

# การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**

**เรื่อง** การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**โดย** นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ จันทร์วิพัฒน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมั่น)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข)

ชื่อ : นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
ปีการศึกษา : 2568

## บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ เป็นการวิจัยและพัฒนา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (3) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (5) เพื่อประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (6) เพื่อประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ระยะที่ 3 พัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ และระยะที่ 4 ประเมินหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1

ที่เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จำนวน 40 คน ผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (2) แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (3) แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (4) แบบประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (5) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (6) แบบประเมินการคิดเชิงคำนวณ และ (7) แบบประเมินการคิดสร้างสรรค์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย สถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติที

ผลวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การกำหนดปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และจักรวาลนฤมิต (2) กระบวนการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย และขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ (3) ผลลัพธ์ ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงคำนวณ การคิดสร้างสรรค์ (4) ผลป้อนกลับ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยรวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.71, S.D. = 0.46) และเมื่อแยกตามองค์ประกอบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.80, S.D. = 0.42) และในด้านการนำไปใช้ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.75, S.D. = 0.44)

2. ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.91, S.D. = 0.29) ด้านการนำไปใช้งาน มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.66, S.D. = 0.48) ด้านประสิทธิภาพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.97, S.D. = 0.17) ด้านการออกแบบ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.96, S.D. = 0.20) ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 5.00, S.D. = 0.00) และด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.89, S.D. = 0.32)

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับมากที่สุด

5. ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับมากที่สุด

(มีจำนวนทั้งสิ้น 297 หน้า)

คำสำคัญ : การเรียนรู้อัตโนนาโถ, การเรียนรู้แบบจุลภาค, สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ, การคิดเชิงคำนวณ, การคิดสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Miss Sasinan Kanharin
Thesis Title : Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments to Empower Computational and Creative Thinking
Major Field : Information and Communication Technology for Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr. Kanitta Hinon
Co-Advisor : Professor Dr. Panita Wanpiroon
Academic Year : 2025

## ABSTRACT

This thesis entitled “Micro Self-Directed Learning through an Immersive Virtual Reality Environment to Enhance Computational Thinking and Creative Thinking” employed a research and development (R&D) approach. The objectives of this study were: (1) to synthesize a micro self-directed learning process through an immersive virtual reality environment to enhance computational thinking and creative thinking; (2) to develop a model of micro self-directed learning through an immersive virtual reality environment to enhance computational thinking and creative thinking; (3) to develop a micro self-directed learning platform through an immersive virtual reality environment to enhance computational thinking and creative thinking; (4) to compare students’ learning achievement before and after learning through the micro self-directed learning platform in an immersive virtual reality environment; (5) to evaluate learners’ computational thinking after using the micro self-directed learning platform through an immersive virtual reality environment; and (6) to evaluate learners’ creative thinking after using the micro self-directed learning platform through an immersive virtual reality environment.

The research procedure consisted of four phases. Phase 1 involved the synthesis of the micro self-directed learning process through an immersive virtual reality environment to enhance computational thinking and creative thinking. Phase 2 involved the development of the micro self-directed learning model through an

immersive virtual reality environment. Phase 3 involved the development of the micro self-directed learning platform through an immersive virtual reality environment. Phase 4 involved the post-implementation evaluation of learners who studied using the developed platform. The sample group consisted of 40 first-year vocational certificate students enrolled in the Introduction to Computer Programming course during the second semester of the 2025 academic year at Pathum Thani Technical College. The participants were selected using cluster random sampling. The research instruments included: (1) a model of micro self-directed learning through an immersive virtual reality environment to enhance computational thinking and creative thinking; (2) a suitability evaluation form for the developed learning model; (3) the micro self-directed learning platform through an immersive virtual reality environment; (4) a platform quality evaluation form; (5) a learning achievement test; (6) a computational thinking assessment form; and (7) a creative thinking assessment form. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation, and t-test.

The research findings revealed that:

1. The micro self-directed learning model through an immersive virtual reality environment to enhance computational thinking and creative thinking consisted of four components: (1) Input factors, including learners, instructors, learning objectives, content, and the metaverse environment; (2) Learning process, consisting of four stages: preparation and goal setting, goal determination with guided content, experiential learning through micro-activities, and reflection and learning evaluation; (3) Outputs, including learning achievement, computational thinking, and creative thinking; and (4) Feedback. The evaluation of the model's suitability indicated that the overall suitability was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.71, S.D. = 0.46). The suitability by components was also at the highest level ($\bar{x}$ = 4.80, S.D. = 0.42), and the applicability aspect was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.75, S.D. = 0.44).

2. The quality evaluation of the micro self-directed learning platform through an immersive virtual reality environment by experts showed that: (1) the content aspect was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.91, S.D = 0.29); (2) usability was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.66, S.D. = 0.48); (3) efficiency was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.97, S.D. = 0.17); (4) design was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.96, S.D. = 0.20);

(5) support for micro self-directed learning through an immersive virtual reality environment was at the highest level ($\bar{x}$ = 5.00, S.D. = 0.00); and (6) suitability for practical implementation was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.89, S.D. = 0.32).

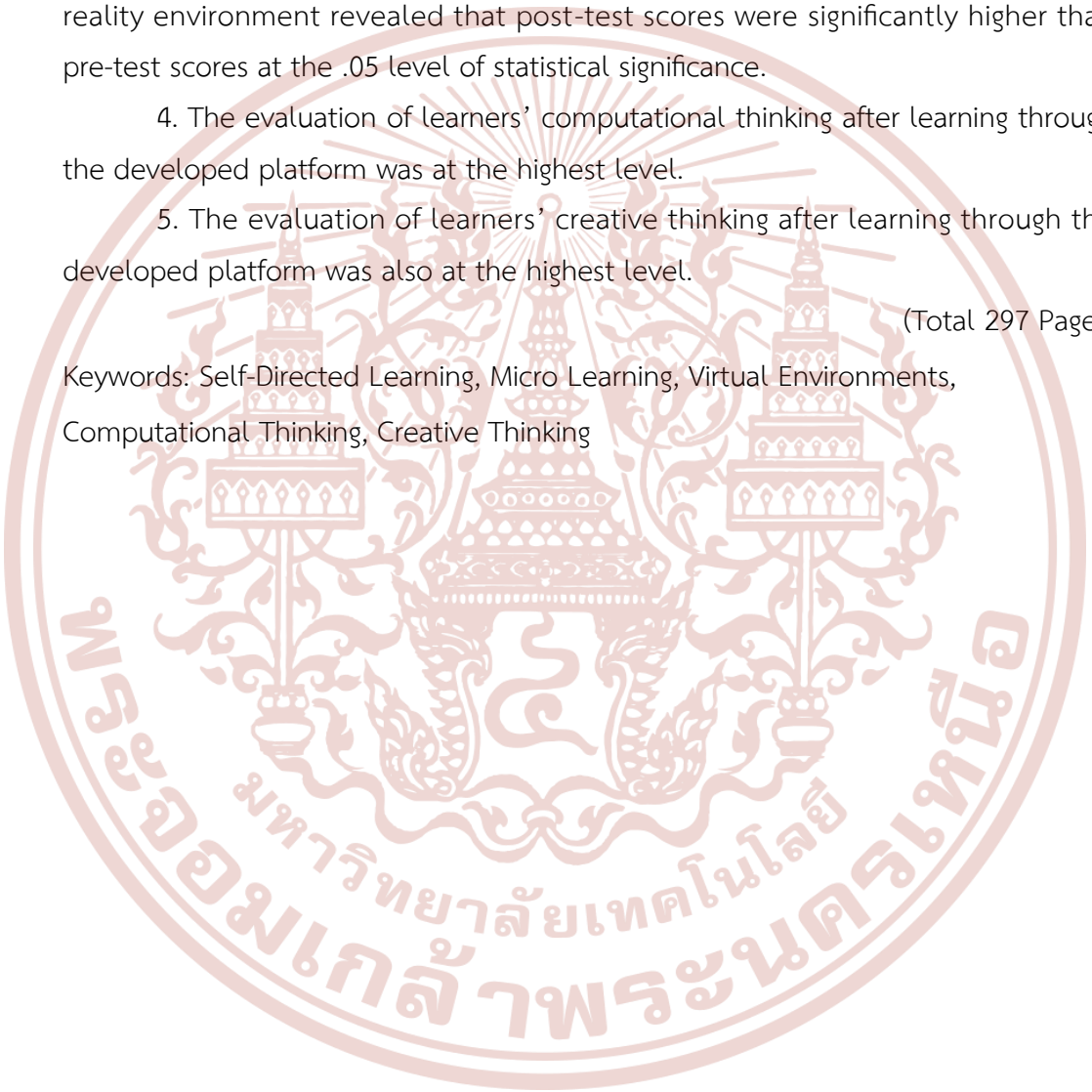
3. The comparison of students' learning achievement before and after learning through the micro self-directed learning platform in the immersive virtual reality environment revealed that post-test scores were significantly higher than pre-test scores at the .05 level of statistical significance.

4. The evaluation of learners' computational thinking after learning through the developed platform was at the highest level.

5. The evaluation of learners' creative thinking after learning through the developed platform was also at the highest level.

(Total 297 Pages)

Keywords: Self-Directed Learning, Micro Learning, Virtual Environments, Computational Thinking, Creative Thinking



_____ Advisor

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้บริหารสถานศึกษา รองผู้อำนวยการ ผู้ช่วยรองผู้อำนวยการ คณะครู เจ้าหน้าที่ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่คอยให้คำปรึกษา อำนวยความสะดวก และเปิดโอกาสให้ทดลองเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเข้าใจ และเอาใจใส่ตลอดการศึกษา ผู้วิจัยขอกราบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมั่น ศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ และศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ เสียสละเวลาในการประเมิน ตรวจสอบเครื่องมือในงานวิจัย และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ผู้วิจัยขอกราบพระคุณอย่างสูง

การวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้ มา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ทุกคนในครอบครัว ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและเพื่อนในระดับชั้นทุกท่าน ที่ให้กำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศศินันท์ กัณหารินทร์

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ช
กิตติกรรมประกาศ ..... ญ
สารบัญตาราง ..... ฐ
สารบัญภาพ ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย ..... 4
1.3 สมมติฐานงานวิจัย ..... 4
1.4 ขอบเขตงานวิจัย ..... 5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 7
1.7 กรอบแนวคิดงานวิจัย ..... 7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 การเรียนรู้อัตโนนาโถ ..... 10
2.2 การเรียนรู้แบบจุลภาค ..... 20
2.3 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ ..... 27
2.4 การคิดเชิงคำนวณ ..... 31
2.5 การคิดสร้างสรรค์ ..... 36
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 43
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย
3.1 แบบแผนการวิจัย ..... 50
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ..... 51
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 51
3.4 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 53
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ..... 74

# สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ 78

4.2 ผลรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 79

4.3 ผลแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 88

4.4 ผลการประเมินหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถ แบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลัง การคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 107

บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 114

5.2 อภิปรายผล 117

5.3 ข้อเสนอแนะ 122

บรรณานุกรม 125

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ 138

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 159

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 236

ภาคผนวก ง ผลงานแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ 270

ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ 279

ภาคผนวก ฉ ประกาศนียบัตรการอบรมการวิจัยในมนุษย์ 281

ภาคผนวก ช บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 283

ประวัติผู้วิจัย 297

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3-1 ตารางสังเคราะห์การเรียนรู้อัตโนนาโถ 54

3-2 ตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบจุลภาค 55

3-3 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถจุลภาค 56

3-4 ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Metaverse) 58

3-5 ตารางสังเคราะห์การคิดเชิงคำนวณ 59

3-6 ตารางสังเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ 61

3-7 การสร้างกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค 63

3-8 แบบแผนกิจกรรมการเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 67

4-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (โดยรวม) 84

4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แยกตามองค์ประกอบ) 85

4-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้) 87

4-4 ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านเนื้อหา) 103

4-5 ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้งาน) 104

# สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-6 ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ (ด้านประสิทธิภาพ) ..... 104

4-7 ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการออกแบบ) ..... 105

4-8 ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถ แบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ) ..... 106

4-9 ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ (ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง) ..... 107

4-10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ..... 108

4-11 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้ อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ เพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ..... 109

4-12 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้ อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ เพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ..... 111

# สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดการวิจัยการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 8

4-1 รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 80

4-2 Smart Classroom ROOM 1 89

4.3 Smart Classroom ROOM 2 89

4.4 Smart Classroom ROOM 3 90

4.5 Smart Classroom ROOM 4 90

4.6 Smart Classroom ROOM 5 91

4.7 Smart Classroom ROOM 6 91

4-8 Search Classroom 92

4-9 Desing Room 92

4-10 Meeting Room 93

4-11 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 1 (พื้นฐานการเขียนโปรแกรม) 93

4-12 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 2 (คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปรและชนิดข้อมูล) 94

4-13 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 3 (สร้างฟังก์ชันอย่างง่าย) 94

4-14 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 4 (การทำงานตามลำดับ) 95

4-15 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 5 (การใช้คำสั่งเงื่อนไข) 95

4-16 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 6 (การวนซ้ำตามเงื่อนไข) 96

4-17 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง Search Classroom 96

4-18 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง Desing Room 97

4-19 ภาพการจัดกิจกรรมห้อง Meeting Room 97

4-20 ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน 98

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีดิจิทัลส่งผลต่อวิถีชีวิตและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญในอดีตการเรียนรู้มักอาศัยครูเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนรับความรู้จากตำราและการบรรยายเป็นหลัก การเข้าถึงข้อมูลจึงจำกัดอยู่ในห้องเรียนและห้องสมุด ต่อมาด้วยการพัฒนาของคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าด้วยตนเองได้มากขึ้น เกิดการเรียนรู้แบบออนไลน์และการใช้สื่อดิจิทัลเข้ามาเสริมการศึกษา ปัจจุบันเทคโนโลยีดิจิทัลก้าวสู่ยุคปัญญาประดิษฐ์ (AI) และโลกเสมือนจริง (VR/AR) ส่งผลให้รูปแบบการเรียนรู้เปิดกว้างไร้พรมแดน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และพัฒนาทักษะที่หลากหลาย ผู้เรียนยุคใหม่มีความพร้อมในการเข้าถึงองค์ความรู้ผ่านสื่อดิจิทัลหลากหลายชนิด จึงส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนแบบเดิมไม่ตอบโจทย์อีกต่อไป ขณะเดียวกันประเทศไทยเองก็กำลังขับเคลื่อนประเทศเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 ซึ่งมีความจำเป็นต้องพัฒนาการศึกษาให้ก้าวทันกับความเปลี่ยนแปลงของโลก โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่สอดคล้องกับโลกยุคดิจิทัล โดยเน้นการสร้างองค์ความรู้ ทักษะ และเจตคติในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพอย่างยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2567) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ แยกส่วนประกอบของปัญหา (Decomposition) ค้นหารูปแบบ (Pattern Recognition) จัดลำดับขั้นตอนหรืออัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) และประยุกต์แนวคิดไปใช้ในสถานการณ์อื่น (Abstraction) ซึ่งสอดคล้องกับการแก้ปัญหาในงานอาชีพ เช่น การเขียนโปรแกรม การออกแบบระบบงาน หรือการจัดการข้อมูล ในขณะที่การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ช่วยเปิดมุมมองใหม่ในการพัฒนาแนวทางแก้ปัญหา ส่งเสริมการออกแบบผลิตภัณฑ์ บริการ หรือกระบวนการทำงานที่แตกต่างและมีคุณค่า ทั้งสองทักษะจึงเป็นหัวใจของการผลิตกำลังคนอาชีวะที่สามารถปรับตัวกับเทคโนโลยีดิจิทัล คิดค้นนวัตกรรม และสร้างโอกาสทางอาชีพอย่างยั่งยืนในโลกศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถ

วิเคราะห์ปัญหา แยกแยะกระบวนการ และสร้างทางเลือกใหม่ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเรียนรู้อัตโนนาโถ (Self-Directed Learning) จึงเน้นการกำหนดวัตถุประสงค์และดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเองส่วนการกำกับตนเอง (Self-Regulation) เน้นการควบคุมความคิด อารมณ์ และพฤติกรรมเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้และการจัดการตนเองในการเรียนรู้ (Self-Management Learning) เน้นการวางแผน การจัดการและควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งทั้งสามแนวคิดนี้มีความสัมพันธ์กันและสามารถสนับสนุนกันในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จในระยะยาว (อรณิชชา ทศตา และคณะ, 2024) ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทอย่างมากต่อชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ของผู้เรียนจึงจำเป็นต้องปรับให้สอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมและบริบทของยุคสมัย การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) ได้กลายเป็นแนวทางสำคัญที่ตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว โดยเป็นการเรียนรู้ผ่านบทเรียนขนาดสั้นที่มุ่งเน้นจุดประสงค์เฉพาะเจาะจง สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ (จุฑามาศ รอไกรเพชร และพินันทา ฉัตรวัฒนา, 2567) แนวทางนี้เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะในยุคดิจิทัล เนื่องจากช่วยลดภาระของการรับข้อมูลจำนวนมากในคราวเดียว และเพิ่มโอกาสในการจดจำและประยุกต์ใช้ความรู้ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนระดับอาชีวศึกษา ที่ต้องการการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงกับบริบทอาชีพจริง เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ (Metaverse) ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในวงการศึกษา เนื่องจากมีศักยภาพในการจำลองโลกเสมือนที่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์สูงและใกล้เคียงสถานการณ์จริง ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงและมีความหมายมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสื่อสารเชิงสร้างสรรค์ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจักรวาลนฤมิตจะเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังในการจัดการเรียนรู้ แต่สถานศึกษาหลายแห่งยังขาดความเข้าใจและแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถใช้ศักยภาพของเทคโนโลยีนี้ได้อย่างเต็มที่ (อนุศาสน์ ตาเสน และคณะ, 2567)

ทักษะสำคัญที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 หนึ่งในทักษะสำคัญของ 3R&D ได้แก่ การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นทักษะที่สำคัญในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและช่วยให้นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการคิดที่มีขั้นตอนและเหตุผลอย่างมีลำดับ ซึ่งสามารถนำไปสู่การออกแบบวิธีแก้ปัญหาด้วยการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย

(Decomposition) การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล (Pattern Recognition) และการออกแบบอัลกอริทึมที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง การพัฒนาทักษะนี้ถือเป็นความสำคัญในยุคปัจจุบันที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีและข้อมูลที่มีอยู่ การคิดเชิงคำนวณจึงเป็นส่วนสำคัญของการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสนับสนุนการเรียนรู้ในวิชาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ (วิรุฬห์ สิทธิเขตรกรณ์ และสุรีย์พร สว่างเมฆ, 2564)

การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นสิ่งสำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีบทบาทในการพัฒนานวัตกรรมและการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน การพัฒนาทักษะนี้จึงมีความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปรับตัวและประสบความสำเร็จในโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณและสร้างสรรค์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการในสังคมยุคดิจิทัล การใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขั้นสูง เช่น การใช้เทคโนโลยีและสื่อดิจิทัลในการส่งเสริมการเรียนรู้แบบองค์รวม ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะนี้ โดยเฉพาะการสอนที่เน้นการออกแบบและแก้ปัญหาด้วยการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงของผู้เรียน (กรันย์ลักษมณ์ รัตนวโรภาส และคณะ, 2565)

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นว่า การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างยิ่งในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ (Metaverse) เป็นแนวทางที่ตอบสนองต่อความต้องการเหล่านี้ โดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์สูง ช่วยเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียนโดยเฉพาะการนำเทคโนโลยี Spatial.io มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาพื้นที่การเรียนรู้เสมือนจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา เพื่อนร่วมเรียน และผู้สอนได้อย่างสมจริงมากยิ่งขึ้น เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Interactive Learning) และกระตุ้นการคิดวิเคราะห์เชิงลึก การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) สนับสนุนการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา โดยไม่จำกัดเวลาในการรับข้อมูล ช่วยเสริมสร้างทักษะในการคิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนสำหรับการใช้ชีวิตและประกอบอาชีพในโลกยุคดิจิทัล

**1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย**

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

1.2.2 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

1.2.3 เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

1.2.5 เพื่อประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

1.2.6 เพื่อประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**1.3 สมมติฐานการวิจัย**

1.3.1 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

1.3.2 ผลการประเมินแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

1.3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.4 นักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณ มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก

1.3.5 นักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก

**1.4 ขอบเขตของการวิจัย**

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 72 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จำนวน 40 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงคำนวณ การคิดสร้างสรรค์

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการออกแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.1 ได้แก่ รายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น หน่วยการเรียน 2 ดังต่อไปนี้

หน่วยที่ 1 พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

- ความหมายและความสำคัญของการเขียนโปรแกรม
- ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและการออกแบบโปรแกรม

หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น

- คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปร และชนิดข้อมูล
- การใช้คำสั่งเงื่อนไขและการวนซ้ำ (if, for, while)
-

**1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ**

1.5.1 การเรียนรู้อัตโนนาโถ (Self-Directed Learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมาย วางแผน ดำเนินการ และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยอาศัยทักษะการค้นคว้า วิเคราะห์ และประเมินข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้และ

ทักษะตามความสนใจและความต้องการของตนเอง ทั้งนี้ ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้และสามารถปรับกลยุทธ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้อย่างต่อเนื่อง

1.5.2 การเรียนรู้จุลภาค (Micro Learning) หมายถึง การจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบหน่วยย่อยขนาดสั้นที่ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีต่อหนึ่งหน่วย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำสาระสำคัญได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสมกับการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลที่เน้นความยืดหยุ่นและการเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา โดยเนื้อหามักถูกออกแบบให้กระชับ ชัดเจน และตรงประเด็น รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทันทีในบริบทการทำงานหรือการใช้ชีวิต

1.5.3 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ (Virtual Environments) หมายถึง สภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามมิติที่สร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับวัตถุ บุคคล หรือสถานการณ์เสมือนผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล เป็นแพลตฟอร์มออนไลน์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เชิงลึกและมีส่วนร่วมอย่างสมจริง ทั้งในด้านการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ และการทำงานร่วมกันแบบไร้ข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา

1.5.4 การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) หมายถึง กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์แนวทางแก้ปัญหาโดยใช้หลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การแยกปัญหาเป็นส่วนย่อย (decomposition) การมองหารูปแบบ (pattern recognition) การคิดเชิงนามธรรม (abstraction) และการออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงาน (algorithm design) เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านเทคโนโลยีและการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

1.5.5 การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการสร้างแนวคิดหรือวิธีการใหม่ที่แปลก แตกต่าง และมีคุณค่า โดยผสมผสานความรู้ ประสบการณ์ และจินตนาการเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริการ หรือกระบวนการใหม่ ๆ การคิดสร้างสรรค์มักเน้นความยืดหยุ่นของความคิด ความคล่องแคล่วในการเชื่อมโยงข้อมูล และการมองมุมมองที่หลากหลายเพื่อสร้างผลลัพธ์ที่โดดเด่นและเหมาะสมกับบริบท ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

1.5.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Learning) หมายถึง ความสำเร็จความสามารถของนักเรียนในด้านความรู้ที่เกิดขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการเรียนการสอนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลัง

การคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.5.7 นักเรียน (Student) หมายถึง นักเรียนแผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.1 วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคกลาง 1

**1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.6.1 ได้รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับอาชีวศึกษา

1.6.2 ได้แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ไปใช้ในระดับชั้นอื่น

1.6.3 ได้แนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาในด้านการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นอื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ

**1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย**

การวิจัย เรื่อง การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีกรอบแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย ดังภาพที่ 1-1

1.7.1 การเรียนรู้อัตโนนาโถ

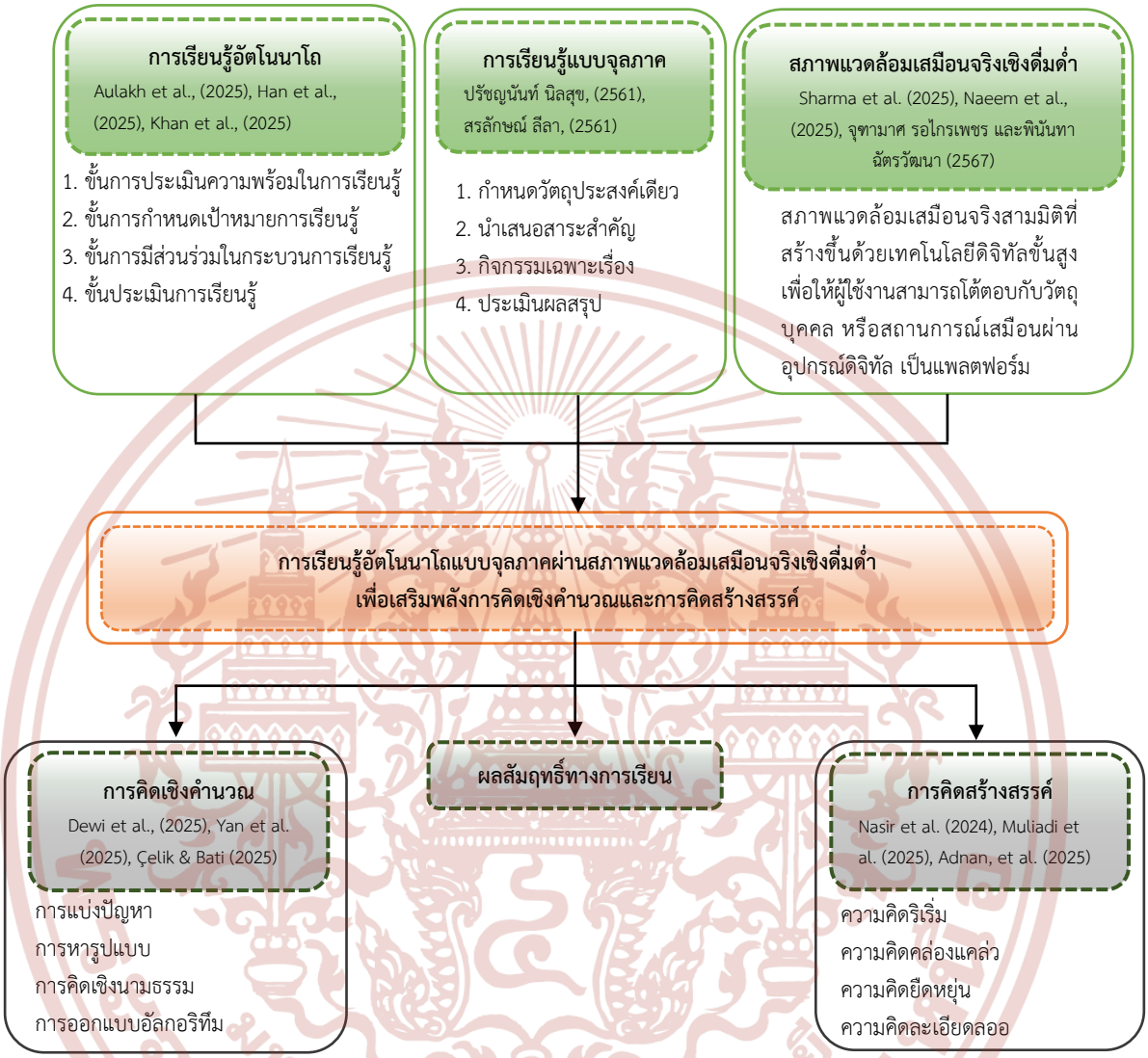
1.7.2 การเรียนรู้แบบจุลภาค

1.7.3 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ

1.7.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.7.5 การคิดเชิงคำนวณ

1.7.6 การคิดสร้างสรรค์




**ภาพที่ 1-1** กรอบแนวคิดการวิจัยการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นพื้นฐานในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ โดยครอบคลุมถึงสาระสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้อัตโนนาโถ การเรียนรู้แบบจุลภาค เทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต ตลอดจนทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการรวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนากรอบการวิจัยให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

2.1 การเรียนรู้อัตโนนาโถ
- 2.1.1 ความหมายการเรียนรู้อัตโนนาโถ
- 2.1.2 ลักษณะการเรียนรู้อัตโนนาโถ
- 2.1.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้อัตโนนาโถ
- 2.1.4 ขั้นตอนการเรียนรู้อัตโนนาโถ

2.2 การเรียนรู้แบบจุลภาค
- 2.2.1 ความหมายการเรียนรู้แบบจุลภาค
- 2.2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบจุลภาค
- 2.2.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบจุลภาค
- 2.2.4 การออกแบบการเรียนรู้จุลภาค

2.3 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ
- 2.3.1 ความหมายของสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ
- 2.3.2 บทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงด้านการศึกษา
- 2.3.3 องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

2.4 การคิดเชิงคำนวณ
- 2.4.1 ความหมายของทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- 2.4.2 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- 2.4.3 การวัดและประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.5 การคิดอย่างสร้างสรรค์

2.5.1 ความหมายของทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์
2.5.2 องคประกอบของความคิดสร้างสรรค
2.5.3 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์
2.5.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**2.1 การเรียนรู้อัตโนนาโถ**

2.1.1 ความหมายการเรียนรู้อัตโนนาโถ

กระบวนการที่ผู้เรียนมีบทบาทในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ค้นคว้า และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยแรงจูงใจภายในและความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง เป็นแนวทางที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิต

Aulakh et al. (2025) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Directed Learning: S.DL) หมายถึง เป็นแนวคิดที่เน้นการเรียนรู้โดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยที่ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทาง วางแผน จัดการ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการเรียนรู้ในลักษณะนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นจากทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (andragogy) โดยเฉพาะจากแนวคิดของ Malcolm Knowles และ D.R. Garrison ซึ่งได้อธิบายว่า S.DL เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการริเริ่ม ระบุเป้าหมายการเรียนรู้ส่วนบุคคล เลือกแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม นำกลยุทธ์การเรียนรู้มาใช้ และสามารถประเมินผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

Keller and Raemy (2025) ได้ศึกษาความเชื่อและกระบวนการเจรจาบทบาทของครูในโรงเรียนระดับอาชีวะศึกษาที่เน้นการเรียนรู้แบบ S.DL โดยพบว่า ครูมีแนวโน้มจะนิยามบทบาทของตนเองใหม่ในฐานะผู้นำทางการเรียนรู้ (learning mentor) มากกว่าผู้สอนตามแบบดั้งเดิม ซึ่งครูเหล่านี้ต้องเผชิญกับความท้าทายในการทำความเข้าใจบทบาทใหม่ของตน รวมถึงการโน้มน้าวผู้เรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ ให้เห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง อย่างไรก็ตาม การส่งเสริม S.DL กลับถูกขัดขวางด้วยความเคยชินของผู้เรียนที่ยังยึดติดกับบทบาทครูแบบเก่า

ปฏิญญา พั่วระยะ (2568) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นแนวทางที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและอนาคตของบุคคลในยุคปัจจุบันและอนาคต การเรียนรู้ด้วยตนเองไม่เพียงแต่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจและศักยภาพของแต่ละบุคคลเท่านั้น แต่ยังเป็นตัวช่วยในการพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการนำไปสู่การปฏิบัติ

ในชีวิตประจำวันด้วยความมั่นใจและความเชื่อมั่น การเรียนรู้ด้วยตนเองในยุคปัจจุบันได้รับการสนับสนุนจากการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลและความรู้ได้อย่างรวดเร็วและสะดวกสบาย การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการค้นคว้าและศึกษาช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองความสนใจและความต้องการในการเรียนรู้ได้มากขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการจัดการศึกษาและการสอน ครูจำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป และนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือในการสอนอย่างเหมาะสม เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับผู้เรียนในท้ายที่สุด การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการศึกษาเรียนรู้ไม่ใช่เป้าหมายหลักเพียงอย่างเดียว แต่เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะและความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มที่ เพื่อให้สามารถเข้าร่วมในสังคมและตลาดแรงงานในอนาคตอย่างมั่นคงและเต็มเปี่ยมด้วยความมั่นใจในตนเองและทักษะที่มีในการทำงาน

กรรณิการ์ จำปี (2567) การเรียนรู้แบบนำตนเอง หมายถึง การที่นักเรียนมีการวิเคราะห์ความต้องการสิ่งที่จะเรียน มีวิธีการเลือกและแสวงหาความรู้กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายการเรียน การวางแผนการเรียน การค้นหาและเลือกแหล่งการเรียนรู้ ทั้งบุคคลและสื่อต่าง ๆ มีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการตัดสินใจ และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะการจัดการเรียนด้วยตนเอง โดยอาศัยได้รับความช่วยเหลือแนะนำและสนับสนุนจากผู้อื่น เช่น เพื่อน หรือครู ซึ่งการเรียนรู้แบบตนเอง ประกอบด้วย 2 มิติ คือ มิติของกระบวนการ (process) และมิติของผลผลิต (product)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Directed Learning: S.DL) หมายถึง แนวทางการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ค้นคว้า เลือกกลยุทธ์ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต (lifelong learner) มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมั่นใจ

2.1.2 ลักษณะการเรียนรู้อัตโนนาโถ

การเรียนรู้อัตโนนาโถ (Self-directed Learning) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ค้นคว้า และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรับผิดชอบและแรงจูงใจภายใน การเรียนรู้ลักษณะนี้ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์

การแก้ปัญหา และการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

กิร์สติ โลนกา (2563) อธิบายว่า ผู้ที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองต้องมีลักษณะสำคัญ 7 ประการ คือ

1. เป็นผู้ยอมรับตนเอง (Self-Acceptance) หมายถึง มีเจตคติในเชิงบวกต่อตนเอง

2. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการวางแผน (Planfulness) ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ คือ รู้ถึงความต้องการในการเรียนของตนเอง วางจุดมุ่งหมายที่เหมาะสมกับตนเองให้สอดคล้องกับความต้องการที่ตั้งไว้ และเป็นแผนงานที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน

3. มีแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) นักเรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนอยู่ในการเรียนอยู่ในตัวเอง จะสามารถเรียนรู้โดยปราศจากสิ่งควบคุมภายนอก เช่น รางวัล การถูกตำหนิ การลงโทษ การเรียนเพื่อวุฒิบัตรหรือตำแหน่ง

4. มีการประเมินผลตนเอง (Internalized Evaluation) สามารถที่จะประเมินตนเองได้ว่าจะเรียนได้ดีแค่ไหน โดยอาจขอให้ผู้อื่นประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองก็ได้ ซึ่งนักเรียนจะต้องยอมรับ การประเมินภายนอกว่าถูกต้องก็ต่อเมื่อผู้ประเมินมีความคิดอิสระ สอดคล้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏเป็นจริงอยู่ในขณะนั้นและการประเมิน

5. การเปิดกว้างต่อประสบการณ์ (Openness to Experience) นักเรียนที่นำประสบการณ์เข้ามาใช้ในกิจกรรมชนิดใหม่ ๆ อาจสะท้อนการเรียนรู้หรือการจัดวางเป้าหมาย โดยอาจไม่จำเป็นที่จะเป็นเหตุผลในการที่จะเข้าไปทำกิจกรรมใหม่ ๆ ความใคร่รู้ ความอดทนต่อความคลุมเครือ การชอบสิ่งที่ ยุ่งยากสับสน และการเรียนอย่างสนุกทำให้เกิดแรงจูงใจในการทำกิจกรรมใหม่ ๆ และทำให้เกิด ประสบการณ์ใหม่ๆ อีกด้วย

6. การยืดหยุ่น (Flexibility) การยืดหยุ่นในการเรียนรู้อาจชี้ให้เห็นถึงความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงเป้าหมาย หรือวิธีการเรียน และใช้ระบบการเข้าถึงปัญหา โดยใช้ทักษะการสำรวจ การลองผิดลองถูก ซึ่งไม่ได้แสดงถึงการขาดความตั้งใจที่จะเรียนรู้ ความล้มเหลวจะถูกนำมาปรับปรุงแก้ไขมากกว่าที่จะยอมแพ้ยกเลิก

7. การเป็นตัวของตัวเอง (Autonomy) นักเรียนที่ดูแลตนเองได้ เลือกที่จะผูกพันกับรูปแบบ การเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่ง บุคคลเหล่านี้สามารถที่จะตั้งปัญหากับมาตรฐานของระยะเวลาและสถานที่เพื่อให้เห็นว่า ลักษณะการเรียนแบบใดที่มีคุณค่าและเป็นที่ยอมรับได้

Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo (2023) ได้อธิบายถึงการเรียนรู้แบบนำตนเองว่าจะเกิดขึ้นได้นั้น ต้องมีลักษณะความพร้อมของการเรียนรู้ 8 ด้าน คือ

1. การเปิดโอกาสต่อการเรียนรู้ (Openness to Learning Opportunities) ความสนใจในการเรียน ความพอใจในความริเริ่มของตน ความรักการเรียน และความคาดหวังว่าจะเรียนอย่างต่อเนื่อง ความสนใจหาแหล่งความรู้ การมีความอดทนต่อข้อสงสัย การมีความสามารถในการยอมรับคำวิจารณ์และการมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้

2. การมีมโนทัศน์ของตนเองในการเป็นนักเรียนที่มีประสิทธิภาพ (Self-Concept as an Effective learner) ได้แก่ ความมั่นใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง ความสามารถในการจัดแบ่งเวลาให้การเรียน การมีวินัย การมีความรู้เกี่ยวกับความต้องการการเรียนรู้ และแหล่งทรัพยากรทางความรู้ และการมีทัศนะต่อตนเองว่าเป็นผู้กระตือรือร้นในการเรียนรู้

3. การมีความคิดริเริ่มและมีอิสระในการเรียนรู้ (Initiative and Independence in Learning) ได้แก่ การแสวงหาคำตอบจากคำถามต่างๆ ชอบแสวงหาความรู้ ชอบมีส่วนร่วมในการกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้ มีความมั่นใจในความสามารถที่จะทำงานด้วยตนเองได้ดี รักการเรียนรู้ พอใจ ในทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจ รู้แหล่งทรัพยากรทางความรู้ มีความสามารถในการพัฒนาแผน การทำงานของตนเอง และมีความริเริ่มในการเริ่มโครงการใหม่ ๆ

4. การยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของตนเอง (Informed Acceptance of Responsibility for One's Own Learning) ได้แก่ การยอมรับจากผลการเรียนว่าตนเองมีสติปัญญาปานกลาง ความเต็ม ใจเรียนในสิ่งที่ยากหากเป็นเรื่องที่สนใจ และมีความเชื่อมั่นในวิธีการสืบสวนสอบสวนทางการศึกษา

5. ความรักในการเรียน (Love of Learning) ได้แก่ การชื่นชมบุคคลที่ค้นคว้าอยู่เสมอ การมีความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่จะเรียนและสนุกกับการสืบสอบค้นคว้า

6. ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ได้แก่ การมีความกล้าเสี่ยงกล้าลอง มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถคิดวิธีการเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้หลายวิธี

7. การมองอนาคตในแง่ดี (Positive Orientation to the Future) ได้แก่ การมองตนเองว่าเป็นนักเรียนรู้ตลอดชีวิต ชอบคิดถึงอนาคต เห็นปัญหาว่าเป็นสิ่งท้าทาย

8. การมองตนเองว่าเป็นความสามารถในการใช้ทักษะทางการศึกษา-การเรียนรู้ปัญหา (Ability to Use Basic Study Skills and Problem – Solving Skills) ได้แก่ การมีความสามารถในการใช้ทักษะการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา และคิดว่าการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ท้าทาย

Goglielmino (1977) อธิบายว่า บุคคลจะมีความพร้อมในการนำตนเองได้นั้น จะต้องมีลักษณะความพร้อมของการเรียนรู้ 8 ด้าน คือ

1. การเปิดโอกาสต่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความสนใจในการเรียน ความพอใจในความริเริ่มของตน ความรักในการเรียน และความคาดหวังในการเรียนอย่างต่อเนื่อง ความสนใจหาแหล่งความรู้ การมีความอดทนต่อข้อสงสัย การมีความสามารถในการยอมรับคำวิจารณ์และการมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้

2. การมีมโนทัศน์ของตนเองในการเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ ความมั่นใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง ความสามารถในการจัดแบ่งเวลาให้การเรียน การมีวินัย การมีความรู้เกี่ยวกับความต้องการการเรียนรู้และแหล่งทรัพยากรทางความรู้ และการมีมุมมองว่า ตนเองเป็นผู้กระตือรือร้นในการเรียนรู้

3. การมีความสามารถในการเริ่มและอิสระในการเรียนรู้ ได้แก่ การแสวงหาคำตอบจากคำถามต่าง ๆ ความชอบแสวงหาความรู้ การมีส่วนร่วมในการกำหนดประสบการณ์ ความมั่นใจในความสามารถที่จะทำงานด้วยตนเองได้ดี มีความสามารถในการพัฒนา แผนการทำงานของตนเอง และสามารถริเริ่มในการเริ่มโครงการใหม่ ๆ ได้

4. การยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของตนเอง ได้แก่ การยอมรับจากผลการเรียนว่าตนเองมีสติปัญญาปานกลาง ความเต็มใจเรียนในสิ่งที่สนใจ ถึงแม้เป็นเรื่องยากและมีความเชื่อมั่นในวิธีการเรียน

5. การรักการเรียนรู้ ได้แก่ การชื่นชมบุคคลที่ค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ การมีความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่จะเรียนและสนุกกับการสืบสอบความรู้

6. การมีความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ มีความกล้าลองผิดลองถูก มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถคิดวิธีการเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้อย่างหลากหลาย

7. การมองอนาคตในแง่ดี ได้แก่ การมองตนเองว่า เป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต ชอบคิดถึงอนาคตเห็นปัญหาว่าเป็นสิ่งท้าทายและไม่ใช่เครื่องหมายที่จะให้หยุดทำ

8. ความสามารถในการใช้ทักษะทางการศึกษา การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ การมีความสามารถในการใช้ทักษะการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา คิดว่าการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ท้าทาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพต้องมีคุณลักษณะสำคัญ เช่น การยอมรับและเห็นคุณค่าในตนเอง การมีแรงจูงใจภายใน ความคิดริเริ่มและอิสระ ความยืดหยุ่น และความรักในการเรียนรู้ รวมถึงความพร้อมด้านทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น

การวางแผน การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และการเปิดกว้างต่อประสบการณ์ใหม่ ๆ คุณลักษณะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมาย ควบคุม และประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2.1.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้อัตโนนาโถ

กิร์สติ โลนกา (2563) ได้ระบุถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบนำตนเองที่ผู้วิจัยสามารถจับประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนที่ครอบคลุม องค์ประกอบในการจะเป็นนักเรียนรู้แบบนำตนเอง 5 ประการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของตนเองจะเริ่มจากให้นักเรียนแต่ละคนบอกความต้องการและความสนใจของตนในการเรียนกับเพื่อนอีกคน ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา แนะนำ และเพื่อนอีกคนทำหน้าที่จดบันทึก และให้กระทำเช่นนี้หมุนเวียนทั้ง 3 คน แสดงบทบาทครบทั้ง 3 ด้าน คือ ผู้เสนอ ความต้องการ ผู้ให้คำปรึกษา และผู้คอยจดบันทึก การสังเกตการณ์ เพื่อประโยชน์ในการเรียนร่วมกัน และช่วยเหลือซึ่งกันและกันในทุก ๆ ด้าน

2. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน โดยเริ่มจากบทบาทของนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนควรศึกษาจุดมุ่งหมายของวิชา แล้วเขียนจุดมุ่งหมายในการเรียนของตนให้ชัดเจน เน้นพฤติกรรมที่คาดหวัง วัดได้ มีความแตกต่างของจุดมุ่งหมายในแต่ละระดับ

3. การวางแผนการเรียน ให้นักเรียนกำหนดแนวทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้จัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับสภาพความต้องการและความสนใจของตน ระบุการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับตนเองมากที่สุด

4. การแสวงหาแหล่งวิทยาการทั้งที่เป็นวัสดุและบุคคล หมายถึงแหล่งวิทยาการที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า เช่น ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ และทักษะต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยในการแสวงแหล่งวิทยาการได้อย่างสะดวกรวดเร็วเช่นทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการอ่าน เป็นต้น

5. การประเมินผล ควรประเมินผลการเรียนด้วยตนเองตามที่กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้ และให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ ทัศนคติ ค่านิยม

Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo (2023) ได้ระบุถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบนำตนเองที่สอดคล้องกัน ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้

1. การประเมินความพร้อมที่จะเรียนรู้ (Assess Readiness to Learn) กล่าวคือ นักเรียนต้องมีทักษะและทัศนคติที่หลากหลายต่อการเรียนรู้เพื่อความสำเร็จ โดยขั้นตอนนี้นักเรียนต้องทำการประเมินตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนที่ผ่านมา รูปแบบการเรียนรู้ของตนเอง

สถานการณ์ ครอบครัว และเครือข่ายสนับสนุนทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน เพื่อประเมินสัญญาณของความพร้อมสำหรับการเรียนรู้แบบนำตนเอง

2. กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ (Setting Learning Goals) คือ การรู้จุดมุ่งหมายในการเรียนแต่ละครั้ง โดยมีการตั้งเป้าหมายในการเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง อีกทั้งมีการกำหนดแผนการในการเรียนรู้แต่ละครั้งให้สัมพันธ์กับเนื้อหาและลำดับขั้นการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 เป้าหมายสำหรับการเรียนรู้ในบทเรียน

2.2 กำหนดโครงสร้างและลำดับกิจกรรม

2.3 วางแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาในการทำกิจกรรมให้บรรลุผลสำเร็จ

2.4 กำหนดรายละเอียดที่จะต้องทำในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้

2.5 ประชุมปรึกษาครูผู้วิจัยและรับทราบ

3. การมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ (Engaging in the Learning Process) คือการดำเนิน การเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมอย่างมุ่งมั่น ประกอบด้วย

3.1 การเรียนรู้เกี่ยวกับการทำความเข้าใจและแนวคิดสำหรับตนเอง การนำความรู้ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ และใช้ตัวอย่างใหม่ ๆ

3.2 วิธีการการทำซ้ำ การฝึกฝน เรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้นั้นจนชำนาญ สามารถแสดงตัวอย่างและอธิบายแนวคิดได้

4. การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ (Evaluating Learning) คือ การวิเคราะห์และตีความ ระดับผลการเรียนรู้และความก้าวหน้าของตนเองหลังจากทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ รวมถึงมีส่วนร่วมในการสะท้อนความสำเร็จของตนเอง

Knowles (1975) ได้ระบุถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบนำตนเองที่สอดคล้องกัน ซึ่งผู้สอนสามารถจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียนที่ครอบคลุมองค์ประกอบในการจะเป็นผู้เรียนรู้แบบนำตนเอง 5 ประการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของตนเองเริ่มจากให้ผู้เรียนแต่ละคนบอกความต้องการและความสนใจของตนเองในการเรียนกับเพื่อนอีกคน ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาแนะนำ และเพื่อนอีกคนทำหน้าที่จดบันทึก และให้กระทำเช่นนี้หมุนเวียนทั้ง 3 คน แสดงบทบาทครบทั้ง 3 ด้าน คือ ผู้เสนอความต้องการ ผู้ให้คำปรึกษา และผู้คอยจดบันทึก การสังเกตการณ์เพื่อประโยชน์ในการเรียนร่วมกันและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในทุก ๆ ด้าน

2. การกำหนดจุดหมายในการเรียน โดยเริ่มจากบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนควรศึกษาจุดมุ่งหมายของวิชา และเขียนจุดมุ่งหมายในการเรียนของตนเองให้ชัดเจน เน้นพฤติกรรมที่คาดหวัง วัดได้ มีความแตกต่างของจุดมุ่งหมายในแต่ละระดับ

3. การวางแผนการเรียน ให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ จัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับสภาพความต้องการและความสนใจของตน ระบุการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับตนเองมากที่สุด

4. การแสวงหาแหล่งวิทยาการทั้งที่เป็นวัสดุและบุคคล แหล่งวิทยาการที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า เช่น ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ เป็นต้น ด้วยทักษะต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยในการแสวงแหล่งวิทยาการได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เช่น ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการอ่าน เป็นต้น

5. การประเมินผล ควรประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองตามที่กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนไว้ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ ทัศนคติ ค่านิยม มีขั้นตอนในการประเมิน คือ

5.1 กำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ให้ชัดเจน

5.2 ดำเนินการให้บรรลุวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ

5.3 รวบรวมหลักฐานจากผลการประเมินเพื่อตัดสินใจซึ่งต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่สมบูรณ์และเชื่อถือได้

5.4 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนเรียนกับหลังเรียนเพื่อดูว่าผู้เรียนมีความก้าวเพียงใด

5.5 ใช้แหล่งข้อมูลจากครูและผู้เรียนเป็นหลักในการประเมิน

นางสาวปรัชญาพร ทองประสิทธิ์ (2562) ได้กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบของการเรียนรู้ด้วยตนเองมีปัจจัยหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความรู้และประสบการณ์ เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมหรือการปฏิบัติซึ่งเป็นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจเชิงนามธรรม โดยผ่านการคิดวิเคราะห์ การกำหนดจุดมุ่งหมาย การวางแผนและสรุปหลักการ การแสวงหารูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะกับตนเอง และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบนำตนเองเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ค้นคว้า และประเมินผลด้วยตนเอง โดยองค์ประกอบสำคัญร่วมกัน คือ การวิเคราะห์ความต้องการ การตั้งเป้าหมาย การวางแผนการเรียน การแสวงหาความรู้ และ

การประเมินผลอย่างต่อเนื่อง กระบวนการนี้ส่งเสริมความรับผิดชอบ ความคิดริเริ่ม และการพัฒนาตนเองอย่างยั่งยืน

