

# การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น ฐานต่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

## A Study on the Effects of Model-based Inquiry Pedagogy on 21<sup>st</sup> Learning and Innovation Skills of the Students Grade 3 in a Virtual Science Classroom

ดารินทร์ ใต้พร<sup>1</sup>, ชาญเรืองฤทธิ์ จันทรนอก<sup>2\*</sup>, แหวดาว ดาทอง<sup>2</sup>, ดวงสุดา โชคเฉลิมวงศ์<sup>2</sup>  
Darin Daiporn<sup>1</sup>, Chanruangrit Channok<sup>2\*</sup>, Waewdao Dathong<sup>2</sup>,  
Duangsuda Chokchaloemwong<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะ  
โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อมีการเรียนตามแนวคิด  
การสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง 2) เปรียบเทียบทักษะใน  
ศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนและหลังเรียนเมื่อมีการจัดการเรียนการสอนตาม  
แนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง โดยมีกลุ่มตัวอย่าง  
เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนกีฬาเทศบาลนครนครราชสีมา  
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมาได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 2 ห้อง ห้องละ 30 คน  
รวม 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดย  
ใช้แบบจำลองเป็นฐานจำนวน 9 แผน 14 คาบ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบวัดผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 ชนิดมาตราประมาณค่าและชนิดเชิงพฤติกรรม

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลอง  
เป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 33.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ  
2.59 คิดเป็นร้อยละ 82.83 ซึ่งผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05  
ผลสัมฤทธิ์ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเชิงประมาณค่า ค่าเฉลี่ย เท่ากับ

<sup>1</sup> นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

<sup>2</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

<sup>1</sup> M.Ed. Student of science Education, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

<sup>2</sup> Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

\* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (Corresponding author)



36.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.08 คิดเป็นร้อยละ 73.33 ค่าเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเชิงเชิงฤติกรรมค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.08 คิดเป็นร้อยละ 73.33 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** การสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทักษะในศตวรรษที่ 21

## Abstract

The purposes of this research were to 1) compare learning achievement of the students Grade 9 before and after using model-based inquiry in a virtual science Classroom 2) compare the 21<sup>st</sup> century learning skills of the students Grade 9 before and after using model-based inquiry in a virtual science Classroom. The Students were chosen by Purposive Sampling of Grade 9 semester 2 Academic Year 2021 Nakhon ratchasima sport school of. 2 rooms, 30 people per room, total 60 people. Tools used in learning management. The teaching model was based on the concept of model-based investigation of 9 plans, 14 sessions, and the tools used for collect data were the 21<sup>st</sup> century skills scale, estimator type and behavioral type.

The results showed that the results after learning management by searching for knowledge using a model as a base in a virtual science classroom were mean equal to 33.13 and standard deviation of 2.59 or 82.83 percent. It was statistically significant at the.05 level. 21<sup>st</sup> century skills achievement in learning skills and estimating innovation means 36.67 and standard deviation is 4.08 or 73.33% Mean 21<sup>st</sup> century skills achievement in learning skills and innovation The mean behavioral mean was 36.67 and the standard deviation was 4.08, representing 73.33%. The achievement of 21<sup>st</sup> century skills in learning and innovation skills after learning higher than before learning was significantly at the.05 level

**Keywords:** model-based inquiry, 21<sup>st</sup> century skills

## บทนำ

ยุคข้อมูลข่าวสารและการกระจายความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ขณะนี้ได้รับ

การยกย่องว่าเป็นพื้นฐานทางทฤษฎีและวิธีการ ปฏิบัติในการบรรลุนวัตกรรมทางเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM จะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการแข่งขันของประเทศอุตสาหกรรมในตลาดโลก หลายประเทศที่พัฒนาแล้วมีความ



ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษา STEM ซึ่งในปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประกาศใช้กรอบแนวคิดการเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาระดับพื้นฐานฉบับใหม่ และมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคต่อไปตามรากฐานของการศึกษา STEM เป็นตัวอย่างที่มีชื่อเสียงมากขึ้น นโยบายและมาตรฐานเหล่านี้ไม่เพียง แต่มุ่งเน้นไปที่ความพยายามในทางปฏิบัติของทั้งด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ แต่ยังให้ความสำคัญกับการใช้คณิตศาสตร์และการคำนวณเพิ่มเติมเพื่อรวมถึงการออกแบบทางวิศวกรรมและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิศวกรรม, วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยีและสังคมในแนวคิดหลักของ STEM มาตรการเหล่านี้เปิดเผยโปรแกรมที่มีความทะเยนในการบูรณาการวิชา STEM เพื่อพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแทนของลักษณะการทำงานของโลกทั้งใบ นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองในรูปแบบของ อุปมา ภาพวาดแนวคิด ไดอะแกรม กราฟ แผนที่ การสร้างทางกายภาพและการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นวิธีการอธิบายและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดระเบียบของระบบที่มีตั้งแต่เซลล์จนถึงกาแลคซีรวมถึงกระบวนการทางธรรมชาติ (Windschitl & Thompson, 2006)

การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับความพยายามในการปฏิรูปการศึกษาทั่วโลกในช่วงหนึ่งร้อยปีที่ผ่านมามีวัตถุประสงค์ของการใช้สถานการณ์จริงในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์คือเพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และได้รับการอบรมทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นและมีความคิดสร้างสรรค์ มาตรฐานหลักสูตรใหม่ได้สนับสนุนการสอบถาม

ทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนว่าเป็นวิธีการพัฒนาทักษะการสืบเสาะและนวัตกรรมของนักเรียน มีการให้คำจำกัดความทางวิชาการสามข้อสำหรับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์: (1) งานที่นักวิทยาศาสตร์ทำ; (2) การพัฒนาความรู้และความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (3) กระบวนการสอนและการเรียนรู้ มาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติของชาวอเมริกันมุ่งเน้นไปที่คำจำกัดความทั้งสามด้วยคำอธิบายของการสอบถามทางวิทยาศาสตร์ว่า ways ‘วิธีที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโลกธรรมชาติและเสนอคำอธิบายตามหลักฐานที่ได้จากงานของพวกเขา การการสืบเสาะยังหมายถึงกิจกรรมของนักเรียนที่พวกเขาพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดทางวิทยาศาสตร์รวมถึงความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาโลกธรรมชาติอย่างไร (National Research Council [NRC], 1996)

ด้วยการพัฒนาทฤษฎีทางเทคนิคต่างๆ ที่นำมาใช้การสอนและการปรากฏตัวของเทคโนโลยีการจำลองเสมือน (Jou & Wu, 2012) แนวทางใหม่ของการจำลองเสมือนได้กลายเป็นพร้อมสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ การจำลองเสมือนเป็นเทคโนโลยีที่ใช้หลักการจำลองข้อมูลการวิเคราะห์ระบบการออกแบบและเทคนิคอื่นๆ (Makitalo *et al.*, 2005) มันเป็นเขตข้อมูลทางเทคนิคแบบบูรณาการที่ใช้คอมพิวเตอร์และเครื่องมือตอบสนองทางร่างกายต่างๆ เพื่อสร้างระบบแบบจำลองสำหรับการทดลองในระบบจริงหรือจินตภาพ (Clark & Menekse, 2009) การจำลองเสมือนที่ดำเนินการโดยใช้คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ได้ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติหรือวิชามนุษยศาสตร์ใดๆ สำหรับการดำเนินการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบการวางแผนเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น การทำนายการตัดสินใจและการจัดการรวมถึง



การฝึกอบรมในห้องปฏิบัติการ (Jou *et al.*, 2014) และมีความสำคัญมากขึ้นในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การสอนที่สำคัญที่สุดสำหรับการจำลองเสมือนจะเป็นการสร้างหลักสูตรห้องปฏิบัติการเสมือนจริงซึ่งหมายถึงการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ของสภาพแวดล้อมการทดลองและกระบวนการที่ผู้สอนหรือนักเรียนสามารถนำไปใช้ในการทดลองโดยใช้ส่วนต่อประสานคอมพิวเตอร์

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นทักษะที่สำคัญและเป็นองค์ประกอบหนึ่งเพื่อส่งเสริมทักษะทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยนี้มุ่งที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสมือนจริงเพื่อเป็นแนวทางในการนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้เป็นผู้รู้ทางวิทยาศาสตร์อันเป็นเป้าหมายสูงสุดของวิทยาศาสตร์ศึกษา

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อมีการจัดรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง
2. เปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนและหลังเรียน ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

## สมมุติฐาน

1. ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเมื่อมีการจัดการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง
2. ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเมื่อมีการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

