



การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน  
ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา  
Development of Innovative Model in Science Learning for 21<sup>st</sup> Century based on  
Connectivism in Secondary Education

พรรณพิไล เกษีสม

Punpilai Kasisom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต  
สาขาภาวะผู้นำและนวัตกรรมทางการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Doctor of Education in Educational Leadership and Innovation

Prince of Songkla University

2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



การพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน  
ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา  
Development of Innovative Model in Science Learning for 21<sup>st</sup> Century based on  
Connectivism in Secondary Education

พรรณพิไล เกษีสม

Punpilai Kasisom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต  
สาขาภาวะผู้นำและนวัตกรรมทางการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Doctor of Education in Educational Leadership and Innovation  
Prince of Songkla University

2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21  
ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษา

ผู้เขียน นางสาวพรรณพิไล เกษีสม

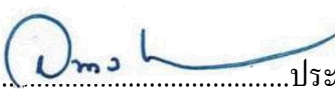
สาขาวิชา ภาวะผู้นำและนวัตกรรมทางการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

  
.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ อติศัพท์)

คณะกรรมการสอบ

  
.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชัยเจริญ)


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

  
.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)

  
.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ อติศัพท์)

  
.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)

  
.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชิดชนก เชิงเช่าว)

  
.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เชิงเช่าว)

  
.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอภาส เกาไสยาภรณ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาภาวะผู้นำและนวัตกรรม  
การศึกษา

.....  
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้างูสง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ ..... 

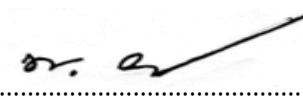
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ อดิษฐ์)  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ ..... 

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ)  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

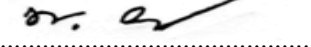
ลงชื่อ ..... 

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตชนก เริงเขาว์)  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ ..... 

(นางสาวพรรณพิไล เกษีสม)  
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ  
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ ..... 

(นางสาวพรรณพิไล เกษีสม)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา
ผู้เขียน	นางสาวพรรณพิไล เกษีสม
สาขาวิชา	ภาวะผู้นำและนวัตกรรมทางการศึกษา
ปีการศึกษา	2564

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา 2) ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา และ 3) รับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นและสภาพการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างบริบทที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนคือ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดกระบี่ จำนวน 120 คน ตัวอย่างที่ใช้ในการ สัมภาษณ์ความคิดเห็นและรับรองรูปแบบ คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็น แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินรับรองร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมฯ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริค เกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริค วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

( ) ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาที่พัฒนาขึ้น มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล 3) สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ และ 4) การประเมินผล โดยมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ชั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (2) เชื่อมโยงความคิด (3) ชั้นการสร้างสรรค์ node (4) ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ (5)

ชั้นเผยแพร่ ผลการทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของกลุ่มทดลองอยู่ในระดับดีเยี่ยม

<b>Thesis Title</b>	Development of Innovative Model in Science Learning for 21 <sup>st</sup> Century based on Connectivism in Secondary Education
<b>Author</b>	Punpilai Kasisom
<b>Major Program</b>	Doctor of Education in Educational Leadership and Innovation
<b>Academic Year</b>	2021

### **Abstract**

The purposes of this research were: (1) to develop an innovative model in science for 21<sup>st</sup> century based on connectivism in secondary education, (2) to try out innovative model in science for 21<sup>st</sup> century based on connectivism in secondary education, and (3) to confirm innovative model in science for 21<sup>st</sup> century based on connectivism in secondary education to enhance science competency and 21<sup>st</sup> Century learning skill of secondary students. The subjects in model development consisted of five experts including curriculum and instruction experts, educational technology experts, educational evaluation experts and teaching science experts. The subjects in system experiment are 34 students from Lamthabprachanukrao who studied in tenth grade. The research instruments consisted of questionnaire, an expert interview form, a model evaluation form, and a lesson plan. The data gathering instruments consisted of science competency test, 21<sup>st</sup> Century learning skill scale and a 21<sup>st</sup> Century learning skill scoring rubric. The data were analyzed by using mean, standard deviation and t-test dependent.

The research results indicated that: The developed model consisted of 4 components as follows: (1) Project based Learning, (2) Digital learning platform, (3) Learning environment, and (4) Evaluation. Steps of model in science for 21<sup>st</sup> century consisted of 5 steps as follows: (1) Define, (2) Connect Node, (3) Create and Construct, (4) Share and (5) Publish. The experimental results indicated that the subjects had science competency post-test mean scores higher than pre-test mean scores at .01 level of significance and had excellent level for 21<sup>st</sup> Century learning skill.



## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ อติศัพท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวิทย์ พจนตันติ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เชิงเขาว์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชัยเจริญ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอภาส เกาไศยาภรณ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตลอดเวลาช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้า ข้อเสนอแนะจากทุกท่านถือเป็นประสบการณ์อันมีคุณค่ายิ่งขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ตลอดเวลาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนถ่ายทอดวิชาความรู้และดูแลข้าพเจ้าด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ข้าพเจ้าขอสัญญาว่าจะนำเอาความรู้และประสบการณ์ทั้งหมดที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์และการเรียนการสอนจากอาจารย์ทุกท่านไปทำประโยชน์แก่ส่วนรวมสืบต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการชวลิต เลิศเกียรติวงศ์ อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนลำทับประชาอนุเคราะห์ที่อนุญาตให้ข้าพเจ้าศึกษาต่อ ขอกราบขอบพระคุณนายเฉลิมรัฐ แก้วนาเส็ง ผู้อำนวยการโรงเรียนลำทับประชาอนุเคราะห์ที่ให้คำแนะนำและกำลังใจในการศึกษาต่อ ขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนลำทับประชาอนุเคราะห์ทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณครูฝ่ายวิชาการที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจและคอยอยู่เคียงข้างการทำงาน of ข้าพเจ้าตลอดมา ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้องและเพื่อนทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือหลายประการ

สุดท้ายนี้วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะไม่วันประสบความสำเร็จไปได้เลยถ้าไม่มีการสนับสนุนที่ดีจากครอบครัวของข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อเจริญ เกษีสม และ คุณแม่ปรีฐา เกษีสม กำลังใจสำคัญและเป็นแรงผลักดันที่ยิ่งใหญ่ทั้งด้านการเรียนและการใช้ชีวิต ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจหยิบวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขึ้นมาศึกษา หากความรู้ที่ได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ท่านไม่ว่าจะมากหรือน้อย ข้าพเจ้าขออุทิศความดีทั้งหมดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้แก่พ่อแม่และครูบาอาจารย์ของข้าพเจ้า วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับเงินทุนดำเนินงานวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ สนับสนุนโดยสถานวิจัยนวัตกรรมการศึกษาและการเรียนการสอนที่เป็นเลิศ ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการผู้พิจารณาทุนและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นอย่างสูงที่เล็งเห็นถึงประโยชน์จากการทำงานวิจัยในครั้งนี้

พรรณพิไล เกษีสม

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(5)
ABSTRACT.....	(7)
กิตติกรรมประกาศ.....	(8)
สารบัญ.....	(9)
รายการตาราง.....	(12)
รายการภาพประกอบ.....	(14)
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
ความเป็นมาของปัญหาและปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัย.....	8
คำถามของการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
กรอบแนวคิดและทฤษฎีการวิจัย.....	12
<b>บทที่ 2 เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>13</b>
แนวคิด Connectivism.....	14
การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.....	28
การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์(Scientific literacy).....	42
การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	48
การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning).....	57
บันทึกการสะท้อนการเรียนรู้.....	63
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	68
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	71

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	76
ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....	79
ระยะที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21.....	85
ระยะที่ 3 การนำเสนอรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....	99
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	101
ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....	101
ตอนที่ 2 การศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....	122
ตอนที่ 3 การรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....	125
<b>บทที่ 5 ผลการวิจัย</b> .....	127
ตอนที่ 1 บทนำ.....	128
ตอนที่ 2 ผลการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	130
ตอนที่ 3 รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	138
ตอนที่ 4 การนำไปใช้และเงื่อนไขการใช้.....	147
<b>บทที่ 6 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย</b> .....	149
สรุปผลการวิจัย.....	153
อภิปรายผลการวิจัย.....	156
ข้อเสนอแนะ.....	162
บรรณานุกรม.....	164

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	173
ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญ.....	174
ภาคผนวก ข แบบสัมภาษณ์.....	176
ภาคผนวก ค แบบความเหมาะสมของรูปแบบ.....	180
ภาคผนวก ง แผนการจัดการเรียนรู้.....	191
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแสดงการปฏิสัมพันธ์บนระบบออนไลน์ และตัวอย่างผลงานนักเรียน.....	257
ประวัติผู้เขียน.....	263

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทฤษฎีการเรียนรู้ Behaviorism ทฤษฎีการเรียนรู้ Cognitivism ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism และแนวคิด Connectivism (Siemens, 2008)..... 15
2	เปรียบเทียบลักษณะมิตการเรียนรู้ การถ่ายโอนความรู้ (Transmission) การสร้างความรู้ (Emergence) การได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition) และการสะสมความรู้ (Accretion)..... 20
3	การเปรียบเทียบการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism กับทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism... 26
4	แบบแผนการศึกษา..... 85
5	กรอบการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนข้อสอบที่ใช้จริง..... 89
6	กรอบการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการสร้างแบบสะท้อนการเรียนรู้และเกณฑ์ประเมินผลตามสภาพจริง แบบรูบริคในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน..... 91
7	กรอบและประเด็นการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับการสร้างเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงแบบรูบริค ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการบันทึกสะท้อนการเรียนรู้..... 94
8	กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบเชิงนวัตกรรม..... 98
9	หลักการของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา..... 102
10	วัตถุประสงค์ของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา..... 105
11	องค์ประกอบของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา..... 107

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
12	ขั้นตอนของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา.....109
13	สรุปการสังเคราะห์หลักการ วัตถุประสงค์และองค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา..... 110
14	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง..... 112
15	ระดับความคิดเห็นการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างบริบทที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่.....113
16	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินรับรองร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรม เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....119
17	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง... 122
18	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง กับเกณฑ์ร้อยละ 80.....123
19	ผลการประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ เชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism... 123
20	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรม เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism..... 125
21	ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism... 133
22	ขั้นตอนการเรียนรู้ บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามรูปแบบเชิงนวัตกรรม เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียน ระดับมัธยมศึกษา.....134

## รายการภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดและทฤษฎีการวิจัย.....	12
2 กรอบความคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21.....	31
3 บุคคลแห่งศตวรรษที่ 21.....	40
4 กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy).....	47
5 ขั้นตอนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	55
6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.....	59
7 โมเดลวงล้อจักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL.....	60
8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน.....	61
9 บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้.....	62
10 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	78
11 กรอบการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	115
12 ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....	118
13 ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่ได้ผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว.....	121
14 กรอบการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	131
15 รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	139
16 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับ แหล่งเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform).....	141
17 การประเมินผลตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	144
18 ภาพรวมของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism.....	147

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหาและปัญหา

เทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องส่งผลต่อการดำรงชีวิตในสังคม ผลกระทบมีทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเมืองของทุกประเทศ ความก้าวหน้าและพัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีการกระจายอย่างกว้างขวางและไร้ขีดจำกัด ทำให้โลกทั้งหมดเชื่อมโยงและสื่อสารถึงกันอย่างรวดเร็ว คนในโลกยุคดิจิทัลจึงมีโอกาสเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศมากกว่าผู้คนในยุคก่อน ส่งผลให้การเรียนรู้ของเยาวชนเปิดกว้างไปยังสื่อการเรียนรู้ทุกรูปแบบในบริบทของสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัว ซึ่งความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น ทำให้รูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปด้วยกล่าวคือ มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเรียนรู้ว่าจะหาความรู้จากที่ใด สำคัญกว่าการเรียนรู้อย่างไร หรือรู้อะไร (กิตติพงษ์ พุ่มพวง, 2558; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557) ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้แบบดั้งเดิมทั้ง 3 แบบ คือ พฤติกรรมนิยม (Behaviorism) พุทธิปัญญา (Cognitivism) และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ยังไม่ได้รับผลกระทบจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จึงต้องมีแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่มาใช้อธิบายรูปแบบการเรียนรู้ยุคใหม่ที่มีสิ่งแวดล้อมทางเทคโนโลยีเป็นสิ่งแวดล้อมใหม่ในการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการบูรณาการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการเข้าถึง จัดการและเชื่อมต่อกับความรู้ ซึ่งการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ด้วยแนวคิดการสร้างองค์ความรู้แบบเชื่อมโยงหรือแนวคิด Connectivism (Siemens, 2006)

การเปลี่ยนแปลงทิศทางการเรียนรู้ดังที่กล่าวมาข้างต้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูและกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ ครูผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทการจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยพยายามเปลี่ยนจากการเป็นผู้บรรยายมาเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ (Pedagogy) ให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือไปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและเสนอแนะเครื่องมือการเข้าถึงองค์ความรู้ผ่านวิธีการต่าง ๆ



ผ่านเทคโนโลยีให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง นำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้องเรียน (สรนิต ศิลธรรม, 2558; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558) ส่วนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดจากวิธีการที่หลากหลาย การเรียนรู้ภายใต้แนวคิด Connectivism เกิดขึ้นจากการตัดสินใจของผู้เรียนที่จะเลือกสรรทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งอยู่รอบตัวมาคัดกรองและทำให้มีความหมายสำหรับตัวเอง เราเรียกทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ส่วนบุคคล ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดจากการเชื่อมโยงกับสังคมรอบตัวและการสร้างเครือข่าย (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2560) เช่น อินเทอร์เน็ต สื่อสังคมการเรียนรู้ ชุมชนนักปฏิบัติ (Community of practice : CoP) หรือการถ่ายทอดจากผู้เชี่ยวชาญผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ยูทูป ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาและสร้างข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ค้นคิด สร้างและสรุปความรู้และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย (กิตติพงษ์ พุ่มพวง, 2558; ปริญา บรรณเกตุช, 2559) ซึ่งการที่ผู้เรียนจะสามารถปฏิบัติได้ตามกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ ผู้เรียนจะต้องมีทักษะเข้าถึงแหล่งเรียนรู้หรือความรู้เหล่านั้น รวมถึงเข้าถึงเครื่องมือที่ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทักษะดังกล่าว คือ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญในการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามบริบทยุคดิจิทัล (*สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ และ คณะ, 2556*) ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนควรมีครอบคลุม 3 กลุ่ม ได้แก่ (วิจารณ์ พานิช, 2555; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558)

1. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา รวมทั้งการสื่อสารและการร่วมมือ

2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อและความรู้ด้านเทคโนโลยี

3. ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ ได้แก่ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต และความรับผิดชอบเชื่อถือได้และภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ

จากการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครู และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกลุ่มสาระหลักที่ต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ต้องเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ เปิดกว้างทางความคิด มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ พัฒนาชีวิตด้วยทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่าแค่การซึมซับความรู้ภายในห้องเรียน การทำความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ต้องเปิดพื้นที่การเรียนรู้และขยายขอบเขตการสร้างความรู้ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่กำลังวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมคุณลักษณะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ดำรงชีวิต และช่วยค้ำจุนให้ผู้เรียนสามารถอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข (ประสาธน์ เถลิงเฉลิม, 2558) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่สนับสนุนนักเรียนในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจที่เพียงพอสำหรับการคิดและการแก้ปัญหา แต่ยังต้องสนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจถึงนัยยะ (Sense-making) ความสามารถในการออกแบบ (Designing) ความสามารถด้านวิศวกรรม (Engineering) และการใช้เทคโนโลยี (Applying technologies) ผู้สอนต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนได้ออกไปเผชิญการเปลี่ยนแปลง เรียนรู้ทักษะไปพร้อม ๆ กับทฤษฎี ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ (Churchill, King and Fox, 2013: 4)

การออกแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ควรมีลักษณะดังนี้ (ประสาธน์ เถลิงเฉลิม, 2558; ประสิทธิ์ วัฒนาภา, 2558; สำนักงานมัธยมศึกษาตอนปลาย, 2557 และ Trilling and Fadel, 2009)

1. การเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning) ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ การเรียนรู้ก็ควรจะมีคุณค่าและความหมายที่แท้จริงต่อชีวิต การเรียนการสอนควรสะท้อนความเป็นจริงของชีวิต โดยที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้มีความน่าสนใจและให้ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้ สถานการณ์ประจำวัน นักเรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ โดยมีประเด็นคำถามอยากรู้เป็นตัวกระตุ้นสร้างแรงบันดาลใจให้อยากเรียน ที่จะนำไปสู่การกระตือรือร้นที่จะสืบค้น รวบรวมความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสมมติฐานคำตอบที่คุ้นเคย พบเจอจากประสบการณ์เดิมใกล้ตัว สร้างเป็นกระบวนการทัศน์ใหม่แทนของเดิม

2. การเรียนรู้ในระดับกระบวนการทัศน์ (Mental model building) เป็นการเรียนรู้โดยการนำเอาประสบการณ์มาสังสมจนเกิดเป็นกระบวนการทัศน์และเมื่อเวลาผ่านไป เกิดมีประสบการณ์ใหม่ กระบวนการเรียนรู้จะสามารถนำมาพิจารณาจนเกิดกระบวนการทัศน์ใหม่เป็นประสบการณ์ที่ได้จาก

การลองปฏิบัติหรือลองทำ หรือได้จากการเห็นกิจกรรมจริง ๆ เป็นปัจจัยสำคัญของการเรียนรู้ การจะเกิดการเรียนรู้เชิงกระบวนการทัศนได้จำเป็นต้องมีความสามารถในการรับรู้ข้อมูล หลักฐานและนำมาสังเคราะห์เป็นความรู้เชิงกระบวนการทัศนใหม่ ข้อสำคัญสำหรับคนที่จะเรียนรู้ได้ต้องเกิดประเด็นคำถามอยากรู้ก่อนจึงจะอยากเรียน

3. แรงจูงใจภายใน (Internal motivation) การเรียนรู้ที่แท้จริงต้องเกิดจากแรงจูงใจซึ่งเป็นปัจจัยภายใน (Intrinsic factor) เป็นกลไกสำคัญในการผลักดันให้เกิดความกระหายใคร่รู้ อยากเรียนรู้โลกรอบตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแรงจูงใจภายในควรได้รับการบ่มเพาะตั้งแต่วัยเด็ก ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจภายใน และวางเป้าหมาย ลงมือกระทำอย่างมุ่งมั่น เพื่อให้สำเร็จตามสิ่งที่คาดหวัง เช่น เด็กบางคนอยากเป็นครู เพราะเห็นตัวอย่างต้นแบบที่ดี เห็นครูเก่ง น่ารัก พุดจาไพเราะ และเป็นบุคคลที่น่าเคารพนับถือ เมื่อเด็กเห็นอย่างไรก็จะสั่งสมความรู้สึกนั้นมากขึ้นจนกลายเป็นเจตคติที่ดีต่อครู ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน และนำไปสู่การสร้างแรงบันดาลใจที่จะเรียนรู้

4. พหุปัญญา (Multiple intelligences) แนวคิดเรื่องความสามารถหรือเก่งที่ไม่ได้จำกัดแค่สมองซีกซ้ายอย่างเดียวหรือเรียนเก่งในเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเท่านั้น ซึ่งประเด็นนี้ได้รับการอภิปรายอย่างกว้างขวาง นักการศึกษาได้นำมาใช้ในการออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษายุคใหม่เชื่อว่าแต่ละคนมีความถนัดหรือปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดแตกต่างกัน สไตล์การเรียนรู้ก็แตกต่างกัน ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเพียงแค่แนวทางเดียวก็ไม่สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้ทั้งชั้นเรียน

5. การเรียนรู้ทางสังคม (Social learning) การเรียนรู้ถือเป็นกิจกรรมทางสังคม การเรียนรู้ร่วมกันโดยการสนทนากัน การทำงานร่วมกันหรือการแลกเปลี่ยนความเห็นกันล้วนกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ (Learning motivation) ก่อให้เกิดการคิดนอกกรอบจนเกิดนวัตกรรมใหม่ๆ เพิ่มขึ้น การสร้างสังคมทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อตอบสนองคุณค่าและความหมายที่แท้จริงของชีวิต ผู้เรียนได้คิดจินตนาการ ลงมือทำและประสบพบเจอสถานการณ์ด้วยตนเอง

จากการประเมินผลการเรียนรู้ของ PISA (PISA: Program for International Student Assessment) ซึ่งเป็นโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาหรือ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศที่เข้าร่วม โครงการในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพสำหรับการแข่งขันในอนาคต ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของประชาคมโลกที่มีเป้าหมายในด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนหรือ SDG (Sustainable Development Goals)

ไว้ว่า “ให้มีการศึกษาที่ทั่วถึง มีคุณภาพการศึกษาที่เท่าเทียมกันและส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างถ้วนหน้า” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 1) โครงการ PISA เริ่มมีขึ้นครั้งแรกใน ค.ศ. 2000 และประเมินต่อเนื่องทุก 3 ปี เพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการศึกษาและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบาย การประเมินของ PISA เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ซึ่งการรู้เรื่องทั้งสามด้านนี้ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ประชากรจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ

ในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่านักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ทั้งนี้เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2015 กับ PISA 2012 พบว่าประเทศไทยมีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนในภาพรวมทั้งการประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน พบว่า ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านการพัฒนา โดยประเทศไทยมีผลการประเมิน PISA 2015 ด้านวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559: 2) และจากผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยโดยสถาบันการจัดการนานาชาติ หรือ IMD (International Institute for Management Development) ปี 2560 พบว่าโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ด้านวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (ศูนย์เพื่อการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันสมาคมการจัดการธุรกิจแห่งประเทศไทย, 2560) ซึ่งผลการประเมินดังกล่าวเป็นการสะท้อนการเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินชีวิตให้นักเรียนหลังจากที่ออกไปจากโรงเรียนหลังการศึกษาระดับมัธยมศึกษา แสดงให้เห็นว่านักเรียนวัยจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาของไทยเมื่อเทียบกับสมาชิก OECD แล้ว ยังไม่สามารถแสดงศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต ไทยจำเป็นต้องเร่งปรับปรุงพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญต่อขีดความสามารถในการแข่งขันโดยรวมของประเทศ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561)

อีกทั้งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำความรู้ไปสอบเพื่อศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา และมีค่านิยมเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีเนื้อหาอยู่ยาก สลับซับซ้อน ต้องเรียนเสริมหรือเรียนเพิ่มตามสถาบันกวดวิชาต่าง ๆ จึงจะสามารถทำข้อสอบแข่งขันได้ นักเรียนไม่ใฝ่รู้สนใจการเรียนและสอบเพื่อให้ตนเองอยู่รอดและทำคะแนนได้สูงเพื่อสอบเข้ามหาวิทยาลัย การเรียนวิทยาศาสตร์จึงเป็นการเรียนที่ไม่ได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ลึกซึ้งหรือไม่ได้สนใจเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่มีความเป็นวิทยาศาสตร์ หรือเป็นวิทยาศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพราะเป็นเพียงความรู้ความจำที่ใช้สอบเท่านั้น เจตคติดังกล่าวอาจทำให้สังคมไทยมีความเป็นวิทยาศาสตร์น้อยลง เมื่อถึงภาวะของสังคมที่ต้องตัดสินใจร่วมกันก็ตัดสินใจโดยขาดความรอบคอบ อาจทำให้เกิดผลเสียกับตนเองและสังคมไทยในระยะยาวได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ได้ชื่อว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรกระตุ้นให้นักเรียนเป็นคนช่างคิดกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาอย่างวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2555; โชคชัย ยืนยง, 2550: 29 – 34; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561: 20, โสรจิจ หงส์ดารมย์, 2545 )

