตให้ดียิ่งขึ้นได้ครบทุกกลุ่ม แต่ที่แตกต่างกันคือการให้เหตุผลในการเลือกใช้วัตถุดิบและวัสดุ จากการตรวจสอบใบกิจกรรมพบว่า นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 7 (ร้อยละ 9.09%) สามารถอธิบายเหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกซื้อวัตถุดิบและวัสดุได้ครบทุกชนิด นักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 2 6 และ 11 (ร้อยละ 27.27%) สามารถอธิบายเหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกซื้อวัตถุดิบและวัสดุขาดไป 1-2 ชนิดนักเรียนจำนวน 7 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1-6 และ 11 (ร้อยละ 63.64%) อธิบายเหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกซื้อวัตถุดิบและวัสดุขาดไป 3-4 ชนิด ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ ($\bar{x} = 2.45$, S.D. = 0.69, 61.36%)



ภาพที่ 3 การเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ

จากภาพที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่ 7 สามารถเขียนระบุสามารถอธิบายเหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกซื้อวัตถุดิบและวัสดุได้ครบทุกชนิด โดยอธิบายมีการบอกถึงส่วนประกอบต่างๆ ของรถ บอกสารอาหาร และบอกปริมาณพลังงาน แต่นักเรียนบางกลุ่มที่เขียนระบุสามารถอธิบายเหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกซื้อวัตถุดิบและวัสดุได้ไม่สอดคล้อง ดังภาพที่ 4

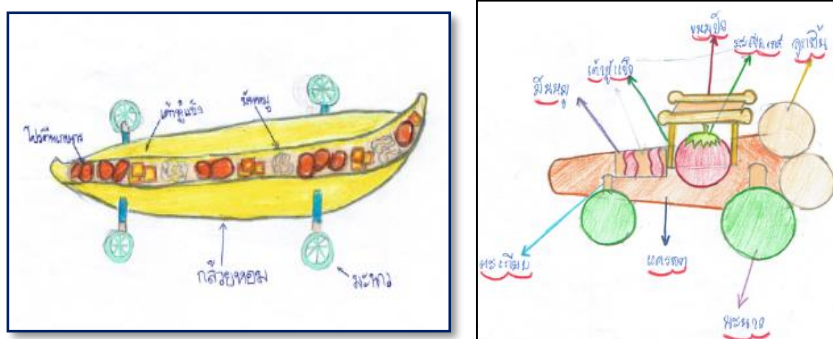


ภาพที่ 4 การเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ

จากภาพที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มที่ 6 พบว่า นักเรียนอธิบายเหตุผลด้านคุณสมบัติในการเลือกซื้อวัสดุและวัสดุขาดไป 3-4 ผู้วิจัยจึงให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเป็นรายกลุ่มในกลุ่มที่ 1-6 และ 11 โดยให้คำแนะนำว่านักเรียนจะต้องเขียนรายละเอียดให้ชัดเจน โดยอธิบายถึงส่วนประกอบต่างๆ ของรถว่าใช้วัสดุชนิดใด บอกสารอาหารจากวัสดุที่เลือก และบอกปริมาณพลังงาน สรุปผลการประเมินในการด้านนำเสนอผลงาน ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 3.09$, S.D. = 0.87, 77.27%)

ผลการปฏิบัติกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาด้านการสร้างรถแข่งโกขนากการและดำเนินการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์คะแนนในด้านกระบวนการออกแบบไว้ 3 ข้อ ดังนี้ (1) มีการวางแผนขั้นตอนในการทำงาน (2) ประดิษฐ์ตามต้นแบบ และ (3) สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานผลจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนในด้านการสร้างรถแข่งโกขนากการและดำเนินการแก้ปัญหาจากการวิเคราะห์กิจกรรมร่วมกับรถโกขนากการที่สร้างเสร็จแล้ว พบว่า นักเรียนจำนวน 11 กลุ่ม (ร้อยละ 100.00%) มีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเลิศ ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.00, 100.00%) เพราะนักเรียนได้มีการร่างต้นแบบและประดิษฐ์ตามต้นแบบได้ และเมื่อทดสอบแล้วพบปัญหานักเรียนสามารถเสนอแนะวิธีแก้ปัญหาและทดลองจนจากการสังเกตสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ทั้งนี้เพราะนักเรียนได้มีการออกแบบ วาดภาพร่างรถโกขนากการ โดยในภาพร่างได้มีการระบุส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ ในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด แล้วดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ และกิจกรรมเป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ทำให้นักเรียนสนใจและให้ความร่วมมือกับการปฏิบัติกิจกรรมเป็นอย่างดี



