

# ผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาดาราศาสตร์ตามกรอบ TPACK MODEL ของครูวิทยาศาสตร์ก่อนประจำการ

## Effect of Astronomy Learning Management Using the TPACK MODEL on Pre-Service Science Teachers

จตุทิพย์ ก้ายะ<sup>1</sup> และ ดลฤดี สุขใจ<sup>2\*</sup>

Jatutip Kaya<sup>1</sup> and Donrudee Sookjai<sup>2\*</sup>

Received: 2 May 2024

Revised: 16 January 2025

Accepted: 29 January 2025

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ (1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์ (2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์ (3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือครูวิทยาศาสตร์ก่อนประจำการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในเขต ภาคเหนือที่เรียนรายวิชาดาราศาสตร์ ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอัตนัยและปรนัย คิดเป็นคะแนนสุทธิ 11 คะแนน (2) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แยกตามกรอบความคิด TPACK MODEL จำนวน 7 รายการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และความแปรปรวนทางเดียว ผลการศึกษาโดยภาพรวมทั้งหมด พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่ามากกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียน 6.04 คะแนน และก่อนเรียน 2.46 คะแนน เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน โดย แบ่งเป็นกลุ่มสูง กลาง และต่ำ พบว่าค่าความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 44.76 47.11 และ 31.06 ตามลำดับ และความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยทุกกรอบความคิดเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้, ดาราศาสตร์, TPACK MODEL, เทคโนโลยี, โปรแกรมจำลอง

<sup>1</sup> อาจารย์ประจำ, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

\* ผู้รับผิดชอบบทความ อีเมลล์: dondee@g.lpru.ac.th

<sup>1</sup> Lecturer, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang

<sup>2</sup> Assistant Professor, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang

\* Corresponding email: dondee@g.lpru.ac.th

## Abstract

This research aims to (1) examine the learning achievement of students who have received teaching and learning management according to the TPACK MODEL in the subject of astronomy, (2) examine the learning achievement of students with different levels of proficiency after receiving teaching and learning management according to the TPACK MODEL in the subject of astronomy, and (3) investigate the satisfaction of students after receiving teaching and learning management according to the TPACK MODEL in the subject of astronomy. During the second semester of the academic year 2022, research was done with pre-service science teachers majoring in General Science Education at a certain provincial Rajabhat University in the Northern region. A total of 28 students participated in the study. The research instruments were (1) subjective and objective learning achievement tests with a maximum score of 11 points, and (2) satisfaction assessment of students with the TPACK MODEL-based teaching and learning management framework in the astronomy course, consisting of 7 components. Data analysis was conducted using mean, standard deviation, t-test, and one-way ANOVA. The study found that the overall post-learning achievement was significantly higher than pre-learning at the .05 level. with an average of 6.04 points after studying and 2.46 points before studying. When considering students with different ability levels, namely high, medium, and low, it was found that the learning progress of the students was 44.76%, 47.11%, and 31.06%, respectively. The satisfaction of students with teaching and learning management across all TPACK MODEL frameworks had a mean value of 4.53 with a standard deviation of 0.59, indicating the highest level of satisfaction.

**Keywords:** Learning Management, Astronomy, TPACK MODEL, Technology, Simulator

## บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนา ระดับประเทศ ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา และการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก การศึกษาดาราศาสตร์ เป็นหนึ่งในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจักรวาลและวัตถุต่าง ๆ ในอวกาศที่ต้องอาศัย การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ขั้นสูง แต่ในประเทศไทยยังคงมีบุคลากรด้านดาราศาสตร์ จำนวนน้อยและยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาประเทศ (ภาวิณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 2565) ส่วนหนึ่ง อาจเนื่องมาจากรายวิชาดาราศาสตร์เป็นรายวิชา

ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมและต้องใช้จินตนาการค่อนข้างสูง การนำเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ จึงเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาดาราศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นภาพประกอบที่ชัดเจนมากขึ้น จะช่วยส่งผลให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางและมีความหมาย (ชูไฮมี สามี, 2566)

เนื่องจากผู้เรียนรายวิชาดาราศาสตร์ต้อง มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับระบบที่สลับ ซับซ้อน จึงจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างแท้จริง (Yoon et al., 2018) แต่เนื่องจากปัญหาความ เข้าใจเนื้อหาทางดาราศาสตร์ยังคงเป็นอุปสรรค สำหรับครูผู้สอน ดาราศาสตร์ในโรงเรียน