ผลการประเมิน PISA ที่สะท้อนการเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินชีวิตในด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและปัญหาด้านจัดการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ รวมถึงการเปลี่ยนของทิศทางการเรียนรู้เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ให้เป็นรูปแบบที่นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในการเชื่อมโยงการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ช่วยส่งเสริมสนับสนุนทำให้นักเรียนสามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเห็นผล

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

3. เพื่อรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

### ความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. เป็นแนวทางสำหรับพัฒนาผู้เรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

### คำถามของการวิจัย

1. รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีหลักการ วัตถุประสงค์ องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบ มีขั้นตอนการพัฒนาอย่างไร

2. รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้หรือไม่

### สมมติฐานของการวิจัย

1. รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ระดับดีมาก

2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีผลการประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๕ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ เน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาใน สถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยี โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการสืบค้น ข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### 2. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียน มัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

### 3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนลำทับ ประชาณุเคราะห์ อำเภอลำทับ จังหวัดกระบี่ จำนวน 34 คน

### 4. ตัวแปรที่ศึกษา

#### 4.1 ตัวแปรอิสระ

การใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตาม แนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

#### 4.2 ตัวแปรตาม

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้

## 5. เครื่องมือที่ใช้

5.1 รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา และเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบบันทึกการสะท้อนผลการเรียนรู้

5.2 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5.3 แบบประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริค

## 6. ระยะเวลาที่ใช้

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 8 สัปดาห์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อความเข้าใจศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยตรงกัน ผู้วิจัยจึงนิยามความหมายไว้ ดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการสร้างและปรับปรุง องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้และส่วนสนับสนุนอื่น ๆ ตามแนวคิดและกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อให้เกิดผลแก่ผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ระยะที่ 2 การศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา และระยะที่ 3 การรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. รูปแบบเชิงนวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา หมายถึง ขั้นตอนการจัดรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนาขึ้น โดยการวิเคราะห์ และสังเคราะห์จากแนวคิดของนักการศึกษาตามแนวคิด Connectivism การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) องค์ประกอบที่ 2 แพลตฟอร์มดิจิทัลทางการเรียนรู้ (Digital learning platform) องค์ประกอบที่ 3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment) และองค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Evaluation) และขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1



ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และ สร้างองค์ความรู้ (Create and Construct) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยน เรียนรู้ (Share) และขั้นตอนที่ 5 ขั้นเผยแพร่ (Publish)

3. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยง สิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ บุคคลที่ได้ชื่อว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้ง ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเป็นความหมายของการมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงใช้การมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวชี้วัดการรู้ เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หมายถึง ทักษะที่นักเรียนใช้เพื่อสร้างองค์ความรู้ ตามแนวคิดทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบ่ง ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม
  - 1.1 การคิดเชิงนวัตกรรม
  - 1.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
  - 1.3 การสื่อสารและการทำงานร่วมกัน
2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี
  - 2.1 ทักษะด้านสารสนเทศ
  - 2.2 ทักษะด้านสื่อ
  - 2.3 ทักษะด้านไอซีที
3. ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ
  - 3.1 ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว
  - 3.2 ความคิดริเริ่มและการชี้นำตนเอง
  - 3.3 ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม
  - 3.4 การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิดชอบ
  - 3.5 ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ

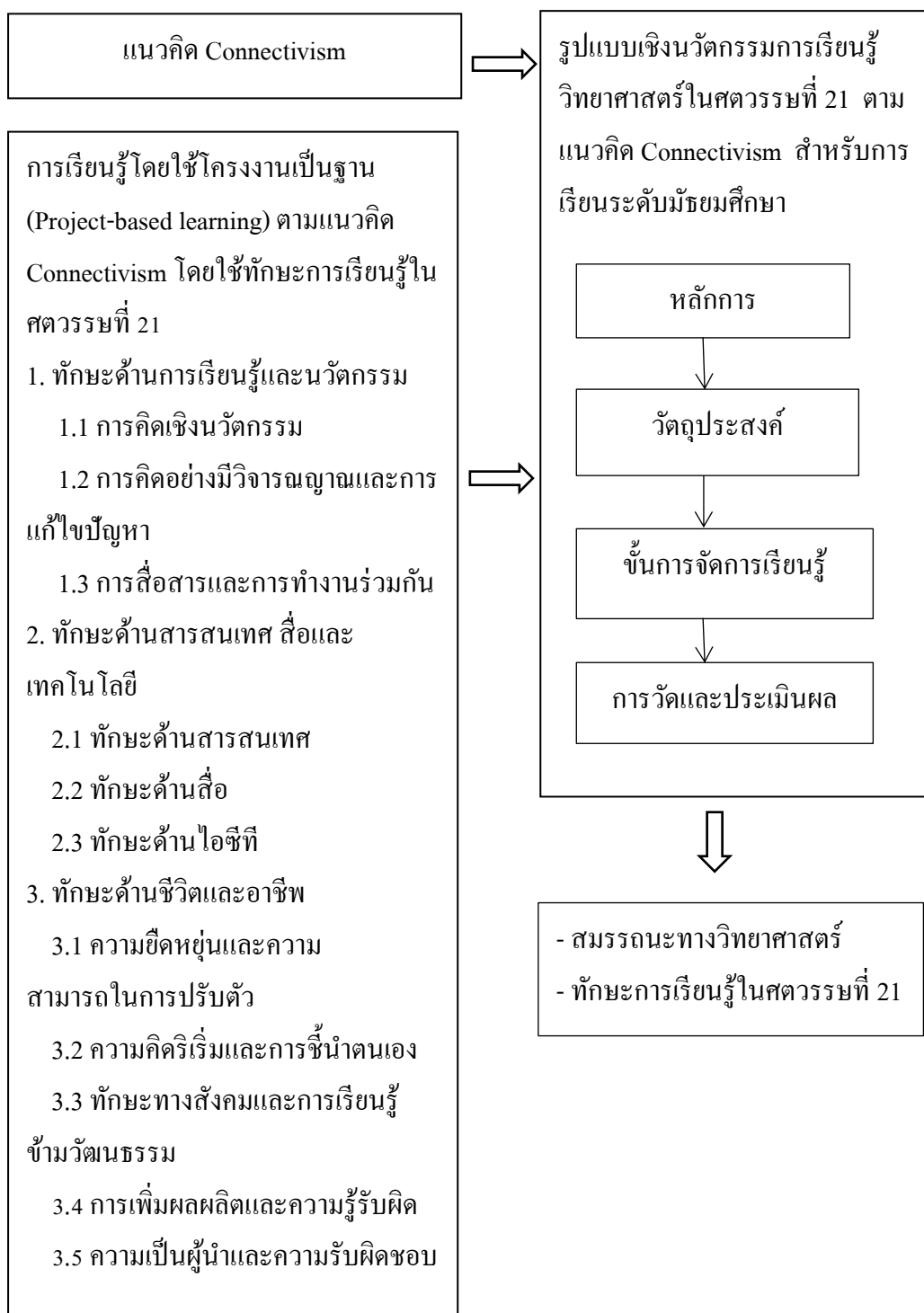
5. แนวคิด Connectivism เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองโดยอาศัยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ส่วนบุคคล มุ่งเน้นการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยี และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการเข้าถึง จัดการ เชื่อมต่อความรู้ (Node) ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการเชื่อมโยงและการมีปฏิสัมพันธ์กับชุมชนในการเรียนรู้

6. หน่วยความรู้ (Knowledge node) หมายถึง จุดหรือหน่วยหรือวัตถุใด ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อให้เกิดความรู้ได้ ซึ่งการเชื่อมต่อมี 3 ระดับ คือ 1. การเชื่อมแบบระบบประสาท Neural level มีลักษณะคล้ายการเชื่อมต่อข้อมูลของสมองที่มีการสร้างเส้นใยประสาทเชื่อมต่อกัน เป็นการรับรู้ข้อมูล เพื่อเป็นประสบการณ์เบื้องต้น 2. การเชื่อมต่อแนวคิด Conceptual level เป็นการเชื่อมต่อข้อมูลภายใน เป็นการวิเคราะห์ สร้างความสัมพันธ์ข้อมูลเพื่อได้อิทธิพลของความรู้ นั้น และ 3. การเชื่อมต่อภายนอก External level เป็นการเชื่อมต่อกับกลุ่มสังคม เพื่อตรวจสอบแนวคิดและเชื่อมต่ออิทธิพลของแต่ละกลุ่มให้เป็นความรู้

7. สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personal Learning Environment) หมายถึง ทรัพยากรทางการเรียนรู้รอบตัวที่ผู้เรียนแต่ละคนตัดสินใจเลือกสรรนำมาคัดกรองและทำให้ทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ เหล่านั้นมีความหมายและเกิดประโยชน์ในการเรียนรู้ตัวเอง สำหรับในงานวิจัยนี้หมายถึง แพลตฟอร์มดิจิทัลที่นักเรียนใช้ในการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ สืบค้นข้อมูล เชื่อมโยงความรู้หรือใช้ในการมีปฏิสัมพันธ์กับ Node อื่น ๆ

8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual learning environments) หมายถึง สภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีสารสนเทศหรือนวัตกรรมเทคโนโลยี (Visual environment) มีบทบาทในการขยายขอบเขตของสภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ ระยะสภาพแวดล้อมการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระยะสภาพแวดล้อมสื่อสารและการร่วมมือ และระยะการสร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการสร้างความรู้ สำหรับในงานวิจัยนี้หมายถึง แพลตฟอร์ม Microsoft team เป็นแพลตฟอร์มที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนและสนับสนุนการแสดงตัวตนของนักเรียนบนเครือข่ายการเรียนรู้

### กรอบแนวคิดและทฤษฎีการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดและทฤษฎีการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 1. แนวคิด Connectivism

- 1.1 ความเป็นมาของแนวคิด Connectivism
- 1.2 หลักการของแนวคิด Connectivism
- 1.3 องค์ประกอบของแนวคิด Connectivism
- 1.4 ธรรมชาติและระบบนิเวศการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism
- 1.5 วิธีการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism
- 1.6 บทบาทของผู้สอนตามแนวคิด Connectivism
- 1.7 การเปรียบเทียบการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism กับทฤษฎีการเรียนรู้

#### Constructivism

- 1.8 การประยุกต์การใช้แนวคิด Connectivism กับเทคโนโลยีและการเรียนรู้
2. การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21
  - 2.1 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
  - 2.2 ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
  - 2.3 ครูในศตวรรษที่ 21
  - 2.4 การใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
  - 2.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
3. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)
  - 3.1 ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
  - 3.2 พื้นฐานของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
  - 3.3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
  - 3.4 การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

4. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 4.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
  - 4.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้
  - 4.3 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
  - 4.4 การสอนวิทยาศาสตร์
5. การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)
6. การบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้
7. การพัฒนารูปแบบ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. แนวคิด Connectivism

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีบทบาทในชีวิตของมนุษย์มากขึ้น ซึ่งต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ซึ่งองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นปัจจุบันและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้มนุษย์จำเป็นต้องมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Downes, 2012; Siemens, 2004) ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด Connectivism ดังนี้

### 1.1 ความเป็นมาของแนวคิด Connectivism

Siemens (2006, pp. 30) ให้ความหมายแนวคิด Connectivism คือการบูรณาการหลักการสำรวจแหล่งเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นเครือข่ายซับซ้อนและยุ่งเหยิง ทำให้เกิดการจัดระเบียบและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ภายนอกบุคคล (แต่ยังอยู่ภายในองค์กรหรือฐานข้อมูล) และภายในตัวบุคคลโดยมีการมุ่งเน้นไปที่การเชื่อมต่อที่มีความจำเพาะเจาะจงและความสามารถในการเรียนรู้ข้อมูลใหม่ ๆ มีความสำคัญมากกว่าความรู้ที่มีในปัจจุบัน

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทำให้เกิดการไหลของข้อมูลข่าวสารจำนวนมากที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่งผลให้ความรู้ที่มีอยู่นั้นมีอายุการใช้งานที่สั้นลง ความรู้ที่ทันสมัยในปัจจุบันกลายเป็นความรู้ที่ล้าสมัยในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นต้องมีการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับความรู้ใหม่ตลอดเวลา ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ แหล่งความรู้และวิธีเข้าถึงแหล่งความรู้ ผู้เรียนจำเป็นต้องรวบรวมองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นนั้นเพื่อเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายความรู้ที่ทันสมัยและน่าเชื่อถือ ซึ่งเป็นที่มาของการเรียนรู้ตามแนวคิด

Connectivism Siemens ได้พัฒนาแนวคิด Connectivism โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ระบบเครือข่ายเป็นฐาน (Network based pedagogy) ออกแบบการเรียนรู้สำหรับการเรียนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในยุคดิจิทัล โดยเฉพาะ ซึ่งแนวคิด Connectivism เป็นแนวคิดที่รองรับข้อจำกัดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบดั้งเดิมทั้ง 3 แบบ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ Behaviorism ทฤษฎีการเรียนรู้ Cognitivism และ ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ที่เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ยังไม่ได้รับผลกระทบจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Siemens, 2005a)

## 1.2 หลักการของแนวคิด Connectivism

Siemens (2008) ได้นำคำถามที่เป็นกรอบแนวคิดในการพิจารณาความเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ของ Ertmer และ Newby มาหาข้อพิสูจน์ความเป็นทฤษฎีการเรียนรู้และหลักการของ Connectivism ซึ่งกรอบดังกล่าวประกอบด้วย 5 ข้อคำถามที่แสดงความเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีอยู่ดั้งเดิม คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ Behaviorism ทฤษฎีการเรียนรู้ Cognitivism และ ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism โดยผลการเปรียบเทียบเป็นดังตารางที่ 1 ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทฤษฎีการเรียนรู้ Behaviorism ทฤษฎีการเรียนรู้ Cognitivism ทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism และแนวคิด Connectivism (Siemens, 2008)

ข้อคำถาม	Behaviorism	Cognitivism	Constructivism	Connectivism
การเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างไร	การสังเกตพฤติกรรม	การคำนวณที่มีโครงสร้าง	เกิดจากสังคมและการตีความของแต่ละบุคคล	การกระจายของความรู้ในเครือข่ายสังคมเกิดจากการรับรู้และตีความรูปแบบ
ปัจจัยใดมีผลต่อการเรียนรู้	การเสริมแรง การทำโทษ การให้รางวัล	รูปแบบการคิด และ ประสบการณ์เดิม	การมีส่วนร่วมในสังคมและวัฒนธรรม	ความหลากหลายของเครือข่าย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อคำถาม	Behaviorism	Cognitivism	Constructivism	Connectivism
ความจำมี บทบาทหน้าที่ อย่างไร	การทำซ้ำๆ เกิด และการทำโทษ	การตีความ จัดเก็บและการ นำความรู้มาใช้	นำประสบการณ์ เดิมมาปรับให้ เข้ากับบริบท ปัจจุบัน	การพิจารณา รูปแบบที่ เปลี่ยนแปลงไป ของเครือข่าย
การถ่ายทอด ความรู้เกิดขึ้นได้ อย่างไร	สิ่งเร้าและการ ตอบสนอง	การสร้างผู้รู้	ผ่านการ กลั่นกรองและ ถ่ายทอดใน สังคม	เกิดจากการ เชื่อมโยงไปยัง หน่วยความรู้ หรือการสร้าง หน่วยความรู้ใน ระบบ
รูปแบบการเรียน ที่อธิบายทฤษฎี การเรียนรู้นี้ได้ดี ที่สุด	การใช้ภาระงาน เป็นฐาน (Task – based learning)	การให้เหตุ การ กำหนด วัตถุประสงค์ และการ แก้ปัญหา	การเรียนรู้จาก สังคม(ไม่ สามารถระบุ รูปแบบที่ชัดเจน ได้)	รูปแบบการเรียน ที่ซับซ้อน การ ใช้แหล่งข้อมูลที่ หลากหลาย ข้อมูลมีการ เปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว

หลักการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบการเชื่อมโยงความรู้คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย  
ใช้การเชื่อมโยงเครือข่ายบุคคลที่มีองค์ความรู้หลากหลายเข้ามาร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้และต่อ  
ยอดองค์ความรู้ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกัน ดังนั้น เครื่องมือที่เหมาะสมจะนำมาจัดกิจกรรม  
การเรียนรู้ด้วยแนวคิด Connectivism คือ เครือข่ายสังคมออนไลน์ ซึ่ง Siemens (2005a) ได้เสนอ  
หลักการของทฤษฎีการเรียนรู้ Connectivism ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้และองค์ความรู้คือสิ่งที่ได้จากการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายหมายถึง  
องค์ความรู้นั้นจะเกิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องอาศัยความคิดเห็นที่หลากหลาย ซึ่งความหลากหลายของ  
ความคิดเห็นจะทำให้เกิดความซับซ้อนของเครือข่าย ส่งผลต่อความเข้มแข็งของการเชื่อมโยง

2. การเรียนรู้ คือกระบวนการของการเชื่อมต่อระหว่าง Node อย่างจำเพาะเจาะจง หรือ แหล่งข้อมูลสำคัญ การเรียนรู้เกิดจากการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่าง Node ที่จัดกระจายอย่างสับสนวุ่นวาย เมื่อเรามองเห็นความสัมพันธ์จะเกิดการเชื่อมโยงทำให้เกิดการเรียนรู้

3. การเรียนรู้ สามารถเกิดขึ้นในสิ่งที่ไม่ใช่มนุษย์ เช่น เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ

4. ความสามารถในการรับข้อมูลเพิ่มเติม มีความสำคัญกว่าข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน หมายถึงผู้เรียนต้องมีความสามารถในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ซึ่งหากผู้เรียนไม่มีความสามารถในการค้นหาความรู้ก็ไม่สามารถขยายพื้นที่การเรียนรู้ของตนเองได้

5. การรักษาเครือข่ายและการเชื่อมต่อเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง หมายถึง การรักษาการเชื่อมต่อของ Node เช่น การพยายามหาความสัมพันธ์ และการถกเถียงในประเด็นต่าง ๆ ของ Node จะเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มความแข็งแกร่งของเครือข่ายการเรียนรู้

6. ความสามารถในการสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลถือเป็นทักษะหลักที่ทำให้เกิดการเรียนรู้

7. ความสามารถในการรับความรู้ที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน เป็นหลักสำคัญที่สุดของการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism

8. การตัดสินใจเป็นกระบวนการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับการเลือกว่าจะเรียนรู้อะไรและความหมายของข้อมูลที่เข้ามานั้น รวมถึงความสามารถในการมองเห็นความเป็นจริงที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ คำตอบอาจจะต้อง ณ เวลาหนึ่ง แต่เวลาต่อมาอาจจะไม่ถูกต้องเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจ

Siemens (2006: 29) อธิบายลักษณะการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ไว้ว่า การเรียนรู้ คือกระบวนการสร้างเครือข่าย Node เป็นหน่วยความรู้ภายนอกที่เราสามารถใช้เพื่อสร้างเครือข่าย Node อาจเป็นบุคคล องค์กร ห้องสมุด เว็บไซต์ หนังสือ วารสาร ฐานข้อมูลหรือแหล่งข้อมูลอื่น ถือเป็นหน่วยความรู้ในการสร้างเครือข่าย เป็น Node ภายนอกซึ่งเราใช้เชื่อมต่อ สร้างข้อมูลและใช้เป็นแหล่งความรู้ การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสมองของเราคือเครือข่ายภายใน (ประสาท) เครือข่ายการเรียนรู้จะถูกมองว่าเป็นโครงสร้างที่เราสร้างขึ้นเพื่อให้เป็นความรู้ปัจจุบันและได้รับประสบการณ์สร้างและเชื่อมโยงความรู้ใหม่ (ภายนอก) อย่างต่อเนื่อง และเครือข่ายการเรียนรู้สามารถถูกมองว่าเป็นโครงสร้างที่มีอยู่ภายในตัวเรา (ภายใน) ซึ่งเป็นกระบวนการในการเชื่อมโยงและสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจ



แนวคิดนี้อธิบายการเรียนรู้ว่าในโลกใบนี้เต็มไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ มากมาย ซึ่งเรากำหนดให้ข้อมูลเหล่านี้เป็น Node ต่าง ๆ กระจัดกระจายทั่วไป Node เหล่านี้อาจมีการเชื่อมโยงกันอยู่ ซึ่งอาจจะมีการเชื่อมโยงที่ทั้งแข็งแรงหรือเบาบาง หากบุคคลมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้และรักษาความเชื่อโยงนั้นไว้ได้ก็จะเกิดการเรียนรู้ โดยความสามารถในการเรียนรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงนี้มีความสำคัญกว่าความรู้ที่มีอยู่ และต้องอาศัยความสามารถในการตัดสินใจเลือกแหล่งเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือโดยเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อคงความเชื่อมโยงกับแหล่งเรียนรู้นั้นไว้ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งของการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ และบางอย่างอาจสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งอื่น ๆ ได้อีก การเรียนรู้คือการที่เราเห็นการเชื่อมโยงของสัมพันธ์ รวมไปถึงการสังเกตเห็นถึงรูปแบบของการเชื่อมโยงต่าง ๆ จนทำให้เกิดองค์ความรู้ (ณมน จีรังสุวรรณ, 2555: 54)

### 1.3 องค์ประกอบการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism มี ดังนี้

ตามแนวคิด Connectivism มีองค์ประกอบในการเรียนรู้ ดังนี้

1. ข้อมูล สารสนเทศความรู้ที่เป็นพลวัต เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ผู้เรียนต้องมีทักษะในการเชื่อมโยงความรู้ที่กระจัดกระจายมารวมเข้าด้วยกัน
2. การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนการเรียนรู้ที่สามารถแบ่งปันถกเถียงความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้
3. การจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศ การตัดสินใจด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่

แนวคิด Connectivism มีความเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการสร้างการเชื่อมโยงเพื่อการพัฒนาเป็นเครือข่าย โดยเห็นว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ในยุคเดิม ๆ ไม่สามารถตอบสนองวิธีการเรียนรู้ของเยาวชนในยุคอิเล็กทรอนิกส์ได้ ท่ามกลางการพัฒนาของเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เช่น โทรศัพท์มือถือ กล้องดิจิทัล คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก อินเทอร์เน็ต ฯลฯ ซึ่งเยาวชนใช้เวลาส่วนใหญ่เรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ เหล่านี้ การเรียนรู้ภายใต้แนวคิด Connectivism เกิดขึ้นจากการตัดสินใจของผู้เรียนที่จะเลือกสรรทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งอยู่รอบตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อยู่ในโลกออนไลน์นั้นมาคัดกรอง และทำให้ทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ เหล่านั้น มีความหมายสำหรับตัวเอง การเรียนรู้จำเป็นต้องเกิดจากการเชื่อมโยงกับสังคม รอบตัวและการสร้างเครือข่าย เมื่อใดที่ข้อมูลสารสนเทศ ความคิดเห็น ความรู้สึก ภาพ การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดูเหมือนจะไม่ชัดเจนในความสัมพันธ์หากเมื่อผู้เรียนสามารถที่จะนำมาร้อยเรียงให้เกิดเป็นการเชื่อมโยงที่มีความหมายสำหรับการเรียนรู้ของตนเองและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้ได้นั้น เมื่อนั้นการเรียนรู้ได้เกิดขึ้นแล้ว (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2560) ดังนั้นการออกแบบการเรียนรู้ในระบบออนไลน์จึง

จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการสำรวจสภาพแวดล้อมเพื่อสร้างการมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

#### 1.4 ธรรมชาติและระบบนิเวศการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต้องมีการจัดการให้เกิด ซึ่งต้องสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ขึ้นเพื่อสร้างทางเลือกและโอกาสที่หลากหลายให้กับผู้เรียน โดยธรรมชาติของการเรียนรู้ในปัจจุบันถูกแบ่งออกเป็น 4 มิติ จำแนกตามบริบทและลักษณะการเรียนรู้ (Siemens, 2005b; Siemens, 2006) ได้แก่

1. การถ่ายโอนความรู้ (Transmission) เป็นมิติการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่ออกแบบการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบพฤติกรรมนิยมหรือพุทธิปัญญาเป็นหลัก เป็นการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่สุดเน้นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนไปยังผู้เรียน ผู้สอนเป็นศูนย์กลางในการควบคุมสภาพการเรียนรู้ทั้งหมดเหมาะสำหรับการสร้างความรู้พื้นฐาน การเรียนรู้หลักวิชา การสร้างโครงสร้างความรู้ และการเรียนรู้วิธีการฝึกปฏิบัติต่าง ๆ

2. การสร้างความรู้ (Emergence) เป็นมิติการเรียนรู้ที่ออกแบบตามทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism และ Cognitivism การเรียนรู้เกิดจากการสะท้อนความคิดที่มีอยู่ภายในแล้ว พิจารณาถึงเหตุผล เน้นการฝึกคิดใคร่ครวญ พัฒนาการรู้คิดและการสะท้อนประสบการณ์ เป็นการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาการคิดขั้นสูง ต้องการเวลา สามารถที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ในเชิงลึกขึ้นได้

3. การได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition) เป็นมิติการเรียนรู้ที่ออกแบบตามทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism และ Connectivism เป็นการเรียนรู้โดยการค้นหาคำตอบ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจได้ กำหนดการเรียนรู้ของตนเองอย่างอิสระ

4. การสะสมความรู้ (Accretion) เป็นมิติการเรียนรู้ที่ออกแบบการเรียนรู้โดยอ้างอิงแนวคิด Connectivism เป็นการสะสมความรู้อย่างต่อเนื่องจากการสืบค้นแหล่งความรู้ที่หลากหลายและนำมาใช้เมื่อถึงเวลาที่ต้องการ ซึ่งใกล้เคียงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในยุคปัจจุบันมากที่สุด

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะมิตการเรียนรู้ การถ่ายโอนความรู้ (Transmission) การสร้างความรู้ (Emergence) การได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition) และการสะสมความรู้ (Accretion)

ลักษณะมิตการ เรียนรู้	การถ่ายโอน ความรู้ (Transmission)	การสร้างความรู้ (Emergence)	การได้มาซึ่ง ความรู้ (Acquisition)	การสะสม ความรู้ (Accretion)
ลักษณะการเรียนรู้	เรียนรู้จาก เนื้อหา การศึกษา แนวคิดและการ ออกแบบเนื้อหา ให้ตรงความ ต้องการของ กลุ่มเป้าหมาย	เรียนรู้โดยการ สร้างความรู้ ภายในตัวผู้เรียน การเรียนรู้ส่วน บุคคล สร้าง ระบบการคิด ของผู้เรียนและ เรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์	เรียนรู้จากการ ความสนใจของ ผู้เรียน เรียนรู้ ร่วมกันเป็นกลุ่ม และเรียนรู้จาก แหล่งเรียนรู้ที่ หลากหลายเพื่อ ตอบสนองความ ต้องการของ ผู้เรียน	เรียนรู้บนระบบ เครือข่าย เปลี่ยน บริบทการเรียนรู้ เป็นการ เชื่อมโยงไปยัง ข้อมูลที่ต้องการ และการหา แหล่งข้อมูล
ลักษณะบริบท ทางการเรียนรู้ที่ เหมาะสม	การเรียนรู้ใน รายวิชาพื้นฐาน ต่าง ๆ ที่มี หลักการที่ แน่นอน เป็นข้อ ค้นพบหรือ ความรู้ที่นิ่งแล้ว	การเรียนรู้เชิงลึก ที่ใช้เวลาใน กระบวนการคิด การเรียนรู้เพื่อ สร้างนวัตกรรม	การเรียนรู้ตาม อัธยาศัย การ เรียนโดยมี หัวข้อสนใจ การ เรียนในหัวข้อ อิสระ	การเรียนรู้ตาม ประเด็นที่สนใจ และมีการ เปลี่ยนแปลงไป อย่างรวดเร็ว
จุดเน้นการ ออกแบบการ จัดการเรียนรู้	การสร้าง ขั้นตอนการ เรียน ขั้นตอนใน การปฏิบัติ	การสนับสนุน และกระตุ้นให้ เกิดการสะท้อน คิด	การจัดสรร ทรัพยากรใน การเรียนรู้ให้ เพียงพอ การ กระตุ้นความ สนใจของผู้เรียน	การสร้าง เครือข่ายการ เรียนรู้ การสร้าง ระบบนิเวศและ สภาพแวดล้อม ในการเรียนรู้

จากการเรียนรู้ทั้ง 4 มิติ จะเห็นได้ว่าการออกแบบการเรียนรู้ จะมีความแตกต่างตามวัตถุประสงค์ การออกแบบการเรียนรู้จึงควรตระหนักถึงธรรมชาติในการเรียนรู้ ความต้องการจำเป็นที่ต่างกัน ความต้องการวิธีการและกระบวนการที่แตกต่างกัน ดังนั้นการออกแบบการเรียนรู้จึงควรพิจารณามิติการเรียนรู้เหล่านี้ก่อนที่จะนำเอาวิธีการ กระบวนการหรือรูปแบบการออกแบบมาใช้ในการออกแบบการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการเรียนรู้เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้แนวคิดของการศึกษาปรับเปลี่ยนมาเป็นแบบเปิด เป็นการศึกษาของผู้คนจำนวนมาก (Mass education) จัดการศึกษาที่ตอบสนองเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต เรียนตามความต้องการของแต่ละบุคคล ทุกระดับอายุ เรียนที่ใด เวลาใดก็ได้ ที่สำคัญคือ มีระบบให้เลือกเรียนแบบอิสระ (Free online course) เป็นจำนวนมากการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่นี้ต้องใช้เทคโนโลยีช่วย เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ตรงใจผู้เรียน มีความสนุกสนาน เร้าใจ การจัดการศึกษาในระบบปัจจุบัน ต้องรวมการเรียนรู้แบบต่าง ๆ (Blended learning) หรือการบูรณาการทั้งรูปแบบทางการ (Formal education) และแบบไม่ทางการ (Informal education) เข้าด้วยกัน (ยีน ภู่วรรณ, 2564) ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ดังกล่าวต้องอาศัยการออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกล่าวคือ มีธรรมชาติการเรียนรู้เป็นแบบการสะสมความรู้ (Accretion) การได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition) และการสร้างความรู้ (Emergence) รูปแบบการออกแบบการเรียนรู้จึงมุ่งเน้นการออกแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ (Learning ecologies)

Siemens (2005a) ได้กล่าวถึงลักษณะของระบบนิเวศการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ยุคดิจิทัลไว้ ดังนี้

1. โครงสร้างมีความยืดหยุ่น ไม่ตายตัว การอภิปรายและการสนทนาทางเกิดขึ้น ณ ที่ใดก็ได้ ผู้เรียนสามารถสร้างช่องทางในการสื่อสารด้วยตนเองเกิดเป็นสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ส่วนบุคคล
2. มีความหลากหลายของช่องทางในการเชื่อมต่อ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้พูดคุยอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกิดเครือข่ายทางการเรียนรู้
3. มีความทันสมัยและสอดคล้องกับช่วงเวลา เนื่องจากบางประเด็นในการศึกษานั้นองค์ความรู้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว
4. มีการปฏิสัมพันธ์ในเครือข่ายสังคมสูง (ทั้งแบบเผชิญหน้าและออนไลน์) เพื่อสร้างความเข้มแข็งและความน่าเชื่อถือในการเรียนรู้
5. มีความเรียบง่าย มีวิธีที่เรียบง่ายและมีประสิทธิภาพ การเลือกเครื่องมือเชื่อมต่อมาใช้งานมีลักษณะเรียบง่าย เข้าถึงได้สะดวก

6. เน้นเชื่อมโยง ไม่ยึดสิ่งใดเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ สนับสนับสนุนซึ่งกันและกัน
7. มีความอดทนต่อการทดลองและความล้มเหลว

การออกแบบระบบนิเวศการเรียนรู้ ตามลักษณะที่กล่าวข้างต้นมีองค์ประกอบ (Siemens, 2005a) ดังนี้

1. มีพื้นที่สำหรับผู้ ผู้เชี่ยวชาญและมือใหม่ได้เชื่อมโยงกัน
2. มีพื้นที่สำหรับอธิบายและสะท้อนความคิดของตนเอง
3. มีพื้นที่สำหรับอภิปรายและโต้แย้งเพื่อให้เกิดการเรียนรู้
4. มีพื้นที่สำหรับเข้าถึงเพื่อสืบค้นความรู้
5. มีพื้นที่สำหรับเรียนรู้โครงสร้างพื้นฐาน
6. มีพื้นที่สำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูลใหม่และความรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปในประเด็น

ที่สนใจ

ระบบนิเวศการเรียนรู้ที่กล่าวมานี้จะอยู่บนฐานของระบบเครือข่ายซึ่งประกอบไปด้วย Node ของความรู้ที่เชื่อมโยงกัน โดยที่ Node หมายถึง แหล่งความรู้ที่ผู้เรียนได้รับ อาจเป็นอะไรก็ได้ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ เช่น ชุมชนการเรียนรู้ ฝึกข่าว เว็บไซต์ หรือบุคคล เป็นต้น ผู้เรียนแต่ละคน อาจมีเครือข่ายการเรียนรู้ส่วนตัวที่ประกอบไปด้วย Node ความรู้เชื่อมโยงอยู่ภายในนั้นไม่เหมือนกัน (Siemens, 2005a)

### 1.5 วิธีการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism

Downes (2012) ได้นำเสนอวิธีการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การรวบรวม (Aggregation) เป็นกิจกรรมเริ่มต้นการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดประเด็นความสนใจและเนื้อหาในการศึกษาเอง รวมถึงวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะศึกษาประเด็นที่สนใจจากการอ่าน ฟัง หรือรับชมสื่อจากแหล่งการเรียนรู้บนอินเทอร์เน็ต จากนั้นรวบรวมความรู้ที่ได้มาจัดเก็บไว้ให้ได้มากที่สุดเพื่อนำมาศึกษาต่อ

2. การผสมผสาน (Remixing) เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาและความรู้ที่ผู้เรียนรวบรวมไว้ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การจัดหมวดหมู่ของสิ่งที่ค้นคว้า การกำหนดหัวข้อหรือประเด็นเฉพาะ การอ้างอิงแหล่งที่มา ซึ่งในขั้นตอนนี้ไม่มีการกำหนดวิธีการเชื่อมโยง ผู้เรียนเป็นผู้สังเกตและตั้งกฎเกณฑ์ในการเชื่อมโยงด้วยตนเอง หลังจากการเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกันแล้ว ผู้เรียนจะประเมินคุณภาพของแหล่งการเรียนรู้ที่นำมาใช้ โดยการบันทึกไว้บนระบบออนไลน์ระบบใดระบบหนึ่ง เช่น บล็อก โซเชียลบุคมาร์ก, เครือข่ายสังคม เป็นต้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะสามารถแบ่งปันทรัพยากรที่หามาได้และร่วมกันประเมินคุณภาพแหล่งเรียนรู้กับผู้อื่น ได้อีกด้วย

3. การประยุกต์ใช้ (Repurposing) เป็นขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือผลงาน โดยอาศัยการประยุกต์ใช้หรือสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษา การเรียนรู้ของตนเอง เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ดีพอที่จะสรุปออกมาเป็นองค์ความรู้เพื่อสร้างผลงาน สามารถใช้วิธีการเชื่อมโยงในการทำความเข้าใจสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ เช่น การสนทนากันในเชิงลึก การยกตัวอย่าง การออกแบบการทดลอง การทดลองใช้งานและการฝึกหัดด้วยตนเอง

4. การแบ่งปัน (Sharing) เป็นขั้นตอนการนำเสนอผลงานเพื่อเป็นการแบ่งปันการเรียนรู้กับผู้ร่วมเรียนและสังคมภายนอกได้รับรู้ ซึ่งผู้เรียนมีทางเลือกในการที่จะแบ่งปันหรือไม่แบ่งปันก็ได้ การเผยแพร่ผลงานสู่สังคมภายนอกจะทำให้ผู้เรียนได้แสดงถึงสิ่งที่เชื่อมโยงและศึกษามา ซึ่งอาจได้รับผลตอบแทนทั้งทางด้านบวกและด้านลบ ซึ่งจะช่วยเสริมแรงให้ผู้เรียนได้พัฒนาการศึกษาของตนเองต่อไป

#### 1.6 บทบาทของผู้สอนตามแนวคิด Connectivism

บทบาทของนักการศึกษาและกระบวนการสอนอยู่ภายใต้แรงกดดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมานานกว่าศตวรรษ ลักษณะการเรียนรู้แต่ละวิธีอาจมีความเหมาะสมในบริบทที่แตกต่างกัน เมื่อทุกคนสามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้มากขึ้น ทำให้เกิดความอิสระจากการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลของผู้เรียน บทบาทของผู้สอนจึงเปลี่ยนไปทำให้นักการศึกษาหลายคนได้เสนอแบบจำลองบทบาทของนักการศึกษา ผู้เรียนและการมีปฏิสัมพันธ์ในยุคที่ใช้เทคโนโลยี เพื่อศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism การออกแบบการเรียนการสอน (Instructional design) จะเปลี่ยนจากการออกแบบสอนไปสู่การออกแบบการเรียนรู้การเรียนรู้ (Siemens, 2008)

การเปลี่ยนแปลงบทบาทของผู้สอนตามแนวคิด Connectivism ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในห้องเรียนที่ได้รับผลจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญและเรียนรู้จากเพื่อนได้มากขึ้น นอกจากนี้ผู้สอนต้องเข้าใจความซับซ้อนในการพัฒนาเครื่องมือและความพร้อมในการใช้งานของทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เปลี่ยนแปลงจากการควบคุมชั้นเรียนไปสู่การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งแตกต่างไปจากการทำหน้าที่ในการเรียนการสอนแบบปกติ กล่าวคือเปลี่ยนจากการควบคุมไปสู่การส่งอิทธิพล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เนื่องจากการเรียนบนระบบเครือข่ายสำหรับผู้เรียนเปรียบเสมือนการสำรวจไปยังแผนผังความรู้ที่ไม่มีแผนที่ ผู้สอนเปรียบเสมือนเป็นผู้ร่วมสำรวจที่มีประสบการณ์และมีความเข้าใจในศาสตร์ของตนสูง แต่ไม่ได้เป็นผู้กำหนดว่าผู้เรียนจะต้องเดินทางไปยังทิศทางที่ตนต้องการแต่ทุกครั้งที่พบข้อสังเกต ผู้สอนจะทำหน้าที่คอยแนะนำแนวคิดหลักที่น่าสนใจหรือทำหน้าที่เป็นผู้ดูแล (Curator) ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเองและสำรวจได้

อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Siemens, 2007; Siemens, 2008; Siemens, 2010; กุลชัย กุลตวนิช, 2557) บทบาทของผู้สอนตามแนวคิด Connectivism มีดังนี้

1. บทบาทในการขยายการเรียนรู้ (Amplifying) ผู้สอนสามารถขยายการเรียนรู้ได้ด้วยการเพิ่มการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้ความรู้สามารถถูกแบ่งปันและส่งต่อกับเทคโนโลยีอย่างง่ายดาย ทำให้ความรู้จากการโพสต์ของบุคคลหนึ่งไปยังบุคคลหม่มากเป็นไปได้อย่างง่ายดาย เช่น Retweet (Twitter) Share (Facebook) Plus (Google) เป็นต้น เราเรียกการแบ่งปันต่อกันในลักษณะนี้ว่าการขยายการเรียนรู้ (Amplify) โดยปกติแล้วผู้เรียนจะเป็นผู้คัดเลือกหน่วยความรู้บนระบบเครือข่ายในการเชื่อมโยง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลอยู่เป็นประจำ ผู้สอนเป็นหน่วยความรู้หนึ่งบนระบบเครือข่ายที่จัดเป็นสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ส่วนบุคคลที่ผู้เรียน โดยมากให้ความสำคัญ ดังนั้น การขยายการเรียนรู้จากผู้สอนจึงมีความสำคัญสูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับ ดังนั้นสิ่งที่ผู้สอนจะขยายการเรียนรู้หรือสร้างการเรียนรู้จึงควรเป็นข้อมูลสำคัญที่มีผลต่อความเข้าใจของผู้เรียนหรือมีสาระสำคัญที่น่าสนใจที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

2. บทบาทในการเป็นผู้ดูแล (Curating) การเป็นผู้ดูแลผู้เรียนนั้นก็เปรียบได้กับการบริหารจัดการศูนย์การเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการเรียน ลำดับความสำคัญที่ผู้เรียนจะต้องไปพบเจอในการเรียนรู้ นำเสนอแนวคิดหลักของการเรียนที่ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ผ่านการคอมเมนต์ในบล็อก โพสต์ การแสดงความเห็นในชั้นเรียนและการสะท้อนความคิด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาขอบข่ายของความเข้าใจเป็นการขยายพื้นที่ทางการเรียนรู้เมื่อมีการเชื่อมโยงความรู้ที่สัมพันธ์กับเหตุผลที่ผู้สอนได้แบ่งปัน ในการเรียนการสอนผู้สอนอาจสร้าง Feed ข่าวหรือการตั้งกระทู้ประจำวันเพื่อรวบรวมเอาสิ่งที่เป็นแนวคิด ประเด็น การอภิปราย สิ่งที่น่าสนใจที่น่าสนใจหรือการติดตามความก้าวหน้าไว้ ซึ่งจะเป็นช่องทางที่จะทำให้ผู้สอนได้ทำหน้าที่รวบรวมสิ่งที่คัดสรรไว้ หากผู้เรียนได้พบหรือได้มีประสบการณ์กับสิ่งเหล่านี้ก็จะเกิดประโยชน์ในการเรียนรู้

3. บทบาทในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องผ่านการขับเคลื่อนโดยสังคม (Socially-driven sensemaking) การค้นพบเส้นทางทางการเรียนรู้ท่ามกลางข้อมูลที่ซับซ้อนของผู้เรียน สามารถเกิดขึ้นได้โดยระหว่างการศึกษาค้นคว้าผู้เรียนมักจะพบข้อมูลบางอย่างมีความยากหรือเกินความเข้าใจของตนเอง เครือข่ายทางสังคมจะช่วยถ่วงถ่วงความคิดและมีอิทธิพลต่อความเข้าใจของผู้เรียนได้มาก ผู้เรียนจะปรับปรุงการเชื่อมต่อเครือข่ายการเรียนรู้ส่วนตัวอยู่เสมอและจะเรียนรู้ว่าการเชื่อมโยงกับหน่วยความรู้จะทำให้ได้รับความเข้าใจที่ถูกต้องได้ ดังนั้นผู้สอนจึงมีบทบาทในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในกระบวนการทางสังคมหรือเครือข่ายการเรียนรู้ที่ผู้เรียนกำลังเชื่อมโยง

4. บทบาทในการรวบรวมข้อมูล (Aggregating) ข้อมูลมากมายที่เกิดจากการสนทนา มีลักษณะกระจัดกระจายอยู่บนเครือข่าย ผู้สอนสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการรวบรวม จัดหมวดหมู่ แล้ววิเคราะห์โครงสร้างเพื่อจัดทำเป็นรายงานสรุป กลายเป็นข้อสรุปที่มีผลต่อรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้

5. บทบาทในการกลั่นกรอง (Filtering) ประสิทธิภาพของผู้สอนซึ่งถือเป็นหน่วยความรู้หนึ่งในเครือข่ายการเรียนรู้จะทำให้สามารถแยกแยะและทำความเข้าใจในการเชื่อมโยงได้ดีกว่าผู้เรียน ดังนั้นผู้สอนจึงมีส่วนในการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับผู้เรียนผ่านวิธีการกลั่นกรองหลายรูปแบบ เช่น การคัดเลือกบทความ หรือเนื้อหาที่เหมาะสมเกี่ยวข้องกับประเด็นการศึกษา การคัดสรรเทคโนโลยีที่ใช้ในการเชื่อมโยงหรือเข้าถึงแหล่งข้อมูล การสรุปประเด็นสำคัญลงบนบล็อก โปสต์ หรือกระดานข่าว การช่วยให้ผู้เรียนมุ่งเน้นในประเด็นที่ตนเองศึกษาและช่วยคัดกรองประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ผู้สอนต้องมีช่องทางในการนำเสนอความรู้ที่ผ่านการคัดกรองมาอย่างดี

6. บทบาทในการเป็นตัวแบบ (Modelling) ในการเรียนที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้คือการฝึกปฏิบัติและสะท้อนคิด แต่ผู้เรียนอาจไม่สามารถเข้าใจได้จากการฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว จึงต้องอาศัยการใช้ตัวแบบและการสาธิตเพื่อทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นและเข้าใจการแสดงการกระทำที่ถูกต้อง การใช้ตัวแบบเป็นรากฐานของการฝึกฝน ซึ่งหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องเป็นตัวแบบให้ผู้เรียน

7. บทบาทในการแสดงตัวตน (Persistent presence) ผู้สอนมีหน้าที่ในการสร้างตัวตนทั้งของผู้สอนและผู้เรียนบนเครือข่ายการเรียนรู้ จำเป็นที่จะต้องแสดงให้ผู้เรียนรับทราบว่าตนเองมีตัวตนอยู่บนระบบ มีสถานที่บนเครือข่ายเป็นศูนย์กลางในการสื่อสารและสามารถค้นพบได้ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ทั้ง Profile blog, Twitter, Social network platform หรือมีช่องทางให้เข้าถึงได้หลายช่องทาง เนื่องจากการไม่มีตัวตนบนเครือข่ายผู้สอนจะไม่สามารถเชื่อมโยงกับใครได้เลย ดังนั้นจึงต้องสร้างตัวตนบนเครือข่ายขึ้นเพื่อที่จะรู้จักและถูกรู้จัก หากผู้สอนมีช่องทางในการสื่อสารมาก โอกาสในการเชื่อมโยงกับผู้เรียนก็จะมามากขึ้นตามลำดับ

จากบทบาทของผู้สอนที่กล่าวมาจึงพอสรุปได้ว่าหน้าที่ของผู้สอนตามแนวคิด Connectivism คือ การเป็นแบบอย่างในการทำงานให้กับผู้เรียน การเป็นผู้ดูแลและคอยกลั่นกรองข้อมูล เนื้อหาสาระที่ผู้เรียนเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ การเป็นผู้ร่วมแบ่งปันความรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน การเป็นผู้จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความเชื่อมโยงกับสังคมและสิ่งที่คุณเรียนจะต้องไปพบเจอ และการคงความมีชีวิตชีวาให้ตัวเองและผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความมีชีวิตชีวา และมีผู้สอนอยู่กับผู้เรียนบนเครือข่ายตลอดเส้นทางของการเรียนรู้