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการร่างต้นแบบรถแข่งโกขนากการของนักเรียน

จากภาพที่ 5 เป็นตัวอย่างของนักเรียนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 10 สามารถเขียนภาพร่างในการรถโกขนากการพร้อมระบุถึงวัสดุต่างๆ ในแบบร่างได้ อย่างชัดเจนจะเห็นว่า นักเรียนออกแบบและเขียนภาพร่างได้อย่างครบถ้วน และนักเรียนได้ทำตามแบบร่างที่ออกแบบไว้ดังภาพที่ 6-7



ภาพที่ 6 รถโขนานการที่สร้างตามแบบ



ภาพที่ 7 นักเรียนขณะร่วมกันสร้างรถแข่งโขนานการ

ผลการปฏิบัติการกรมสะสมเต็มศึกษาด้านทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้กำหนดโจทย์ในการเคลื่อนที่ของรถโขนานการในเรื่องของระยะทาง จากการทดสอบปล่อยรถโขนานการลงจากแผ่นไม้ที่มีความเอียง 45 องศา ที่ความสูง 1 เมตร ในจุดปล่อยที่ผู้วิจัยกำหนด แล้ววัดระยะเพื่อจัดอันดับและให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมิน สรุปผลการปฏิบัติการกรมสะสมเต็มศึกษาด้านทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน พบว่า นักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 4 6 และ 9 (ร้อยละ 27.27%) กลุ่มที่รถโขนานการสามารถเคลื่อนที่ได้ที่ระยะทาง 2.5-3.00 เมตร นักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 2 5 7 และ 8 (ร้อยละ 36.36%) กลุ่มที่รถโขนานการสามารถเคลื่อนที่ได้ที่ระยะทาง 2.0-2.4 เมตร นักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 3 และ 11 (ร้อยละ 27.27%) กลุ่มที่รถโขนานการสามารถเคลื่อนที่ได้ที่ระยะทาง 1.00-1.9 เมตร และมีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 10 (ร้อยละ 9.09%) คือกลุ่มที่รถโขนานการสามารถเคลื่อนที่ได้ต่ำกว่า 1.00 เมตร สรุปผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้ ($\bar{x} = 2.82$, S.D. = 0.98, 70.45%) จากการสังเกตในขั้นตอนการสร้างรถโขนานการของนักเรียนพบว่า กลุ่มที่ไปได้ไกลที่สุด มีการใช้มะนาวเป็นส่วนประกอบของล้อ มีการวัดขนาดไม้ของคานล้อ และกำหนดจุดในการใส่ล้อทำให้รถได้สัดส่วน และยังได้นำเอาไม้ในส่วนที่จะประกอบล้อมาใส่ในหลอดเพื่อให้การหมุนของไม้ล้อตัวขึ้นทำให้ล้อเคลื่อนที่ได้ดี เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยที่สุดได้นำแตงกวามาเป็นส่วนประกอบของล้ออย่างเดียว การใส่ล้อไม่ได้สัดส่วนทำให้การเคลื่อนที่ไม่ดี ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 รถแข่งโภชนาการของ (a-b) กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (c) คะแนนน้อยสุด เมื่อทดสอบวิ่ง

