

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ด้วยกิจกรรม STEM ที่ประยุกต์แนวคิด
ฟิสิกส์ในการออกแบบ ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)
และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (BLC)

The Study of The Problem-Solving of Students Competence with STEM
Activities applying Physics concepts Through Problem-Based Learning and
Blended Learning Classroom

กานต์ชนก สร้อยคำ¹ และ จิราดาวรรณ หันตุลา^{2*}

Kanchanok Soikum¹ and Jiradawan Huntula^{2*}

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(Faculty of Education, Khon Kaen University)

² สถาบันวิจัยและพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับอาเซียน

(Institute for Research and Development in Teaching Profession for ASEAN)

บทคัดย่อ

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและจำเป็นในชีวิตประจำวัน เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านกิจกรรมสะเต็ม โดยเกี่ยวข้องกับการศึกษาและการออกแบบระบบดูดซับการกระแทกของยานอวกาศ ผู้วิจัยสร้างสถานการณ์ปัญหา เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แก้ไขปัญหาย่างอิสระ โดยนักเรียนได้รับการสนับสนุนให้บูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม การออกแบบ และคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา งานวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งโดยวิธีการสุ่มเป็นกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม โดยกลุ่มควบคุมใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และกลุ่มทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (BLC) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อยผสมผสานกัน ได้แก่ 1) การเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย 2) ขั้นเรียนเรียนรู้แบบเสมือน และ 3) ขั้นเรียนเรียนรู้แบบเผชิญหน้า ในส่วนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนักเรียนทั้งหมดร่วมมือกันในการแก้ปัญหากลุ่มภายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว โดยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา วิเคราะห์จาก ใบกิจกรรม ชิ้นงาน และการนำเสนอ โดยมีการแบ่งหมวดหมู่กระบวนการแก้ปัญหออกเป็นสี่ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ด้าน 1) การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์ 2) การนำแนวคิดฟิสิกส์มาใช้ในการอธิบายปัญหา 3) การใช้แนวคิดฟิสิกส์ในการแก้ปัญหา 4) การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และ 5) การให้เหตุผลในการดำเนินงาน โดยใช้สถิติ Independent t-test เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า 1) จากการใช้สถานการณ์ปัญหาเดียวกันที่เหมาะสมทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 4 การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ความสามารถในการแก้ปัญหา, กิจกรรมสะเต็ม

ABSTRACT

Problem-solving stands as a complex and essential process in our daily lives, representing a crucial skill for 21st-century students. This research aims to compare students' problem-solving competence through STEM activities, focusing on learning by designing spacecraft shock absorption systems. The researcher presents a problem scenario, emphasizing the encouragement of independent problem-solving among students by collaborative integrating concepts from science, technology, engineering design, and mathematics. This research employed a simple random sampling experimental research method. The sample groups used in the research comprised 2 classrooms of students grade 11, divided by a random method into one control group (30 people) and one Treatment Group (30 people). The study conducted a comparison of problem-solving competence between two student groups: the experimental group, which utilized the blended learning classroom (BLC) in a blended learning environment, and the control group, which employed problem-based learning (PBL) in a traditional classroom setting. The blended learning classroom comprised 3 subclasses: 1) On-demand Learning Classroom, 2) Virtual Learning Classroom, and 3) Face-to-face Learning Classroom. Within the blended learning classroom (BLC), students collaboratively tackled group problems, both collectively in the classroom and individually. In contrast, in the problem-based learning classroom (PBL), students only solved problems collaboratively within the classroom. The students' problem-solving competence was analyzed using criteria designed for evaluating such competence, involving the examination of activity worksheets, prototypes, and presentations. Scores, based on measurement criteria, categorized the problem-solving process into four levels: excellent, good, fair, and poor. The dimensions of problem-solving competence included Useful Description, Physics Approach, Specific Application of Physics, Mathematical Procedures, and Logical Progression. Utilizing Independent t-test statistics to compare problem-solving Competence. The results indicated that 1) Despite both groups suitably studying the same problem scenario in, there was no significant difference in problem-solving competence between the two groups of students exposed to different learning environments. 2) Problem-solving competence in Mathematical Procedures. Different learning management styles resulted in varying competence to solve problems significance at the .05 level.

KEYWORDS: Problem – based learning, Blended – learning classroom, Problem – solving competence, STEM Activity

**Corresponding author, E-mail: jirahu@kku.ac.th Tel. 085-3627790*

Received: 9 January 2024 /Revised: 5 April 2024 /Accepted: 17 April 2024 /Published online: 30 April 2024

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในหลายด้าน ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของคนบนโลกให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนตามไปด้วย กระบวนการเรียนการสอนจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้นักเรียนสามารถมีทักษะในการดำเนินชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้ นักการศึกษาได้เสนอคำว่า “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” เพื่อเรียกกลุ่มทักษะจำเป็นที่ใช้ในการดำเนินชีวิต และประกอบอาชีพ โดยทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย การแก้ปัญหาาร่วมกัน (Collaborative Problem Solving) การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Problem Solving) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และการรู้เท่าทันดิจิทัล (Geisinger, 2016) โดยที่การเรียนรู้และการประเมินในศตวรรษที่ 21 นอกเหนือไปจาก พื้นฐานของการอ่าน การเขียน การตีความ และการสังเคราะห์แล้ว แนวทางหนึ่งในการจัดระเบียบศตวรรษที่ 21 คือเน้นไปที่ทักษะการรับรู้ ทักษะภายใน ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะทางเทคนิค (Ananiadou & Claro, 2009) ในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนของครูไม่ช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ให้แก่ักเรียน ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะความสามารถในการคิดและการแก้ปัญหา เนื่องจากปัจจัยหลักๆ คือครูผู้สอนไม่ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการสอน เน้นให้นักเรียนท่องจำสูตร ซึ่งการสอนบรรยายเพียงแบบเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎี ปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ (Kamcharean & Palang, 2019)

โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นวิชาที่นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่ามีความยากในเนื้อหา (Buaraphan, Singh & Roadrangka, 2005) อีกทั้งนักเรียนในปัจจุบัน มีปัญหาในการเรียนวิชาฟิสิกส์ส่วนหนึ่งมาจากความยากในเนื้อหา และที่สำคัญคือขาดแรงจูงใจที่จะมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ (Guido, 2018) ดังนั้นถ้ามีการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ได้ลงมือกระทำ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสุขและเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Adesoji, 2008) และองค์กร World Economic Forum (WEF) ได้มีการสำรวจความต้องการของประเทศต่าง ๆ ว่าในประเทศดังกล่าวมีความต้องการทักษะประเภทใดมากที่สุด ในปี ค.ศ. 2025 ซึ่งพบว่า สามทักษะที่โลกอนาคต 2025 ต้องการคือ ทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะด้านนวัตกรรม (Analytical Thinking and Innovation), ทักษะการเรียนรู้ (Active Learning and Learning Strategies) และทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Problem-Solving) (World Economic Forum, 2020) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาจึงจำเป็นมากในยุคศตวรรษที่ 21