2.1.4 ขั้นตอนการเรียนรู้อัตโนนาโถ

ในยุคที่โลกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและความรู้ใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องการเรียนรู้ตลอดชีวิตกลายเป็นทักษะสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนควรมี การเรียนรู้อัตโนมัติหรือการเรียนรู้นำตนเอง (Self-Directed Learning: S.DL) จึงได้รับความสนใจอย่างมากในฐานะกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง โดยไม่ต้องพึ่งพาครูหรือผู้สอนเป็นหลัก แนวคิดนี้ช่วยพัฒนาความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ค้นคว้า และประเมินผลการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ อันเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo (2023) การเรียนรู้อัตโนนาโถหรือการเรียนรู้นำตนเอง (Self-Directed Learning) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ วางแผน ค้นคว้า และประเมินผลด้วยตนเอง โดยเน้นการพึ่งพาตนเอง ความรับผิดชอบ และแรงจูงใจจากภายใน กระบวนการนี้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปมี 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ได้แก่

1. ขั้นการประเมินความพร้อมในการเรียนรู้ (Assess Readiness to Learn) คือผู้เรียนจะต้องประเมินความรู้ ทักษะ และความพร้อมของตนเองก่อนเริ่มเรียนรู้ เพื่อให้สามารถเลือกวิธีการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเองได้

2. ขั้นการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (Set Learning Goals) คือผู้เรียนต้องกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนและเฉพาะเจาะจง ว่าต้องการเรียนรู้อะไร และต้องการบรรลุเป้าหมายนั้นได้อย่างไร

3. ขั้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ (Engage in the Learning Process) คือผู้เรียนต้องเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง เช่น การอ่าน การฟัง การดู การปฏิบัติ หรือการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น และต้องมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

4. ขั้นประเมินการเรียนรู้ (Evaluation) คือประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะเพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงความก้าวหน้าและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง

Ouaazki et al. (2024) ได้อธิบาย ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Directed Learning: S.DL) ดังนี้

1. ระบุความต้องการในการเรียนรู้ (Identify Learning Needs) คือผู้เรียนเริ่มต้นด้วยการสำรวจตนเอง เพื่อค้นหาว่าตนเองมีจุดอ่อนหรือความรู้ที่ยังขาดในเรื่องใด

2. ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ (Set Learning Goals) คือการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนว่าอยากบรรลุอะไรจากการเรียนรู้ครั้งนี้ เช่น เรียนรู้วิธีเขียนโปรแกรม หรือเข้าใจแนวคิดเชิงคำนวณ

3. แสวงหาแหล่งเรียนรู้และทรัพยากร (Find Resources) คือการค้นหาเครื่องมือและแหล่งข้อมูล เช่น วิดีโอสอน โค้ดตัวอย่าง บทความ คู่มือ หรือการพูดคุยกับ AI อย่าง ChatGPT

4. วางแผนและลงมือปฏิบัติ (Implement and Practice) วางแผนการเรียนรู้ตามระยะเวลาและทำกิจกรรม เช่น เขียนโค้ดจริง แก้ปัญหา หรือทำแบบฝึกหัด

5. ประเมินผลตนเอง (Self-Evaluate Progress) คือการตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามเป้าหมายหรือไม่ เช่น ทดสอบโค้ดของตนเอง ตรวจคำตอบ หรือประเมินการเข้าใจของตน

6. ปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Reflect and Improve) คือการทบทวนกระบวนการเรียนรู้ทั้งระบบ เพื่อปรับกลยุทธ์ให้ดีขึ้น และเสริมทักษะอย่างต่อเนื่องในระยะยาว

Hiemstra (1997) การจัดการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง โดยนำสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ประเมินความต้องการในกาเรียนของตนเอง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจว่าตนเองต้องการที่จะเรียนในลักษณะที่เป็นแบบรายบุคคลแบบกลุ่ม หรือแบบปรึกษาผู้เรียน

2. กำหนดเป้าหมายการเรียน เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะของการเรียนเลือกที่จะเรียนในลักษณะที่เน้นความรู้หรือเรียนแบบรอบรู้กับการเรียนตามความสนใจ หรือเลือกที่จะเน้นในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

3. กำหนดขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการศึกษาโดยการเลือกระดับความยากง่ายของเนื้อหาที่จะเรียนรู้จัดลำดับการใช้สื่อ จำแนกประเภทของความรู้ที่จะเรียนในด้านพุทธพิสัย ทักษะพิสัย หรือจิตพิสัย การเรียนทฤษฎี ปฏิบัติ หรือการนำไปใช้ เลือกระดับของสมรรถนะที่จะเรียน ประสบการณ์ที่จำเป็นสำหรับเนื้อหานั้นรวมทั้งการจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมกับวิธรที่เลือก เช่น การเรียนรายบุคคล เรียนเป็นกลุ่ม หรือปรึกษาผู้สอนเป็นต้น

4. การจัดช่วงเวลาเรียน เป็นการกำหนดเวลาที่ใช้ในการนำเสนอของผู้สอน เวลาในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน กลุ่มผู้เรียนด้วยกันเอง โดยผู้เรียนต้องจัดเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนตามที่ได้รับมอบหมาย

5. การเลือกวิธีการเรียนรู้ เทคนิคและเครื่องมือในการเรียน เป็นการเลือกเทคโนโลยีหรือสื่อที่นำมาใช้สนับสนุนการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรม วิธีการเรียนและเทคนิคการสอน พฤติกรรมที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้โดยการสังเกต การฟัง การสัมผัส เป็นต้น หรืออาจใช้เทคนิคการอภิปราย เช่น การจับคู่อภิปรายกับเพื่อหรือกลุ่มผู้สอน การอภิปรายกลุ่มย่อย หรือการอภิปรายทั้งในชั้นเรียน เป็นต้น

6. การควบคุมสภาพแวดล้อมในการเรียน ได้แก่ การจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพ การจัดสิ่งอำานวยความสะดวกในการเรียน ซึ่งมีผลต่อทางด้าน อารมณ์ ความรู้สึก และด้านจิตวิทยา การเผชิญกับสังคม และอุปสรรคทางวัฒนธรรม หรือการเลือกวิธีการเรียนที่ ผู้เรียนพึงพอใจ

7. การส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบตนเอง รู้จักไตร่ตรองและคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการแปลงทฤษฎีมาเป็นแนวทางการปฏิบัติ การรายงานผล และ สะท้อนข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ฝึกให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิจารณา ตัดสินใจ แก้ปัญหา และกำหนดแนวทางในการเรียนของตนเองเพื่อผู้เรียนได้มีความชัดเจนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ผู้ที่สนับสนุนแนวคิดการตรวจสอบตนเอง การไตร่ตรองและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ในยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผู้เรียนจำเป็นต้องพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) เพื่อปรับตัวให้ทันต่อเทคโนโลยีและสังคมสมัยใหม่ แนวคิดการเรียนรู้อัตโนมัติ (Self-Directed Learning: S.DL) จึงมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมาย แสวงหาความรู้ และประเมินผลด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการประเมินความพร้อมในการเรียนรู้ (Assess Readiness to Learn) 2) ขั้นการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (Set Learning Goals) 3) ขั้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ (Engage in the Learning Process) และ 4) ขั้นประเมินการเรียนรู้ (Evaluation)

**2.2 การเรียนรู้แบบจุลภาค**

2.2.1 ความหมายการเรียนรู้แบบจุลภาค

การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเนื้อหาสั้น กระชับและตรงประเด็น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้รวดเร็วภายในเวลาสั้น ๆ แนวทางนี้เหมาะกับผู้เรียนยุคดิจิทัลที่ต้องการความยืดหยุ่นและการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง

จุฑามาศ รอไกรเพชร และพินันทา ฉัตรวัฒนา (2567) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) ได้กลายเป็นแนวทางสำคัญที่ตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว โดยเป็นการเรียนรู้ผ่านบทเรียนขนาดสั้นที่มุ่งเน้นจุดประสงค์เฉพาะเจาะจง สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

กฤษณ์ วิริยะสิทธารถ และชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ (2565) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค กระบวนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนทั่วไปประกอบด้วยขั้นนำ ขั้นกิจกรรม และขั้นสรุป แต่บทเรียนการเรียนรู้แบบจุลภาคนี้ ช่วยให้ผู้เรียนออกแบบได้เองในการลำดับเนื้อหา โดยการเลือกหัวข้อ กดข้าม กดดูซ้ำในสื่อการเรียนรู้ที่จัดไว้ให้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบจุลภาค เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียน เช่น การตอบโต้กับ Interactive video วัสดุการเรียนรู้แบบจุลภาคจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนในโมดูลเพื่อให้นักเรียนได้เข้าถึงได้อย่างสะดวกและมีเนื้อหาปริมาณที่เหมาะสม การเรียนรู้ในชุมชนการเรียนรู้ บทเรียนการเรียนรู้แบบจุลภาคเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและผู้สอนผ่านกระดานถามตอบหรือการสนทนาส่วนตัว

Tupthong & Chatwattana (2025) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) คือแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยขนาดเล็ก ใช้เวลาในการเรียนรู้ไม่นาน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสาระสำคัญได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่รู้สึกเหนื่อยจากข้อมูลจำนวนมากในคราวเดียว นอกจากนี้ยังสามารถเรียนรู้ซ้ำได้ตามต้องการ เพิ่มโอกาสในการทบทวนและจดจำเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะอย่างยิ่งกับผู้เรียนในยุคดิจิทัลที่ต้องการความยืดหยุ่นและความคล่องตัวในการเข้าถึงความรู้

HajiAbad et al. (2025) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยขนาดเล็ก กระชับ และสามารถเรียนรู้ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น โดยเนื้อหาถูกออกแบบให้ตรงประเด็น ชัดเจน และเอื้อต่อการจดจำ ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ตามเวลาที่ต้องการผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น แอปพลิเคชันบนมือถือ ซึ่งช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ และเพิ่มประสิทธิภาพในการทบทวนซ้ำอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้การเรียนรู้แบบจุลภาคยังสามารถผสานกับเทคนิคอื่น ๆ เช่น แผนภาพความคิด (Concept Mapping) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและการประยุกต์ใช้ในบริบทจริง

Nikou (2018) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) หมายถึง การเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตามหน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กและทำกิจกรรม

การเรียนรู้ในระยะเวลาสั้น ๆ นักเรียนส่งการบ้านผ่านช่องทางออนไลน์ โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้และส่งงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการนำเสนอเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยขนาดเล็ก กระชับ และตรงประเด็น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็วและเรียนรู้ซ้ำได้ตามต้องการ โดยมักใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเข้าถึงเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลา ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถผสานกับเทคนิคการมีปฏิสัมพันธ์ เช่น วิดีโอแบบโต้ตอบ หรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชุมชนออนไลน์ เพื่อเพิ่มประสบการณ์และผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มากยิ่งขึ้น

2.2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบจุลภาค

การเรียนรู้แบบจุลภาค (Microlearning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยขนาดเล็ก กระชับ และเข้าใจง่าย เพื่อตอบสนองต่อระยะเวลาและความสนใจของผู้เรียน เน้นการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสั้น ๆ เช่น วิดีโอ คลิป อินโฟกราฟิก หรือกิจกรรมออนไลน์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้อย่างรวดเร็ว ยืดหยุ่น และเกิดการจดจำที่มีประสิทธิภาพ

สรลักษณ์ ลีลา (2561) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการเรียนรู้จุลภาค หมายถึงการเรียนรู้จากส่วนย่อยสู่เนื้อหาหลักที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านช่องทางการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น วีดีโอ แอพพลิเคชั่นบนมือถือ แหล่งเรียนรู้ ออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งเนื้อหาการเรียนรู้ที่มีลักษณะของการสรุปเนื้อหาที่กระชับและสมบูรณ์ ผู้เรียน สามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยตนเอง สามารถต่อยอดองค์ความรู้ได้สู่กระบวนการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบจุลภาคมีขั้นตอนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์เดียว ขั้นนำเสนอ เนื้อหาสาระสำคัญ ขั้นกิจกรรมเฉพาะ และ ขั้นประเมินผล

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2561) การเรียนรู้แบบจุลภาคมีขั้นตอนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์เดียว คือการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพียงอย่างเดียวให้ผู้เรียนมุ่งเน้นเนื้อหาเพียงเรื่องเดียว

2. ขั้นนำเสนอสาระสำคัญ คือกิจกรรมการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เฉพาะเรื่อง โดยอาจเป็นการอธิบายจากครูผู้สอนหรือการสร้างแหล่งเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

3. ขั้นกิจกรรมเฉพาะ คือกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดเพียงอย่างเดียว ซึ่งผู้สอนได้กำหนดหัวข้อการเรียนรู้แยกย่อยออกจากหัวข้อหลักหรือเนื้อหาหลักเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เพียงเรื่องเดียวสั้น ๆ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาสาระนั้น ๆ ได้เองตามวัตถุประสงค์

การเรียนรู้ และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนในรูปแบบของแบบทดสอบระหว่างเรียนจนสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้

4 ขั้นประเมินผล คือ กิจกรรมการประเมินผลการเรียนรู้หลังสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้อาจเป็นเนื้อหาสั้น ๆ หรือครอบคลุมทั้งหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Zarshenas et al. (2022) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบจุลภาคมีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ คือใช้เนื้อหาขนาดเล็กที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว การออกแบบเนื้อหาควรเป็นแบบสั้น ๆ เช่น วิดีโอคลิป, พอดแคสต์, หรือแอนิเมชัน โดยมีความยาวไม่เกิน 5 นาที การใช้สื่อมัลติมีเดียช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

2. การใช้เทคโนโลยีในการสนับสนุนการเรียนรู้ คือเนื้อหาถูกนำเสนอผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ, แท็บเล็ต, หรือแล็ปท็อป ระบบการเรียนรู้ออนไลน์สามารถให้การเรียนรู้ทุกที่ทุกเวลา ลดข้อจำกัดจากการเรียนในห้องเรียน

3. การประเมินผล คือการใช้เครื่องมือวัดผล เช่น แบบสอบถาม หรือการทดสอบออนไลน์เพื่อประเมินการเรียนรู้และผลกระทบจากการใช้การเรียนรู้แบบจุลภาค คำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาจะช่วยให้สามารถประเมินการเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียนได้ทันที

4. การสื่อสารระหว่างผู้เรียนและอาจารย์ คือมีการสนทนาและถามตอบผ่านช่องทางออนไลน์ เช่น WhatsApp หรือแพลตฟอร์มการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ การมีส่วนร่วมในกลุ่มช่วยเสริมสร้างความมั่นใจและเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

5. การติดตามผลและการปรับปรุง คือหลังจากการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนจะสามารถติดตามผลการเรียนรู้และปรับปรุงเนื้อหาตามความต้องการและข้อเสนอแนะจากผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยมีเป้าหมายชัดเจนในแต่ละหน่วยย่อย ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพผ่านสื่อหลากหลาย เช่น วิดีโอหรือแอปพลิเคชัน โดยมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์เดียว การนำเสนอสาระสำคัญ กิจกรรมเฉพาะ และการประเมินผล ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้แบบเน้นความกระชับและต่อยอดความรู้สู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2.2.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบจุลภาค

ในยุคดิจิทัลที่ผู้เรียนต้องการความรู้ที่เข้าถึงง่าย รวดเร็ว และตรงประเด็น การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Learning) จึงกลายเป็นแนวทางที่ตอบโจทย์อย่างแท้จริง รูปแบบการเรียนรู้นี้เน้นการถ่ายทอดสาระสำคัญในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบจุลภาคจากแนวคิดของนักวิชาการหลายท่านเพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนและนำไปสู่การประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

Alqurashi (2017) ได้กล่าวไว้ว่า จากนักวิชาการหลากหลายคนและสร้างโมเดลการเรียนรู้แบบจุลภาค ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบต่อไปนี้

1. เนื้อหา (content) เป็นเนื้อหาที่สามารถย่อยเป็นหน่วยเล็ก ๆ มีความเหมาะสมกับเวลา มักเป็นจุดผิดที่พบบ่อยในการเรียน

2. ศาสตร์การสอน (pedagogy) แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ผู้เรียนซึมซับความรู้ที่เป็นพื้นฐานและง่าย ระยะที่ 2 ผู้เรียนรับเอาความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบรรยากาศการเรียนรู้ที่ 7 ผู้สอนออกแบบและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ระยะที่ 3 การสร้างความรู้ที่เกิดจากการร่วมมือกัน ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระยะที่ 4 นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในระดับที่สูงขึ้น

3. เทคโนโลยี (technology) เป็นเครื่องมือกระตุ้นในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นได้นอกห้องเรียน และได้รับการออกแบบตามลักษณะเฉพาะของการเรียนรู้แบบจุลภาค

ดวงจันทร์ แก้วกงพาน และชิสาพัชร์ ชูทอง (2567) การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้หรือทักษะในช่วงเวลาสั้น ๆ และมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเจาะจง ซึ่งตอบสนองต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในยุคดิจิทัลที่ต้องการความรวดเร็ว ยืดหยุ่น และเข้าถึงง่าย โดยองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบจุลภาคที่ปรากฏในเอกสารประกอบด้วยหลายด้านที่เชื่อมโยงกันอย่างชัดเจน ดังนี้

1. ความสั้นกระชับของเนื้อหา (Brevity) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้แบบจุลภาค การจัดการเนื้อหาให้สั้น ชัดเจน และมุ่งเน้นเฉพาะสาระสำคัญช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้เวลาเรียนรู้ที่ยืดเยื้อ

2. ความเฉพาะเจาะจง (Specificity) เนื้อหาที่นำเสนอควรเน้นประเด็นเดียว มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน เช่น หนึ่งหัวข้อ หนึ่งทักษะ หรือหนึ่งแนวคิด เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเกิดความสับสนและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างตรงจุด

3. การใช้งานที่สะดวก (Accessibility and Usability) ซึ่งหมายถึง การออกแบบสื่อหรือกิจกรรมที่รองรับการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ โดยไม่ยุ่งยากต่อการเข้าถึง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

4. การตอบสนองทันเวลา (Timeliness) หรือความเหมาะสมของช่วงเวลาในการเรียนรู้ ซึ่งควรอยู่ในขอบเขตที่ผู้เรียนสามารถจดจ่อและซึมซับเนื้อหาได้ในเวลาสั้น ๆ และนำไปใช้ได้ในสถานการณ์จริงทันที

5. การเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย (Technological Integration) สื่อการเรียนรู้แบบจุลภาคควรออกแบบให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทันสมัย และช่วยเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สรลักษณ์ ลีลา (2561) ได้กล่าวว่า แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคอาจแตกต่างกันไปบ้าง สิ่งที่จะระบุได้ว่าลักษณะดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคซึ่งไม่เหมือนกับการเรียนรู้วิธีการอื่น ๆ ที่เห็นได้อย่างชัดเจน ประกอบไปด้วยแนวคิดหลัก ๆ ได้แก่

1. การเรียนรู้สั้น ๆ เป็นการอบรมทำความเข้าใจอย่างสั้น ๆ ไม่มีมาตรฐานว่าควรจะใช้เวลาเท่าไหร่ในการเรียน ยังมีความเห็นที่แตกต่างกันไปตั้งแต่ 1 นาที ไปจนถึง 15 นาที ไม่ควรจะยาวจนกลายเป็นต้องรู้ทั้งหมด

2. ประเด็นเดียว เป็นเนื้อหาที่จะเรียนเรื่องเดียว วัตถุประสงค์เดียว หน่วยเดียว หัวเรื่องเดียว ไม่ใช่ทั้งบทเรียน ไม่ต้องครอบคลุมเนื้อทั้งหมดของหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด

3. เนื้อหาสำคัญ เป็นสาระสำคัญของสิ่งที่ต้องการอบรมหรือจำเป็นเท่านั้น เนื่องจากมีเวลาน้อยมากในการนำเสนอและถ่ายทอด ต้องเน้นเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

4 ตรงเวลา เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคที่จะต้องให้การนำเสนอเนื้อหาผ่านสื่อใด ๆ ก็ตามอยู่ในขอบเขตของเวลา ไม่สั้นเกินไปและไม่ยาวเกินจนยืดเยื้อต้องให้ความรู้หรือทักษะอย่างเร็วที่สุดในเวลาจำกัด เป็นสิ่งที่ส่งเสริมการทำงานและอบรมอย่างมีความสุข

5 อุปกรณ์ที่เป็นมิตร เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะเข้าถึงได้ง่ายและสะดวกในการใช้งานมากที่สุด เช่น การนำเสนอผ่านโทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ ของผู้เรียนที่เขาสามารถใช้ได้สะดวกโดยไม่ยุ่งยากกับการติดตั้งและไม่สร้างปัญหากับเนื้อหาที่นำเสนอในลักษณะต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Learning) คือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการนำเสนอเนื้อหาสั้น กระชับ และมีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง โดยออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านสื่อดิจิทัลหรือเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่าย ซึ่งเนื้อหามักเป็นเรื่อง

สำคัญหรือจุดที่พบบ่อยในการเรียน ทั้งนี้ องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้จุลภาคประกอบด้วย ความชัดเจนของเนื้อหา การกำหนดเป้าหมายเดียว ความยืดหยุ่นด้านเวลา การใช้อุปกรณ์ที่เป็นมิตร และการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีเพื่อสร้างแรงจูงใจและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติอย่างทันเวลาและตอบโจทย์การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล

2.2.4 การออกแบบการเรียนรู้จุลภาค

การออกแบบการเรียนรู้แบบจุลภาคควรออกแบบโดยยึดหลักองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบจุลภาคเป็นแนวทางหลัก เพื่อให้กิจกรรมที่จัดขึ้นมีความครบถ้วน ครอบคลุม และสอดคล้องกับองค์ประกอบย่อยในทุกด้าน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้

Park & Kim (2018) ศึกษาลักษณะสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้แบบจุลภาคบนการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความพอเพียง (adequacy) หมายถึง ระดับความยากในการสร้างสำหรับผู้ที่ไม่เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี 2) ความสะดวก (convenience) หมายถึง เนื้อหาและเครื่องมือสามารถเชื่อมต่อกันและปรับเปลี่ยนได้ 3) ประสิทธิภาพ (efficiency) หมายถึง สามารถสร้างได้ด้วยเวลาที่น้อย 4) การใช้งาน (usability) เป็นรูปแบบเปิดกว้างสำหรับทุกคนและไม่ซับซ้อน 5) ความทันสมัย (recency) ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

Gabrielli et al. (2006) ได้เสนอแนวทางการออกแบบเนื้อหาและกิจกรรม การเรียนรู้กับเทคโนโลยีในการจัดสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้แบบจุลภาคไว้ดังนี้ 1) สามารถเรียนรู้ ได้ทุกที่ทุกเวลา ใช้งานได้ง่าย และเหมาะกับคนที่มีความสามารถด้านเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน 2) ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายในแต่ละเป้าหมายของการเรียนรู้ 3) ผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือเป็น รายบุคคล และยังสามารถได้รับการสนับสนุนหรือความช่วยเหลือจากเพื่อน ผู้สอน ผ่านเทคโนโลยี การสื่อสาร และ4) สามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับความต้องการของผู้เรียนได้เป็นรายบุคคลตามความชอบและความสามารถ หรือระบบสามารถปรับให้เหมาะสมได้อย่างอัตโนมัติ ยังต้องระมัดระวัง ไม่ให้มีความซับซ้อนมากจนเกินไป และยังต้องทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทุก ๆ วัน

การออกแบบการเรียนรู้แบบจุลภาค พิจารณาจาก 2 ส่วนที่สำคัญคือ การออกแบบเนื้อหาแบบจุลภาค (microcontent design) และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบจุลภาค (microlearning activities design)

กฤษณ์ วิริยะสิทธารถ (2563) การออกแบบลักษณะภายในโมดูลของบทเรียนการเรียนรู้แบบจุลภาคนั้นมีหลายองค์ประกอบซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้หลากหลายรูปแบบ โดยบทเรียน

ออนไลน์ทั่วไปมักจะเป็นการเรียนรู้ผ่านวิดีโอและออกแบบโดยผู้สอนทั้งหมดว่าแต่ละครั้งจะเรียนเนื้อหาใดบ้าง ลำดับการเรียนเป็นอย่างไร เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนบทเรียนนั้น ซึ่งการเรียนจะมีระยะเวลามากมายผู้เรียนสามารถเข้ามาศึกษาได้ตลอดเวลาตามต้องการของผู้เรียน ควรให้วิดีโอมีความยาว 4 – 6 นาที เพื่อง่ายต่อการแบ่งเนื้อหาและสามารถครอบคลุมเนื้อหาได้ 1 – 3 สไลด์ ต้องตรวจสอบภาพและเสียงให้พร้อมกัน นอกจากนี้ ผู้เรียนควรสามารถข้ามหรือเรียงลำดับเนื้อหาใหม่ได้เองตามความชอบของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การออกแบบการเรียนรู้แบบจุลภาคควรเน้นความกระชับชัดเจน และมุ่งเน้นเนื้อหาหรือทักษะเฉพาะเรื่องในเวลาจำกัด โดยต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและเข้าถึงง่ายผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน ทั้งนี้ควรออกแบบให้ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ เช่น ความสะดวก ประสิทธิภาพ ความทันเวลา และความเหมาะสม เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและตอบโจทย์ผู้เรียนในบริบทปัจจุบัน

**2.3 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ**

2.3.1 ความหมายของสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ

ปัจจุบันโลกกำลังก้าวเข้าสู่ยุคของจักรวาลนฤมิต (Metaverse) ซึ่งครอบคลุมถึงการใช้สกุลเงินดิจิทัล การทำงานผ่านระบบออนไลน์ การจัดแสดงนิทรรศการในรูปแบบเสมือนจริง รวมไปถึงการศึกษาออนไลน์ที่ช่วยเชื่อมโยงผู้คนให้สามารถสื่อสารและทำกิจกรรมร่วมกันได้อย่างสมจริงเต็มรูปแบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565)

สุรพล บุญลือ (2565) ได้กล่าวว่า เมตาเวิร์สสำหรับการศึกษา เกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างจักรวาลนฤมิตกับโลกความจริงของการเรียนรู้ ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ พบว่า ตัวเราไปเป็นคนอื่นอาจจะทำให้เกิดความสนุก เกิดความแปลกใหม่ และหลีกหนีจากตัวตนที่เป็นอยู่หลีกหนีจากความจริงที่เกิดขึ้น แม้ความเสมือนจะมีการนำไปใช้กับการศึกษาทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ แต่หากการศึกษาเป็นการสอนคน ควรที่จะสอนอย่างเหมาะสมโดยตระหนักในความเป็นคน

พระสุริยา ไชยประเสริฐ และภาสกร เรืองรอง (2566) ได้กล่าวว่า จักรวาลนฤมิต หมายถึงนวัตกรรมที่สามารถนำมาเป็นร่วมกระบวนการจัดการเรียนรู้กับผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม เพราะมีทั้งความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ นวัตกรรมใหม่ที่สามารถติดต่อสื่อสารและสอดแทรกความคิดสร้างสรรค์ได้ง่าย ความเหมาะสมกับการใช้ชีวิตปัจจุบัน

Sharma et al. (2025) ได้กล่าวไว้ว่า จักรวาลนฤมิต (Metaverse) เป็นโลกเสมือนจริงที่เกิดจากการผสานของเทคโนโลยี Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), และ Mixed Reality (MR) เพื่อสร้างประสบการณ์ที่สมจริงและมีปฏิสัมพันธ์สูง โดย Metaverse มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงวิธีการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการดำเนินธุรกิจ โดยเฉพาะในบริบทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ที่สามารถใช้ Metaverse ในการเข้าถึงลูกค้าทั่วโลก ขยายโอกาสทางธุรกิจ และยกระดับประสิทธิภาพผ่านแพลตฟอร์มที่เสมือนจริง มีความยืดหยุ่น และเปิดกว้างต่อการสร้างสรรค์

Zhang et al. (2025) ได้สรุปความหมายของ Metaverse ว่าเป็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ผสานเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Blockchain และ Internet of Things (IoT) เพื่อสร้างประสบการณ์แบบ immersive ที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้แบบเรียลไทม์ Metaverse จึงไม่ใช่เพียงโลกจำลอง แต่เป็นระบบนิเวศน์ดิจิทัลที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ การสร้างเนื้อหา และการดำเนินกิจกรรมในลักษณะที่ใกล้เคียงกับโลกจริงมากที่สุด โดยเฉพาะในด้านการศึกษา ธุรกิจ และสังคม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า จักรวาลนฤมิต หรือ Metaverse หมายถึง โลกเสมือนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ความเป็นจริงเสมือน (VR) และความเป็นจริงเสริม (AR) โดยมีจุดมุ่งหมายในการเชื่อมต่อและผสมผสานระหว่างโลกเสมือนและโลกความจริง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถมีประสบการณ์ที่สมจริงผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น แว่น VR หรือสมาร์ทโฟน การใช้งานครอบคลุมตั้งแต่การศึกษา ประชุม นิทรรศการ ไปจนถึงการสร้างสังคมออนไลน์แบบไร้พรมแดน ทั้งนี้จักรวาลนฤมิตยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์ใหม่ แต่ต้องคำนึงถึงการใช้อย่างเหมาะสมในบริบทของการศึกษาและการพัฒนามนุษย์

2.3.2 บทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงด้านการศึกษา

บทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการศึกษา ซึ่งส่งผลให้เกิดประโยชน์มากมายในแง่ของการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะต่าง ๆ

สุรพล บุญลือ (2565) ได้ศึกษาเมตาเวิร์สสำหรับการศึกษา เกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างจักรวาลนฤมิตกับโลกความจริงของการเรียนรู้ ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ พบว่า การอวตารไปเป็นคนอื่นอาจจะทำให้เกิดความสนุก เกิดความแปลกใหม่ และหลีกหนีจากตัวตนที่เป็นอยู่หลีกหนีจากความจริงที่เกิดขึ้น แม้ความเสมือนจะมีการนำมาใช้กับการศึกษาทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่

แต่หากการศึกษาใช้ความเสมือนแทนความจริงอาจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้แต่อาจจะไม่ทั้งหมด การศึกษาเป็นการสอนคน ควรที่จะสอนอย่างเหมาะสมโดยให้ตระหนักในความเป็นคน ดังพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศรมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร 2539 ที่ได้เคยดำรัสไว้ว่า “เทคโนโลยีชั้นสูงนี้ คนส่วนมากเดี๋ยวนี้ก็เข้าใจว่ามีโทรทัศน์มีดาวเทียม มีเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ว่าเครื่องเหล่านี้หรือสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต ดูรูปร่างท่าทางเหมือนมีชีวิต แต่อาจจะไม่มีชีวิต มีสีก็มีสีได้ แต่ว่าไม่มีสัน คือสีสันนั่นรวมแล้วมันครบถ้วน และยังไม่ครบ ยังไม่มีจิตใจ อาจทำให้คนที่มีจิตใจอ่อนโยนเปลี่ยนเป็นคนละคนก็ได้ แต่ว่าที่จะอบรมโดยใช้สื่อที่ก้าวหน้าที่มีเทคโนโลยีสูงนี่ยากที่สุด ที่จะอบรมบ่มนิสัยด้วยเครื่องเหล่านี้ ฉะนั้นไม่มีอะไรแทนคนสอนคน”

Jovanovic & Milosavljevic (2022) ได้กล่าวว่า Metaverse ได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีศักยภาพมากที่สุดในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการใช้ Metaverse เพื่อการศึกษาไม่ค่อยมีการกล่าวถึง นักการศึกษาส่วนใหญ่อาจไม่ทราบถึงคุณสมบัติของ Metaverse ไม่ต้องพูดถึงการใช้งานที่เป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่นี้ ในเอกสารตำรานี้เรามุ่งมั่นที่จะให้คำจำกัดความที่ชัดเจนของ Metaverse นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอการใช้งานที่มีศักยภาพและประเด็นการวิจัยของ Metaverse ในสถานศึกษา นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงบทบาทของ AI ใน Metaverse และการศึกษาตาม Metaverse คาดว่าจากบทความนี้นักวิจัยจากสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการศึกษาจะมีภาพที่ชัดเจนว่า Metaverse คืออะไรและสามารถใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษาได้อย่างไร ที่สำคัญกว่านั้นคาดว่าจะมีการศึกษาเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาตาม Metaverse ในอนาคตอันใกล้นี้

อนุศาสน์ ตาเสน และคณะ (2567) เทคโนโลยีเสมือนจริงมีบทบาทสำคัญในการยกระดับการเรียนรู้ โดยช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงและเสริมประสบการณ์เรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับโลกจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมปฏิสัมพันธ์ และเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการใช้จักรวาลนฤมิต (Metaverse) ช่วยเปิดมิติใหม่ของการศึกษาในรูปแบบ 3 มิติ ที่ผู้เรียนสามารถสวมบทบาท เข้าไปมีประสบการณ์จริง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า จักรวาลนฤมิต (Metaverse) เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนรู้ โดยเฉพาะการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบดื่มด่ำผ่านตัวตนอวทาร์ ซึ่งช่วยเพิ่มความแปลกใหม่ สนุกสนาน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลองบทบาทที่แตกต่างจากชีวิตจริง อย่างไรก็ตาม แม้เทคโนโลยีจะสามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สมจริงได้

แต่ก็ไม่อาจทดแทนบทบาทของครูได้ทั้งหมด การเรียนรู้ที่แท้จริงยังต้องอาศัยความเข้าใจในความเป็นมนุษย์ ความเมตตา และการอบรมจิตใจ ซึ่งเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเติมเต็มได้ ขณะเดียวกัน ผู้วิจัยต่างประเทศเริ่มให้ความสำคัญกับการศึกษาใน Metaverse มากขึ้น และคาดว่าจะมีงานวิจัยด้านนี้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต

2.3.3 องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

สภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Metaverse) เป็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ผสานโลกดิจิทัลเข้ากับประสบการณ์การมีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบสามมิติ ผู้เรียนสามารถสื่อสาร ร่วมมือ และทำกิจกรรมได้เสมือนอยู่ในโลกจริง องค์ประกอบสำคัญของจักรวาลนฤมิต ได้แก่ เทคโนโลยีเสมือนจริง (VR/AR) สภาพแวดล้อมดิจิทัล เนื้อหาเชิงโต้ตอบ และชุมชนผู้ใช้ที่เชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง

Kanharin and Chatwattana (2025) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมผ่าน Metaverse ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบดังนี้ 1) อวทาร์ (Avatars) คือ ตัวแทนดิจิทัลของผู้ใช้ใน Metaverse ซึ่งสามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการเพื่อแสดงตัวตนและปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้อื่น 2) สภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Environments) คือ สร้างขึ้นจากเทคโนโลยีกราฟิกสามมิติทำให้ผู้ใช้สามารถเดินทางและสำรวจโลกเสมือนได้อย่างอิสระ 3) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) คือ นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันในโปรเจ็กต์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงได้ เช่น การทำงานกลุ่มหรือการเล่นเกมแข่งขัน 4) การสร้างเนื้อหา (Content Creation) คือ การสร้างและปรับแต่งโลกเสมือนจริงโดยผู้ใช้เอง

Tupthong and Chatwattana (2025) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบในการเรียนรู้ผ่านจักรวาลนฤมิต สรุปได้ 7 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) อวทาร์ (Avatar) 2) โลกเสมือนจริง (Second Life) 3) การสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (Communication and Collaboration) 4) การสร้างสรรค์และปรับแต่งเนื้อหา (Content Creation and Customization) 5) เกม (Gaming) 6) การประเมิน (Assessment) และ 7) การโต้ตอบแบบทันที (Real-time Interaction) ตามลำดับ

จุฑามาศ รอไกรเพชร และพินันทา ฉัตรวัฒนา (2567) ได้กล่าวว่า เมตาเวิร์สหรือจักรวาลนฤมิต คือช่องทางหรือ Platforms การติดต่อสื่อสารรูปแบบใหม่ที่เป็นโลกเสมือนจริง ในรูปแบบอวทาร์ 3 มิติ ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงผ่านการจำลองตัวตนในการเข้าสู่โลกเสมือนผ่านแพลตฟอร์มที่สร้างขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการเรียนรู้ผ่าน Metaverse ประกอบด้วย อวทาร์ที่เป็นตัวแทนดิจิทัลของผู้ใช้, โลกเสมือนจริงที่จำลองสภาพแวดล้อมแบบ 3 มิติ, การทำงาน

ร่วมกันและการสื่อสารแบบเรียลไทม์, การสร้างและปรับแต่งเนื้อหาโดยผู้ใช้, รวมถึงกิจกรรมที่มีลักษณะเกมและการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งหมดนี้ช่วยให้เกิดการมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงและมีปฏิสัมพันธ์สูงผ่านแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริง

**2.4 การคิดเชิงคำนวณ**

2.4.1 ความหมายของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกมิติของชีวิต ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill) ได้กลายเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ การแก้ปัญหา และการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบททางการศึกษา การพัฒนาทักษะดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์ปัญหา และออกแบบแนวทางแก้ไขได้อย่างสร้างสรรค์และมีเหตุผล ทั้งนี้ ทักษะการคิดเชิงคำนวณยังเป็นรากฐานสำคัญในการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาการคอมพิวเตอร์ และการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านให้ความหมายและอธิบายองค์ประกอบของทักษะนี้ไว้อย่างน่าสนใจ

Alqahtani & Almassaad (2025) ทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึงชุดวิธีคิดแบบมีระบบของมนุษย์สำหรับแก้ปัญหาที่สะท้อนแนวคิดการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยประกอบด้วยกระบวนการหลัก เช่น การจำแนก (abstraction) เพื่อดึงสาระสำคัญ, การออกแบบอัลกอริทึม (algorithmic thinking) สำหรับกำหนดขั้นตอนแก้ปัญหา, รวมถึงการ วิเคราะห์และประเมินผล (analysis and evaluation) ผลของแนวทางที่นำเสนอ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดการกับโจทย์ที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้กับบริบทต่าง ๆ ได้

Dewi et al. (2025) การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการคิดเชิงระบบที่ผู้เรียนใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยเริ่มจากการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย (decomposition), สังเกตแนวโน้มหรือรูปแบบที่ซ้ำกัน (pattern recognition), ดึงเอาสาระสำคัญมาสร้างแบบจำลอง (abstraction) และออกแบบขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ (algorithmic thinking) จากนั้นจึงนำขั้นตอนเหล่านั้นไปใช้จริงและปรับปรุงตามผลลัพธ์ที่ได้ กระบวนการนี้ไม่เพียงช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ลึกซึ้งขึ้น แต่ยังส่งเสริมให้สามารถนำไปใช้ในบริบทต่าง ๆ ได้จริง ทั้งในห้องเรียนและชีวิตประจำวัน

Yan et al. (2025) ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill) คือความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาเชิงโปรแกรมมิ่งอย่างมี

โครงสร้าง โดยประกอบด้วยการแบ่งปัญหาเป็นส่วนย่อย (decomposition), ออกแบบอัลกอริทึม (algorithmic thinking) และการประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงตรรกะ (logical reasoning) ในการเขียนโค้ดที่สามารถเสริมความเข้าใจผ่านการโต้ตอบกับ LLM ได้ทันที ซึ่งช่วยลดภาระทางปัญญาของผู้เรียนและเร่งพัฒนาทักษะด้านการแก้ปัญหาและการออกแบบอัลกอริทึมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill) เป็นกระบวนการคิดอย่างมีระบบที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ แยกแยะ และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การแบ่งปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) ทักษะเหล่านี้ไม่เพียงส่งเสริมการเขียนโปรแกรมหรือการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้ในสถานการณ์จริงและหลากหลายบริบททางการศึกษา

2.4.2 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายขององค์ประกอบทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคและกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาผ่านการจำแนกปัญหา การสังเกตและวิเคราะห์รูปแบบ การพัฒนาอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการจัดการข้อมูลและข้อจำกัดต่าง ๆ ซึ่งทักษะนี้ไม่เพียงแค่ใช้ในด้านการเขียนโปรแกรมหรือการทำงานกับคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ ด้านของชีวิตประจำวันเพื่อการตัดสินใจที่ดีขึ้น การคิดเชิงคำนวณจึงเป็นทักษะที่สำคัญในยุคที่เทคโนโลยีมีบทบาทในทุกด้านของชีวิต โดยช่วยเสริมสร้างความสามารถในการคิดอย่างมีระบบและวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นความสามารถพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และได้กำหนดองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การคิดแบบแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2. การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) เป็นการพิจารณารูปแบบแนวโน้มของข้อมูล หรือปัญหา และพิจารณาความคล้ายหรือความเหมือนกันของปัญหาย่อยที่อยู่ในปัญหา

3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหาแยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4. การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจน

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2563) ได้อธิบายถึง องค์ประกอบที่สำคัญของแนวคิดเชิงคำนวณมี 4 ส่วนดังนี้

1. การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) การแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการคิดในแนวคิดเชิงคำนวณที่ช่วยแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อทำให้การจัดการกับปัญหาหรือภารกิจนั้นง่ายขึ้น การทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนกลายเป็นปัญหาย่อยที่มีขนาดเล็กลงและซับซ้อนน้อยลงจะช่วยให้การวิเคราะห์และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) ทักษะการหารูปแบบคือการหาความสัมพันธ์และแนวโน้มของสิ่งต่าง ๆ โดยการพิจารณาปัญหาหรือสิ่งที่สนใจจากมุมมองที่กว้างขึ้น เมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ จะใช้ทักษะการแยกส่วนประกอบเพื่อทำให้เห็นองค์ประกอบย่อย ๆ ภายใน จากนั้นใช้ทักษะการหารูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจถึงความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น โดยการพิจารณาว่ามีปัญหาหรือสถานการณ์ที่คล้ายกันเกิดขึ้นมาก่อนหรือไม่ หากมีก็สามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาใช้ใหม่และปรับประยุกต์ได้ ซึ่งจะช่วยให้การจัดการกับปัญหาหรือการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) กระบวนการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญจากรายละเอียดปลีกย่อยในปัญหาหรืองานที่กำลังพิจารณาคือการแยกแยะข้อมูลที่จำเป็นและสำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่จำเป็นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและเหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยรวมถึงการแทนที่กลุ่มของปัญหาหรือขั้นตอนที่มีรายละเอียดหลายขั้นตอนด้วยขั้นตอนใหม่ที่สั้นและกระชับ ซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหาทำได้ง่ายขึ้น

4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) กระบวนการพัฒนาวิธีหาคำตอบคือการกำหนดขั้นตอนที่บุคคลหรือคอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามเพื่อแก้ปัญหา โดยการพัฒนาแนวทางการ

แก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้สามารถดำเนินการตามลำดับขั้นในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ เช่น เมื่อเราต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำงาบางอย่าง เราจะต้องเขียนโปรแกรมคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารตอบสนองตามความต้องการของเราได้

ยลวรรณ ขานเขว้า (2567) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของแนวคิดเชิงคำนวณ ได้ให้องค์ประกอบไว้ 4 องค์ประกอบและมีความหมายใกล้เคียงกัน ประกอบด้วย

1. การแยกส่วนประกอบ (Decomposition)
2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition)
3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
4. การออกแบบลำดับการทำงาน (Algorithm Design)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณมี 4 ส่วนหลัก ได้แก่ การแยกปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition), การหารูปแบบ (Pattern Recognition), การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction), และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) โดยทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดการกับปัญหาหรือภารกิจได้ง่ายขึ้น โดยการแยกปัญหาหรือข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย วิเคราะห์ความเชื่อมโยง และออกแบบแนวทางแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจน ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4.3 การวัดและประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ

การวัดและประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในหลายบริบทของชีวิตประจำวันและวิชาชีพ การประเมินทักษะนี้ช่วยติดตามความก้าวหน้าและพัฒนาการของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมินผลจากโครงการหรือแบบทดสอบ เพื่อสะท้อนการใช้ทักษะเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) การประเมินตนเอง (self-assessment) เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเองและประเมินผลเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยการสะท้อนผลการเรียนรู้และตัวชี้วัดต่างๆ เช่น การเขียนผังความคิด ผังมโนทัศน์ รายงาน บล็อก วิดีโอ หรือการทำแบบประเมินตนเอง

1. การประเมินผลการเขียนบล็อกช่วยให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ทำและสิ่งที่ได้เรียนรู้ พร้อมทั้งตรวจสอบสิ่งที่ควรปรับปรุงในการทำงานแต่ละครั้ง โดยการเปรียบเทียบความก้าวหน้ากับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสะท้อนวิธีคิด พัฒนาการ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียน

และสามารถใช้แบบประเมินตนเองในการประเมินความรู้และทักษะ เช่น ทักษะการเขียนโปรแกรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การเขียนผังมโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนและตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาของแต่ละบทเรียนด้วยตนเอง โดยสามารถนำผังมโนทัศน์ที่เขียนขึ้นมาเปรียบเทียบกับผังมโนทัศน์ที่ผู้สอนจัดทำไว้ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและพัฒนาการของความเข้าใจ

2. การประเมินโดยเพื่อน (peer-assessment) การอภิปรายร่วมกันและการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาผลงานของตนเอง โดยการรับข้อเสนอแนะจากเพื่อนร่วมเรียน เครื่องมือออนไลน์ เช่น ชุมชนออนไลน์และเว็บบล็อก สามารถช่วยสนับสนุนกระบวนการนี้ได้ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนอาจเขียนโปรแกรม Scratch แล้วแบ่งปันผลงานในชุมชนออนไลน์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้อื่นสามารถให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำ ทำให้ผู้เรียนได้รับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีคุณค่า สามารถนำมาปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้นได้

3. การใช้คำถาม ควรจัดการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ โดยใช้การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ เช่น การใช้คำถามที่เริ่มต้นด้วย “เพราะเหตุใด” หรือ “อย่างไร” เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายและแสดงความเห็นพร้อมทั้งให้เหตุผลอย่างอิสระ ตัวอย่างคำถาม เช่น “เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียนอย่างไร?” “เพราะเหตุใดจึงเลือกสร้างชิ้นงานนี้ และจะสร้างชิ้นงานนี้ได้อย่างไร?” “มีวิธีการอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ และจะทำอย่างไร?”