### 1.7 การเปรียบเทียบการเรียนรู้ตามแนวคิด **Connectivism** กับทฤษฎีการเรียนรู้ **Constructivism**

Siemens (2005a) ได้กล่าวถึงความแตกต่างของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด **Connectivism** กับทฤษฎีการเรียนรู้ **Constructivism** รายละเอียด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการเรียนรู้ตามแนวคิด **Connectivism** กับทฤษฎีการเรียนรู้ **Constructivism**

ลักษณะที่พิจารณา	Constructivism	Connectivism
กระบวนการเรียนรู้	ข้อมูลเดินทางเข้าไปยังสมอง และเกิดการประมวลการตีความ โดยความรู้เดิม ๆ ประสบการณ์เดิมและการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการเฉพาะบุคคล	Node ต่าง ๆ ในทุกที่สามารถเกิดการเชื่อมโยง ไม่จำเป็นต้องเกิดในสมองมนุษย์ เพียงอย่างเดียว แต่ข้อมูลจะเชื่อมโยงจากสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่งได้เสมอ
การเชื่อมโยงข้อมูล	มีเพียงบางมีครั้งเท่านั้นที่ทำให้เกิดความรู้ อาจขึ้นอยู่กับตัวแปร ทั้งตัวบุคคลและสิ่งที่มีปฏิสัมพันธ์ ความพร้อมและสภาวะที่เหมาะสม	ให้ความหมายกับทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดจากการเชื่อมโยง
การเกิดข้อมูลใหม่	การเชื่อมโยงอันเกิดจากการรับข้อมูลใหม่เพียงเท่านั้น ความรู้จึง “ถูกสร้าง” (construct) ขึ้น	ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกเชื่อมโยง ไม่จำเป็นต้องถูกสร้างขึ้นมา

เทคโนโลยีและการเชื่อมต่อบนเครือข่ายทำให้ลักษณะการเรียนรู้เปลี่ยนไป ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ **Constructivism** ไม่สามารถอธิบายหรือขยายพื้นที่การเรียนรู้ไปยังรูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยเทคโนโลยี เช่น การเรียนรู้ที่ถูกจัดเก็บและจัดการโดยเทคโนโลยี รวมถึงการอธิบายถึงวิธีการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในเครือข่ายที่ถูกเชื่อมโยง นอกจากนี้จะเห็นว่าความรู้ที่ถูกสร้างตามทฤษฎีการเรียนรู้สร้างความรู้ด้วยตนเองแล้ว การแก้ไขจะเกิดขึ้นได้ยากและถ้าหากมีการรับข้อมูลใหม่ขึ้นมา ความรู้ก็จะถูกจัดระเบียบขึ้นมาใหม่ ซึ่งคนเราอาจไม่ได้สร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ได้เสมอ ๆ เพียงแต่เรามีการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิมเท่านั้นเอง ถ้ามีการแก้ไขใด ๆ เราก็จะแก้ไขเฉพาะส่วนที่มันเชื่อมโยงกันอยู่ ซึ่งหากเรามีการแก้แบบทั้งโครงสร้างของความรู้ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า

อาจจะเกิดได้กับบางคนและบางเหตุการณ์เท่านั้น แนวคิด Connectivism จึงถูกนำมาใช้ในการอธิบาย การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล

### 1.8 การประยุกต์ใช้แนวคิด Connectivism กับการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้

ความรู้จะถูกเชื่อมโยงอย่างเหมาะสมทั้งทางด้านความรู้ ฐานข้อมูล สิ่งแวดล้อม พฤติกรรม การรับการถ่ายโอนข้อมูล การไหลของข้อมูล เครือข่ายทางสังคมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเรียนรู้ยุคดิจิทัล สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ ความหลากหลายของการเรียนรู้ ความเป็นอิสระของผู้เรียน การมีปฏิสัมพันธ์และการเปิดเผยให้เกิดการมีส่วนร่วม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (Downes, 2007)

1. ความหลากหลายของการเรียนรู้ (Diversity) เครือข่ายในการเรียนรู้ควรมีความหลากหลาย หมายถึงผู้เรียนควรได้รับมุมมองที่กว้างที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในการรับรู้ข้อมูล การได้สัมผัสกับประสบการณ์ที่หลากหลาย ความหลากหลายทำให้เรามีมุมมองที่หลากหลาย มองเห็นสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองที่ต่างออกไป มุมมองเหล่านี้จะกั้นกรองซึ่งกันและกัน และป้องกันไม่ให้เราเข้าไปสู่ข้อสรุป ความหลากหลายจะได้รับการสนับสนุนผ่านความสัมพันธ์และการเชื่อมต่อที่เปิดใช้งานผ่านการใช้แอปพลิเคชัน โซเชียลเน็ตเวิร์กช่วยให้เราเข้าถึง เชื่อมต่อและเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

2. ความเป็นอิสระของผู้เรียน (Autonomy) ผู้เรียนแต่ละคนมีอิสระในการเลือกเส้นทางการเรียนรู้ หมายถึง ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลหรือแหล่งเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือตามความต้องการ รวมไปถึงการเลือกสรรเครื่องมือเพื่อใช้ในการเชื่อมโยง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายสามารถตอบสนองในลักษณะที่หลากหลาย ซึ่งลักษณะการเลือกเส้นทางการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยตนเองนี้ เรียกว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ส่วนบุคคล

3. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interactivity) ความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นจากเครือข่ายเป็นผลจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก ไม่ใช่เพียงการรวมแนวคิดของสมาชิกในการเรียนรู้ ความรู้ที่เกิดขึ้นเกิดจากการสนทนาแลกเปลี่ยนระหว่างบุคคลอาศัยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ส่วนบุคคลซึ่งไม่เพียงแต่สนับสนุนการเข้าถึงเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังใช้ในการโต้ตอบและการสื่อสารอีกด้วย

4. การเปิดเผยให้เกิดการมีส่วนร่วม (Openness) ลักษณะเครือข่ายการเรียนรู้ ต้องมีลักษณะที่สามารถสร้างความมีส่วนร่วมในเครือข่าย และผู้เรียนแต่ละคนต้องสามารถได้รับผลสะท้อนจากเครือข่าย การเปิดกว้างเป็นสิ่งที่ทำให้การโต้ตอบเป็นไปได้ อุปสรรคที่ขัดขวางการสื่อสารภายในเครือข่าย จะจำกัดความสามารถของเครือข่ายในการเรียนรู้ ระบบออนไลน์จะทำให้ผู้ใช้เป็นอิสระจากการถูกจำกัดขอบเขตการสื่อสาร สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ส่วนบุคคลช่วยให้ผู้เรียนนำ

การเรียนรู้ของตนออกจากห้องเรียน และทำให้เป็นสิ่งที่พวกเขาสามารถแบ่งปันกับคนทั้งโลก เพื่อให้การเรียนรู้เป็นผลจากการแบ่งปันกับคนทั้งโลก

ตามแนวคิด Connectivism ความรู้จะเกิดเมื่อมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่รอบตัว ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อการปรับความรู้ที่มีอยู่ ลักษณะการเรียนรู้คือการเลือกและเชื่อมโยงสารสนเทศที่มีจำนวนมากมายหลากหลายและมีความเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ ณ เวลาในจุดพิคคของสถานที่ที่ต้องการตามประสงค์ ผู้เรียนทำการประมวลข้อมูล สังเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลที่มีอยู่ ณ ช่วงเวลาที่ต้องการใช้ข้อมูลนั้น ๆ การสอนและกลยุทธ์การเรียนรู้และกิจกรรมจะให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกเชื่อมโยงปัญหาที่ต้องการแก้ไข สังเคราะห์ ตรวจสอบ จัดเก็บสะสม สะท้อนคิด นำเสนอเป็นความรู้ที่อาจแตกต่างจากความรู้เดิมที่ปรากฏอยู่ในขณะนั้น โดยมีเป้าหมายหลักในการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ใช้ความรู้ สร้างสรรค์และเกิดนวัตกรรม ประเมินการเรียนรู้จากความสามารถในการสังเคราะห์และสร้างนวัตกรรม เทคโนโลยีในการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ได้แก่ สื่อใหม่ (New media) สื่อสังคม (Social media) เทคโนโลยีคลาวด์ (Cloud technology) แพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบเปิด (Open learning platform) เครือข่ายสังคม (Social network) (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2561)

## 2. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 ให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ ซึ่งต้องก้าวข้ามสาระวิชาไปสู่การเรียนรู้ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2555: 15) จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนไปสู่กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของทั้งครูและผู้เรียนที่มุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้สำคัญกว่าความรู้ และกระบวนการหาคำตอบสำคัญกว่าคำตอบ โดยใช้ฐานคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

### 2.1 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้อธิบายความหมายของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ไว้ ดังนี้

North Central Regional Educational Laboratory and the Metiri Group, NCREL (2003: 12) ให้นิยามทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ว่าเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียน พลเมืองและประชากรวัยทำงานในยุคดิจิทัลซึ่งทักษะดังกล่าวได้แก่ ความรู้ความสามารถพื้นฐานในยุคดิจิทัล การคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและการสร้างผลิตภัณฑ์สูง

Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills, P21 (2008: 10) ให้นิยามทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ว่าเป็นทักษะที่ทำให้เกิดการมีส่วนร่วม ความสำเร็จและสามารถแข่งขันในระบบเศรษฐกิจโลก โดยเพิ่มศักยภาพด้านการตลาด การจ้างงานและเตรียมความพร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองที่มีความเข้าใจ

และเคารพในความหลากหลายของกลุ่มชน เชื้อชาติและวัฒนธรรม ซึ่งทักษะดังกล่าวได้แก่ ทักษะ การคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ ข้อมูล ทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน การใช้ความรู้ที่เป็นสหวิทยาการ และการแก้ปัญหาที่เป็นคำถามปลายเปิด ทักษะการคิดสร้างสรรค์และการคิดในมุมมองของผู้ประกอบการ ทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน ทักษะการสร้างนวัตกรรมจากความรู้ ข้อมูล และโอกาส และทักษะการวางแผนทางการเงิน สุขภาพและความเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ

Saavedra, A. R. & Opfer, V. D. (2012: 5) ให้นิยามทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ว่าเป็น ทักษะที่ก้าวข้ามสาระวิชาและเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตในมุมมองที่ร่วมสมัยในโลกที่ซับซ้อน โดยให้ความสำคัญกับความอยากรู้อยากเห็น ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดที่ซับซ้อน ทักษะการเรียนรู้ ทักษะการสื่อสาร และเทคโนโลยี

Tony Wagner (2008: 1) ให้นิยามทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ว่าเป็นทักษะที่สำคัญในการ ดำรงชีวิตและการมีงานทำที่ดี ซึ่งได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ทักษะการทำงาน ร่วมกันผ่านเครือข่ายและการทำงานเป็นทีม ความคล่องแคล่วและการปรับตัว ความคิดริเริ่มและ การคิดแบบผู้ประกอบการ ทักษะการสื่อสารโดยการพูดและการเขียนที่มีประสิทธิภาพ การเข้าถึง และวิเคราะห์ข้อมูล และความอยากรู้อยากเห็นและความมีจินตนาการ

สรุปได้ว่าทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะที่แสดงออกถึงความสามารถของบุคคลที่ จะทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนและการทำงานในศตวรรษที่ 21 รวมถึงความพร้อมสำหรับ การเป็นพลเมืองที่มีความเข้าใจและเคารพในความหลากหลายของกลุ่มชน เชื้อชาติและวัฒนธรรม

การทบทวนเอกสาร (Literature reviews) เกี่ยวกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มีดังนี้

รายงานฉบับสมบูรณ์การจัดทำยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานให้เกิดความ รับผิดชอบ รวมแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เกี่ยวข้องและจำเป็นสำหรับความเป็นพลเมืองของ ประเทศไทย มุ่งองค์ประกอบดังนี้ (สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ และคณะ, 2556)

### 1. ความสำคัญของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในศตวรรษใหม่

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มีบางทักษะที่มีลักษณะถาวร (Perennial skills) มีความสำคัญ ในทุกช่วงของการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ทักษะ 4C คือ การทำงานเป็นทีม (Collaboration) การคิดอย่างมี วิจารณญาณ (Critical thinking) การคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creativity) และการสื่อสาร (Communication) และมีบางทักษะและความรู้ที่จำเป็นต่อการเป็นพลเมืองและการทำงานในศตวรรษที่ 21 ที่มีความแตกต่าง จากศตวรรษที่ 20 ซึ่งทักษะเหล่านี้มีลักษณะเปลี่ยนไปในโลกยุคดิจิทัล รวมถึงทวีความสำคัญมาก ยิ่งขึ้นจนกลายเป็นสิ่งที่ “ต้อง” มีมากกว่า “น่าจะ” มี ขณะที่บางทักษะถือเป็นทักษะชุดใหม่ที่จำเป็น ในบริบทของศตวรรษใหม่ เช่น ทักษะด้านสารสนเทศและการสื่อสาร ทักษะการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม

ฯลฯ ปัจจัยหลักที่นำพาความท้าทายและข้อเรียกร้องใหม่ ๆ สำหรับนักเรียนคือความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technologies – ICTs) ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อรูปแบบความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และวัฒนธรรม อย่างรอบด้าน ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษใหม่ นั่นคือ รูปแบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนไป การพึ่งพาอาศัยในระดับโลกที่เพิ่มมากขึ้น และภูมิทัศน์ในการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป ความก้าวหน้าทางไอซีที โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ต ได้เปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ในการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษใหม่อย่างมากมาย เทคโนโลยีด้านการสื่อสารได้ขยายพื้นที่การเรียนรู้ของนักเรียนออกไปนอกห้องเรียนโดยไม่ยึดติดกับพื้นที่ทางการในห้องเรียนแบบเดิม ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้สามารถบูรณาการเข้ากับชุดประสบการณ์ของสังคมภายนอกได้มากยิ่งขึ้น ทว่านักเรียนก็จำเป็นต้องเรียนรู้ทักษะในการจัดการกับข้อมูลมหาศาลอย่างที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในศตวรรษก่อนหน้า และใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านั้นในทางที่เป็นประโยชน์กับตน นอกจากนี้ เครื่องมือการสื่อสารแบบใหม่ เช่น สื่อสังคม ยังช่วยขยายรูปแบบการเรียนรู้จากการสื่อสารทางเดียวไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายสังคมที่มีการสื่อสารหลายทิศทาง

เพราะฉะนั้น ปัจจัยด้านความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีผลต่อการเรียนการสอนสมัยใหม่ที่ต้องปรับเปลี่ยนการเรียนในห้องให้เกิดการขยายขอบเขตการเรียนรู้สู่ผู้ดูแลเรียนรู้นอกห้องเรียน ซึ่งส่งผลกระทบต่อรูปแบบการทำงาน การสืบค้นและการเรียนรู้ นำมาสู่ความสนใจและข้อเรียกร้องซึ่งทำให้ทักษะและความรู้ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนแตกต่างจากเดิม ในศตวรรษที่ 20 โรงเรียนทำหน้าที่สอนข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกรมาแล้วและถูกนำเสนอในรูปแบบของข้อเท็จจริงที่นักเรียน เพียงแต่จดจำข้อมูล โดยไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์จริงหรือใช้วิจารณญาณในการจัดการกับปัญหาที่แปลกใหม่ได้ต้องจดจำ นักเรียนไม่ถูกสอนให้ตั้งคำถาม สืบค้น และสร้างสรรค์คำตอบด้วยตนเอง การสอนเนื้อหาโดยไม่พัฒนาทักษะในการคิดส่งผลให้ทักษะที่ได้รับไม่เพียงพอสำหรับการทำงานและดำรงชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21

## 2. นิยามและกรอบความคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นมีความสำคัญด้วยเหตุผลที่สำคัญ คือ ทักษะบางข้อเป็นทักษะใหม่ตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงของศตวรรษที่ 21 ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการผนวกรวมเข้าไปในระบบการศึกษา ทักษะนี้มีความสำคัญกับนักเรียนทุกคนในศตวรรษที่ 21 และควรถูกรับรู้ไว้เป็นวาระสำคัญของการศึกษาขั้นพื้นฐาน และทักษะเหล่านี้ไม่เคยได้รับความสำคัญ

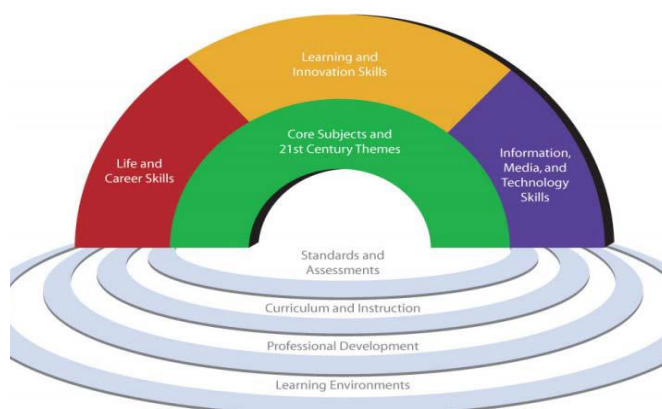
อย่างจริงจังในหลักสูตรและการสอนในวงกว้าง ด้วยเหตุผลดังกล่าวทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญในการดำรงชีวิตและทำงานในระบบสังคมและเศรษฐกิจของศตวรรษที่ 21

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills) หรือที่เรียกอย่างย่อว่า P21 เป็นองค์กรที่เกิดจากรวมตัวของผู้มีส่วนได้เสียอันหลากหลาย อาทิ ผู้นำด้านการศึกษา ผู้กำหนดนโยบาย นักวิชาการ ภาคธุรกิจได้พัฒนารอบความคิดสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่ออธิบายทักษะการเรียนรู้ที่นักเรียนควรมีไว้อย่างเป็นระบบและรอบด้าน

โดยกรอบแนวคิดนี้เป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากการพูดคุยอย่างต่อเนื่องกับผู้มีส่วนได้เสียในทุกภาคส่วนทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา และผ่านการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญและผู้คร่ำหวอดในแวดวงการศึกษา

ภาพ 2 แสดงให้เห็นภาพรวมของวิสัยทัศน์การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของกลุ่ม P21 ซึ่งอธิบายถึงองค์ประกอบสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่บูรณาการทั้งเนื้อหาความรู้ (สาระวิชาหลักและความรู้สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21) และชุดทักษะต่าง ๆ รวมถึงทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีและทักษะชีวิตและอาชีพเข้าด้วยกัน โดยองค์ประกอบเหล่านี้เชื่อมโยงกับระบบการพัฒนาการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล รวมถึงหลักสูตรและวิธีการสอน การพัฒนาวิชาชีพและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ซึ่งควรได้รับการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อธิบายถึงผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในแต่ละส่วนไว้ดังนี้

**สาระวิชาหลัก:** ตามกรอบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของกลุ่ม P21 ได้กำหนดสอดคล้องกับรายวิชาหลักที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาพื้นฐานถ้วนหน้า ค.ศ. 2001 (No child left behind act of 2001) ของสหรัฐอเมริกา โดยกรอบความคิดนี้อยู่บนพื้นฐานที่ว่าทักษะจำเป็นต้องถูกสร้างขึ้นบนฐานของสาระวิชาและความรู้พื้นฐาน เพราะการเรียนรู้เนื้อหาในสาระวิชาหลักยังมีความสำคัญ



ภาพที่ 2 กรอบความคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ที่มา: สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ และคณะ, 2556

**สาระวิชาหลัก (Core subjects):** หมายถึงวิชาที่เป็นความรู้พื้นฐานที่นักเรียนควรได้รับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ เศรษฐศาสตร์ การอ่าน หรือศิลปะการใช้ภาษา ภาษาต่างประเทศ ศิลปะ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง

**ระบบส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21:** หมายถึงระบบส่งเสริมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ได้แก่ การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และการประเมินผล หลักสูตรและวิธีการสอน การพัฒนาวิชาชีพและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้

**ความรู้สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21:** ความรู้ต้องมีลักษณะข้ามสาขาวิชา เป็นการเรียนรู้เนื้อหาที่ไม่แบ่งตามสาขาวิชา สามารถใช้เป็นแนวทางในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างสาขาวิชาเข้าด้วยกัน การเรียนรู้เฉพาะสาระวิชาหลักนั้นไม่เพียงพอ หลักสูตรจำเป็นต้องผนวกความรู้และแนวคิดสำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งความรู้เหล่านี้ประกอบด้วย

- **ความรู้เรื่องโลก:** การเรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างด้านหลากหลายวัฒนธรรมและศาสนาเพื่อเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นเพื่อจะทำงานร่วมกัน ความสามารถในการใช้ภาษาต่างประเทศ การทำความเข้าใจและรับมือกับประเด็นในระดับโลก เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสถานะ โลกร้อน เป็นต้น

- **ความรู้ด้านการเงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการ:** ความสามารถในการเรียนรู้ด้านเศรษฐกิจ ระบบการผลิต การตลาด รวมถึงความสามารถในการตัดสินใจเลือกทางเศรษฐกิจได้อย่างเหมาะสม เข้าใจความสำคัญของระบบเศรษฐกิจต่อสังคมและรู้จักใช้ทักษะการเป็นผู้ประกอบการเพื่อเพิ่มผลิตภาพในการทำงาน รวมถึงการออมและการลงทุน

- **ความรู้ด้านพลเมือง:** ความรู้เกี่ยวกับหน้าที่และสิทธิในความเป็นพลเมือง ความเข้าใจในกลไกการทำงานของรัฐบาล การเข้าร่วมกิจกรรมทางการเมืองอย่างเหมาะสม รู้จักสิทธิและหน้าที่พลเมืองในทุกๆระดับ ทั้งระดับท้องถิ่น รัฐ ประเทศ และ โลก และรับรู้ถึงผลกระทบในระดับท้องถิ่นและระดับโลกจากการตัดสินใจทางการเมือง

- **ความรู้ด้านสุขภาพ:** ความรู้ความเข้าใจหลักปฏิบัติพื้นฐานและการรับรู้เข้าใจถึงข้อมูลและบริการพื้นฐานด้านสุขภาพ และรู้จักใช้ข้อมูลและบริการเหล่านั้นเพื่อดูแลสุขภาพของตนเอง เข้าใจวิธีดูแลและป้องกันสุขภาพร่างกายและจิตใจ เช่น การป้องกันตนเองจากอุบัติเหตุ การกินอาหารและออกกำลังกายอย่างเหมาะสม การหลีกเลี่ยงความเสี่ยงและการลดความเครียด ฯลฯ สามารถกำหนดเป้าหมายและวางแผนด้านสุขภาพสำหรับตนเองและครอบครัว การประกันสุขภาพและเข้าใจประเด็นความปลอดภัยและสาธารณสุขในระดับประเทศและความร่วมมือระหว่างประเทศ

**ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม :** เป็นทักษะที่นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานและการดำรงชีวิต เป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่มีความสำคัญที่สุดในการ

เตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการทำงานในระบบเศรษฐกิจและเทคโนโลยี ที่ความซับซ้อนมากขึ้น ทักษะเหล่านี้ประกอบด้วย

- **ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม:** การสร้างแนวคิดที่มีแนวทางแปลกใหม่ สามารถพัฒนาจนสามารถนำมาใช้ได้จริงในการทำงาน ซึ่งพัฒนากลายเป็นนวัตกรรมที่ได้รับการยอมรับ และมีคุณค่าในวงกว้าง

