

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา และการออกแบบเทคโนโลยี ตามแนว PISA

โดยใช้บทเรียนออนไลน์ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE DEVELOPMENT OF PROBLEM-SOLVING AND TECHNOLOGICAL DESIGN COMPETENCIES BASED ON PISA FRAMEWORK
USING ONLINE LESSONS IN DESIGN AND TECHNOLOGY COURSE FOR GRADE 10 STUDENTS



ผู้วิจัย

นายสดใส แก้วประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

รายงานการวิจัย

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาและการออกแบบเทคโนโลยีตามแนว PISA
โดยใช้บทเรียนออนไลน์ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย

นายสดใส แก้วประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ปีการศึกษา: 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80, 2) เปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA ของ student ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์, 3) ศึกษาความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 90 คน (จำนวน 3 ห้องเรียน) ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) บทเรียนออนไลน์และแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี จำนวน 4 โมดูล (12 คาบ), 2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA, 3) แบบประเมินความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยีตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระ (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า:

1. บทเรียนออนไลน์ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้
2. นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 26.15, p < .001$)
3. ความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยีของนักเรียนหลังเรียน อยู่ในระดับดีมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.48 คิดเป็นร้อยละ 87.00
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.56, S.D. = 0.48$)

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์, สมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA, การออกแบบเทคโนโลยี, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to develop and determine the efficiency of online lessons in the Design and Technology course for Grade 10 students according to the 80/80 criteria; 2) to compare students' problem-solving competencies based on the PISA framework before and after learning through the online lessons; 3) to investigate students' technological design competencies after learning; and 4) to study students' satisfaction towards learning with the online lessons. The sample consisted of 90 Grade 10 students across 3 classrooms during the second semester of academic year 2024, selected via cluster random sampling. The research instruments included: 1) online learning modules and 12-hour lesson plans across 4 modules; 2) a PISA-aligned problem-solving competency test; 3) a 4-level rubric assessment for technological design based on the 6-stage Engineering Design Process; and 4) a student satisfaction questionnaire. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and dependent samples t-test.

The research findings revealed that:

1. The efficiency of the online lessons was 83.00/82.50, successfully surpassing the established 80/80 standard criteria.
2. The post-test scores of students' PISA problem-solving competency were significantly higher than their pre-test scores at the .05 level of significance ($t = 26.15$, $p < .001$).
3. Students' technological design competency after learning was at an 'Excellent' level (Mean = 3.48 out of 4.00, 87.00%).

4. Students' overall satisfaction towards learning with the online lessons was at the 'Highest' level (Mean = 4.56, S.D. = 0.48).

Keywords: Online Lessons, PISA Problem-Solving Competency, Technological Design, Engineering Design Process, Design and Technology

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างดียิ่งจากผู้บริหารโรงเรียน คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทเรียนออนไลน์ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA

ทำให้เครื่องมือการวิจัยมีความสมบูรณ์ทางวิชาการและมีคุณภาพตามหลักระเบียบวิธีวิจัย

ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์

การปฏิบัติกิจกรรมการออกแบบเทคโนโลยี และการทำแบบประเมินผลต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง

ความตั้งใจและความมุ่งมั่นของนักเรียนทุกคนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้บรรลุเป้าหมาย

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยและบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน

สถานศึกษา

และผู้สนใจเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการยกระดับคุณภาพการศึกษาและสมรรถนะของผู้เรียนในยุคดิจิทัลต่อไป

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความเจริญก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในยุคศตวรรษที่ 21 ได้ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต โครงสร้างทางเศรษฐกิจ และตลาดแรงงานทั่วโลก การปฏิวัติอุตสาหกรรมยุคที่ 4 (The Fourth Industrial Revolution) ได้สร้างความท้าทายใหม่ที่ซับซ้อน ปัญหาในโลกยุคปัจจุบันมิได้จำกัดอยู่เพียงศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่ง แต่ต้องการบูรณาการองค์ความรู้หลากหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทจริงของสังคม ด้วยเหตุนี้ การจัดการศึกษาจึงต้องปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์จากการมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาสาระความจำ (Content-based) ไปสู่การจัดการศึกษาฐานสมรรถนะ (Competency-based Education) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้ปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดให้สาระที่ 4 เทคโนโลยี ประกอบด้วย 2 รายวิชาหลัก ได้แก่ วิทยาการคำนวณ (Computing Science) และการออกแบบและเทคโนโลยี (Design and Technology) สำหรับรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี การวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบ ตลอดจนการฝึกฝน "กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม" (Engineering Design Process: EDP) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ 6 ขั้นตอน