### ตัวแปรต้น

- รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือน



### ตัวแปรตาม

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

## วิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental design) ผู้ศึกษาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว มีการสอบก่อนและหลัง (One group pretest-posttest design) โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

$T_1$	X	$T_2$
-------	---	-------

$T_1$  หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

X หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

$T_2$  หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนในโรงเรียนกีฬาเทศบาลนครนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนกีฬาเทศบาลนครนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมาได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 2 ห้อง ห้องละ 30 คน รวม 60 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบ

สอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจำนวน 9 แผน 14 คาบ

2.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาเคมี

2.2 แบบวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 ชนิดมาตรฐานประมาณค่าและชนิดเชิงพฤติกรรม (น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์, 2556)

### 3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.1 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากคู่มือครู และแบบวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน แล้วนำมาจัดสาระเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 14 คาบ จำนวน คาบละ 50 นาที

3.1.2 กำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎีและหลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และประมวลสาระสำคัญจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาความสามารถในการเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนำมาสร้างกรอบแนวคิดของการวิจัย

3.1.3 กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนในห้องปฏิบัติการสถานการณ์จำลองทางวิทยาศาสตร์โดยองค์ประกอบและรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน

3.1.4 นำองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนมาสร้างความสัมพันธ์ จัดเรียงลำดับองค์ประกอบ เขียนรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน



3.1.5 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ การเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นแต่ละแผนประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา/สาระ กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.1.6 การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ การเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบ

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน

3.2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี

3.2.2 ร่างตัวบ่งชี้สร้างแบบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบเลือก ตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความ ยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24-0.75 และค่าอำนาจ จำแนกอยู่ระหว่าง 0.31-0.84

3.2.3 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

3.2.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ แก้ไขและให้ข้อเสนอแนะโดยกำหนดคุณสมบัติ ของผู้ทรงคุณวุฒิต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญด้าน การสอนวิทยาศาสตร์จากนั้นนำผลการประเมิน และข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 จำนวน 30 คน

3.2.6 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนมาวิเคราะห์รายชื่อเพื่อหาคุณภาพของแบบ ทดสอบพิจารณาข้อที่มีความยากง่าย (p) ละ อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าความ ยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24-0.75 และค่าอำนาจ จำแนกอยู่ระหว่าง 0.31-0.84

3.3 การสร้างและประเมินของทักษะใน ศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ชนิดมาตรฐานค่าและชนิดมาตรฐานค่า เชิงพฤติกรรม

3.3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

3.3.2 ร่างตัวบ่งชี้ทักษะแห่งศตวรรษ ที่ 21 และสร้างแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

3.3.3 นำแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษ ที่ 21 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

3.3.4 นำแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษ ที่ 21 ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ แก้ไขและให้ข้อเสนอแนะโดยกำหนดคุณสมบัติ ของผู้ทรงคุณวุฒิต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญด้าน การสอนวิทยาศาสตร์จากนั้นนำผลการประเมิน และข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.5 นำแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษ ที่ 21 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 จำนวน 30 คน

3.3.6 นำแบบวัดทักษะแห่งศตวรรษ ที่ 21 มาวิเคราะห์รายชื่อเพื่อหาคุณภาพของ แบบทดสอบพิจารณาข้อที่มีความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

#### 4. การดำเนินการวิจัย

4.1 แนะนำการจัดการเรียนการสอนตาม รูปแบบที่พัฒนาขึ้น และสาธิตขั้นตอนต่างๆ ใน การเรียนพร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียน และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลองทราบ

4.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความ สามารถทักษะแห่งศตวรรษที่ 21



4.3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นของรูปแบบเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานโดยในแต่ละห้องใช้เวลาในการเรียนทั้งหมดรวม 14 คาบ คาบละ 50 นาที

4.4 การดำเนินการหลังทดลอง หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยทดสอบโดยใช้แบบวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการใช้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

4.5 นำคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ความสามารถในการใช้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อทดสอบสมมติฐาน

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การหาค่าสถิติพื้นฐาน คำนวณค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบประเมินทั้ง 3 ฉบับ

5.2 การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for one sample) (Tanya, 2012, p. 106)

5.3 การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent)

## ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 11.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.36 คิดเป็นร้อยละ 29.17 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.59 คิดเป็นร้อยละ 82.83

จากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติ t-test ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน (40)	30	40	11.57	2.36	34.95*	.00
หลังเรียน (40)	30	40	33.13	2.59		

\*p<.05





จากตารางที่ 1 พบว่าหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงประมาณค่าและเชิงพฤติกรรม ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยแบบวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่องปฏิกิริยา

เคมี ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ โดยทำการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบค่าที่ (t-test for dependent) มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 8.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.74 คิดเป็นร้อยละ 27.78 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง มีคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงประมาณค่าด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.8 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.34 คิดเป็นร้อยละ 69.33 ผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติ t-test คะแนนก่อนและหลังเรียนของทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงประมาณค่าด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	30	8.33	1.77	21.39*	.00
หลังเรียน	30	30	20.80	7.95		

\*p<.05

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติ t-test คะแนนก่อนและหลังเรียนของทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงประมาณค่าด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมแยกออกแต่ละด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม	คะแนน เต็ม (30)	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t
		$\bar{X}$	ร้อยละ	S.D.	$\bar{X}$	ร้อยละ	S.D.	
การสร้างสรรคนวัตกรรม	10	2.63	26.30	1.16	6.50	65.00	1.50	10.43*
การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา	10	2.67	27.70	1.15	6.83	68.30	1.42	11.12*
การสื่อสารและการร่วมมือ	10	3.03	30.30	0.93	7.47	74.70	1.22	16.17*

\*p<.05





จากตารางที่ 3 พบว่าหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงนักเรียนมีคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงประมาณค่าแยกตามองค์ประกอบได้ดังนี้ (1) การสร้างสรรค์นวัตกรรม ร้อยละ 65.00 (2) การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ร้อยละ 68.30 (3) การสื่อสารและการร่วม

มือ ร้อยละ 74.70 ซึ่งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เปรียบเทียบคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงพฤติกรรมด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติ t-test คะแนนก่อนและหลังเรียนของทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงพฤติกรรมด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	50	18.97	2.08	50.04*	.00
หลังเรียน	30	50	36.67	4.08		

\*p<.05

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงพฤติกรรมด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบ

จำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงพฤติกรรมด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แยกออกแต่ละข้อย่อย

ข้อที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
1	2.04	0.81	3.44	0.97	4.51*
2	1.66	0.85	3.54	0.65	6.87*
3	1.78	0.68	3.80	0.90	8.72*
4	1.68	0.79	3.88	0.69	1.04*
5	1.62	0.53	3.46	1.15	1.26*
6	1.80	0.67	3.66	0.94	1.01*
7	1.68	0.51	3.54	0.97	6.77*



ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 เชิงพฤติกรรมด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แยกออกแต่ละข้อย่อย (ต่อ)

ข้อที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
8	1.70	0.54	3.74	1.01	7.83*
9	2.16	0.68	3.88	0.72	4.57*
10	2.98	0.58	3.66	1.00	1.66*

จากตารางที่ 5 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยน้อยสุดคือข้อ (5) การรู้จักการวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุดคือข้อ (9) การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 และคะแนนผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อย่อยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อมีการจัดการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ (Moonkam & Moonkam, 2009) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน

ใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Oh & Oh, 2011) ที่กล่าวว่า การจัดการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนโดนให้นักเรียนใช้กระบวนการในการแสวงหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นแนวทางในการตั้งคำถาม สมมติฐาน ควบคุมตัวแปร ออกแบบสำรวจ ตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล และลงข้อสรุป ส่งผลทำให้นักเรียนมีสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น การใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการให้เหตุผลเป็นรากฐานที่สำคัญของการมีวินัยทุกระดับ (Derry, 1999; Frigg & Hartmann S. , 2006; Giere Ronald, 1988; Gilbert *et al.*, 2000) การจำลองเสมือนที่ดำเนินการโดยใช้คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ได้วิทยาศาสตร์ธรรมชาติหรือวิชามนุษยศาสตร์ใดๆ สำหรับการดำเนินการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบการวางแผนเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น การทำนายการตัดสินใจและการจัดการรวมถึงการฝึกอบรมในห้องปฏิบัติการ และมีความสำคัญมากขึ้นในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Jou, Lin, & Wu, 2014) แบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของโครงสร้างทางทฤษฎีที่เป็นนามธรรมหรือความคิด เช่น พีรามิดพลังงานในระบบนิเวศหรือสิ่งที่ไม่สามารถเข้าใจได้ด้วยการสังเกตโดยตรง เช่น สิ่งที่อยู่ภายในของโลก อีกทั้งแบบ ส่วนหนึ่ง