- **การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ไขปัญหา:** สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับอย่างมีเหตุมีผล มีหลักฐานรองรับในการตัดสินใจ มีระบบการคัดกรองข้อมูล สามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ รวมถึงการประเมินความซับซ้อนของระบบ ความสามารถในการสังเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน สามารถตีความข้อมูลและหาข้อสรุป การถอดบทเรียนจากประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองและผู้อื่น สามารถตัดสินใจปัญหาด้วยวิธีการอันหลากหลาย การขยายมุมมองที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหอย่างรอบด้าน

- **การสื่อสารและการทำงานร่วมกัน:** ความเข้าใจในความหลากหลายและความแตกต่างระหว่างบุคคล ความยืดหยุ่นในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการประสานความร่วมมือ การสื่อสารที่เหมาะสมกับบริบท ความสามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม สามารถทำงานร่วมกับทีมที่มีสมาชิกหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพและด้วยความเคารพซึ่งกันและกัน เข้าใจถึงความรับผิดชอบร่วมในการทำงานร่วมกัน และให้เห็นความสำคัญของระบบทีมในการมีส่วนร่วมของผู้ร่วมงาน

**ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี :** ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ดำรงชีวิตทั้งด้านการเรียนรู้และการทำงาน ทักษะด้านเทคโนโลยีจะช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานและการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต นักเรียนต้องมีทักษะในการจัดการและใช้ประโยชน์จากข้อมูล รวมถึงการปรับตัวให้มีความรู้และรู้เท่าทันกับการพัฒนาของเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและสามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และการสร้างสรรค์แนวคิดนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ทักษะดังกล่าวประกอบด้วย

- **ทักษะด้านสารสนเทศ:** ความสามารถในการจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ทันทต่อเหตุการณ์และสามารถใช้เครื่องมือประเมินความถูกต้องของข้อมูล สามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ได้อย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า และจัดการกับแหล่งข้อมูลที่หลากหลายได้อย่างเป็นระบบ มีความรู้ความเข้าใจถึงประเด็นทางจริยธรรมและทางกฎหมายด้านสารสนเทศ



- **ทักษะด้านสื่อ:** ความเข้าใจและรู้เท่าทันสื่อต่าง ๆ ที่นำเสนอผ่านสังคมออนไลน์ รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้บริโภคสื่อ รวมถึงผลกระทบของสื่อที่มีต่อความเชื่อและค่านิยมของสังคมโดยรวม รวมทั้งเข้าใจประเด็นทางจริยธรรมและทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและการใช้สื่อ

- **ทักษะด้านไอซีที:** การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการจัดการและการสื่อสาร นำเสนอข้อมูล การสร้างสรรค์สื่อด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสม

**ทักษะชีวิตและการทำงาน** นักเรียนต้องมีทักษะชีวิตและทักษะการทำงานให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมศตวรรษที่ 21 ดังนี้

**ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว:** มีความเข้าใจในความหลากหลายทางวัฒนธรรมและการทำงานร่วมกับคนที่มาจากภูมิภาคและมีภูมิหลังที่แตกต่างกันทั้งด้านสังคม ศาสนา วัฒนธรรมและความสามารถ รวมถึงแนวคิดและทัศนคติ รวมถึงสามารถทำงานในบริบทที่มีการเปลี่ยนแปลง และสามารถบริหารจัดการกับความเห็นและความเชื่อที่แตกต่างเพื่อหาข้อสรุปที่เหมาะสม มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับหน้าที่และความรับผิดชอบ

- **ความคิดริเริ่มและการชี้นำตนเอง:** มีความสามารถในการวางแผนงานและกำกับตัวเอง ให้ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้เป็นอย่างดี โดยไม่ต้องมีคนคอยกำกับ จัดลำดับความสำคัญของงาน สามารถวางเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาว วิเคราะห์และถอดบทเรียนเพื่อใช้พัฒนางานในอนาคต มีความสามารถในการบริหารเวลาและจัดการกับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- **ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม:** สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกับทีมที่มีวัฒนธรรมหรือสังคมที่หลากหลาย และเปิดรับแนวคิดและคุณค่าที่แตกต่าง การสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม

- **การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิดชอบ:** มีแนวคิดในการทำงานในลักษณะของการเป็น **ผู้ประกอบการ** ที่รู้จักวางแผน จัดลำดับความสำคัญ และจัดการกับงานให้ลุล่วงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ มีทักษะในการทำงานที่หลากหลาย สามารถบริหารจัดการด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับงานได้พร้อม ๆ กัน มีภูมิคุ้มกันต่อความกดดันและมีความพยายามในการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

- **ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ:** มีความสามารถในการสร้างจุดร่วมในการทำงาน โดยใช้ระบบทีม สร้างเป้าหมายและอาศัยการมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน และมีความรับผิดชอบต่อผลที่เกิดขึ้นต่อส่วนรวม

กรอบความคิดของกลุ่ม P21 ได้ออกแบบกรอบความคิด โดยเริ่มต้นจากการกำหนดคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการศึกษาต่อในแต่ละระดับที่สูงขึ้น และอธิบายถึงกรอบ

ความรู้และทักษะต่าง ๆ ที่สำคัญต่อการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 ไว้อย่างรอบด้านและเป็นระบบ โดยเป้าหมายเหล่านี้ถูกใช้เป็น “ภาพใหญ่” เพื่อให้ผู้มีส่วนได้เสียทั้งหมดเห็นกรอบเป้าหมายร่วมกันและออกแบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้ทั้งหมดให้สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กรอบความคิดนี้ยังนำเสนอทักษะความรู้ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น ความรู้ด้านการเงินและเศรษฐกิจ รวมถึงการลงทุนและการออมที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้การวางแผนการเงินด้วยตนเอง นอกเหนือจากการนำเสนอทักษะที่จำเป็นอย่างรอบด้านในศตวรรษที่ 21

สิ่งที่โดดเด่นในกรอบความคิดของกลุ่ม P21 อีกประการหนึ่ง คือ การพัฒนาทักษะต้องทำบนฐานของเนื้อหาวิชาและการเรียนรู้เนื้อหาพร้อมกับทักษะจะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งมากขึ้น เชื่อว่าการเน้นย้ำความสำคัญของการเรียนเนื้อหาตามสาระวิชาต้องควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะ

## 2.1 ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้โดย “ก้าวข้ามสาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21” เป็นลักษณะการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 (สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558; วิจารณ์ พานิช, 2555) ซึ่งผู้เรียนควรมีทักษะครอบคลุม 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา รวมทั้งการสื่อสารและการร่วมมือ จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน

2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ความรู้ด้านสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อและความรู้ด้านเทคโนโลยี มีความสำคัญต่อการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยี ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีในการจัดการกับข้อมูลข่าวสารและการสื่อสาร

3. ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ เป็นทักษะที่จำเป็นและสำคัญสำหรับในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ ได้แก่ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (Productivity) และความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (Accountability) และภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Responsibility) ซึ่งนักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนา

## 2.2 ครูในศตวรรษที่ 21

ลักษณะของครูสอนในศตวรรษที่ 21 ตามทิศทางหรือแนวทางของการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ (ประสิทธิ์ วัฒนาภา, 2558)

1) การเปลี่ยนจากลักษณะการเรียนการสอนเดิมที่เรียกว่าการสอนเชิงอุตสาหกรรม (Industrial model of pedagogy) ไปสู่ลักษณะที่เรียกว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning) ซึ่งพัฒนาต่อไปสู่การร่วมมือเพื่อสร้างองค์ความรู้ (Collaborative knowledge production)

2) การปรับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการและสื่อในการเรียนการสอนใหม่ (New modus operandi)

3) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจและความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในสังคมโลก

4) ครูต้องสามารถดึงศักยภาพของนักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

5) ครูต้องเป็นมีความเป็นสมาชิกของทีมที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) ครูต้องมีทักษะความสามารถในการใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อพัฒนานักเรียนได้

7) ครูต้องสามารถทำงานกับนักเรียนในการร่วมกันสร้างการเรียนรู้

8) ครูสามารถใช้ข้อมูลสารสนเทศในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและพัฒนาการจัดการเรียนการสอน

9) ครูคือผู้ที่เรียนรู้ตลอดชีวิตให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย

10) ครูมีความเป็นนักการศึกษาที่เป็นสากล มีมุมมองที่กว้างขวางและยืดหยุ่น

11) ครูเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง

ครูเป็นบุคคลสำคัญที่สุดที่จะส่งผลต่อคุณภาพการเรียนการสอนและคุณภาพของผู้เรียน คุณลักษณะของครูในศตวรรษที่ 21 ต้องเป็นผู้ที่มีความรอบรู้มากขึ้น มีความเป็นมืออาชีพ มีความสามารถและศักยภาพสูง เป็นผู้ที่มีนวัตกรรมการสอนเพื่อให้ นักเรียนได้ผลด้วยการเรียนรู้ตามที่ต้องการ และเตรียมความพร้อมให้แก่ นักเรียนในการเข้าสู่โลกของการทำงานในศตวรรษที่ 21 ครูควรเป็นผู้รักในอาชีพ มีชีวิตเรียบง่ายและมีจิตวิญญาณของความเป็นครู โดยมีการกำหนดสมรรถนะของครูโดยภาพรวม (สุริยา ช้องเสนาะ, 2556: 2-3) ประกอบด้วย

1) ความรู้ในเนื้อหาวิชา

2) การสื่อสารและการใช้ภาษา

3) การพัฒนาหลักสูตร

4) หลักการจัดการเรียนรู้

- 5) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 6) การบริหารจัดการชั้นเรียน
- 7) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมทางการศึกษา
- 8) การวัดและประเมินผล
- 9) การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน
- 10) จิตวิทยาสำหรับครู
- 11) การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน
- 12) คุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณในวิชาชีพ
- 13) ภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม
- 14) การพัฒนาตนเองและวิชาชีพ
- 15) การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน

สรุปลักษณะของครูในการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มี ดังนี้

1. มีความเป็นนักการศึกษาที่เป็นสากล
2. เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง
3. เป็นผู้อำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจและความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในสังคมโลก
4. มีความสามารถในการใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อพัฒนานักเรียนได้
5. สามารถใช้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและพัฒนาการจัดการเรียนการสอน

### 2.3 การใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

บริบทสังคมในศตวรรษที่ 21

บริบทของสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้แนวทางหรือรูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เปลี่ยนแปลงไปจากยุคที่ผ่านมา บริบทการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สามารถแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ งานที่ใช้ความรู้ (Knowledge work) เครื่องมือสนับสนุนการคิด (Thinking tools) การใช้ชีวิตในยุคดิจิทัล (Digital lifestyle) และการวิจัยการเรียนรู้ (Learning research) (Trilling & Fadel, 2009) มีรายละเอียดดังนี้

1. งานที่ใช้ความรู้ (Knowledge work) เนื่องจากศตวรรษที่ 21 เป็น ยุคสังคมความรู้ที่มีความรู้เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดงานต่าง ๆ สิ่งที่ส่งผลให้เกิดความต้องการในด้าน แรงงานที่สามารถใช้ความรู้และเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อการทำงานในชีวิตประจำวัน การทำงานของความรู้ในปัจจุบันเป็นไปในลักษณะของความร่วมมือหรือการทำงานที่เชื่อมโยงกันเป็นทีม โดยมี

เครื่องมือทางเทคโนโลยีที่หลากหลายหลายรูปแบบ สิ่งสำคัญที่จะทำให้ความรู้สามารถทำงานได้คือบุคคลที่เป็นเสมือนคนดำเนินการความรู้ (Knowledge worker) ที่ต้องสามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ สร้างสรรค์ ประดิษฐ์คิดค้นให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่สามารถสร้างประโยชน์ให้แก่เศรษฐกิจและสังคม

2. เครื่องมือสนับสนุนการคิด (Thinking tools) เทคโนโลยีและอุปกรณ์ดิจิทัลและบริการเป็นสิ่งที่มาสนับสนุนงานที่ใช้ความรู้และถือเป็นเครื่องมือที่来帮助สนับสนุนความคิดหรือวิธีคิดในศตวรรษที่ 21 ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการสื่อสารเป็นไปอย่างรวดเร็ว เห็นได้จากการพัฒนาวัสดุคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กลงในขณะที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การจัดเก็บข้อมูลที่มากขึ้น และการเข้าถึงข้อมูลที่มีความรวดเร็วเหล่านี้เป็นความท้าทายของการเรียนการสอนที่ในอดีตทุกคนจำเป็นต้องทำการท่องจำสิ่งต่าง ๆ จำนวนมหาศาลแต่ปัจจุบันเป็นสิ่งที่ตรงกันข้าม เพราะความรู้ทั้งหลายล้วนจัดเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงเป็นเครื่องมือการคิดและความรู้ที่ช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ล้าสมัย และเข้าไปเปลี่ยนแปลงแนวทางการเรียนรู้ในโรงเรียนอย่างมากมาย

3. การใช้ชีวิตในยุคดิจิทัล (Digital lifestyle) ความก้าวหน้า เทคโนโลยีส่งผลให้อุปกรณ์สื่อสารหรือเครื่องมือการทำงานได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในยุคศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้แนวทางการเรียนรู้สมัยใหม่จำเป็นต้องเข้าใจสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปโดยปัจจัยทางเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของคนยุคปัจจุบันนั้นจำเป็นต้องฝึกฝนให้บุคคลสามารถใช้งานสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลและรู้เท่าทันเทคโนโลยี

4. การวิจัยด้านการเรียนรู้ (Learning research) ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาแนวทางการเรียนรู้ของบุคคลได้ปรับเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว การเรียนรู้ในปัจจุบันนั้นเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ของคนในยุคดิจิทัลและยุคสังคมความรู้ การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ผ่านมาทำให้พบหลักการหรือปัจจัยการเรียนรู้ในสมัยใหม่ 5 ประการ (วิจารณ์ พานิช, 2555) ดังนี้

4.1 การเรียนการสอนตามสภาพจริง (Authentic learning) คือการเรียนรู้ที่ไม่ใช่การเรียนรู้ที่จำกัดอยู่แต่ในห้องแต่การเรียนจะต้องให้ ผู้เรียนอยู่ในบรรยากาศที่ใกล้เคียงกับความจริงหรือชีวิตจริงมากที่สุด ด้วยเหตุนี้ห้องเรียนจึงไม่ใช่แหล่งเรียนรู้ที่ดีที่สุดแต่การเรียนรู้ที่แท้จริงจะต้องให้ผู้เรียนได้สัมผัสหรือเผชิญกับบรรยากาศหรือแวดล้อมทางสังคมทั่วไปที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิต

4.2 การเรียนรู้เพื่อสร้างรูปแบบกระบวนทัศน์ (Mental model building) การเรียนรู้ในระดับสร้างกระบวนทัศน์อาจมองอีกมุมหนึ่งว่าเป็น Authentic learning แนวหนึ่ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้วิธีการนำเอาประสบการณ์มาสังเคราะห์จนเกิดเป็นกระบวนทัศน์ (หรือความเชื่อ ค่านิยม)

และที่สำคัญกว่านั้นคือ สิ่งสมประสบการณ์ใหม่เอามาโต้แย้งความเชื่อ หรือค่านิยมเดิม ทำให้เกิด กระบวนทัศน์ใหม่นั้นคือการเรียนรู้ ทำให้คนที่มีความคิดเชิงกระบวนทัศน์ชัดเจนสามารถเกิด การเรียนรู้เชิงกระบวนทัศน์ใหม่ได้

4.3 การสร้างแรงจูงใจภายใน (Internal motivation) การเรียนรู้ที่แท้จริง ผลักดัน ด้วยแรงจูงใจ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ภายในตัวคน ไม่ใช่ขับเคลื่อนด้วยแรงผลักดันจากครูหรือผู้ปกครอง เด็กที่เรียน เพราะไม่อยากจะขี้ใจครู่หรือผู้ปกครองจะเรียนเท่าเด็กที่เรียนเพราะอยากเรียน แต่เมื่อเด็กมีแรงจูงใจ และได้รับการส่งเสริมที่ถูกต้องจากครู ความสนใจใฝ่รู้ก็จะตามมา ทำให้เกิดการเรียนรู้ในมิติที่ลึกซึ้ง และเชื่อมโยง

4.4 ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple intelligence) ความถนัดหรือปัญญาเป็นสิ่งที่คิด ตัดมาแต่กำเนิดต่างกัน รวมทั้งวิธีการเรียนรู้ต่างกัน ดังนั้น จึงเป็นความท้าทายของครูและผู้ปกครอง ในการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างของเด็กแต่ละคน และการเรียนรู้ส่วนหนึ่งเป็นการเรียนรู้ เฉพาะตัว (Personalized learning)

4.5 การเรียนรู้ทางสังคม (Social learning) เป็นการเรียนรู้จากกิจกรรมทางสังคม ถือเป็นการเรียนรู้ตามสภาพจริงเช่นเดียวกัน ผู้เรียนจะต้องสามารถอยู่ในสังคมโดยเข้าใจคุณค่า และ วิถีของสังคม รวมถึงสังคมในประชาคมโลกที่มีการเชื่อมต่อกันอย่างใกล้ชิด

จากแนวคิดข้างต้นเห็นได้ว่าแนวทางการเรียนรู้ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เนื่องจากมี บริบทใหม่เกิดขึ้นซึ่งมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้โดยตรง ความรู้ที่เกิดขึ้นทำให้มนุษย์ไม่มีความสามารถ เพียงพอที่จะจัดเก็บหรือจดจำความรู้ไว้ในตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเครื่องมือการคิดได้เข้า มาช่วยจัดการความรู้ให้กับมนุษย์ อย่างไรก็ตามมนุษย์จำเป็นต้องมีความสามารถในการใช้เครื่องมือ ดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาบุคคลให้เป็นพลเมืองแห่งศตวรรษที่ 21 รูปแบบ และแนวคิด โดยพื้นฐานส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning by doing) และให้ ความสำคัญกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการ ดำรงชีวิต ทำให้สามารถ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือหาทางออกด้วยตนเอง ดำเนินกิจกรรมบนพื้นฐาน ของปัญหา โดยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้อย่างแพร่หลายคือการเรียนแบบโครงการ (Project-based learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องใช้ทักษะที่สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง สามารถเชื่อมโยง เข้ากับโลกแห่งความเป็นจริง การสนับสนุน ความร่วมมือในการทำงานซึ่งผู้เรียนจะต้องรู้จักการ วางแผน การระดมความคิดเห็น การต่อรอง เสนอความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และต้องใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนรู้หรือการทำงานของตน (Bell, 2010)

จากการศึกษาวิจัยกรอบแนวคิดเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยในศตวรรษที่ 21 จาก ASEAN Curriculum Sourcebook ทักษะแห่งศตวรรษที่ 12 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 จิตแห่งอนาคตและทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สามารถนำเสนอออกมาเป็นแผนภาพบุคคลแห่งศตวรรษที่ 21 ได้ดังนี้ (สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพเยาวชน, 2556)



แผนที่ 3 บุคคลแห่งศตวรรษที่ 21

ที่มา : สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพเยาวชน, 2556

## 2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

Saavedra และ Opfer (2012) มีแนวคิดที่เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียน 9 ด้าน ดังนี้

1. การเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการใช้ชีวิตประจำวัน (Make it relevant) หมายถึงการออกแบบหลักสูตรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของเด็ก
2. การสอนที่เชื่อมโยงผ่านรายวิชาที่เรียน (Teaching through the disciplines) หมายถึงการเรียนรู้เนื้อหาความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ผู้เรียนต้องเรียนรู้ทักษะที่สัมพันธ์กับประโยชน์ของความรู้ภายใต้รายวิชาที่เรียน ดังนั้นการเรียนรู้ควรเกิดขึ้นผ่านรายวิชาที่เรียนปกติ เช่น การเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ว่าเหตุใดวิทยาศาสตร์จึงเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตและปัญหาชนิดใดในชีวิตที่เขาสามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองอย่างไร เป็นต้น

3. การพัฒนาทักษะการคิด (Develop thinking skills) หมายถึง ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาทั้งทักษะการคิดขั้นต้นและการคิดขั้นสูงอย่างต่อเนื่อง เช่น นักเรียนสามารถฝึกฝนทักษะการคิดขั้นต่ำ ครูอาจตั้งคำถามแก่ผู้เรียนเพื่อให้ได้ใช้ทักษะการคิดขั้นสูง

4. การส่งเสริมการถ่ายโอนความรู้ (Encourage learning transfer) โดยทั่วไปเนื้อหาการเรียนการสอนไม่ได้เตรียมผู้เรียนให้สามารถถ่ายโอนความรู้ในสิ่งที่ตนได้เรียนรู้มา แต่สิ่งนี้สามารถปลูกฝังให้แก่ผู้เรียนได้ โดยนักเรียนต้องสามารถประยุกต์ทักษะและความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในรายวิชาหนึ่งไปสู่อีกวิชาหนึ่ง และสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียนไปสู่การใช้ชีวิตในด้านอื่น ๆ นอกชั้นเรียน

5. สอนผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ (Teach students how to learn) การให้การศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือการสอนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือเรียนเพื่อเรียนรู้ (Learning to learn) และผู้เรียนต้องตระหนักอยู่เสมอว่าตนเองได้เรียนรู้ได้อย่างไร เนื่องจากการเรียนในระบบโรงเรียนนั้นมีข้อจำกัดหลายด้านต่อการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องเข้าใจว่าการเรียนเพื่อเรียนรู้ไม่ใช่เพียงแค่การเรียนเพื่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่กิจกรรมที่สามารถพัฒนาการคิดก็สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะ ความรู้ กลยุทธ์และทัศนคติที่มีประสิทธิผลต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

6. การสร้างความเข้าใจในสิ่งที่ตนเองเข้าใจความคลาดเคลื่อนด้วยตัวเอง (Address misunderstandings directly) หมายถึง ผู้เรียนสามารถหาวิธีการหรือทางเลือกในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ด้วยประสบการณ์ของตนเอง เด็กทุกช่วงวัยควรเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเป็นโดยตรงและด้วยตนเอง อาจมีข้อสงสัยหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นต่าง ๆ มากมายจนกว่าพวกเขาจะมีโอกาสในการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในประเด็นนั้น ๆ อย่างลึกซึ้ง

7. การทำงานเป็นทีมให้เป็นผลลัพธ์ของการเรียนรู้ (Treat teamwork outcome) หมายถึง ความสามารถในการสร้างความร่วมมือในการทำงานร่วมกับผู้อื่นนั้น สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 และเป็นเงื่อนไขสำคัญสำหรับการเรียนรู้ที่ดี การสร้างทักษะความร่วมมือครูสามารถออกแบบการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบ

8. การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ (Exploit technology to support learning) หมายถึง เทคโนโลยีนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะเทคโนโลยีจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายและรวดเร็ว ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการสื่อสารได้โดยใช้วิธีการใหม่ ๆ ที่หลากหลาย



9. การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (Foster creativity) ความคิดสร้างสรรค์ถือเป็นสิ่งที่มีคุณค่าและมีมูลค่าสำหรับเศรษฐกิจ ความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เป็นสิ่งที่อยู่ตายตัวกับตัวบุคคล แต่สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน โดยผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ ความคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างขึ้นในตัวผู้เรียนผ่านเนื้อหาวิชาที่ได้เรียนรู้ ถ้าผู้เรียนสามารถหาเหตุผลของการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตของคน ผู้เรียนก็จะสามารถค้นพบความรู้ที่สามารถนำไปใช้สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ในการใช้ชีวิตได้ สำหรับครูและผู้ปกครองการกระตุ้นหรือการ สร้างแรงจูงใจจะสามารถช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวผู้เรียนได้