4. การใช้กลวิธี KWL (know, want to know, learned) เป็นกลวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนสรุปตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการตั้งคำถามเช่น “ผู้เรียนรู้อะไร?”, “อยากรู้อะไร?” และ “ได้เรียนรู้อะไรไปแล้ว?” เพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง และผู้สอนสามารถนำข้อสรุปจากการประเมินนี้ไปใช้ในการเตรียมและปรับปรุงการสอนในบทเรียนต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวถึงการวัดและการประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณไว้ว่า เป็นการประเมินตนเองโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริค 4 ระดับ คือ เริ่มต้น กำลังพัฒนา ดี และยอดเยี่ยม ซึ่งแบ่งตามกระบวนการย่อยของการแยกส่วนประกอบย่อยได้เป็น 3 ด้าน คือ 1) เข้าใจความต้องการของปัญหาและอธิบายปัญหา 2) การแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย 3) ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

Dolgopolovas, et al. (2015) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบ Bebras tasks ว่าเป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการสอบข้อเขียน (Multiple Choices)

โดยแบบทดสอบวัดแต่ละหัวข้อถูกสังเคราะห์มาเพื่อวัดบางองค์ประกอบหรือทุกประเภทการเลือกตอบองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ (Components of Computational Thinking) ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างแบบทดสอบหัวข้อ Beaver in his canoe ใน Bebras tasks ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Brennan and Resnick (2012) ได้กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณว่าประกอบด้วย 3 วิธี ดังนี้

1. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นการวิเคราะห์ถึงการใช้ตัวแทนข้อมูลในการทำงาน

2. การสัมภาษณ์ เป็นการตอบคำถามโดยใช้สิ่งของหรือผลงานที่อ้างอิงถึงการทำงาน

3. ภาพจำลองการออกแบบ เป็นการกำหนดระดับของการทำงาน 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง โดยให้นักเรียนประเมินตนเองจากการเลือกระดับของการทำงาน พร้อมทั้งให้นักเรียนอธิบายระดับการทำงานที่เลือก เหตุผลที่เลือก และคุณสมบัติของงานที่สอดคล้องกับระดับของการทำงานที่เลือก

โชติกา สงคราม (2562) ทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถวัดและประเมินได้หลายวิธี เช่น แฟ้มสะสมผลงาน การสัมภาษณ์ ภาพจำลองการออกแบบ เป็นต้น ซึ่งเป็นการประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริค

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง แนวทางในการพัฒนาแบบวัดที่สามารถจัดทำได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบปรนัย (Multiple Choice) และแบบอัตนัย รวมถึงการวิเคราะห์ชิ้นงาน (Analysis of Artifacts Produced) สำหรับแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบ โดยออกแบบตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ 4 ด้าน ได้แก่ การแบ่งปัญหา (Decomposition) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบลำดับขั้นตอน (Algorithm Design)

## 2.5 การคิดสร้างสรรค์

2.5.1 ความหมายของทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์

ในยุคที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและตลาดแรงงาน การพัฒนาทักษะของผู้เรียนในระดับอาชีวศึกษาให้สอดรับกับการเปลี่ยนแปลงจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skill)

ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดนอกกรอบ แก้ปัญหาเชิงวิชาชีพได้อย่างยืดหยุ่น และสร้างแนวทางหรือผลงานใหม่ที่ตอบสนองต่อความต้องการของสถานประกอบการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะนี้ยังมีความสำคัญต่อการพัฒนานวัตกรรมในงานสายอาชีพ เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ การสื่อสารทางธุรกิจ หรือแม้กระทั่งการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีนักวิจัยจำนวนมากที่ให้ความสนใจศึกษาแนวทางการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ในกลุ่มนักเรียนสายอาชีพ เพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่โลกแห่งการทำงานในอนาคต

Nasir et al. (2024) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skill) หมายถึง ความสามารถในการสร้างแนวคิดใหม่ การเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่อย่างมีจินตนาการ โดยเฉพาะในบริบทของการเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัล ผู้เรียนจะได้พัฒนาแนวทางการคิดที่หลากหลาย (divergent thinking) ควบคู่กับการคิดเชิงภาพ (visual thinking) และการคิดเชิงเชื่อมโยง (associative thinking) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดนอกกรอบ ถ่ายทอดแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การเล่าเรื่องในรูปแบบดิจิทัลไม่เพียงแต่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น แต่ยังช่วยหล่อหลอมทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ด้วยตนเองในศตวรรษที่ 21

Muliadi et al. (2025) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skill) คือ ความสามารถของผู้เรียนในการแสดงออกถึงความคิดริเริ่มใหม่ ความคิดที่ยืดหยุ่น การมองปัญหาจากหลากหลายมุมมอง และการพัฒนาความคิดที่มีรายละเอียด โดยเน้นการคิดเชิงนามธรรมและเปิดกว้างต่อแนวคิดใหม่ ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาการเรียนรู้ที่มีคุณภาพมากขึ้นในบริบทของการเรียนรู้แบบใช้โครงงาน (Project-Based Learning)

Adnan, et al. (2025) ได้อธิบายว่า ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skill) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคิดอย่างยืดหยุ่นและริเริ่มสร้างสรรค์ โดยสามารถแสดงออกถึงแนวคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากกรอบความคิดเดิม และสามารถนำเสนอวิธีแก้ไขปัญหาหรือแนวทางพัฒนาได้อย่างหลากหลายและมีจินตนาการ ทักษะนี้พัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่ออยู่ในบริบทของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเอื้อต่อการส่งเสริมบุคลิกภาพ การแสดงออก และการพัฒนาศักยภาพภายในของแต่ละบุคคล โดยเฉพาะในกลุ่มเยาวชนที่อยู่ในช่วงพัฒนาทักษะทางปัญญาและอารมณ์อย่างเข้มข้น

ทิศนา แขมมณี (2555) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวม ซึ่งประกอบด้วย ความคิด

คล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Original) และความคิดละเอียดลออ (Flaboration) สำหรับความสามารถที่ผู้เรียนแสดง ออกมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์จะต้องเป็นการสร้างแนวคิดใหม่ แสวงหาและพิจารณาทางเลือกที่หลากหลาย พลิกแพลง ปรับเข้าหาแนวทางสำรวจทางเลือกที่เหมาะสมและตั้งข้อตกลงอย่างท้าทาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ ความสามารถในการคิดอย่างยืดหยุ่น นอกกรอบ และพัฒนาแนวคิดใหม่อย่างมีจินตนาการ โดยเน้นการมองปัญหาจากหลากหลายมุมมองและการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเพื่อสร้างสิ่งใหม่ ทักษะนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้เรียนในระดับอาชีวศึกษา เพราะช่วยให้สามารถออกแบบแนวทางการทำงานที่ตอบโจทย์วิชาชีพและพัฒนานวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกและการเตรียมพร้อมสู่โลกการทำงานในศตวรรษที่ 21

2.5.2 องคประกอบของความคิดสร้างสรรค

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษา กล่าวถึงไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่ก่อให้เกิดผลผลิต แนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากสิ่งเดิม ๆ ที่เคยมีมาก่อน เป็นกระบวนการคิดที่มีคุณค่าต่อการพัฒนางานในทุก ๆ ด้าน การเจริญพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นมากมายและรวดเร็ว จากอดีตจนถึงปัจจุบันล้วนเกิดจากผลิตผลทางการคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ออกมามากมายหลายแนวทาง เช่น Grilford ในยุค 1962 ซึ่งเป็นรูปแบบที่รู้จักกันดีในยุคปัจจุบัน Grilford ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถในการคิดได้อย่างหลากหลาย กว้างไกล ซึ่งจะเกิดจากองค์ประกอบทางความคิดย่อย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ หรือความสามารถคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ ขอความคิดแบบคล่องแคล่วนั่นเอง เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็นและยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์ต่าง ๆ อย่างมีความหมาย

Grilford (1967) ได้กำหนดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความคิดในเรื่องเดียวกันที่ไม่ซ้ำกันในองค์ประกอบนี้ ความคิดจะโลดแล่นออกมามากมาย

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นประเภทหรือแบบของความคิดที่พยายามคิดได้หลายอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ประโยชน์ของก้อนหินมีอะไรบ้าง หรือความคิดยืดหยุ่นด้านการดัดแปลงสิ่งต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา หรือความคิดง่าย ๆ ที่เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดที่ต้องทำด้วยความระมัดระวังและมีรายละเอียดที่สามารถทำให้ความคิดสร้างสรรค์นั้นสมบูรณ์ขึ้นได้

กิลฟอร์ด และโฮปฟ์เนอร์ (Grilford & Hoepfner, 1971 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2551, หน้า 33) ได้ศึกษาและเพิ่มองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ เป็น 8 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality)
2. ความคิดคล่องตัว (Fluency)
3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)
5. ความคิดไวต่อปัญหา (Sensitivity problem)
6. ความสามารถในการให้นิยามใหม่ (Redefinition)
7. ความซึมซาบ (Penetration)
8. ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

มาลิณี รักดี (2560) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) ซึ่งสามารถรับรู้สิ่งต่าง ๆ และทำให้เกิดความคิดโดยผ่านกระบวนการลงมือปฏิบัติและสร้างสรรค์ผลงานออกมาในรูปแบบต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สามารถสรุปองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้ 4 ด้านหลัก ได้แก่ 1) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) คือ ความสามารถในการคิดคำตอบได้หลากหลาย 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ การปรับเปลี่ยนแนวคิดได้หลายมุมมอง 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ การคิดสิ่งใหม่ แปลก แตกต่าง และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือ การคิดเชิงลึก มองเห็นรายละเอียดและเชื่อมโยงได้อย่างมีความหมาย ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างมีคุณภาพ

2.5.3 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์

กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาแต่ละท่านที่ได้แบ่งไว้มีหลายแบบ แล้วแต่ความสนใจและจุดเน้นของแต่ละท่าน ดังนี้

Torrance (1963) สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นดังนี้ 1) การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact Finding) เริ่ม จากการความรู้สึกกังวล สับสนวุ่นวาย แต่ยังไม่สามารถ หาปัญหาได้ว่าเกิดจากอะไร ต้องคิดว่าสิ่งที่ทำให้เกิด ความเครียดคืออะไร 2) การค้นพบปัญหา (Problem Finding) เมื่อคิดจนเข้าใจจะสามารถบอกได้ว่าปัญหา ต้นตอคืออะไร 3) การค้นพบความคิดอุดมคติ (Ideal Finding) คิดและตั้งสมมติฐาน ตลอดจนรวบรวมข้อมูล ต่างๆ เพื่อทดสอบความคิด 4) การค้นพบคำตอบ (Solution Finding) ทดสอบสมมติฐานจนพบคำตอบ และ 5) การยอมรับจากการค้นพบ (Acceptance Finding) ยอมรับคำตอบที่ค้นพบและคิดต่อว่าการค้นพบ จะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ต่อไปที่ เรียกว่า การท้าทาย (ในทิศทาง) ใหม่ (New Challenge)

มอร์แกน (Morgan, 1966; อ้างถึงใน สุชา จันทร์เอม, 2551 : 186) กล่าวว่า วิธีการที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียม (Preparation) คือการเตรียมปัญหาว่าสิ่งที่อยากรู้คืออะไร

2. การคิดหาทางแก้ (Incubation) เป็นการคิดพิจารณาปัญหาหรือสิ่งที่อยากรู้ว่าจะหาข้อมูลจากที่ไหน สิ่งที่จะค้นคว้ารวบรวมได้มีอะไรบ้าง

3. การทำให้กระจ่างชัด (Illumination) คือการมองเห็นวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

4. การหาคำตอบ (Verification) เป็นการยืนยันผลจากการทดสอบว่า วิธีการแก้ปัญหาใด ที่ให้คำตอบได้ถูกต้องที่สุด

กิลฟอร์ด (Guiford, 1967; อ้างถึงใน ชลธิชา ชิวปรีชา, 2554 : 21) กล่าวว่า คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความฉับไวที่จะรับรู้ปัญหามองเห็นปัญหาสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดใหม่ ๆ และปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ซึ่งมีวิธีคิดเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. การรับรู้และการเข้าใจ ความสามารถในการเข้าใจสิ่งต่างๆ อย่างรวดเร็ว

2. การจำ การสะสมข้อมูลต่างๆ ที่เรียนรู้มาสามารถระลึกออกมาได้

3.การคิดแบบอเนกนัย การตอบสนองได้หลายๆ อย่างจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้

4. การคิดแบบเอกนัย ความสามารถในการตอบสนองที่ถูกต้องและดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้

5. การประเมินค่า การตัดสินข้อมูลที่กำหนดให้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

วอลลาส (Wallas, 1962; อ้างถึงใน ชลธิชา ชิวปรีชา, 2554 : 20) กระบวนการคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการรวบรวมเรื่องราวแนวคิดต่างๆ เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

2.ขั้นเพาะความรู้ การใช้ความคิดเพื่อนำความรู้รวบรวมไว้ตั้งแต่แรกเข้าประสมกลมกลืนกัน

3.ขั้นเกิดความคิด เกิดการหยั่งรู้ตระหนักถึงคำตอบสำหรับการแก้ปัญหานั้น ๆ

4. ขั้นพิสูจน์ การนำความรู้ที่เก็บรวบรวมมาทดสอบว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

ศุภนัจ คนคลอง (2562) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นการคิดแบบเป็นขั้นตอน พร้อมทั้งมีการวิเคราะห์ปัญหาโดยต้องอาศัยความเข้าใจเพื่อหาทางเริ่มจากการค้นพบปัญหาแก้ปัญหานั้น โดยผลที่จะได้รับนั้นคือคำตอบ นำไปสู่การสร้างสรรค์ผลงานโดยผ่านกระบวนการความคิดสร้างสรรค์เป็นผลงานต่าง ๆ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการความคิดสร้างสรรค์เป็นลำดับขั้นที่เน้นการเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ไขอย่างหลากหลาย จนนำไปสู่การค้นพบคำตอบหรือแนวทางใหม่ที่มีคุณค่า โดยนักจิตวิทยาและนักการศึกษาแต่ละท่านเสนอขั้นตอนที่แตกต่างกัน เช่น การเตรียม การฟักตัวทางความคิด การเกิดความคิด และการตรวจสอบผล ซึ่งล้วนเน้นกระบวนการคิดที่เป็นระบบและเปิดกว้างในการสร้างนวัตกรรมหรือผลงานใหม่ ๆ

2.5.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์

การวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยสะท้อนระดับพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียน โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ได้

อย่างหลากหลาย แนวทางการประเมินดังกล่าวมีพื้นฐานจากแนวคิดของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ซึ่งได้เสนอแนวทางและขั้นตอนที่ชัดเจนในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมศักยภาพผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) ได้กล่าวว่า การประเมินความคิดสร้างสรรค์โดยการบูรณาการตัวชี้วัดของการคิดสร้างสรรค์ร่วมกับการประเมินผลในวิชาอื่น สามารถประเมินการคิดเข้ากับการประเมินแต่ละวิชาได้หมดโดยไม่ต้องแยกการประเมินการคิดสร้างสรรค์ออกมาโดยเฉพาะ และเป็นการสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการคิดเข้ากับวิชาต่าง ๆ หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เรียนด้วย ลักษณะเครื่องมือประเมินต้องมีตัวชี้วัดหรือวัตถุประสงค์การประเมินพฤติกรรมด้านการคิดสร้างสรรค์อยู่ในวัตถุประสงค์ของนักเรียนส่งผลงานกลุ่มที่นำเสนอและประเมินการนำเสนอได้ด้วย

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1957 อ้างถึงใน ยุพาวดี นิศวอนุตรพันธ์, 2556 : 47-48) กล่าวว่า ความแตกต่างของบุคคลอยู่ที่ความคิดสร้างสรรค์และประสบการณ์เป็นสำคัญ และได้แบ่งกระบวนการเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการแสดงออกอย่างอิสระ มีความสนใจและรู้ถึงความต้องการของจิตใจและสมอง 2) การผลิตงานโดยอาศัยทักษะต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ และน่าสนใจ 3) ขั้นสร้างสรรค์ ไตร่ตรองถึงการวางแผนออกแบบ โครงร่างและรูปแบบของงาน 4) ขั้นคิดประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ เกิดจินตนาการในการสร้างสรรค์ ผลงานไม่ซ้ำ มีความแปลกใหม่ 5) ขั้นการพัฒนาผลงานให้มีประสิทธิภาพ มีความเป็นจริงและแสดงผลให้เห็นได้ชัดเจน และ 6) ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด รวบรวมความคิดและแสดงออกมาเป็นรูปแบบผลงานเฉพาะตัว เกิดข้อสรุปเป็นทฤษฎีใหม่ ดังนั้นการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แนวคิดของแอนเดอร์สัน จำเป็นต้องใช้การสร้างเครื่องมือวัดแบบระดับคุณภาพของแต่ละขั้นของการเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์

ศุภนัจ คนคล่อง (2562) ได้กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์จะสามารถทำให้ทราบระดับความคิดของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นข้อสนเทศในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและเพื่อพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนให้เพิ่มมากขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดการวัดความคิดสร้างสรรค์ จากแนวคิดของแอนเดอร์สัน ซึ่งแบ่งกระบวนการเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ 6 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นการแสดงออกอย่างอิสระ ขั้นที่ 2 ขั้นการผลิตงานโดยอาศัยทักษะต่าง ๆ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ ขั้นที่ 4 ขั้นคิดประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ ขั้นที่ 5 ขั้นการพัฒนา

ผลงานให้มีประสิทธิภาพ และขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด โดยมีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละขั้นสำหรับใช้ในการวัดผลและประเมินผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของแอนเดอร์สัน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนที่สะท้อนกระบวนการพัฒนาทักษะอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การแสดงออกอย่างอิสระจนถึงขั้นการสร้างสรรค์ผลงานที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยการวัดจะใช้เกณฑ์ระดับคุณภาพของแต่ละขั้น เพื่อให้สามารถประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

**2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

นายอะพินัน สุวันดี (2566) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้จุลภาคผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมการรู้ดิจิทัลและอาทรดิจิทัลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ: 1. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้จุลภาคผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมการรู้ดิจิทัลและอาทรดิจิทัล 2. พัฒนารูปแบบกิจกรรมและแพลตฟอร์ม 3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน 4. ประเมินผลการรู้ดิจิทัล อาทรดิจิทัล และความพึงพอใจของนักศึกษาหลังการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม มีวิธีดำเนินการวิจัย วิจัยเชิงทดลอง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยครูปากเซ สปป.ลาว จำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนในวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐาน ดำเนินการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) ผ่านจักรวาลนฤมิต (Metaverse) แล้วเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ การรู้ดิจิทัล อาทรดิจิทัล และความพึงพอใจ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน 1. แบบกิจกรรมการเรียนรู้ 2. แบบประเมินความเหมาะสมและคุณภาพของกิจกรรมและแพลตฟอร์ม 3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ 4. แบบประเมินการรู้ดิจิทัลและอาทรดิจิทัล 5. แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัย พบว่า 1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมาก 2. แพลตฟอร์มมีคุณภาพในระดับมาก 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4. ระดับการรู้ดิจิทัลและอาทรดิจิทัลหลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก 5. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มในระดับมาก

นางสาวสุพัตรา เสภัยยันต์ (2565) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อส่งเสริมนวัตกรยุวชน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมลักษณะของนวัตกรยุวชนผ่านเทคโนโลยี Metaverse มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1. เพื่อสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมรังสรรค์ผ่านจักรวาลนฤมิต 2. เพื่อพัฒนารูปแบบ

และระบบการเรียนรู้ 3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ และคุณลักษณะของนวัตกรยุวชนที่ได้รับจากการเรียนรู้ มีวิธีดำเนินการวิจัย วิจัยและพัฒนา (R&D) ใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน ม.2 จำนวน 46 คน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒองครักษ์ ดำเนินการพัฒนาระบบเรียนรู้ใน Metaverse และใช้ก่อน-หลังการเรียนในการวัดผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน 1. แบบสังเคราะห์และแบบประเมินการเรียนรู้ 2. รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ 3. ระบบการเรียนรู้ใน Metaverse 4. แบบประเมินคุณภาพระบบ 5. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 6. แบบประเมินคุณลักษณะนวัตกร และ 7. แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, คุณลักษณะนวัตกรยุวชนหลังเรียนอยู่ในระดับดี, ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการเรียนรู้ใน Metaverse อยู่ในระดับมากที่สุด (เฉลี่ย 4.58, S.D. 0.19)

Agaoglu et al. (2025: 1-13) ได้ทำการวิจัยเรื่อง: The effect of artificial intelligence (AI) usage on creative thinking in nursing students, examining the mediating role of digital literacy and the moderating role of academic support. มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาล โดยมีบทบาทสื่อกลางของความรู้เท่าทันดิจิทัล และบทบาทกำกับสถานการณ์ของการสนับสนุนทางวิชาการมีวิธีดำเนินการวิจัย วิจัยแบบภาคตัดขวาง และเชิงสัมพันธ์แบบพรรณนา ดำเนินการกับนักศึกษาพยาบาล 426 คนจาก 3 มหาวิทยาลัยในประเทศตุรกี ใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือ SPSS, AMOS และ PROCESS Macro เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมินแบบสอบถามข้อมูลประชากร, แบบวัดการรับรู้การใช้ AI, แบบวัดแนวโน้มการคิดสร้างสรรค์, แบบวัดความรู้เท่าทันดิจิทัล และแบบวัดการรับรู้การสนับสนุนทางวิชาการ โดยใช้มาตร Likert 5 ระดับ ผลการวิจัย พบว่า การใช้ AI มีผลเชิงบวกต่อการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญ โดยความรู้เท่าทันดิจิทัลทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่สำคัญ และการสนับสนุนทางวิชาการมีบทบาทกำกับสถานการณ์ในความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยการสนับสนุนระดับสูงช่วยเพิ่มผลของ AI ต่อการคิดสร้างสรรค์ได้สูงสุด

Alabbasi et al. (2025: 1-13) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Examining the effect of primary education thinking skills curriculum on the creative thinking abilities of gifted female students มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาผลของหลักสูตร Primary Education Thinking Skills (PETS™) ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคล่องแคล่ว

ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนหญิงที่มีพรสวรรค์ในระดับประถมศึกษาในประเทศบาห์เรน มีวิธีดำเนินการวิจัย ใช้รูปแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) โดยแบ่งนักเรียนหญิงที่มีพรสวรรค์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง (ได้รับบทเรียน PETS™ จำนวน 16 บทเรียน ในระยะเวลา 8 สัปดาห์) และกลุ่มควบคุมอีก 2 กลุ่ม ไม่ได้รับบทเรียน PETS™ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน (โดยย่อ): ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ Runco Creativity Assessment Battery (r-CAB) ทั้งแบบวาจา (verbal) และแบบภาพ (figural) วัดคะแนนความคล่องแคล่ว ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านความคล่องแคล่ว (fluency) และความยืดหยุ่น (flexibility) ทั้งในการทดสอบแบบวาจาและแบบภาพ และมีความแตกต่างในด้านความคิดริเริ่ม (originality) แบบรูปธรรม (figural) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแบบวาจา

Diane Vassallo (2025: 4-126) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Fostering computational thinking in early learners: an iterative approach in a Maltese primary school มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาวิธีการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมทั้งแบบ Plugged และ Unplugged ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงออกแบบ (Design-Based Research: DBR) ที่ผสานเข้ากับทฤษฎี Interest-Driven Creator (IDC) เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศมอลตาที่ยังไม่มีการบรรจุทักษะการคิดเชิงคำนวณ ไว้ในหลักสูตรอย่างเป็นทางการ มีวิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงออกแบบ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ วิเคราะห์ ออกแบบ ดำเนินการ และปรับปรุง ผ่านการจัดกิจกรรมให้เด็ก 119 คนในระดับชั้นปีที่ 1 เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 30 นาที โดยเริ่มจากกิจกรรม Unplugged แล้วจึงค่อย ๆ พัฒนาไปสู่กิจกรรม Plugged ที่ใช้เทคโนโลยี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน ใช้เครื่องมือประเมิน TechCheck (เครื่องมือวัด CT แบบ Unplugged) ควบคู่กับการเก็บข้อมูลจากการสังเกต การสัมภาษณ์ครู และการประชุมสะท้อนผลรายสัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า: นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนเฉลี่ยจาก TechCheck เพิ่มขึ้นจาก 7.05 เป็น 10.75 นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้กิจกรรมที่พัฒนาต่อเนื่องจาก Unplugged ไปสู่ Plugged ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดการคิดเชิงคำนวณอย่างลึกซึ้ง ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และสามารถปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความหลากหลายได้ดีขึ้น

Yan et al. (2025: 1-12) ได้ทำการวิจัยเรื่อง LLM-based collaborative programming: impact on students' computational thinking and self-efficacy มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาผลของการใช้โมเดลภาษาใหญ่ (Large Language Models: LLMs) ในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมแบบร่วมมือ (Collaborative Programming) ที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) และประสิทธิภาพตนเอง (Self-efficacy) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีวิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยใช้การทดลองแบบกึ่งทดลอง (quasi-experiment) โดยแบ่งนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 82 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือทั่วไป) และกลุ่มทดลอง (ใช้ LLM ร่วมในการเรียนรู้แบบร่วมมือ) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ รวม 12 คาบเรียน โดยใช้ภาษา C++ ในการเรียนการสอน และประเมินผลด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน: แบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณจาก Bebras Challenge, แบบสอบถาม Self-efficacy (Wang & Hwang, 2012), แบบสอบถาม Cognitive Load (Hwang et al., 2013), การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแบบสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัย พบว่า การใช้ LLM ในการเรียนแบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมี Cognitive Load ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนความสามารถในการพึ่งพาตนเอง (Self-efficacy) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มลดลงน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และจากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนในกลุ่มที่ใช้ LLM แสดงความพึงพอใจ สนใจเรียนมากขึ้น และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า

Sisamud et al. (2025: 56-74) ได้ทำการวิจัยเรื่อง The Outcomes of Project-Based Learning System on Metaverse through Design Thinking for Buddhism Innovators มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานในเมตาเวิร์สผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนวัตกรพุทธศาสนา และศึกษามุมมองของผู้เรียนที่ใช้ระบบดังกล่าวในด้านประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ลักษณะนวัตกร และความพึงพอใจ มีวิธีดำเนินการวิจัย (ขั้นตอนโดยย่อ): ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) โดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) กับกลุ่มตัวอย่างสามเณรนิกายมหายานจำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน ได้แก่ ระบบการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานในเมตาเวิร์ส แบบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบประเมินลักษณะนวัตกร และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัย พบว่า 1. ระบบมีคุณภาพ

อยู่ในระดับดีมาก 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. ลักษณะของพุทธนวัตกรหลังใช้ระบบอยู่ในระดับดีมาก 4. ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระบบการเรียนรู้ดังกล่าวในระดับสูง

Tupthong & Chatwattana (2025: 150-159) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Architecture of the Micro-learning Platform Mixed with Gamification via Metaverse to Promote Creative Problem-solving Skills มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้: เพื่อศึกษาและออกแบบสถาปัตยกรรมของแพลตฟอร์มไมโครเลิร์นนิงที่ผสมผสานกลไกเกม (Gamification) ผ่านจักรวาลนฤมิต (Metaverse) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนอาชีวศึกษา มีวิธีดำเนินการวิจัย (ขั้นตอนโดยย่อ): ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบ pre-experimental โดยใช้รูปแบบ one-shot case study กลุ่มตัวอย่างคือผู้เชี่ยวชาญ 9 คนที่เชี่ยวชาญด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแพลตฟอร์ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน (โดยย่อ): 1. แพลตฟอร์มไมโครเลิร์นนิงที่ออกแบบ 2. แบบประเมินความเหมาะสม 5 ระดับ ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ผลการวิจัย พบว่า: ความเหมาะสมขององค์ประกอบโดยรวมของแพลตฟอร์มอยู่ในระดับสูงที่สุด (Mean = 4.91, S.D = 0.21), ความเหมาะสมขององค์ประกอบย่อย เช่น ปัจจัยนำเข้า กระบวนการผลลัพธ์ (Output) และผลสะท้อนกลับ (Feedback) ล้วนอยู่ในระดับสูง, แพลตฟอร์มนี้สามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อย่างมีประสิทธิภาพ

Ouaazki et al. (2024) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Generative AI-Enabled Conversational Interaction to Support Self-Directed Learning Experiences in Transversal Computational Thinking มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาผลของการปรับแต่งคำสั่ง (Prompt-tuning) โดยใช้แนวคิดด้านการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) กับปัญหาการเขียนโปรแกรม และเพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์ของผู้เรียนต่อการใช้โมเดล AI สนทนา (เช่น ChatGPT) ในโครงการการเรียนรู้ด้วยตนเองระยะยาว มีวิธีดำเนินการวิจัย (ขั้นตอนโดยย่อ): การศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน 1. ทดลองใช้ Prompt-tuning ที่เน้นหลักการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) กับนักศึกษาในการเรียนเขียนโปรแกรม Python ผ่านแพลตฟอร์ม Graasp 2. วิเคราะห์การใช้ ChatGPT ในโครงการเขียนเกมแบบเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา โดยให้นักศึกษาใช้ ChatGPT โดยตรงในการช่วยออกแบบและพัฒนาโปรเจกต์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน ระบบ Graasp พร้อม Graasp Bot (GPT-3) สำหรับการเรียนแบบ Lab, แบบสอบถามวัดการใช้งาน (Usability), แบบวัดทัศนคติต่อแชทบอท (GAToRS), คะแนนแบบฝึกหัด, การวิเคราะห์บทสะท้อน (Reflection Report) และ log การใช้งาน ChatGPT ผลการวิจัย พบว่า การปรับแต่ง Prompt ตามแนวคิดด้านการคิดเชิงคำนวณ CT ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (learning outcomes) อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะความถูกต้องของคำตอบ, ความพึงพอใจในการใช้งานแชทบอทลดลง เนื่องจากนักเรียนรู้สึกว่าการตอบแบบ CT-based นั้นใช้เวลานานและใช้งานยากกว่า, การใช้ ChatGPT ในโครงการระยะยาวช่วยในการสร้างโค้ด แก้บั๊ก และเข้าใจโค้ดมากขึ้นในช่วงแรก แต่เมื่อโค้ดซับซ้อนขึ้น การพึ่งพา ChatGPT เริ่มลดลง และพบข้อจำกัดเรื่องความแม่นยำของคำตอบ

Qian Zhou et al. (2022: 403-406) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “The Effectiveness of Self-Directed Learning in Developing Computational Thinking of Middle School Students” มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) ที่มีต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) และความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่านการเรียนการสอนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมแบบใช้บล็อก (Block-based Programming) มีวิธีดำเนินการวิจัยใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental) โดยเลือกนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 128 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ S.DL ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยายและฝึกปฏิบัติทั่วไป เก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองด้วยแบบทดสอบ (Computational Thinking) และแบบวัดความเชื่อมั่นตนเองด้าน (Computational Thinking) รวมทั้งสัมภาษณ์เชิงลึก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมิน (โดยย่อ): แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (CT skill test) ของ Román-González et al. (2017), แบบวัดความเชื่อมั่นตนเองด้าน Computational Thinking (CT self-efficacy scale) ของ Korkmaz et al. (2017), แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ Paired sample t-test, Independent t-test และวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง (S.DL) มีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณและความเชื่อมั่นในตนเอง โดยเฉพาะในด้านการคิดเชิงขั้นตอนและการแก้ปัญหาเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยสนับสนุนว่าการเรียนรู้ด้วยตนเอง (S.DL) เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ในระดับมัธยมศึกษา

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ และแพลตฟอร์ม Metaverse มีศักยภาพสูงในการส่งเสริม การคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในหลายระดับการศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้ทั้งแบบจุลภาค การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ผ่านโครงงาน ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การออกแบบ และการสร้างนวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ความรู้เท่าทันดิจิทัลและการสนับสนุนทางวิชาการยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มผลลัพธ์การเรียนรู้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าแนวทางเหล่านี้สามารถประยุกต์ใช้ในอาชีวศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 และพร้อมต่อการทำงานในโลกดิจิทัลอย่างยั่งยืน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 3) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 5) เพื่อประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 6) เพื่อประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.4 วิธีดำเนินการวิจัย
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

## 3.1 แบบแผนการวิจัย

แบบแผนของการทดลอง แบบกลุ่มเดียว และมีการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) (Fitz-Gibbon & Morris, 1994)

| Pretest | Treatment | Posttest |
|---|---|---|
| $T_1$ | X | $T_2$ |

โดยที่ $T_1$ แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

X แทน การทดสอบก่อนเรียน (Treatment)

$T_2$ แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

**3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 72 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จำนวน 40 คน

**3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้พัฒนาและใช้เครื่องมือ ดังนี้

3.3.1 การออกแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

3.3.1.1 แบบสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

3.3.1.2 กรอบแนวคิดการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัยดังนี้ การจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถ (Self-Directed Learning) การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-learning) สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ (Metaverse) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Learning) การคิดเชิงคำนวณ (Computational) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

3.3.1.3 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์เป็นการผสานการจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถ 4 ขั้นตอน กับการเรียนรู้แบบจุลภาค 4 ขั้นตอน สามารถเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย) 2) ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง 3) ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย และ 4) ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้

3.3.1.4 รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1

ปัจจัยนำเข้า (ผู้เรียน, ผู้สอน, วัตถุประสงค์, เนื้อหา, จักรวาลนฤมิต) องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาแบบจุลภาค (ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย, ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง, ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย, และขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้) องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การคิดเชิงคำนวณ, การคิดสร้างสรรค์) องค์ประกอบที่ 4 ผลป้อนกลับ

3.3.1.5 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบการเรียนการสอนและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีลักษณะข้อคำถาม 5 ระดับ

3.3.1.6 แผนการจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ เป็นการนำเสนอเนื้อหาหลักสูตรวิชาชีพรายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น จำนวน 12 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ประกอบด้วย

เรื่องที่ 1 พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

- ความหมายและความสำคัญของการเขียนโปรแกรม
- ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและการออกแบบโปรแกรม

เรื่องที่ 2 การเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น

- คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปร และชนิดข้อมูล
- การใช้คำสั่งเงื่อนไขและการวนซ้ำ (if, for, while)

3.3.2 การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ เครื่องมือสำหรับการวิจัยมีดังนี้

3.3.2.1 แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

3.3.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.3.2.3 แบบประเมินการคิดเชิงคำนวณ เป็นการประเมินตามสภาพจริงโดยใช้ Rubric Score มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้มาตราวัด 4 ระดับ

3.3.2.4 แบบประเมินการคิดสร้างสรรค์ เป็นการประเมินตามสภาพจริงโดยใช้ Rubric Score มีเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้มาตราวัด 4 ระดับ

### 3.4 วิธีดำเนินการวิจัย

การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ เป็นการออกแบบและพัฒนาตามหลักการออกแบบระบบการเรียนการสอน โดยแบ่งขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ ขั้นการออกแบบ ขั้นการพัฒนา ขั้นการนำไปใช้ และขั้นการประเมิน ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ระยะ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ระยะที่ 3 พัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ระยะที่ 4 ประเมินผลการใช้งานแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ระยะที่ 1 สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ในระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้องค์ประกอบในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ในการเรียนรู้ โดยมีการดำเนินงานตามลำดับ ดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปการสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3-1

**ตารางที่ 3-1** ตารางสังเคราะห์การเรียนรู้อัตโนนาโถ

| **ตารางสังเคราะห์การเรียนรู้อัตโนนาโถ (Self-directed learning)** | Pereira & Pereira. (2025) | Phueak-iam. (2022) | Thossata O. et al. (2024) | จักรินทร์ สันติรัตนภักดี และศุภกฤษฎ์ นิวัฒนากูล (2567) | Wu et al. (2025) | Aulakh et al. (2025) | Han et al. (2025) | Khan et al. (2025) | Govindharaj & Swaminathan (2025) | Beck (2025) | **ผลการสังเคราะห์** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. ขั้นการประเมินความพร้อมในการเรียนรู้ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2. ขั้นการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3. ขั้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4. ขั้นประเมินการเรียนรู้ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

จากตารางที่ 3-1 สรุปได้ว่าขั้นตอนการเรียนรู้อัตโนนาโถออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการประเมินความพร้อมในการเรียนรู้ (Assess Readiness to Learn) คือ การพิจารณาความพร้อมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ทักษะ ทัศนคติ และแรงจูงใจ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (Set Learning Goals) คือ การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจนและเหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้และการพัฒนาตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ (Engage in the Learning Process) คือ การที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า และใช้แหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ อย่างกระตือรือร้นและต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประเมินการเรียนรู้ (Evaluation) คือ การตรวจสอบและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ในอนาคต

1.2 การเรียนรู้แบบจุลภาค

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปการสังเคราะห์การเรียนแบบจุลภาคมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3-2

**ตารางที่ 3-2** ตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบจุลภาค

| **ตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Learning)** | Hilsmann & Dodson. (2025) | Albooghobeish et al. (2025) | Gong et al. (2025) | Piankarnka et al. (2025) | ปรัชญ์นันท์ นิลสุข (2561) | สรัลภัทณ์ ลีลา (2561) | Tupthong & Chatwattana (2025) | HajiAbad et al. (2024) | Abbasalizadeh et al. (2024) | Azim et al. 2024) | **ผลการสังเคราะห์** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. กำหนดวัตถุประสงค์เดียว | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2. นำเสนอสาระสำคัญ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3. กิจกรรมเฉพาะเรื่อง | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4. ประเมินผลสรุป | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

จากราตางที่ 3-2 สรุปได้ว่าขั้นตอนการเรียนรู้แบบจุลภาค ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์เดียว คือ การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงและชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่ต้องบรรลุในช่วงเวลาสั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 นำเสนอสาระสำคัญ คือ การถ่ายทอดเนื้อหาที่กระชับ ตรงประเด็น และเน้นเฉพาะสาระสำคัญที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ขั้นตอนที่ 3 กิจกรรมเฉพาะเรื่อง คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นเนื้อหาหรือทักษะเฉพาะเรื่องเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือประยุกต์ใช้ทันที

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผลสรุป คือ การตรวจสอบความเข้าใจหรือทักษะของผู้เรียนในประเด็นที่กำหนดพร้อมสรุปสาระสำคัญเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

1.3 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถอัจฉริยะแบบจุลภาค

จากการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถและการเรียนรู้แบบจุลภาคสามารถนำมาผสานรวมกันเป็นกระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3-3

**ตารางที่ 3-3** กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถจุลภาค

| **การเรียนรู้อัตโนนาโถ** | **การเรียนรู้แบบจุลภาค** | **การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค** | **คำอธิบาย** |
|---|---|---|---|
| ขั้นการประเมินความพร้อมในการเรียนรู้ | กำหนดวัตถุประสงค์เดียว | 1. ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจความรู้พื้นฐานของตนเอง พร้อมรับรู้เป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน และเข้าใจภาพรวมของเนื้อหาที่จะเรียน เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในขั้นต่อไป |
| ขั้นการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ | นำเสนอสาระสำคัญ | 2. ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายของตนเองโดยมีสาระสำคัญย่อย ๆ เป็นแนวทางสนับสนุนช่วยให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนรู้ตรงกับความต้องการและศักยภาพของตน |

| การเรียนรู้อัตโนนาโถ | การเรียนรู้แบบจุลภาค | การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|
| ขั้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ | กิจกรรมเฉพาะเรื่อง | 3. ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือเรียนรู้ผ่านกิจกรรมขนาดสั้น ๆ ที่เน้นความกระชับ ชัดเจน และตรงประเด็น เช่น กิจกรรมแบบฝึกหัด เกม หรือสื่อดิจิทัล เพื่อสร้างประสบการณ์ตรงและเพิ่มพูนความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง |
| ขั้นประเมินการเรียนรู้ | ประเมินผลสรุป | 4. ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | ครูให้ผู้เรียนทบทวนและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนประเมินการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและการคิดอย่างสร้างสรรค์ พร้อมสรุปผลลัพธ์เพื่อพัฒนาต่อยอดในการเรียนรู้ครั้งต่อไป |

จากตารางที่ 3-3 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค เป็นการผสานการจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถ 4 ขั้นตอน กับการเรียนรู้แบบจุลภาค 4 ขั้นตอน สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย 2) ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง 3) ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย 4) ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้

1.4 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดการสังเคราะห์องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ แสดงในตารางที่ 3-4

**ตารางที่ 3-4** ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Metaverse)

| **ตารางสังเคราะห์ องค์ประกอบและสภาพแวดล้อม เสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ (Metaverse)** | จุฑามาศ รอไกรเพชร และพินันทา ฉัตรวัฒนา (2567) | อะพินัน สุวันดี และพินันทา ฉัตรวัฒนา (2568) | Patwe & Mane. (2025) | Tupthong & Chatwattana. (2025) | Kanharin & Chatwattana. (2025) | Stylianos Mystakidis. (2022) | **ผลการสังเคราะห์** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. อวทาร์ (Avatars) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2. สภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Environments) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3. การทำงานร่วมกัน (Collaboration) | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| 4. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality - VR) | | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| 5. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality - AR) | | | ✓ | | | ✓ | |
| 6. การสร้างเนื้อหา (Content Creation) | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 7. เกม (Gaming) | | ✓ | | ✓ | | | |
| 8. การประเมิน (Assessment) | | ✓ | | ✓ | | | |
| 9. การโต้ตอบแบบเรียลไทม์ (Real-Time Interaction) | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

จากราตางที่ 3-4 องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ ผ่าน Metaverse ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) อวทาร์ (Avatars) คือ ตัวแทนดิจิทัลของผู้ใช้ใน Metaverse ซึ่งสามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการเพื่อแสดงตัวตนและปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้อื่น 2) สภาพแวดล้อมเสมือน

(Virtual Environments) คือ สร้างขึ้นจากเทคโนโลยีกราฟิกสามมิติทำให้ผู้ใช้สามารถเดินทางและสำรวจโลกเสมือนได้อย่างอิสระ 3) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) คือ นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันในโปรเจ็กต์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงได้ เช่น การทำงานกลุ่มหรือการเล่นเกมแข่งขัน 4) การสร้างเนื้อหา (Content Creation) คือ การสร้างและปรับแต่งโลกเสมือนจริงโดยผู้ใช้เองหรือการใช้เครื่องมือสร้างเนื้อหาที่มีอยู่ใน Metaverse และ 5) การโต้ตอบแบบเรียลไทม์ (Real-Time Interaction) คือ ความสามารถในการโต้ตอบและทำกิจกรรมร่วมกันในโลก Metaverse ได้แบบเรียลไทม์

1.5 การคิดเชิงคำนวณ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปการสังเคราะห์การคิดเชิงคำนวณมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3-5

**ตารางที่ 3-5** ตารางสังเคราะห์การคิดเชิงคำนวณ

| **ตารางสังเคราะห์การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)** | Wang & Wang, (2024) | Yildiz & Baltaci, (2024) | Metin et al. (2025) | Oyelere et al. (2025) | De la Hoz Serrano et al. (2024) | Alqahtani & Almassaad. (2025) | Dewi et al. (2025) | Yan et al. (2025) | สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) | ชุลีพร ไตรทรัพย์และคณะ (2566) | **ก ผลการสังเคราะห์** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. การแบ่งปัญหา (Decomposition) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

| ตารางสังเคราะห์การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) | Wang & Wang, (2024) | Yildiz & Baltaci, (2024) | Metin et al. (2025) | Oyelere et al. (2025) | De la Hoz Serrano et al. (2024) | Alqahtani & Almassaad. (2025) | Dewi et al. (2025) | Yan et al. (2025) | สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) | ชุดีพร ไตรทรัพย์และคณะ (2566) | **ก ผลการสังเคราะห์** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

จากราตางที่ 3-5 สรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking Skill) ประกอบไปด้วย 4 ทักษะ ดังนี้ 1) การแบ่งปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการแยกปัญหาขนาดใหญ่หรือซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่จัดการได้ง่ายขึ้น 2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ ความสามารถในการสังเกตและวิเคราะห์ความเหมือนหรือความแตกต่างที่เกิดซ้ำเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา 3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการมุ่งเน้นเฉพาะข้อมูลหรือปัจจัยที่สำคัญ และละเว้นรายละเอียดที่ไม่จำเป็น เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) คือ ความสามารถในการ

กำหนดขั้นตอน วิธีการ หรือกระบวนการที่เป็นลำดับตรรกะอย่างชัดเจน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

1.6 การคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปการสังเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3-6

**ตารางที่ 3-6** ตารางสังเคราะห์การคิดสร้างสรรค์

| **ตารางสังเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)** | Grilford. (1967) | Torrance. (1963) | Ealsman et al. (2025) | Chou-Lee & Tran. (2025) | Nasir et al. (2024) | Muliadi et al. (2025) | Adnan, et al. (2025) | EalSman. (2025) | Cai, Zhang & Cai. (2023) | กรันย์ภัทษณ์ รัตนวโรภาสและคณะ | **ผลการสังเคราะห์** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. ความคิดริเริ่ม (Originality) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ |

จากราตางที่ 3-6 สรุปได้ว่า การคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ประกอบไปด้วย 4 ทักษะ ดังนี้ 1) ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการสร้างแนวคิดใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบหรือเลียนแบบผู้อื่น มีลักษณะเฉพาะและแปลกใหม่ 2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) คือ

ความสามารถในการสร้างแนวคิดได้อย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว และมีจำนวนมากภายในระยะเวลาอันจำกัด 3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการปรับเปลี่ยนแนวคิดหรือมุมมองให้หลากหลาย สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างกัน และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการเพิ่มเติมรายละเอียดหรือขยายแนวคิดให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

**ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผู้วิจัยได้นำผลการสังเคราะห์ในระยะที่ 1 มาออกแบบเป็นรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

2.2 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก มีรายละเอียดอธิบายได้ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา จักรวาลนฤมิต

องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ เป็นกระบวนการที่เกิดจากการบูรณาการทฤษฎีการเรียนรู้อัตโนนาโถและทฤษฎีการเรียนรู้แบบจุลภาค โดยมีรายละเอียด ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย และขั้นตอนที่ 4 ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้

องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต เป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ เพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้านดังนี้ การคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบที่ 4 ผลป้อนกลับ นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลลัพธ์ของผู้เรียน ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้สะท้อนกลับไปยังปัจจัยนำเข้า เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขปัจจัยนำเข้า

2.3 พัฒนาแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามมาตราส่วน 5 ระดับ

2.4 ประเมินความเหมาะสมในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอนจากหลากหลายสถาบันในระดับอุดมศึกษา ทั้งหมด 5 ท่าน

**ระยะที่ 3 พัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้อัตโนนาแบบจุลภาค

3.1.1 การสร้างกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3-7

**ตารางที่ 3-7** การสร้างกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค

| **การเรียนรู้อัตโนนาโถ** | **การเรียนรู้แบบจุลภาค** | **การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค** | **เทคโนโลยี** |
|---|---|---|---|
| ขั้นการประเมินความพร้อมในการเรียนรู้ | กำหนดวัตถุประสงค์เดียว | 1. ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | **ผู้สอน :** ครูให้ผู้เรียนตอบคำถามเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของตนเอง และแจ้งวัตถุประสงค์และเนื้อหาภาพรวมของเนื้อหาให้กับผู้เรียน |

| การเรียนรู้อัตโนนาโถ | การเรียนรู้แบบจุลภาค | การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค | เทคโนโลยี |
|---|---|---|---|
| | | | **Metaverse (Spatial.io)**<br>● เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้<br>**Google Form**<br>● สร้างแบบทดสอบ |
| ขั้นการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ | นำเสนอสาระสำคัญ | 2. ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | **ผู้สอน :** ผู้สอนนำเสนอสาระสำคัญผ่านสไลด์เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายในการออกแบบการเรียนรู้รายบุคคล<br>**NotebookLM**<br>● สร้างสื่อบทเรียนผ่าน NotebookLM<br>**ChatGPT**<br>● ช่วยออกแบบเป้าหมายการเรียนรู้รายบุคคล<br>**Metaverse (Spatial.io)**<br>● เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ |
| ขั้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ | กิจกรรมเฉพาะเรื่อง | 3. ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | **ผู้สอน :** ผู้สอนเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ออนไลน์ที่เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมขนาดสั้น ๆ ใส่ไว้ในห้องที่เตรียมไว้<br>**NotebookLM**<br>● สร้างสื่อบทเรียนผ่าน NotebookLM |

| การเรียนรู้อัตโนนาโถ | การเรียนรู้แบบจุลภาค | การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค | เทคโนโลยี |
|---|---|---|---|
| | | | **ChatGPT**<br>● เป็นผู้ช่วยสอนเสมือนจริง เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล<br>**Metaverse (Spatial.io)**<br>● เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้<br>**Canva**<br>● เป็นเครื่องมือดิจิทัลที่สนับสนุนการจัดทำเอกสารเพื่อการนำเสนอและการส่งงาน |
| ขั้นประเมินการเรียนรู้ | ประเมินผลสรุป | 4. ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | **ผู้สอน** : ผู้สอนสร้างแบบทดสอบและออกแบบ Rubrics เพื่อประเมินผล จากนั้นให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานพร้อมบันทึกการสะท้อนผลการเรียนรู้<br>**Canva**<br>● เป็นเครื่องมือดิจิทัลที่สนับสนุนการจัดทำเอกสารเพื่อการนำเสนอและการส่งงาน<br>**Google Classroom**<br>● เก็บรวบรวมผลงาน<br>● สร้าง Rubrics เพื่อประเมินผล |

| การเรียนรู้อัตโนนาโถ | การเรียนรู้แบบจุลภาค | การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค | เทคโนโลยี |
|---|---|---|---|
| | | | Google From<br>● สร้างแบบทดสอบ |

3.1.2 ออกแบบแผนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ รายละเอียดดังแสดงตารางที่ 3-8

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**ตารางที่ 3-8** แบบแผนกิจกรรมการเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| กระบวนการ | กิจกรรมการเรียนการสอน | | สื่อการเรียนการสอน | ประเมินผล | ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง |
|---|---|---|---|---|---|
| | ในห้องเรียน | ออนไลน์ | | | |
| 1. ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | | | | | |
| 1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของตนเอง<br>2. ครูยกโจทย์ปัญหาง่าย ๆ เช่น “การทำอาหารเช้า” แล้วให้นักเรียนบอกขั้นตอน | ✓ | ✓ | Metaverse (Spatial.io)<br>• เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้<br>Google From<br>• สร้างแบบทดสอบ | - การตอบคำถามในชั้นเรียน<br>- การสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม | 1. ผู้เรียนตระหนักถึงการคิดเป็นขั้นตอน และเห็นความสำคัญของเป้าหมายในการเรียนรู้ |
| 2. ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | | | | | |
| 3. ครูอธิบายความหมายของ Flowchart และ Pseudocode เพื่อใช้เป็นแนวทาง | ✓ | | NotebookLM<br>• สร้างสไลด์อธิบายเนื้อหา<br>ChatGPT | - การถาม–ตอบในชั้นเรียน<br>- การตั้งเป้าหมายการเรียนรู้รายบุคคล | 1. ผู้เรียนเข้าใจแนวทางการเรียนรู้ และสามารถกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่เหมาะสม |

| กระบวนการ | กิจกรรมการเรียนการสอน | | สื่อการเรียนการสอน | ประเมินผล | ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง |
|---|---|---|---|---|---|
| | ในห้องเรียน | ออนไลน์ | | | |
| 4. นักเรียนตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ว่า “จะสามารถออกแบบกระบวนการด้วย Flowchart ได้” | | | • ช่วยอธิบายตัวอย่าง Flowchart/Pseudocode Metaverse (Spatial.io)<br>• เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ | | |
| 3. ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | | | | | |
| 5. แบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อสร้าง Flowchart “การคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยม” โดยออกแบบได้อิสระ (มีหลายวิธี)<br>6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายเหตุผลของขั้นตอนที่ออกแบบ<br>8. ครูให้นักเรียนเขียนโค้ดโปรแกรมภาษาซี การคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยม ตาม Flowchart ที่ออกแบบ | ✓ | ✓ | diagrams.net<br>• ใช้ออกแบบ Flowchart ChatGPT<br>• ช่วยสาธิตและอธิบายเหตุผล Flowchart ให้หลากหลายวิธี Metaverse (Spatial.io)<br>• ใช้เป็นห้องเรียนเสมือนสำหรับทำงานกลุ่ม DEV C++<br>• เขียนโปรแกรมภาษาซี | - การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม<br>- คุณภาพของ Flowchart ที่นักเรียนออกแบบ | 1. ผู้เรียนสามารถใช้ Flowchart แสดงกระบวนการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลประกอบได้<br>2. ผู้เรียนสามารถเขียนโค้ดโปรแกรมภาษาซีจากกิจกรรมกลุ่มได้ |

| กระบวนการ | กิจกรรมการเรียนการสอน | | สื่อการเรียนการสอน | ประเมินผล | ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง |
|---|---|---|---|---|---|
| | ในห้องเรียน | ออนไลน์ | | | |
| | | | Canva<br>• เป็นเครื่องมือดิจิทัลที่สนับสนุนการจัดทำเอกสารเพื่อการนำเสนอและการส่งงาน<br>Google Classroom<br>• เก็บผลงาน + ใช้ Rubrics ประเมิน | | |
| 4. ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | |
| 7. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ออกแบบ Flowchart “คำนวณราคาสินค้าและเงินทอน” รายบุคคล<br>8. ครูให้นักเรียนเขียนโค้ดโปรแกรมภาษาซี คำนวณราคาสินค้าและเงินทอนตาม Flowchart ที่ออกแบบ<br>8. ครูออกแบบ Rubrics เพื่อวัดผลผู้เรียน | ✓ | ✓ | DEV C++<br>• เขียนโปรแกรมภาษาซี<br>Canva<br>• เป็นเครื่องมือดิจิทัลที่สนับสนุนการจัดทำเอกสารเพื่อการนำเสนอและการส่งงาน<br>Google Classroom | - ตรวจชิ้นงาน Flowchart<br>- Rubrics ประเมินผลงาน และบันทึก Reflection<br>- การนำเสนอผลงาน<br>- แบบทดสอบออนไลน์ | 1. ผู้เรียนสามารถสรุปการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ทักษะการออกแบบ Flowchart และเขียนโค้ดโปรแกรมภาษาซี กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ |

| กระบวนการ | กิจกรรมการเรียนการสอน | | สื่อการเรียนการสอน | ประเมินผล | ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง |
|---|---|---|---|---|---|
| | ในห้องเรียน | ออนไลน์ | | | |
| 9. นักเรียนนำเสนอผลงาน<br>10.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน | | | • เก็บผลงาน + ใช้ Rubrics ประเมิน<br>Google From<br>• แบบทดสอบท้ายบท | | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.2 พัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยมีองค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ดังนี้