ยกตัวอย่างเช่น ครูผู้สอนก่อนที่จะเข้าร่วมในโครงการพัฒนาวิชาชีพครูคะแนนการทดสอบอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะเนื้อหาการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ และหัวข้อระบบพิกัดท้องฟ้า นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์ยังมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่และฤดูกาล ฯลฯ (Jansri & Kotpichainarong, 2020) และจากประสบการณ์สอนรายวิชาดาราศาสตร์ของผู้วิจัยยังเห็นได้ชัดว่าผู้เรียนมักมีความรู้ความเข้าใจดาราศาสตร์บนพื้นฐานความทรงจำเพียงผิวเผินเท่านั้น เมื่อต้องเผชิญกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ความสามารถในการวิเคราะห์และอธิบายจะลดลงอย่างมาก

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ห้องเรียนเปลี่ยนเป็นห้องเรียนดิจิทัล ซึ่งทำให้การเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพิ่มความสามารถในการทำงานร่วมกันในรูปแบบของกลุ่ม ฯลฯ นอกจากนี้ เทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างเรียบง่ายและน่าสนใจมากขึ้นด้วยการใช้สื่อต่าง ๆ เช่น ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และแอปพลิเคชันที่มีไว้สำหรับการศึกษา แต่อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการศึกษาไม่ได้มีข้อดีเท่านั้น ยังมีข้อเสียบางประการด้วย เช่น การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความฟุ้งซ่านได้ ผู้เรียนขาดปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หากผู้เรียนขาดโอกาสในการเข้าถึงสารสนเทศและเทคโนโลยีอาจก่อให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันทางการศึกษา และการใช้เทคโนโลยีมากเกินไปอาจทำให้ขาดทักษะพื้นฐานในการดำเนินชีวิต เป็นต้น (นิภาพรรณ เจนสันตฤกุล, 2564) ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาหากมีการผสมผสานระหว่างการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและวิธีการสอนแบบดั้งเดิมอาจเป็นทางเลือกที่ดีเพื่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Singh, 2021) ประกอบ

กับการเติบโตของอินเทอร์เน็ตทำให้มีเครื่องมือการสอนแบบออนไลน์มากมายในการเข้าถึงความรู้ต่าง ๆ รวมถึงความรู้ทางดาราศาสตร์ (Impey, 2019) อีกทั้งผู้สอนสามารถนำมาใช้สอนในชั้นเรียนได้อย่างดี ตัวอย่างเช่น การสร้างเครื่องมือสำหรับการทำการทดลอง แบบจำลองทางดาราศาสตร์ และ แอปพลิเคชันจำลองท้องฟ้าของ Kevin Lee จากมหาวิทยาลัยเนแบรสกาได้สร้างสื่อที่เรียกว่า Class Action เพื่อใช้ในระดับวิทยาลัยหรือระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (Lee et al., 2006) ด้วยยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไปวิธีการสอนแบบเดิมอาจไม่เพียงพออีกต่อไป ผู้สอนจำเป็นต้องปรับตัวและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการแนะนำเทคนิคหรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อปรับปรุงการจัดการการเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพของหลักสูตร (สุตภักดิ์ จันทรประเสริฐ และคณะ, 2561) สอดคล้องกับผลการศึกษาของสุวิทย์ คงภักดี และเทพพร โลมารักษ์, (2565) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องมโนมติดาราศาสตร์เกี่ยวกับฤดูกาลและการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ซึ่งเนื้อหา มีลักษณะเป็นนามธรรมยากต่อการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจจึงได้เลือกใช้โปรแกรม Stellarium และ Class Action มาช่วยลดความยากในการเรียนรู้ และเพิ่มความเข้าใจของผู้เรียน

นอกจากนี้แล้วการบูรณาการความรู้ทางเทคโนโลยี (Technological Knowledge; TK) (Mishra & Koehler, 2006) ในการทำงานร่วมกันระหว่างความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge; PK) และความรู้เนื้อหา (Content Knowledge; CK) ที่ให้ความสำคัญกับความรู้ในการสอน รูปแบบแนวทางกระบวนทัศน์ในการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาเฉพาะเจาะจง (Pedagogical Content Knowledge; PCK) (Shulman, 1986) ทำให้ได้กรอบแนวคิดผสมผสานความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนกับเนื้อหา (Technological Content Knowledge; TCK) ผสมผสานความรู้เกี่ยวกับวิธี