### 3. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) หมายถึง ความสามารถในการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงเพื่อหาความสัมพันธ์หรือคำตอบได้อย่างมีวิจารณญาณ บุคคลที่ได้ชื่อว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเหตุผลเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ และบริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบในการพิจารณา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561: 20)

#### 3.1 ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป้าหมายในการจัดการด้านการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่นานาชาติให้การยอมรับ โดยมีการแบ่งความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ระดับ (สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) ได้แก่

1. ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มหภาค (Macro view) ซึ่งมีผลต่อเศรษฐกิจ สังคมและการวางนโยบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในมุมมองระดับประเทศ ได้แก่

1.1 การสนับสนุนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในประเทศ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้ประเทศมีศักยภาพในการแข่งขันกับนานาชาติ งานวิจัยและการพัฒนาด้านต่าง ๆ เกิดจาก คิดค้นสร้างนวัตกรรมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการพัฒนาประเทศ การที่พลเมืองมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีหลักคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ ก็จะทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศอย่างมีประสิทธิภาพและเป็น การสร้างความมั่นคงให้กับประเทศอย่างยั่งยืน

### 1.2 ความสัมพันธ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเศรษฐกิจ

การมีความรู้ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจที่ถูกต้องต่อวิทยาศาสตร์ จะทำให้ประชาชนมีระดับความรู้ในเรื่องของวิทยาศาสตร์ที่ดี และเห็นถึงความสำคัญในให้การสนับสนุนทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นการเพิ่มแรงจูงใจให้กับ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มากยิ่งขึ้น รวมถึงการสร้างการรับรู้ในกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้เห็นคุณค่าในงานวิจัยต่าง ๆ ให้การสนับสนุนแหล่งเงินทุน และให้การสนับสนุนการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์

### 1.3 ความสัมพันธ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และความคาดหวังของประชาชน ต่อวิทยาศาสตร์

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของประชาชนจะมีความสัมพันธ์กับการสนับสนุน ด้านนโยบายทางวิทยาศาสตร์ เพราะหากประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ก็จะเห็น ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในการสร้างความมั่นคงและการพัฒนาประเทศ ประชาชนจะเกิดความ มั่นใจ รวมถึงให้การสนับสนุนนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

### 1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม วิทยาศาสตร์มีบทบาทในการ ขับเคลื่อนสังคมในการพัฒนาและยกระดับคุณภาพชีวิต รวมถึงมาตรฐานด้านค่านิยมเชื่อมโยงไปถึง วัฒนธรรมและในชีวิตประจำวันของทุกคน หากประชาชนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถบูรณา การวิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นวิถีชีวิต ก็จะสามารถมีแนวปฏิบัติต่าง ๆ ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อในด้านต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อม หรือสุขภาพ เป็นต้น

## 2. ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จุลภาค (Micro view)

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญต่อคุณภาพของทรัพยากรมนุษย์ในแต่ละ ประเทศ เพราะเป็นความรู้พื้นฐานที่จะต้องนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น การรักษาพยาบาลและสิ่งแวดล้อม การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ การใช้บริการทางด้านสุขภาพ เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมพื้นฐานเหล่านี้มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้น การรู้ เรื่องวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อประชาชน นอกจากประโยชน์ที่ตัวบุคคลจะได้รับโดยตรงแล้ว การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อสังคมและการพัฒนาของประเทศในอนาคตอีกด้วย (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2561)

### 3.2 พื้นฐานของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (The nature of science) เป็นปรากฏการณ์ที่มนุษย์พยายามเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยให้มีความคิดที่มีเหตุมีผลทางด้านกายภาพ ชีววิทยา จิตวิทยา และสังคม ผ่านการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นำมาสู่การคิดที่อยู่บนหลักการและเหตุผลซึ่งเป็นพื้นฐานของธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ นำมาสู่การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลต่อการนำเสนอทัศนคติ และสะท้อนให้เห็นความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และศาสตร์ความรู้ด้านอื่น ๆ ดังนั้น การศึกษาวิทยาศาสตร์จึงเป็นความพยายามทางปัญญาและทางสังคมที่ควรได้รับบทบาทสำคัญในหลักสูตร การเข้าใจข้อสรุปและข้อจำกัดทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้มากขึ้น ตลอดจนพัฒนาความสามารถในการอธิบายความซับซ้อนและนามธรรม การวางขั้นตอนในการนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับมุมมองของโลกว่าวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific worldview) การศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่พยายามพิสูจน์และให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์และความเป็นจริงของโลกและจักรวาล เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยอยู่บนพื้นฐานของหลักคิดที่ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกิดการปรับเปลี่ยนอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นคำถาม ทฤษฎี การประดิษฐ์อุปกรณ์ การพัฒนาเทคนิค การสังเกตการณ์ การเก็บรวบรวม ตัวอย่าง การทดลอง และการวิเคราะห์ การดำเนินการใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น เพราะฉะนั้นกระบวนการในการศึกษาจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงและไม่หยุดนิ่ง โดยเฉพาะขั้นตอนการตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบที่จะทำให้เกิดค้นพบองค์ความรู้หรือนวัตกรรม

2. การหาข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ในกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนต้องมีโอกาสเข้าถึงข้อมูลความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการมีส่วนร่วมผ่านการศึกษาค้นคว้า การวางแผน ประมวลผลข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ รวมถึงการบริหารจัดการกระทำข้อมูลผ่านทางแผนภูมิหรือกราฟ อินโฟกราฟิก รวมทั้งการนำเสนอและอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้ การสืบค้นข้อมูลด้วยตัวเองเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เพราะต้องอาศัยการตอบโต้ทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของความมีเหตุผลตามข้อมูลและหลักฐานที่นำไปสู่การวิจัย ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการให้เหตุผลและการอภิปรายทางด้านวิทยาศาสตร์

3. องค์กรทางด้านวิทยาศาสตร์ (The scientific enterprise) ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการพัฒนาด้านต่าง ๆ ทำให้เกิดการขับเคลื่อนทางสังคมด้วยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงกิจกรรมที่ถูกจัดขึ้นจากองค์กรทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียน

ควรมีโอกาสในการเรียนรู้และเข้าร่วม โดยลักษณะการจัดกิจกรรมควรจัดให้เหมาะสมกับกับช่วงวัยของผู้เรียน มีการให้ความรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การฝึกฝนอบรม และการวิเคราะห์เกี่ยวกับสถาบัน จริยธรรมและบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในงานสาธารณะ เพื่อให้ผู้เรียนได้ซึมซับและเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติขององค์การทางวิทยาศาสตร์และควรจะสามารถอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาวิทยาศาสตร์จากข่าวที่ได้ฟัง

### 3.3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science literacy) เป็นความสามารถในการรับรู้อธิบาย ตรวจสอบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ส่วนที่เกี่ยวข้องกันได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1. บริบท หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่เกิดสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นสถานการณ์ในปัจจุบันหรือในอดีตที่ผ่านมา ที่ต้องใช้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาหรืออธิบาย

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ประกอบด้วย ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ เช่น ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโลกและความรู้เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีที่มนุษย์คิดค้น ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ รวมถึงแนวคิดหลักและทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผ่านการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความเชื่อในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ รวมถึงการตอบโต้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เห็นความสำคัญกับการใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และรับรู้ ตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบทั้งสี่มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ทั้งถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของ

โลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่

#### 4. การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science literacy assessment)

โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาเยาวชน การศึกษาวิทยาศาสตร์ทำให้เด็กเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่อาศัยอยู่ และสามารถที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎีต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้ และส่งเสริมให้เด็กมีเจตคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไปในอนาคต

โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ว่าได้เตรียมความพร้อมให้แก่เยาวชนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ดีเพียงใดในอนาคต การประเมินผลจะมุ่งเน้นที่กลุ่มนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งถือว่าเป็นวัยจบการศึกษาภาคบังคับโดยประเมินผลใน 3 ทักษะที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตและเป็นทักษะพื้นฐานที่ใช้เป็นเครื่องมือในกระบวนการเรียนรู้ ที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ใน 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) และการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) การประเมินจะดำเนินการอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 ปี ในแต่ละครั้งจะประเมินครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน แต่ให้น้ำหนักด้านใดด้านหนึ่งเป็นหลักและอีก 2 ด้านเป็นรอง โดยปัจจุบันมากกว่า 10 ประเทศเข้าร่วม การประเมินผล PISA 2015 เน้นการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์ในการทำแบบทดสอบ

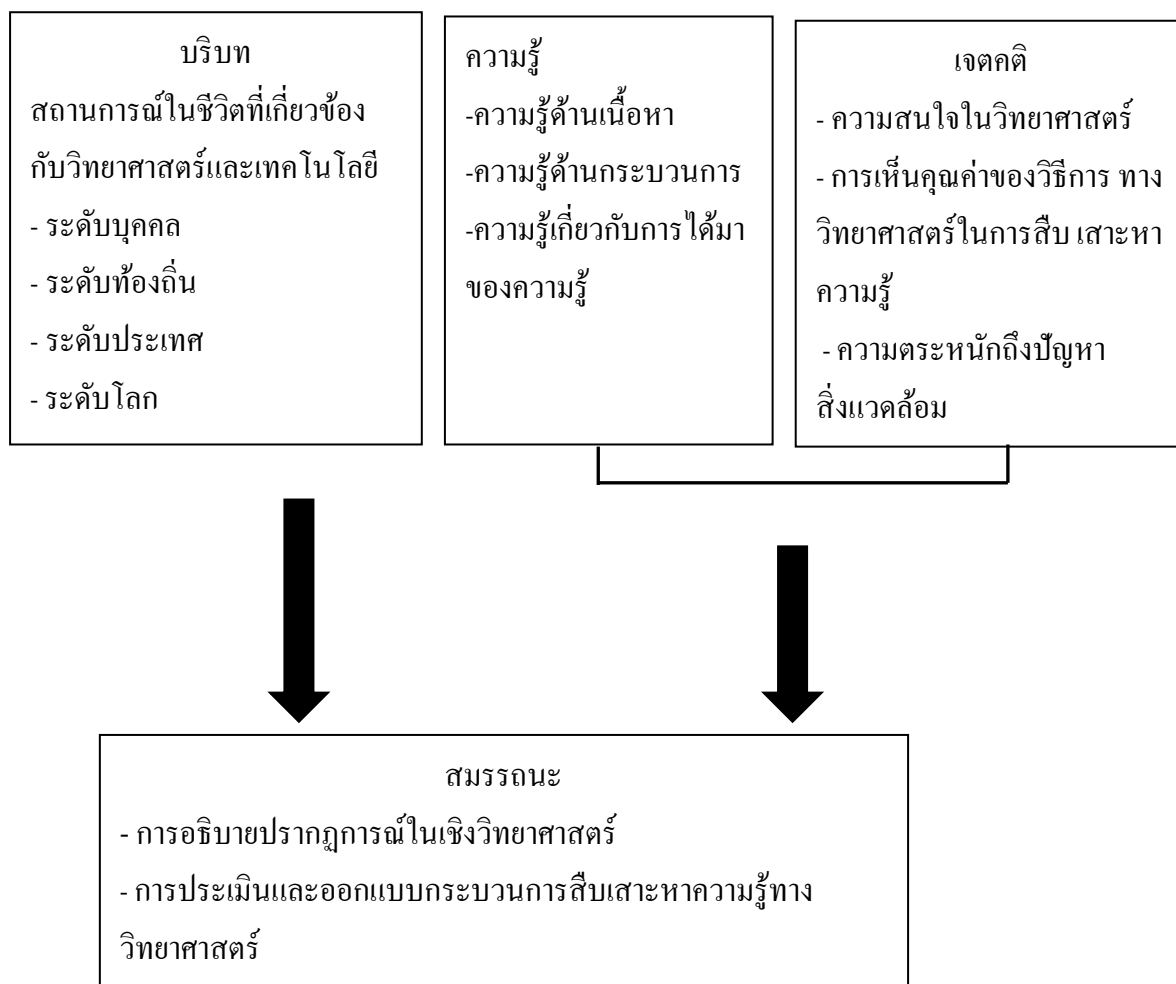
การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาซึ่งองค์ประกอบของโจทย์ที่ได้รับจะมีด้วยกัน 4 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ บริบท สมรรถนะความรู้และเจตคติ กล่าวคือ แบบทดสอบของ PISA จะมีการสมมุติสถานการณ์ที่อิงจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับตัวเอง ท้องถิ่น ประเทศหรือสถานการณ์ของโลก ซึ่งการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับความรู้ ทักษะและเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ สมรรถนะของนักเรียนในการประเมิน PISA ประกอบด้วย

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล

อธิบายถึงบทบาทสำคัญของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อสังคม

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน

3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และส่งข้อสรุปโดยใช้การระบุนข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย



ภาพที่ 4 กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)

ที่มา: สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ควรมุ่งเน้น ดังนี้

- หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ และจะต้องเชื่อมโยงแนวคิดหลัก เนื้อหา และกระบวนการที่เป็นสากล แต่ยังคงมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ

- การเรียนในห้องเรียนผู้เรียนทุกคนได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการคิด กระบวนการค้นหาความรู้ โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กัน

- การตอบสนองความต้องการ ความสนใจของนักเรียนที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีการสนับสนุนการใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลาย มีแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอก และให้ความสำคัญควบคู่กับการเรียนในห้องเรียน

- การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาและการเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรมค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต ประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

#### 4. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

##### 4.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คนกลุ่มแรกที่พยายามรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากธรรมชาติเป็นชาวกรีก เริ่มเมื่อสมัย 400 ปีก่อนคริสตกาล เช่น อริสโตเติลได้พยายามอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติโดยการสังเกต เช่น ฤดูกาล กลางวันกลางคืน การขึ้นลงของน้ำเกี่ยวข้องกับดวงจันทร์ เป็นต้น

จิตสุภัก มานะการ (2550: 6) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่รวบรวมขึ้นจากปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งหมายถึง ความพยายามที่จะนำความจริงต่าง ๆ มากมายที่ได้จากการค้นคว้ามารวบรวมขึ้นเป็นกฎเกณฑ์วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลองซึ่งเป็นผลของความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์

การอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้ปรากฏเป็นทฤษฎีขึ้นมา โดยนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือมีปัญหาที่จะต้องค้นคว้าหาคำตอบหรือคำอธิบาย จะเริ่มต้นด้วยการตั้งสมมติฐานขึ้นก่อน แล้วกำหนดวิธีการสังเกตหรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวนั้น ๆ ซึ่งผลจากการสังเกตหรือการทดลองจะทำให้ได้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้วรวบรวมไว้ เมื่อเขาคิดค้นต่อไป

ความพยายามของมนุษย์ที่ใช้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การแก้ปัญหาโดยผ่านการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคลากร การสื่อสาร การเผยแพร่ ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นเรื่อง que ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ส่วนใดของโลก จึงมีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งส่งผลกระทบต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

#### 4.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนจนผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้การศึกษา ค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

อีกทั้งวิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นและนำความรู้ไปใช้อย่าง มีเหตุผลสร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีแต่ยังช่วยให้นักมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษาตลอดจนการพัฒนา



สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้ วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และ ดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับ กระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบ เสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการ ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2547: 78) กล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเกิดจากการสะสม และเชื่อมโยงสาระสำคัญที่ค้นพบและพิสูจน์ได้แล้วของสรรพสิ่งทั้งหลายในโลก มนุษย์ใช้ความรู้ ทั้งหมดเพื่อพัฒนาสังคมให้ดีขึ้น นักเรียนได้รับความรู้จากการค้นพบและพิสูจน์ด้วยตนเอง จน สามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลา ทั้งนี้เพราะการค้นพบเพิ่มเติมของนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อมูลใหม่และพิสูจน์ได้ชัดเจนกว่าเดิม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556: 2) ได้กล่าวถึง การจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา ว่ามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อ สังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

#### 4.3 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและกระทำอย่างมี ระบบที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ อาจแตกต่างกันบ้าง แต่ก็มีลักษณะร่วมกันทำให้สามารถ จัดเป็นขั้นตอนได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) มีขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอน

ปัญหา ขึ้นตั้งสมมติฐาน ขั้นตอนทดลอง ขึ้นรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ และ ขึ้นสรุปผล (วรรณทิพารอดแรงกล้า และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, 2545: 3)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวถึงทักษะที่จำเป็นสำหรับกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 14 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย เพราะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่สังเกตได้เป็นการอธิบายหรือตีความหมายของสิ่งที่สังเกตได้ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมรวมด้วย

2. ทักษะการวัด (Measuring) เป็นการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เป็นความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ (Using number) เป็นความสามารถในการบวก ลบ คูณ หารหรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) เป็นความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนกเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกันหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน การจำแนกประเภทจะต้องมีเกณฑ์ในการจำแนก เมื่อจำแนกแล้วของสองกลุ่มนั้นจะต้องมีคุณสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน และของที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะต้องมีคุณสมบัติเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Using space / Time relationship) เป็นความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ (1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ (2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร (3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และ (4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา การกระทำที่แสดงว่าบุคคลใดมีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data communication) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น มาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น การสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายแบบ การที่จะเลือกใช้แบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่จะศึกษา ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการตีความหมายข้อมูลและสรุปผลต่อไป

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) เป็นความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเน สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating) เมื่อมีข้อมูลอยู่ชุดหนึ่ง และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในข้อมูลได้แล้ว ก็จะสามารถทำนายค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของข้อมูลหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลได้ โดยวิธีคำนวณหาค่าตอบจากข้อมูลในตารางหรือใช้กราฟช่วย

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) เป็นความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความของสมมติฐานที่สร้างขึ้น โดยอาศัยการสังเกตความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) เป็นความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้และวัดได้ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจนไม่กำกวมระบุสิ่งที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) เป็นการชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม (Dependent variable) หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากตัวแปรอิสระ ตัวแปรควบคุม (Controlled variable) เป็นตัวแปรตัวอื่น ๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษา ที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จึงเป็น ความสามารถที่จะชี้แจงได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่ง ๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) เป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ (1) การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง (2) การปฏิบัติการทดลอง เป็นการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ และ (3) การบันทึกผลการทดลอง เป็นการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ทักษะการทดลอง จึงเป็นความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) เป็นการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป จึงเป็น ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมาย ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

14. การสร้างแบบจำลอง (Formulating models) เป็นการนำเสนอข้อมูลแนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่างๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุสิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

สรุปได้ว่าการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นั้นจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วย 14 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุปเพื่อนำมาใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอน 5 ขั้น ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ และการสรุปผล

#### 4.4 การสอนวิทยาศาสตร์

สมจิต จันทรฉาย (2557) ได้ให้ความหมาย “การเรียนการสอน ” “ การสอน ” และ “ การเรียนรู้ ” ว่าแสดงถึงการดำเนินการเพื่อสร้างผลการเรียนรู้ แต่ใช้ต่างกันบริบทของการดำเนินการ “ การเรียนการสอน ” เป็นคำที่ใช้เป็นหลักเพราะเป็นคำกลาง ๆ เพื่อแสดงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนร่วมกัน ส่วนคำว่า “ การสอน ” ใช้ในบริบทที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง และ “ การเรียนรู้ ” ใช้ในบริบทที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

สุภาสิณี สุทธิระ (2541: 17-19) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 148-155) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้ วิธีสอนที่จะสามารถสนองจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้จะต้องสอนทั้งตัวความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป เพื่อให้ผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ยั่งยืนได้มากที่สุด คือ วิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery) และวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)

การสอนวิทยาศาสตร์แบบค้นพบเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนค้นพบ (สร้าง) ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาที่เราเรียกว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจำแนก การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การสื่อความหมาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลและการพยากรณ์

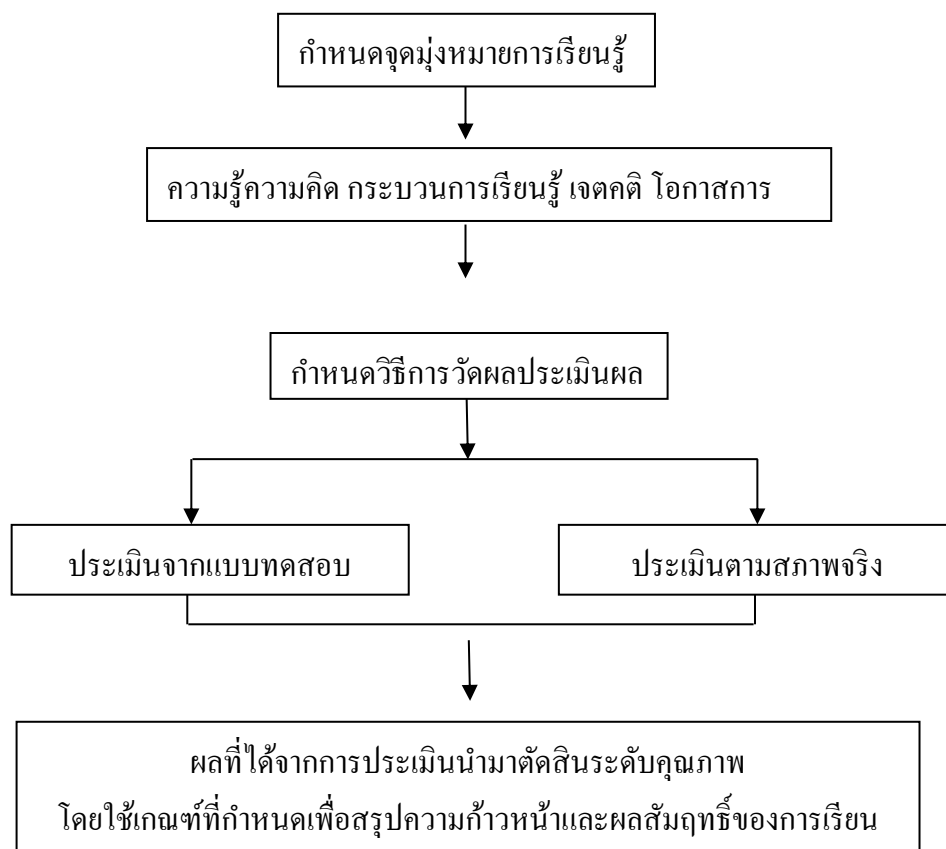
## 5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในการประเมินนักเรียนนั้น ครูจะมีการพิจารณาประเมินหลายด้าน คือ ด้านผลการเรียนรู้ และพฤติกรรมหลังการเรียนรู้ โดยการประเมินดังกล่าวเป็นการประเมินสิ่งที่เปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้ว โดยสามารถกล่าวในรายละเอียดได้ ดังนี้

-ด้านผลการเรียนรู้ ครูจะต้องทำการทดสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับหลังจากที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนแล้ว เพื่อให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาบทเรียนที่ครูเป็นผู้สอน

-พฤติกรรมนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ โดยที่นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดีขึ้นอย่างชัดเจนและเพื่อนในห้องยอมรับในตัวนักเรียนเพิ่มขึ้น