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในส่วนของล้อ ในแกนกลางของมะนาว (ภาพที่ 8a-b) มีความแข็งแรงมากกว่าแตงกวา (ภาพที่ 8c) และนักเรียนในกลุ่มนี้ไม่ได้ใส่วัตถุอื่นเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับแกนล้อทำให้การเคลื่อนที่ไม่ดี จึงส่งผลต่อการเคลื่อนที่ทำให้รถแข่งโภชนาการของนักเรียนในกลุ่มที่ 10 มีระยะทางน้อยที่สุด

ผลการปฏิบัติกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาด้านการนำเสนอ

นักเรียนจะต้องอธิบายความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่นำไปใช้ในกิจกรรมรถโภชนาการมีอะไรบ้าง ด้านการนำเสนอจากการวิเคราะห์ใบกิจกรรม และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนจำนวน 9 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 2-3 และ 5-11 (ร้อยละ 81.82%) อธิบายความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อออกแบบและผลิตชิ้นงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 4 ด้าน และมีนักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 และ 6 (ร้อยละ 18.18%) อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง 3 ด้าน มีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเลิศ ($\bar{x} = 3.82$, S.D. = 0.40, 95.45%) ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการเขียนอธิบายความรู้หรือกระบวนการที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างรถโภชนาการ ดังภาพที่ 9

7. นักเรียนได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการออกแบบและสร้างรถ
โกขนากการ

การบูรณาการความรู้ STEM รถโกขนากการ	
วิทยาศาสตร์ (Sciences)	การระบุสารอาหารที่มีอยู่ในอาหาร/ผัก สีข้าวกล้อง/ธัญพืช/ถั่วเหลือง
เทคโนโลยี (Technology)	การใช้เทคโนโลยีในการรวบรวมข้อมูล ข้อมูล/ผลผลิตหรือข้อมูลจากสื่อโซเชียล ออนไลน์
วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	การออกแบบรถโกขนากการที่มีน้ำหนักเบา ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ 1000mAh ใช้ มอเตอร์ 1ตัว
คณิตศาสตร์ (Mathematics)	การคำนวณน้ำหนักของรถโกขนากการ โดยใช้สูตรคำนวณน้ำหนัก

ภาพที่ 9 การเขียนความรู้ที่ใช้ในการสร้างรถโกขนากการ

จากภาพที่ 9 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความรู้ที่ใช้ในการออกแบบ รถโกขนากการ เพื่อให้ตรงตามที
สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนได้นำเอาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนและทดสอบสารอาหาร และ
จากการสืบค้นข้อมูลต่างๆ เพิ่มเติมจากสื่ออินเทอร์เน็ต และ ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีหาแบบรถแบบต่างๆ ที่คล้าย
กับรถฟักทองจากอินเทอร์เน็ต ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ใช้ในการคำนวณหาค่าปริมาณพลังงาน ค่ามวล
งบประมาณในการสร้าง และความรู้ทางด้านวิศวกรรม การออกแบบและสร้างรถโกขนากการโดยมีกระบวนการ
ออกแบบและสร้างตามขั้นตอน และสามารถนำเสนอขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติกิจกรรมตลอดจนวิธีการในการต่อยอด
และพัฒนาจนสามารถนำไปบูรณาการกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้ สรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา จาก
การวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเพิ่มเติมศึกษา เรื่อง รถโกขนากการ พบว่า มีผลการประเมินอยู่ใน
ระดับ ดีมาก ($\bar{x} = 3.17$, S.D. = 1.08, 79.22%) ทั้งนี้เป็นเพราะ ในแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพิ่มเติมศึกษาผู้วิจัย
ได้กำหนดสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้จากกิจกรรมที่ 1 มาบูรณาการเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับกิจกรรมสะ
เต็มเรื่องรถโกขนากการ นักเรียนได้ช่วยกันได้ระดมความคิดเพื่อระบุเงื่อนไข หรือสิ่งต้องการแก้ไข เพื่อที่จะนำไปสู่
การแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน เมื่อมีการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาแล้ว นักเรียน
ต้องช่วยกันเลือกวัตถุดิบ ตามใบรายการสินค้า ปริมาณพลังงานและราคาของวัตถุดิบที่จะใช้ประกอบสร้างรถ
โกขนากการ โดยมีเงื่อนไขที่เพิ่มขึ้นคือรถโกขนากการจะต้องใช้ต้นทุนถูกที่สุด นักเรียนจะได้ใช้ความรู้ในด้าน
คณิตศาสตร์มาใช้แก้ไขสถานการณ์ เพื่อนำไปคำนวณราคา ปริมาณวัสดุที่จะใช้ประกอบสร้างและนักเรียนได้ช่วยกัน
รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้วัสดุ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลเพื่อให้ได้รถโกขนากการที่ตรง
กับเงื่อนไขมากที่สุด ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้ทักษะในการแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

หลังจากนักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาหรือความต้องการแล้วและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบและ
สร้างรถโกขนากการเพื่อใช้แก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะได้ทำการวาดแบบรถโกขนากการที่

ต้องการและสามารถเคลื่อนที่ได้จริง หลังจากนักเรียนได้ทำการประกอบสร้างและทดสอบแล้ว นักเรียนได้นำผลงานมาแสดง และนำเสนอต่อเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอน ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้ทบทวนความรู้กันในกลุ่มเพื่ออธิบายให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง เมื่อเพื่อนกลุ่มอื่นมาศึกษาหรือสอบถามข้อสงสัยนักเรียนก็ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถโขนนาการ โดยมีกิจกรรมหลัก 2 ส่วน และมีขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจนจึง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรักษศิริ จิตอารี และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน จากการจัดกิจกรรมที่เป็นระบบและมีการส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้เสริมสร้างแรงจูงใจให้เกิดแก่ผู้เรียนดูแลให้การช่วยเหลือผู้เรียน ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา และทักษะการหาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้ผู้เรียน รู้จักการนำเอาองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการมุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้และส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญได้ โดยสังเกตได้จากความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด โดยการใช้ความรู้จากกิจกรรมที่ 1 มาออกแบบและสร้าง ลงมือปฏิบัติการทดลองและนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำ และนำเสนอวิธีการปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น เพื่อพัฒนาต่อยอดในการออกแบบเมนูอาหารเพื่อให้เหมาะสมกับเพศและวัยได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตติยา เนตรวงษ์ (2559) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็ม สำหรับนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยการทำกิจกรรมผ่านโครงงาน 7 ขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รถโขนนาการ 6 ขั้นตอน ขั้นตอนการสร้างรถแข่งโขนนาการและดำเนินการแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ขั้นตอนการออกแบบ วางแผนการสร้างรถแข่งโขนนาการมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม โดยภาพรวม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหา เท่ากับ 84.09 ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้เลือกอาหารที่เหมาะสมกับวัย ทั้งยังท้าทายให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์โดยนำอาหารที่เหมาะสมกับวัยนั้นมาสร้างเป็นรถแข่ง เพื่อปูพื้นฐานการเป็นวิศวกรให้นักเรียนในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

กำหนดสถานการณ์ปัญหาเรื่องโขนนาการ เช่น เปลี่ยนผักให้เป็นรูปร่างหรือลักษณะอื่นๆที่น่าสนใจเพื่อทำให้นักเรียนบริโภคผักมากขึ้น เช่น คูกี้ผัก เยลลี่ ผักแปลงร่างเป็นรถ หุ่นยนต์

เอกสารอ้างอิง

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(4), 334-348.
- จิตติยา เนตรวงษ์. (2559). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 15(2), 1-6.
- นารินทร์ ศิริเวช. (2560). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหา. *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏ.
- รักษศิริ จิตอารี วิจิตร อุดอ้าย และวาริรัตน์ แก้วอุไร. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(2), 202-213.

- วิจารณ์ พานิช. (255). วิธีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. **วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อดุลย์ วังศรีคุณ. (2557). การศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21: ผลผลิตและแนวทางการพัฒนา. **วารสารมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 8(1), 1-17.