กิจกรรมสะเต็ม (STEM Activities) เป็นอีกรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยอ้างอิงตามกรอบแนวคิดในการเรียนรู้ และต้องมีบริบทเป็นฐานในการเรียนรู้ มีเป้าหมายเพื่อเชื่อมโยงโลกของความเป็นจริงที่อาศัยความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกัน โดยให้นักเรียนได้พัฒนาหรือสร้างสรรค์กระบวนการ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Chamrat, 2017) และกิจกรรมสะเต็มนี้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดของตนเองเรียนรู้และแก้ปัญหาปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และยังเชื่อมโยงโลกของความเป็นจริงด้วยแนวคิดที่สอนในชั้นเรียน (Gorman, 2010)

ผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning : PBL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่แล้ว ให้สามารถเกิดการผสมผสานกับข้อมูลใหม่ แล้วประมวลเป็นความรู้ใหม่ (Barrows, 2000) โดยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจสภาพปัญหา และเกิดการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้น มองเห็นแนวทางและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Barrows, 2000) แต่เนื่องจากเมื่อปลายปีพุทธศักราช 2562 ที่ผ่านมานี้ ได้เกิดการระบาดครั้งใหญ่ของเชื้อไวรัสโควิด-19 (COVID-19) ซึ่งได้สร้างการหยุดชะงักของระบบการศึกษาครั้งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์โลกส่งผลกระทบต่อผู้เรียนหลายประเทศทั่วโลก ส่งผลให้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Neuwirth et al., 2020) โดยที่ไม่สามารถที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบปกติได้ ทำให้มีนักวิจัยหลายคนพยายามที่จะพัฒนาโมเดลการเรียนรู้แบบใหม่ที่มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยนักวิจัยหลายคนพยายามนำเอา

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) มาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ แนวคิดใหม่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ไม่ใช่เพียงแค่การผสมผสานระหว่างออนไลน์และออฟไลน์หรือระหว่างออนไลน์และเทคโนโลยีต่าง ๆ แต่เป็นการผสมผสานที่พิจารณาถึงความยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนนั้นแก้ปัญหาด้วยตนเองและเน้นที่การบริหารจัดการเวลาของชั้นเรียนของครูผู้สอนให้อัตโนมัติการเรียนรู้ตามอัธยาศัยของผู้เรียน (Inprasit, 2023) ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบเน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหา เมื่อนำกิจกรรมสะเต็มที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา มาบูรณาการเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 2 กระบวนการ ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดของตนเองเรียนรู้และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และสามารถเชื่อมโยงโลกของความเป็นจริงด้วยแนวคิดที่สอนในชั้นเรียนได้ (Gorman, 2010)

จากที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended-Learning Classroom) ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยผ่านกิจกรรม STEM ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้แนวคิดฟิสิกส์

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ทำให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรม โดยกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นโดยที่มีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ครูผู้สอนให้อิสระผู้เรียนอย่างเต็มที่ในการค้นหา คำตอบ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งในการเรียนรู้จะใช้กระบวนการเรียนรู้แบบเป็นกลุ่มย่อย ให้ผู้เรียนได้ช่วยกันคิด วิเคราะห์ และอภิปรายปัญหาต่าง ๆ พร้อมทั้งหาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน โดยผู้เรียนสามารถนำทักษะต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ร่วมกันมาแก้ปัญหานั้นได้ในชีวิตประจำวัน ผ่านกิจกรรมสะเต็ม ที่ประยุกต์แนวคิดฟิสิกส์ในการออกแบบ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนกำหนดปัญหา 2) ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนด 3) ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 4) ขั้นตอนสังเคราะห์ความรู้ และ 5) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

2. การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended-Learning Classroom) หมายถึง การจัดการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ ดังนั้นการเรียนรู้จึงสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ขึ้นอยู่กับการจัดการร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนจะนัดหมายโดยผ่านกิจกรรมสะเต็ม ที่ประยุกต์แนวคิดฟิสิกส์ในการออกแบบ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานประกอบไปด้วย 1) การเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัยของตน (On-demand Learning Classroom) 2) ชั้นเรียนเรียนรู้แบบเสมือน (Virtual Learning Classroom) และ 3) ชั้นเรียนเรียนรู้แบบเผชิญหน้า (Face-to-face Learning Classroom) โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเรียนรู้แบบเผชิญหน้า มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นที่ 3 อภิปรายทั้งชั้นเรียน และขั้นที่ 4 สรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน (Inprasit, 2023)

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง การใช้ความสามารถในเชิงสติปัญญา โดยต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทั้งในด้านข้อมูลความคิดรวบยอดและหลักการทางฟิสิกส์อย่างเพียงพอ เพื่อนำมาดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องประกอบไปด้วย 5 ด้าน ตามแนวคิดของ Docktor et al. (2016) ได้แก่ 1) การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์ (Useful Description) 2) การนำเนื้อหาฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ (Physics Approach) 3) การใช้แนวคิดฟิสิกส์ในการแก้ปัญหา (Specific Application of Physics) 4) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Procedures) และ 5) การให้เหตุผลในการดำเนินงาน (Logical Progression)

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ระหว่างกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน (BLC) ด้วยกิจกรรม STEM ที่ประยุกต์แนวคิดฟิสิกส์ในการออกแบบ เรื่อง ระบบดูดซับการกระแทกของยานอวกาศซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัยดังแสดงใน Figure 1

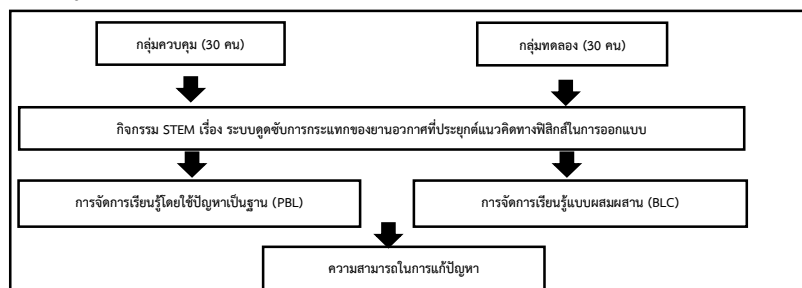


Figure 1 การออกแบบวิธีวิจัย

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

ประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวน 180 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) ได้มาด้วยวิธีจับฉลาก เป็นกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น โดยแต่ละห้องเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยวิธีการแบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) นักเรียนทั้งสองห้องศึกษาในแผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เหมือนกันทั้ง 2 ห้องเรียน และเป็นนักเรียนที่มีผลการศึกษาแบบคละอยู่ระหว่าง 2.50-4.00 ทั้งสองห้องเรียน

เครื่องมือวิจัย

1. สถานการณ์ปัญหา

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ กิจกรรม NASA STEM (NASA Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology, 2008) และกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมให้สอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนในระดับชั้น ม. 4