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบที่ประกอบด้วย การกำหนดจุดมุ่งหมายและวิธีการวัดผลและประเมินผล การสร้างเครื่องมือ และการดำเนินการตามที่วางแผนไว้ ขั้นตอนที่เป็นไปได้ในการวัดผลและประเมินผล ดังแผนภูมิต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550: 7)



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550: 7

การวัดผลและประเมินผลมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก เพราะในระหว่างการเรียนการสอนนั้น ครูจะต้องสอนตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและของวิชานั้น ๆ ครูบางคนอาจสอนไม่ครอบคลุม เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าครูสอนบกพร่องจุดใด เด็กบกพร่องเรื่องใด บทเรียนขาดความสมบูรณ์ตอนไหน ในการเรียนการสอน การวัดผลที่ดีจะช่วยตอบปัญหาต่าง ๆ ได้ เช่น เด็กคนไหนควรสอนซ่อมเสริม เด็กคนใดเรียนช้า เด็กคนใดเรียนเร็ว เด็กคนใดมีเชาวน์ปัญญาต่ำ - สูง ควรจัดกลุ่มนักเรียนอย่างไร ควรเริ่มสอนเรื่องนี้ ณ จุดใด การเตรียมการสอนมีประสิทธิภาพเพียงใด กิจกรรมประกอบการเรียนเหมาะสมไหม เด็กมีเจตคติต่อวิชาเป็นอย่างไร เด็กมีบุคลิกลักษณะตามต้องการหรือไม่ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2542: 30)

### การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

#### วิธีการประเมินการเรียนรู้

สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ครูประเมินจากผลงานของนักเรียน โดยการประเมินตามสภาพจริง ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริค ทั้งนี้ครูจะต้องออกแบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนร่วมประเมินด้วย การออกแบบดังกล่าวต้องประเมินตามตัวชี้วัดที่กำหนด ประเมินจากการนำเสนอผลงานของนักเรียน อาจให้นักเรียนเล่าเรื่องแล้วสังเกตพฤติกรรม ตรวจชิ้นงาน หรือจากการพูดคุย โดยพิจารณาผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีแนวทางการประเมิน ดังนี้

- ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริคสเกล ทำการประเมินตามลำดับความสามารถหรือลำดับพฤติกรรมที่คาดหวังที่นักเรียนแสดงออกหรือที่ครูสังเกตเห็นอย่างเป็นลำดับขั้น โดยใช้การให้คะแนนแบบรูบริคสเกล ซึ่งครูต้องออกแบบเกณฑ์หรือกำหนดแนวทางการประเมินให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนเป็นหลัก

- วัดและประเมินผลตามเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการประเมินผล/วัดผลตามเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่ระบุในหลักสูตร โดยพิจารณาขณะสอนและวัดหลังการจัดการเรียนรู้

- สังเกตและบันทึกพฤติกรรมกรการเรียนรู้ของนักเรียน โดยบันทึกผลการสังเกตลงในแบบประเมินพฤติกรรมกรการเรียนรู้

- ให้ครูท่านอื่นและนักเรียนร่วมประเมินผลงาน การประเมินผลการจัดการเรียนรู้นั้น นอกจากครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินเองแล้ว ครูเองควรเปิด โอกาสให้นักเรียนและครูท่านอื่นร่วมประเมินด้วย

## 6. การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม (คุชฎี โยเหลา และคณะ, 2557: 19-20)

การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีผู้ให้ความสนใจมากใน ซึ่งการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นรูปแบบหนึ่งของ Child-centered approach ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ เป็นเรื่องที่สนใจและรู้สึกสบายใจที่จะทำ นักเรียนได้รับสิทธิในการเลือกที่จะตั้งคำถามอะไร และต้องการผลผลิตอะไรจากการทำงานชิ้นนี้ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน โดยลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงงาน มีดังนี้

- นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง
- เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดล้อมจริง
- มีฐานจากการวิจัย หรือ องค์ความรู้ที่เคยมี
- ใช้แหล่งข้อมูล หลายแหล่ง
- ผังตรงด้วยความรู้และทักษะบางอย่าง (Embedded with knowledge and skills)
- ใช้เวลามากพอในการสร้างผลงาน
- มีผลผลิต

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นในชีวิตได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้จริง
3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตัวเอง (Self-directed learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์เรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง



4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้ที่ตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน

5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับคำตอบและความรู้ที่กระจ่างชัด

6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาการปฏิบัติงาน ความก้าวหน้าของผู้เรียน

แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) มี 2 รูปแบบ คือ การจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน และการจัดกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้

1. การจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเลือกศึกษาโครงงานจากสิ่งที่สนใจอยากรู้ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน สิ่งแวดล้อมในสังคม หรือจากประสบการณ์ต่างๆ ที่ยังต้องการคำตอบ ข้อสรุป ซึ่งอาจจะอยู่นอกเหนือจากสาระการเรียนรู้ในบทเรียนของหลักสูตร มีขั้นตอนดังนี้ตรวจสอบ วิเคราะห์ พิจารณา รวบรวม ความสนใจของผู้เรียน

- กำหนดประเด็นปัญหา/ หัวข้อเรื่อง
- กำหนดวัตถุประสงค์
- ตั้งสมมติฐาน
- กำหนดวิธีการศึกษาและแหล่งความรู้
- ตรวจสอบสมมติฐาน
- สรุปผลการศึกษาและการนำไปใช้
- เขียนรายงานวิจัยแบบง่าย ๆ

2. การจัดกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดเนื้อหาสาระตามที่หลักสูตรกำหนด ผู้เรียนเลือกทำโครงงานตามที่สาระการเรียนรู้ จากหน่วยเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียน นำมาเป็นหัวข้อโครงงาน มีขั้นตอนที่ผู้สอนดำเนินการดังต่อไปนี้

- ศึกษาเอกสาร หลักสูตร คู่มือครู
- วิเคราะห์หลักสูตร

- วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อแยกเนื้อหา จุดประสงค์และจัดกิจกรรมให้เด่นชัด
- จัดทำกำหนดการสอน
- เขียนแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลิตสื่อ จัดหาแหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น
- จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มตั้งแต่ แจ้งวัตถุประสงค์ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จัดกลุ่มผู้เรียนตามความสนใจ การใช้คำถามกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อ บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้
- จัดแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม
- บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

แนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project based learning) มี 3 แนวคิด ดังนี้  
**แนวคิดที่ 1** ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา และกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้



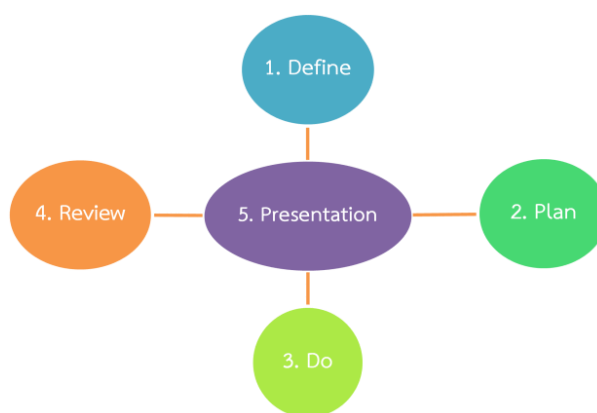
ภาพที่ 6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ที่มา: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการ: 2550

1. **ชี้นำเสนอ** หมายถึง ชีที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาไปความรู้ กำหนดสถานการณ์ ศึกษาด้านการ เล่นเกม รูปภาพ หรือผู้สอนใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของ โครงงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้
2. **ชีวางแผน** หมายถึง ชีที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ
3. **ชีปฏิบัติ** หมายถึง ชีที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้น จากการวางแผนร่วมกัน

4. **ขั้นประเมินผล** หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

แนวคิดที่ 2 ขั้นการจัดการเรียนรู้ ตามโมเดล จักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL ของ วิจารย์ พานิช (2555:71-75) ซึ่งแนวคิดนี้ มีความเชื่อว่า หากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เรียน โดยการลงมือทำเป็น โครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ซึ่งส่วนของวงล้อแต่ละชั้น ได้แก่ Define, Plan, Do, Review และ Presentation



ภาพที่ 7 โมเดลวงล้อจักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL

ที่มา: วิจารย์ พานิช (2555)

**1. Define** คือ ขั้นตอนการทำให้สมาชิกของทีมงาน ร่วมทั้งครูด้วยมีความชัดเจนร่วมกันว่า คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงการคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อะไร

**2. Plan** คือ การวางแผนการทำงานในโครงการ ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทางหนี่ที่ไล่ในการทำหน้าที่ไ้ช้ รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงการของนักเรียน และที่สำคัญ เตรียมคำถามไว้ถามทีมงานเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่นักเรียนมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเองแก้ปัญหาเอง นักเรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่ที่รับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบแลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด งานในขั้น Do ก็จะสามารถเลื่อนไหลดีเพียงนั้น

**3. Do** คือ การลงมือทำ มักจะพบปัญหาที่ไม่คาดคิดเสมอ นักเรียนจึงจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติมทักษะในการทำงานใน

สภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผลและแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห์กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น ในขั้นตอน Do นี้ ครูจะได้มีโอกาสสังเกตทำความเข้าใจและเข้าใจนักเรียนเป็นรายคนและเรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็น “วาทยากร” และ โค้ชด้วย

**4. Review** คือ การที่ทีมนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่าโครงการได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง เอาทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลว มาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสมรวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจหรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (Reflection) หรือ เรียกว่า AAR (After action review)

**5. Presentation** คือ การนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่ง ต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงาน และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วอามานำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มีเพาเวอร์พอยท์ (Powerpoint) ประกอบ หรือจัดทำวิดีโอทัศน์

**แนวคิดที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่ปรับจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย ของ คุณฤๅ โยเหลาและคณะ (2557) โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้**



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน  
ที่มา: คุณฤๅ โยเหลาและคณะ (2557)

ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานครั้งนี้ ได้นำแนวคิดที่ปรับปรุงจากแนวคิด ทั้ง 3 แนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

### บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้

เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ คุณฤ โยเหลาและคณะ (2557) ได้กล่าวถึง บทบาทสำคัญของ ครูในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ว่า ครูจะต้องแสดงบทบาทต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการ เรียนรู้แบบ Active learning ขึ้น คือครูจะต้องเป็นผู้สังเกต โดยสังเกตการทำงาน of นักเรียนและ การเล่น of นักเรียน ครูต้องสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ โดยใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นการ เรียนรู้แทนการบอกกล่าว ครูต้องศึกษาและรู้จักข้อมูลนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อแสดงบทบาทให้ เหมาะสมในการทำให้เกิด Active learning กับนักเรียนเป็นรายคน ซึ่งบทบาทหรือสิ่งเหล่านี้ที่ครู แสดงออก มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการสร้าง บรรยากาศในการเรียนรู้ บทบาทของครูจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ครูเองจะต้องจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการรายวิชา โดยใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนและสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนและ มีความเป็นปัจจุบัน ณ ขณะนั้น เช่น ข่าว ละครทีวี เรื่องราวในท้องถิ่น เป็นต้น มาเชื่อมโยงกับ เนื้อหาบทเรียน นอกจากนั้นแล้ว ครูเองจะต้องคอยให้คำแนะนำ ชี้แนะ ชี้แจงให้รายละเอียดต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย โดย ครูจะต้องแสดงบทบาทเป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนดังนี้



ภาพที่ 9 บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้

ที่มา: คุณฤ โยเหลาและคณะ (2557)

ครูใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ คำถามที่ใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ นั้น ต้องเป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด และเพื่อให้นักเรียนได้อธิบาย โดยเริ่มต้นว่า “ทำไม” หรือ ลงท้ายว่า “อย่างไรบ้าง” “อะไรบ้าง” “เพราะอะไร” โดยคำถามเหล่านี้ อาจเป็นคำถามในใบกิจกรรมหรือคำถามก่อนปฏิบัติกิจกรรม กำลังลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ/หรือหลังปฏิบัติกิจกรรม ทุกคำถามต้องเชื่อมโยงไปยังรายวิชาที่เรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดด้วย

ครูทำหน้าที่เป็นผู้สังเกต ครูจะต้องคอยสังเกตว่า นักเรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมอย่างไร ขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยการสังเกตต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม คือ เมื่อครูเห็นว่าพฤติกรรมที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนหรืออันตรายแก่นักเรียนอื่นรอบตัว แต่ในทางกลับกันหากพฤติกรรมที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ทำให้เกิดความเดือดร้อนหรือเกิดอันตรายต่อตัวนักเรียนเองและนักเรียนคนอื่น ครูจะต้องเข้าไปแทรกแซงและหยุดพฤติกรรมดังกล่าวทันที

ครูสอนให้นักเรียนเรียนรู้การตั้งคำถาม เมื่อนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้ จะทำให้นักเรียนรู้จักถามเพื่อค้นคว้าข้อมูล รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเองในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่อง การรู้จักถามเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้และได้มาซึ่งความรู้ที่นักเรียนสนใจ

ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ครูจะต้องเป็นผู้คอยแนะนำ ชี้แจงให้ข้อมูลต่าง ๆ หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ใกล้ตัวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ด้านอื่น ๆ ในขณะที่ทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือคำถาม โดยไม่บอกคำตอบแก่นักเรียน

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งหนึ่งๆ ครูจะเป็นผู้สังเกตและคอยกระตุ้นด้วยคำถามให้นักเรียนได้คิดกิจกรรมที่อยากเรียนรู้และหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยด้วยตนเอง

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระตามความคิดและความสามารถของนักเรียนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการและความสามารถของตนเองในการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่

## 6. บันทึกการสะท้อนการเรียนรู้

การสะท้อนการเรียนรู้ คือ กระบวนการทางปัญญาและความรู้สึกนึกคิด (Intellectual and affective dimensions) โดยหัวใจการสะท้อนความคิดอยู่ที่ประสบการณ์ของบุคคลที่มีสิ่งเร้าทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดต่อประสบการณ์นั้น กระบวนการสะท้อนการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลเชื่อมโยงความรู้สึกไปสู่ประสบการณ์และพยายามจะอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบหาสาเหตุ พร้อมทั้งประเมินการกระทำของตนเอง ดังนั้นการสะท้อนการเรียนรู้จึงเป็นการเรียนรู้จาก

ประสบการณ์หนึ่งไปอีกประสบการณ์หนึ่งต่อไปเรื่อย ๆ (Wong, Loke, Wong, Tse, Kan & Kember, 1997: 477) นำไปสู่ความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตลอดชีวิต

### ประเภทของบันทึกสะท้อนการเรียนรู้

Cobine (1995) ได้แบ่งประเภทของบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. บันทึกสะท้อนการเรียนรู้แบบโต้ตอบสองทาง (Dialogue journal) อีกนัยหนึ่งคือการสนทนาในรูปแบบการเขียน (Conversation in print) มีจุดประสงค์หลักเพื่อส่งเสริมการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเชื่อมระหว่างกรเขียนบันทึกประจำวันและการเขียนรายงานกล่าว ก็เป็นการเขียนส่วนตัว ไม่เป็นทางการ ตรงและอยู่ในลักษณะการเขียนย่อหรือสรุป แต่ในเวลาเดียวกันผู้เรียนได้ฝึกฝนตนเองโดยอัตโนมัติในฐานะผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาแล้ว นั่นคือ ผู้เรียนไม่เพียงแต่เขียนเกี่ยวกับหัวข้อส่วนตัวเท่านั้น แต่ยังสามารถโต้ตอบสนทนาในหัวข้อเดียวกันจากผู้สอน และนำไปเป็นรูปแบบของตนเองในการเขียนคราวต่อไป จากการรับเอาวิธีการเขียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเปรียบเทียบ การอุปมาอุปไมย การเขียนบรรยาย การเขียนโต้แย้ง และรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการสื่อสารในรูปแบบที่เป็นทางการมากขึ้นเรื่อย ๆ

2. บันทึกสะท้อนการเรียนรู้เกี่ยวกับวรรณคดี (Literary journal) เป็นบันทึกส่วนตัว เกี่ยวกับเนื้อเรื่องที่อ่านจากวรรณคดีกล่าวคือ หลังจากการอ่านวรรณคดีเรื่องสั้น โคลงหรือบางส่วนของเนื้อเรื่องในลักษณะดังกล่าว ผู้เรียนเลือกหัวข้อในการเขียนและเขียนตอบสนองใน ลักษณะส่วนตัว เช่น เขียนคาดเดาเกี่ยวกับเค้าโครงเรื่อง ตัวละคร มุมมองเกี่ยวกับใจความสำคัญของเรื่อง แนวคิดและแนวการเขียนของผู้แต่ง นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถเขียนอ้างอิงและเชื่อมโยง ประสบการณ์ส่วนตัวหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานกับเรื่องที่อ่าน

3. บันทึกสะท้อนการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Subject journal or content journal) เป็นบันทึกเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่อยู่ในความเรียงแบบร้อยแก้ว (Expository texts) เปรียบเสมือนส่วนที่เป็นอภิธานศัพท์ (Glossary) ในบันทึกของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

3.1 เขียนบันทึกเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของบทอ่าน เช่น ใจความสำคัญ ประเด็นแนวคิด แสดงความคิดเห็น หรือเขียนให้สอดคล้องกับเรื่องที่อ่าน โดยตรง และในการเขียนโต้ตอบของผู้สอนนั้น อาจจะใช้คำถามปลายเปิดเพื่อชี้้นำความคิดและเหตุการณ์ในเรื่อง ด้วยเหตุนี้ความสนใจของผู้เรียนก็จะมุ่งเน้นไปที่ ความคิดและเหตุการณ์ เพื่อตรวจสอบความคิดที่นำเสนอไป

3.2 ส่วนที่ 2 เปรียบเสมือนพจนานุกรมคำศัพท์ส่วนตัวที่ทำให้ข้อคิดต่าง ๆ ชัดเจนยิ่งขึ้น เป็นการเขียนบันทึกส่วนตัวที่ผู้เรียนสามารถเขียนเกี่ยวกับคำจำกัดความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนของตนเอง เช่น อารมณ์ แนวคิดหลัก หรือความคิดเห็น รวมทั้งคำจำกัดความทางภาษา เช่น วลี

อนุประโยคและส่วนอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน ส่วนการโต้ตอบของผู้สอนนั้น สามารถแสดงให้เห็นให้ผู้เรียนทราบถึงระดับความถูกต้องของสิ่งที่เขียน โดยการใช้เครื่องหมายบวก (Plus) เครื่องหมายถูก (Check) แสดงถึงความถูกต้อง หรือเครื่องหมายลบ (Minus) ในกรณีที่ ความหมายเปลี่ยนไป นอกจากนี้ผู้สอนสามารถรวบรวมแนวคิดต่าง ๆ ของผู้เรียนที่บ่งบอกถึงความเข้าใจผิดพร้อมทั้งนำไปอธิบายเพิ่มเติมในห้องเรียน

3.3 ส่วนที่ 3 เน้นให้ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ทางภาษามาใช้ได้อย่างอิสระตาม แนวทางของตนเอง เช่น เขียนสรุปเรื่องราวต่าง ๆ ที่อ่านหรือเรียนมาโดยใช้ภาษาที่ง่ายขึ้นเพื่อช่วยย้ำเตือนความจำ ความเข้าใจ รวมทั้งสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทางภาษาพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ ทำให้เกิดความคงทนในการจำและเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ จารุณี วยเจริญ (2545) ได้เสนอว่าบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ แบ่งออกได้ 5 ประเภทโดยใช้วัตถุประสงค์เป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. บันทึกส่วนตัวการบันทึกแบบนี้อบสนอง / สะท้อนกลับต่อการเรียนรู้และเหมาะสมกับหลายกลุ่มสาระการเรียนรู้และจะนำมาพูดคุยก็ต่อเมื่อผู้เรียนคนนั้นต้องการผลสะท้อนกลับ

2. บันทึกสองทางการบันทึกแบบนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ

2.1 บันทึกความรู้และขั้นตอนวิธีการ

2.2 บันทึกความรู้ที่ส่วนตัวต่อเรื่องต่างๆ ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนการเชื่อมโยง และการคิดไตร่ตรองในการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละหน้าที่ จะแบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านหนึ่งผู้เรียนจะบันทึกข้อเท็จจริงคำถามที่ได้รับหรือเกิดขึ้นจากกิจกรรมอีกด้านหนึ่งจะบันทึกความคิดไตร่ตรองของตนเอง

3. บันทึกข้อมูลแลกเปลี่ยน บันทึกแบบนี้ ประกอบด้วยข้อมูลที่เขียนโต้ตอบกันระหว่างคน 2 คนหรือมากกว่านี้และสามารถนำไปใช้ได้หลายทาง มีรายละเอียดดังนี้

3.1 บันทึกการเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน การใช้บันทึกแบบนี้ จะมีผู้เรียน 2 คนสื่อสารกันผ่านบันทึกการเรียนรู้สมาชิกแต่ละคนในชั้นเรียนเขียนข้อมูลลงใน บันทึกแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคู่ของตนซึ่งจะเป็นผู้อ่านและโต้ตอบกลับไปในตอนแรกการโต้ตอบของผู้เรียน / การแลกเปลี่ยนข้อมูลจะเป็นไปอย่างกว้างๆ แต่จากการฝึกฝนผู้เรียนจะเริ่มบันทึกได้อย่างคิดไตร่ตรอง

3.2 การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้สอน / ผู้เรียน บันทึกการเรียนรู้แบบนี้มีขึ้นเพื่อ ป้อนข้อมูลบางอย่างที่ต้องการคำตอบ กำหนดข้อมูลแบบสะท้อนกลับและตั้งคำถามเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ผู้สอนสามารถโต้ตอบเพื่อนำไปสู่การใฝ่รู้ใฝ่เรียน



4. บันทึกกลุ่ม / ชั้นเรียน บันทึกนี้จะใช้เพื่อแสดงผลสะท้อนกลับต่อกิจกรรมเฉพาะด้าน และ ครอบคลุมกิจกรรมการประเมินของกลุ่มด้วย ข้อมูลเหล่านี้จะบันทึกบนกระดาษขนาดใหญ่ หรือเขียนไว้ในสมุดเพื่อให้ผู้เรียนทั้งชั้นได้มีส่วนร่วมรับรู้

5. บันทึกเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้ บันทึกนี้จะใช้เพื่อบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่ม สาระการเรียนรู้เฉพาะด้านและมีแบบแผนชนิดของข้อมูล ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้นั้นๆ โดยเฉพาะ เช่น บันทึกวรรณคดีซึ่งจะนำไปใช้ได้หลากหลายวิธีเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการ ค้นคว้าและได้คำตอบเองทันทีต่อวรรณคดีขณะกำลังอ่านหรือหลังการอ่านเรื่องนั้นๆ บันทึกนี้ สามารถนำไปใช้คาดการณ์ส่วนที่เป็นสาระการเรียนรู้และ / หรือปฏิบัติยาโต้ตอบก่อนและหลังการ อ่านได้ด้วย