3.2.1 การจัดการเนื้อหาบทเรียน เป็นการวิเคราะห์ และพัฒนาเนื้อหาของบทเรียนเรื่องต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนอยู่ในระดับมัธยมศึกษาหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพ

3.2.2 การจัดกิจกรรมการสอนจัดเป็นกิจกรรมกลุ่ม ออกแบบการจัดกิจกรรมระหว่างเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กันและสามารถทำงานกลุ่มกับเพื่อนในห้องเรียน

3.2.3 การจัดการความก้าวหน้าทางการเรียน เป็นการรายงานความก้าวหน้าในการทำงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมายของผู้เรียน เมื่อครูมีการกำหนดปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.4 การจัดการแบบทดสอบ เป็นการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนหลังจากการทำกิจกรรมกลุ่ม การประเมินการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 พัฒนาแบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามมาตราส่วน 5 ระดับ

3.4 ประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอนจากหลากหลายสถาบันในระดับอุดมศึกษา จำนวน 7 ท่าน

**ระยะที่ 4 ประเมินผลทักษะหลังการเรียนผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

การศึกษาผลการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างดำเนินกิจกรรมตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และแผนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง จากนั้นทำการประเมินผลจากกิจกรรมการเรียนการสอนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ตามรายละเอียด ดังนี้

4.1 แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ด้วยข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4.2 แบบประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังเรียนที่เรียนโดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินตามสภาพจริงมีเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้มาตราวัด 4 ระดับ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับ | 3 | หมายถึง | มีการคิดเชิงคำนวณระดับดีมาก |
| ระดับ | 2 | หมายถึง | มีการคิดเชิงคำนวณระดับดี |
| ระดับ | 1 | หมายถึง | มีการคิดเชิงคำนวณระดับพอใช้ |
| ระดับ | 0 | หมายถึง | มีการคิดเชิงคำนวณระดับปรับปรุง |

การแปลผลคะแนน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายตามแนวคิดการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Interpretation) ซึ่งเป็นการตัดสินระดับผลสัมฤทธิ์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า มิได้เปรียบเทียบกับคะแนนของผู้อื่นในกลุ่ม (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดระดับคุณภาพของการคิดเชิงคำนวณจากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ดังนี้

| | |
|---|---|
| 10.00 – 12.00 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 7.00 – 9.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก |
| 4.00 – 6.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับกลาง |
| 0.00 – 3.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับปรับปรุง |

4.3 แบบประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนที่เรียนโดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประเมินตามสภาพจริงมีเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้มาตราวัด 4 ระดับ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับ | 3 | หมายถึง | มีการคิดสร้างสรรค์ระดับดีมาก |
| ระดับ | 2 | หมายถึง | มีการคิดสร้างสรรค์ระดับดี |
| ระดับ | 1 | หมายถึง | มีการคิดสร้างสรรค์ระดับพอใช้ |
| ระดับ | 0 | หมายถึง | มีการคิดสร้างสรรค์ระดับปรับปรุง |

การแปลผลคะแนน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายตามแนวคิดการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Interpretation) ซึ่งเป็นการตัดสินระดับผลสัมฤทธิ์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า มิได้เปรียบเทียบกับคะแนนของผู้อื่นในกลุ่ม (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดระดับคุณภาพของการคิดเชิงคำนวณจากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ดังนี้

10.00 – 12.00 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับมากที่สุด

7.00 – 9.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก

4.00 – 6.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับกลาง

0.00 – 3.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปรับปรุง

**3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย**

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.5.1.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ $IOC$ โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 117)

สูตร $$IOC = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $IOC$ แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด

$N$ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.5.1.2 การหาค่าความยากง่าย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

สูตร $$\mathrm{p} = \frac{\mathrm{Ru+Rl}}{\mathrm{2f}}$$

เมื่อ $\mathrm{p}$ แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$Ru$ แทน จำนวนผู้เรียนกลุ่มสูงที่ตอบคำถามข้อนั้นถูกต้อง

$Rl$ แทน จำนวนผู้เรียนกลุ่มต่ำที่ตอบคำถามข้อนั้นถูกต้อง

$\mathrm{f}$ แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำที่เท่ากัน

3.5.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

สูตร $r = \frac{\mathrm{Ru+Rl}}{\mathrm{f}}$

เมื่อ $r$ แทน ค่าอำนาจจำแนก

$Ru$ แทน จำนวนผู้เรียนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

$Rl$ แทน จำนวนผู้เรียนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

$\mathrm{f}$ แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำที่เท่ากันขอบเขตค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับได้ คือตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

3.5.1.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร $\mathrm{kR_{20}}$ ของ Kuder Richardson โดยมีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

สูตร $\mathrm{KR_{20}} = \frac{\mathrm{n}}{\mathrm{n-1}} \left[ 1 - \frac{\Sigma \mathrm{pq}}{\mathrm{S^2}} \right]$

เมื่อ $\mathrm{KR_{20}}$ แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$\mathrm{N}$ แทน จำนวนข้อสอบ

$p$ แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกในข้อใด ๆ

$q$ แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด

$s^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของเขตค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ คือตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป

3.5.2 สถิติพื้นฐาน

3.5.2.1 ค่าเฉลี่ยเลขาคณิต ($\bar{x}$) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

สูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\Sigma x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$ แทน จำนวนข้อมูล

3.5.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีสูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 104-106)

สูตร $S.D. = \sqrt{\frac{N\Sigma x^2 - (\Sigma x^2)}{N(N-1)}}$

เมื่อ (S.D.) แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\Sigma x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมคะแนนแต่ละตัวอย่างยกกำลังสอง

$N$ แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.5.3 สถิติอ้างอิง

3.5.3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบที (t-test dependent) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน สูตรการคำนวณหาค่าทีแบบจับคู่ (Matched Paired t-test) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (วัญญา วิศาลาภรณ์, 2540:213)

สูตร $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - \Sigma D^2}{N-1}}}$

$Df = N - 1$

เมื่อ $t$ แทน ค่าสถิติจากการแจกแจงแบบที (t - destribution)

$D$ แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$N$ แทน จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนผู้เรียน

$\Sigma D$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนหลังการทดลอง

และ Df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย

การพัฒนาการออกแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

4.2 รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

4.3 แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

4.4 การประเมินหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

## 4.1 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

4.1.1 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคเป็นการผสานการจัดการเรียนรู้อัตโนนาโถ 4 ขั้นตอน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบจุลภาค 4 ขั้นตอน สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย 2) ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง 3) ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย 4) ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้

4.1.2 การสังเคราะห์องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ สามารถแบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) อวทาร์ 2) สภาพแวดล้อมเสมือน 3) การทำงานร่วมกัน 4) การสร้างเนื้อหา 5) การโต้ตอบแบบเรียลไทม์

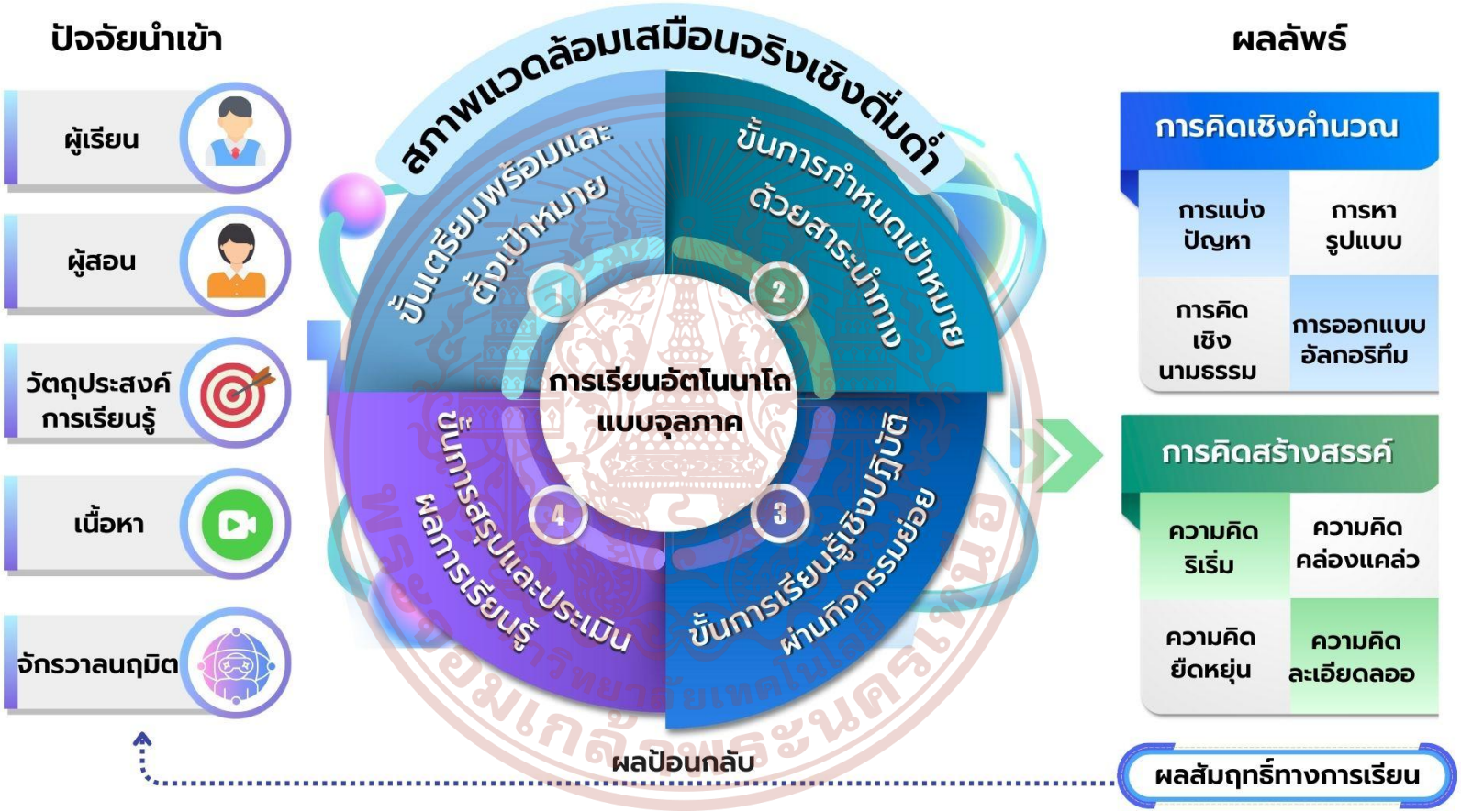
4.1.3 การสังเคราะห์การคิดเชิงคำนวณ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) การแบ่งปัญหา 2) การหารูปแบบ 3) การคิดเชิงนามธรรม 4) การออกแบบอัลกอริทึม

4.1.4 การสังเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) ความคิดริเริ่ม 2)ความคิดคล่องแคล่ว 3) ความคิดยืดหยุ่น 4) ความคิดละเอียดลอ

## 4.2 รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีผลการศึกษาทั้งหมด 2 ส่วน ได้แก่ ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ และผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

4.2.1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ดังภาพที่ ภาพที่ 4-1




**ภาพที่ 4-1** การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ
เพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยมีองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งหมด 4 องค์ประกอบอธิบายได้ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input) คือองค์ประกอบต่าง ๆ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ ดังนี้

1) ผู้เรียน (Student) หมายถึง นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ นำเอาความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันมาใช้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

2) ผู้สอน (Teacher) หมายถึง ครูผู้สอนที่มีความรู้ความสามารถและมีบทบาทสำคัญในการออกแบบ จัดการ และสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลและการคิดอย่างสร้างสรรค์ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

3) วัตถุประสงค์ (Objectives) หมายถึง จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนสำหรับกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามที่กำหนด

4) เนื้อหา (Contents) หมายถึง การออกแบบเนื้อหา ความรู้ และทักษะที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน โดยเนื้อหาจะถูกบูรณาการให้เหมาะสมกับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ผ่านกิจกรรมขนาดสั้นที่กระชับชัดเจน และตรงประเด็น ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนทั้งการคิดเชิงตรรกะ การวิเคราะห์ปัญหา และการเขียนโค้ดเบื้องต้นในภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม

5) จักรวาลนฤมิต (Metaverse) หมายถึง สภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลล้ำสมัย ซึ่งผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมและผู้คนอื่น ๆ ผ่านอวทาร์ (Avatars) ในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับโลกจริง

องค์ประกอบที่ 2 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค มี 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 เตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย คือ การกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจความรู้พื้นฐานของตนเอง พร้อมรับรู้เป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน และเข้าใจภาพรวมของเนื้อหาที่จะเรียนเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในขั้นต่อไป

2) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายของตนเอง โดยมีสาระสำคัญย่อย ๆ เป็นแนวทางสนับสนุน ช่วยให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนรู้ตรงกับความต้องการและศักยภาพของตน

3) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือเรียนรู้ผ่านกิจกรรมขนาดสั้น ๆ ที่เน้นความกระชับ ชัดเจน และตรงประเด็น เช่น กิจกรรมแบบฝึกหัด เกม หรือสื่อดิจิทัล เพื่อสร้างประสบการณ์ตรงและเพิ่มพูนความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง

4) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ คือ เป็นขั้นตอนการทบทวนและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนประเมินการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและการคิดอย่างสร้างสรรค์ พร้อมสรุปผลลัพธ์เพื่อพัฒนาต่อยอดในการเรียนรู้ครั้งต่อไป

องค์ประกอบที่ 3 ผลผลิต (Output) คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่จัดทำขึ้น โดยมีการประเมินผล ดังนี้ 3.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3.2) การคิดเชิงคำนวณ และ 3.3) การคิดสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดการประเมิน ดังนี้

3.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) คือ ระดับความสามารถของผู้เรียนในการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่หลักสูตรกำหนด โดยสะท้อนจากความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และกระบวนการคิดที่ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวมักประเมินจากผลการทดสอบ การปฏิบัติงาน หรือผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

3.2) การคิดเชิงคำนวณ

1) การแบ่งปัญหา (Decomposition) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการแยกปัญหาขนาดใหญ่หรือซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่จัดการได้ง่ายขึ้น

2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการสังเกตและวิเคราะห์ความเหมือนหรือความแตกต่างที่เกิดซ้ำ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการมุ่งเน้นเฉพาะข้อมูลหรือปัจจัยที่สำคัญ และละเว้นรายละเอียดที่ไม่จำเป็น เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการกำหนดขั้นตอน วิธีการ หรือกระบวนการที่เป็นลำดับตรรกะอย่างชัดเจน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

3.3) การคิดสร้างสรรค์

1) ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างแนวคิดใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบหรือเลียนแบบผู้อื่น มีลักษณะเฉพาะและแปลกใหม่

2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างแนวคิดได้อย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว และมีจำนวนมากภายในระยะเวลาอันจำกัด

3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ผู้เรียนความสามารถในการปรับเปลี่ยนแนวคิดหรือมุมมองให้หลากหลาย สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างกัน

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการเพิ่มเติมรายละเอียดหรือขยายแนวคิดให้มีความสมบูรณ์ ครบถ้วน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

องค์ประกอบที่ 4 ผลป้อนกลับ (Feedback) นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของผู้เรียน ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ สะท้อนกลับไปยังปัจจัยนำเข้า เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขปัจจัยนำเข้าในส่วนผู้เรียน ผู้สอน การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาการเรียนรู้ และจักรวาลนฤมิต ก่อนเริ่มเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ ให้มีความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

4.2.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการประเมินออกเป็น 3 ส่วน โดยการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (โดยรวม) ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แยกตามองค์ประกอบ) และส่วนที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้) สามารถสรุปผลการประเมินได้ดังนี้

**ตารางที่ 4-1** ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (โดยรวม)

| **รายละเอียดการประเมิน** | **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** | | |
|---|---|---|---|
| | $\overline{x}$ | S.D. | **ระดับความเหมาะสม** |
| **ความเหมาะสมของรูปแบบ (โดยรวม)** | | | |
| 1. หลักการและแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ฯ มีความเหมาะสมในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย | | | |
| (1) การกำหนดปัจจัยนำเข้า | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| (2) กระบวนการเรียนรู้ | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| (3) ผลผลิต | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| (4) ผลป้อนกลับ | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 3. รูปแบบการเรียนรู้สนับสนุนการเรียนรู้อยู่ในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 4. องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้มีความสอดคล้องต่อการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับใด | 4.40 | 0.55 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวมของรูปแบบ (โดยรวม)** | **4.71** | **0.46** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (โดยรวม) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.71, S.D. = 0.46)

**ตารางที่ 4-2** ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แยกตามองค์ประกอบ)

| รายละเอียดการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับความเหมาะสม |
| **ความเหมาะสมของรูปแบบ (แยกตามองค์ประกอบ)** | | | |
| **1. การกำหนดปัจจัยนำเข้า** | | | |
| 1.1 ผู้เรียน | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 1.2 ผู้สอน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 1.3 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 1.4 เนื้อหา | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 1.5 จักรวาลนฤมิต | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวมการกำหนดปัจจัยนำเข้า** | **4.84** | **0.37** | **มากที่สุด** |
| **2. กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | | | |
| **2.1 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค** | | | |
| 2.1.1 ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2.1.2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2.1.3 ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2.1.4 ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวมกระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค** | **4.85** | **0.37** | **มากที่สุด** |
| **2.2 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | | | |
| 2.2.1 อวทาร์ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2.2.2 สภาพแวดล้อมเสมือน | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2.2.3 การทำงานร่วมกัน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2.2.4 การสร้างเนื้อหา | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 2.2.5 การโต้ตอบแบบเรียลไทม์ | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวมสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | **4.84** | **0.37** | **มากที่สุด** |
| **ค่าเฉลี่ยรวมกระบวนการเรียนรู้** | **4.84** | **0.37** | **มากที่สุด** |

**ตารางที่ 4-2** ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แยกตามองค์ประกอบ) (ต่อ)

| รายละเอียดการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับความเหมาะสม |
| **ความเหมาะสมของรูปแบบ (ผลผลิต)** | | | |
| **3.1 การคิดเชิงคำนวณ** | | | |
| 3.1.1 การแบ่งปัญหา | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3.1.2 การหารูปแบบ | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3.1.3 การคิดเชิงนามธรรม | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3.1.4 การออกแบบอัลกอริทึม | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวมการคิดเชิงคำนวณ** | **4.60** | **0.50** | **มากที่สุด** |
| **3.2 การคิดสร้างสรรค์** | | | |
| 3.2.1 ความคิดริเริ่ม | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 3.2.2 ความคิดคล่องแคล่ว | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3.2.3 ความคิดยืดหยุ่น | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 3.2.4 ความคิดละเอียดลออ | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวมการคิดสร้างสรรค์** | **4.75** | **0.44** | **มากที่สุด** |
| **ค่าเฉลี่ยรวมผลผลิต** | **4.68** | **0.47** | **มากที่สุด** |
| **ความเหมาะสมของรูปแบบ (ผลป้อนกลับ)** | | | |
| **4. ผลป้อนกลับ** | | | |
| 4.1 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 4.2 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวมผลป้อนกลับ** | **4.80** | **0.42** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แยกตามองค์ประกอบ) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}$ = 4.80, S.D. = 0.42)

**ตารางที่ 4-3** ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้)

| รายละเอียดการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\overline{x}$ | S.D. | ระดับความเหมาะสม |
| 1. รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับใด | 4.40 | 0.55 | มาก |
| 2. กระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3. ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปพัฒนาเป็นแพลตฟอร์มสำหรับใช้งานจริงในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 4. ในภาพรวมรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปทดลองใช้ในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวมของรูปแบบ (โดยรวม)** | **4.60** | **0.50** | **มากที่สุด** |
| **ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของรูปแบบภาพรวม** | **4.75** | **0.44** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ผลการวิเคราะห์การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.75 ,

S.D. = 0.44) ซึ่งอาจสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีองค์ประกอบที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรอาชีวศึกษา ที่มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพเฉพาะทาง การเรียนรู้มาจากการปฏิบัติ มีความสามารถในการประยุกต์ใช้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ การคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสร้าง

## 4.3 แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีผลการศึกษาทั้งหมด 2 ส่วน ได้แก่ ผลการประเมินแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ และผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

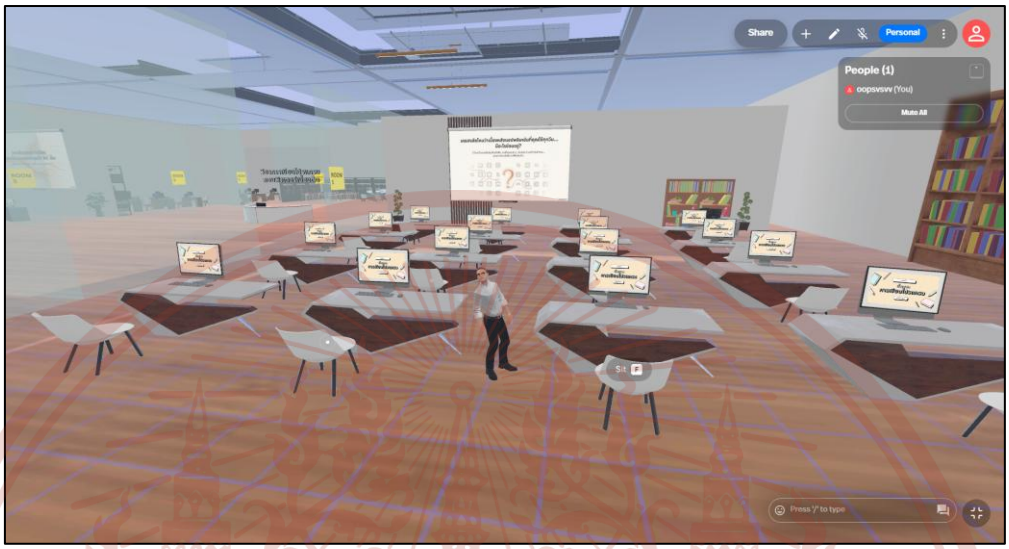
4.3.1 การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ได้พัฒนาตามหลักการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำผลที่ได้มาพัฒนาแพลตฟอร์ม โดยสามารถเข้าใช้งานแพลตฟอร์มได้ที่ URL: https://www.spatial.io/s/kaarekhiiynopraekrmkh-mphiwet-rebuue-ngtn-6918295b235222262eadaffa?share=8108842882480973802

องค์ประกอบภายในแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ แบ่งออกดังนี้

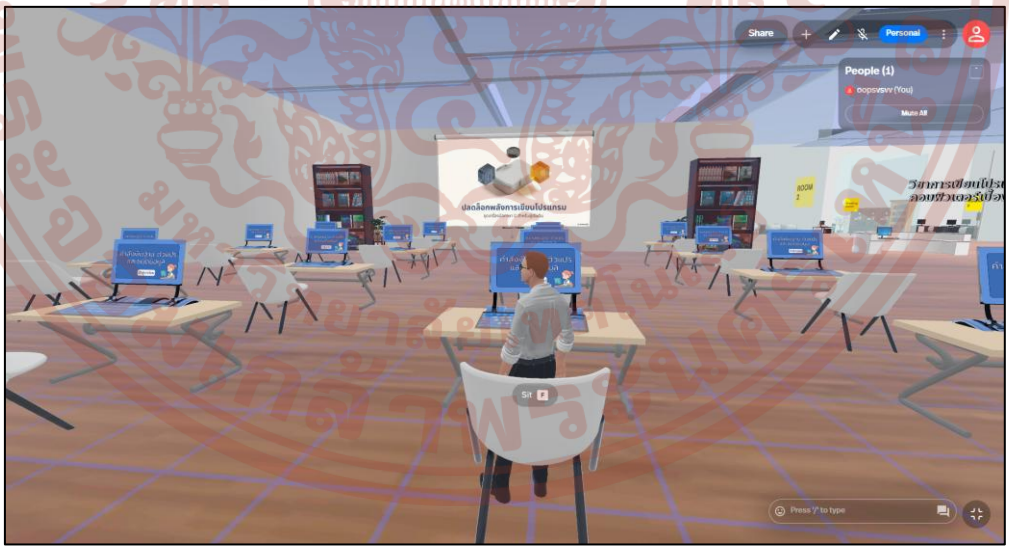
1) Smart Classroom คือ พื้นที่ห้องเรียนจักวาลนฤมิตสำหรับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นพื้นที่กาเรียนรู้โดยผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้สำหรับผู้เรียนเข้าไปเรียนรู้ภายในห้องเรียน โดยประกอบไปด้วยทั้งหมด 6 ห้อง ROOM1 -ROOM6 ดังภาพที่ 4-2 – ภาพที่ 4-7

1. ROOM 1 (พื้นฐานการเขียนโปรแกรม)




**ภาพที่ 4-2** Smart Classroom ROOM 1

2. ROOM 2 (คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปรและชนิดข้อมูล)




**ภาพที่ 4-3** Smart Classroom ROOM 2

3. ROOM 3 (สร้างฟังก์ชันอย่างง่าย)



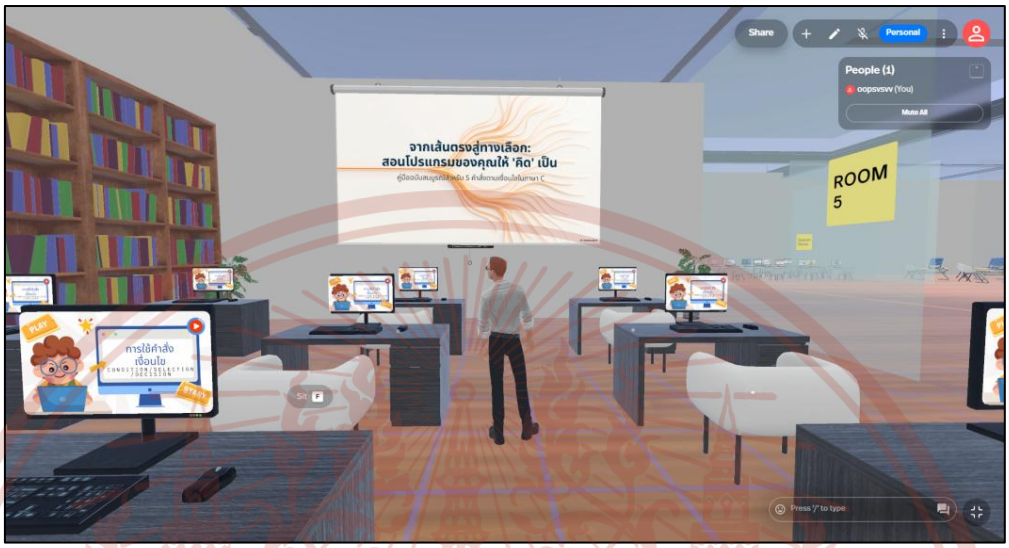

**ภาพที่ 4-4** Smart Classroom ROOM 3

4. ROOM 4 (การทำงานตามลำดับ)



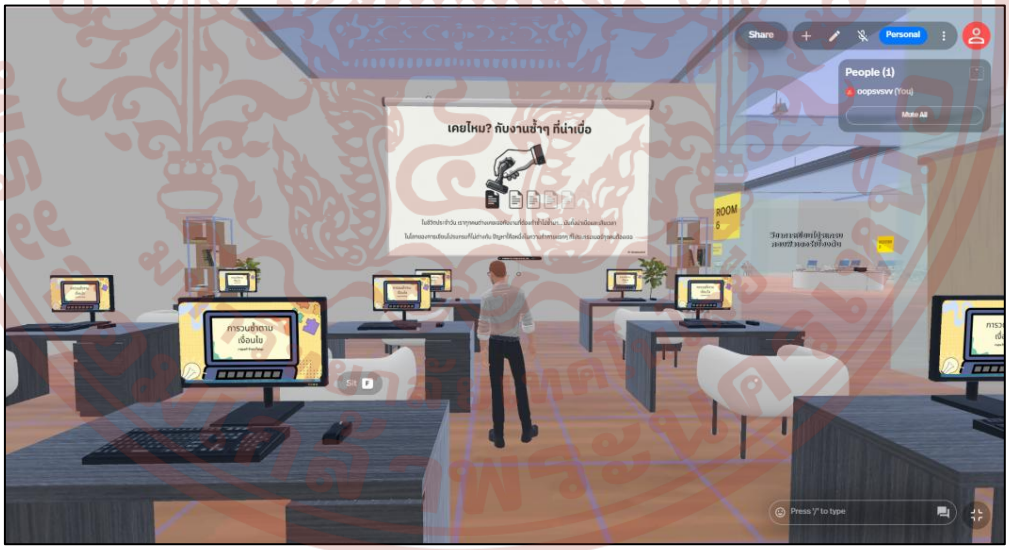

**ภาพที่ 4-5** Smart Classroom ROOM 4

5. ROOM 5 (การใช้คำสั่งเงื่อนไข)



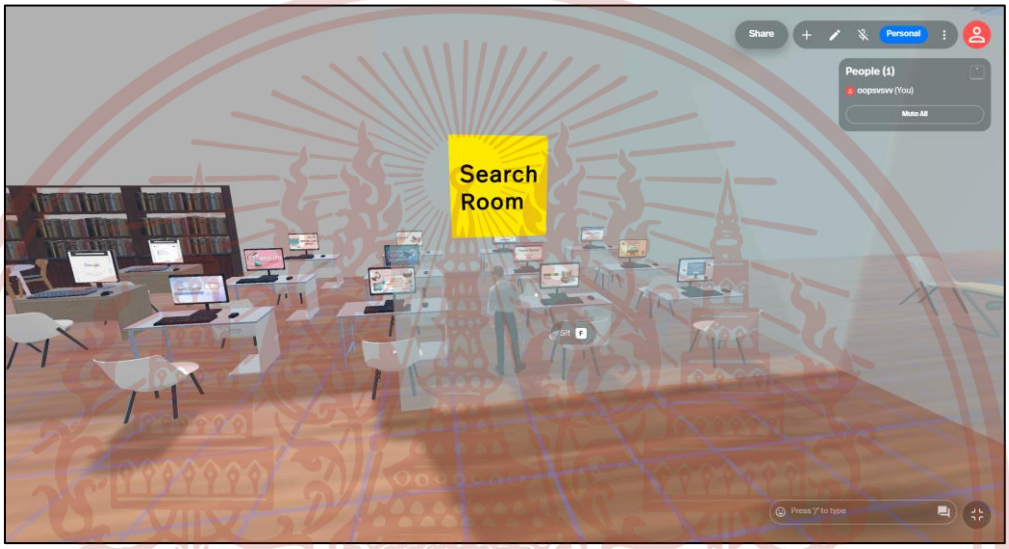

**ภาพที่ 4-6** Smart Classroom ROOM 5

6. ROOM 6 (การวนซ้ำตามเงื่อนไข)



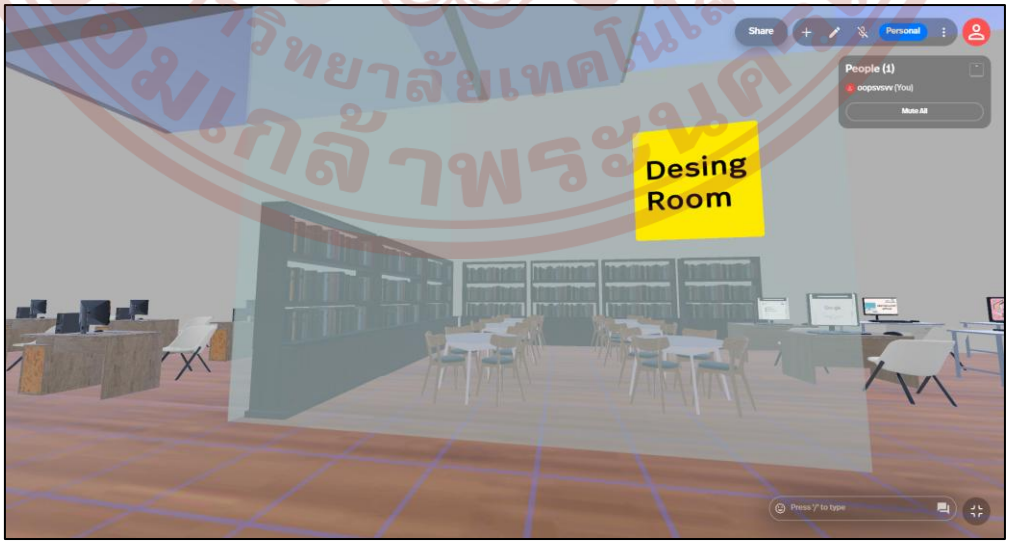

**ภาพที่ 4-7** Smart Classroom ROOM 6

2) Search Classroom คือ พื้นที่ห้องเรียนจักรวาลนฤมิตสำหรับเรียนรู้เนื้อหาภายในวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ให้สำหรับผู้เรียนที่ต้องการใช้เพื่อศึกษาความรู้เพิ่มเติมด้าน การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจาก Google, ChatGPT หรือต่อยอดการเรียนรู้นอกเหนือจากเนื้อหาในบทเรียน ผู้เรียนสามารถเข้ามาใช้บริการด้วยตนเองได้ตลอดเวลา ดังภาพที่ 4-8



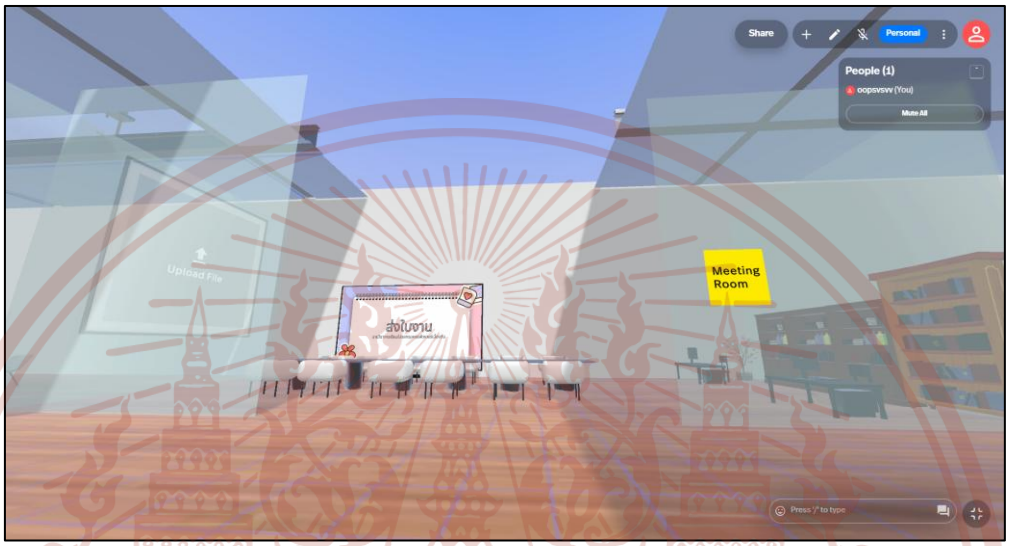

**ภาพที่ 4-8** Search Classroom

4) Desing Room คือ พื้นที่ห้องเรียนจักรวาลนฤมิตสำหรับประชุมการทำงานผลงานหรือชิ้นงานภายในวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้สำหรับผู้เรียนที่ต้องการประชุมการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มของผู้เรียน ดังภาพที่ 4-9




**ภาพที่ 4-9** Desing Room

5) Meeting Room คือ พื้นที่ห้องเรียนจักรวาลนฤมิตสำหรับแสดงผลงานและนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานภายในรายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นพื้นที่การจัดการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ให้สำหรับผู้เรียนที่ต้องนำเสนอผลงานภายในกลุ่มของผู้เรียน ต่อผู้สอน ดังภาพที่ 4-10




**ภาพที่ 4-10** Meeting Room

4.3.2 ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มดำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

1) การจัดกิจกรรมห้อง ROOM 1 (พื้นฐานการเขียนโปรแกรม) คือ ห้องเรียนนี้มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดพื้นฐานของการเขียนโปรแกรม เช่น ความหมายของโปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม และหลักการคิดอย่างเป็นลำดับ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่การเขียนโค้ดจริง




**ภาพที่ 4-11** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 1 (พื้นฐานการเขียนโปรแกรม)

2) การจัดกิจกรรมห้อง ROOM 2 (คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปรและชนิดข้อมูล) คือ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับคำสั่งพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม การกำหนดตัวแปร และชนิดของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเก็บและจัดการข้อมูลภายในโปรแกรมอย่างถูกต้อง




**ภาพที่ 4-12** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 2 (คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปรและชนิดข้อมูล)

3) การจัดกิจกรรมห้อง ROOM 3 (สร้างฟังก์ชันอย่างง่าย) คือ ห้องนี้เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดของฟังก์ชัน การสร้างฟังก์ชันอย่างง่าย และการเรียกใช้ฟังก์ชัน เพื่อช่วยให้โปรแกรมมีความเป็นระเบียบและสามารถนำโค้ดกลับมาใช้ซ้ำได้




**ภาพที่ 4-13** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 3 (สร้างฟังก์ชันอย่างง่าย)

4) การจัดกิจกรรมห้อง ROOM 4 (การทำงานตามลำดับ) คือ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมที่ทำงานตามลำดับขั้นตอน (Sequence) ตั้งแต่คำสั่งแรกไปจนถึงคำสั่งสุดท้าย เพื่อให้โปรแกรมทำงานอย่างเป็นระบบและถูกต้องตามกระบวนการ




**ภาพที่ 4-14** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 4 (การทำงานตามลำดับ)

5) การจัดกิจกรรมห้อง ROOM 5 (การใช้คำสั่งเงื่อนไข) คือ ห้องนี้มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจการตัดสินใจของโปรแกรมผ่านคำสั่งเงื่อนไข เช่น if–else เพื่อให้โปรแกรมสามารถเลือกทำงานตามเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด



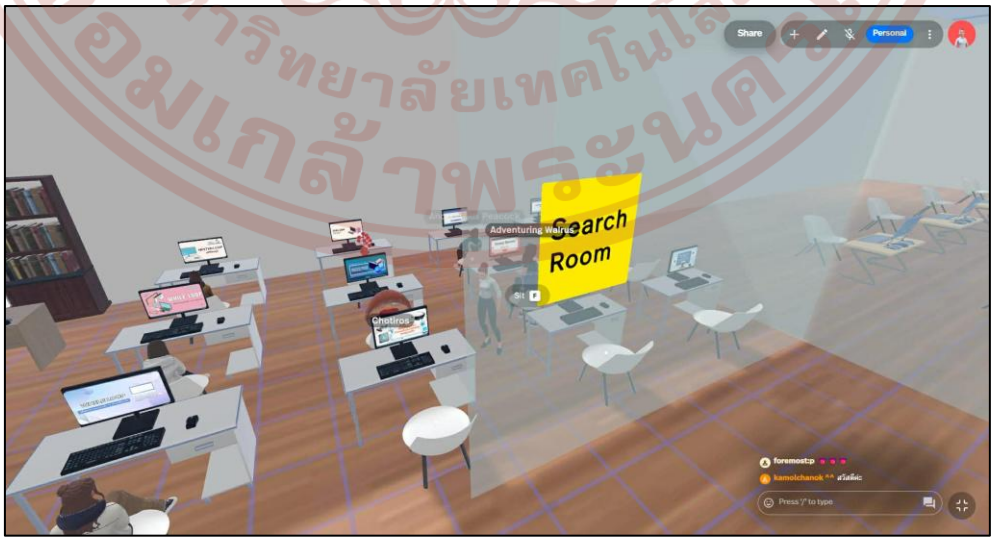

**ภาพที่ 4-15** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 5 (การใช้คำสั่งเงื่อนไข)

6) การจัดกิจกรรมห้อง ROOM 6 (การวนซ้ำตามเงื่อนไข) คือ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การใช้คำสั่งวนซ้ำ (Loop) เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานซ้ำ ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนด ช่วยลดความซ้ำซ้อนของโค้ดและเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรม




**ภาพที่ 4-16** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง ROOM 6 (การวนซ้ำตามเงื่อนไข)

7) การจัดกิจกรรมห้อง Search Classroom คือ พื้นที่ห้องเรียนจักรวาลนฤมิตสำหรับเรียนรู้เนื้อหาภายในวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ให้สำหรับผู้เรียนที่ต้องการใช้เพื่อศึกษาความรู้เพิ่มเติมด้าน การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจาก Google, ChatGPT หรือต่อยอดการเรียนรู้นอกเหนือจากเนื้อหาในบทเรียน ผู้เรียนสามารถเข้ามาใช้บริการด้วยตนเองได้ตลอดเวลา




**ภาพที่ 4-17** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง Search Classroom

8) การจัดกิจกรรมห้อง Desing Room คือ พื้นที่ห้องเรียนจักรวาลนฤมิตสำหรับประชุมการทำงานผลงานหรือชิ้นงานภายในวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้สำหรับผู้เรียนที่ต้องการประชุมการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มของผู้เรียน




**ภาพที่ 4-18** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง Desing Room

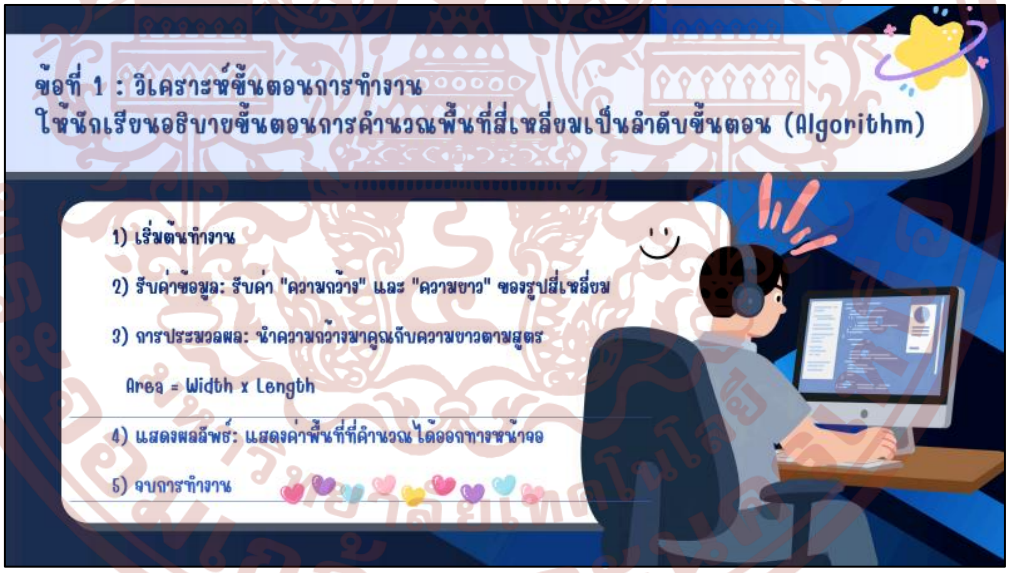
9) Meeting Room คือ พื้นที่ห้องเรียนจักรวาลนฤมิตสำหรับแสดงผลงานและนำเสนอผลงาน หรือชิ้นงานภายในรายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นพื้นที่การจัดการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ให้สำหรับผู้เรียนที่ต้องนำเสนอผลงานภายในกลุ่มของผู้เรียน ต่อผู้สอน