การสอนกับเนื้อหา (Technological Pedagogical Knowledge; TPK) และการผสมผสานความรู้ทั้ง 3 ด้าน คือเทคโนโลยีการสอน และเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนกรอบความรู้เนื้อหาความรู้ทางเทคโนโลยี (TPACK) นั้นเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้สอนจึงต้องมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เพราะจะเพิ่มประสิทธิภาพการสอนและเป็นประโยชน์ต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน (Dobi Barišić et al., 2019) การเรียนรู้โดยใช้ TPACK MODEL แสดงให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพของการใช้แอปพลิเคชันบนเว็บไซต์ในการเสริมความรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดนี้ในโรงเรียนได้เป็นอย่างดี (Chairunnas et al., 2022)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบ TPACK MODEL ที่มีการบูรณาการความรู้ทั้งทางด้านเทคโนโลยี วิธีการสอน และเนื้อหาสามารถนำมาพัฒนาการจัดการเรียน การสอนรายวิชาดาราศาสตร์ได้ อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่เป็นครูก่อนประจำการเพื่อจะได้นำวิธีการไปประยุกต์ต่อยอดสำหรับการสอนสาระดาราศาสตร์และอวกาศให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์

## วิธีการศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาการจัดการเรียนรู้รายวิชาดาราศาสตร์ ในเนื้อหาฤดูกาลและข้างขึ้นข้างแรมตามกรอบความคิด TPACK MODEL โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. เครื่องมือการวิจัย

1.1 แบบทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์เป็นแบบอัตนัยและปรนัย คิดเป็นคะแนนเต็มสุทธิ 11 คะแนน

1.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์ จำนวน 18 รายการ แยกตามกรอบความคิด TPACK MODEL ได้เป็น จำนวน 7 รายการ

### 2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นครูวิทยาศาสตร์ก่อนประจำการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือที่เรียนรายวิชาดาราศาสตร์ ภาคการศึกษาที่ 2/2565 จำนวน 28 คน

### 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1.1 ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาตามวัตถุประสงค์วางแผนจัดการเรียนการสอนในจำนวน 2 หัวข้อคือ (1) การเกิดฤดูกาล (2) ข้างขึ้นข้างแรม หัวข้อละ 4 ชั่วโมง

3.1.2 การสร้างแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหาผู้เรียนก่อนเรียน

ระหว่างเรียน และหลังเรียนในเนื้อหาฤดูกาลและ  
ข้างขึ้นข้างแรม เป็นแบบแบบอัดนัยและปรนัย

3.1.3 การสร้างแบบวัดความ  
พึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม  
กรอบความคิด TPACK MODEL

### 3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

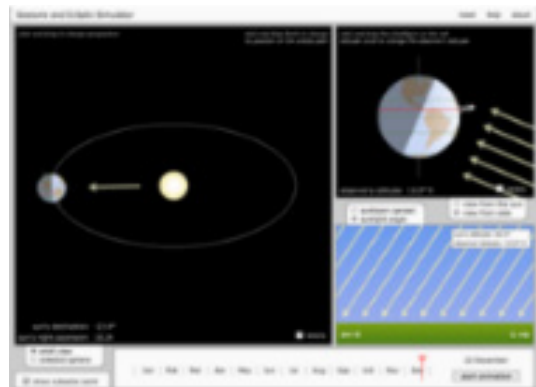
3.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอน  
ตามกรอบ TPACK MODEL ในชั้นเรียนปกติโดย  
ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-  
based Learning) (ดังภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2) ให้  
ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง กิจกรรมนี้  
ประยุกต์จากเอกสารประชุมปฏิบัติการพัฒนาครู  
กลุ่มสูงกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี, 2554) เลือกใช้โปรแกรมจำลอง Class  
Action จากเว็บไซต์ UNL Astronomy Education  
ประกอบการอธิบายเพิ่มเติม (ดังภาพที่ 3 และ  
ภาพที่ 4) และมอบหมายกิจกรรมแบบฝึกหัดเพิ่ม  
เติมสำหรับเนื้อหาฤดูกาลและข้างขึ้นข้างแรมแบบ  
ออนไลน์ผ่าน Google Classroom เพื่อส่งงาน  
ติดตามงาน และเฉลยแบบฝึกหัดร่วมกับการสอน  
ปกติในชั้นเรียน (ดังภาพที่ 5)



