

การพัฒนาชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ  
เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา

A DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL PACKAGE OF MECHANICAL WITH DESIGN PROCESS  
TO ENHANCE SYSTEM THINKING OF ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS

Received : December 9, 2019

Revised : April 14, 2020

Accepted : April 17, 2020



วรัชญ์ น่วมอยู่<sup>1</sup>  
Warach Nuamyoo



ใจทิพย์ ณ สงขลา<sup>2</sup>  
Jaitip Nasongkhla

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ 2) ศึกษาเปรียบเทียบผลการทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ และคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบด้วยชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประสาทวิทยานนทบุรี ปีการศึกษา 2561 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบของชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.35/82.94 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80
- 2) ผลคะแนนจากการทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ และคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิด

<sup>1</sup> บัณฑิตหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Student of M.Ed in Educational Technology and Communications Program , Faculty of Education, Chulalongkorn University. e-mail: warach.ny@gmail.com

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ดร.ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Associate. Prof. Dr. in Educational Technology and Communications Program, Faculty of Education, Chulalongkorn University. e-mail: jaitip.n@chula.ac.th

อย่างเป็นระบบของชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

**คำสำคัญ:** ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์, กระบวนการออกแบบ, การคิดอย่างเป็นระบบ

## Abstract

The purposes of this research were 1) to develop an instructional package of mechanical with the design process to enhance system thinking of elementary school students had the efficiency level of 80/80 and 2) to study the pre-test and post-test scores after learning with the package. The sample included 24 Prathomsuksa Six students at Prasartvidhyanonthaburi School in academic year 2018. The research instruments involved the instructional package of mechanical, achievement tests, and questionnaires. The data were statistically analyzed in mean, standard deviation, efficiency, and t-test.

The findings revealed as follows

1) the instructional package of mechanical with the design process to enhance system thinking of elementary school students had the efficiency level of 81.35/ 82.94, which was the preset criteria 80/80.

2) the post-test mean systematic thinking score and scoring of learning behaviors after learning with the instructional package were significantly higher than the pre-test mean score at the .05 level.

**Keywords:** Instructional package of mechanical, Design process, System thinking

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันสังคมโลกที่ปรับเปลี่ยนสังคมความรู้ที่ข่าวสารข้อมูลและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงควรมุ่งเน้นพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะการคิดเชิงระบบที่จะพัฒนาความสามารถการคิดองค์รวม ทำให้สามารถวางแผนระบบการคิด จัดระเบียบการคิด การเลือกตัดสินใจและการวางแผนการทำงาน ที่สามารถปรับเปลี่ยนไปตามพลวัตที่ปรับเปลี่ยนไปตามกระแสสังคม และสามารถนำระบบการคิดมาบูรณาการกับสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ

แนวทางการจัดกิจกรรมด้วยกระบวนการออกแบบ จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ออกแบบสร้างสรรค์ผลงาน ผู้วิจัยจึงได้นำการเรียนการสอนด้วยกลไกเชิงกลศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เป็นการเรียนแบบบูรณาการองค์ความรู้แบบสหวิทยาการ ประกอบด้วยความรู้ทางสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการกันในการจัดการเรียนรู้ที่เรียกว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM : Science Technology Engineering and Mathematics Education) เพื่อ

นำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียนในการพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ไขปัญหาที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยที่ผู้สอนเป็นผู้ส่งเสริมกระบวนการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนการสอนกลไกหุ่นยนต์ รวมทั้งสื่อหลายชนิดมาร่วมใช้ในกิจกรรมเป็นการเสริมสร้างความเข้าใจและการสร้างบรรยากาศ สภาพแวดล้อมให้อำนวยต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ

การจัดการสอนด้วยกิจกรรมกลไกเชิงกลศาสตร์ที่การออกแบบขั้นตอนการสอนจะสามารถสร้างกรอบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทำการทดลอง ปฏิบัติกิจกรรม กระบวนการต่าง ๆ ผ่านแบบจำลองขนาดเล็กด้วยตนเอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดเป็นรูปธรรมและสามารถขยายไปสู่แนวคิดนามธรรมขนาดใหญ่ได้ การเรียนรู้ในห้องเรียนกับกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการและการบูรณาการความรู้ ความสามารถ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ ความสนุกสนานและความสร้างสรรค์ซึ่งสามารถพัฒนาทักษะของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การแก้ปัญหาและทักษะการคิด เป็นต้น

จากแนวคิด หลักการ และความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงดำเนินการศึกษาการพัฒนาชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย เป็นการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนด้วยการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนการคิดและการวางแผนตามลำดับขั้นตอนด้วยวิธีการที่เหมาะสมด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ให้สามารถวางแผนระบบการคิดให้เป็นไปได้ในทิศทางที่ต้องการ มีวิธีการคิด จัดระเบียบการคิด การเลือกตัดสินใจ และการวางแผนการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นเป็นการพัฒนาทักษะทางปัญญาของผู้เรียนให้มีคุณภาพทางการคิดมากยิ่งขึ้นและได้เสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้และคุณลักษณะของผู้เรียนนักคิดอย่างเป็นระบบติดตัวไป เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้การเรียนรู้และในชีวิตประจำวันต่อไป

### วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อพัฒนาชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ และคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบด้วยชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา

### วิธีการวิจัย

การออกแบบการทดลองโดยกำหนดรูปแบบของการวิจัยครั้งนี้ คือ ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) แบบแผนในการทดลองเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design)

E : O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub>

โดยกำหนดให้

|                |         |                                                                             |
|----------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| E              | หมายถึง | นักเรียนประถมศึกษาตอนปลายกลุ่มตัวอย่าง                                      |
| X              | หมายถึง | การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ |
| O <sub>1</sub> | หมายถึง | การทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ                            |
| O <sub>2</sub> | หมายถึง | การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ                            |

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนประสาทวิทยานนทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 180 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนประสาทวิทยานนทบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเลือก หุ่นยนต์กลไกเชิงกลศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 24 คน โดยดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ
2. แบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบของชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ

**ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ**

1. ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดขั้นตอนการผลิตชุดการสอนของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523) มาเป็นแนวคิดในการพัฒนาชุดการสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา

- 1.1) วิเคราะห์สภาพปัญหา โดยศึกษาสภาพการเรียนรู้และความรู้ของผู้เรียน

- 1.2) วิเคราะห์หลักสูตร โดยกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเชิงพฤติกรรม คำอธิบาย

รายวิชา เนื้อหารายวิชา รายละเอียดของกิจกรรม เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหารายวิชาในแต่ละชุดการสอน

- 2) ขั้นวางแผนการสอน เป็นการจัดทำแผนการสอน โดยกำหนดวิธีการสอน กิจกรรม สื่อการสอนที่ใช้ทำแบบฝึกหัดและเนื้อหาในการสอนแต่ละกิจกรรม

3) ขั้นการผลิตสื่อการสอน เป็นการผลิตสื่อการสอนประเภทต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

4) ขั้นทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน

4.1) ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม พบว่ามีประสิทธิภาพชุดการสอนเป็น 77.85/78.79 และ 80.92/81.64 ตามลำดับ เพื่อทดสอบการใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง และตรวจสอบหาข้อผิดพลาด ปรับปรุงปัญหาในการใช้งานชุดการสอน

4.2) นำชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ พร้อมทั้งแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย พบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ซึ่งหมายถึง มีความเหมาะสมมาก

4.3) แก้ไขปรับปรุงชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ตามข้อเสนอแนะ และจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์

## 2. แบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบด้วยกลไกเชิงกลศาสตร์

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหารายวิชา

2) กำหนดตัวชี้วัดที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน โดยวัดการคิดอย่างเป็นระบบ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) กำหนดขอบเขตของปัญหาหรือระบบ 2) ระบุวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ 3) ระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบ และ 4) สังเคราะห์วัฏจักรขององค์ประกอบในระบบ