**ภาพที่ 4-19** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง Meeting Room



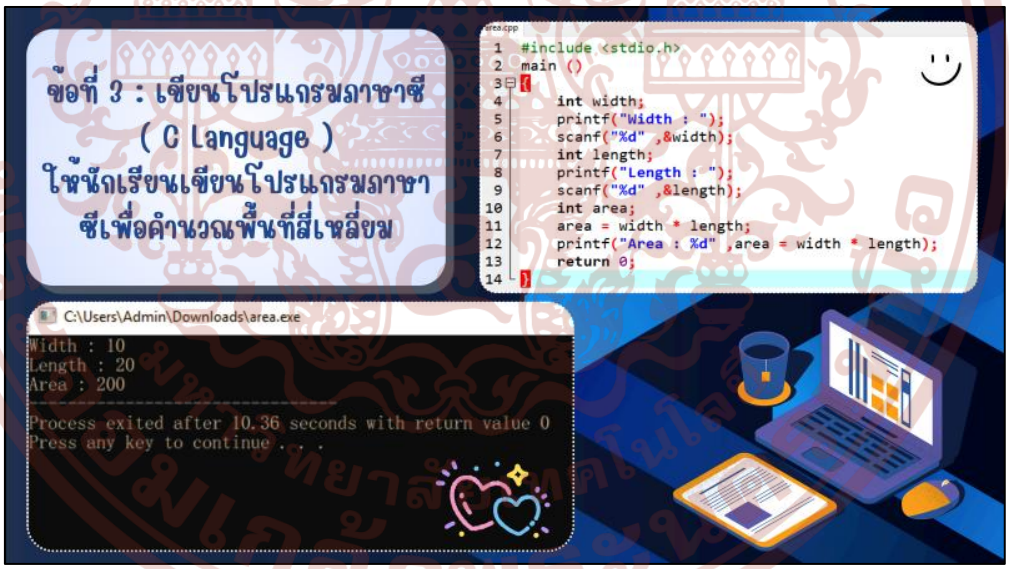

**ภาพที่ 4-19** ภาพการจัดกิจกรรมห้อง  Meeting Room (ต่อ)




**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน



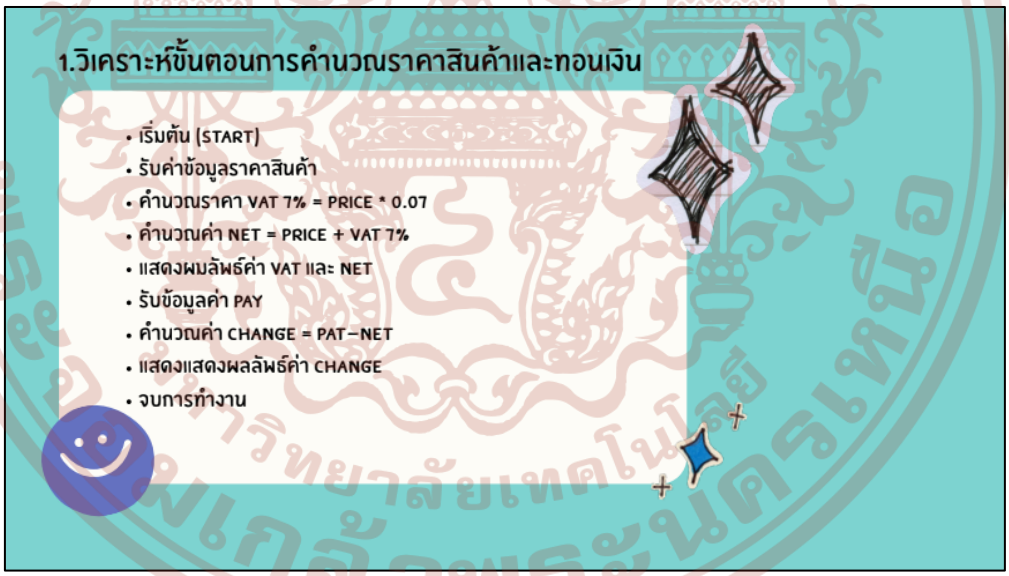

**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)



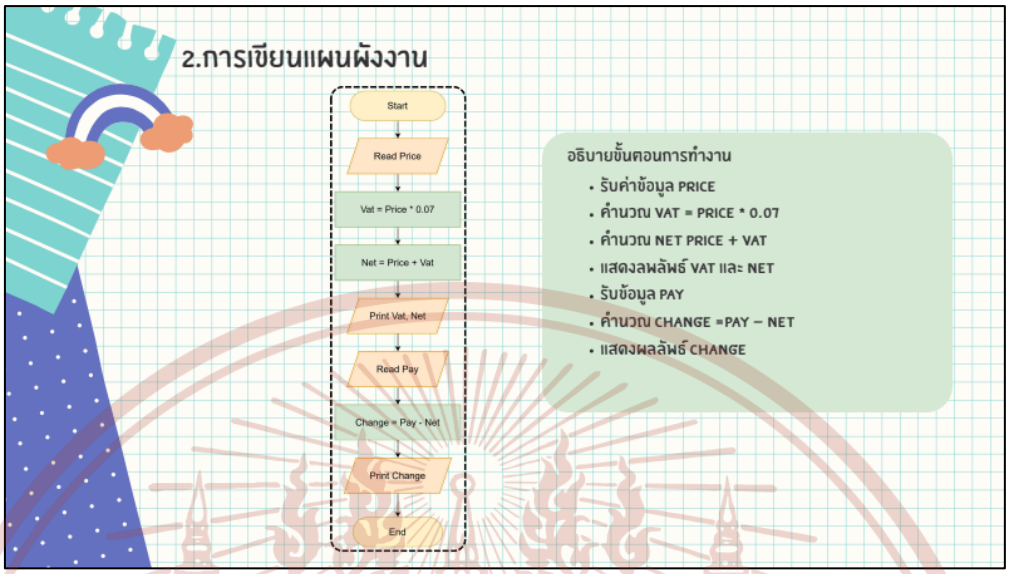

**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)



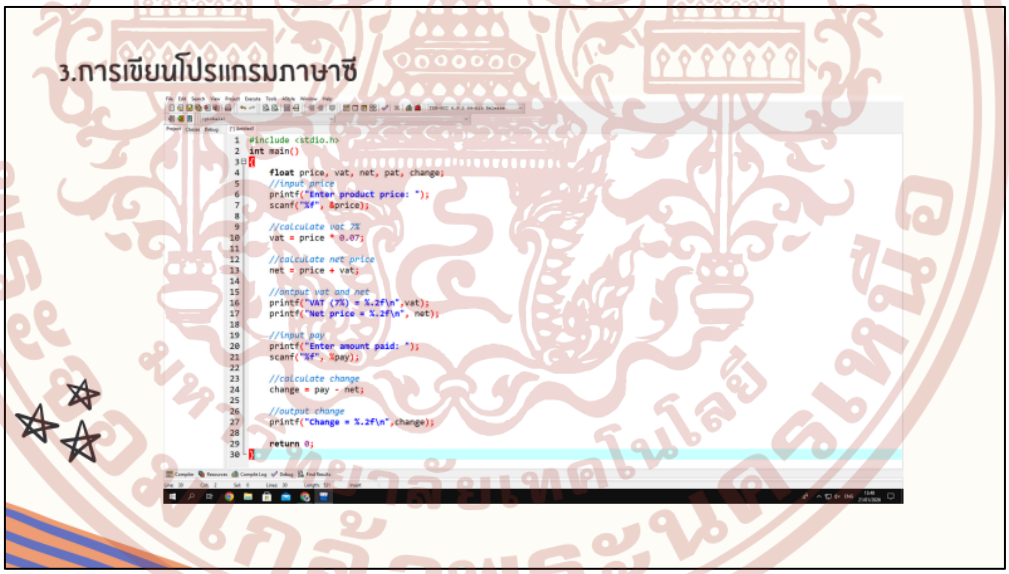

**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)



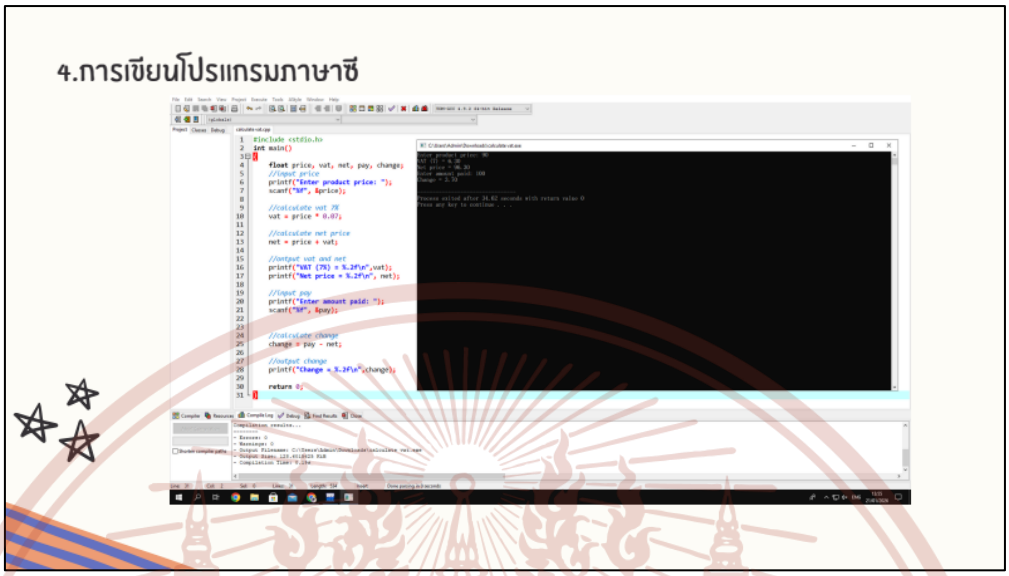

**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)



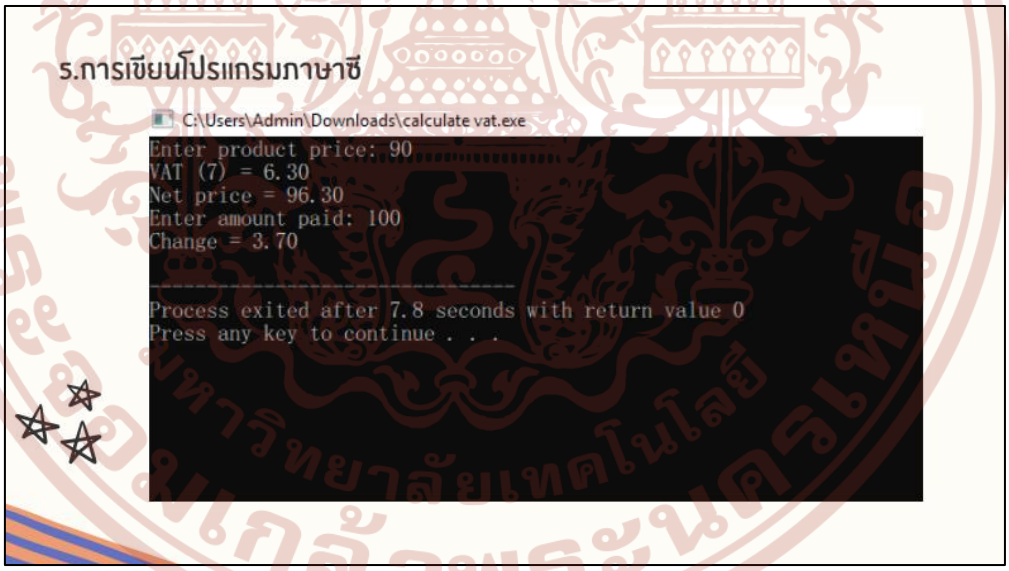

**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)




**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)




**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)




**ภาพที่ 4-20** ภาพตัวอย่างผลงานของนักเรียน (ต่อ)

4.3.3 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญกับการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้นำแพลตฟอร์มการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน

การออกแบบระบบการเรียนรู้ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านหลักสูตรและการสอน และด้านบริหารอาชีวศึกษา จำนวน 7 ท่าน ประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามรถสรุปผลการประเมินคุณภาพได้ดังนี้

**ตารางที่ 4-4** ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านเนื้อหา)

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| 1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2. เนื้อหาที่นำเสนอตรงและครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3. การเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 4. โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 5. ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสม | 4.71 | 0.49 | มากที่สุด |
| 6. ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 7. การยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและระดับผู้เรียน | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 8. มีแบบฝึกปฏิบัติหรือแบบฝึกหัดและการประเมินผลที่ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 9. เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 10. เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 11. เนื้อหาโดยรวมส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| **ภาพรวมของแพลตฟอร์ม (ด้านเนื้อหา)** | **4.91** | **0.29** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านเนื้อหา) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.91, S.D. = 0.29)

**ตารางที่ 4-5** ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้งาน)

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| 1. ความเสถียรและประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม | 4.57 | 0.53 | มากที่สุด |
| 2. ความเข้ากันได้กับอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ | 4.43 | 0.53 | มาก |
| 3. ความสามารถในการใช้งานได้ทุกสถานการณ์ | 4.71 | 0.49 | มากที่สุด |
| 4. ความยืดหยุ่นและปรับตามผู้ใช้ | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 5. ความสะดวกในการใช้งาน | 4.71 | 0.49 | มากที่สุด |
| **ภาพรวมของแพลตฟอร์ม (ด้านการนำไปใช้งาน)** | **4.66** | **0.48** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้งาน) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.66, S.D. = 0.48)

**ตารางที่ 4-6** ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านประสิทธิภาพ)

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| 1. สื่อห้องเรียนเสมือนจริงใช้งานง่าย | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 2. สื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีฟังก์ชันเพียงพอต่อการเรียนรู้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3. ฟังก์ชันในสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4. การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| 5. การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความรวดเร็ว | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| **ภาพรวมของแพลตฟอร์ม (ด้านประสิทธิภาพ)** | **4.97** | **0.17** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-6 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านประสิทธิภาพ) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.97, S.D. = 0.17)

**ตารางที่ 4-7** ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการออกแบบ)

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| 1. การออกแบบมีความน่าสนใจ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2. การออกแบบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3. การจัดวางองค์ประกอบโดยรวมมีความเหมาะสม | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4. ขนาดตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม | 4.71 | 0.49 | มากที่สุด |
| 5. ความน่าสนใจของบทเรียน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6. การออกแบบห้องเรียน ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 7. การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริงมีความเข้าใจง่ายและมีความสมบูรณ์สอดคล้องกับงานวิจัย | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| **ภาพรวมของแพลตฟอร์ม (ด้านการออกแบบ)** | **4.96** | **0.20** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-7 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการออกแบบ) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.96, S.D. = 0.20)

**ตารางที่ 4-8** ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ)

| **องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้** | **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | **ระดับคุณภาพ** |
| 1. ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2. ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3. ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4. ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| **ภาพรวมของแพลตฟอร์ม (ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ)** | **5.00** | **0.00** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-8 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 5.00, S.D. = 0.00)

**ตารางที่ 4-9** ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง)

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
| 1. แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| 2. แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ | 4.71 | 0.49 | มากที่สุด |
| 3. แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4. แพลตฟอร์มสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนการสอนได้จริง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5. แพลตฟอร์มมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง | 4.86 | 0.38 | มากที่สุด |
| **ภาพรวมของแพลตฟอร์ม (ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง)** | **4.89** | **0.32** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-9 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.89, S.D. = 0.32)

**4.4 การประเมินหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

4.4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถเปรียบเทียบผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ได้ตามตารางดังนี้

**ตารางที่ 4-10** ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | จำนวนผู้เรียน (N) | $\bar{x}$ | S.D. | t-test | Sig |
|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 40 | 13.35 | 3.34 | 11.93 | 0.00** |
| หลังเรียน | 40 | 21.05 | 3.62 | | |

** p<.05

ผลจากตารางที่ 4-10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{x}$ = 21.05, S.D. = 3.62) สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 13.35, S.D. = 3.34) แสดงให้เห็นว่า แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

4.4.2 ผลประเมินการคิดเชิงคำนวณผู้เรียนหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงตามเกณฑ์คะแนนแบบรูบิค (Rubric Score) ประเมินการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ได้ตามตารางดังนี้

แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ

แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ

**ตารางที่ 4-11** ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| คนที่ | แบบฝึก กิจกรรมที่ 1 | แบบฝึก กิจกรรมที่ 2 | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 2 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 3 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 4 | 9 | 8 | 17 | 8.50 | มาก |
| 5 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 6 | 9 | 10 | 19 | 9.50 | มาก |
| 7 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 8 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 9 | 11 | 12 | 23 | 11.50 | มากที่สุด |
| 10 | 10 | 9 | 19 | 9.50 | มาก |
| 11 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 12 | 8 | 9 | 17 | 8.50 | มาก |
| 13 | 12 | 12 | 24 | 12.00 | มากที่สุด |
| 14 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 15 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 16 | 9 | 8 | 17 | 8.50 | มาก |
| 17 | 10 | 11 | 21 | 10.50 | มากที่สุด |
| 18 | 11 | 10 | 21 | 10.50 | มากที่สุด |
| 19 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 20 | 7 | 7 | 14 | 7.00 | มาก |
| 21 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |

| คนที่ | แบบฝึก กิจกรรมที่ 1 | แบบฝึก กิจกรรมที่ 2 | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 9 | 10 | 19 | 9.50 | มาก |
| 23 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 24 | 12 | 12 | 24 | 12.00 | มากที่สุด |
| 25 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 26 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 27 | 10 | 11 | 21 | 10.50 | มากที่สุด |
| 28 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 29 | 8 | 8 | 16 | 8.00 | มาก |
| 30 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 31 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 32 | 10 | 11 | 21 | 10.50 | มากที่สุด |
| 33 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 34 | 10 | 9 | 19 | 9.50 | มาก |
| 35 | 8 | 8 | 16 | 8.00 | มาก |
| 36 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 37 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 38 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 39 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 40 | 12 | 12 | 24 | 12.00 | มากที่สุด |
| **รวม** | **400** | **402** | **802** | **401** | มากที่สุด |
| **เฉลี่ย** | **10.00** | **10.05** | **20.05** | **10.03** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-11 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 10.03 แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและ

การคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดีมาก โดยให้คะแนนการคิดเชิงคำนวณตามเกณฑ์แบบรูบิค (Rubric) ที่มีเกณฑ์การประเมิน 4 ระดับ ดังนี้

10.00 – 12.00 คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมากที่สุด

7.00 – 9.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก

4.00 – 6.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับกลาง

0.00 – 3.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับปรับปรุง

4.4.3 ผลประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงตามเกณฑ์คะแนนแบบรูบิค (Rubric Score) ประเมินการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ได้ตามตาราง ดังนี้

แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์

แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์

**ตารางที่ 4-12** ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| คนที่ | แบบฝึก กิจกรรมที่ 1 | แบบฝึก กิจกรรมที่ 2 | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 2 | 9 | 10 | 19 | 9.50 | มาก |
| 3 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 4 | 8 | 9 | 17 | 8.50 | มาก |
| 5 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 6 | 10 | 9 | 19 | 9.50 | มาก |

| คนที่ | แบบฝึก กิจกรรมที่ 1 | แบบฝึก กิจกรรมที่ 2 | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 8 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 9 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 10 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 11 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 12 | 9 | 8 | 17 | 8.50 | มาก |
| 13 | 12 | 12 | 24 | 12.00 | มากที่สุด |
| 14 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 15 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 16 | 8 | 9 | 17 | 8.50 | มาก |
| 17 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 18 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 19 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 20 | 7 | 7 | 14 | 7.00 | มาก |
| 21 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 22 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 23 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 24 | 12 | 12 | 24 | 12.00 | มากที่สุด |
| 25 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 26 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 27 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 28 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 29 | 8 | 8 | 16 | 8.00 | มาก |
| 30 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 31 | 9 | 9 | 18 | 9.00 | มาก |
| 32 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 33 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 34 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |

| คนที่ | แบบฝึก กิจกรรมที่ 1 | แบบฝึก กิจกรรมที่ 2 | รวม | ค่าเฉลี่ย | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|
| 35 | 9 | 8 | 17 | 8.50 | มาก |
| 36 | 11 | 11 | 22 | 11.00 | มากที่สุด |
| 37 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 38 | 10 | 10 | 20 | 10.00 | มากที่สุด |
| 39 | 12 | 9 | 21 | 10.50 | มากที่สุด |
| 40 | 12 | 12 | 24 | 12.00 | มากที่สุด |
| **รวม** | **403** | **400** | **803** | **401.5** | มากที่สุด |
| **เฉลี่ย** | **10.08** | **10.00** | **20.08** | **10.04** | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4-12 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 10.04 แสดงให้เห็นว่าการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดีมาก โดยให้คะแนนการคิดเชิงคำนวณตามเกณฑ์แบบรูบิค (Rubric) ที่มีเกณฑ์การประเมิน 4 ระดับ ดังนี้

10.00 – 12.00 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับมากที่สุด

7.00 – 9.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก

4.00 – 6.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับกลาง

0.00 – 3.99 คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปรับปรุง

# บทที่ 5
# สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เพื่อสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 3) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 5) เพื่อประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ 6) เพื่อประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ นำเสนอตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผล

5.2 อภิปราย

5.3 ข้อเสนอแนะ

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

## 5.1 สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประเมินคำเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน สรุปผลได้ ดังนี้

5.1.1.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (โดยรวม) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.71, S.D. = 0.46)

ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ซึ่งสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ผ่านจักรวาลนฤมิต ที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ มีการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

5.1.1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แยกตามองค์ประกอบ) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.80, S.D. = 0.42) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการกำหนดปัจจัยนำเข้าและด้านกระบวนการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.84, S.D. = 0.37) รองลงมาคือด้านผลป้อนกลับ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.80, S.D. = 0.42) ด้านผลผลิตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.68, S.D. = 0.47) ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่าองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

5.1.1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบกระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ ด้านกระบวนการเรียนรู้ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.85, S.D. = 0.37) สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีองค์ประกอบและกระบวนการเรียนการสอนที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง เนื่องจากมีรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำอย่างชัดเจน มีการนำเสนอเนื้อหา เครื่องมือ รวมถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ ตัวอย่างประกอบในการใช้งานส่งผลให้ผู้สอนสามารถเข้าใจถึงรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้ง่ายมากขึ้น และนำไปใช้งานต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.1.4 ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้งาน) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.75, S.D. = 0.44) สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีองค์ประกอบและกระบวนการเรียนการสอนที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้

ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง เนื่องจากมีรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถร่วมกับการเรียนรู้แบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำอย่างชัดเจน มีการนำเสนอเนื้อหา เครื่องมือ รวมถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ

ตัวอย่างประกอบในการใช้งานส่งผลให้ผู้สอนสามารถเข้าใจถึงรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้ง่ายมากขึ้น และนำไปใช้งานต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน สรุปผลได้ ดังนี้

5.1.2.1 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านเนื้อหา) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.91, S.D. = 0.29)

5.1.2.2 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้งาน) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.66, S.D. = 0.48)

5.1.2.3 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านประสิทธิภาพ) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.97, S.D. = 0.17)

5.1.2.4 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการออกแบบ) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.96, S.D. = 0.20)

5.1.2.5 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 5.00, S.D. = 0.00)

5.1.2.6 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.89, S.D. = 0.32) ซึ่งอาจสรุปได้ว่า แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{\boldsymbol{X}}$ = 21.05, S.D. = 3.62) สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($\overline{\boldsymbol{X}}$ = 13.35, S.D. = 3.34) แสดงให้เห็นว่า แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มพัฒนาการออกแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 10.03 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการคิดเชิงคำนวณหลังจากการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก

5.1.5 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มพัฒนาการออกแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 10.04 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการคิดสร้างสรรค์หลังจากการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก

**5.2 อภิปรายผล**

การพัฒนาการออกแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ นำไปใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น จำนวน 40 คน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งอภิปรายผลได้ ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (องค์ประกอบรวม) ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แยกตามองค์ประกอบ) ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (กระบวนการเรียนรู้) และส่วนที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (การนำไปใช้งาน) รวมไปถึงการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อทำการสังเคราะห์กาเรียนรู้อัตโนนาโถ (Self-Directed Learning) การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Teaching) มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถร่วมกับการเรียนรู้แบบจุลภาคที่พัฒนาขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ (Immersive virtual environment) การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ผสมผสานโลกความเป็นจริงและโลกเสมือนเข้าด้วยกันผ่านการสร้างภาพสามมิติที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้ในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้เหมือนอยู่ในสถานการณ์จริง ทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในหลากหลายด้าน เช่น การเรียนการสอน การฝึกอบรม และการพัฒนาองค์กร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Aulakh et al., 2025) เรื่อง Self-directed learning versus traditional didactic learning in undergraduate medical education: a systemic review and meta-analysis ที่กล่าวไว้ว่า การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด เมื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้อัตโนนาโถกับการสอนแบบบรรยายดั้งเดิม โดยผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้อัตโนนาโถมีประสิทธิผลสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และยังส่งเสริมสมรรถนะเชิงพุทธิปัญญา ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการกำกับตนเอง อีกทั้งยังสอดคล้องกับ (กฤษณ์ วิริยะสิทธารถ, 2563) เรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการเขียนโค้ดโดยใช้การเรียนรู้แบบจุลภาค สำหรับนักศึกษาครู: การวิจัยเชิงทดลองแบบปรับเหมาะ ที่กล่าวไว้ว่า การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ด้านการเขียนโค้ดโดยใช้การเรียนรู้แบบจุลภาคสำหรับนักศึกษาครู ซึ่งพบว่า การออกแบบบทเรียนแบบแบ่งเป็นโมดูลย่อย และจัดเส้นทางการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน ช่วยส่งเสริมความสามารถด้านการเขียนโค้ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในองค์ประกอบด้านการแก้ไขปัญหาและด้านการเขียนโปรแกรม

ทั้งยังมีการพัฒนาแบบทดสอบที่ครอบคลุมความสามารถด้านการออกแบบขั้นตอนวิธี การใช้เงื่อนไข และการวนซ้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ และยังสอดคล้องกับ (ยลวรรณ ขานเขว้า, 2567) เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ อัลกอริทึมกับการแก้ปัญหา และทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่กล่าวไว้ว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกโดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผลการทดลองพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และรูปแบบที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินว่ามีความเหมาะสมในระดับสูง

5.2.2 ผลการประเมินคุณภาพแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอน ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านบริหารการศึกษา และด้านอาชีวศึกษา จำนวน 7 ท่าน ประเมินความเหมาะสมการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ว่าผลการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Sreejun & Chatwattana, 2023) เรื่อง The Imagineering Learning Model with Inquiry-Based Learning via Augmented Reality to Enhance Creative Products and Digital Empathy. ที่กล่าวไว้ว่า การนำสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงมาปรับใช้ในการเรียนการสอนโดยผ่านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศโดยตรง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างอิสระ ควบคุมการทำงานด้วยตนเองก่อให้เกิดผลลัพธ์แบบเรียลไทม์ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ (Bangpoophamorn & Wiriyanon, 2019) เรื่อง . The development of a flipped classroom model with self-directed learning to enhance critical thinking in an undergraduate course. ที่กล่าวไว้ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ได้ดีอีกวิธีหนึ่งคือ การเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Directed Learning) เนื่องจากการเรียนรู้แบบนำตนเองนี้ มีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลได้ด้วยตนเอง ฝึกให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิจารณาตัดสินใจแก้ปัญหาและกำหนดแผนการเรียนรู้

ของตนเองได้ และยังสอดคล้องกับ (Suvandy & Chatwattana, 2025) เรื่อง The design of hybrid learning via metaverse on virtual world learning community with micro-learning to enhance technology and digital literacy skills. ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้แบบจุลภาค (Micro-Learning) เป็นการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามหน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กและกิจกรรมในระยะเวลาสั้น ๆ เมื่อเรียนรู้เสร็จสิ้น นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ในทันที

5.2.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการออกแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดการคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้ตรงกับหลักสูตรอาชีวศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนต้องมีความรู้ ทักษะและเจตคติที่สามารถนำไปประกอบอาชีพได้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ การคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วรชัย ศรีธร และธีรศักดิ์ อินทรมาตย์, 2566) เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.10 คิดเป็นร้อยละ 80 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ (สุธิวัชร ศุภลักษณ, 2568) เรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงคำนวณ ด้านการคิดเชิงนามธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t(73) = 13.30$, $p < .001$, $d = 3.61$) แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันเกมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนามธรรมอย่างชัดเจน โดยค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) อยู่ในระดับสูงมาก สะท้อนให้เห็นถึงความหมายเชิงปฏิบัติที่เด่นชัด และยังสอดคล้องกับ (เพียงขวัญ แก้วเรืองและคณะ, 2565) เรื่อง การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณ

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5.2.4 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 10.03 แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติโดยใช้แบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งทำการประเมินผลจากการวัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการสอน โดยผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติจริงผ่านแบบฝึกกิจกรรม จำนวน 4 สัปดาห์ โดยให้คะแนนการคิดเชิงคำนวณตามเกณฑ์แบบรูบิค (Rubric) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วิรุฬห์ สิทธิเขตรกรณ์ และสรุย์พร สว่างเมฆ, 2564) เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ประชากรในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้นี้สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในระหว่างดำเนินกิจกรรมและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมาก ทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีการแยกปัญหา การหาแบบรูป การนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ (Dewi et al., 2025) เรื่อง Integrating Digital Reading Module to Enhance Computational Thinking Skills via Lesson Study for EFL Beginners: Case Study of a Public Senior High School in Indonesia ที่กล่าวไว้ว่า ผู้เรียนมีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในด้านการแยกย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง วิเคราะห์สถานการณ์ และสร้างแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ และยังสอดคล้องกับ (Yan et al., 2025) เรื่อง LLM-based collaborative programming: impact on students' computational thinking and self-efficacy. ที่กล่าวไว้ว่า การบูรณาการ Large Language Models (LLMs) เข้ากับการเรียนรู้แบบร่วมมือในการเขียนโปรแกรมมีผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเรียนรู้ร่วมกับ LLM มีคะแนนผลการทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลลัพธ์นี้สะท้อนว่าการใช้ LLM ช่วยสนับสนุนการประมวลผลและแก้ปัญหาทางโปรแกรมมิ่ง ทำให้ผู้เรียนสามารถแบ่งย่อยปัญหา จัดลำดับตรรกะ และสร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้เป็นระบบมากขึ้น

5.2.5 ผลการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 10.04 แสดงให้เห็นว่าการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งทำการประเมินผลจากการวัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการสอน โดยผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติจริงผ่านแบบฝึกกิจกรรม จำนวน 4 สัปดาห์ โดยให้คะแนนการคิดเชิงคำนวณตามเกณฑ์แบบรูบิค (Rubric) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Muliadi et al., 2025) เรื่อง Ethnoscience integrated project-based learning model for enhancing students' creative thinking skills and cultural literacy: Expert perspectives and preliminary testing. ที่กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมในลักษณะโครงงานที่เชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม ค้นคว้า ออกแบบ และสร้างสรรค์ผลงานที่สะท้อนบริบททางวัฒนธรรมของตนเอง กระบวนการดังกล่าวช่วยพัฒนาความคิดริเริ่ม (originality) ความยืดหยุ่นทางความคิด (flexibility) และความสามารถในการขยายความคิด (elaboration) ได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริงและปัญหาที่มีความหมายต่อชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังสอดคล้องกับ (Adnan, et al., 2025) เรื่อง The Effect of Citizen Science Project Learning Model on Students' Critical and Creative Thinking Skills. ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ Citizen Science Project (CSP) ส่งผลให้ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบ STAD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวม (MANOVA) และรายตัวแปร (Tests of Between-Subjects Effects) โดยคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน ทั้งด้านการคิดเชิงวิพากษ์ (ต่างกัน 13.03 คะแนน) และการคิดสร้างสรรค์ (ต่างกัน 16.80 คะแนน) และยังสอดคล้องกับ (EalSlman, 2025) เรื่อง The Impact of Brainstorming Strategy on Developing Sixth Grade Basic Students' Creative Thinking Skills in Jordan. ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การระดมสมองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์โดยรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การระดมสมองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

5.3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบอัตโนนาโถ (Self-Directed Learning) ร่วมกับการเรียนรู้แบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ ควรมีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย

ทั้งการประเมินกระบวนการ (Process Assessment) และการประเมินผลลัพธ์ (Product Assessment) เพื่อสะท้อนระดับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันรายบุคคล รวมทั้งควรใช้เครื่องมือที่วัดได้ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

5.3.1.2 การออกแบบบทเรียนแบบจุลภาคควรเน้นโครงสร้างเนื้อหาที่กระชับ ชัดเจน และเชื่อมโยงเป็นลำดับขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ การแยกย่อยปัญหา การหาแบบแผน การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี ควบคู่กับการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างผลงานหรือแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ

5.3.1.3 การใช้สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับบริบทจริง เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทดลองผิด–ถูก และการสะท้อนคิด (Reflection) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นองค์รวม และสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณและความคิดสร้างสรรค์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรนำรูปแบบการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำไปทดลองใช้ในรายวิชาอื่น หรือในระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิผลในบริบทที่หลากหลาย

5.3.2.2 ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการเรียนรู้อัตโนมัติ เช่น แรงจูงใจภายในการกำกับตนเองทางการเรียน (Self-Regulation) และความพร้อมด้านดิจิทัลของผู้เรียน เพื่อพัฒนาแนวทางสนับสนุนที่เหมาะสม

5.3.2.3 ควรพัฒนาสื่อมัลติมีเดียและเครื่องมือปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น ภารกิจเชิงสถานการณ์ เกมการเรียนรู้ หรือระบบป้อนกลับอัตโนมัติ (Automated Feedback) เพื่อเพิ่มระดับการมีส่วนร่วมและความลุ่มลึกของการเรียนรู้

5.3.2.4 ควรมีการวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการเรียนรู้แบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงคำนวณ และการคิดสร้างสรรค์อย่างชัดเจน

5.3.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.3.1 สถานศึกษาควรสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้อัตโนมัติ ควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เพื่อพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

5.3.3.2 ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบจุลภาคที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมาย วางแผน ลงมือปฏิบัติ และประเมินผลตนเอง เพื่อเสริมสร้างความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างแท้จริง

5.3.3.3 ควรบูรณาการรูปแบบการเรียนรู้นี้เข้ากับแผนการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรอย่างเป็นระบบ โดยกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ชัดเจน และจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อให้การนำไปใช้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

# บรรณานุกรม

## ภาษาไทย


กรรณิกา รำปี. (2567). *การใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับหนังสือเรียนแบบดิจิทัลเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสื่อสารภาษาอังกฤษและการเรียนรู้แบบนำตนเองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่].

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *รู้จักวิทยาการคำนวณ. ใน เขมวดี พงศานนท์ (บ.ก.), การจัดการเรียนการสอน Coding และ Computer Science. การประชุมเชิงปฏิบัติการเรียนรู้วิทยาการคำนวณและโค้ดดิ้ง.*

กรันย์ลักษมณ์ รัตนวโรภาส, ณัฐสิทธิ์ นรสิทธิ์, และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2565). การตรวจสอบเอกสารอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์อภิมานเรื่องวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขั้นสูงเพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 35*(2), 166–180.

กฤษณ์ วิริยะสิทธารถ. (2563). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการเขียนโค้ดโดยใช้การเรียนรู้แบบจุลภาคสำหรับนักศึกษาครู: การวิจัยเชิงทดลองแบบปรับเหมาะ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

กฤษณ์ วิริยะสิทธิธารถ, และชญุตม์ ภิรมย์สมบัติ. (2565). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการเขียนโค้ดโดยใช้การเรียนรู้แบบจุลภาคสำหรับนักศึกษาครู*. วารสารการวัดผลการศึกษา, 39(106), 1–18.

กิร์สติ โลนกา. (2563). *Phenomenal Learning*: *นวัตกรรมการเรียนรู้แห่งอนาคตแบบฟินแลนด์.* สำนักพิมพ์บุ๊คสเคป.

จักรินทร์ สันติรัตนภักดี, และ ศุภกฤษฎิ์ นิวิวัฒนากูล. (2567). การค้นคืนรูปภาพเชิงเนื้อหาด้วยคุณลักษณะระดับสูงจากการเรียนรู้ด้วยตนเองของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกที่ถูกฝึกฝืนล่วงหน้า. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, 20*(1), 60–75.

จุฑามาศ รอไกรเพชร, และพินันทา ฉัตรวัฒนา. (2567). รูปแบบการเรียนรู้แบบจุลภาคผสานกลไกเกมมิฟิเคชันผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร. *วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ*, 15(1), 116–126.

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2563). แนวคิดเชิงคำนวณ. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2568,

จาก https://www.scimath.org/lesson-technology/item/10560-2019-08-28-02-43-20

ชลธิชา ชิวปรีชา. (2554). ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ทำกิจกรรมศิลปะด้วยใบตอง. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

โชติกา สงคราม. (2562). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร].

ดวงจันทร์ แก้วกงพาน และชิษาภัทร ชูทอง. (2567). การพัฒนาการออกแบบเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สู่การสอนแบบจุลภาคเพื่อเตรียมความพร้อมของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ภายใต้สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, *14*(1), 275–288.

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). การพัฒนาและประเมินความคิดสร้างสรรค์ในสถานศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์*, *27*(1), 1–10.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สุวีริยาสาส์น.

ปฏิญญา พั่วระยะ, พรนภัส สุธรรมมา, รัตนวลัย ธนะคุณ, ชวนคิด มะเสนะ, และสมฤทัย เตาจันทร์. (2568). การศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง: ลักษณะคุณภาพอนาคต. *วารสารบริหารการศึกษาบัวบัณฑิต*, *25*(1), 368–378.

ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2561). การจัดการเรียนรู้แบบจุลภาค. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปรัชญาพร ทองประสิทธิ์. (2562). *รูปแบบการพัฒนาทักษะด้านอารมณ์โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองสำหรับผู้ปฏิบัติงานส่วนหน้าในธุรกิจบริการ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ].

เพียงขวัญ แก้วเรือง, วิไลลักษณ์ ลังกา, และ อรอุมา เจริญสุข. (2565). การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม. *วารสารวิชาการ มจร บุรีรัมย์*, *7*(2), 65–79.

พระสุริยา ไชยประเสริฐ และภาสกร เรืองรอง. (2566). การพัฒนารูปแบบสื่อจักรวาลนฤมิตร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ด้วยการใช้เทคนิคการเล่าเรื่องผ่านสื่อสังคม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องพุทธประวัติสำหรับนักเรียนธรรมศึกษาชั้นตรี ระดับชั้นมัธยมศึกษา. *วารสารสหวิทยาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, *6*(2), 1067–1077.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มาลิณี รักดี. (2560). *ปัจจัยทางระดับที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจังหวัดพะเยา* [วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย].

ยลวรรณ ขานเขว้า. (2567). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ อัลกอริธึมกับการแก้ปัญหา และทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ].

ยุพาวดี นิศวอนุตรพันธ์. (2556). การออกแบบสร้างสรรค์เศษวัสดุ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัญญา วิศาลาภรณ์. (2540). การวิจัยทางการศึกษา : หลักการและแนวทางการปฏิบัติ (พิมพ์ครั้งที่ 1). ต้นออแกรมมี่.

วรชัย ศรีธร, และ ธีรศักดิ์ อินทรมาตย์. (2566). ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มมร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย*, 11(1), 192–206.

วิรุฬห์ สิทธิเขตรกรณ์, และสรุย์พร สว่างเมฆ. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ประชากรในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(3), 286–300.

ศุภนัจ คนคล่อง. (2562). *กลไกการขับเคลื่อนเครือข่ายการจัดการขยะเพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการ PDCC ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประจวบคีรีขันธ์ เขต 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพแนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สรลักษณ์ ลีลา. (2561). การจัดการเรียนรู้แบบจุลภาคด้วยหนังสือมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).

สุธิวัชร ศุภลักษณ์. (2568). ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเกมเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงคำนวณด้านการคิดเชิงนามธรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 20(3), 10–20.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567.*

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579*. กรุงเทพฯ.

สุคนธ สินธพานนท, วรรัตน วรรณเลิศลักษณ และพรรณี สินธพานนท. (2551). *พัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอน* (พิมพครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพเลี่ยงเชียง.

สุชา จันทรเอม. (2551). จิตวิทยาทั่วไป. พิมพครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สุรพล บุญลือ. (2565). เมตาเวิร์สสำหรับการศึกษา: การเชื่อมต่อระหว่างจักรวาลนฤมิตกับโลกความจริงของการเรียนรู้ ที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพนอร์ทกรุงเทพ*, *11*(1), 9-16.

อนุศาสน์ ตาเสน, ปณิดา วรรณพิรุณ, ขนิษฐา หินอ่อน, ชวนิดา สุวานิช, และปานรดา สรรเสริญ. (2566). การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ผ่านจักรวาลนฤมิตด้วยการคิดเชิงออกแบบเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะนวัตกร *การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาลัยเทคโนโลยีบ้านโป่งบริหารธุรกิจ*, หน้า 18–34.

อนุศาสน์ ตาเสน, ปณิตา วรรณพิรุณ, ขนิษฐา หินอ่อน, ชวนิดา สุวานิช, และปานรดา สรรเสริญ. (2567). การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ผ่านจักรวาลนฤมิตด้วยการคิดเชิงออกแบบเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะนวัตกร. *วารสารร้อยแก่นสารการศึกษา*, 9(9), 19–33.

อรณิชชา ทศตา, สิรินาถ จงกลกลาง และนาตยา ปิลันธนานนท์. (2567). การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning: S.DL). *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 18(3), 375–387.

อะพินัน สุวันดี และพินันทา ฉัตรวัฒนา. (2568). *การออกแบบการเรียนรู้แบบไฮบริดผ่านจักรวาลนฤมิตบนชุมชนการเรียนรู้บนโลกเสมือนผสานไมโครเลิร์นนิงเพื่อส่งเสริมทักษะการรู้ดิจิทัลและเทคโนโลยี*. วารสารวิชาการพัฒนาการศึกษาอาชีวศึกษา, 35(125), 66–77.

**ภาษาอังกฤษ**

Adnan, A., Saenab, S., Rahmatullah, R., Almuanwarah, R., & Sahira, S. (2025). The Effect of Citizen Science Project Learning Model on Students' Critical and Creative Thinking Skills. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, *13*(1), 51–61. https://doi.org/10.23947/2334-8496-2025-13-1-51-61

Agaoglu, F. O., Bas, M., Tarsuslu, S., Ekinci, L. O., & Agaoglu, N. B. (2025). The mediating digital literacy and the moderating role of academic support in the relationship between artificial intelligence usage and creative thinking in nursing students. *BMC Nursing, 24,* 484. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03128-3

Albooghobeish, M., Ghalandeh, A., Khalafi, A., & Haghighizadeh, M. H. (2025). Using micro-learning to enhance knowledge and skills of airway management in nurse anesthesia students: An interventional study. *Archives of Anesthesiology and Critical Care, 11*(1), 9–18. https://aacc.tums.ac.ir/index.php/aacc/article/view/997

Alqahtani, R. N., & Almassaad, A. Z. (2025). The effect of a training program based on the (TAWOCK) model for teaching computational thinking skills on teaching self-efficacy among female computer teachers. *Education and Information Technologies, 30*, 6687–6705. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13088-x

Alqurashi, E. (2017). Microlearning: A pedagogical approach for technology integration. In A. Isman, J. Willis, & J. A. Donaldson (Eds.), *Proceedings of the International Educational Technology Conference* (pp. 942–947).

Aulakh, J., Wahab, H., Richards, C., Bidaisee, S., & Ramdass, P. V. A. K. (2025). *Self-directed learning versus traditional didactic learning in undergraduate medical education: A systematic review and meta-analysis*. BMC Medical Education, 25, Article 70. https://doi.org/10.1186/s12909-024-06449-0

Bangpoophamorn, K., & Wiriyanon, T. (2019). The development of a flipped classroom model with self-directed learning to enhance critical thinking in an undergraduate course. *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 10*(2), 41–50. https://ojs.kmutnb.ac.th/index.php/jote/article/download/2875/2205

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In A. D. O'Reilly, B. M. Ferguson, & C. L.A. J. Stewart (Eds.), *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1-25). American Educational Research Association.

Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo. (2023). *Self-directed learning*. https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/self-directed-learning

Chou-Lee, G. J., & Tran, L. T. (2025). Domestic students' engagement in internationalisation at home: Developing critical and creative thinking capability. *European Journal of Education, 60*(1), 21–37. https://doi.org/10.1111/ejed.70171

De la Hoz Serrano, A., Melo Niño, L. V., Álvarez Murillo, A., Martín Tardío, M. Á., Cañada Cañada, F., & Cubero Juánez, J. (2024). Analysis of gender issues in computational thinking approach in science and mathematics learning in higher education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 14*(11), 2865–2882. https://doi.org/10.3390/ejihpe14110188

Dewi, S. L., Misnar, M., Syahid, A., Rahma, R., & Syahrin, A. (2025). Integrating Digital Reading Module to Enhance Computational Thinking Skills via Lesson Study for EFL Beginners: Case Study of a Public Senior High School in Indonesia. *World Journal of English Language, 15*(7), 1–15. https://doi.org/10.5430/wjel.v15n7p69

Dolgopolovas, V., Jevsikova, T., Savulioniene, L., & Dagiene, V. (2015). *On evaluation of computational thinking of software engineering novice students.* Vilnius University.

Ealsman, B., Karwowski, M., Beghetto, R. A., & Barbot, B. (2025). Creative thinking in PISA 2022: Implications for education and assessment. *Acta Psychologica, 248,* 104132.

Ealslman, E. S. I. (2025). The impact of brainstorming strategy on developing sixth grade basic students' creative thinking skills in Jordan. *Journal of Educational and Social Research, 15*(1), 283–299. https://doi.org/10.36941/jesr-2025-0022

Fitz-Gibbon, C. T., & Morris, L. L. (1994). *How to Design a Program Evaluation* (3rd ed.). SAGE Publications.

Gabrielli, S., Kimani, S., & Catarci, T. (2006, June 23–24). The design of microlearning experiences: A research agenda [Paper presentation]. Microlearning 2005 conference, Innsbruck, Austria.

Goecke, B., Benedek, M., Diedrich, J. G., Forthmann, B., Patzl, S., & Weiss, S. (2026). Being female and being well-situated implies higher performance on creative thinking tests: Evidence across 62 countries from PISA 2022. *Thinking Skills and Creativity, 59,* 101963. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101963

Gong, B., Chen, X., Wang, N., Zhan, Y., Zhong, H., Zhang, R., Luo, Y., Zhang, Z., & Li, L. (2025). The relationship between psychological capital, stress, micro-learning environment, and professional identity in nursing interns: a structural equation modeling study. *Frontiers in Psychology, 16,* 1458384. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1458384

Govindharaj, P., & Swaminathan, N. (2025). Self-directed learning ability among undergraduate allied health sciences students in Chennai, India: a cross-sectional study. *BMC Medical Education, 25*(1). Article https://doi.org/10.1186/s12909-025-07458-3

Guglielmino, L. M. (1997). *Development of the self-directed learning readiness scale* (Doctoral dissertation). University of Georgia.

Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill.

HajiAbad, F. A., Keshmiri, F., Jabinian, F., & Shiryazdi, S. M. (2025). Micro-learning and Mindtools in Mobile-Learning (M-Learning): Effects on knowledge and self-efficacy in laparoscopy education for surgical nursing students. *BMC Nursing, 24*, Article 202. https://doi.org/10.1186/s12912-025-02841-3

Hiemstra, R. (1997). Self-directed learning. In *The International Encyclopedia of Education* (2nd ed.). Wheaton Ltd.

Hilsmann, N., & Dodson, C. (2025). The impact of a micro-learning video on the critical appraisal self-efficacy of evidence-based research. *Teaching and Learning in Nursing, 20,* e1207–e1215. https://doi.org/10.1016/j.teln.2025.06.012

Jovanovic, A., & Milosavljevic, A. (2022). VoRtex Metaverse platform for gamified collaborative learning. *Electronics*, *11*, 317. https://doi.org/10.3390/electronics11030317

Kanharin, S., & Chatwattana, P. (2025). *An inquiry-based learning platform mixed with game-based learning using metaverse to enhance digital literacy and empathy skills. Higher Education Studies, 15*(1), 117-127. https://doi.org/10.5539/hes.v15n1p117

Keller, A., & Raemy, P. (2025). *Emphasising Self-Directed Learning in VET-Schools: Teachers' Convictions and Role Negotiations*. International Journal for Research in Vocational Education and Training, 12(1), 1–19. https://doi.org/10.13152/IJRVET.12.1.1

Khan, E. H., Sethi, A., Junaid, S. M., Khattak, T., & Khattak, M. (2025). Readiness for self-directed learning among undergraduate medical students in Khyber Pakhtunkhwa during COVID-19, Pakistan. *BMC Medical Education, 25*(1). https://doi.org/10.1186/s12909-025-06745-3

Knowles, M. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Association Press.

Metin, Ş., Kalyenci, D., Başaran, M., Relkin, E., & Bilir, B. (2025). Design-based digital story program: Enhancing coding and computational thinking skills in early childhood education. *Early Childhood Education Journal, 53*(12), 2255–2274. https://doi.org/10.1007/s10643-024-01728-3

Muliadi, A., Rokhmat, J., & Sukarso, A. A. (2025). *Ethnoscience integrated project-based learning model for enhancing students' creative thinking skills and cultural literacy: Expert perspectives and preliminary testing*. International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 8(3), 3676–3685. https://www.ijirss.com/index.php/ijirss/article/view/7376

Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia, 2*(1), 486–497. https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031

Nasir, N. M., Ariffin, T. F. T., Yusoff, M. H., & Hassan, R. (2024). Fostering creative thinking skills through digital storytelling. *International Journal of Progressive Education and Research (IJOPR), 5*(1), 1–12. https://doi.org/10.33902/JPR.202427318

Nikou, S. A. (2018). Mobile-based microlearning and assessment: Impact on learning performance and motivation of high school students. *Journal of Computer Assisted Learning, 34*(3), 269–278. https://doi.org/10.1111/jcal.12240

Ouaazki, A., Bergram, K., Farah, J. C., Gillet, D., & Holzer, A. (2024). *Generative AI-Enabled Conversational Interaction to Support Self-Directed Learning Experiences in Transversal Computational Thinking*. In Proceedings of the

ACM Conversational User Interfaces 2024 (CUI '24), July 08–10, 2024, Luxembourg. https://doi.org/10.1145/3640794.3665542

Oyelere, A. S., Agbo, F. J., Suhonen, J., Jormanainen, I., & Tukiainen, M. (2025). Co-designing to develop computational thinking skills in Nigeria K-12 using Scratch. *Education and Information Technologies, 30*(28), 14925–14965. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13386-y

Park, Y., & Kim, Y. (2018). A design and development of micro-learning content in e learning system. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 8*(1), 56-61. https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.1.2698

Patwe, S., & Mane, S. (2025). Blockchain enabled architecture for data privacy preservation in the metaverse environment. *Discover Computing, 28*(102), Article 102. https://doi.org/10.1007/s10791-025-09606-1

Pereira, D. S., & Pereira, P. P. da S. (2025). Self-directed learning of informal caregivers using mobile health: A systematic review. *BMC Health Services Research, 25*(911). https://doi.org/10.1186/s12913-025-13019-7

Phueakaeim, S. (2022). *Self-directed learning of facilitator: A self-study research* [Master's thesis, Thammasat University]. Thammasat University Institutional Repository.https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2022/TU_2022_5819030080_16378_23482.pdf

Piankarnka, V., Nilsook, P., & Wannapiroon, P. (2025). A micro-learning approach with artificial intelligence for improving skills in designing the movement of in-game characters and using mixed reality. *International Journal of Information and Education Technology, 15*(4), 847–857. https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.4.2291

Sharma, S., Singh, G., Lim, W. M., Ali, A., & Singh, R. (2025). *Metaverse through the integrated theoretical lenses of task technology fit theory, social capital theory, and social cognitive theory: The case of SMEs*. Journal of Innovation and Entrepreneurship, 14(6). https://doi.org/10.1186/s13731-024-00445-w

Sreejun, S., & Chatwattana, P. (2023). The Imagineering Learning Model with Inquiry-Based Learning via Augmented Reality to Enhance Creative Products and Digital Empathy. *Journal of Education and Learning, 12*(2), 52-59. https://doi.org/10.5539/jel.v12n2p52

Suvandy, A., & Chatwattana, P. (2025). The design of hybrid learning via metaverse on virtual world learning community with micro-learning to enhance technology and digital literacy skills. *Journal of Technical Education Development*, *37*(134), 145–154. https://so09.tci-thaijo.org/index.php/jted/article/view/6450/3926

Thossata, O., Jongkonlang, N., & Pilanthananond, N. (2024). Self-Directed Learning (S.DL). *Journal of Nakhon Ratchasima College, Humanities and Social Sciences*, 18(3), 376–386. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/hsjournalnmc/article/view/280200

Torrance, E. P. (1963). Education and the creative potential. The Lund Press.

Tupthong, K., & Chatwattana, P. (2025). *Architecture of the micro-learning platform mixed with gamification via metaverse to promote creative problem-solving skills*. *Higher Education Studies, 15*(1), 150-159. https://doi.org/10.5539/hes.v15n1p150

Wang, H.-H., & Wang, C.-H. A. (2024). Teaching design students machine learning to enhance motivation for learning computational thinking skills. *Acta Psychologica, 251,* 104619. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104619

Wu, G.-C., Zuo, Y.-Y., Feng, B.-B., Liu, Z.-Y., Zhu, Y.-Q., & Zhu, L. (2025). Factors affecting undergraduate nursing students' professional commitment: a structural equation modeling analysis. *BMC Nursing, 24*, 814. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03381-6

Yan, Y.-M., Chen, C.-Q., Hu, Y.-B., & Ye, X.-D. (2025). LLM-based collaborative programming: Impact on students' computational thinking and self-efficacy.