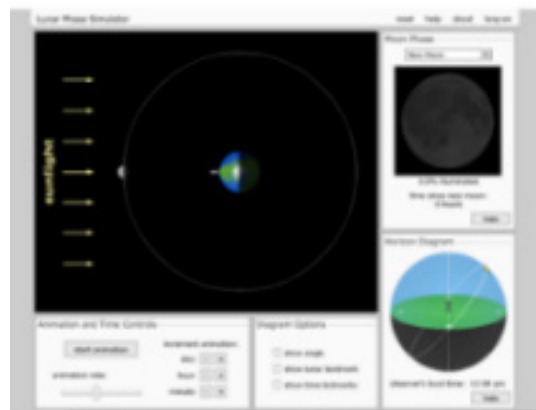
ภาพที่ 1 การเรียนการสอนแบบจำลอง  
เป็นฐานเรื่องฤดูกาล



ภาพที่ 2 การเรียนการสอนแบบจำลอง  
เป็นฐานเรื่องข้างขึ้นข้างแรม



ภาพที่ 3 สื่อการสอนจากโปรแกรมจำลอง Class  
Action เรื่องฤดูกาล



ภาพที่ 4 สื่อการสอนจากโปรแกรมจำลอง Class  
Action เรื่องข้างขึ้นข้างแรม



ภาพที่ 5 ห้องเรียน Google Classroom  
วิชาดาราศาสตร์

3.2.3 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

3.2.4 วัดความพึงพอใจของ  
ผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK  
MODEL รายวิชาดาราศาสตร์ เรื่อง ฤดูกาลและ  
ข้างขึ้นข้างแรม จากผลการสอบก่อนเรียนและหลัง  
เรียนของผู้เรียน โดยทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้คือ

4.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน  
โดยรวมทั้งหมด และของผู้เรียนตามความสามารถ  
ทางการเรียน โดยที่ผู้วิจัยแบ่งผู้เรียนออกเป็น  
3 กลุ่ม จากค่า Z-Score ได้แก่กลุ่ม สูง กลาง และ ต่ำ  
ที่มีช่วงเกรดเฉลี่ยคือ 3.27-3.59 2.95-3.23 และ  
2.27-2.91 ตามลำดับ โดยพิจารณาจากผลการ  
เรียน 10 รายวิชาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1-2  
ประกอบด้วยรายวิชา ฟิสิกส์สำหรับครู 1-2 เคมี  
สำหรับครู 1-2 ชีววิทยาสำหรับครู 1-2 คณิตศาสตร์  
สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ  
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์โลกทั้ง  
ระบบ โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยง  
เบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่าที (Paired-  
sample, t-test) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

4.1.2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนจากคะแนนสอบเฉพาะก่อนเรียนของ  
ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด

(Minimum) วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน  
มาตรฐาน ความแปรปรวนทางเดียว (One-way  
ANOVA)

4.1.3 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทาง  
การเรียนจากคะแนนสอบเฉพาะหลังเรียนของ  
ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด  
(Minimum) วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน  
มาตรฐาน ความแปรปรวนทางเดียว (One-way  
ANOVA)

4.2 ตรวจสอบความสอดคล้องรายการ  
ที่มีมากกว่า 2 รายการ ว่ามีค่าประสิทธิผลแอลฟาของ  
ครอนบัค (Cronbach's alpha coefficient ;  $\geq 0.70$ )  
ไม่น้อยกว่า 0.70 (แสดงข้อมูลในตารางที่ 5)

4.3 ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน  
ต่อรายวิชาดาราศาสตร์กรอบแนวคิด PK CK TK  
TPK TCK PCK และ TPACK จากค่าเฉลี่ยและ  
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการศึกษาความ  
พึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ  
ความคิด TPACK MODEL กำหนดเกณฑ์การ  
ประเมินโดยใช้

มาตราประมาณค่า 5 ระดับตามวิธี  
ของลิเคิร์ต และแปลความหมายของแบบประเมิน  
ความพึงพอใจของนักศึกษาไว้ดังนี้ 4.51-5.00  
หมายถึง ระดับมากที่สุด 3.51-4.50 หมายถึง  
ระดับมาก 2.51-3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง  
1.51-2.50 หมายถึง ระดับน้อย 1.00-1.50 หมายถึง  
ระดับน้อยที่สุด

#### ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยขอสรุปผล  
ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน  
หลังการเรียนรู้อยู่เทียบกับก่อนการเรียนรู้อยู่โดยภาพ  
รวมทั้งหมด จากการทดสอบค่าที พบว่ามีค่า  
มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $P < .05$ )  
และเมื่อแยกพิจารณาเป็นแต่ละกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสูง

กลุ่มกลาง และ กลุ่มต่ำ พบว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังการเรียนรู้เทียบกับก่อนการเรียนรู้จากการทดสอบค่าที่มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เช่นกัน

สำหรับค่าประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้รายวิชาดาราศาสตร์ตามกรอบ TPACK MODEL พบว่าค่าดัชนีประสิทธิผล

(E.I.) โดยภาพรวมทั้งหมดของผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 41.84 หากแยกกันตามความสามารถทางการเรียนตามกลุ่มสูง กลาง และต่ำ ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 44.76 47.11 และ 31.06 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนรู้และประสิทธิผลของการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์

กลุ่ม	คะแนนสอบ	จำนวน (คน)	Mean	S.D.	t	p-value	E.I.
ผู้เรียนทุกคน	ก่อนเรียน	28	2.46	1.16	8.35	0.000	41.84
	หลังเรียน		6.04	1.90			
สูง	ก่อนเรียน	8	2.17	1.00	5.76	0.000	44.76
	หลังเรียน		6.13	1.89			
กลาง	ก่อนเรียน	12	2.65	1.18	4.86	0.000	47.11
	หลังเรียน		6.58	2.19			
ต่ำ	ก่อนเรียน	8	2.48	1.37	5.00	0.000	31.06
	หลังเรียน		5.13	1.13			

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนสอบเฉพาะก่อนเรียนของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสูง กลาง และ ต่ำ ก่อนเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ย 2.17 2.65 และ 2.48 คะแนน ตามลำดับ คะแนนสูงสุดคือ 4.80 คะแนน และ ต่ำสุด

คือ 0 คะแนน ทำการทดสอบทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (One way ANOVA) พบว่าต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $F(28) = 0.38$ ;  $P > .05$ ) ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่ม	จำนวน (คน)	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	df	F (28)	p value
สูง	8	0.70	3.40	2.17	1.00	27	0.38	0.69
กลาง	12	1.40	4.80	2.65	1.18			
ต่ำ	8	0.00	3.70	2.48	1.37			

สำหรับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนสอบเฉพาะหลังเรียนของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ได้แก่กลุ่ม สูง กลาง และ ต่ำ หลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ย 6.13 6.58 และ 5.13 คะแนน ตามลำดับ คะแนนสูงสุดคือ 10.00 คะแนน และ

ต่ำสุดคือ 3.00 คะแนน ทำการทดสอบทางสถิติค่าความแปรปรวน พบว่าต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญที่ระดับ .05 ( $F(28) = 0.24; P > .05$ ) ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่ม	จำนวน (คน)	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	df	F (28)	p value
สูง	8	3.00	9.00	6.13	1.89	27	1.48	0.24
กลาง	12	3.00	10.00	6.58	2.19			
ต่ำ	8	4.00	7.00	5.13	1.13			

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะหลังเรียนของกลุ่มต่ำเทียบกับกลุ่มกลางและกลุ่มสูง พบว่ากลุ่มต่ำมีผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นยังน้อยกว่าทั้งสองกลุ่ม

โดยเมื่อทดสอบ ค่าที่พบว่ากลุ่มต่ำและกลุ่มกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มต่ำเทียบกับกลุ่มกลางและกลุ่มสูง

กลุ่ม	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	df	t	p value (one-tail)
กลาง	12	6.58	2.19	17.00	1.95	0.03
ต่ำ	8	5.13	1.13			
สูง	8	6.13	1.89	14.00	1.29	0.11
ต่ำ	8	5.13	1.13			

3. ผลศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดทำรายการประเมิน 18 รายการ ให้ผู้เรียนทำการประเมินกรอบแนวคิดที่ประกอบด้วย PK CK TK TPK TCK PCK และ TPACK สำหรับกรอบรายการประเมินที่มีมากกว่า 2 รายการจะได้รับการตรวจสอบค่าประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (Cronbach's alpha coefficient;  $\geq 0.70$ ) ซึ่งพบว่าทุกกรอบมีค่าไม่น้อยกว่า 0.70 แสดงว่ารายการที่ใช้ประเมินในแต่ละกรอบนั้นมี

ความสอดคล้องกัน และพบว่าผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา (PK) มากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 และโดยภาพรวมทั้งหมดผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL อยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยทุกกรอบความคิดที่ค่าเฉลี่ย 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL

กรอบความคิด	จำนวนรายการประเมิน	ตัวอย่างรายการประเมิน	Cronbach's alpha coefficient	Average	S.D.
PK	3	รูปแบบหรือวิธีการที่อาจารย์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาดาราศาสตร์ ตามกรอบ TPACK MODEL เรื่อง การเกิดฤดูกาลและการเกิดขั้วชั้นขั้วแรม	0.87	4.58	0.58
CK	5	ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรื่อง การเกิดฤดูกาลและการเกิดขั้วชั้นขั้วแรมของอาจารย์ผู้สอน	0.98	4.49	0.60
TK	3	ทักษะในการใช้สื่อและเทคโนโลยีในการสอนเรื่อง การเกิดฤดูกาลและการเกิดขั้วชั้นขั้วแรม ของอาจารย์	0.83	4.53	0.59
TPK	2	สื่อ/เทคโนโลยีที่อาจารย์เลือกใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การเกิดฤดูกาลและการเกิดขั้วชั้นขั้วแรม ช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ของนักศึกษามากยิ่งขึ้น	0.84	4.52	0.59
TCK	1	การผสมผสานความรู้สื่อและเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาเรื่อง การเกิดฤดูกาลและการเกิดขั้วชั้นขั้วแรม ของอาจารย์	-	4.52	0.59
PCK	1	ความสอดคล้องของวิธีการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาและเทคโนโลยีที่ใช้ในการสอนของอาจารย์	-	4.52	0.59

กรอบความคิด	จำนวนรายการประเมิน	ตัวอย่างรายการประเมิน	Cronbach's alpha coefficient	Average	S.D.
TPACK	3	กระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ดาราศาสตร์ ตามกรอบ TPACK MODEL เรื่องการเกิดฤดูกาล และการเกิดข้างขึ้นข้างแรมที่อาจารย์ผู้สอนเลือกใช้ช่วยทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	0.89	4.52	0.59
รวม				4.53	0.59

## สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้รายวิชาดาราศาสตร์ตามกรอบ TPACK MODEL ของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยภาพรวมทั้งหมดหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL เป็นวิธีการที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนาวิธีการสอนที่นำเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างสรรค์และแก้ปัญหา การเรียนรู้ (นันทวัน พัวพัน และคณะ, 2563; วิไลลักษณ์ แซ่โล้ว และคณะ, 2565) และจากการสังเกตผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการในเนื้อหาเกี่ยวกับฤดูกาลและข้างขึ้นข้างแรมยังพบว่า นอกจากผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีและเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวแล้ว การบูรณาการโปรแกรมจำลอง Class Action ยังช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนดังกล่าวทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ตลอดเวลาตามความสนใจ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมุมมองในเนื้อหาที่หลากหลายเกิดการเรียนรู้ที่ลุ่มลึกในเรื่องนั้นๆ มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าผลการใช้กระบวนการเรียนรู้

ตามกรอบแนวคิด TPACK MODEL ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวิทย์ คงภักดี และเทพพร โลมารักษ์ (2565) ซึ่งได้ใช้โปรแกรมจำลอง Stellarium และ Class Action จัดการเรียนรู้ให้กับนิสิตพบว่าทำให้นิสิตส่วนใหญ่มีความเข้าใจในมติฤดูกาลและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์มากขึ้น และยังสอดคล้องกับ สุวรรณา แก้วศรีใส และสยาม จวงประโคน (2564) ที่ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้รายวิชาดนตรี ตามกรอบ TPACK MODEL สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าทำให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิผลในการเรียนรู้รายวิชาดนตรีได้เป็นอย่างดี รวมถึง Sensoy and Yildirim (2018) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของความรู้เนื้อหาการสอนทางเทคโนโลยีตามกรอบ TPACK MODEL ของครูวิทยาศาสตร์ที่ใช้สอนนักเรียนในรายวิชาดาราศาสตร์ พบว่ากลุ่มทดลองที่ใช้ตามกรอบ TPACK MODEL ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

2. ผลการพิจารณาผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันจากกลุ่มที่มีผลการเรียนระดับสูง กลาง และต่ำ พบว่าแต่ละกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และกลุ่มต่ำยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยกว่ากลุ่มอื่นโดยสามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างด้วยค่าความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียนกลุ่ม