3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4) นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน พิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ได้ค่าระหว่าง 0.67-1.00 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5) นำแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ และแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ทดลองใช้กับนักเรียนที่มีความคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถเก่ง กลาง อ่อน ที่ผ่านการเรียนด้วยชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ เพื่อจำแนกค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20) ของแบบทดสอบ

6) ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ ที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 - 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20) ในระดับ 0.70 ขึ้นไป เพื่อนำมาเป็นแบบทดสอบ

7) นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ได้ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.89

## 3. แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบด้วยกลไกเชิงกลศาสตร์

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหารายวิชา

2) กำหนดตัวชี้วัดที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบ โดยจำแนกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา 2) คิดวิธีการแก้ปัญหา 3) เลือกวิธีและเตรียมการแก้ปัญหา 4) การดำเนินการลงมือปฏิบัติ และ 5) นำคำตอบไปประยุกต์ใช้

3) สร้างแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบที่พัฒนามาจากแนวคิดของ Toye & Williams (2017) จำแนกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับเริ่มต้น 2) ระดับกำลังพัฒนา 3) ระดับคล่องแคล่ว และ 4) ระดับเป็นแบบอย่างได้

4) นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน พิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (The Index of Item-Objective Congruence : IOC)

5) นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหามาคำนวณหาความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่าระหว่าง 0.67-1.00 แสดงว่าเป็นแบบประเมินพฤติกรรมที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ และจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ ตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80/80

2. เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test)

3. เปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test)

### ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ

| แบบทดสอบ               | คะแนนเต็ม | $\bar{X}$ | S.D. | ประสิทธิภาพ |
|------------------------|-----------|-----------|------|-------------|
| ระหว่างเรียน ( $E_1$ ) | 40        | 32.54     | 3.25 | 81.35       |
| หลังเรียน ( $E_2$ )    | 40        | 33.18     | 1.97 | 82.94       |

จากตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 32.54 คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการได้เท่ากับ 81.35 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 33.18 คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ได้เท่ากับ 82.94 แสดงว่า ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.35/82.94 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียน

| แบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ | คะแนน | $\bar{X}$ | S.D. | t      |
|-----------------------------|-------|-----------|------|--------|
| ก่อนเรียน                   | 20    | 10.11     | 1.28 | 3.148* |
| หลังเรียน                   | 20    | 14.34     | 1.56 |        |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียน 10.11 และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 14.34 โดยกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียน

| คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบ | คะแนน | $\bar{X}$ | S.D. | t      |
|-----------------------------------------------|-------|-----------|------|--------|
| ก่อนเรียน                                     | 15    | 10.41     | 1.96 | 2.527* |
| หลังเรียน                                     | 15    | 12.69     | 1.43 |        |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.69 และคะแนนพฤติกรรมก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.41 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างพบว่า นักเรียนที่เรียนตามชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบมีคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผล

จากการวิจัยและการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา มีองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้ที่สอดคล้องและมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจาก

1.1 กระบวนการพัฒนาชุดการสอนที่มีระบบที่ชัดเจน โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดการสร้างและพัฒนาชุดการสอนของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523) ที่มีระบบแบบแผนในขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชุดการสอนที่เป็นระบบแบบแผนเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน มีระเบียบชัดเจน และการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบของ ITEA, 2002; Martin et al., 2015; Marulcu & Barnett, 2013; Han & Bhattacharya,