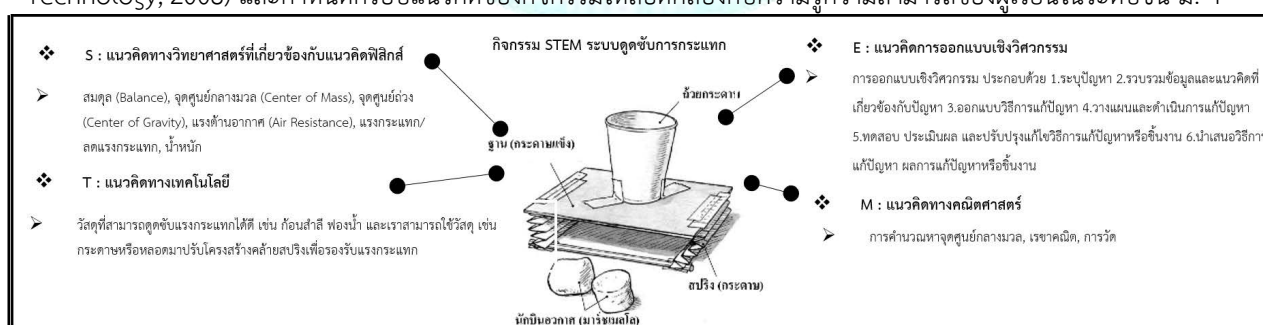


Figure 2 แผนภาพการออกแบบสถานการณ์ปัญหา

1.2. สร้างสถานการณ์ปัญหาโดยบูรณาการแนวคิด STEM มาออกแบบสถานการณ์ปัญหาตามแนวทางของรูปแบบการสอนแบบผสมผสาน (BLC) ที่ประกอบด้วยบริบท (Context) ที่นักเรียนสามารถเข้าใจและเกิดปัญหาของตนเองได้ และเงื่อนไข (Condition) ในรูปของคำสั่งหรือคำถาม เพื่อเป็นทิศทางในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยสถานการณ์ปัญหาที่ได้ออกแบบ คือ

สถานการณ์ : ก่อนการลงจอดยานบนดวงจันทร์ ยานอวกาศจะบินด้วยความเร็วประมาณ 28,000 กิโลเมตร/ ชั่วโมง จากนั้นจะค่อย ๆ ลดความเร็วลง เพื่อลงสู่เป้าหมายโดยในยานอวกาศจะมีนักบินอวกาศอยู่ด้านใน ทำให้การนำยานอวกาศลงจอดที่พื้นผิวดวงจันทร์ต้องเป็นไปอย่างนุ่มนวล เพื่อความปลอดภัยของนักบินอวกาศ

ดังนั้น ระบบการลงจอดของยานอวกาศเป็นเรื่องสำคัญสำหรับความปลอดภัยของนักบินอวกาศ องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) จึงมีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการขับเคลื่อนในการลงจอดของยานอวกาศบนพื้นผิวดวงจันทร์โดยต้องการออกแบบและสร้างระบบให้ยาน อวกาศสามารถลงจอดได้อย่างนุ่มนวล โดยที่นักบินอวกาศไม่เกิดอันตรายหรือเกิดความเสียหายต่อยานอวกาศ

โดยมีเงื่อนไขที่สำคัญดังนี้ :

- ยานอวกาศต้องลงจอดบนพื้นได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ล้มหรือคว่ำจนทำให้นักบินอวกาศกระเด็นออกจากยาน
- อุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้สำหรับสร้างระบบขับเคลื่อนการกระแทกเท่านั้น โดยห้ามบิดผ้าหรือปรับเปลี่ยนภายในห้องโดยสารของยานอวกาศ
- ให้แต่ละกลุ่มออกแบบและปรับปรุงระบบขับเคลื่อนการกระแทกในการลงจอดให้ได้ความสูงมากที่สุด

Figure 3 การออกแบบสถานการณ์ปัญหา

2. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งหมด 1 แผน แผนละ 2 คาบ คาบละ 60 นาที รวมทั้งหมด 120 นาที

2.1 นักเรียนกลุ่มควบคุม ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL) ผ่านกิจกรรม STEM เรื่อง ระบบขับเคลื่อนการกระแทกเป็นเวลา 120 นาที

Table 1 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กิจกรรม STEM เรื่อง ระบบขับเคลื่อนการกระแทก