ของกระบวนการทางธรรมชาติที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ และแบบจำลองเป็นเครื่องมือของตัวแทนสำหรับการสื่อสารในการอ้างอิงแนวคิด (Romberg *et al.*, 2005 cited in Windschitl *et al.*, 2008 a: 944) ในทางปฏิบัติ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จะถูกทดสอบผ่านแบบจำลองหลักฐานของแบบจำลองจะเกี่ยวข้องกับการสังเกต เช่น ผลึกน้ำตาลจะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าน้ำเย็น และสนับสนุนคำอธิบายที่ไม่สามารถสังเกตได้ เช่น ควรให้โมเลกุลเคลื่อนที่ได้เร็ว และสลายพันธะระหว่างโมเลกุลของผลึกน้ำตาลได้ง่ายขึ้น (Windschitl & Thompson, 2006: 785) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสวียน ประวรรณภา (2553) ที่ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. เปรียบเทียบทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เเชิงประมาณค่าและเชิงพฤติกรรมก่อนและหลังเรียน ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ Thanabutra (2017, p. 3) ที่กล่าวว่าการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการส่งเสริมให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน มีการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองโดยผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหา

วิธีการแก้ปัญหาได้เองสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับ Sinthaphanon (2015, pp. 49-50) ที่กล่าวว่า “การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ดีวิธีหนึ่ง โดยช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้มีโอกาสได้สำรวจ ค้นหา รวบรวมข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นรู้จักแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน มีเหตุผล คิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ และสร้างสรรค์ความรู้และทักษะต่าง ๆ ได้”

## ข้อเสนอแนะ

จากการจัดการศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์เสมือนจริง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และขอเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

### ขอเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่สามารถจะกระตุ้นความคิดของผู้เรียนให้สามารถสร้างแบบจำลองของตนเองได้นั้น ผู้สอนต้องมีเทคนิคต่างๆ ในการกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิด และสร้างแบบจำลองของตัวเองได้

2. การวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 ควรจะมีการแปลผลร่วมกับ การสัมภาษณ์ หรือการสังเกตพฤติกรรม เป็นรายบุคคลอย่างละเอียด เพื่อจะได้ข้อมูลในการวัดทักษะในศตวรรษที่ 21 อย่างแม่นยำ



## เอกสารอ้างอิง

- เสวียน ประวรรณถา. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Clark, D.B., D'Angelo, C.M., & Menekse, M. (2009). Initial structuring of online discussions to improve learning and argumentation: Incorporating students' own explanations as seed comments versus an augmented-preset approach to seeding discussions. *Journal of Science Education and Technology*, 18(4), 321–333.
- Derry, G.N. (1999). *What science is and how it works*. Princeton: Princeton University Press.
- Jou, M., Lin, Y.T., & Wu, D.W. (2014). *Effect of a blended learning environment on student critical thinking and knowledge transformation*. Interactive Learning Environments.
- Mäkitalo, K., Weinberger, A., Häkkinen, P., Järvelä, S., & Fischer, F. (2005). Epistemic cooperation scripts in online learning environments: Fostering learning by reducing uncertainty in discourse?. *Computers in Human Behavior*, 21(4), 603–622.
- Moonkam & Moonkam. (2006). *STEM education monograph series: Attributes of STEM education*. Baltimore, MD: Teaching Institute for Essential Science.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- Oh, P.S., & Oh, S.J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Romberg, Carpenter, & Kwako. (2005). A framework for assessing 21<sup>st</sup> century skills. In Bellanca, J. & Brandt, R. (Eds.). *21<sup>st</sup> century skills: Rethinking how students learn*. Bloomington: IN: Solution Tree Press.
- Sinthaphanon, S. (2015). *Learning management of Teacher for student in the 21<sup>st</sup> Century*. Bangkok: 9119 Technique printing. (In Thai)
- Thonabutra, J. (2017). *Applying the 5E knowledge-bases inquisitive learning management for the 21<sup>st</sup> century*. Retrieved May 14, 2018 from [https://www.kroobannok.com/news\\_file/p20114860835.pdf](https://www.kroobannok.com/news_file/p20114860835.pdf) (In Thai)
- Windschitl, M., & Thompson, J. (2008). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-835.