2002 ซึ่งแนวคิดและงานวิจัยดังกล่าวเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาภายใต้กรอบแนวคิด คือ ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สร้างชุดการสอน หาคูณภาพ แล้วนำไปทดลองใช้ จากการที่ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนของการสร้างและพัฒนาชุดการสอนจึงส่งผลให้ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นไปอย่างเป็นระบบ เรียบร้อยและได้ผลดีเป็นไปตามกรอบแนวคิดที่นำมาพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชุดการสอน ที่นำไปทดลองใช้กับกลุ่มเดี่ยว กลุ่มเล็ก ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่อง นำมาปรับปรุงแก้ไขพัฒนาเป็นชุดการสอนที่สามารถนำไปใช้พัฒนานักเรียนให้ได้คุณภาพตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการลงมือทำกิจกรรม โดยมีเพื่อนสมาชิกนักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนประเด็นความคิดเห็น ในการคิดแก้ปัญหาสถานการณ์ในแต่ละกิจกรรม ร่วมมือทำงาน สอดคล้องกับการวิจัยของ Jun et al (2017) ที่แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเรียนที่มีการออกแบบจะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิด พัฒนาทักษะได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งเหตุผลสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ เป็นชุดการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้พัฒนาทักษะการคิด โดยสามารถถ่ายทอดแนวคิด การคิด วิเคราะห์ปัญหาที่ผู้เรียนบางคนอาจไม่สามารถอธิบายถ่ายทอดแนวคิดได้ แต่ยังสามารถสร้างสรรค์ผลงานกลไกได้สอดคล้องกับแนวคิดของ ITEA (2002); Martin et al. (2015); Marulcu & Barnett (2013) ที่แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบ เป็นการจัดกิจกรรมที่มีขั้นตอนสอดคล้องเหมาะสมในการจัดระบบระเบียบในการคิด สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน

1.3 การจัดเตรียมประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้มีความรู้ ความสามารถขึ้นเบื้องต้น โดยจัดเตรียมประสบการณ์การแก้ปัญหาที่หลากหลาย เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนให้ก่อนจะนำไปใช้ฝึกทักษะการคิดให้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วขึ้น ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดในการหาแนวทางแก้ปัญหาที่ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ บรูเนอร์ (อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2559) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับประสบการณ์เดิม เพื่อสร้างประสบการณ์ให้กับผู้เรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนนำไปใช้ประโยชน์ในขั้นต่อ ๆ ไปได้อย่างดี

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.34 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.56 ส่วนคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 10.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.28 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผู้เรียนที่เรียนตามชุดการสอนกลไกหุ่นยนต์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติและสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินกิจกรรมได้เป็นอย่างดี พร้อมกันนั้นชุดการสอนยังมีความเหมาะสมที่จะเป็นสื่อตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการ



เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการได้เป็นอย่างดี (Eguchi & Uribe, 2017) เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ STEM ของผู้เรียน เนื่องจากการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์ ทำให้ผู้เรียนใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตลอดจนการเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ ผ่านกระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน กลไกเชิงกลศาสตร์ อีกทั้งส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน และเป็นเครื่องมือส่งเสริมให้เกิดการคิดแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ในเชิงนวัตกรรม เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่ช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ด้วยใจ ทำให้ผลคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 12.69, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.43 ส่วนคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.41, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่างพบว่า นักเรียนที่เรียนตามชุดการสอนกลไกหุ่นยนต์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ มีคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการคิดอย่างเป็นระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบ จำแนกเป็นรายด้าน พบว่า คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากจากระบบที่นำมาสนับสนุน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะให้บรรลุเป้าหมาย สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนสมาชิก และระหว่างครูกับผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rosenkränzer et al., (2016) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบผสมผสานรูปแบบส่งเสริมความคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งผู้สอนจะต้องปฏิบัติตนเป็นต้นแบบ สร้างสัมพันธ์อันดี โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม หรือช่วยอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Atmatzidou and Demetriadis (2017) รูปแบบการสอนกิจกรรมกลไกกลศาสตร์ เพื่อการศึกษาในระดับประถมศึกษาพัฒนาจากองค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 ด้าน คือ การทำงานร่วมกัน ข้อกำหนดปัญหา เกมการแข่งขัน และการสนับสนุนช่วยเหลือจากผู้สอน เช่น การส่งเสริมกิจกรรมในการค้นหาทางแก้ปัญหา โดยครูเป็นคอยให้คำชี้แนะ สนับสนุนช่วยเหลือเสริมแนวคิด เป็นต้น