การจัดการเรียนรู้ กิจกรรม STEM ระบบขับเคลื่อนการกระแทก	บทบาทหน้าที่ของผู้เรียน
1) ขั้นกำหนดปัญหา นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ “ระบบขับเคลื่อนการกระแทก” ของการลงจอดยานอวกาศจากวิดีโอภารกิจของ NASA ในการลงจอดของยานอวกาศบนดาวอังคาร ครูผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดขึ้น โดยนักเรียนเรียนรู้ผ่านวิดีโอภารกิจของ NASA ในการลงจอดของยานอวกาศบนดาวอังคาร	เรียนรู้ในห้องเรียน (10 นาที) นักเรียนเรียนรู้ผ่านวิดีโอภารกิจของ NASA ในการลงจอดของยานอวกาศบนดาวอังคาร และสถานการณ์ปัญหา
2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนด : นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันทำความเข้าใจจากเงื่อนไขที่ครูกำหนดให้ โดยจะออกแบบระบบขับเคลื่อนการกระแทกอย่างไรให้เป็นไปตามเงื่อนไขนั้น โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม STEM เรื่อง ระบบขับเคลื่อนการกระแทก โดยนักเรียนแก้ไขปัญหามาตามเงื่อนไขที่ครูกำหนดลงในสถานการณ์ปัญหา เพื่อออกแบบระบบขับเคลื่อนการกระแทก เช่น จะต้องออกแบบยานอวกาศแบบใด เพื่อให้ยานอวกาศต้องลงจอดบนพื้นได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ล้มหรือคว่ำจนทำให้นักบินอวกาศกระเด็นออกจากยาน	เรียนรู้ในห้องเรียน (10 นาที) นักเรียนเรียนรู้ผ่านใบกิจกรรมการเรียนรู้
3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง : ประกอบด้วย 1. นักเรียนร่วมกันออกแบบระบบขับเคลื่อนการกระแทก โดยต้องนำอุปกรณ์ที่ครูกำหนดให้เท่านั้นมาใช้ในการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วย หลอด กระดาษแข็ง แก้วกระดาษ กระดาษที่พับเป็นสปริง ฟองน้ำ เป็นต้น 2. นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิดร่วมกัน ว่านักเรียนใช้อุปกรณ์เหล่านั้นในการออกแบบระบบขับเคลื่อนการกระแทกนั้น นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรบ้าง 3. หลังจากนักเรียนออกแบบระบบขับเคลื่อนการกระแทก เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องนำชิ้นงานของนักเรียนมาทดสอบที่ระดับความสูงต่าง ๆ เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้ - ยานอวกาศต้องลงจอดบนพื้นได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ล้มหรือคว่ำจนทำให้นักบินอวกาศกระเด็นออกจากยาน - ให้แต่ละกลุ่มออกแบบและปรับปรุงระบบขับเคลื่อนการกระแทกในการลงจอดให้ได้ความสูงมากที่สุด	เรียนรู้ในห้องเรียน (40 นาที) นักเรียนเรียนรู้ผ่านใบกิจกรรมการเรียนรู้ และการทดสอบชิ้นงานของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ กิจกรรม STEM ระบบดูแลช่วยการกระแทก		บทบาทหน้าที่ของผู้เรียน
4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ จากการออกแบบและสร้างระบบดูแลช่วยการกระแทก สังเคราะห์ความรู้ร่วมกัน	โดยนักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นของระบบดูแลช่วยการกระแทก เช่น นักบินกระเด็นออกมาจากยานอวกาศ ยานอวกาศคว่ำเมื่อตกถึงพื้นดิน จากปัญหาเหล่านั้นนักเรียนใช้หลักการหรือแนวคิดใดบ้าง เพื่อแก้ไขปัญหานั้น โดยสังเคราะห์ความรู้ร่วมกันในกลุ่มผ่านใบกิจกรรมการเรียนรู้	เรียนรู้ในห้องเรียน (30 นาที) นักเรียนเรียนรู้ผ่านใบกิจกรรมการเรียนรู้และปัญหาที่พบจากการทดสอบชิ้นงานที่ระดับความสูงต่าง ๆ เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน
5) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดในการออกแบบระบบดูแลช่วยการกระแทก พร้อมทั้งนำเสนอชิ้นงาน และปัญหาที่ได้เจอ พร้อมทั้งการวิเคราะห์แก้ไขปัญหามาจากแนวคิดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน พร้อมสรุปแนวคิดต่าง ๆ ร่วมกันทั้งชั้นเรียน		เรียนรู้ในห้องเรียน (30 นาที) ครูและนักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา พร้อมทั้งสรุปแนวคิดต่าง ๆ ร่วมกัน
2.2 นักเรียนกลุ่มทดลอง ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended-Learning Classroom: BLC) ผ่านกิจกรรม STEM เรื่อง ระบบดูแลช่วยการกระแทกเป็นเวลา 120 นาที		
Table 2 แสดงรายละเอียดการจัดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน กิจกรรม STEM ระบบดูแลช่วยการกระแทก		
ชั้นเรียน	การจัดการเรียนรู้กิจกรรม STEM เรื่อง ระบบดูแลช่วยการกระแทก	บทบาทหน้าที่ของผู้เรียน
On-demand Learning Classroom	1) ครูส่งสถานการณ์ปัญหา เรื่อง ระบบดูแลช่วยการกระแทกให้นักเรียน โดยให้นำเสนอวิธีโองการกิจของ NASA ในการลงจอดของยานอวกาศบนดาวอังคาร 2) ครูมอบหมายงานให้นักเรียน ออกแบบระบบดูแลช่วยการกระแทก เพื่อสร้างชิ้นงานผ่านใบกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น จะต้องออกแบบยานอวกาศแบบใด เพื่อให้ยานอวกาศต้องลงจอดบนพื้นได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ล้มหรือคว่ำจนทำให้นักบินอวกาศกระเด็นออกจากยาน 3) หลังจากที่นักเรียนได้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนส่งงานในรูปแบบออนไลน์	เรียนรู้ตามอัธยาศัย โดยนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการแก้ปัญหา
Virtual Learning Classroom	จากสถานการณ์ปัญหาที่ ครูได้มอบหมายไว้ใน On - demand learning classroom ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมานำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองที่ได้ออกแบบระบบดูแลช่วยการกระแทก พร้อมทั้งแสดงชิ้นงานของกลุ่มตนเอง	เรียนรู้ในชั้นเรียนออนไลน์ (30 นาที) ร่วมกันแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหา ก่อนเข้าชั้นเรียน
Face-to-face Learning Classroom	ครูนัดหมายเวลามาเจอกันในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนนำแนวคิดของตนเองและกลุ่มตนเองมาเรียนรู้ร่วมกับครูหรือนักเรียนคนอื่น ๆ ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา (15 นาที) จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ เมื่อนักเรียนทดสอบระบบดูแลช่วยการกระแทกในการลงจอดของยานอวกาศในระดับ	เรียนรู้ในห้องเรียน (90 นาที) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา

ชั้นเรียน	การจัดการเรียนรู้กิจกรรม STEM เรื่อง ระบบดูดซับการกระแทก	บทบาทหน้าที่ของผู้เรียน
	ความสูงต่าง ๆ แล้วนักเรียนพบปัญหาใดบ้าง เช่น นักบินกระเด็นออกมาจากยานอวกาศ ยานอวกาศคว่ำเมื่อตกลงถึงพื้นดิน เป็นต้น ขั้นที่ 2 นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง (40 นาที): จากปัญหาเหล่านี้ที่นักเรียนพบนั้น นักเรียนใช้หลักการหรือแนวคิดใดบ้าง เพื่อแก้ไขปัญหานั้น ขั้นที่ 3 อภิปรายทั้งชั้นเรียน (20 นาที): ครูจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและวางแผนลำดับแนวคิดที่ต้องการนำเสนอ 1. นักเรียนนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 2. ครูพิจารณาแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วบันทึกแนวคิดที่สำคัญลงบนกระดานเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดต่าง ๆ แล้ว ครูเปรียบเทียบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ไขปัญหานั้น และวิธีการแก้ไขปัญหานั้นต่าง ๆ จากแต่ละกลุ่มที่ได้เจอ และสรุปร่วมกัน ขั้นที่ 4 สรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน (15 นาที): ครูร่วมกันกับนักเรียนจัดระบบกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สาระสำคัญของแผน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและสร้างระบบดูดซับการกระแทกของยานอวกาศที่จะช่วยให้นักบินอวกาศปลอดภัย และนำเข้าสู่โลกจริงของการลงจอดของยานอวกาศ	
	3. ใบกิจกรรม STEM ระบบดูดซับการกระแทก โดยผู้วิจัยออกแบบให้บูรณาการให้ครอบคลุมกับแผนภาพการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่โดยบูรณาการกับกิจกรรมเพิ่มเติม ซึ่งประกอบไปด้วย 3 คำสั่ง โดยนักเรียนจะต้องออกแบบโดยการวาดภาพชิ้นงานของนักเรียนที่ออกแบบ และสร้างชิ้นงานจากการออกแบบของกลุ่มนักเรียน พร้อมทั้งระบุปัญหาที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานของนักเรียน พร้อมทั้งระบุวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมตามแต่ละคำสั่งที่อยู่ในใบกิจกรรม	
	กิจกรรม STEM ระบบดูดซับการกระแทก สถานการณ์ปัญหา : ระบบการลงจอดของยานอวกาศเป็นเรื่องสำคัญสำหรับความปลอดภัยของนักบินอวกาศ องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) จึงมีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการดูดซับการกระแทกในการลงจอดของยานอวกาศบนพื้นผิวดวงจันทร์โดยต้องการออกแบบและสร้างระบบในยานอวกาศที่ปลอดภัยโดยที่ไม่มีนักบินอวกาศไม่เกิดอันตรายหรือเกิดความเสียหายต่อยานอวกาศ โดยมีเงื่อนไขที่สำคัญดังนี้ - ยานอวกาศต้องลงจอดบนพื้นผิวดวงจันทร์โดยไม่สัมผัสหรือกระเด็นออกมาจากยาน - อุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้สำหรับสร้างระบบดูดซับการกระแทกเท่านั้น โดยห้ามใช้วัสดุอื่น ๆ - ให้แต่ละกลุ่มออกแบบและปรับปรุงระบบดูดซับการกระแทกในการลงจอดให้มีความสูงมากที่สุด คำสั่ง 1 : จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนออกแบบและสร้างระบบดูดซับการกระแทกของยานอวกาศ ที่ช่วยให้นักบินอวกาศปลอดภัยจากการลงจอดบนผิวดวงจันทร์ โดยวาดรูปมาอย่างละเอียดพร้อมอธิบายรายละเอียดของการนำอุปกรณ์มาออกแบบ คำสั่ง 2 : ให้นักเรียนทดสอบระบบของดูดซับการกระแทกในการลงจอดของยานอวกาศที่ระดับความสูงต่าง ๆ และบันทึกผลลงในตาราง และสังเกตผลที่เกิดขึ้น คำสั่ง 3 : ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าจากการออกแบบและสร้างระบบดูดซับการกระแทก มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องใดบ้างที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นก็เขียนได้อธิบายและแก้ไขระบบดูดซับการกระแทกมาแล้ว ขั้นตอนการดำเนินงาน ด้านที่ 1 การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์ ด้านที่ 2 การนำแนวคิดที่ศึกษาใช้ในการอธิบายปัญหา ด้านที่ 3 การใช้แนวคิดที่ศึกษาในการแก้ปัญหา ด้านที่ 4 การใช้แนวคิดที่ศึกษาในการแก้ปัญหา ด้านที่ 5 การนำแนวคิดที่ศึกษาในการแก้ปัญหา ความสูงจากพื้น (m) 0.5 ด้านที่ 3 การใช้แนวคิดที่ศึกษาในการแก้ปัญหา ผลที่เกิดขึ้นกับยานอวกาศ	

Figure 4 ตัวอย่างใบกิจกรรม STEM เรื่อง ระบบดูดซับการกระแทก

เครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหา ใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ และเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ผ่านการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อความถูกต้องของเนื้อหาและตรวจสอบความเหมาะสม ผลการประเมินมีความเหมาะสมในการนำไปใช้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้มีรายละเอียดการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยแสดงดัง Figure 5

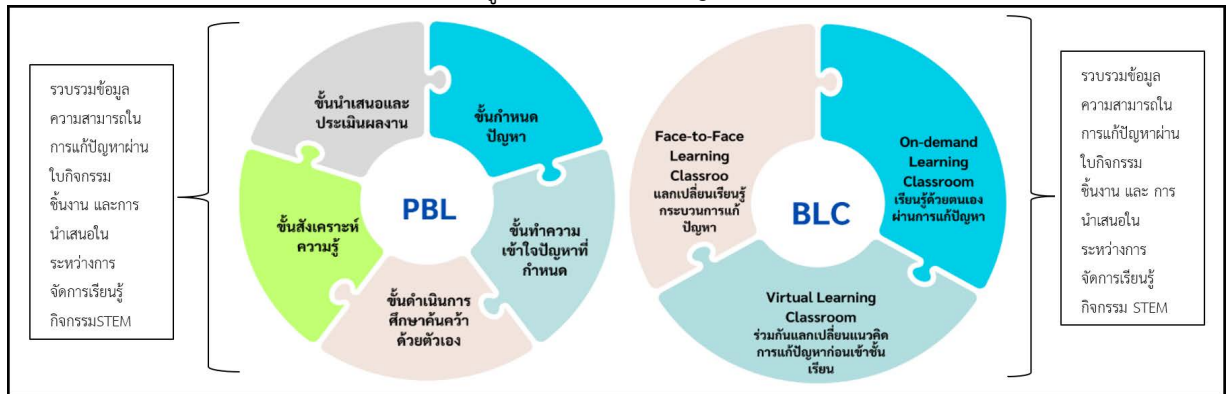
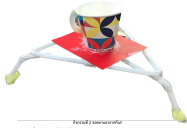


Figure 5 แสดงการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจาก 1) ใบกิจกรรม 2) ชิ้นงานและ 3) การนำเสนอของนักเรียน โดยตีความและวิเคราะห์ผลโดยใช้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนปรับมาจากแนวคิดของ ตามแนวคิดของ Docktor et al. (2016) ได้แก่ 1) การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์ 2) การนำเสนอหาฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ 3) การใช้แนวฟิสิกส์ในการแก้ปัญหา 4) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 5) การให้เหตุผลในการดำเนินงาน โดยในแต่ละด้านแบ่งคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหออกเป็นสี่ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม (3 คะแนน) ดี (2 คะแนน) พอใช้ (1 คะแนน) และปรับปรุง (0 คะแนน)

Table 3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ด้วย	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา
ชิ้นงาน 	ด้านที่ 1 การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน) กลุ่มของนักเรียนได้ 3 คะแนน
ใบกิจกรรม 	นักเรียนสามารถออกแบบและอธิบายโครงสร้างของชิ้นงานระบบดูดซับการกระแทกโดยมีองค์ประกอบ คือ - ฟองน้ำมาใช้ในระบบดูดซับการกระแทก โดยนำมาใช้เพื่อความยืดหยุ่นได้ยาวนานกว่า - นำกระดาษมาใช้ในระบบดูดซับการกระแทก โดยปรับโครงสร้างคล้ายสปริงเพื่อรองรับแรงกระแทก หรือนำมาใช้ในการต้านแรงอากาศของระบบดูดซับแรงกระแทก - นำหลอดมาใช้ในระบบดูดซับการกระแทก
การนำเสนอ กลุ่มของพวกเราก่อแบบยานโดยทำให้ยานอวกาศมี 3 ขา ยานประกอบด้วย 1. หลอด นำมาสร้างเป็นขาของยานในการลงจอด 6 อัน โดยทำเป็นโครงรูปทรง 3 เหลี่ยม 2. ใช้แก้วเพื่อเป็นตัวยานให้คนอยู่ข้างใน 3. ใช้ฟองน้ำในการยืดหยุ่นได้ ยาน ช่วยให้ไม่ล้ม 4. ใช้กระดาษในการรองแก้วกระดาษเพื่อเป็นฐานของแก้วช่วยต้านอากาศ 3. ใช้กระดาษที่เป็นสปริงมาติดเป็นปีก เพื่อด้านอากาศให้ตกช้าลงคะ	