*Humanities & Social Sciences Communications, 12*, Article 139. https://doi.org/10.1057/s41599-025-04471-1

Yildiz, E. P., & Baltaci, S. (2024). Computational thinking skills in STEM education: A systematic review. *Education, 14*(10), 1401. https://doi.org/10.3390/education14101401

Zarshenas, L., Mehrabi, M., Karamdar, L., Keshavarzi, M. H., & Keshtkaran, Z. (2022). The effect of micro-learning on learning and self-efficacy of nursing students: An interventional study. *BMC Medical Education, 22*(1), 664. https://doi.org/10.1186/s12909-022-03726-8

Zhang, H., Li, Y., Zhang, S., Song, L., & Tao, F. (2025). *Artificial intelligence-enhanced digital twin systems engineering towards the industrial metaverse in the era of Industry 5.0*. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 38(40). https://doi.org/10.1186/s10033-025-01210-0

# ภาคผนวก



# ภาคผนวก ก

## รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย ชวรางกูร
สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรินทร อุ่มไกร
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศธร ปาลี
รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

1.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณพงศ์ วรรณพิรุณ
สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

1.5 ดร.บุรินทร์ นรินทร์
รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย ชวรางกรู อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมัติโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรินทร อุ่นไกร อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหาวินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมัติโดยใช้ภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศธร ปาลี รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมัติโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณพงศ์ วรรณพิรุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเรียนรู้อัตโนมัติโดยนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.บุรินทร์ นรินทร์ รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๓๘๑๐๒๑

2. รายนามชื่อผู้เชี่ยวชาญภายนอก กรรมการตรวจแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินต่าง ๆ ของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

2.1 นายศุภเจริญ นิลพันธุ์

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

2.2 นางสาววัลย์วิภา เชื่องศิลป์

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

2.3 นางณัฐรชา อมรธรรมสกุล

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

2.4 นางสาวธาตุทอง สรรพเจริญ

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

2.5 นางสาวเยาวเรศ คุ้มทรัพย์

ครูชำนาญการ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายศุภเจริญ นิลพันธุ์ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาววัลย์วิภา เชื้องศิลป์ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมัติโดยใช้การวิเคราะห์ภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางณัฐธชา อมรธรรมสกุล ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหาวินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวธาตุทอง สรรพเจริญ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวเยาวเรศ คุ้มทรัพย์ ครูชำนาญการ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๘๗-๓๑๘๑๐๒๑

3. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือวิจัย (ในระยะการประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย) ของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

3.1 ดร. เมตตา คงคากูล

อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

3.2 ดร.บุรินทร์ นรินทร์

รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

3.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรินทร อุ่มไกร

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

3.4 นายศุภเจริญ นิลพันธุ์

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

3.5 นางณัฐรชา อมรธรรมสกุล

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

3.6 นางสาวธาตุทอง สรรพเจริญ

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

3.7 นางสาวเยาวเรศ คุ้มทรัพย์

ครูชำนาญการ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๑๘.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.เมตตา คงคากูล อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๔๖๓๓



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๑๘.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.บุรินทร์ นรินทร์ รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๔๖๓๓



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๑๘.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรินทร อุ่มไกร อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมัติโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๔๖๓๓



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๑๘.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายศุภเจริญ นิลพันธุ์ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๔๖๓๓



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๑๘.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางณัฐธชา อมรธรรมสกุล ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๕๖๓๓



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๑๘.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวธาตุทอง สรรพเจริญ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหาวินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๕๖๓๓



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๑๘.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวเยาวเรศ คุ้มทรัพย์ ครูชำนาญการ แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล
วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเรียนรู้อัตโนมัติโดยใช้การโค้ชแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๔๖๓๓



# ภาคผนวก ข

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความเหมาะสมของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**ผู้วิจัย** : นางสาวศศินนท์ กัณหารินทร์

**จุดมุ่งหมาย** : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

**คำชี้แจง**

การประเมินความเหมาะสมเพื่อออกแบบรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ โดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของรูปแบบการเรียนรู้ได้จากรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งมาพร้อมกันนี้

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ
เพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

2. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

3. เพื่อประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**คำชี้แจง**

การประเมินความเหมาะสมเพื่อออกแบบรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ โดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของรูปแบบการเรียนรู้ได้จากรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดของท่าน โดยมรเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับ | 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
| ระดับ | 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก |
| ระดับ | 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง |
| ระดับ | 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย |
| ระดับ | 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

**แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ เพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**
**(โดยรวม)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **1. หลักการและแนวคิด** หลักการและแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ฯ มีความเหมาะสมในระดับใด | | | | | | |
| **2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในระดับใด** ** พิจารณาในด้านความครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการเรียนการสอนทั่วไป | | | | | | |
| 2.1 การกำหนดปัจจัยนำเข้า | | | | | | |
| 2.2 กระบวนการเรียนรู้ | | | | | | |
| 2.3 ผลผลิต | | | | | | |
| 2.4 ผลป้อนกลับ | | | | | | |
| 3. รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ สนับสนุนการเรียนรู้อยู่ในระดับใด | | | | | | |
| 4. องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ มีความสอดคล้องต่อการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับใด | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (โดยรวม)

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**(แยกตามองค์ประกอบ)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **1. การกำหนดปัจจัยนำเข้า** | | | | | | |
| 1.1 ผู้เรียน | | | | | | |
| 1.2 ผู้สอน | | | | | | |
| 1.3 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 1.4 เนื้อหา | | | | | | |
| 1.5 จักรวาลนฤมิต | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ การกำหนดปัจจัยนำเข้า

.....

.....

.....

.....

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **2. กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | | | | | | |
| **2.1 กระบวนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาค** | | | | | | |
| 2.1.1 ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | | | | | | |
| 2.1.2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | | | | | | |
| 2.1.3 ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | | | | | | |
| 2.1.4 ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | | |
| **2.2 สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | | | | | | |
| 2.2.1 อวทาร์ | | | | | | |
| 2.2.2 สภาพแวดล้อมเสมือน | | | | | | |
| 2.2.3 การทำงานร่วมกัน | | | | | | |
| 2.2.4 การสร้างเนื้อหา | | | | | | |
| 2.2.5 การโต้ตอบแบบเรียลไทม์ | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **3. ผลผลิต** | | | | | | |
| **3.1 การคิดเชิงคำนวณ** | | | | | | |
| 3.1.1 การแบ่งปัญหา | | | | | | |
| 3.1.2 การหารูปแบบ | | | | | | |
| 3.1.3 การคิดเชิงนามธรรม | | | | | | |
| 3.1.4 การออกแบบอัลกอริทึม | | | | | | |
| **3.2 การคิดสร้างสรรค์** | | | | | | |
| 3.2.1 ความคิดริเริ่ม | | | | | | |
| 3.2.2 ความคิดคล่องแคล่ว | | | | | | |
| 3.2.3 ความคิดยืดหยุ่น | | | | | | |
| 3.2.4 ความคิดละเอียดลออ | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ ผลผลิต

.....

.....

.....

.....

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **4. ผลป้อนกลับ** | | | | | | |
| 4.1 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ | | | | | | |
| 4.2 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ ผลป้อนกลับ

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**(ด้านการนำไปใช้)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1. รูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับใด | | | | | | |
| 2. กระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับใด | | | | | | |
| 3. ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปพัฒนาเป็นแพลตฟอร์มสำหรับใช้งานจริงในระดับใด | | | | | | |
| 4. ในภาพรวมรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ที่พัฒนาขึ้น มีความเป็นไปได้ในการนำไปทดลองใช้ในระดับใด | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับรูปแบบการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ ผู้วิจัย

โทร 063 214 4633

E-mail. Sasinan.kan@pttc.ac.th

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

2. แบบประเมินความสอดคล้องคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC) การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินความสอดคล้องคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC)**

**ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์** การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ผู้วิจัย** นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**จุดมุ่งหมาย** เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

2. เพื่อประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินความสอดคล้องคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC)**

**ชื่อผู้ประเมินแพลตฟอร์ม** .....

**ตำแหน่ง** .....

**สถานที่ทำงาน** .....

.....

**คำชี้แจง**

การประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC) องค์ประกอบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ โดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ได้จากแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ส่งมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| +1 | หมายถึง | ความสอดคล้องกับคำถาม |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจความสอดคล้องกับคำถาม |
| - 1 | หมายถึง | ไม่มีความสอดคล้องกับคำถาม |

**แบบประเมินความสอดคล้องคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC)**

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์ม | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | +1 | 0 | -1 |
| **1. ด้านเนื้อหา** | | | |
| 1.1 มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน | | | |
| 1.2 เนื้อหาที่นำเสนอตรงและครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ | | | |
| 1.3 การเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม | | | |
| 1.4 โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง | | | |
| 1.5 ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสม | | | |
| 1.6 ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน | | | |
| 1.7 การยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและระดับผู้เรียน | | | |
| 1.8 มีแบบฝึกปฏิบัติหรือแบบฝึกหัดและการประเมินผลที่ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ | | | |
| 1.9 เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ | | | |
| 1.10 เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ | | | |
| 1.11 เนื้อหาโดยรวมส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | | | |
| **2. ด้านการนำไปใช้งาน** | | | |
| 2.1 ความเสถียรและประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม | | | |
| 2.2 ความเข้ากันได้กับอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ | | | |
| 2.3 ความสามารถในการใช้งานได้ทุกสถานการณ์ | | | |
| 2.4 ความยืดหยุ่นและปรับตามผู้ใช้ | | | |
| 2.5 ความสะดวกในการใช้งาน | | | |
| **3. ด้านประสิทธิภาพ** | | | |
| 3.1 สื่อห้องเรียนเสมือนจริงใช้งานง่าย | | | |
| 3.2 สื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีฟังก์ชันเพียงพอต่อการเรียนรู้ | | | |
| 3.3 ฟังก์ชันในสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | | | |

| องค์ประกอบของแพลตฟอร์ม | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | +1 | 0 | -1 |
| 3.4 การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | | | |
| 3.5 การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความรวดเร็ว | | | |
| **4. ด้านการออกแบบ** | | | |
| 4.1 การออกแบบมีความน่าสนใจ | | | |
| 4.2 การออกแบบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา | | | |
| 4.3 การจัดวางองค์ประกอบโดยรวมมีความเหมาะสม | | | |
| 4.4 ขนาดตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม | | | |
| 4.5 ความน่าสนใจของบทเรียน | | | |
| 4.6 การออกแบบห้องเรียน ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ | | | |
| 4.7 การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริงมีความเข้าใจง่ายและมีความสมบูรณ์สอดคล้องกับงานวิจัย | | | |
| **5. ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | | | |
| 5.1 ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | | | |
| 5.2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | | | |
| 5.3 ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | | | |
| 5.4 ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | | | |
| **6. ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง** | | | |
| 6.1 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | | | |
| 6.2 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ | | | |
| 6.3 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | | | |
| 6.4 แพลตฟอร์มสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนการสอนได้จริง | | | |
| 6.5 แพลตฟอร์มมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ที่พัฒนาขึ้นในการนำไปใช้

.....

.....

.....

..... ..

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ ผู้วิจัย

โทร 063 214 4633

E-mail. Sasinan.kan@pttc.ac.th

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์** การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ผู้วิจัย** นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**จุดมุ่งหมาย** เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์
2. เพื่อประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**ชื่อผู้ประเมิน** .....

**ตำแหน่ง** .....

**สถานที่ทำงาน** .....

**คำชี้แจง**

การประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ โดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ได้จากเนื้อหารายละเอียดเกี่ยวกับแพลตฟอร์มกาเรียนรู้ที่ส่งมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับ | 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด |
| ระดับ | 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก |
| ระดับ | 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง |
| ระดับ | 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย |
| ระดับ | 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

**สิ่งที่แนบมาด้วย**

1. เนื้อหารายละเอียดเกี่ยวกับแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

2. แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**
**(ด้านเนื้อหาแพลตฟอร์มการเรียนรู้)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **1. ด้านเนื้อหาแพลตฟอร์มการเรียนรู้** | | | | | | |
| 1.1 มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน | | | | | | |
| 1.2 เนื้อหาที่นำเสนอตรงและครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 1.3 การเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม | | | | | | |
| 1.4 โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง | | | | | | |
| 1.5 ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสม | | | | | | |
| 1.6 ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน | | | | | | |
| 1.7 การยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและระดับผู้เรียน | | | | | | |
| 1.8 มีแบบฝึกปฏิบัติหรือแบบฝึกหัดและการประเมินผลที่ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ | | | | | | |
| 1.9 เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ | | | | | | |
| 1.10 เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ | | | | | | |
| 1.11 เนื้อหาโดยรวมส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้านเนื้อหาแพลตฟอร์มการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**(ด้านการนำไปใช้งาน)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **2. ด้านการนำไปใช้งาน** | | | | | | |
| 2.1 ความเสถียรและประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม | | | | | | |
| 2.2 ความเข้ากันได้กับอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ | | | | | | |
| 2.3 ความสามารถในการใช้งานได้ทุกสถานการณ์ | | | | | | |
| 2.4 ความยืดหยุ่นและปรับตามผู้ใช้ | | | | | | |
| 2.5 ความสะดวกในการใช้งาน | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้านการนำไปใช้งาน

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**(ด้านประสิทธิภาพ)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **3. ด้านประสิทธิภาพ** | | | | | | |
| 3.1 สื่อห้องเรียนเสมือนจริงใช้งานง่าย | | | | | | |
| 3.2 สื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีฟังก์ชันเพียงพอต่อการเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.3 ฟังก์ชันในสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | | | | | | |
| 3.4 การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | | | | | | |
| 3.5 การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความรวดเร็ว | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้านประสิทธิภาพ

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**(ด้านการออกแบบ)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **4. ด้านการออกแบบ** | | | | | | |
| 4.1 การออกแบบมีความน่าสนใจ | | | | | | |
| 4.2 การออกแบบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา | | | | | | |
| 4.3 การจัดวางองค์ประกอบโดยรวมมีความเหมาะสม | | | | | | |
| 4.4 ขนาดตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม | | | | | | |
| 4.5 ความน่าสนใจของบทเรียน | | | | | | |
| 4.6 การออกแบบห้องเรียน ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ | | | | | | |
| 4.7 การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริงมีความเข้าใจง่ายและมีความสมบูรณ์สอดคล้องกับงานวิจัย | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้านการออกแบบ

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**

**(ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **5. ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | | | | | | |
| 5.1 ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | | | | | | |
| 5.2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | | | | | | |
| 5.3 ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | | | | | | |
| 5.4 ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์**
**(ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง)**

| องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ | ระดับความเหมาะสม | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| **6. ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง** | | | | | | |
| 6.1 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | | | | | | |
| 6.2 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ | | | | | | |
| 6.3 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | | | | | | |
| 6.4 แพลตฟอร์มสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนการสอนได้จริง | | | | | | |
| 6.5 แพลตฟอร์มมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับละเอียดของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มกาเรียนรู้เกณฑ์การให้คะแนนอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ ผู้วิจัย

โทร 063 214 4633

E-mail. Sasinan.kan@pttc.ac.th

4. แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด**

**ชื่อผู้ประเมิน** .....

**ตำแหน่ง** .....

**สถานที่ทำงาน** .....

**คำชี้แจง**

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด โดยให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

**-1** คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

**0** คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่

**+1** คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

**สิ่งที่แนบมาด้วย**

1. แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด ประกอบด้วยสองหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด**
**(พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์)**

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความเข้าใจ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| **เรื่อง** พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ | | | | | | | | | |
| **วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**<br>1. อธิบายหลักการและขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง | | ✓ | | | | | | | |
| **แบบทดสอบ**<br>1. ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนของหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์<br>ก. การอบรมโปรแกรม<br>ข. การเขียนโปรแกรม<br>ค. การออกแบบโปรแกรม<br>ง. การวิเคราะห์ปัญหา | ✓ | | | | | | | | |
| 2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับ “ความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์” | ✓ | | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ก. คำสั่งที่เขียนขึ้นด้วยภาษาโปรแกรม<br><u>ข. ชุดรหัสคำสั่งที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล</u><br>ค. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์<br>ง. กลุ่มคำสั่งที่เรียบเรียงขึ้นตามไวยากรณ์และกระบวนการของแต่ละภาษา | | | | | | | | | |
| 3. ข้อใดเป็นขั้นตอนแรกในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์<br><u>ก. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย</u><br>ข. กำหนดลักษณะของข้อมูลออก<br>ค. กำหนดวิธีการประมวลผล<br>ง. กำหนดลักษณะของข้อมูลเข้า | | ✓ | | | | | | | |
| 4. การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม ต้องทำหลังจากขั้นตอนใดต่อไปนี้<br>ก. การติดตั้งใช้งาน | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ข. การตรวจสอบความถูกต้องของโค้ด<br>ค. การเขียนโปรแกรม<br>ง. การออกแบบโปรแกรม | | | | | | | | | |
| 5. หากนักเรียนเขียนโปรแกรมแล้ว พบว่าไม่ผิดไวยากรณ์ แต่ไม่สามารถทำงานได้และเกิดความผิดพลาดขณะทำงาน เนื่องจากรับค่าบางค่าไม่ได้ จัดเป็นความผิดพลาดของโปรแกรมแบบใด<br>ก. run-time error<br>ข. syntax error<br>ค. logical error<br>ง. system error | | ✓ | | | | | | | |
| 6. Compiler (คอมไพเลอร์) หมายถึงข้อใด<br>ก. การแปลชุดคำสั่งทุกคำสั่งจากโปรแกรมต้นฉบับให้เป็นภาษาเครื่องทั้งหมดก่อน แล้วจึงนำไปประมวลผล<br>ข. แปลโปรแกรมทีละคำสั่งให้เป็นภาษาเครื่องและสั่งทำงานไป | ✓ | | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ทีละคำสั่ง<br>ค. เป็นตัวแปลเฉพาะภาษาแอสเซมบลี<br>ง. เป็นตัวแปลภาษาโดยแปลทีละบรรทัด | | | | | | | | | |
| 7. อินเทอร์พรีเตอร์ (Interpreter) หมายถึงข้อใด<br><u>ก. แปลโปรแกรมต้นทางทีละคำสั่งให้เป็นภาษาเครื่องและทำงานตามคำสั่งนั้นทันทีจนจบโปรแกรม</u><br>ข. แปลคำสั่งทั้งโปรแกรมเป็นภาษาเครื่องก่อนแล้วจึงรันผลลัพธ์<br>ค. เป็นตัวแปลภาษาแอสเซมบลี<br>ง. แปลคำสั่งทีละบรรทัด | ✓ | | | | | | | | |
| 8. ขั้นตอนแรกของกระบวนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือข้อใด<br>ก. การออกแบบโปรแกรม<br>ข. การเขียนโปรแกรม<br><u>ค. การวิเคราะห์ปัญหา</u> | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ง. การทดสอบโปรแกรม | | | | | | | | | |
| 9. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับ “การออกแบบโปรแกรม”<br>ก. การตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม<br>ข. การกำหนดลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา และโครงสร้างโปรแกรมก่อนเขียนจริง<br>ค. การนำโปรแกรมไปติดตั้งและใช้งานจริง<br>ง. การเขียนคำสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ | | ✓ | | | | | | | |
| 10. ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมหากโปรแกรมสามารถคอมไพล์ได้สำเร็จแต่แสดงผลผิดพลาด สาเหตุอาจมาจากข้อใด<br>ก. syntax error<br>ข. logical error | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ค. run-time error<br>ง. system error | | | | | | | | | |
| 11. ข้อใด **ไม่ใช่** ขั้นตอนพื้นฐานของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์?<br>ก. การวิเคราะห์ปัญหา<br>ข. การออกแบบโครงสร้างโปรแกรม<br>ค. การทดสอบโปรแกรม<br>ง. การซื้ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ใหม่ | ✓ | | | | | | | | |
| 12. ให้นักเรียน **ระบุ** ค่าที่เป็นชนิดข้อมูลจำนวนเต็ม (Integer)<br>ก. 12.5<br>ข. -7<br>ค. 3.14<br>ง. “ABC” | ✓ | | | | | | | | |
| 13. ข้อใด **อธิบาย** บทบาทของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้องที่สุด?<br>ก. โปรแกรมทำให้คอมพิวเตอร์เปลี่ยนสีหน้าจอ | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ข. โปรแกรมสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามลำดับขั้นตอน<br>ค. โปรแกรมช่วยให้คอมพิวเตอร์ประหยัดไฟ<br>ง. โปรแกรมช่วยซ่อมคอมพิวเตอร์อัตโนมัติ | | | | | | | | | |
| **วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**<br>2. ออกแบบผังงาน (Flowchart) หรือรหัสเทียม (Pseudocode) เพื่อแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ | | | ✓ | | | | | | |
| 14. ถ้านักเรียนต้องการออกแบบผังงานเพื่อหาผลรวมของตัวเลข 1 ถึง 10 ควรเริ่มต้นด้วยขั้นตอนใด<br>ก. รับค่าตัวเลขเริ่มต้น<br>ข. แสดงผลรวม<br>ค. กำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้น<br>ง. คำนวณผลรวม | | | ✓ | | | | | | |
| 15. หากต้องการออกแบบผังงานเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของตัวเลข 3 ตัว ควรเริ่มต้นจากขั้นตอนใด<br>ก. รับค่าตัวเลข 3 ตัว | | | ✓ | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ข. แสดงผลลัพธ์<br>ค. คำนวณผลรวม<br>ง. คำนวณค่าเฉลี่ย | | | | | | | | | |
| 16. หากต้องการออกแบบผังงานเพื่อแสดงผลว่า “ตัวเลขที่รับมาเป็นเลขคู่หรือเลขคี่” ควรใช้สัญลักษณ์ใดในการตรวจสอบเงื่อนไข<br>ก. สัญลักษณ์แสดงผล (Output)<br>ข. สัญลักษณ์การคำนวณ (Process)<br>ค. สัญลักษณ์การตัดสินใจ (Decision)<br>ง. สัญลักษณ์เริ่มต้น/สิ้นสุด (Terminal) | | | ✓ | | | | | | |
| 17. เขียนรหัสเทียมเพื่อคำนวณผลรวมของตัวเลข 1–10 ขั้นตอนแรกควรเป็นข้อใด<br>ก. แสดงผลรวมของตัวเลข 1–10<br>ข. เริ่มต้นกำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ<br>ค. รับค่าจำนวนตัวเลขจากผู้ใช้ | | | ✓ | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ง. คำนวณผลรวมของตัวเลขในลูป | | | | | | | | | |
| 18. หากต้องการเขียนรหัสเทียมเพื่อหาค่ามากที่สุดระหว่างตัวเลข 2 ตัว (A และ B) ควรใช้คำสั่งใดในการตรวจสอบ<br>ก. LOOP<br>ข. INPUT<br>ค. IF ... THEN ... ELSE<br>ง. OUTPUT | | ✓ | | | | | | | |
| 19. หากต้องการเขียนรหัสเทียมเพื่อหาค่ามากที่สุดจากตัวเลข 3 จำนวน (A, B, C) ขั้นตอนใดควรทำหลังจากรับค่าตัวเลขครบแล้ว<br>ก. แสดงค่าที่มากที่สุด<br>ข. ตรวจสอบว่า A มากกว่า B หรือไม่<br>ค. กำหนดค่าเฉลี่ยของตัวเลข<br>ง. คำนวณผลรวมของตัวเลขทั้ง 3 | | | ✓ | | | | | | |
| 20. หากต้องการออกแบบรหัสเทียมเพื่อตรวจสอบว่าตัวเลขที่รับมาเป็นเลขบวกหรือลบ ควรใช้ | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| คำสั่งใดเป็นหลัก<br>ก. OUTPUT<br>ข. IF ... THEN ... ELSE<br>ค. FOR ... DO<br>ง. WHILE ... END WHILE | | | | | | | | | |
| 21. ในการออกแบบผังงานเพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขจำนวนหนึ่ง ขั้นตอนใดควรอยู่ก่อนการแสดงผล<br>ก. รับค่าตัวเลขจากผู้ใช้<br>ข. คำนวณผลรวมและหารด้วยจำนวนตัวเลข<br>ค. ตรวจสอบค่าตัวเลขที่ป้อน<br>ง. กำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้นใหม่ | | | ✓ | | | | | | |
| 22. หากต้องการออกแบบรหัสเทียมเพื่อให้โปรแกรมแสดงตัวเลข 1 ถึง 5 แบบวนซ้ำ ควรใช้โครงสร้างใด<br>ก. IF ... THEN ... ELSE<br>ข. WHILE ... END WHILE<br>ค. CASE ... OF<br>ง. OUTPUT | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| 23. หากต้องการออกแบบผังงานเพื่อหาผลรวมของจำนวนเต็ม N ตัว (กำหนดค่า N ไว้แล้ว) ขั้นตอนใดต้องมีในกระบวนการ<br>ก. การวนซ้ำเพื่อรับและบวกค่าจำนวนตัวเลข<br>ข. การตรวจสอบว่าจำนวนเป็นบวกหรือลบ<br>ค. การเปรียบเทียบสองค่า<br>ง. การแสดงข้อความทักทาย | | | ✓ | | | | | | |
| 24. ให้นักเรียน **ระบุ** ความหมายของสัญลักษณ์ Process (รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)<br>ก. การเริ่มต้น/สิ้นสุด<br>ข. การรับหรือแสดงผล<br>ค. การประมวลผล<br>ง. การตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข | ✓ | | | | | | | | |
| 25. จากผังงานที่มีสัญลักษณ์ Decision ข้อใด **แปลความหมาย** หน้าที่ของสัญลักษณ์นี้ได้ถูกต้อง? | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ก. ใช้คำนวณค่าตัวแปร<br>ข. ใช้ตัดสินใจเลือกเส้นทางตามเงื่อนไข<br>ค. ใช้เก็บข้อมูลลงตัวแปร<br>ง. ใช้จบการทำงานของโปรแกรม | | | | | | | | | |
| 26. ให้นักเรียน **นำแนวคิดไปใช้** เขียนรหัสเทียมเพื่อหา “ผลรวมของเลข 1 ถึง 5” ข้อใดถูกต้องที่สุด?<br>ก. Sum = 1 + 2 + 3 + 4 + 5<br>ข. For i = 1 to 5: Sum = i<br>ค. For i = 1 to 5: Sum = Sum + i<br>ง. i = 5: Sum = i + 1 | | | ✓ | | | | | | |

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด**
**(การเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น)**

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| **เรื่อง** การเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น | | | | | | | | | |
| **วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**<br>1. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามโครงสร้างภาษาที่กำหนดได้ถูกต้อง | | | ✓ | | | | | | |
| 27. ข้อใดเป็นโครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรมภาษา C ที่ถูกต้อง<br>ก. main() include<stdio.h> { printf("Hello"); }<br>ข. #include<stdio.h> main() { printf("Hello"); }<br>ค. #include<stdio.h>; int main { printf("Hello"); }<br>ง. #include<stdio.h> int main() { printf("Hello"); } | | ✓ | | | | | | | |
| 28. คำสั่งใดใช้สำหรับแสดงผลข้อความ “Welcome” บนหน้าจอ | ✓ | | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ในภาษา C<br>ก. input("Welcome");<br>ข. count << "Welcome";<br>ค. printf("Welcome");<br>ง. print("Welcome"); | | | | | | | | | |
| 29. คำสั่งใดถูกต้องสำหรับประกาศตัวแปรจำนวนเต็มในภาษา C<br>ก. integer number;<br>ข. int number;<br>ค. num integer;<br>ง. float number; | ✓ | | | | | | | | |
| 30. จากโปรแกรมต่อไปนี้<br>int a = 5, b = 10;<br>printf("%d", a + b);<br>ผลลัพธ์ที่ได้คือข้อใด<br>ก. 5<br>ข. 10<br>ค. 15<br>ง. 510 | | | ✓ | | | | | | |
| 31. ข้อใดคือการใช้คำสั่งรับค่าจำนวนเต็มจากผู้ใช้ที่ถูกต้อง<br>ก. scanf("%d", &num); | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ข. scanf("%d", num);<br>ค. input("%d", &num);<br>ง. input >> num; | | | | | | | | | |
| 32. หากต้องการตรวจสอบว่าตัวแปร x มีค่ามากกว่า 10 หรือไม่ ควรใช้โครงสร้างใด<br>ก. if (x > 10)<br>printf("Yes");<br>ข. if x > 10;<br>printf("Yes");<br>ค. if (x > 10)<br>print("Yes");<br>ง. if {x > 10}<br>printf("Yes"); | | | ✓ | | | | | | |
| 33. คำสั่งใดใช้สร้างโครงสร้างวนซ้ำที่แสดงเลข 1 ถึง 5 ได้ถูกต้อง<br>ก. for (i = 1; i <= 5; i++)<br>printf("%d", i);<br>ข. while (i <= 5)<br>printf("%d", i);<br>ค. for i = 1; i <= 5; i++<br>printf("%d", i); | | | ✓ | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ง. loop (i = 1; i <= 5; i++)<br>printf("%d", i); | | | | | | | | | |
| 34. คำสั่งใดถูกต้องสำหรับกำหนดค่าให้ตัวแปร sum เท่ากับผลรวมของ a และ b<br>ก. sum = a plus b;<br><u>ข. sum = a + b;</u><br>ค. sum == a + b;<br>ง. sum : a + b; | | ✓ | | | | | | | |
| 35. จากโปรแกรมต่อไปนี้<br>int x = 5;<br>x++;<br>printf("%d", x);<br>ผลลัพธ์คือข้อใด<br>ก. 4<br>ข. 5<br><u>ค. 6</u><br>ง. Error | | | ✓ | | | | | | |
| 36. ข้อใดเป็นโครงสร้างการประกาศฟังก์ชันในภาษา C ที่ถูกต้อง<br>ก. function add(int a, int b) {<br>return a + b; } | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ข. int add(int a, int b) { return a + b; }<br>ค. add(int a, int b) { return a + b; }<br>ง. def add(int a, int b) { return a + b; } | | | | | | | | | |
| 37. ให้นักเรียน **บอกชื่อ** คำสั่งที่ใช้แสดงผลข้อความในภาษา C<br>ก. scanf()<br>ข. printf()<br>ค. if()<br>ง. main() | ✓ | | | | | | | | |
| 38. ข้อใด **อธิบาย** การทำงานของคำสั่ง if ได้ถูกต้อง?<br>ก. ใช้ทำงานซ้ำตามจำนวนรอบ<br>ข. ใช้ตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อเลือกการทำงาน<br>ค. ใช้รับข้อมูลจากผู้ใช้<br>ง. ใช้แสดงผลข้อมูล | | ✓ | | | | | | | |
| 39. จากโค้ด<br>sum = 0;<br>for(i = 1; i <= 3; i++){ | | | ✓ | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| sum = sum + i;<br>}<br>ให้ **คำนวณ** ค่าของ sum หลังจบลูป<br>ก. 3<br>ข. 4<br><u>ค. 6</u><br>ง. 9 | | | | | | | | | |
| **วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**<br>2. วิเคราะห์และแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมได้อย่างเหมาะสม | | | ✓ | | | | | | |
| 40. จากโปรแกรมต่อไปนี้<br>#include<stdio.h><br>int main() {<br>int a, b;<br>scanf("%d" a);<br>printf("%d", a);<br>return 0;<br>}<br>ข้อใดคือข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไข<br>ก. ขาดเครื่องหมาย ; หลัง scanf<br><u>ข. ลืมใส่ & หน้าตัวแปร a</u> | | | ✓ | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| ค. ขาดวงเล็บ { หลัง main()<br>ง. ใช้คำสั่ง printf ไม่ถูกต้อง | | | | | | | | | |
| 41. เมื่อรันโปรแกรมแล้วแสดงผลลัพธ์ไม่ตรงกับที่คาดไว้ นักเรียนควรทำสิ่งใดเป็นลำดับแรก<br>ก. ปิดโปรแกรมแล้วลองใหม่<br>ข. ตรวจสอบการประกาศตัวแปรและชนิดข้อมูล<br>ค. ลบโค้ดทั้งหมดและเริ่มเขียนใหม่<br>ง. ใช้คำสั่ง print() เพื่อแสดงข้อความเพิ่มเติม | | | ✓ | | | | | | |
| 42. เมื่อคอมไพล์แล้วขึ้นข้อความ “syntax error” หมายถึงข้อผิดพลาดใด<br>ก. การใช้ตัวแปรผิดชนิด<br>ข. การคำนวณทางตรรกะผิดพลาด<br>ค. ผลลัพธ์ไม่ตรงกับที่ตั้งใจ<br>ง. การใช้คำสั่งไม่ถูกหลักไวยากรณ์ของภาษา | | ✓ | | | | | | | |
| 43. โค้ดต่อไปนี้มีข้อผิดพลาดใด<br>#include<stdio.h><br>int main() { | | | ✓ | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| int x = 10<br>printf("x = %d", x);<br>return 0;<br>}<br><u>ก. ขาดเครื่องหมาย ; หลัง int x = 10</u><br>ข. พิมพ์ชื่อฟังก์ชัน printf ผิด<br>ค. ไม่มีคำสั่ง return<br>ง. ขาดเครื่องหมาย "" ใน printf | | | | | | | | | |
| 44. เมื่อรันโปรแกรมแล้วได้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง แต่ไม่มีข้อความ error แสดง ควรตรวจสอบส่วนใดก่อน<br><u>ก. การคำนวณของสมการหรือเงื่อนไข</u><br>ข. การใช้วงเล็บเปิด–ปิด<br>ค. การประกาศตัวแปร<br>ง. การใส่เครื่องหมาย ; | | | ✓ | | | | | | |
| 45. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อผิดพลาดเชิงตรรกะ (Logic Error)<br>ก. ลืมใส่เครื่องหมาย ; หลังคำสั่ง<br>ข. พิมพ์ชื่อฟังก์ชันผิด<br><u>ค. ใช้ตัวดำเนินการผิด เช่น “=”</u> | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| <u>แทน “==”</u><br>ง. ไม่ประกาศตัวแปรก่อนใช้ | | | | | | | | | |
| 46. หากต้องการตรวจสอบค่าตัวแปรระหว่างการทำงานของโปรแกรมควรใช้วิธีใด<br><u>ก. เพิ่มคำสั่ง printf เพื่อแสดงค่าตัวแปร</u><br>ข. ปิดโปรแกรมทันที<br>ค. ลบโค้ดทั้งหมด<br>ง. ใช้คำสั่ง scanf แทน printf | | | ✓ | | | | | | |
| 47. จากโค้ดที่กำหนดให้ต่อไปนี้<br>if (x = 5) {<br>printf("Yes");<br>}<br>โปรแกรมนี้ควรแก้ไขอย่างไรให้เงื่อนไขทำงานถูกต้อง<br><u>ก. เปลี่ยนเป็น if (x == 5)</u><br>ข. เปลี่ยนเป็น if (x := 5)<br>ค. เปลี่ยนเป็น if (x = = 5)<br>ง. ไม่ต้องแก้ไข | | | ✓ | | | | | | |
| 48. หากโปรแกรมไม่สามารถคอมไพล์ได้และขึ้นว่า “undefined | | ✓ | | | | | | | |

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ | ระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด | | | ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ด้านความจำ | ด้านความเข้าใจ | ด้านนำไปใช้ | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง | (+1) สอดคล้อง | (0) ไม่แน่ใจ | (-1) ไม่สอดคล้อง |
| reference to main” หมายถึงอะไร<br>ก. ลืมปิดวงเล็บใน printf<br>ข. ลืมใส่ return 0;<br><u>ค. ไม่มีฟังก์ชัน main()</u><br>ง. ไม่มีการประกาศตัวแปร | | | | | | | | | |
| 49. หากโปรแกรมคำนวณผลรวมของตัวเลขผิดจากที่คาดไว้ นักเรียนควรตรวจสอบส่วนใดก่อน<br>ก. การคอมไพล์โปรแกรม<br>ข. การแสดงผลด้วย printf<br>ค. การประกาศตัวแปร<br><u>ง. การคำนวณในวงรอบ (loop)</u> | | | ✓ | | | | | | |
| 50. จากคำสั่ง<br>scanf("%d", x);<br>ให้ **นำความรู้ไปใช้** ระบุการแก้ไขที่ถูกต้อง<br>ก. เปลี่ยน %d เป็น %f<br><u>ข. ต้องใส่ & หน้า x</u><br>ค. ลบคำสั่ง scanf ทิ้ง<br>ง. ใส่วงเล็บเพิ่มหลัง x | | | ✓ | | | | | | |

5. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (จำนวน 30 ข้อ)




**วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี**

**แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568**

**รหัสวิชา 21910-1003 รายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น**

**ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.1 สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล**

**ข้อสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาสอบ 60 นาที**

**ผู้ออกข้อสอบ : นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์**

.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

**จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้**

1. เข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. มีทักษะในการวิเคราะห์ ออกแบบผังงาน รหัสเทียม และการพัฒนาโปรแกรม
3. มีความสามารถประยุกต์ใช้คำสั่งการทำงานคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียด รอบคอบ

**คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ กากบาทลงในกระดาษคำตอบ**

---

**รหัสวิชา 21910–1003 ชื่อวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น**

**2 หน่วยกิต ระดับชั้น ปวช.1**

**********

1. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับ “ความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์”
   ก. คำสั่งที่เขียนขึ้นด้วยภาษาโปรแกรม
   ข. ชุดรหัสคำสั่งที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล
   ค. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์
   ง. กลุ่มคำสั่งที่เรียบเรียงขึ้นตามไวยากรณ์และกระบวนการของแต่ละภาษา
2. การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม ต้องทำหลังจากขั้นตอนใดต่อไปนี้
   ก. การติดตั้งใช้งาน
   ข. การตรวจสอบความถูกต้องของโค้ด
   ค. การเขียนโปรแกรม
   ง. การออกแบบโปรแกรม
3. ขั้นตอนแรกของกระบวนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือข้อใด
   ก. การออกแบบโปรแกรม
   ข. การเขียนโปรแกรม
   ค. การวิเคราะห์ปัญหา
   ง. การทดสอบโปรแกรม
4. ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม หากโปรแกรมสามารถคอมไพล์ได้สำเร็จแต่แสดงผลผิดพลาด สาเหตุอาจมาจากข้อใด
   ก. syntax error
   ข. logical error
   ค. run-time error
   ง. system error
5. ข้อใด **ไม่ใช่** ขั้นตอนพื้นฐานของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์?
   ก. กการวิเคราะห์ปัญหา
   ข. การออกแบบโครงสร้างโปรแกรม

ค. การทดสอบโปรแกรม

ง. การซื้ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ใหม่

6. ถ้านักเรียนต้องการออกแบบผังงานเพื่อหาผลรวมของตัวเลข 1 ถึง 10 ควรเริ่มต้นด้วยขั้นตอนใด

ก. รับค่าตัวเลขเริ่มต้น

ข. แสดงผลรวม

ค. กำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้น

ง. คำนวณผลรวม

7. หากต้องการออกแบบผังงานเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของตัวเลข 3 ตัว ควรเริ่มต้นจากขั้นตอนใด

ก. รับค่าตัวเลข 3 ตัว

ข. แสดงผลลัพธ์

ค. คำนวณผลรวม

ง. คำนวณค่าเฉลี่ย

8. หากต้องการออกแบบผังงานเพื่อแสดงผลว่า “ตัวเลขที่รับมาเป็นเลขคู่หรือเลขคี่” ควรใช้สัญลักษณ์ใดในการตรวจสอบเงื่อนไข

ก. สัญลักษณ์แสดงผล (Output)

ข. สัญลักษณ์การคำนวณ (Process)

ค. สัญลักษณ์การตัดสินใจ (Decision)

ง. สัญลักษณ์เริ่มต้น/สิ้นสุด (Terminal)

9. เขียนรหัสเทียมเพื่อคำนวณผลรวมของตัวเลข 1–10 ขั้นตอนแรกควรเป็นข้อใด

ก. แสดงผลรวมของตัวเลข 1–10

ข. เริ่มต้นกำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

ค. รับค่าจำนวนตัวเลขจากผู้ใช้

ง. คำนวณผลรวมของตัวเลขในลูป

10. หากต้องการเขียนรหัสเทียมเพื่อหาค่ามากที่สุดระหว่างตัวเลข 2 ตัว (A และ B) ควรใช้คำสั่งใดในการตรวจสอบ

ก. LOOP

ข. INPUT

ค. IF ... THEN ... ELSE

ง. OUTPUT

11. หากต้องการออกแบบรหัสเทียมเพื่อตรวจสอบว่าตัวเลขที่รับมาเป็นเลขบวกหรือลบ ควรใช้คำสั่งใดเป็นหลัก

ก. OUTPUT

ข. IF ... THEN ... ELSE

ค. FOR ... DO

ง. WHILE ... END WHILE

12. ในการออกแบบผังงานเพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขจำนวนหนึ่ง ขั้นตอนใดควรอยู่ก่อนการแสดงผล

ก. รับค่าตัวเลขจากผู้ใช้

ข. คำนวณผลรวมและหารด้วยจำนวนตัวเลข

ค. ตรวจสอบค่าตัวเลขที่ป้อน

ง. กำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้นใหม่

13. หากต้องการออกแบบผังงานเพื่อหาผลรวมของจำนวนเต็ม N ตัว (กำหนดค่า N ไว้แล้ว) ขั้นตอนใดต้องมีในกระบวนการ

ก. การวนซ้ำเพื่อรับและบวกค่าจำนวนตัวเลข

ข. การตรวจสอบว่าจำนวนเป็นบวกหรือลบ

ค. การเปรียบเทียบสองค่า

ง. การแสดงข้อความทักทาย

14. ให้นักเรียน **ระบุ** ความหมายของสัญลักษณ์ Process (รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)

ก. การเริ่มต้น/สิ้นสุด

ข. การรับหรือแสดงผล

ค. การประมวลผล

ง. การตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข

15. ให้นักเรียน **นำแนวคิดไปใช้** เขียนรหัสเทียมเพื่อหา “ผลรวมของเลข 1 ถึง 5” ข้อใดถูกต้องที่สุด?

ก. Sum = 1 + 2 + 3 + 4 + 5

ข. For i = 1 to 5: Sum = i

ค. For i = 1 to 5: Sum = Sum + i

ง. i = 5: Sum = i + 1

16. ข้อใดเป็นโครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรมภาษา C ที่ถูกต้อง

ก. main() include<stdio.h> { printf("Hello"); }

ข. #include<stdio.h> main() { printf("Hello"); }

ค. #include<stdio.h>; int main { printf("Hello"); }

ง. #include<stdio.h> int main() { printf("Hello"); }

17. คำสั่งใดถูกต้องสำหรับประกาศตัวแปรจำนวนเต็มในภาษา C

ก. integer number;

ข. int number;

ค. num integer;

ง. float number;

18. ข้อใดคือการใช้คำสั่งรับค่าจำนวนเต็มจากผู้ใช้ที่ถูกต้อง

ก. scanf("%d", &num);

ข. scanf("%d", num);

ค. input("%d", &num);

ง. input >> num;

19. หากต้องการตรวจสอบว่าตัวแปร x มีค่ามากกว่า 10 หรือไม่ ควรใช้โครงสร้างใด

ก. if (x > 10) printf("Yes");

ข. if x > 10; printf("Yes");

ค. if (x > 10) print("Yes");

ง. if {x > 10} printf("Yes");

20. คำสั่งใดใช้สร้างโครงสร้างวนซ้ำที่แสดงเลข 1 ถึง 5 ได้ถูกต้อง

ก. for (i = 1; i <= 5; i++) printf("%d", i);

ข. while (i <= 5) printf("%d", i);

ค. for i = 1; i <= 5; i++ printf("%d", i);

ง. loop (i = 1; i <= 5; i++) printf("%d", i);

21. คำสั่งใดถูกต้องสำหรับกำหนดค่าให้ตัวแปร sum เท่ากับผลรวมของ a และ b

ก. sum = a plus b;

ข. sum = a + b;

ค. sum == a + b;

ง. sum : a + b;

22. จากโปรแกรมต่อไปนี้

```
int x = 5;
x++;
printf("%d", x);
```

ผลลัพธ์คือข้อใด

ก. 4

ข. 5

ค. 6

ง. Error

23. ให้นักเรียน **บอกชื่อ** คำสั่งที่ใช้แสดงผลข้อความในภาษา C

ก. scanf()

ข. printf()

ค. if()

ง. main()

24. จากโค้ด

```
sum = 0;
for(i = 1; i <= 3; i++){
    sum = sum + i;
}
```

ให้ **คำนวณ** ค่าของ sum หลังจบลูป

ก. 3

ข. 4

ค. 6

ง. 9

25. จากโปรแกรมต่อไปนี้

```
#include<stdio.h>
```

```
int main() {
    int a, b;
    scanf("%d" a);
    printf("%d", a);
    return 0;
}
```

ข้อใดคือข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไข

ก. ขาดเครื่องหมาย ; หลัง scanf

ข. ลืมใส่ & หน้าตัวแปร a

ค. ขาดวงเล็บ { หลัง main()

ง. ใช้คำสั่ง printf ไม่ถูกต้อง

26. เมื่อรันโปรแกรมแล้วแสดงผลลัพธ์ไม่ตรงกับที่คาดไว้ นักเรียนควรทำสิ่งใดเป็นลำดับแรก

ก. ปิดโปรแกรมแล้วลองใหม่

ข. ตรวจสอบการประกาศตัวแปรและชนิดข้อมูล

ค. ลบโค้ดทั้งหมดและเริ่มเขียนใหม่

ง. ใช้คำสั่ง print() เพื่อแสดงข้อความเพิ่มเติม

27. โค้ดต่อไปนี้มีข้อผิดพลาดใด

```
#include<stdio.h>
int main() {
    int x = 10
    printf("x = %d", x);
    return 0;
}
```

ก. ขาดเครื่องหมาย ; หลัง int x = 10

ข. พิมพ์ชื่อฟังก์ชัน printf ผิด

ค. ไม่มีคำสั่ง return

ง. ขาดเครื่องหมาย "" ใน printf

28. จากโค้ดที่กำหนดให้ต่อไปนี้

```
if (x = 5) {
    printf("Yes");
}
```

โปรแกรมนี้ควรแก้ไขอย่างไรให้เงื่อนไขทำงานถูกต้อง

ก. เปลี่ยนเป็น if (x == 5)

ข. เปลี่ยนเป็น if (x := 5)

ค. เปลี่ยนเป็น if (x = = 5)

ง. ไม่ต้องแก้ไข

29. หากโปรแกรมไม่สามารถคอมไพล์ได้และขึ้นว่า “undefined reference to main” หมายถึงอะไร

ก. ลืมปิดวงเล็บใน printf

ข. ลืมใส่ return 0;

ค. ไม่มีฟังก์ชัน main()

ง. ไม่มีการประกาศตัวแปร

30. หากโปรแกรมคำนวณผลรวมของตัวเลขผิดจากที่คาดไว้ นักเรียนควรตรวจสอบส่วนใดก่อน

ก. การคอมไพล์โปรแกรม

ข. การแสดงผลด้วย printf

ค. การประกาศตัวแปร

ง. การคำนวณในวงรอบ (loop)

6. แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

**แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง**

**ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์** การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ผู้วิจัย** นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**จุดมุ่งหมาย** เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric Score) ของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง**

**ชื่อผู้ประเมิน** .....

**ตำแหน่ง** .....

**สถานที่ทำงาน** .....

**คำอธิบาย**

การคิดเชิงคำนวณ คือ กระบวนการคิดเชิงระบบและมีเหตุผลในการแก้ปัญหา โดยการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ จัดลำดับขั้นตอน ค้นหารูปแบบ และสร้างวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคอมพิวเตอร์กับปัญหาหลากหลายได้ ไม่จำกัดเฉพาะด้านโปรแกรมมิ่ง

โดยมีองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) การแบ่งปัญหา (Decomposition) ความสามารถในการแยกปัญหาขนาดใหญ่หรือซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่จัดการได้ง่ายขึ้น

2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) ความสามารถในการสังเกตและวิเคราะห์ความเหมือนหรือความแตกต่างที่เกิดซ้ำ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) ความสามารถในการมุ่งเน้นเฉพาะข้อมูลหรือปัจจัยที่สำคัญ และละเว้นรายละเอียดที่ไม่จำเป็น เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) ความสามารถในการกำหนดขั้นตอน วิธีการ หรือกระบวนการที่เป็นลำดับตรรกะอย่างชัดเจน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

**คำชี้แจง**

การประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริงของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยเกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric Score) ด้วยการคิดเชิงคำนวณ โดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric Score) ที่ส่งมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| +1 | หมายถึง | ความสอดคล้องกับคำถาม |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจในความสอดคล้องกับคำถาม |
| -1 | หมายถึง | ไม่มีความสอดคล้องกับคำถาม |

**สิ่งที่แนบมาด้วย**

1. แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric Score) ของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง**

| ประเด็นการประเมิน | ข้อเกณฑ์การให้คะแนนประเมินตามสภาพจริง | ผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| 1. การแบ่งปัญหา | 1.1 แบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อยได้ครบถ้วนและชัดเจน (3 คะแนน) | | | |
| | 1.2 แบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อยได้เกือบครบถ้วน (2 คะแนน) | | | |
| | 1.3 แบ่งปัญหาได้บางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน (1 คะแนน) | | | |
| | 1.4 ไม่สามารถแบ่งปัญหาได้ (0 คะแนน) | | | |
| 2. การหารูปแบบ | 2.1 ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม (3 คะแนน) | | | |
| | 2.2 ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้ถูกต้องส่วนใหญ่ แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงหรือนำไปใช้ในการแก้โจทย์ใหม่ได้ครบถ้วน (2 คะแนน) | | | |
| | 2.3 ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้บางส่วน แต่ยังสับสนหรือไม่ถูกต้องทั้งหมด (1 คะแนน) | | | |
| | 2.4 ไม่สามารถระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้ (0 คะแนน) | | | |
| 3. การคิดเชิงนามธรรม | 3.1 สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และตัดสิ่งที่ไม่จำเป็นออกได้ครบถ้วน (3 คะแนน) | | | |

| ประเด็นการประเมิน | ข้อเกณฑ์การให้คะแนนประเมินตามสภาพจริง | ผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| | 3.2 สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้ถูกต้องส่วนใหญ่ แต่ยังมีบางส่วนที่ไม่จำเป็นหรือไม่เกี่ยวข้องหลงเหลืออยู่ (2 คะแนน) | | | |
| | 3.3 สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้บางส่วน แต่ยังมีข้อมูลที่ไม่จำเป็นปะปนอยู่ชัดเจน (1 คะแนน) | | | |
| | 3.4 ไม่สามารถเลือกข้อมูลสำคัญออกจากสิ่งที่ไม่จำเป็นได้ (0 คะแนน) | | | |
| 4. การออกแบบอัลกอริทึม | 4.1 เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และอ่านเข้าใจง่าย (3 คะแนน) | | | |
| | 4.2 เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด (2 คะแนน) | | | |
| | 4.3 เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ แต่ยังมีข้อผิดพลาด (1 คะแนน) | | | |
| | 4.4 ไม่สามารถเขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ (0 คะแนน) | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง ของการเรียนรู้อัตโนมัติโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ ผู้วิจัย

โทร 063 214 4633

E-mail. Sasinan.kan@pttc.ac.th

7. แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

**แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง**

**ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์** การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ผู้วิจัย** นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

**จุดมุ่งหมาย** เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องการคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อประเมินความสอดคล้องการคิดสร้างสรรค์ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric Score) ของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินความสอดคล้องการคิดเชิงคำนวณ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง**

**ชื่อผู้ประเมิน** .....

**ตำแหน่ง** .....

**สถานที่ทำงาน** .....

**คำอธิบาย**

การคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการคิดหาวิธีการใหม่ ๆ มุมมองแปลกใหม่ หรือแนวทางที่แตกต่างในการแก้ปัญหาและสร้างผลงาน เน้นการใช้จินตนาการและการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เพื่อพัฒนาแนวคิดที่เป็นนวัตกรรมและมีคุณค่าในการนำไปใช้จริง

โดยมีองค์ประกอบของการคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความคิดริเริ่ม (Originality) ความสามารถในการสร้างแนวคิดใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบหรือเลียนแบบผู้อื่น มีลักษณะเฉพาะและแปลกใหม่

2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความสามารถในการสร้างแนวคิดได้อย่างต่อเนื่องรวดเร็ว และมีจำนวนมากภายในระยะเวลาอันจำกัด

3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนแนวคิดหรือมุมมองให้หลากหลาย สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างกัน

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ความสามารถในการเพิ่มเติมรายละเอียดหรือขยายแนวคิดให้มีความสมบูรณ์ ครบถ้วน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

**คำชี้แจง**

การประเมินความสอดคล้องการคิดสร้างสรรค์ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริงของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยเกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric core) ด้วยการคิดสร้างสรรค์ โดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric Score) ที่ส่งมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| +1 | หมายถึง | ความสอดคล้องกับคำถาม |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจในความสอดคล้องกับคำถาม |
| -1 | หมายถึง | ไม่มีความสอดคล้องกับคำถาม |

สิ่งที่แนบมาด้วย

1. แบบประเมินความสอดคล้องการคิดสร้างสรรค์ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric Score) ของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**แบบประเมินความสอดคล้องการคิดสร้างสรรค์ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง**

| ประเด็นการประเมิน | ข้อเกณฑ์การให้คะแนนประเมินตามสภาพจริง | ผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| 1. ความคิดริเริ่ม | 1.1 แนวคิดหรือผลงานมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และมีคุณค่า (3 คะแนน) | | | |
| | 1.2 แนวคิดหรือผลงานมีความใหม่บ้าง แต่ยังคล้ายของเดิม (2 คะแนน) | | | |
| | 1.3 แนวคิดหรือผลงานเป็นแบบทั่วไป ไม่ค่อยแตกต่าง (1 คะแนน) | | | |
| | 1.4 แนวคิดหรือผลงานซ้ำเดิม ไม่แสดงความคิดใหม่ (0 คะแนน) | | | |
| 2. ความคล่องแคล่ว | 2.1 เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้หลากหลายมากกว่า 3 วิธี (3 คะแนน) | | | |
| | 2.2 เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้ 2–3 วิธี (2 คะแนน) | | | |
| | 2.3 เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้เพียง 1 วิธี (1 คะแนน) | | | |
| | 2.4 ไม่สามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้ (0 คะแนน) | | | |
| 3. ความยืดหยุ่น | 3.1 เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากหลายมุมมองและหลายวิธีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน (3 คะแนน) | | | |
| | 3.2 เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากมุมมองที่แตกต่างกันบางส่วน แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกด้าน (2 คะแนน) | | | |
| | 3.3 เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากมุมมองเดิมเป็นส่วนใหญ่ ยังขาดความหลากหลาย (1 คะแนน) | | | |

| ประเด็นการประเมิน | ข้อเกณฑ์การให้คะแนนประเมินตามสภาพจริง | ผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| | 3.4 ไม่สามารถเสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาในมุมมองที่แตกต่างได้ (0 คะแนน) | | | |
| 4. ความละเอียดลออ | 4.1 ขยายความคิดหรือโค้ดให้สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน ใช้งานได้จริง (3 คะแนน) | | | |
| | 4.2 ขยายความคิดหรือโค้ดได้ค่อนข้างสมบูรณ์ (2 คะแนน) | | | |
| | 4.3 ขยายความคิดหรือโค้ดได้เพียงบางส่วน แต่ยังไม่สมบูรณ์ (1 คะแนน) | | | |
| | 4.4 ไม่สามารถขยายความคิดหรือโค้ดได้ (0 คะแนน) | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการประเมินความสอดคล้องการคิดสร้างสรรค์ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง ของการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความสอดคล้องการคิดสร้างสรรค์ (IOC) เกณฑ์การให้คะแนนอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ ผู้วิจัย

โทร 063 214 4633

E-mail. Sasinan.kan@pttc.ac.th

8. แบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ (Rubric Score)

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

แบบประเมินคุณลักษณะการคิดเชิงคำนวณ รายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

.....