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. การพัฒนาชุดการสอนนี้สามารถนำแนวคิด หลักการและขั้นตอนไปปรับใช้ในการจัดทำชุดการสอนในเนื้อหาวิชาอื่นได้ โดยสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ เนื่องจากการเรียนรู้กลไกกลศาสตร์นี้มีความสอดคล้องกับการสอนที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการเรียนรู้ตามชุดการสอน เนื่องจากอาจมีข้อจำกัดในเรื่องของเครื่องมือ นั่นคือ ชุดกลไกเชิงกลศาสตร์ ซึ่งบางโรงเรียนมีพบปัญหาในเรื่องขาดเครื่องมือ แต่มีความต้องการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของผู้วิจัย โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนเครื่องมือในการเรียนรู้ คือ การสร้างชุดการสอนกลไกเชิงกลศาสตร์ ด้วยการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ทดแทนตัวต่อกลไก ซึ่งอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัสดุที่เลือกใช้ ทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายตามแต่ละสภาพแวดล้อมของผู้เรียนได้อย่างไร้ข้อจำกัด

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถจัดได้กับนักเรียนทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถในการคิดเชิงระบบ เช่น มีข้อจำกัดในการเลือกใช้อุปกรณ์ หรือปัญหาที่มีความซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบในระดับที่สูงขึ้น

### ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผู้วิจัยมีความเห็นควรให้มีการศึกษาพัฒนาชุดอบรมสำหรับผู้สอนในการใช้ชุดการสอนกลไกหุ่นยนต์ด้วยกระบวนการออกแบบ สำหรับผู้สอนที่ยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์กลไกหุ่นยนต์ ให้สามารถนำชุดการสอนฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ควรให้มีการศึกษาพัฒนาการใช้ชุดการสอนกลไกหุ่นยนต์ด้วยกระบวนการออกแบบที่มีการเสริมการสอนร่วมกับชุดการสอนฯ เช่น การสอนแบบเสริมศักยภาพการเรียนรู้ (Scaffolding) หรือการสอนแบบชี้แนะ (Coaching) เพื่อเป็นการพัฒนาชุดการสอนฯ สำหรับผู้เรียนที่ยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจ และไม่สามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์กลไกหุ่นยนต์

### บรรณานุกรม

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). **เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2550). การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตนา แคมมณี. (2557). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ** พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มกราพันธุ์ จุฑารส. (2550). **การคิดอย่างเป็นระบบ: การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน**. นนทบุรี: โครงการสวัสดิการวิชาการสถาบันพระบรมราชชนก. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). **ทฤษฎีการประเมิน**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2559). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2017). A Didactical Model for Educational Robotics Activities: A Study on Improving Skills through Strong or Minimal Guidance. **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 560.

Eguchi, A., & Uribe, L. (2017). Robotics to promote STEM learning: Educational robotics unit for 4th grade science Fortus,

Han, S & Bhattacharya, K. (2002). Constructionism, learning by design, and project-based learning. **Journal of Research in Science Education**. 20(1), 65-72 pp.

ITEA. (2002). **Standards for technological literacy: Content for the study of technology**. Reston, Virginia.

Jun, S., Han, S., & Kim, S. (2017). Effect of design-based learning on improving computational thinking. **Behaviour & Information Technology**. 36(1), 43-53 pp.

Martin et al., (2015). Changes in Teachers' Adaptive Expertise in an Engineering Professional Development Course. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**. 6(1), 3-13 pp.

Marulcu, I., & Barnett, M. (2013). Fifth Graders' Learning about Simple Machines Through Engineering Design-Based Instruction Using LEGO™ Materials. **Research in Science Education**. 28(4), 22-30 pp.

Rosenkränzer et al., (2016). Promoting Student Teachers' Content Related Knowledge in Teaching Systems Thinking: Measuring Effects of an Intervention through Evaluating a Videotaped Lesson. **Higher Education Studies**. 6(1), 156 pp.

Toye, A., & Williams, B. (2017). **Robotics in the Classroom**. A unit for 7th and 8th grade.