สูง กลาง และต่ำ คิดเป็นร้อยละ 44.76 47.11 และ 31.06 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนกลุ่มต่ำมีผลการเรียนที่น้อยกว่ากลุ่มอื่นซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นร่วมด้วย แสดงให้เห็นว่าควรหาวิธีจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนเพื่อพัฒนาความรู้ของผู้เรียนกลุ่มนี้ต่อไปเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน ดังที่ Anastasi (1969) (ภัทรกร พิกุลขวัญ และคณะ, 2566) ได้กล่าวไว้ว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างทักษะทางปัญญาและทักษะเชิงพฤติกรรมมีความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์กัน การรู้ระดับทางทักษะทางปัญญาเพียงอย่างเดียวนั้นอาจไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้ จึงควรมีการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้สอนควรเข้าใจความแตกต่างของผู้เรียนว่ามีผลสำคัญต่อการสอนและการเรียนรู้ โดยเฉพาะความแตกต่างในวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน และระดับการพัฒนาทางปัญญา (Felder & Brent, 2005)

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้รายวิชาดาราศาสตร์ตามกรอบ TPACK MODEL มีค่าเฉลี่ยทุกรอบความคิดที่ค่าเฉลี่ย 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีที่นำมาบูรณาการในเนื้อหาจนเกิดความรู้ความเข้าใจก่อนนำมาใช้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเรื่องนั้น ๆ ผ่านการลงมือปฏิบัติได้มากยิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ Langendorf et al. (2022) ที่กล่าวว่าความสามารถด้านดิจิทัลของครูเป็นทักษะสำคัญในการใช้เทคโนโลยีในกระบวนการเรียน

การสอน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่พวกเขาได้รับส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจและช่วยเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น ประกอบกับการที่ผู้วิจัยได้เปิดช่องทางในการพูดคุยซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เรียนแบบออนไลน์ผ่านช่องทาง Google Classroom ซึ่งเป็นช่องทางที่เปิดกว้างให้ผู้เรียนได้สอบถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในประเด็นที่ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้ด้วย ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างความคิดเห็นที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนดังต่อไปนี้ “เข้าใจดาราศาสตร์มากที่สุดจากการที่อาจารย์ให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และมีแอปพลิเคชันในการสอน เป็นสิ่งที่ดีและคุ้มค่ามาก ๆ สามารถนำไปต่อยอดกับการสอนของนักศึกษาได้เป็นประโยชน์และอาจารย์สอนดีมากจริง ๆ ค่ะ” สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวรรณ แก้วศรีใส และสยาม จวงประโคน (2564) ซึ่งได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาดาราศาสตร์ตามกรอบ TPACK MODEL พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจเท่ากับ 4.78 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลธิดา พลเยี่ยม และคณะ (2564) ที่ได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างฐานร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรมีการวิเคราะห์พื้นฐานเกี่ยวกับภาษาอังกฤษและเทคโนโลยีของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เนื่องจากวิธีการจัดการเรียนรู้ตามกรอบความคิด TPACK MODEL รายวิชาดาราศาสตร์เรื่องฤดูกาลและการเกิดข้างขึ้นข้าง

แรมจะมีการใช้เทคโนโลยีด้านแอปพลิเคชันที่เป็นภาษาอังกฤษหากผู้เรียนไม่พื้นฐานดังกล่าวอาจจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ตามกรอบความคิด TPACK MODEL ผู้สอนควรมีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากกลุ่มผู้เรียนที่มีพื้นฐานการเรียนรู้ที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการเรียนรู้ที่ไม่เท่ากัน ผู้เรียนที่มีผลการเรียนต่ำควรได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทัดเทียมมากยิ่งขึ้น

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มการเรียนรู้ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นอาจจะต้องศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เช่น ปัจจัยทางด้านสุขภาพและพัฒนาการทางสติปัญญา ปัจจัยสภาพแวดล้อม เช่น การสนับสนุนจากครอบครัว การสนับสนุนจากสถานศึกษาและสภาพแวดล้อมทางสังคม ปัจจัยการเรียนรู้ เช่น วิธีการเรียนรู้ การจัดการเวลาความมุ่งมั่นและแรงจูงใจ ปัจจัยส่วนบุคคล ความสนใจความสามารถในการทำงานกลุ่ม ปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม การคาดหวังของสังคม ความสำเร็จในการเรียนรู้ เป็นต้น

2. ศึกษาจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ TPACK MODEL ในวิชาดาราศาสตร์ให้ครอบคลุมทุกเนื้อหาหรือกับรายวิชาอื่น ๆ