**คำชี้แจง** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน ให้ผู้สอนเขียนเครื่องหมาย ✓ ตามรายการประเมิน รายการละ 1 ระดับ

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

**แบบประเมินคุณลักษณะการคิดเชิงคำนวณ**

| **รายการประเมิน** | **ระดับคะแนน** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **3** | **2** | **1** | **0** |
| 1. การแบ่งปัญหา (Decomposition) | | | | |
| 2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) | | | | |
| 3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) | | | | |
| 4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) | | | | |
| รวมคะแนน | | | | |
| ระดับคุณลักษณะการคิดเชิงคำนวณ | | | | |

**ลงชื่อผู้ประเมิน.....**

**การแปลผล**

| | |
|---|---|
| 10.00 – 12 .00 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 7.00 – 9.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก |
| 4.00 – 6.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับปานกลาง |
| 0.00 – 3.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับปรับปรุง |

**ตารางเกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณลักษณะการคิดเชิงคำนวณ**

| รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1. การแบ่งปัญหา (Decomposition) | แบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อยได้ครบถ้วนและชัดเจน | แบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อยได้เกือบครบถ้วน | แบ่งปัญหาได้บางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน | ไม่สามารถแบ่งปัญหาได้ |
| 2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) | ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม | ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้ถูกต้องส่วนใหญ่ แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงหรือนำไปใช้ในการแก้โจทย์ใหม่ได้ครบถ้วน | ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้บางส่วน แต่ยังสับสนหรือไม่ถูกต้องทั้งหมด | ไม่สามารถระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้ |
| 3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) | สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และตัดสิ่งที่ไม่จำเป็นออกได้ครบถ้วน | สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้ถูกต้องส่วนใหญ่ แต่ยังมีบางส่วนที่ไม่จำเป็นหรือไม่เกี่ยวข้องหลงเหลืออยู่ | สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้บางส่วน แต่ยังมีข้อมูลที่ไม่จำเป็นปะปนอยู่ชัดเจน | ไม่สามารถเลือกข้อมูลสำคัญออกจากสิ่งที่ไม่จำเป็นได้ |
| 4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) | เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และอ่านเข้าใจง่าย | เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด | เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ แต่ยังมีข้อผิดพลาด | ไม่สามารถเขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ |

9. แบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการคิดสร้างสรรค์ (Rubric Score)

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

แบบประเมินคุณลักษณะการคิดสร้างสรรค์ รายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

.....

**คำชี้แจง** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน ให้ผู้สอนเขียนเครื่องหมาย ✓ ตามรายการประเมิน รายการละ 1 ระดับ

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

**แบบประเมินคุณลักษณะการคิดสร้างสรรค์**

| **รายการประเมิน** | **ระดับคะแนน** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **3** | **2** | **1** | **0** |
| 1. ความคล่องแคล่ว (Fluency) | | | | |
| 2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) | | | | |
| 3. ความริเริ่ม (Originality) | | | | |
| 4. ความละเอียดลออ (Elaboration) | | | | |
| รวมคะแนน | | | | |
| ระดับคุณลักษณะการคิดสร้างสรรค์ | | | | |

**ลงชื่อผู้ประเมิน.....**

**การแปลผล**

| | |
|---|---|
| 10.00 – 12.00 | คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับมากที่สุด |
| 7.00 – 9.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก |
| 4.00 – 6.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง |
| 0.00 – 3.99 | คะแนน หมายถึง มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปรับปรุง |



**ตารางเกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณลักษณะการคิดสร้างสรรค์**

| รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1. ความคิดริเริ่ม (Originality) | แนวคิดหรือผลงานมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และมีคุณค่า | แนวคิดหรือผลงานมีความใหม่บ้าง แต่ยังคล้ายของเดิม | แนวคิดหรือผลงานเป็นแบบทั่วไป ไม่ค่อยแตกต่าง | แนวคิดหรือผลงานซ้ำเดิม ไม่แสดงความคิดใหม่ |
| 2. ความคล่องแคล่ว (Fluency) | เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้หลากหลายมากกว่า 3 วิธี | เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้ 2–3 วิธี | เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้เพียง 1 วิธี | ไม่สามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้ |
| 3. ความยืดหยุ่น (Flexibility) | เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากหลายมุมมองและหลายวิธีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน | เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากมุมมองที่แตกต่างกันบางส่วน แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกด้าน | เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากมุมมองเดิมเป็นส่วนใหญ่ ยังขาดความหลากหลาย | ไม่สามารถเสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาในมุมมองที่แตกต่างได้ |
| 4. ความละเอียดลออ (Elaboration) | ขยายความคิดหรือโค้ดให้สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน ใช้งานได้จริง | ขยายความคิดหรือโค้ดได้ค่อนข้างสมบูรณ์ | ขยายความคิดหรือโค้ดได้เพียงบางส่วน แต่ยังไม่สมบูรณ์ | ไม่สามารถขยายความคิดหรือโค้ดได้ |

10. แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (รายหน่วยการเรียนรู้)

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (รายหน่วยการเรียนรู้)**

**ชื่อผู้ประเมิน** .....

**ตำแหน่ง** .....

**สถานที่ทำงาน** .....

**คำชี้แจง**

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (รายหน่วยการเรียนรู้) โดยให้ท่านพิจารณาว่าแบบฝึกกิจกรรมที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบฝึกกิจกรรมนั้นสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบกิจกรรมนั้นสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนดหรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบฝึกกิจกรรมนั้นไม่สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

สิ่งที่แนบมาด้วย

1. แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (รายหน่วยการเรียนรู้) ประกอบด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้

2. เนื้อหารายละเอียดเกี่ยวกับแบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (รายหน่วยการเรียนรู้) ประกอบด้วยสองหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมที่ 1**

**เรื่อง** ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและการออกแบบโปรแกรม

| **องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม** | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | **+1** | **0** | **-1** |
| **1. ด้านคำชี้แจง** | | | |
| 1.1 องค์ประกอบของคำชี้แจงมีความชัดเจน ครบถ้วน และเพียงพอต่อการใช้งาน | | | |
| 1.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีจำนวนเหมาะสมและครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ทั้งหมด | | | |
| 1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างเหมาะสม | | | |
| 1.4 แนวทางและข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเข้าใจง่าย ชัดเจน และสามารถนำไปใช้ได้จริง | | | |
| **2. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้** | | | |
| 2.1 สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร | | | |
| 2.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ที่กำหนด | | | |
| 2.3 เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับช่วงวัย ระดับพัฒนาการและความสนใจของผู้เรียน | | | |
| 2.4 รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน | | | |
| 2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | | | |
| 2.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับปริมาณและลักษณะของเนื้อหาในแต่ละชุดกิจกรรม | | | |
| **3. ด้านการประเมิน** | | | |
| 3.1 มีการกำหนดเกณฑ์การวัดผลที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ | | | |

| องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | +1 | 0 | -1 |
| 3.2 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับลักษณะและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ | | | |
| 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสามารถสะท้อนและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | | | |
| 3.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถประเมินสมรรถนะและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมและเป็นรูปธรรม | | | |
| 3.5 แนวทางการวัดและประเมินผลมุ่งเน้นการประเมินผลตามสภาพจริงและบริบทการเรียนรู้ของผู้เรียน | | | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**ใบให้คะแนนแบบฝึกกิจกรรมที่ 1**

**หน่วยการเรียนรู้** พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

**เรื่อง** ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและการออกแบบโปรแกรม

| **เกณฑ์ประเมิน/เกณฑ์การปฏิบัติงาน** | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | **+1** | **0** | **-1** |
| วิเคราะห์โจทย์และระบุข้อมูลนำเข้า (ความกว้างและความยาว) ได้ถูกต้อง | | | |
| วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ต้องการแสดง (พื้นที่สี่เหลี่ยม) ได้ถูกต้อง | | | |
| เขียนลำดับขั้นตอนการทำงาน (Algorithm) ครบถ้วน เป็นลำดับ เข้าใจง่าย | | | |
| ขั้นตอนการคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยม (กว้าง × ยาว) ถูกต้อง | | | |
| เขียนผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอนเริ่มต้น–สิ้นสุดครบถ้วน | | | |
| ใช้สัญลักษณ์ผังงานได้ถูกต้องตามหลัก (Terminal, Input/Output, Process) | | | |
| ลำดับการไหลของผังงานถูกต้อง ไม่สับสน | | | |
| เขียนโปรแกรมภาษาซีรับค่าความกว้างและความยาวได้ถูกต้อง | | | |
| โปรแกรมคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยมได้ถูกต้อง | | | |
| โปรแกรมแสดงผลลัพธ์พื้นที่สี่เหลี่ยมได้ถูกต้องและชัดเจน | | | |
| โปรแกรมสามารถคอมไพล์และทำงานได้โดยไม่เกิดข้อผิดพลาด | | | |
| รูปแบบการเขียนโปรแกรมเป็นระเบียบ อ่านง่าย และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับรายละเอียดแบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ในการนำไปใช้

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินแบบฝึกกิจกรรมที่ 1 อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ ผู้วิจัย

โทร 063 214 4633

E-mail. Sasinan.kan@pttc.ac.th

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมที่ 2**

**เรื่อง** การคำนวณราคาสินค้าและทอนเงิน

| **องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม** | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | **+1** | **0** | **-1** |
| **1. ด้านคำชี้แจง** | | | |
| 1.1 องค์ประกอบของคำชี้แจงมีความชัดเจน ครบถ้วน และเพียงพอต่อการใช้งาน | | | |
| 1.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีจำนวนเหมาะสมและครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ทั้งหมด | | | |
| 1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างเหมาะสม | | | |
| 1.4 แนวทางและข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเข้าใจง่าย ชัดเจน และสามารถนำไปใช้ได้จริง | | | |
| **2. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้** | | | |
| 2.1 สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร | | | |
| 2.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ที่กำหนด | | | |
| 2.3 เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับช่วงวัย ระดับพัฒนาการและความสนใจของผู้เรียน | | | |
| 2.4 รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน | | | |
| 2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | | | |
| 2.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับปริมาณและลักษณะของเนื้อหาในแต่ละชุดกิจกรรม | | | |
| **3. ด้านการประเมิน** | | | |
| 3.1 มีการกำหนดเกณฑ์การวัดผลที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ | | | |

| องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | +1 | 0 | -1 |
| 3.2 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับลักษณะและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ | | | |
| 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสามารถสะท้อนและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | | | |
| 3.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถประเมินสมรรถนะและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมและเป็นรูปธรรม | | | |
| 3.5 แนวทางการวัดและประเมินผลมุ่งเน้นการประเมินผลตามสภาพจริงและบริบทการเรียนรู้ของผู้เรียน | | | |

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

**ใบให้คะแนนแบบฝึกกิจกรรมที่ 2**

**หน่วยการเรียนรู้** การเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น

**เรื่อง** คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปร และชนิดข้อมูล

| **เกณฑ์ประเมิน/เกณฑ์การปฏิบัติงาน** | IOC | | |
|---|---|---|---|
| | **+1** | **0** | **-1** |
| เขียนผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอนเริ่มต้น–สิ้นสุดได้ครบถ้วน | | | |
| ใช้สัญลักษณ์ผังงานถูกต้องตามหลัก (Terminal, Input/Output, Process) | | | |
| วิเคราะห์โจทย์และระบุข้อมูลนำเข้า (Input) ได้ถูกต้อง | | | |
| วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ต้องการแสดง (Output) ได้ถูกต้อง | | | |
| เขียนลำดับขั้นตอนการทำงาน (Algorithm) ครบถ้วน เป็นลำดับ เข้าใจง่าย | | | |
| ขั้นตอนการคำนวณราคารวมถูกต้อง (ราคา × จำนวน) | | | |
| ขั้นตอนการคำนวณเงินทอนถูกต้อง | | | |
| ลำดับการไหลของผังงานถูกต้อง ไม่สับสน | | | |
| เขียนโปรแกรมภาษาซีรับค่าข้อมูลจากผู้ใช้ได้ถูกต้อง | | | |
| โปรแกรมคำนวณราคารวมได้ถูกต้อง | | | |
| โปรแกรมคำนวณเงินทอนและแสดงผลได้ถูกต้อง | | | |
| โปรแกรมสามารถคอมไพล์และทำงานได้โดยไม่เกิดข้อผิดพลาด | | | |
| รูปแบบการเขียนโปรแกรมเป็นระเบียบ อ่านง่าย มีการจัดวางเหมาะสม | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับรายละเอียดแบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ในการนำไปใช้

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินแบบฝึกกิจกรรมที่ 2 อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ ผู้วิจัย

โทร 063 214 4633

E-mail. Sasinan.kan@pttc.ac.th



# ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC) การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ตารางที่ ค-1** ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC) การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (n = 5)

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| **1. ด้านเนื้อหาแพลตฟอร์มการเรียนรู้** | | | | | | | | |
| 1.1 มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.2 เนื้อหาที่นำเสนอตรงและครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.3 การเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.4 โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.5 ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.6 ใช้ภาษาถูกต้องเข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1.7 การยกตัวอย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและระดับผู้เรียน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.8 มีแบบฝึกปฏิบัติหรือแบบฝึกหัดและการประเมินผลที่ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.9 เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.10 เนื้อหาโดยรวมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.11 เนื้อหาโดยรวมส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **2. ด้านการนำไปใช้งาน** | | | | | | | | |
| 2.1 ความเสถียรและประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.2 ความเข้ากันได้กับอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 2.3 ความสามารถในการใช้งานได้ทุกสถานการณ์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.4 ความยืดหยุ่นและปรับตามผู้ใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.5 ความสะดวกในการใช้งาน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **3. ด้านประสิทธิภาพ** | | | | | | | | |
| 3.1 สื่อห้องเรียนเสมือนจริงใช้งานง่าย | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.2 สื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีฟังก์ชันเพียงพอต่อการเรียนรู้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.3 ฟังก์ชันในสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.4 การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความถูกต้อง | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 3.5 การตอบสนองของสื่อห้องเรียนเสมือนจริงมีความรวดเร็ว | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| **4. ด้านการออกแบบ** | | | | | | | | |
| 4.1 การออกแบบมีความน่าสนใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 4.2 การออกแบบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.3 การจัดวางองค์ประกอบโดยรวมมีความเหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.4 ขนาดตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.5 ความน่าสนใจของบทเรียน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.6 การออกแบบห้องเรียน ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.7 การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริงมีความเข้าใจง่ายและมีความสมบูรณ์สอดคล้องกับงานวิจัย | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| **5. ด้านการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ** | | | | | | | | |
| 5.1 ขั้นเตรียมพร้อมและตั้งเป้าหมาย | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5.2 ขั้นการกำหนดเป้าหมายด้วยสาระนำทาง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 5.3 ขั้นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านกิจกรรมย่อย | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5.4 ขั้นการสรุปและประเมินผลการเรียนรู้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **6. ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง** | | | | | | | | |
| 6.1 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6.2 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6.3 แพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6.4 แพลตฟอร์มสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนการสอนได้จริง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6.5 แพลตฟอร์มมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **ค่าเฉลี่ย** | | | | | | | **0.98** | **ใช้ได้** |

จากตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องคุณภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ (IOC) การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ โดยสรุปคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญผ่านการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ที่ 0.98 และสามารถนำไปใช้ได้



2. ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ตารางที่ ค-2** ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (n-5)

| ข้อสอบข้อที่ | ระดับการวัด | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| ข้อที่ 1 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2 | ด้านความจำ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6 | ด้านความจำ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7 | ด้านความจำ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11 | ด้านความจำ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12 | ด้านความจำ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 16 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 17 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 18 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 19 | ด้านนำไปใช้ | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |

| ข้อสอบข้อที่ | ระดับการวัด | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| ข้อที่ 20 | ด้านความเข้าใจ | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 21 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 22 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 23 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 24 | ด้านความจำ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 25 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 26 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 27 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 28 | ด้านความจำ | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 29 | ด้านความจำ | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 30 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 31 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 32 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 33 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 34 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 35 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 36 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 37 | ด้านความจำ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 38 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 39 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 40 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 41 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 42 | ด้านความจำ | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 43 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 44 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |

| ข้อสอบข้อที่ | ระดับการวัด | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| ข้อที่ 45 | ด้านความเข้าใจ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 46 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 47 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 48 | ด้านความจำ | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 49 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 50 | ด้านนำไปใช้ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | | **ค่าเฉลี่ย** | | | | | | **0.94** | **ใช้ได้** |

จากตารางที่ ค-2 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ แบ่งออกเป็นด้านความจำ จำนวน 11 ข้อ ด้านความเข้าใจ จำนวน 19 ข้อ และด้านการนำไปใช้ จำนวน 20 ข้อ โดยสรุปคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งข้อสอบผ่านการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) สามารถใช้ได้ทั้งฉบับ จำนวน 50 ข้อ

3. ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การคิดเชิงคำนวณ เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

**ตารางที่ ค-3** ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การคิดเชิงคำนวณ เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (n=5)

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| **1. การแบ่งปัญหา** | | | | | | | | |
| 1.1 แบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อยได้ครบถ้วนและชัดเจน (3 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.2 แบ่งปัญหาออกเป็นขั้นตอนย่อยได้เกือบครบถ้วน (2 คะแนน) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 1.3 แบ่งปัญหาได้บางส่วนแต่ยังไม่ชัดเจน (1 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.4 ไม่สามารถแบ่งปัญหาได้ (0 คะแนน) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| **2. การหารูปแบบ** | | | | | | | | |
| 2.1 ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม (3 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.2 ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้ถูกต้อง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| ส่วนใหญ่ แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงหรือนำไปใช้ในการแก้โจทย์ใหม่ได้ครบถ้วน (2 คะแนน) | | | | | | | | |
| 2.3 ระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้บางส่วน แต่ยังสับสนหรือไม่ถูกต้องทั้งหมด (1 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.4 ไม่สามารถระบุรูปแบบหรือความเหมือนในปัญหาได้ (0 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **3. การคิดเชิงนามธรรม** | | | | | | | | |
| 3.1 สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้อย่างถูกต้องชัดเจน และตัดสิ่งที่ไม่จำเป็นออกได้ครบถ้วน (3 คะแนน) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 3.2 สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้ถูกต้องส่วนใหญ่ แต่ยังมีบางส่วนที่ไม่จำเป็นหรือไม่เกี่ยวข้องหลงเหลืออยู่ (2 คะแนน) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 3.3 สามารถเลือกข้อมูลสำคัญได้บางส่วน แต่ยังมี | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| ข้อมูลที่ไม่จำเป็นปะปนอยู่ชัดเจน (1 คะแนน) | | | | | | | | |
| 3.4 ไม่สามารถเลือกข้อมูลสำคัญออกจากสิ่งที่ไม่จำเป็นได้ (0 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| **4. การออกแบบอัลกอริทึม** | | | | | | | | |
| 4.1 เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และอ่านเข้าใจง่าย (3 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.2 เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด (2 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.3 เขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ แต่ยังมีข้อผิดพลาด (1 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.4 ไม่สามารถเขียนลำดับขั้นตอนหรือโค้ดได้ (0 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **ค่าเฉลี่ย** | | | | | | | **0.93** | **ใช้ได้** |

จากตารางที่ ค-3 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การคิดเชิงคำนวณ เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง โดยสรุปคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง ผ่านการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยการให้คะแนนอยู่ที่ 0.93 และสามารถนำไปใช้ได้

4. ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การคิดสร้างสรรค์ เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง

**ตารางที่ ค-4** ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การคิดสร้างสรรค์ เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง (n=5)

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| **1. ความคิดริเริ่ม** | | | | | | | | |
| 1.1 แนวคิดหรือผลงานมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใครและมีคุณค่า (3 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.2 แนวคิดหรือผลงานมีความใหม่บ้าง แต่ยังคล้ายของเดิม (2 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.3 แนวคิดหรือผลงานเป็นแบบทั่วไป ไม่ค่อยแตกต่าง (1 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.4 แนวคิดหรือผลงานซ้ำเดิม ไม่แสดงความคิดใหม่ (0 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **2. ความคิดคล่องแคล่ว** | | | | | | | | |
| 2.1 เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้หลากหลายมากกว่า 3 วิธี (3 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.2 เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้ 2–3 วิธี (2 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 2.3 เสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้เพียง 1 วิธี (1 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.4 ไม่สามารถเสนอวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดได้ (0 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **3. ความคิดยืดหยุ่น** | | | | | | | | |
| 3.1 เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากหลายมุมมองและหลายวิธีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน (3 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.2 เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากมุมมองที่แตกต่างกันบางส่วน แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกด้าน (2 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.3 เสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้จากมุมมองเดิมเป็นส่วนใหญ่ ยังขาดความหลากหลาย (1 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.4 ไม่สามารถเสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาใน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบ | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) | | | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| มุมมองที่แตกต่างได้ (0 คะแนน) | | | | | | | | |
| **4. ความคิดละเอียดลออ** | | | | | | | | |
| 4.1 ขยายความคิดหรือโค้ดให้สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน ใช้งานได้จริง (3 คะแนน) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4.2 ขยายความคิดหรือโค้ดได้ค่อนข้างสมบูรณ์ (2 คะแนน) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 4.3 ขยายความคิดหรือโค้ดได้เพียงบางส่วน แต่ยังไม่สมบูรณ์ (1 คะแนน) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 4.4 ไม่สามารถขยายความคิดหรือโค้ดได้ (0 คะแนน) | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| **ค่าเฉลี่ย** | | | | | | | **0.94** | **ใช้ได้** |

จากตารางที่ ค-4 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) การคิดสร้างสรรค์ เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง โดยสรุปคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการคิดเชิงคำนวณ เกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง ผ่านการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ยการให้คะแนนอยู่ที่ 0.94 และสามารถนำไปใช้ได้

5. ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**ตารางที่ ค-5** ผลการประเมินค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (n=50)

| ข้อสอบ | ค่าความยากง่าย (p) | ความหมาย (P) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | q | pq | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ 1 | 0.78 | ค่อยข้างง่าย | 0.20 | 0.22 | 0.17 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2 | 0.58 | ยากง่ายพอเหมาะ | 0.54 | 0.42 | 0.24 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3 | 0.90 | ง่ายมาก | 0.25 | 0.10 | 0.09 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4 | 0.34 | ค่อนข้างยาก | 0.68 | 0.66 | 0.22 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5 | 0.72 | ค่อยข้างง่าย | 0.27 | 0.28 | 0.20 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6 | 0.84 | ง่ายมาก | 0.30 | 0.16 | 0.13 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7 | 0.78 | ค่อยข้างง่าย | 0.39 | 0.22 | 0.17 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8 | 0.54 | ยากพอเหมาะ | 0.54 | 0.46 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9 | 0.84 | ง่ายมาก | 0.26 | 0.16 | 0.13 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10 | 0.52 | ยากพอเหมาะ | 0.38 | 0.48 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11 | 0.54 | ยากพอเหมาะ | 0.45 | 0.46 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12 | 0.84 | ง่ายมาก | 0.26 | 0.22 | 0.17 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13 | 0.48 | ยากพอเหมาะ | 0.68 | 0.52 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14 | 0.54 | ยากพอเหมาะ | 0.45 | 0.46 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15 | 0.78 | ค่อยข้างง่าย | 0.44 | 0.22 | 0.17 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 16 | 0.48 | ยากพอเหมาะ | 0.68 | 0.52 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 17 | 0.58 | ยากพอเหมาะ | 0.45 | 0.42 | 0.24 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 18 | 0.76 | ค่อยข้างง่าย | 0.50 | 0.24 | 0.18 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 19 | 0.54 | ยากพอเหมาะ | 0.53 | 0.46 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 20 | 0.60 | ค่อยข้างง่าย | 0.36 | 0.40 | 0.24 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 21 | 0.78 | ค่อยข้างง่าย | 0.49 | 0.22 | 0.17 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 22 | 0.46 | ยากพอเหมาะ | 0.58 | 0.54 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 23 | 0.58 | ยากพอเหมาะ | 0.37 | 0.42 | 0.24 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 24 | 0.58 | ยากพอเหมาะ | 0.45 | 0.42 | 0.24 | ใช้ได้ |

| ข้อสอบ | ค่าความยากง่าย (p) | ความหมาย (P) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | q | pq | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ 25 | 0.84 | ง่ายมาก | 0.30 | 0.16 | 0.13 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 26 | 0.54 | ยากพอเหมาะ | 0.53 | 0.46 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 27 | 0.28 | ค่อนข้างยาก | 0.38 | 0.72 | 0.20 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 28 | 0.42 | ยากพอเหมาะ | 0.18* | 0.58 | 0.24 | ใช้ไม่ได้ |
| ข้อที่ 29 | 0.54 | ยากพอเหมาะ | 0.29 | 0.46 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 30 | 0.56 | ยากพอเหมาะ | 0.24 | 0.44 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 31 | 0.50 | ยากพอเหมาะ | 0.30 | 0.50 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 32 | 0.44 | ยากพอเหมาะ | 0.40 | 0.56 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 33 | 0.44 | ยากพอเหมาะ | 0.30 | 0.56 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 34 | 0.70 | ค่อนข้างง่าย | 0.29 | 0.30 | 0.21 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 35 | 0.32 | ค่อนข้างยาก | 0.62 | 0.68 | 0.22 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 36 | 0.50 | ยากพอเหมาะ | 0.23 | 0.50 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 37 | 0.60 | ค่อนข้างง่าย | 0.36 | 0.40 | 0.24 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 38 | 0.78 | ค่อนข้างง่าย | 0.49 | 0.22 | 0.17 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 39 | 0.78 | ค่อนข้างง่าย | 0.20 | 0.22 | 0.17 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 40 | 0.52 | ยากพอเหมาะ | 0.31 | 0.48 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 41 | 0.70 | ค่อนข้างง่าย | 0.38 | 0.30 | 0.21 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 42 | 0.54 | ยากพอเหมาะ | 0.43 | 0.46 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 43 | 0.66 | ค่อนข้างง่าย | 0.32 | 0.34 | 0.22 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 44 | 0.58 | ยากพอเหมาะ | 0.20 | 0.42 | 0.24 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 45 | 0.46 | ยากพอเหมาะ | 0.28 | 0.54 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 46 | 0.66 | ค่อนข้างง่าย | 0.22 | 0.34 | 0.22 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 47 | 0.34 | ค่อนข้างยาก | 0.36 | 0.66 | 0.22 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 48 | 0.52 | ยากพอเหมาะ | 0.45 | 0.48 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 49 | 0.46 | ยากพอเหมาะ | 0.31 | 0.50 | 0.25 | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 50 | 0.90 | ง่ายมาก | 0.25 | 0.10 | 0.09 | ใช้ได้ |

จากตารางที่ ค-5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร $KR_{20}$ ของ Kuder Richardson แล้วนำมาเทียบเกณฑ์ดังนี้ เกณฑ์ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ไม่ต่ำกว่า 0.20 ซึ่งข้อคำถามที่มีเครื่องหมาย (*) หมายถึงข้อสอบที่ถูกพิจารณาคัดออกเนื่องจากไม่ตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งข้อสอบที่ผ่านการหาคุณภาพจำนวน 49 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับอยู่ที่ 0.906



6. ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (รายหน่วยการเรียนรู้) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 การคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยม

แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 การคำนวณราคาสินค้าและทอนเงิน

**ตารางที่ ค-6** ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แบบฝึกกิจกรรมที่ 1) (n=3)

| **องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม** | **ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=3)** | | | **รวม** | **ค่าความสอดคล้อง (IOC)** | **ความหมาย** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** | | | |
| **1. ด้านคำชี้แจง** | | | | | | |
| 1.1 องค์ประกอบของคำชี้แจงมีความชัดเจน ครบถ้วน และเพียงพอต่อการใช้งาน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีจำนวนเหมาะสมและครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ทั้งหมด | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างเหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.4 แนวทางและข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเข้าใจง่าย ชัดเจน และสามารถนำไปใช้ได้จริง | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **2. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้** | | | | | | |
| 2.1 สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=3) | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 2.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ที่กำหนด | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.3 เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับช่วงวัย ระดับพัฒนาการและความสนใจของผู้เรียน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.4 รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับปริมาณและลักษณะของเนื้อหาในแต่ละชุดกิจกรรม | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.66 | ใช้ได้ |
| **3. ด้านการประเมิน** | | | | | | |
| 3.1 มีการกำหนดเกณฑ์การวัดผลที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.2 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับลักษณะและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสามารถสะท้อนและ | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.66 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=3) | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | | | | | | |
| 3.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถประเมินสมรรถนะและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมและเป็นรูปธรรม | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.5 แนวทางการวัดและประเมินผลมุ่งเน้นการประเมินผลตามสภาพจริงและบริบทการเรียนรู้ของผู้เรียน | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.66 | ใช้ได้ |
| **ค่าเฉลี่ย** | | | | | **0.93** | **ใช้ได้** |

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

**ตารางที่ ค-7** ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบฝึกกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ (แบบฝึกกิจกรรมที่ 2) (n=3)

| องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=3) | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| **1. ด้านคำชี้แจง** | | | | | | |
| 1.1 องค์ประกอบของคำชี้แจงมีความชัดเจน ครบถ้วน และเพียงพอต่อการใช้งาน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีจำนวนเหมาะสมและครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ทั้งหมด | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างเหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.4 แนวทางและข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเข้าใจง่าย ชัดเจน และสามารถนำไปใช้ได้จริง | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| **2. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้** | | | | | | |
| 2.1 สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตร | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ที่กำหนด | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=3) | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 2.3 เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับช่วงวัย ระดับพัฒนาการและความสนใจของผู้เรียน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.4 รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับปริมาณและลักษณะของเนื้อหาในแต่ละชุดกิจกรรม | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.66 | ใช้ได้ |
| **3. ด้านการประเมิน** | | | | | | |
| 3.1 มีการกำหนดเกณฑ์การวัดผลที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.2 เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับลักษณะและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสามารถสะท้อนและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วน | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.66 | ใช้ได้ |
| 3.4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถประเมินสมรรถนะและ | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ |

| องค์ประกอบของแบบฝึกกิจกรรม | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=3) | | | รวม | ค่าความสอดคล้อง (IOC) | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมและเป็นรูปธรรม | | | | | | |
| 3.5 แนวทางการวัดและประเมินผลมุ่งเน้นการประเมินผลตามสภาพจริงและบริบทการเรียนรู้ของผู้เรียน | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.66 | ใช้ได้ |
| **ค่าเฉลี่ย** | | | | | **0.93** | **ใช้ได้** |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

7. ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ตารางที่ ค-8** ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| คนที่ | การแบ่งปัญหา | การหารูปแบบ | การคิดเชิงนามธรรม | การออกแบบอัลกอริทึม | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 7 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 8 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 10 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 11 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 12 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 13 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 14 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 15 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 16 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 17 | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 18 | 2 | 3 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 19 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 20 | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 | มาก |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |

| คนที่ | การแบ่งปัญหา | การหารูปแบบ | การคิดเชิงนามธรรม | การออกแบบอัลกอริทึม | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 24 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 25 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 26 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 27 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 28 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 29 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 30 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 31 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 32 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 33 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 34 | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 35 | 1 | 2 | 2 | 3 | 8 | มาก |
| 36 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 37 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 38 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 39 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 40 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| **รวม** | **98** | **100** | **99** | **103** | **400** | **มากที่สุด** |
| **เฉลี่ย** | **2.45** | **2.50** | **2.48** | **2.58** | **10.00** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4-12 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ของผู้เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.00 แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดีมาก

8. ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ตารางที่ ค-9** ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| คนที่ | การแบ่งปัญหา | การหารูปแบบ | การคิดเชิงนามธรรม | การออกแบบอัลกอริทึม | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 5 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 6 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 7 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 8 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |
| 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 10 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 11 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 12 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มากที่สุด |
| 13 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 14 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 15 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 16 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 17 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 18 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 19 | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 20 | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 | มาก |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |

| คนที่ | การแบ่งปัญหา | การหารูปแบบ | การคิดเชิงนามธรรม | การออกแบบอัลกอริทึม | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | *2* | 2 | 3 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 23 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 24 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 25 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 26 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 27 | 2 | 3 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 28 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 29 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 30 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 31 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 32 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 33 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 34 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |
| 35 | 1 | 2 | 2 | 3 | 8 | มาก |
| 36 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 37 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 38 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 39 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 40 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| **รวม** | **98** | **102** | **101** | **101** | **402** | **มากที่สุด** |
| **เฉลี่ย** | **2.45** | **2.55** | **2.53** | **2.53** | **10.05** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ ค-7 ผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนมัติแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.05 แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์ม

การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดีมาก

9. ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ตารางที่ ค-10** ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| คนที่ | ความคิดริเริ่ม | ความคิดคล่องแคล่ว | ความคิดยืดหยุ่น | ความคิดละเอียดลออ | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 7 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 8 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 10 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 11 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 12 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 13 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 14 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 15 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 16 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 17 | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 18 | 2 | 3 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 19 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 20 | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 | มาก |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |

| คนที่ | ความคิดริเริ่ม | ความคิดคล่องแคล่ว | ความคิดยืดหยุ่น | ความคิดละเอียดลออ | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 24 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 25 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 26 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 27 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 28 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 29 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 30 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 31 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 32 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 33 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 34 | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 35 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 36 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 37 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 38 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 39 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 40 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| **รวม** | **100** | **101** | **100** | **102** | **403** | **มากที่สุด** |
| **เฉลี่ย** | **2.50** | **2.53** | **2.50** | **2.55** | **10.08** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ ค-8 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จาการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.08 แสดงให้เห็นว่าการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดีมาก

10. ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**ตารางที่ ค-11** ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

| คนที่ | ความคิดริเริ่ม | ความคิดคล่องแคล่ว | ความคิดยืดหยุ่น | ความคิดละเอียดลออ | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 7 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 8 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 10 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 11 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 12 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 13 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 14 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 15 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 16 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 17 | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 18 | 2 | 3 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 19 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 20 | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 | มาก |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | มาก |

| คนที่ | ความคิดริเริ่ม | ความคิดคล่องแคล่ว | ความคิดยืดหยุ่น | ความคิดละเอียดลออ | รวม | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 24 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| 25 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 26 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 27 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 28 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 29 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | มาก |
| 30 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 31 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | มาก |
| 32 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 33 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | มากที่สุด |
| 34 | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | มากที่สุด |
| 35 | 1 | 2 | 2 | 3 | 8 | มาก |
| 36 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | มากที่สุด |
| 37 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 38 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | มากที่สุด |
| 39 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | มาก |
| 40 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | มากที่สุด |
| **รวม** | **98** | **100** | **99** | **103** | **400** | **มากที่สุด** |
| **เฉลี่ย** | **2.45** | **2.50** | **2.48** | **2.58** | **10.00** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4-16 ผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรมที่ 2 ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ จากการประเมินตามสภาพจริงโดยผู้สอน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.00 แสดงให้เห็นว่าการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดีมาก



# ภาคผนวก ง

## ผลงานแพลตฟอร์มการเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ เพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**การเข้าสู่พื้นที่การเรียนรู้เสมือนจริง**

1. เข้าพื้นที่การเรียนรู้เสมือนจริงผ่าน URL: https://www.spatial.io/s/kaarekhiiynopraekrmkh-mphiwet-rebuue-ngtn-6918295b235222262eadaffa?share=8108842882480973802

2. ผู้ใช้งานสามารถศึกษาคู่มือการใช้งานได้โดยคลิกที่ไอคอนเล่มคู่มือที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้



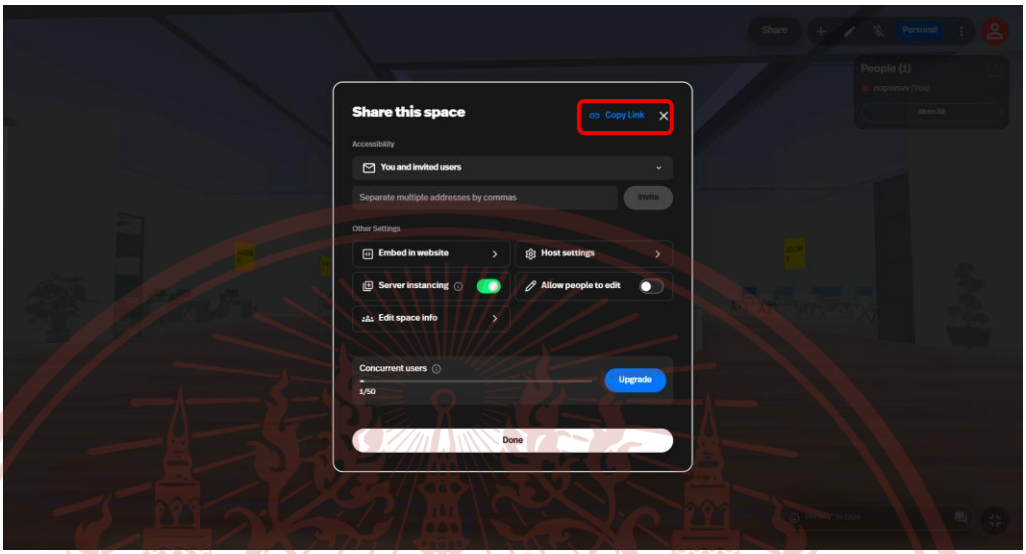

**ภาพที่ ง-1** พื้นที่ห้องเรียนเสมือนจริง

3. ผู้ใช้สามารถแชร์พื้นที่การเรียนรู้เสมือนจริงเชิงดื่มด่ำให้กับบุคคลอื่นได้ โดยคลิกที่ Share




**ภาพที่ ง-1** พื้นที่ห้องเรียนเสมือนจริง (ต่อ)

4. จากนั้นคลิกปุ่ม Copy Link เพื่อส่งลิงก์ไปให้บุคคลอื่น




**ภาพที่ ง-2** Copy Link เพื่อส่งลิงก์ไปให้บุคคลอื่น

5. ผู้ใช้งานสามารถเลือกสำรวจห้องเรียนตามหัวข้อที่ผู้เรียนให้ความสนใจ และท่องไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ภายในห้องเรียน โดยปฏิบัติตามแนวทางที่ระบุไว้ในหัวข้อรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

6. ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการเข้าสู่ห้องเรียนโดยตรง สามารถเดินไปยังจุดส่งใบงาน “ CLASSROOM” หรือเลือกเข้าห้องเรียนตามหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อศึกษาคลิปการเรียนรู้




**ภาพที่ ง-3** ห้อง Meeting Room

7. พื้นที่สำหรับให้ผู้เรียนร่วมกันหรือเพิ่มพูนประสบการณ์การเรียนรู้ จุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีพื้นที่สำหรับนำเสนอกิจกรรมกลุ่ม/นำเสนองานที่ผู้สอนได้มอบหมายให้

- ระหว่างการนำเสนอ จะได้ยินเสียงผู้อื่นที่อยู่ในห้องแบบเรียลไทม์ และสามารถเปิด/ปิดไมโครโฟน โดยคลิก ที่

- นอกจากนั้นยังสามารถตั้งค่าอื่น ๆ ได้ เช่น ตั้งค่ากล้อง ตั้งค่าไมโครโฟน โดยคลิกที่ ⋮ บริเวณมุมบนขวา เลือก Settings เพื่อทำการตั้งค่า และคลิก Done เมื่อตั้งค่าเสร็จสิ้น

- หากผู้เรียนมีข้อคำถามเพิ่มเติม สามารถพิมพ์ข้อความในช่อง Chat ที่มุมขวาล่าง เพื่อสนทนากับทุกคนที่อยู่ภายในห้องได้




**ภาพที่ ง-4** พื้นที่สำหรับนำเสนอกิจกรรมกลุ่ม

**พื้นที่การเรียนรู้การเรียนรู้เสมือนจริงเชิงดื่มด่ำ spatial.io**

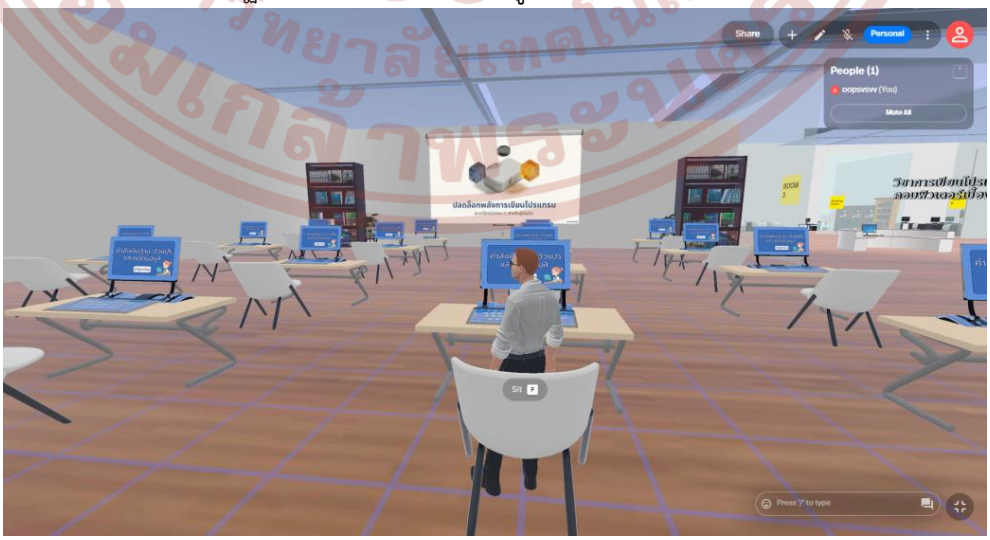
เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้สำหรับผู้เรียนที่ประสงค์จะศึกษาความรู้เพิ่มเติมด้านการเขียนโปรแกรมภาษาซี หรือพัฒนาต่อยอดการเรียนรู้นอกเหนือจากเนื้อหาในบทเรียน โดยผู้เรียนสามารถเข้าใช้บริการได้ด้วยตนเองตลอดเวลา ภายในพื้นที่การเรียนรู้ประกอบด้วยห้องเรียนจำนวน 6 ห้อง ได้แก่ ROOM 1 ถึง ROOM 6 ซึ่งแต่ละห้องมีโครงสร้างและองค์ประกอบเหมือนกัน แตกต่างกันที่เนื้อหาการเรียนรู้และวัตถุประสงค์ของบทเรียน ทั้งนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมตามความสนใจของตนเอง โดยรายละเอียดของห้องเรียนมีดังต่อไปนี้