หลังจากนั้น 1) นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 2) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติด้วยการทดสอบค่าที (Independent t-test)

ผลการวิจัย

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ จากใบกิจกรรม ชิ้นงานและการนำเสนอ นำมาศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน สามารถวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของ ทั้ง 2 กลุ่มได้ ดังนี้

Table 4 คะแนนร้อยละความสามารถแต่ละระดับในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ระหว่างนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ในกิจกรรม STEM เรื่อง ระบบดูดซับการกระแทก

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์	กลุ่ม	จำนวนนักเรียนในความสามารถในแต่ละระดับ (ร้อยละ)			
		ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์	กลุ่มควบคุม (PBL)	50.00	50.00	0	0
	กลุ่มทดลอง (BLC)	66.67	16.67	16.67	0
การนำแนวคิดฟิสิกส์มาใช้ในการอธิบายปัญหา	กลุ่มควบคุม (PBL)	0	100.00	0	0
	กลุ่มทดลอง (BLC)	0	100.00	0	0
การใช้แนวคิดฟิสิกส์ในการแก้ปัญหา	กลุ่มควบคุม (PBL)	0	50.00	50.00	0
	กลุ่มทดลอง (BLC)	0	83.33	16.67	0
การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	กลุ่มควบคุม (PBL)	0	66.67	33.33	0
	กลุ่มทดลอง (BLC)	0	100.00	0	0
การให้เหตุผลในการดำเนินงาน	กลุ่มควบคุม (PBL)	66.67	16.67	16.67	0
	กลุ่มทดลอง (BLC)	0	100.00	0	0

จาก ตารางที่ 4 จะเห็นว่าคะแนนร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละด้านของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนั้นอยู่ในระดับที่สูง คือ ในระดับดีเยี่ยม ระดับดี ระดับพอใช้ และนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับปรับปรุงปรากฏ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มสามารถแก้ปัญหาในกิจกรรม STEM เรื่อง ระบบดูดซับแรงกระแทก โดยผ่านใบกิจกรรม ชิ้นงาน และการนำเสนอของนักเรียนได้ และจากตารางที่ 4 จะเห็นว่า ในด้านการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถอยู่ในระดับดี และไม่แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 4 ในระดับ เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านที่ 4 การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งแสดงคะแนนในระดับพอใช้

Table 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้ง 2 กลุ่มในกิจกรรม STEM เรื่อง ระบบดูดซับการกระแทก

ความสามารถในการแก้ปัญหา	กลุ่ม	ค่าเฉลี่ย	SD	t	Sig
1) การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์	กลุ่มควบคุม (PBL)	2.50	0.54	0.00	.341
	กลุ่มทดลอง (BLC)	2.50	0.83		
2) การนำแนวคิดฟิสิกส์มาใช้ในการอธิบายปัญหา	กลุ่มควบคุม (PBL)	2.00	0.00	0.00	.341
	กลุ่มทดลอง (BLC)	2.00	0.00		
3) การใช้แนวคิดฟิสิกส์ในการแก้ปัญหา	กลุ่มควบคุม (PBL)	1.50	0.54	-1.195	.073
	กลุ่มทดลอง (BLC)	1.83	0.40		

ความสามารถในการแก้ปัญหา	กลุ่ม	ค่าเฉลี่ย	SD	t	Sig
4) การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	กลุ่มควบคุม (PBL)	1.67	0.51	-1.58	.001
	กลุ่มทดลอง (BLC)	2.00	0.00		
5) การให้เหตุผลในการดำเนินงาน	กลุ่มควบคุม (PBL)	2.50	0.83	-0.81	.081
	กลุ่มทดลอง (BLC)	2.83	0.40		
ความสามารถในการแก้ปัญหาทุกด้าน	กลุ่มควบคุม (PBL)	2.03	0.36	-1.03	.348
	กลุ่มทดลอง (BLC)	2.23	0.26		

*Sig < .05

จาก Table 5 จะเป็นการวิเคราะห์ผลทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาด้านพิสัยในภาพรวมของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละด้านจะเห็นว่าในด้านการใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์ การนำแนวคิดพิสัยมาใช้ในการอธิบายปัญหา การใช้แนวคิดพิสัยในการแก้ปัญหา และการใช้เหตุผลในการดำเนินงาน ไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านที่ 4 การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา พบว่ากลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีค่าเฉลี่ยด้านการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาคือ 2.00 และกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ย คือ 1.67 ซึ่งสองกลุ่มนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วย 5 ด้าน มีเพียงด้านการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเพียงด้านเดียวที่แตกต่างกันที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีแนวคิดใกล้เคียงกัน เนื่องจากกิจกรรมนี้นักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้แก้ปัญหาในสถานการณ์เดียวกัน

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากผลวิจัยชี้ให้เห็นว่า 1) นักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 ดังนี้ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านที่ 4 การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันที่ระดับ .05 ทั้งนี้มีเหตุผลสนับสนุน 2 ประการ

ประการแรก สถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิด ในการจัดการเรียนรู้ทั้งสองกระบวนการ มีการใช้ปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ปัญหาเดียวกัน โดยสถานการณ์ปัญหาที่ครูออกแบบนั้นประกอบด้วยบริบท ที่นักเรียนสามารถเข้าใจและเกิดปัญหาเป็นของตัวเองได้ และเงื่อนไข ที่แสดงออกมาในรูปแบบของคำสั่งหรือคำถาม เพื่อเป็นทิศทางในการแก้ปัญหานักเรียน (Inprasit, 2023) โดยสถานการณ์ปัญหาได้ออกแบบจากแนวคิดกิจกรรมสะเต็ม ซึ่งนำมาออกแบบเป็นกรอบแนวคิดการออกแบบสถานการณ์ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) เพื่อให้นักเรียนได้บูรณาการแนวคิดต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้ง 2 กลุ่มเป็นรายด้าน พบว่า

ความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 1 การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์และด้านที่ 2 การนำแนวคิดพิสัยมาใช้ในการอธิบายปัญหา นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน และมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในด้านดีเหมือนกัน โดยนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มสามารถนำแนวคิดพิสัยมาใช้ในการอธิบายปัญหานั้นได้เพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นงานให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ครูได้กำหนดไว้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถนำแนวคิดพิสัยไปใช้ในการแก้ปัญหที่พบ เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านที่ 3 การใช้แนวคิดพิสัยในการแก้ปัญหา นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เป็นผลมาจากถึงแม้ว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจะสามารถนำแนวคิดพิสัยมาออกแบบชิ้นงานของนักเรียน แต่การแก้ไขชิ้นงานจากการนำยานอวกาศไปทดสอบในระดับความสูงต่าง ๆ