### เอกสารอ้างอิง

- กุลธิดา พลเยี่ยม, มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ และนิภาพร ชุตินันต์. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 15(2), 125–147.
- ชูโฮมี สาแม. (2566). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดาราศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องทรงกลมฟ้า โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา].
- นันทวัน พัวพัน, สิริินภา กิจเกื้อกุล และสกันรัชชัย ชะนุพันธ์. (2563). การพัฒนารายวิชาการสอนแนวใหม่ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครุวิทยาการศึกษาศาสตร์: การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 24(2), 159–169.
- นิภาพรณ เจนสันติกุล. (2564). ผลกระทบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในระดับอุดมศึกษา: ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19. *วารสารวิชาการวิทยาลัยบริหารศาสตร์*, 4(3), 170–182.
- ภัทรภร พิกุลขวัญ, โนริยุกิ อิโนะอุเอะ และจิระวรรณ เกษสิงห์. (2566). การศึกษาระดับทักษะเชิงพฤติกรรมและแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ

- เรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. *STOU Education Journal*, 16(1), 17–32.
- ภาวีน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. (2565). คลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการบริหารการให้บริการและการสื่อสารขององค์กรวิชาการด้านดาราศาสตร์ [สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
- วิไลลักษณ์ แซ่โล้ว, พิชญภา ยวงสร้อย และภาสกร เรืองรอง. (2565). การพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์โดยรูปแบบ TPACK เพื่อส่งเสริมการทำงานเป็นทีมสำหรับนิสิตปริญญาตรี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 15(2), 102–116.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การประชุมปฏิบัติการพัฒนาครูกลุ่มระดับสูง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. สกสค. ลาดพร้าว. สุกตาทัน จันทรประเสริฐ, ศิริรัตน์ สัยวุฒิ, พรเทพ แก้วเชื้อ, ศรินยา แจงอ่อน และวรรณวิมล บุญญพงษ์. (2562). นวัตกรรมการสอนของอาจารย์มหาวิทยาลัยแบบใหม่ในยุค 4.0. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ “วลัยลักษณ์วิจัย” ครั้งที่ 11* (น. ss177). มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- สุวรรณ แก้วศรีใส และสยาม จวงประโคน. (2564). กระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาดนตรีตามกรอบ TPACK MODEL สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองดู่ อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 40(1), 129–140.
- สุวิทย์ คงภักดี และเทพพร โลมารักษ์. (2565). การพัฒนามโนมติเรื่องฤดูกาลและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ของนิสิตครูวิทยาศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Stellarium ร่วมกับ Class Action. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 17(1), 135–145.
- Chairunnas, A., Zen, D. S., Rahmawati, H. A., & Mirnawati, M. (2022). Development of a web-based Nearpod application in increasing elementary school students' interest in learning. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 14(1), 435–452. <https://doi.org/10.37680/qalamuna.v14i1.4380>
- Dobi Barišić, K., Divjak, B., & Kirinić, V. (2019). Education systems as contextual factors in the technological pedagogical content knowledge framework. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 43(2), 163–183.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 57–72.
- Impey, C. (2019). Online resources for astronomy education and outreach. *Proceedings of the International Astronomical Union*, 15(S367), 105–115. <https://doi.org/10.1017/S1743921321000399>
- Jansri, S., & Ketpichainarong, W. (2020). Investigating in-service science teachers conceptions of astronomy, and determine the obstacles in teaching astronomy in Thailand. *International Journal of Educational Methodology*, 6(4), 745–758.

- Langendorf, R., Schneider, S., & Hessman, F. V. (2022). Learning and teaching astronomy with digital tools promotes preservice physics teachers' digital competencies. *Astronomy*, 2(1).
- Lee, K. M., Guidry, M., Schmidt, E. G., Slater, T. F., & Young, T. S. (2006). ClassAction: A model rapid-feedback and dynamic formative assessment system. In *STEM Assessment Conference* (pp. 141–147).
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Sensoy, O., & Yildirim, H. I. (2018). The effect of technological pedagogical content knowledge based training programs used in astronomy classes on the success levels of science teacher candidates. *Universal Journal of Educational Research*, 6(6), 1328–1338.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Singh, M. N. (2021). Inroad of digital technology in education: Age of digital classroom. *Higher Education for the Future*, 8(1), 20–30. <https://doi.org/10.1177/2347631120980272>
- Yoon, S. A., Goh, S. E., & Park, M. (2018). Teaching and learning about complex systems in K–12 science education: A review of empirical studies 1995–2015. *Review of Educational Research*, 88(2), 285–325.