1. ROOM 1 (พื้นฐานการเขียนโปรแกรม)



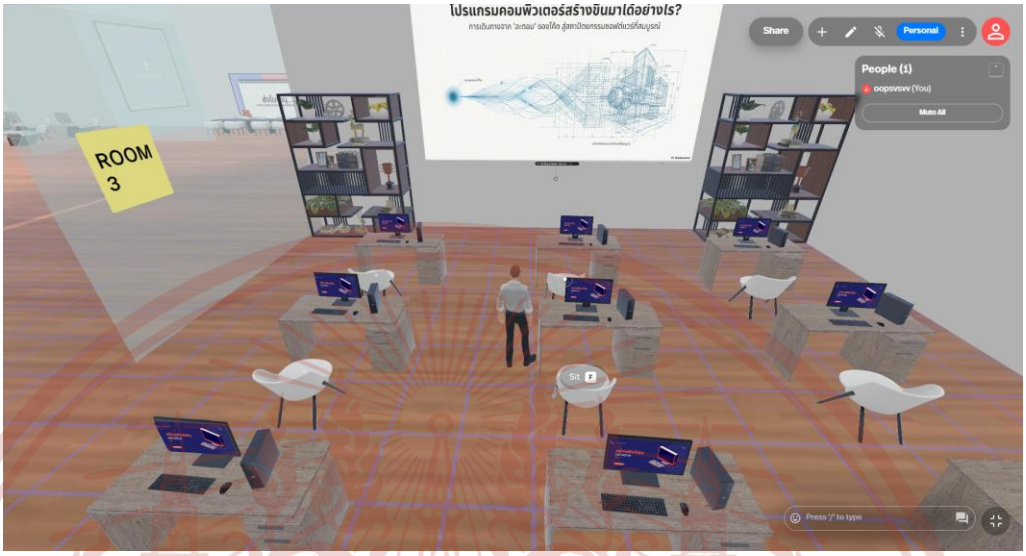

**ภาพที่ ง-5** ROOM 1 (พื้นฐานการเขียนโปรแกรม)

2. ROOM 2 (คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปรและชนิดข้อมูล)



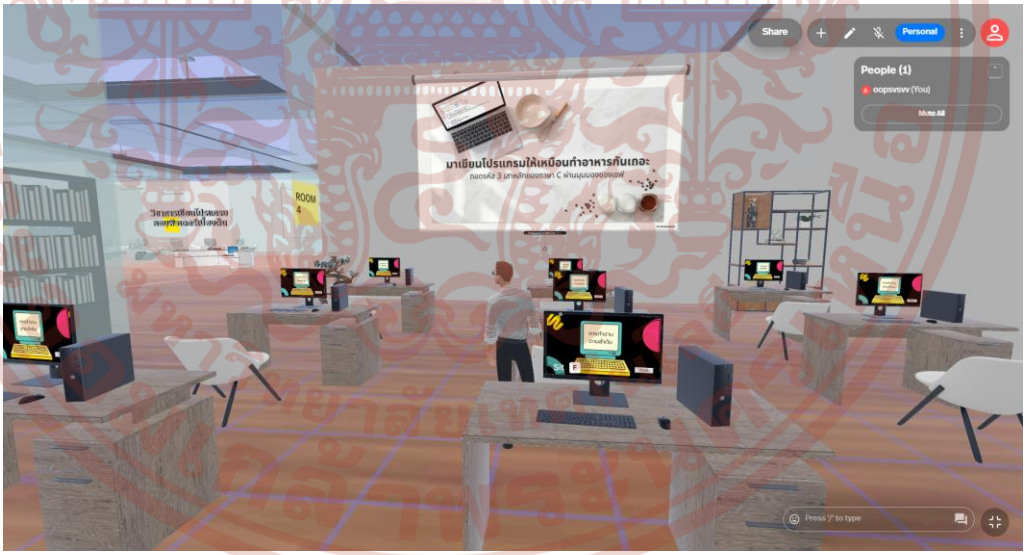

**ภาพที่ ง-6** ROOM 2 (คำสั่งพื้นฐาน ตัวแปรและชนิดข้อมูล)

3. ROOM 3 (สร้างฟังก์ชันอย่างง่าย)



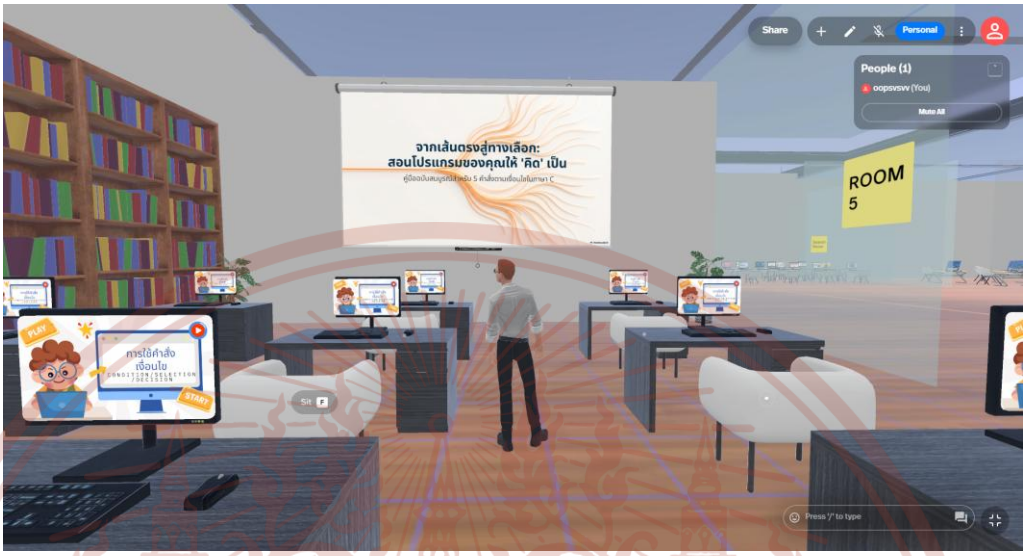

**ภาพที่ ง-7** ROOM 3 (สร้างฟังก์ชันอย่างง่าย)

4. ROOM 4 (การทำงานตามลำดับ)



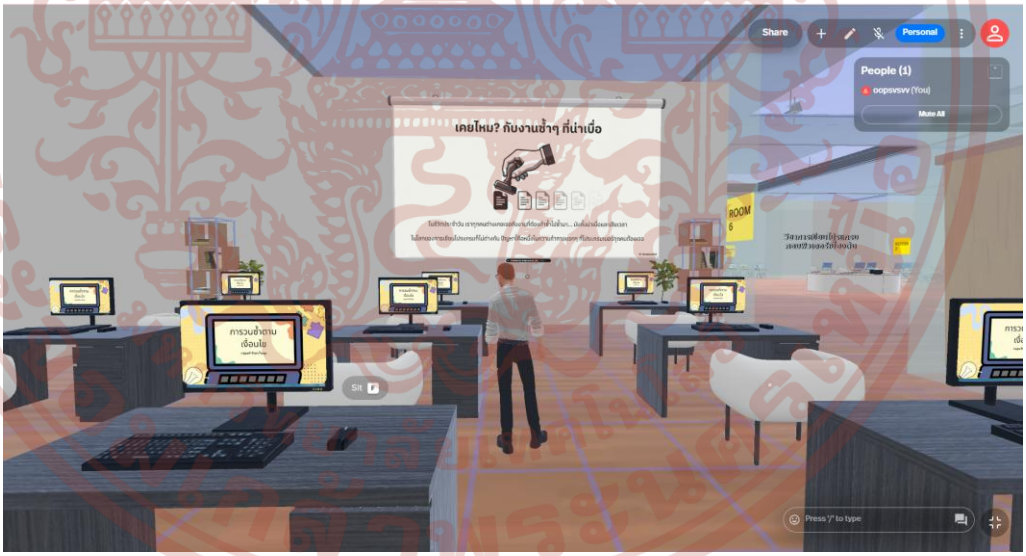

**ภาพที่ ง-8** ROOM 4 (การทำงานตามลำดับ)

5. ROOM 5 (การใช้คำสั่งเงื่อนไข)




**ภาพที่ ง-9** ROOM 5 (การใช้คำสั่งเงื่อนไข)

6. ROOM 6 (การวนซ้ำตามเงื่อนไข)



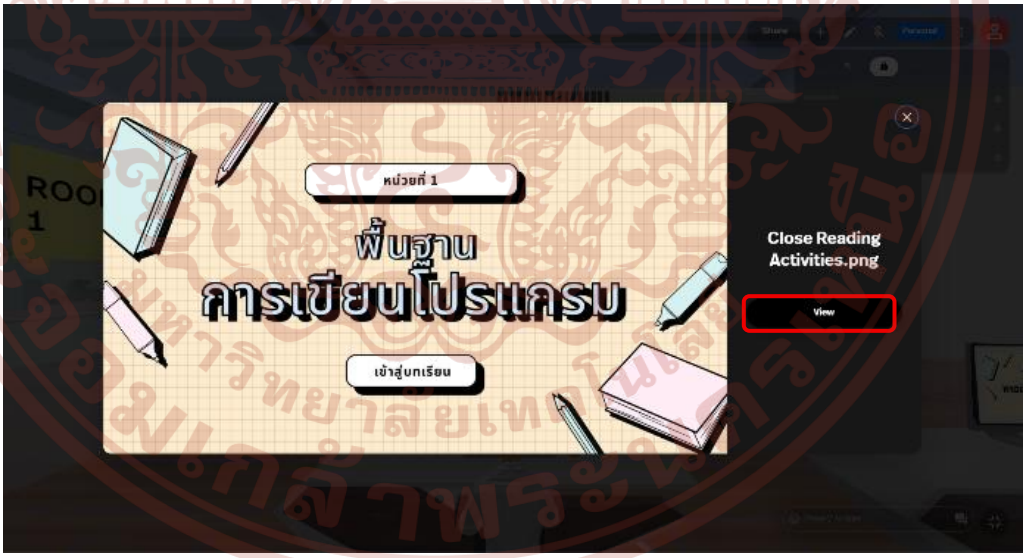

**ที่ ง-10** ROOM 6 (การวนซ้ำตามเงื่อนไข)

ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการคลิกที่ 🔍 บนภาพหัวข้อที่ตนเองสนใจ




**ภาพที่ ง-11** แสดงการเรียนรู้แบบเลือกหัวข้อด้วยตนเองผ่านคลิปวีดีโอ

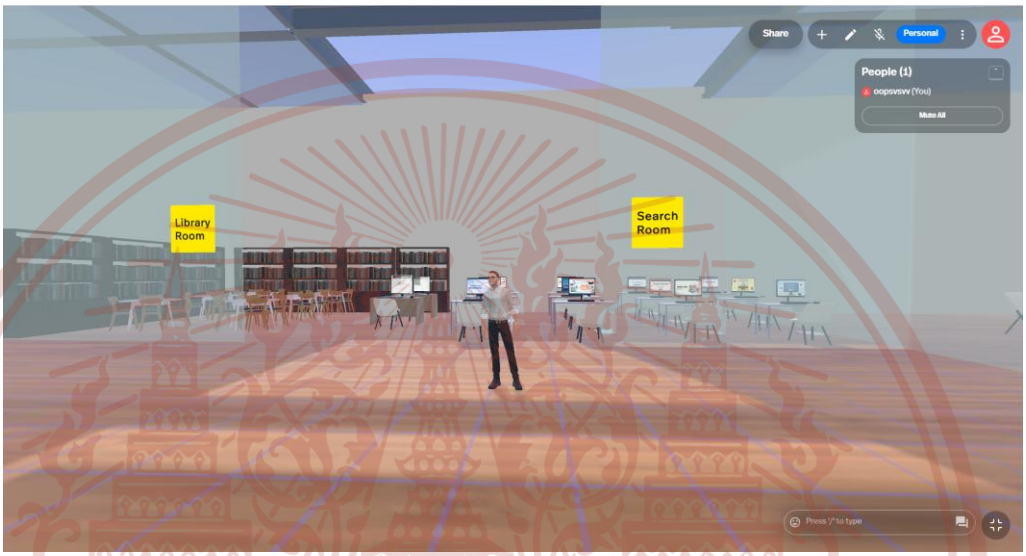
จากนั้นจะมีหน้าต่างปรากฏขึ้น ให้ผู้เรียนคลิกปุ่ม View เพื่อไปยังแหล่งเรียนรู้ดังกล่าว




**ภาพที่ ง-11** แสดงการเรียนรู้แบบเลือกหัวข้อด้วยตนเองผ่านคลิปวีดีโอ (ต่อ)

**พื้นที่การการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม**

เป็นพื้นที่สำหรับให้นักเรียนเข้าไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในบทเรียนที่นักเรียนให้ความสนใจ พร้อมทั้งมีบริการอินเทอร์เน็ตเพื่อสนับสนุนการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม




**ภาพที่ ง-11** พื้นที่สำหรับให้นักเรียนเข้าไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



# ภาคผนวก จ

## หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์



ที่ อว ๗๑๐๔.๕/๗๖.๕

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเรียนรู้อัตโนนาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลกับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล ประจำปีการศึกษา 2568 ในสังกัดของท่าน โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าวเพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๒-๕๘๗-๘๒๕๖
นักศึกษา โทรศัพท์ ๐๖๓-๒๑๔๔๖๓๓

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

# ภาคผนวก ฉ

## ประกาศนียบัตรการอบรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. ประกาศนียบัตรการอบรมการวิจัยในมนุษย์ (Human Subject Protection (HSP))



Certificate of Completion

National Research Council of Thailand (NRCT)

certify that

ศศินันท์ กัณหารินทร์

has completed the

Human Subject Protection (HSP)

Date approved

( 28/10/2025 )

Date expired

( 28/10/2027 )

(Dr.Wiparat De-ong)

Executive Director

National Research Council of Thailand

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครเหนือ



ภาคผนวก ช

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments to Empower Computational and Creative Thinking

**The Editorial Board of Higher Education Studies**
**Canadian Center of Science and Education**
1595 Sixteenth Ave. Suite 301, Richmond Hill, Ontario, L4B 3N9, Canada
Tel: 1-416-642-2606
Fax: 1-416-642-2608
E-mail: hes@ccsenet.org
Website: www.ccsenet.org

February 2, 2026

**Dear Sasinan Kanharin,**

Thanks for your submission to *Higher Education Studies*.

We have the pleasure to inform you that your manuscript has been accepted for publication. It will be published in the issue of Vol. 16, No. 1, in March 2026.

Title: Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments to Empower Computational and Creative Thinking

Authors: Sasinan Kanharin, Kanitta Hinon & Panita Wannapiroon

If you have any questions, please do not hesitate to contact with us.

Sincerely,

Sherry Lin

CANADIAN CENTER OF SCIENCE AND EDUCATION

On behalf of,
The Editorial Board of *Higher Education Studies*
Canadian Center of Science and Education

Higher Education Studies; Vol. 16, No. 1; 2026
ISSN 1925-4741 E-ISSN 1925-475X
Published by Canadian Center of Science and Education

# Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments to Empower Computational and Creative Thinking

Sasinan Kanharin[1], Kanitta Hinon[1] & Panita Wannapiroon[1]

[1] King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

Correspondence: Sasinan Kanharin, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand. Tel: 66-632-144-633. E-mail: sasinan.kan@pttc.ac.th

Received: January 5, 2026 Accepted: February 4, 2026 Online Published: February 7, 2026

doi:10.5539/hes.v16n1p383 URL: https://doi.org/10.5539/hes.v16n1p383

**Abstract**

This study proposes the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments model, designed to strengthen learners' computational and creative thinking—two essential competencies in the 21st century. The model integrates three core components: self-directed learning processes, micro-learning sequences, and immersive virtual environments that enable learners to interact with digital spaces and peers through avatars. The purpose of this research was to develop Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments model as a conceptual and practical framework for enhancing computational and creative thinking. The model was evaluated by experts from various institutions with professional experience in instructional design and learning system development. The findings reveal that the overall appropriateness of the model is rated at the highest level. The results confirm that the proposed model can serve as a guideline for developing immersive micro self-directed learning systems aimed at strengthening computational and creative thinking among learners.

**Keywords:** self-directed learning, micro-learning, virtual environments, computational thinking, creative thinking

## 1. Introduction

In the twenty-first century, the rapid advancement of digital technologies has significantly reshaped learners' lifestyles and learning behavior. Traditional teacher-centered instruction, which relied primarily on textbooks, lectures, and limited access to information, is no longer sufficient to meet the needs of modern learners. With the development of computers and the internet, students have gained greater autonomy in terms of seeking information, leading to the rise of online learning and the integration of digital media into instructional practices. Today, the emergence of artificial intelligence (AI) and immersive virtual environments has further expanded learning opportunities, enabling learners to access knowledge anytime and anywhere. These technological developments underscore the need for educational systems to adapt and equip learners with essential twenty-first century skills to thrive in a rapidly changing world (National Economic and Social Development Board, 2016). Thailand's educational reforms, particularly within the context of the Thailand 4.0 policy, emphasize the development of human capital capable of adapting to rapid technological change. The national agenda highlights the importance of preparing learners with competencies that align with digital era demands, including critical thinking, communication, collaboration, and the creative use of technology (Office of the Education Council, 2017).

Similarly, the 2024 Vocational Education Curriculum underscores the need to cultivate learners' capabilities for sustainable living and professional advancement in a digital society (Office of the Vocational Education Commission, 2024). Within this framework, computational thinking has emerged as a foundational skill that enables learners to analyze problems systematically, recognize patterns, and design algorithmic solutions—competencies that apply to various vocational tasks such as programming, system design, and data management (Wang & Wang, 2024). At the same time, creative thinking supports the development of innovative approaches to problem-solving, product design, and workflow improvement, making it an essential quality for vocational learners navigating dynamic and technology-driven environments (Wan Mohd Nasr et al., 2024).

## 2. Literature Review

### *2.1 Self-Directed Learning*

Self-directed learning (SDL) refers to a learning process in which learners take primary responsibility for defining their learning goals, planning their learning activities, selecting appropriate resources, and evaluating their own progress. SDL is closely associated with self-regulation, which involves the control of one's thoughts, emotions, and behaviors to achieve desired learning outcomes, as well as self-management, which emphasizes the planning and organization of learning tasks. These interconnected dimensions collectively support the development of effective and sustainable learning capabilities. SDL has been widely recognized as an essential approach for fostering independence, critical thinking, and lifelong learning in various educational contexts (Aulakh et al., 2025).

### *2.2 Micro-Learning*

Micro-learning is an instructional approach designed to meet the needs of modern learners by providing short, focused learning units that target specific objectives. This approach enables learners to engage with content in brief intervals, supporting flexible, on-demand learning that can be accessed anytime and anywhere. Micro-learning facilitates efficient knowledge acquisition, allowing learners to absorb new information quickly and revisit content when needed. It also supports personalization, as learners can select learning units aligned with their interests and learning goals. Previous studies highlight that micro-learning enhances learners' ability to manage their own learning, improves skill development, and accommodates diverse learning needs throughout the learning process (Rokraiphet & Chatwattana, 2024; Leela et al., 2019).

### *2.3 Virtual Environments*

Immersive virtual environments are digitally constructed three-dimensional spaces that allow learners to interact with their environment and with other participants in real time through personalized avatars. These environments create lifelike learning experiences that simulate authentic contexts, enabling learners to engage in activities that would otherwise be difficult to replicate in traditional classroom settings. The use of avatars provides a sense of social presence and personalization, contributing to increased engagement and motivation (Mystakidis, 2022). Immersive virtual environments have also been recognized as powerful educational tools due to their capacity to support interactive, flexible, and learner-centered learning experiences. When combined with micro-learning structures, such environments offer opportunities for short, focused, and meaningful learning tasks that enhance learner engagement and experiential understanding (Tupthong & Chatwattana, 2025).

### *2.4 Computational Thinking*

Computational thinking is recognized as a fundamental skill for solving complex problems, enabling learners to think systematically and logically when approaching real-world situations. It involves a set of cognitive processes such as decomposing problems into smaller components, recognizing patterns within data, applying abstraction to filter relevant information, and designing algorithmic steps that can be executed to generate solutions. These processes help learners develop structured problem-solving skills that are essential in technology-related domains, including programming, system design, and data management. The development of computational thinking is therefore a critical component of twenty-first-century education, as it equips learners with the analytical competencies needed to navigate technology-enhanced environments effectively (Sittikhetkron & Sawangmek, 2021).

### *2.5 Creative Thinking*

Creative thinking refers to the ability to generate ideas or solutions that move beyond conventional boundaries. It involves integrating knowledge and experiences to produce new and valuable outcomes, emphasizing originality, fluency, flexibility, and elaboration. As a key cognitive skill, creative thinking supports innovation and effective problem-solving in complex situations. Its importance continues to grow across educational and professional contexts, where learners must adapt to rapid technological and societal changes (Rattanawarophat et al., 2023).

Given the increasing importance of computational and creative thinking in a rapidly evolving digital society, there is a growing need for learning approaches that support autonomy, flexibility, and deep engagement. Micro-learning offers a promising alternative to traditional approaches as it enables learners to access short, focused learning units that can be completed anytime and anywhere, while supporting efficient knowledge acquisition and personalized learning pathways. When combined with immersive virtual environments, micro-learning can provide realistic, interactive learning experiences that encourage learners to engage actively with content and peers through avatars. Such environments promote experiential learning, motivation, and sustained engagement, especially when designed to support self-directed learning processes in which learners set

goals, manage their own progress, and evaluate their outcomes. Consequently, the integration of self-directed learning, micro-learning, and immersive virtual environments presents a compelling framework for developing learners' computational and creative thinking skills, thereby preparing them for lifelong learning and professional adaptability in the digital era.

## 3. Research Objectives

The research objectives were as follows:

1. To study and synthesise the conceptual framework of Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments to Empower Computational and Creative Thinking.

2. To develop the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments to Empower Computational and Creative Thinking model.

3. To study the results of developing the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments to Empower Computational and Creative Thinking model.

Expert evaluation indicated that the developed model achieved the highest level of suitability, confirming its appropriateness for promoting computational and creative thinking among learners.

## 4. Methodology

This study employed a design and development research methodology to construct the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments model aimed at enhancing computational and creative thinking. The research procedures are as follows.

### *4.1 Participants*

The participants consisted of experts from various institutions with demonstrated knowledge and experience in instructional design and learning system development. These experts were selected through purposive sampling, with the criterion that each expert must have at least seven years of professional experience in education or in designing and developing instructional systems. Their expertise ensured the reliability and rigor of the model evaluation process.

### *4.2 Research Instruments*

Two primary instruments were employed in this research:

1. The Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments model was developed by the research team.
2. A model suitability assessment form. This consisted of five-level rating scales evaluating the overall structure and components of the model.
    - A score of 5 indicated the highest level of suitability.
    - A score of 4 indicated a high level of suitability.
    - A score of 3 indicated a moderate level of suitability.
    - A score of 2 indicated a low level of suitability.
    - A score of 1 indicated the lowest level of suitability.

The data obtained from the expert evaluations were analyzed using mean ($\bar{x}$) and standard deviation (SD) to determine the level of suitability of the developed model.

### *4.3 Research Procedures*

Based on fundamental ideas put out by experts in the field, the study methods were created using the principles of systematic instructional design (Khemmani, 2018; Utranan, 1982). As shown in Figure 1 of the original study, the processes were divided into three sections.

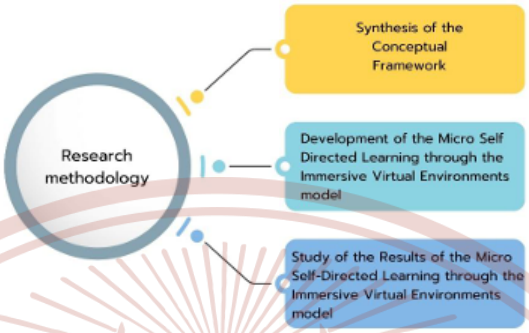



Figure 1. Research methodology

Figure 1 represents the research methodology for developing the model. This consisted of three stages as follows:

Stage 1: The synthesis of the conceptual framework of the model. The researchers conducted the synthesis based on a systematic review of the relevant literature, including that relating to self-directed learning, micro-learning, immersive virtual environments, computational thinking, and creative thinking. The conceptual framework resulting from this synthesis is shown in Figure 2.

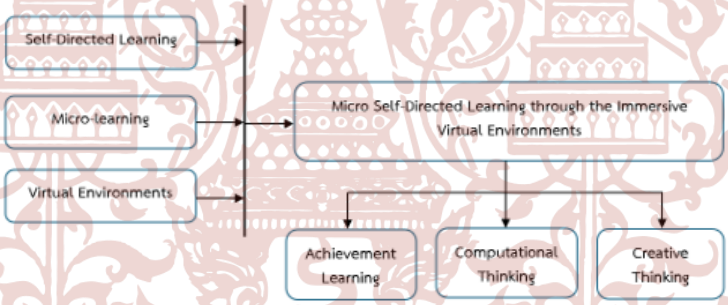



Figure 2. Conceptual framework of the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments model

Stage 2: In terms of the design of the model, the researchers based the design on systems approach principles (Khemmani, 2018; Utranan, 1982). This model is composed of the following components: input factors, the Micro Self-Directed Learning process through Immersive Virtual Environments, output, and feedback.

Stage 3: In order to study the results of the model, the researchers employed criteria for evaluation and the interpretation of results (Srisa-Ard, 2013) to determine the outcomes after experts evaluated the model. These criteria are as follows:

- Highest level, with a suitability score of 4.50 – 5.00
- High level, with a suitability score of 3.50 – 4.49
- Moderate level, with a suitability score of 2.50 – 3.49
- Low level, with a suitability score of 1.50 – 2.49
- Lowest level, with a suitability score of 0.00 – 1.49

## 5. Results

The design of the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments model to enhance computational and creative thinking can be concluded as follows:

*5.1 The Design of the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments Model*

The model was designed for use as a guideline to further develop instructional models that integrate self-directed learning, micro-learning, and immersive virtual environments. It is anticipated that this model will promote learners' computational and creative thinking, both of which are essential characteristics for systematic problem-solving and the effective use of digital technologies.

The design of the model is based on systems approach principles (Khemmani, 2018; Utranan, 1982). The structure of the developed model and its components is presented in Figure 3.

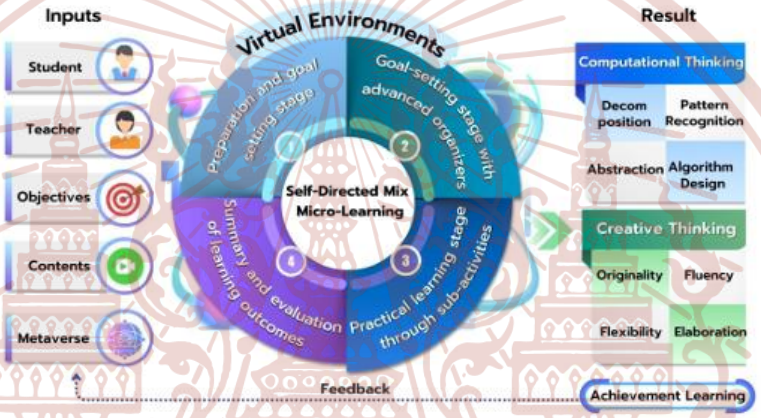



Figure 3. The Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environmen ts to Empower Computational and Creative Thinking

1. Input factors: This refers to the environments and the elements used to design and develop the model in this study, namely:

- Students: Students refer to learners enrolled in the Certificate of Vocational Education program in Digital Business Technology who actively participate in the learning process by applying creativity, problem-solving skills, and collaborative practices within a virtual learning environment.
- Teachers: Teacher refers to an instructor with demonstrated expertise who plays a pivotal role in designing, managing, and supporting learning processes that integrate digital technologies and creative thinking within a virtual learning environment.
- Learning objectives: Learning objectives refer to clearly defined aims or goals established for the learning process to ensure that learners achieve the intended outcomes.
- Content: Content refers to the systematic design of instructional materials, knowledge, and essential skills that enable learners to acquire and develop an understanding of fundamental computer programming. The content is appropriately integrated to support practice-oriented learning through concise, focused, and well-structured short activities. Learners engage in developing logical thinking, problem analysis, and introductory coding skills using an appropriate programming language.
- Metaverse: Metaverse refers to an immersive virtual environment created through advanced digital technologies in which learners can interact with the environment and other individuals via avatars in a manner closely resembling real-world experiences.

2. The Micro Self-Directed Learning Process through Immersive Virtual Environments: This component

represents the learning process designed to be based on the concepts and principles of Self-Directed Learning, Micro-Learning, and Immersive Virtual Environments. The details of these concepts and principles are as described below:

2.1 Self-Directed Learning is a learning process in which learners play a central role. They take responsibility for establishing learning goals, planning strategies, selecting learning resources, and evaluating their own progress. SDL requires learners to regulate their thoughts, behaviors, and emotions to solve problems independently and to develop conclusions based on inquiry, reflection, and analysis. It begins with helping learners recognize their prior knowledge and learning needs, after which they are able to set goals, explore information, and engage in learning activities that foster autonomy and lifelong learning.

2.2 Micro-Learning is a learning approach that organizes content into short, focused units intended to increase engagement and motivation. Each micro-unit is designed so that learners can access and complete learning tasks efficiently within a short period. Micro-learning activities must align with the intended learning objectives, allowing learners to practice skills or reinforce knowledge while interacting with concise, targeted instructional materials.

2.3 Immersive virtual environments are digitally-constructed virtual worlds created through technologies such as virtual reality (VR) and augmented reality (AR). These environments allow learners to engage in various experiences, including learning, practicing skills, collaborating, and interacting socially. Because immersive environments combine VR and AR, learners can interact with digital objects and the surrounding environment in a vivid and realistic manner. According to previous studies (Mystakidis, 2022; Suzuki et al., 2020), immersive virtual learning requires five key elements: avatars, virtual environments, collaboration, content creation, and real-time interaction.

Referring to the study and synthesis of documents and previous research relevant to Self-Directed Learning (Pereira & Pereira, 2025; Thossata et al., 2024; Wu et al., 2025; Aulakh et al., 2025; Bangpoophamorn & Wiriyanon, 2019; Govindharaj & Swaminathan, 2025; Khan et al., 2025; Phueakaeim, 2022) and Micro-Learning (Hilsmann & Dodson, 2025; Albooghobeish et al., 2025; Gong et al., 2025; Piankarnka et al., 2025; Tupthong & Chatwattana, 2025; Sarakarai, 2022; Viriyasittharod & Piromsombat, 2022), the researchers developed the guidelines for synthesizing the Micro Self-Directed Learning process through Immersive Virtual Environments. These are summarized in Table 1.

Table 1. Synthesis of the Micro Self-Directed Learning through the Immersive Virtual Environments model

| Self-Directed Learning | Micro-Learning | Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments |
|---|---|---|
| 1. Readiness assessment | 1. Defining a single learning objective | 1. Preparation and goal setting stage |
| 2. Learning goal-setting | 2. Presenting key concepts | 2. Goal-setting stage with advanced organizers |
| 3. Engagement in the learning process | 3. Topic-specific activities | 3. Practical learning stage through sub-activities |
| 4. Learning evaluation | 4. Summative assessment | 4. Summary and evaluation of learning outcomes |

Table 1 represents the synthesis of the Micro Self-Directed Learning process through Immersive Virtual Environments based on relevant documents and research. The learning process derived from this synthesis can be summarized in four stages as follows:

Stage 1: Preparation and goal setting. This stage involves encouraging learners to explore their prior knowledge and readiness while identifying clear learning goals. Learners are supported in understanding the overall learning content, enabling them to prepare effectively for the subsequent stages.

Stage 2: Goal-setting with advanced organizers. In this stage, learners are given opportunities to set their own learning goals with the guidance of key concepts presented as advanced organizers. These organizers serve as structured pathways that help learners plan their learning in alignment with their needs and capabilities.

Stage 3: Practical learning through sub-activities. Learners engage in short, focused, hands-on learning activities such as exercises, tasks, games, or through digital media. These micro-activities are designed to provide direct experience, strengthen understanding, and support incremental knowledge development.

Stage 4: Summary and evaluation of learning outcomes. This stage focuses on reviewing and reflecting on the learning process. Learners evaluate their own use of computational thinking and creative thinking skills, summarize the outcomes, and identify areas for further improvement in future learning cycles.

3. Output: The expected outputs of the model are the development of learners' computational thinking and creative thinking skills. Through engagement in the four learning stages, learners are expected to demonstrate improved abilities to analyze problems systematically, generate solutions independently, and apply creativity in designing new ideas or approaches. These learning outcomes represent the key competencies that the model aims to strengthen.

4. Feedback: The feedback component involves using information from both the learning process and the resulting outputs—computational and creative thinking—to refine and improve each stage of the learning process. This feedback mechanism ensures that the model becomes more coherent, effective, and aligned with its intended objectives. It also supports continuous enhancement of the learning model for future use, making it suitable for the development of essential twenty-first-century skills.

*5.2 The Study of the Design of the Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments Model*

In reference to the evaluation of the design of the model conducted by experts from various institutions with expertise in instructional design and learning system development, the results with regard to the model architecture are as presented in Table 2 and Table 3.

Table 2. The overall Elements of the Design of the Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments Model

| Evaluation lists | Results | | Appropriateness |
|---|---|---|---|
| | Mean | SD | |
| 1. To what extent are the principles and concepts used as the foundation for designing the learning model appropriate? | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 2. What is the level of suitability of the elements of the Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments model | | | |
| 2.1 Input factors | 5.00 | 0.00 | Highest |
| 2.2 Learning process | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 2.3 Output | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 2.4 Feedback | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 3. To what extent does the learning model support learners' learning? | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 4. To what extent are the components of the learning model aligned with the development of computational and creative thinking? | 4.40 | 0.55 | High |
| Total average | 4.71 | 0.46 | Highest |

According to Table 2, the overall suitability of the model was rated at the highest level (Mean = 4.71, SD = 0.46). This indicates that the model contains complete and appropriate components that can be effectively used as a framework for designing Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments. The results also suggest that the model has strong potential with regard to supporting the development of computational and creative thinking, which are essential learner competencies for systematic problem-solving and the effective use of technology.

Table 3. Results of the assessment on the design of the Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments Model

| Evaluation lists | Results | | Appropriateness |
|---|---|---|---|
| | Mean | SD | |
| 1. Input factors | | | |
| 1.1 Students | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 1.2 Teacher | 5.00 | 0.00 | Highest |
| 1.3 Learning objectives | 5.00 | 0.00 | Highest |
| 1.4 Content | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 1.5 Metaverse | 4.80 | 0.45 | Highest |
| **Overall Mean of Input Factors** | **4.84** | **0.37** | **Highest** |
| 2. Micro Self-Directed Learning Process through Immersive Virtual Environments | | | |
| 2.1 Micro Self-Directed Learning Process | | | |
| 2.1.1 Preparation and goal setting stage | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 2.1.2 Goal-setting stage with advanced organizers | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 2.1.3 Practical learning stage through sub-activities | 5.00 | 0.00 | Highest |
| 2.1.4 Summary and evaluation of learning outcomes | 4.80 | 0.45 | Highest |
| **Overall Mean of the Micro Self-Directed Learning Process** | **4.85** | **0.37** | **Highest** |
| 2.2 Immersive Virtual Environment | 5.00 | 0.00 | Highest |
| **Overall Mean of the Immersive Virtual Environment** | **4.88** | **0.33** | Highest |
| 3. Suitability of the Model (Output) | | | |
| 3.1 Computational Thinking | | | |
| 3.1.1 Decomposition | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 3.1.2 Pattern Recognition | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 3.1.3 Abstraction | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 3.1.4 Algorithm Design | 4.60 | 0.55 | Highest |
| **Overall Mean of Computational Thinking** | **4.60** | **0.50** | **Highest** |
| 3.2 Creative Thinking | | | |
| 3.2.1 Originality | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 3.2.2 Fluency | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 3.2.3 Flexibility | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 3.2.4 Elaboration | 4.80 | 0.45 | Highest |
| **Overall Mean of Creative Thinking** | **4.75** | **0.44** | **Highest** |
| **Overall Mean of Output** | **4.68** | **0.47** | **Highest** |
| 4. Suitability of the Model (Feedback) | | | |
| 4.1 Feedback | | | |
| 4.1.1 Results of the Assessment of Computational Thinking | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 4.1.2 Results of the Assessment of Creative Thinking | 4.80 | 0.45 | Highest |
| **Overall Mean of Feedback** | **4.80** | **0.42** | **Highest** |
| 5. Appropriateness of the model (Practical Application Dimension) | | | |
| 5.1 The appropriateness of the developed model in terms of enhancing computational and creative thinking. | 4.40 | 0.55 | High |
| 5.2 The appropriateness of the learning process of the model in terms of enhancing computational and creative thinking. | 4.60 | 0.55 | Highest |
| 5.3 The feasibility of applying the overall model for further development into a practical, real-world learning platform. | 4.80 | 0.45 | Highest |
| 5.4 The feasibility of implementing the overall model in trial settings. | 4.60 | 0.55 | Highest |
| **Overall Mean of the Model (Overall)** | **4.60** | **0.50** | **Highest** |
| **Overall Mean of Model Appropriateness** | **4.74** | **0.44** | **Highest** |

Referring to Table 3, the analysis of the suitability assessment of the model indicated that the overall suitability was deemed to be at the highest level (Mean = 4.74, SD = 0.44). This suggests that the model comprises appropriate components that can be used as a guideline for learning through a problem-solving process, enabling learners to engage in systematic analytical thinking and authentic practice. The results further imply that the model can stimulate learners to recognize emerging problems through systematic thinking supported by effective use of technology.

## 6. Conclusion & Discussion

Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments represents a virtual learning process designed through the integration of self-directed learning and micro-learning, implemented within an immersive virtual environment. This model adopts a learner-centered approach that encourages students to engage in autonomous learning in an enjoyable and challenging atmosphere. The instructional content is structured into short, concise learning units, allowing learners to access and understand content rapidly and effectively while strengthening both computational and creative thinking. Through immersive virtual environment technologies, learners experience realistic and interactive learning, engaging with the environment and peers through avatars. This design is pedagogically aligned with evidence that technology-enhanced learning environments can provide timely support and feedback that reduces learners' cognitive burden and facilitates higher-order cognitive processes, which are closely linked to improvements in computational thinking (Yan et al., 2025).

The assessment of the model indicated that (1) the overall suitability of the development of the model was at the highest level (Mean = 4.71, SD = 0.46), and (2) the overall suitability of the model itself was also at the highest level (Mean = 4.74, SD = 0.44). These findings suggest that the model encompasses appropriate and coherent components and can serve as a practical guideline for developing micro self-directed learning processes within immersive virtual environments aimed at enhancing computational and creative thinking.

The results are consistent with the view that the integration of virtual learning media with computer and information technologies enables learners to learn independently, monitor their actions, and receive real-time outcomes (Sreejun & Chatwattana, 2023). The findings also align with the argument that Self-Directed Learning effectively strengthens analytical thinking by encouraging learners to independently analyze information, make informed decisions, solve problems, and plan their own learning (Bangpoophamorn & Wiriyanon, 2019). Furthermore, the findings correspond with the notion that micro-learning—through short, focused activities within small learning units—enables learners to complete learning tasks efficiently and assess their own outcomes immediately (Suvandy & Chatwattana, 2025). Additionally, research on computational problem-solving has shown that both individual and collaborative implementations can significantly enhance computational thinking, particularly when activities are novel, well-structured, and motivating—suggesting that the immersive and challenging nature of this model may strengthen learners' situational interest and sustained engagement. Moreover, evidence indicates that collaborative approaches may be especially beneficial during planning-oriented stages (e.g., algorithm design and flow representation), whereas learners may prefer more individual control during intensive coding or execution stages (Çelik & Batı, 2025).

In addition, evidence from learning-model development research supports the importance of articulating a clear, phased learning process and validating the model through expert review and preliminary field implementation. For example, Muliadi et al. (2025) developed a structured multi-phase learning model and established its content and construct validity through expert validation, followed by preliminary field testing that demonstrated significant gains in students' creative thinking. Compared with prior studies that examined collaborative programming to enhance computational thinking (Yan et al., 2025) or cooperative learning within computational problem-solving approaches (Çelik & Batı, 2025), the present work advances the literature by proposing a unified, implementable framework that integrates self-directed learning and microlearning within immersive virtual environments to jointly promote computational and creative thinking.
However, this study is limited by relying primarily on expert-based suitability evaluation; future research should conduct experimental or quasi-experimental trials with learners (e.g., control/comparison groups), longitudinal implementation across settings, and direct measurement of learning outcomes and mediating variables such as cognitive load, engagement, and self-efficacy.

This study's scientific contribution is the development and validation of an integrated instructional model that unifies Self-Directed Learning, Microlearning, and Immersive Virtual Environments into a single, implementable framework. The novelty lies in specifying how these elements operate together through defined components, learning phases, and design principles—rather than being treated as separate approaches. The study adds new knowledge by (1) formalizing a conceptual–procedural design framework for micro self-directed learning in immersive environments, (2) operationalizing key components and processes for implementation, and (3) empirically validating the model through systematic evaluation and application in practice. As a result, the model provides a research-based framework that can be adopted and further tested to advance technology-enhanced self-directed learning across contexts.

**Acknowledgments**

The completion of this academic article was made possible as a result of the support, guidance, and collaboration

of many individuals and units. The author wishes to express sincere appreciation to the faculty members of the Master of Education Program in Information and Communication Technology for Education for their valuable academic guidance throughout the development of this study. Special thanks are extended to the experts who provided critical evaluations and insightful recommendations that greatly contributed to the refinement of the Micro Self-Directed Learning through Immersive Virtual Environments model. The author is also grateful to the students and participants who contributed essential data to this research. Finally, heartfelt appreciation is conveyed to colleagues and the department for their continued encouragement and assistance, all of which significantly enhanced the quality and rigor of this academic work.

This study has been accomplished by relying on participants who encouraged the researcher to complete the research properly.

**Authors contributions**

Sasinan Kanharin was responsible for the conceptualization and design of the study, together with Dr. Kanitta Hinon and Dr. Panita Wannapiroon manuscript drafting, development of the research instruments, and analysis and interpretation of the results. Dr. Kanitta Hinon and Dr. Panita Wannapiroon contributed to revising and improving the scholarly quality of the manuscript and conducted a thorough review prior to submission. All authors have read and approved the final version of the manuscript for publication.

**Funding**

Not applicable.

**Competing interests**

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

**Informed consent**

Obtained.

**Ethics approval**

The Publication Ethics Committee of the Canadian Center of Science and Education.

The journal's policies adhere to the Core Practices established by the Committee on Publication Ethics (COPE).

**Provenance and peer review**

Not commissioned; externally double-blind peer reviewed.

**Data availability statement**

The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to privacy or ethical restrictions.

**Data sharing statement**

No additional data are available.

**Open access**

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**Copyrights**

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

**References**

Albooghobeish, M., Ghalandeh, A., Khalafi, A., & Haghighizadeh, M. H. (2025). Using micro-learning to enhance knowledge and skills of airway management in nurse anesthesia students: An interventional study. *Archives of Anesthesiology and Critical Care, 11*(1), 9-18. https://doi.org/10.18502/aacc.v11i1.17485

Aulakh, J., Wahab, H., Richards, C., Bidaisee, S., & Ramdass, P. V. A. K. (2025). Self-directed learning versus traditional didactic learning in undergraduate medical education: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education, 25*, 70. https://doi.org/10.1186/s12909-024-06449-0

Bangpoophamorn, K., & Wiriyanon, T. (2019). The development of a flipped classroom model with self-directed learning to enhance critical thinking in an undergraduate course. *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 10*(2), 41-50.

Çelik, İ. N., & Batı, K. (2025). The effect of cooperative learning on academic performances and computational thinking skills in the computational problem-solving approach. *Informatics in Education, 24*(1), 45-76. https://doi.org/10.15388/infedu.2025.01

Gong, B., Chen, X., Wang, N., Zhan, Y., Zhong, H., Zhang, R., Luo, Y., Zhang, Z., & Li, L. (2025). The relationship between psychological capital, stress, micro-learning environment, and professional identity in nursing interns: a structural equation modeling study. *Frontiers in Psychology, 16,* 1458384. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1458384

Govindharaj, P., & Swaminathan, N. (2025). Self-directed learning ability among undergraduate allied health sciences students in Chennai, India: a cross-sectional study. *BMC Medical Education, 25*(1). https://doi.org/10.1186/s12909-025-07458-3

Hilsmann, N., & Dodson, C. (2025). The impact of a micro-learning video on the critical appraisal self-efficacy of evidence-based research. *Teaching and Learning in Nursing, 20,* e1207-e1215. https://doi.org/10.1016/j.teln.2025.06.012

Khan, E. H., Sethi, A., Junaid, S. M., Khattak, T., & Khattak, M. (2025). Readiness for self-directed learning among undergraduate medical students in Khyber Pakhtunkhwa during COVID-19, Pakistan. *BMC Medical Education, 25*(1). https://doi.org/10.1186/s12909-025-06745-3

Khemmani, T. (2018). *Science of teaching: Knowledge of efficient learning process management.* Chulalongkorn University Press.

Leela, S., Chookaew, S., & Nilsook, P. (2019). An effective Microlearning Approach Using Living Book to Promote Vocational Students' Computational Thinking. *ICDTE '19: Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Technology in Education,* 25-29. https://doi.org/10.1145/3369199.3369200

Muliadi, A., Rokhmat, J., & Sukarso, A. A. (2025). Ethnoscience integrated project-based learning model for enhancing students' creative thinking skills and cultural literacy: Expert perspectives and preliminary testing. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 8*(3), 3676-3685. https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i3.7376

Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia, 2*(1), 486-497. https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031

National Economic and Social Development Board. (2016). *The Twelfth National Economic and Social Development Plan (2012-2016).* Office of the Prime Minister.

Office of the Education Council. (2017). *Education in Thailand.* Ministry of Education.

Office of the Vocational Education Commission. (2024). *Mission and Policy.* Bangkok: Office of the Vocational Education Commission.

Pereira, D. S., & Pereira, P. P. da S. (2025). Self-directed learning of informal caregivers using mobile health: a systematic review. *BMC Health Services Research, 25*(911). https://doi.org/10.1186/s12913-025-13019-7

Phueakaeim, S. (2022). *Self-directed learning of facilitator: a self-study research* [Master's thesis, Thammasat University]. Thammasat University Institutional Repository.

Piankarnka, V., Nilsook, P., & Wannapiroon, P. (2025). A Micro-Learning Approach with Artificial Intelligence for Improving Skills in Designing the Movement of In-game Characters and Using Mixed Reality. *International Journal of Information and Education Technology, 15*(4), 847-857. https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.4.2291

Rattanawarophat, K., Norasit, N., & Pongsophon, P. (2023). A systematic review and meta-analysis of high-level inquiry-based teaching methods to develop students' creative thinking skills. *Journal of Education Studies Review, 35*(2), 166-180.

Rokraiphet, J., & Chatwattana, P. (2024). The micro-learning model mixed with gamification via metaverse to create characteristics of digital citizenship for military craftsman students. *National Defence Studies Institute Journal, 15*(1), 116-131.

Sarakarai, P. (2022). *The development of Microlearning inquiry questions on ecosystems to enhance scientific concepts for Grade 9 students* (Master's thesis, Naresuan University). Naresuan University Institutional Repository.

Sittikhetkron, W., & Sawangmek, S. (2021). Development of computational thinking skill through 5Es inquiry learning activities with board game and formula coding on the population in pandemic for grade 12 students.

*Journal of Education Naresuan University, 23*(3), 286-300.

Sreejun, S., & Chatwattana, P. (2023). The Imagineering Learning Model with Inquiry-Based Learning via Augmented Reality to Enhance Creative Products and Digital Empathy. *Journal of Education and Learning, 12*(2), 52-59. https://doi.org/10.5539/jel.v12n2p52

Srisa-Ard, B. (2013). *Basic Research.* Suweerivasarn Press.

Suvandy, A., & Chatwattana, P. (2025). The design of hybrid learning via metaverse on virtual world learning community with micro-learning to enhance technology and digital literacy skills. *Journal of Technical Education Development, 37*(134), 145-154.

Suzuki, S., Kanematsu, H., Barry, D.M., Ogawa, N., Yajima, K., Nakahira, K.T., Shirai, T., Kawaguchi, M., Kobayashi, T., & Yoshitake, M. (2020). Virtual Experiments in Metaverse and their Applications to Collaborative Projects: The framework and its significance. *Procedia Computer Science, 176*, 2125-2132. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.249

Thossata, O., Jongkonlang, N., & Pilanthananond, N. (2024). Self-Directed Learning (SDL). *Journal of Nakhon Ratchasima College, Humanities and Social Sciences, 18*(3), 376-386.

Tupthong, K., & Chatwattana, P. (2025). Architecture of the Micro-learning Platform Mixed with Gamification via Metaverse to Promote Creative Problem-solving Skills. *Higher Education Studies, 15*(1), 150-159. https://doi.org/10.5539/hes.v15n1p150

Utranan, S. (1982). *Systematic Instructional Management.* Chulalongkorn University.

Viriyasittharod, K., & Piromsombat, C. (2022). Development of online courses for enhancing coding abilities with microlearning for student teachers. *Journal of Educational Measurement, 39*(106), 38-49.

Wan Mohd Nasr, W. M. F., Halim, L., & Arsad, N. M. (2024). Inside the teachers' toolbox: Fostering creative thinking skills through digital storytelling. *Journal of Pedagogical Research, 8*(3), 147-162. https://doi.org/10.33902/JPR.202427318

Wang, H.-H., & Wang, C.-H. A. (2024). Teaching design students machine learning to enhance motivation for learning computational thinking skills. *Acta Psychologica, 251*, 104619. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104619

Wu, G.-C., Zuo, Y.-Y., Feng, B.-B., Liu, Z.-Y., Zhu, Y.-Q., & Zhu, L. (2025). Factors affecting undergraduate nursing students' professional commitment: a structural equation modeling analysis. *BMC Nursing, 24*, 814. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03381-6

Yan, Y.-M., Chen, C.-Q., Hu, Y.-B., & Ye, X.-D. (2025). LLM-based collaborative programming: Impact on students' computational thinking and self-efficacy. *Humanities and Social Sciences Communications, 12*, Article 149. https://doi.org/10.1057/s41599-025-04471-1

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ** นางสาวศศินันท์ กัณหารินทร์

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การเรียนรู้อัตโนมาโถแบบจุลภาคผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเชิงดื่มด่ำเพื่อเสริมพลังการคิดเชิงคำนวณและการคิดสร้างสรรค์

**สาขาวิชา** สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**ประวัติ**

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2563 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

พ.ศ. 2568 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2565-ปัจจุบัน ตำแหน่ง ครู ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)

ผลงานบทความวารสารวิชาการ

Kanharin, S., Khumtrup, Y., & Chuangsin, W. (2025). Blended learning design based on competency-based lesson plans using the MIAP process in a word processing course. *International Journal of Educational Communications and Technology (iJECT)*, 5(2), 51–64

Kanharin, S., & Chatwattana, P. (2025). An inquiry-based learning platform mixed with game-based learning using metaverse to enhance digital literacy and empathy skills. *Higher Education Studies, 15*(1), 117–126. https://doi.org/10.5539/hes.v15n1p117

สถานที่ติดต่อปัจจุบัน

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี 79 หมู่ 5 ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12000