นักเรียนยังไม่สามารถนำแนวคิดฟิสิกส์มาใช้ในการแก้ไขปัญหาที่พบได้อย่างเข้าใจและไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่พบได้ทั้งหมด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tumanggor et al. (2019) ที่กล่าวว่า นักเรียนสามารถอธิบายปัญหาที่พบได้แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังแก้ไขปัญหาโดยใช้แนวคิดฟิสิกส์ได้ค่อนข้างน้อย เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดฟิสิกส์มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ดังนั้นทำให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มสามารถแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดฟิสิกส์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ และความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 5 การให้เหตุผลในการดำเนินงาน นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่จะเห็นว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 5 สูงที่สุดและคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากนักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Atman et al., 2007) ได้เกือบครบทุกกระบวนการ ดังนั้น นักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถแก้ไขสถานการณ์ปัญหาตามเงื่อนไขที่ครูตั้งขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Barrows (2000) ที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูได้ตั้งขึ้นนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่แล้ว ให้สามารถเกิดการผสมผสานกับข้อมูลใหม่แล้วประมวลเป็นความรู้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนได้พบเจอ (Barrows, 2000)

ซึ่งผลการใช้ปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ปัญหาเดียวกันนั้น ปัญหาปลายเปิดมีลักษณะที่ทำให้ให้นักเรียนหาคำตอบได้ด้วยแนวคิดที่หลากหลายตามความสามารถของตนเอง (Nohda, 2000) สอดคล้องกับ Inprasit (2023) ที่กล่าวว่า การทำสถานการณ์ปัญหาให้มีความหมายต่อนักเรียนจะทำให้ให้นักเรียนมีปัญหาคือเป็นของตัวเอง และทำให้มีความมุ่งมั่นจดจ่อกับปัญหานั้น การแก้ปัญหาด้วยตนเองก็จะเกิดขึ้นตามมาเมื่อผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ดังนั้น เมื่อนักเรียนถูกกระตุ้นด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่มีสถานการณ์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนเคยได้พบเห็นในชีวิตจริง ที่ถูกออกแบบมาจากกิจกรรมสะสม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิด และวิธีการแก้ปัญหาโดยที่นักเรียนได้นำความรู้มาแก้ไขปัญหาที่พบโดยผ่านการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) และคณิตศาสตร์ (M) เพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนได้พบ (Tawfik et al., 2014) ประกอบกับการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มของครู (Inprasit, 2023) จากการอภิปรายและสรุปร่วมกันทั้งชั้นเรียน ทำให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหารวมทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับดีแม้ว่าจะมีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนในห้องเรียนแบบผสมผสาน และนักเรียนที่เรียนในห้องเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน โดยเมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน โดยเมื่อแยกพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละด้าน พบว่าด้านที่ 1 การใช้คำอธิบายที่เป็นประโยชน์ ด้านที่ 2 การนำแนวคิดฟิสิกส์มาใช้ในการอธิบายปัญหา ด้านที่ 3 การใช้แนวคิดฟิสิกส์ในการแก้ปัญหา และด้านที่ 5 การให้เหตุผลในการดำเนินงาน นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีความสามารถในการแต่ละด้านที่กล่าวมาข้างต้นไม่แตกต่างกัน เนื่องจากถึงแม้ว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มถูกกระตุ้นด้วยกิจกรรม STEM ที่ประยุกต์แนวคิดฟิสิกส์ในการออกแบบ เรื่อง ระบบดูดซับการกระแทก ที่ทำให้สามารถหาคำตอบได้ด้วยแนวคิดที่หลากหลายตามความสามารถของตนเอง ประกอบกับการสร้างแนวคิดของตนเองให้สมบูรณ์ผ่านการอภิปรายเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นผ่านการจัดการเรียนการสอนของครู

ประการที่สอง คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 4 การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จะเห็นว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 4 แตกต่างกันในระดับ .05 เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นแตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่การจัดการเรียนรู้เกิดขึ้นในห้องเรียนปกติ และ 2) กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เกิดการเรียนรู้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียน โดยจะเห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในด้านที่ 4 มากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นผลมาจากห้องเรียนไม่ใช่เพียงรูปแบบเดียวของพื้นที่การเรียนรู้

เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ประกอบด้วยชั้นเรียนย่อย 3 ชั้นเรียนมารวมกัน คือ การเรียนรู้ด้วยตนเองตามอรรถาธิบายของตน โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองตามอรรถาธิบาย นักเรียนได้ใช้เวลาที่นักเรียนสะดวกมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากกิจกรรมที่ครูได้สร้างขึ้น, ชั้นเรียนเรียนรู้แบบเสมือน โดยนักเรียนจะได้เข้ามาพูดคุยและนำเสนอปัญหากับเพื่อนในห้องเรียน เป็นรูปแบบของชั้นเรียนแบบออนไลน์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เชื่อมต่อแนวคิดของตนเองและของเพื่อนกลุ่มอื่น และชั้นเรียนเรียนรู้แบบเผชิญหน้า เป็นชั้นเรียนที่เรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนเข้ามาพูดคุยและนำเสนอปัญหาร่วมกันกับเพื่อนแต่ละกลุ่ม ทำให้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเพื่อให้แนวคิดของตนเองได้รับการพัฒนาและเชื่อมต่อกับคนอื่น และสรุปเชื่อมโยงความคิดร่วมกันกับเพื่อนกลุ่มอื่น ซึ่งแสดงออกมาเป็นหลักฐานดัง Figure 6 จะเห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่การจัดการเรียนรู้เกิดขึ้นในห้องเรียนปกติ นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์สู่การออกแบบชิ้นงานของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนมีเวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเองนอกห้องเรียน ทำให้นักเรียนมองเห็นวิธีการแก้ปัญหาได้มากขึ้น (Inprasit, 2023) สอดคล้องกับ Inprasit (2023) ที่กล่าวว่า การผสมผสานกันระหว่างชั้นเรียนย่อย 3 ชั้นเรียนนั้นทำให้เกิดความยืดหยุ่น การเข้าถึง และประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายแก่นักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนและตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคล

ด้านที่ 4 การนำคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา (3 คะแนน)	ข้อสังเกต : ไม่ได้อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาในการออกแบบชิ้นงาน และไม่ได้เชื่อมโยงการเชื่อมโยงความรู้ในความรู้ต่างๆ และเชื่อมโยงกับชีวิต <table><tr><th>ความสูงของชิ้น (m)</th><th>ผลลัพธ์ที่เกินความยาว</th></tr><tr><td>0.5</td><td>ยังไม่ถึง ๑ เมตร หรือ ๑ เมตร</td></tr><tr><td>1.0</td><td>ยังไม่ถึง ๑ เมตร หรือ ๑ เมตร</td></tr></table>	ความสูงของชิ้น (m)	ผลลัพธ์ที่เกินความยาว	0.5	ยังไม่ถึง ๑ เมตร หรือ ๑ เมตร	1.0	ยังไม่ถึง ๑ เมตร หรือ ๑ เมตร	1 คะแนน นักเรียนไม่ได้คำนึงถึงรูปทรงเรขาคณิตในการออกแบบชิ้นงาน แต่นักเรียนคำนึงถึงการวัดความยาวเพื่อทดสอบชิ้นงานของนักเรียนในระดับความสูงต่าง ๆ ได้	กลุ่มควบคุม (PBL)						
	ความสูงของชิ้น (m)	ผลลัพธ์ที่เกินความยาว													
0.5	ยังไม่ถึง ๑ เมตร หรือ ๑ เมตร														
1.0	ยังไม่ถึง ๑ เมตร หรือ ๑ เมตร														
	ข้อสังเกต : ไม่ได้อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาในการออกแบบชิ้นงาน และไม่ได้เชื่อมโยงการเชื่อมโยงความรู้ในความรู้ต่างๆ และเชื่อมโยงกับชีวิต <table><tr><th>ความสูงของชิ้น (m)</th><th>ผลลัพธ์ที่เกินความยาว</th></tr><tr><td>0.5</td><td>ปกติ, ยังไม่ถึง</td></tr><tr><td>1</td><td>ปกติ, ยังไม่ถึง</td></tr><tr><td>1.5</td><td>ปกติ, ยังไม่ถึง</td></tr><tr><td>2</td><td>ปกติ, ยังไม่ถึง</td></tr><tr><td>2.5</td><td>ปกติ, ยังไม่ถึง</td></tr></table>	ความสูงของชิ้น (m)	ผลลัพธ์ที่เกินความยาว	0.5	ปกติ, ยังไม่ถึง	1	ปกติ, ยังไม่ถึง	1.5	ปกติ, ยังไม่ถึง	2	ปกติ, ยังไม่ถึง	2.5	ปกติ, ยังไม่ถึง	2 คะแนน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย เรขาคณิตโดยการนำออกแบบชิ้นงานของนักเรียน และการวัดความยาวเพื่อทดสอบชิ้นงานของนักเรียนในระดับความสูงต่าง ๆ ได้	กลุ่มทดลอง (BLC)
ความสูงของชิ้น (m)	ผลลัพธ์ที่เกินความยาว														
0.5	ปกติ, ยังไม่ถึง														
1	ปกติ, ยังไม่ถึง														
1.5	ปกติ, ยังไม่ถึง														
2	ปกติ, ยังไม่ถึง														
2.5	ปกติ, ยังไม่ถึง														

Figure 6 แสดงหลักฐานคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาด้านที่ 4 การนำคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน จึงไม่ได้มีกิจกรรมการเรียนรู้อยู่แค่ในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจึงเกิดขึ้นที่นอกห้องเรียน และเมื่อกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผ่านการลงมือทำร่วมกันเป็นกลุ่ม ที่เน้นความร่วมมือกันระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยครูผู้สอนจะติดตามให้ข้อเสนอแนะแนวทางไปจนผู้เรียนสามารถค้นพบคำตอบได้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีมิติและประสบความสำเร็จในการนำประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ของช่วงเวลาต่าง ๆ ในชีวิตได้อย่างมีศักยภาพ

จึงสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาในด้านที่ 4 การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีคะแนนความสามารถในด้านที่ 4 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และมีความสามารถในการแก้ปัญหาในด้านที่ 4 แตกต่างกัน เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ไม่ได้มีกิจกรรมแค่ในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองที่นอกห้องเรียน และนำกลับมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมองเห็นวิธีการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากผลของงานวิจัยความสามารถในการแก้ปัญหารวมทุกด้านของนักเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากนักเรียนนั้นได้แก้ไขปัญหากจากสถานการณ์เดียวกัน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานทั้ง 2 รูปแบบการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ดังนั้น ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาโดยที่ไม่เข้าไปรบกวนแนวคิดของนักเรียนและให้นักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้น

2. จากผลของงานวิจัยความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านที่ 4 การใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกัน ดังนั้นครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เนื่องจากการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นแค่ในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว ดังนั้นครูผู้สอนต้องให้อิสระกับการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนในการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ผู้วิจัยต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ครอบคลุมกับแนวคิดและนำเชื่อถือ
2. ผู้วิจัยควรออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนนอกห้องเรียนด้วย จะให้สามารถเข้าใจผู้เรียนได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากทุนสนับสนุนมูลฐาน Fundamental Fund : FF มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

References

- Adesoji, F. A. (2008). Managing students' attitude towards science through problem – solving instructional strategy. *The Anthropologist*, 10(1), 21–24.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries*. Paris: OECD Publishing.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359–379.
- Barrows, H. S. (2000). *Problem-based learning applied to medical education*. Springfield IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Buaraphan, K., Singh, P., & Roadrangka, V. (2005). Exploring preservice physics teachers physics content knowledge. *Proceedings of 43rd Kasetsart University Annual Conference: Education, Agricultural Extension and Communication, Social Sciences, Economics, Business Administration, Humanities, Home Economics*. (pp.3-10) The Thailand Research Fund, Bangkok (Thailand). [in Thai]
- Chamrat, S. (2017) The Definition of STEM and Key Features of STEM Education Learning Activity. *STOU Educ. J.* 10(2) 13-34. [in Thai]
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., Mason, A., Ryan, Q. X., & Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1).
- Geisinger, K. F. (2016). 21st century skills: What are they and how do we assess them? *Applied Measurement in Education*, 29(4), 245–249.
- Gorman, W. L. (2010). Stream water quality and service learning in an introductory biology class. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 11(1), 21–27.
- Guido, R. M. D. (2018, May 6). *Attitude and motivation towards learning physics*. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2(11), 2087-2094.

- Inprasitha, M. (2023). Blended learning classroom model: A new extended teaching approach for new normal. *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 12(4), 288–300.
- Kamcharean, C & Palang D. (2019). Use of an Interactive Simulation: Projectile Motion. *Journal of Industrial Education*, 18(3), 13-14. [in Thai]
- NASA Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology.(2008). *Educator guide: Touchdown*. NASA. Retrieved from <https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/touchdown/>.
- Neuwirth, L.S., Jović, S. and Mukherji, B.R. (2020). Reimagining higher education during and post-covid-19: Challenges and opportunities. *Journal of Adult and Continuing Education*, 27(2), 141–156.
- Nohda, N. (2000). *Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom*. In T. Nakahara, & M. Koyama (Eds.), *Proceedings 24th of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp.39-53). Hiroshima: Hiroshima University.
- Tawfik, A., Trueman, R. J., & Lorz, M. M. (2014). Engaging non-scientists in stem through problem-based learning and service learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(2), 1-10.
- Tumanggor, A. M., Jumadi, J., Wilujeng, I., & Ringo, E. S. (2019). The profile of students' physics problem solving ability in optical instruments. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(1), 29–40.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. Retrieved from https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