เมื่อพิจารณาในระดับนานาชาติ โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA)

ซึ่งจัดโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้กำหนดกรอบการประเมิน "สมรรถนะการแก้ปัญหา" (Problem-Solving Competency) เพื่อวัดความสามารถของเยาวชนอายุ 15 ปี ในการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาที่ไม่มีวิธีแก้ปัญหาที่ชัดเจนในทันที ซึ่งผลการประเมิน PISA ของนักเรียนไทยในรอบปีที่ผ่านมา สะท้อนให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการอ่าน ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2564

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (E1/E2)
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนออนไลน์ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ มีคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ มีคะแนนความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยีหลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดีขึ้นไป (ร้อยละ 70 ขึ้นไป)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง:

- ประชากร: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 270 คน
- กลุ่มตัวอย่าง: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 90 คน (Cluster Random Sampling)

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา: หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง

"กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการแก้ปัญหาเทคโนโลยี" จำนวน 4 โมดูล (12 คาบ)

3. ขอบเขตด้านตัวแปร:

- ตัวแปรต้น: การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ที่บูรณาการสถานการณ์ปัญหาตามแนว PISA
- ตัวแปรตาม: ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ (E1/E2), สมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA, ความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยี, และความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลา: ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 รวม 6 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **บทเรียนออนไลน์:** สื่อการเรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแบบจำลอง ADDIE บนแพลตฟอร์ม LMS
2. **สมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA:** ชีตความสามารถในการสำรวจ ทำความเข้าใจ วางแผน และตรวจสอบสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนตามกรอบ OECD (2019)
3. **ความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยี:**
ความสามารถในการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน
ประเมินโดยเกณฑ์รูบริก 4 ระดับ
4. **ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ (E1/E2):**
ค่าร้อยละของคะแนนกระบวนการต่อร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน ตามเกณฑ์ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556)

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ได้ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้:

1. **หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้:** มาตรฐาน ว 4.1
มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กระทรวงศึกษาธิการ (2560)
2. **กรอบแนวคิด PISA:** เน้น 4 กระบวนการ ได้แก่ การสำรวจ การสร้างตัวแทนความคิด การวางแผน และการสะท้อนความคิด OECD (2019)
3. **กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (EDP):** 6 ขั้นตอน ได้แก่ ระบุปัญหา, รวบรวมข้อมูล, ออกแบบวิธีการ, วางแผนและดำเนินการ, ทดสอบประเมินผล และนำเสนอ สสวท. (2563)
4. **บทเรียนออนไลน์และ ADDIE Model:** ประกอบด้วย Analysis, Design, Development, Implementation และ Evaluation Branch (2009)
5. **งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:** การศึกษาของ นภาพรณ (2565)
ยืนยันว่าบทเรียนออนไลน์ช่วยยกระดับทักษะการออกแบบเทคโนโลยีได้อย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. **แบบแผนการวิจัย:** การวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)
2. **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง:**
 - ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 270 คน
 - กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 90 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
3. **หมายเหตุ:** E แทน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 90 คน
4. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย:**
 - เครื่องมือทดลอง: บทเรียนออนไลน์ 4 โมดูล และแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน
 - เครื่องมือประเมิน: แบบทดสอบสมรรถนะ PISA (IOC = 0.92), แบบประเมินรูบริก 6 ชั้น (IOC = 0.95), และแบบสอบถามความพึงพอใจ
5. **การเก็บรวบรวมข้อมูล:** ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน จัดการเรียนรู้ 12 คาบ ประเมินชิ้นงาน และทดสอบหลังเรียน
6. **การวิเคราะห์ข้อมูล:** ใช้สูตร E1/E2 สถิติบรรยาย ($\bar{x}$, S.D.) และ Dependent Samples t-test

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1: ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ (E1/E2)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ร้อยละ (Efficiency)
คะแนนระหว่างเรียน (E1)	40	33.20	83.00
คะแนนหลังเรียน (E2)	30	24.75	82.50

สรุป: บทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.50 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2: ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาตามแนว PISA (N = 90)

การทดสอบ	N	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	90	14.32	3.12	26.15	< .001
หลังเรียน	90	24.68	2.45		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3: ความสามารถในการออกแบบเทคโนโลยี 6 ขั้นตอน

ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	$\bar{x}$ (เต็ม 4)	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
1. ระบุปัญหา	3.65	91.25	ดีมาก
2. รวบรวมข้อมูล	3.42	85.50	ดีมาก
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	3.38	84.50	ดีมาก

ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	$\bar{x}$ (เต็ม 4)	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ
4. วางแผนและดำเนินการ	3.55	88.75	ดีมาก
5. ทดสอบและประเมินผล	3.25	81.25	ดีมาก
6. นำเสนอผลงาน	3.62	90.50	ดีมาก
ภาพรวม	3.48	87.00	ดีมาก

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. **สรุปผล:** บทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพ 83.00/82.50 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สมรรถนะ PISA หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ทักษะการออกแบบเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีมาก และความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
2. **อภิปรายผล:** การออกแบบตาม ADDIE Model และทฤษฎีมีลต์มีเดียของ Mayer (2014) ช่วยลดภาระทางปัญญา และการใช้สถานการณ์จริงตามกรอบ PISA กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ
3. **ข้อเสนอแนะ:** ควรจัดช่วงเวลาสะท้อนคิด (Reflection) แลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม และศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ภายหลังการทดลอง 1-3 เดือน

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.

- นภาพรณ ชัยมงคล. (2565). การพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บตามแนวคิด PISA สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้, 8(2), 115-128.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2563). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี. สสวท.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก: เกณฑ์การประเมินรูบริก 4 ระดับ สำหรับการออกแบบเทคโนโลยี

หัวข้อประเมิน	ระดับ 4 (ดีมาก)	ระดับ 3 (ดี)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ปรับปรุง)
1. ระบุปัญหา	วิเคราะห์ปัญหาได้ตรงประเด็น หนดขอบเขตครบถ้วน	ระบุปัญหาได้ตรงประเด็น กำหนดขอบเขตส่วนใหญ่นได้	ระบุปัญหาได้แต่ขาดความชัดเจนบางส่วน	ระบุปัญหาไม่ตรงประเด็น คลุมเครือ
2. รวบรวมข้อมูล	สืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เปรียบเทียบทางเลือกเป็นระบบ	สืบค้นข้อมูลถูกต้อง ครอบคลุมประเด็นหลัก	สืบค้นข้อมูลได้บางส่วน ข้อมูลไม่เพียงพอ	รวบรวมข้อมูลไม่สอดคล้องกับปัญหา
3. การออกแบบ	ร่างแบบมีมิติ สัดส่วนชัดเจน เลือกวัสดุเหมาะสม	ร่างแบบชัดเจน มีรายละเอียดสัดส่วนครบ	ร่างแบบได้แต่ขาดรายละเอียดบางส่วน	ร่างแบบไม่สื่อความหมาย

หัวข้อประเมิน	ระดับ 4 (ดีมาก)	ระดับ 3 (ดี)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ปรับปรุง)
4. ดำเนินการ	วางแผนชัดเจน สร้างชิ้นงานตรงตามแบบ ประณีต	วางแผนเหมาะสม สร้างชิ้นงานได้ตาม แบบ	แผนงานขาดความชัดเจนในลำดับเวลา	ไม่มีการวางแผนงาน งานไม่เสร็จ
5. ทดสอบ	กำหนดเกณฑ์วัดได้ วิเคราะห์บกพร่องและ แก้ไขได้	กำหนดเกณฑ์ครอบคลุม บันทึกผลตามจริง	เกณฑ์ไม่ชัดเจน ปรับปรุงได้บางส่วน	ไม่มีการทดสอบหรือไม่มีเกณฑ์
6. นำเสนอ	นำเสนอเป็นลำดับ ชัดเจน ใช้สื่อมีอาชีพ	นำเสนอครบถ้วน สื่อความหมายเข้าใจ ง่าย	การเรียงลำดับยังสับสน ขาดข้อมูลสำคัญ	นำเสนอไม่ชัดเจน ตอบคำถามไม่ได้

ภาคผนวก ข: แบบบันทึกคะแนน (ห้อง ม.4/....)

- รวมคะแนน: 24 คะแนน (6 ขั้นตอน ขั้นตอนละ 4 คะแนน)
- เกณฑ์ผ่าน: 15 คะแนนขึ้นไป (ระดับ "ดี")
- ผู้ประเมิน: Person
- วันที่ประเมิน: Date