จากการใช้บันทึกดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดไตร่ตรองเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่อ่าน หรือกระบวนการอ่าน สรุปได้ว่า ประเภทของการเขียนบันทึกสะท้อนการเรียนรู้สามารถแบ่งได้ ตามลักษณะการเขียน ได้แก่ บันทึกสะท้อนการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ บันทึกสะท้อนการเรียนรู้ เกี่ยวกับวรรณคดี และบันทึกสะท้อนการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและตามวัตถุประสงค์ของการ เขียน ได้แก่ บันทึกส่วนตัว บันทึกสองทาง บันทึกข้อมูลแลกเปลี่ยน บันทึกกลุ่มและบันทึกเฉพาะ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้บันทึกข้อมูลแลกเปลี่ยน เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างผู้สอน / ผู้เรียน ในลักษณะการบันทึกการเรียนรู้ (Learning logs) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถประเมินเพื่อการพัฒนา (Formative assessment) ทางด้านความรู้และความสามารถในการ คิดและทัศนคติของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนการสอน คือ บันทึกการเรียนรู้ (จิราภรณ์ วงษ์เกิด, 2559) โดยผู้เรียนจะมีโอกาสได้เขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และประสบการณ์ส่วนตัว ฝึกบันทึก ความก้าวหน้า การแสดงความคิด และความเข้าใจของตนเอง เป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ทำ ความเข้าใจเนื้อหาวิชา ช่วยเพิ่มการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นสื่อในการสนทนาระหว่าง ผู้สอนกับผู้เรียน บันทึกการเรียนรู้ที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนได้แก่

-อนุทินการเรียนรู้ (Learning journals) เป็นการเขียนบรรยายความรู้สึก ความคิดเห็นหรือ ประสบการณ์ส่วนบุคคลเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนว่าได้เรียนรู้ อะไรบ้างและคิดต่อเรื่องนั้นอย่างไร โดย ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ใหม่และความรู้ที่ได้รับเพื่อช่วยให้เกิดการ คิดสะท้อนและช่วยผู้เรียนว่า สิ่งที่เรียนรู้คืออะไร

-บันทึกการเรียนรู้ (Learning logs) เป็นการเขียนบันทึกเหตุการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียน ได้ เรียนรู้จากเนื้อหา ในบทเรียนความรู้ วิธีการดำเนินงานเกี่ยวกับกระบวนการที่ได้จากการเรียนรู้ของ

คน โดยบันทึกการเรียนรู้ประเภทนี้เป็นเครื่องมือที่สะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียนและค้นพบปัญหาการเรียนรู้ รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับประสบการณ์เดิม

-บันทึกการเรียนรู้แบบโต้ตอบสองทาง (Double-entry responses learning logs) เป็น การเขียนบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยบันทึกความรู้ ความคิด ความรู้สึกส่วนตัวลงในสมุด แล้วมีการเขียนโต้ตอบไปมาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

### แนวทางการใช้บันทึกการเรียนรู้

- ก่อนการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของบันทึกการเรียนรู้ ลักษณะของการเขียน ประโยชน์และความยาวของบันทึกการเรียนรู้ที่เขียนในแต่ละครั้ง นอกจากนี้ควรบอกเกณฑ์การประเมิน การกำหนดเวลาส่งบันทึกการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่างของบันทึกการเรียนรู้ทั้งตัวอย่างที่ดีและตัวอย่างที่ไม่ดี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเองได้

- การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในระยะเริ่มต้น ควรให้ผู้เรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียน เพราะสามารถเขียนได้ง่ายกว่า จะทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเขียนบันทึกการเรียนรู้

- ประโยชน์ที่ใช้ในบันทึกการเรียนรู้ เป็นประโยชน์เริ่มต้นที่ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนบันทึกการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น โดยคำถามที่ใช้ในบันทึกการเรียนรู้ ควรเป็นคำถามปลายเปิดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการและเจตคติของผู้เรียน คำถามปลายเปิดนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ตรงกับตัวผู้เรียนมากที่สุด โดยมีรายละเอียดตัวอย่างเช่น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างในวันนี้ ฉันไม่เข้าใจหรือข้อสงสัยเรื่องใด การกระทำของฉันในชั้นเรียนเป็นอย่างไร ฉันมีความรู้สึกอย่างไรกับเรื่องที่เรียน สิ่งที่คุณคิดว่าเป็นปัญหาในการเรียน เป็นต้น

- การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในระยะเริ่มต้น ควรให้ผู้เรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียน เพราะสามารถเขียนได้ง่ายกว่า จะทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเขียน

- ผู้เรียนควรมีอิสระในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้เขียนบันทึกเกี่ยวกับกับความคิด ความรู้สึก ข้อคิดเห็นที่ตรงกับตัวผู้เรียนมากที่สุด เพื่อสร้างความหมายหรือความเข้าใจใหม่สำหรับตัวผู้เรียนเอง

- ระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ไม่ควรใช้เวลามากเกินไป โดยทั่วไป กำหนดเวลาในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประมาณ 5 – 10 นาทีท้ายคาบเรียน

- การให้ผลย้อนกลับของผู้สอนควรทำด้วยความเต็มใจ ซึ่งผู้สอนอ่านแล้วจึงพูดหรือเขียนตอบกลับไป ในบันทึกการเรียนรู้ที่ผู้เรียน เขียนมา โดยทันที สิ่งที่คุณสอนตอบกลับไปนั้นเป็นการ

แนะนำแนวทาง การให้ความคิดเห็น การให้กำลังใจ การชมเชย หรือการตอบปัญหาที่ผู้เรียนถามมา รวมไปถึงการตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการคิดเพื่อตอบกลับมายังผู้สอน อีกด้วย ทั้งนี้หากผู้สอนมีเวลาควรอ่านบันทึกการเรียนรู้และตอบกลับในชั้นเรียน

- การประเมินบันทึกการเรียนรู้ ผู้สอนควรกำหนดเกณฑ์ หรือให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์และประเมินผลงาน ทั้งนี้การให้คะแนนไม่ควรตัดสินจากไวยากรณ์หรือการสะกดคำ ควรเน้นย้ำที่เนื้อหาหรือองค์ประกอบของบันทึกการเรียนรู้มากกว่า

## 7. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

### ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากแนวคิดที่หลากหลายของนักวิชาการไว้ ดังนี้

Joyce, Weil and Calhoun (2004) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นแผนเชิงปฏิบัติของแนวคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดกระทำเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ตามเป้าหมายที่วางไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 140) ได้ให้แนวคิดไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความหมาย 2 แนวทาง แนวทางแรกคือ มองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมหรือวิธีสอน ส่วนแนวที่ 2 มองรูปแบบการจัดการเรียนรู้กว้างกว่าโดยมองว่าเป็น โครงสร้างที่แสดงถึงองค์ประกอบต่างๆ ในการสอนที่นำมาใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดผลดีแก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ทีศนา แจมมณี (2553: 221) ได้ให้ความหมายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้หมายถึง สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้ อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎีหลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎีหลักการ แนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบหรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพสามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียน การสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น

จากความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย สารการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน การ

ประเมินผลที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ มีหลักปรัชญา ทฤษฎีหลักการ แนวคิด หรือความเชื่อมโยงต่างๆ โดยอาศัยวิธีและเทคนิคการสอนต่างๆ เข้ามาช่วย รูปแบบต้องมีประสิทธิภาพสามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ ได้

### องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีการพิจารณาจากองค์ประกอบของ Joyce and Weil (2000) ซึ่งกล่าวไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. เป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะอธิบายถึงสิ่งที่มุ่งพัฒนาหรือคุณลักษณะ ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

2. หลักการหรือแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ

3. รายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และการดำเนินการสอน

4. การประเมินผลที่จะชี้ให้เห็นถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบนั้น

Dick and Carey (1996) ได้สรุปองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายหรือผลลัพธ์การเรียนรู้

2. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้

3. การประเมินการจัดการเรียนรู้

ทิสนา แคมมณี (2545:4) ได้เสนอแนะไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐาน หรือหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. มีการบรรยายหรืออธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3. มีการจัดระบบคือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้นๆ

4. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ อันจะช่วยให้ กระบวนการจัดการเรียนรู้นั้นๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Joyce et al. (2004), Dick and Carey (1996) และทิสนา แคมมณี (2545: 4) สามารถสรุปเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบซึ่งจะเป็นแนวคิดและพื้นฐานความเชื่อในการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบเป็นเป้าหมายเฉพาะเจาะจงของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นว่ามุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีลักษณะอย่างไร

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบเป็นการอธิบายถึงการดำเนินการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบที่เป็นขั้นตอนและรายละเอียดของกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนและนักเรียน

4. การวัดและประเมินผล เป็นแนวทางการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ที่จะบอกถึงประสิทธิภาพของรูปแบบหรือบอกถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น

### การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ใดก็ตามจะกลายเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อการจัดการเรียนรู้นั้นได้ผ่านรูปแบบการจัดอย่างเป็นระบบเสียก่อน ซึ่ง Joyce and Weil (2000) ได้เสนอหลักการสำคัญในการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้น

2. เมื่อพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แล้ว ก่อนไปใช้อย่างแพร่หลายต้องมีการวิจัย เพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพเชิงการใช้สถานการณ์จริงและนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข

3. การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้อาจออกแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวางหรือ เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้จะมีจุดหมายหลักที่ถือเป็นตัวตั้งในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลัก จะทำให้เกิดผลสูงสุดแต่ก็สามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ถ้าเห็นว่าเหมาะสม

นอกจากนี้ทิสนา แคมมณี (2553: 201-204) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างระบบหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน

2. ศึกษาหลักการ/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบและเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยในการค้นหาคำตอบที่สำคัญที่จะช่วยให้รูปแบบมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบต่างๆ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหลาย การนำข้อมูล

จากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบจะช่วยจัดหรือป้องกันปัญหาซึ่งจะทำให้รูปแบบนั้นขาดประสิทธิภาพ

4. กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ ได้แก่ การพิจารณาว่ามีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยประสบการณ์ความคิดสร้างสรรค์และความละเอียดรอบคอบจึงจะสามารถกำหนดองค์ประกอบที่จะเอื้อให้รูปแบบนั้นประสบความสำเร็จได้

5. นำองค์ประกอบต่างๆ มาจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป

6. จัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ โดยพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานไปได้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่อาจใช้เวลาในการพิจารณา

7. สร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยแสดงให้เห็นถึงฟังก์ชันขององค์ประกอบต่าง ๆ

8. ทดลองใช้รูปแบบเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น

9. ประเมินผล โดยการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้รูปแบบว่าได้ผลตามเป้าหมาย หรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด

10. ปรับปรุงรูปแบบ โดยนำผลการทดลองมาปรับปรุงรูปแบบให้ดียิ่งขึ้น

จะเห็นได้ว่าแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนเป็นระบบ โดยต้องทำการศึกษาหลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวคิดพื้นฐาน เพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ

## 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จรีพร นาคสัมฤทธิ์ (2555) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของกระบวนการบริหาร โรงเรียนทางเลือกตามแนวคิดการบริหารที่เน้นความเป็นมนุษย์และแนวคิด การศึกษามนุษยนิยม และพัฒนาเป็นกระบวนการบริหาร โรงเรียนทางเลือกตามแนวคิดการบริหารที่ เน้นความเป็นมนุษย์และแนวคิดการศึกษามนุษยนิยม ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการจำเป็น ในแนวคิดการบริหารที่ เน้นความเป็นมนุษย์คือ ความอยู่รอด ความพอเพียง โลกและความยั่งยืน และ แนวคิดการศึกษามนุษยนิยม คือ การรับใช้สังคมและการยอมรับนับถือตนเองและผู้อื่น จาก กรณีศึกษาพบว่า โรงเรียนทางเลือกด้าน

การวางแผนให้โอกาสครู บุคลากร และผู้เกี่ยวข้องในชุมชน เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา มีการประเมินผลการบริหารด้วยการให้คุณค่าแก่ครู และให้ครูนำศักยภาพตนเองออกมาใช้เพื่อจัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน ประเมินผลผู้เรียนด้วยวิธีที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่นตรงกับการพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มตามศักยภาพ

นัทธีรัตน์ พิระพันธุ์ (2557) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะในการสื่อสาร ทักษะด้านสารสนเทศ ทักษะด้านสื่อ และทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยศึกษาบนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และหลักการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วยลักษณะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารใน 4 ลักษณะที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาอย่างมีพลัง การสืบค้นสาระความรู้ การสร้างและเผยแพร่ผลงานและการปฏิสัมพันธ์และการสะท้อนกลับ

วารนันท์ นิตศักดิ์ และ สัญชัย พัฒนสิทธิ์ (2557) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามทฤษฎีคอนเนคติวิสต์ซิมของนักศึกษาโครงการมหาวิทยาลัยชีวิต ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามทฤษฎีคอนเนคติวิสต์ซิมของนักศึกษาโครงการมหาวิทยาลัยชีวิต มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ โดยมีชื่อเรียกว่า A4S Learning Model ประกอบด้วย สร้างความตระหนัก (Awareness) กำหนดวิธีการเรียน (Specification) เริ่มเรียน (Start) สรุป (Summary) และแบ่งปัน (Show & Share)

สนธิ สิทธิ และ สาโรช โสภีรักษ์ (2558) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนผ่านเว็บตามทฤษฎีการเรียนรู้คอนเนคติวิสต์ซิมเพื่อสร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยรูปแบบการสอนผ่านเว็บที่พัฒนาขึ้นนี้เรียกว่า pbCONNEC Model ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการสอนผ่านเว็บด้วย pbCONNEC Model แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ ประกอบด้วยกำหนดกรอบแนวคิดและการกระตุ้นการเรียนรู้ ส่วนที่สองเป็นคอนเนคติวิสต์ซิม: การเรียนรู้คือกระบวนการเชื่อมโยงประกอบด้วยวัฏจักรการจำแนกการเรียนรู้คอนเนคติวิสต์ซิม วัฏจักรการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและส่วนที่สามเป็นผลการเรียนรู้ประกอบด้วยความรู้ เจตคติและทักษะ

ขจรพงษ์ ร่วมแก้ว, ประวิทย์ สิมมาพัน และกนก สมะวรรณนะ (2559) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้แบบเปิดตามแนวคิด Connectivism เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบเปิดตามแนวคิด Connectivism เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักดังนี้ 1) สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ 2) บริบท และ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) สถานการณ์ปัญหา (Problem solving) 2) เชื่อม โยง (Connect node) 3) ตรวจสอบความถูกต้อง (Self monitor) 4) สร้างองค์ความรู้ (Create and Construct) 5) การประเมิน (Evaluation) และ 6) เผยแพร่ (Share)

ปริญญา บรรณเกตุช (2559) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงอิเล็กทรอนิกส์ 8E ตามแนวคิด Connectivism ผู้ใช้สามารถเข้าใจระบบและเนื้อหาได้โดยง่ายซึ่งระบบช่วยให้อาจารย์สามารถสอนนักศึกษาให้ เข้าใจได้มากขึ้น นักศึกษาสามารถเตรียมตัวก่อนเรียนและทบทวนได้ตลอดเวลา

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นความขัดแย้งทางความคิด ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง และขั้นตรวจสอบความรู้และ 4) การวัดและประเมินผล

นาวิน คงรักษา (2561) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการปรับทัศนคติความรู้ตามแนวคิดเชื่อมโยงนิยมเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการปรับทัศนคติความรู้ตามแนวคิดเชื่อมโยงนิยมเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน 1) การกำหนดเจตนาและประเด็นการเรียนรู้ 2) การค้นหาความรู้ภายในตนเองและการค้นหาจากภายนอก 3) การเชื่อมโยงความรู้ 4) การนำเสนอความรู้ 5) การประเมินความรู้

ศยามน อินสะอาด และพันทิพา อมรฤทธิ (2561) ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างรูปแบบนวัตกรรมคลังสื่อการศึกษาเพื่อสังคมยุคดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผลการศึกษวิจัย พบว่ารูปแบบนวัตกรรมคลังสื่อการศึกษาเพื่อสังคมยุคดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) โครงสร้างพื้นฐานของสังคมยุคดิจิทัล 2) องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมทางการเรียนแบบยุคดิจิทัล 3) ทฤษฎีคอนเนคติวิสต์ (Connectivism) 4) ระบบบริหารจัดการคลังสื่อการศึกษา



Hughes (2003) ศึกษากรณีตัวอย่างของการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยม โดยใช้กลยุทธ์การเรียนรู้แบบสภาพจริงและการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือทำด้วยตัวเอง อย่างกระตือรือร้น เช่น การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะ การคิดและการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะนวัตกรรม ทักษะการทำงานเป็นทีม ความเป็นผู้นำการสื่อสาร ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ทักษะการเรียนรู้ และทักษะอาชีพได้ดี แต่ยังคงขาดการบูรณาการทักษะข้ามวัฒนธรรม

Siemen (2004) จากงานวิจัยได้ค้นพบว่า แนวคิด Connectivism การเรียนรู้ต้องมีการเชื่อมโยงกับบุคคลที่เหมาะสมและเวลาที่เหมาะสม จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา ส่งผลต่อการพัฒนาสังคม ช่วยในการตอบสนองให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน และช่วยเสริมทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีขึ้นก่อนหน้านี้โดยแนวคิด Connectivism เชื่อว่าการเรียนรู้มีการเลื่อนไหลอย่างไม่หยุดนิ่ง ความรู้ต่างๆ เกิดขึ้นใหม่ทุกวินาทีซึ่งนำมาเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ อย่างรวดเร็ว ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับ มีวิวัฒนาการตลอดเวลา

Downes (2010) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ที่ส่งเสริมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ส่วนบุคคลในการเชื่อมโยงความรู้ การตอบโต้สนทนาบนระบบออนไลน์ ซึ่งหลักสูตรในการเรียนการสอนจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป็นการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นแนวทางการพัฒนาจัดการเรียนการสอนในอนาคต จะเน้นที่การใช้ซอฟต์แวร์หรือต้นแบบซอฟต์แวร์ในการอำนวยความสะดวกในการสนทนาและปฏิสัมพันธ์ ซึ่งผู้เรียนจะมีอิสระในการสร้างองค์ความรู้

Olsen (2010) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้แก่นักเรียน ผลการวิจัยได้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบการสอนและการเรียนรู้แบบการค้นหาความจริง (Inquiry-based approach) ที่ประกอบไปด้วยสี่ขั้นตอน คือ 1) การจัดตั้งแวดล้อม 2) การวางแผน 3) การจัดการเรียนการสอน 4) การวัดและประเมินผล

Fox (2011) ศึกษาวิจัยเพื่อทำความเข้าใจว่าการสำรวจว่าผู้บริหาร ครู และนักเรียน มีความเข้าใจเรื่อง ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในระดับใด โดยใช้กรณีศึกษา ผลการวิจัย พบว่าโรงเรียนยังไม่สามารถดำเนินการสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้แก่นักเรียนได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากครูและนักเรียน ยังมีข้อจำกัดในการรับรู้และทำความเข้าใจเรื่องทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และถึงแม้ผู้บริหารโรงเรียน จะมีความเข้าใจเรื่องทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มากกว่าแต่ไม่สามารถเปลี่ยนวัฒนธรรมปัจจุบันให้ สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ นักวิจัยเสนอแนะให้มีการวางแผนและดำเนินการเพื่อพัฒนาทักษะแห่ง

ศตวรรษที่ 21 พร้อมๆ กับการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการทดสอบ และ กระบวนการสร้างการเปลี่ยนแปลงต้องมาจากความร่วมมือและทำงานร่วมกันของทุกฝ่าย

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยสรุปความโดยสังเขปได้ ดังนี้ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการขยายพื้นที่ทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอเนื้อหา สืบค้นสาระความรู้ สร้างและเผยแพร่ผลงาน รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์และการสะท้อนกลับในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ที่การเรียนรู้จะต้องมีการเชื่อมโยงกับบุคคลที่เหมาะสมและเวลาที่เหมาะสม สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา ส่งผลต่อการพัฒนา ช่วยในการตอบสนองให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน และลักษณะการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการออกแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กลยุทธ์การเรียนรู้แบบสภาพจริงด้วยหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือทำด้วยตัวเอง เช่น การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล เป็นบุคคลที่ได้ชื่อว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person)

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

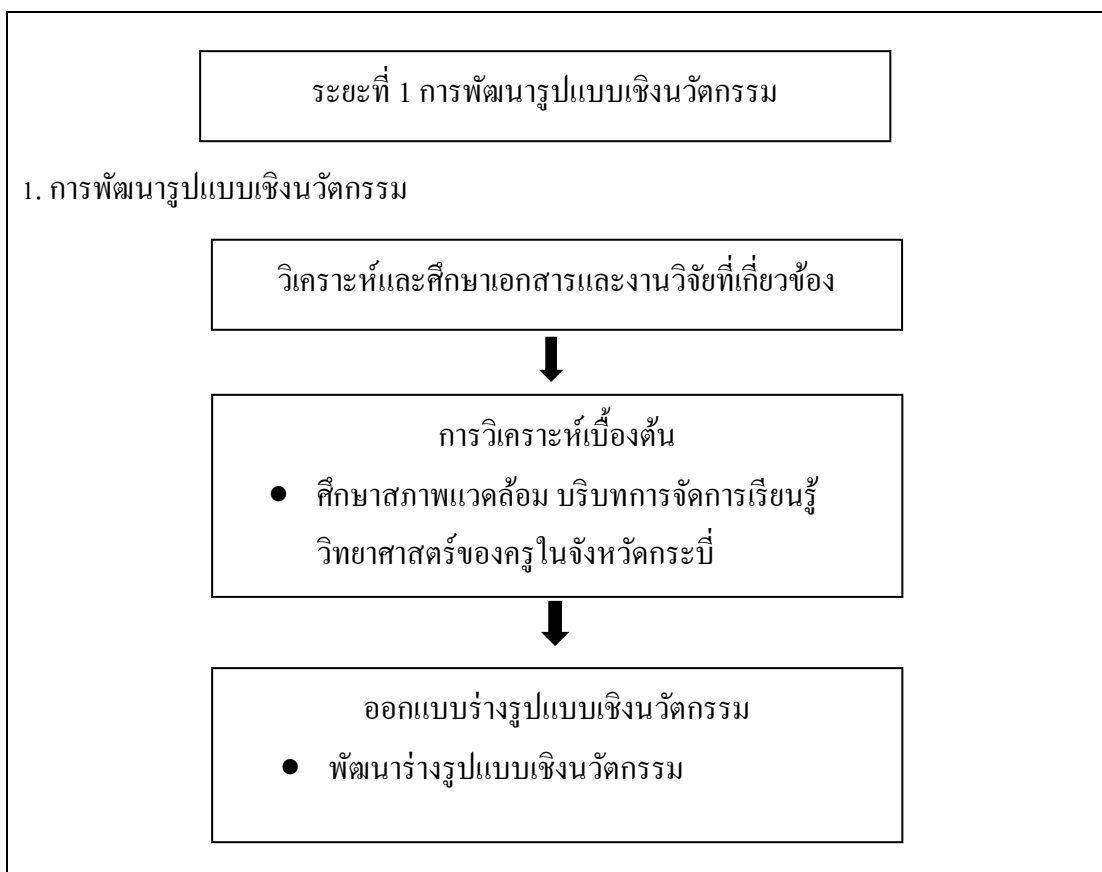
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R & D) ใช้ระเบียบวิจัยผสมวิธี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ระยะที่ 2 การศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ระยะที่ 3 การรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังแผนภาพต่อไปนี้



## 2. การศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

### การศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

- นำร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาและแสดงความคิดเห็น โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์
- ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบเชิงนวัตกรรม
- นำร่างรูปแบบให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรับรองคุณภาพ
- แก้ไขปรับปรุงรูปแบบเชิงนวัตกรรมและเอกสารประกอบ

ระยะที่ 2 การศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่พัฒนาขึ้น

กำหนดประชากร



เลือกกลุ่มตัวอย่าง



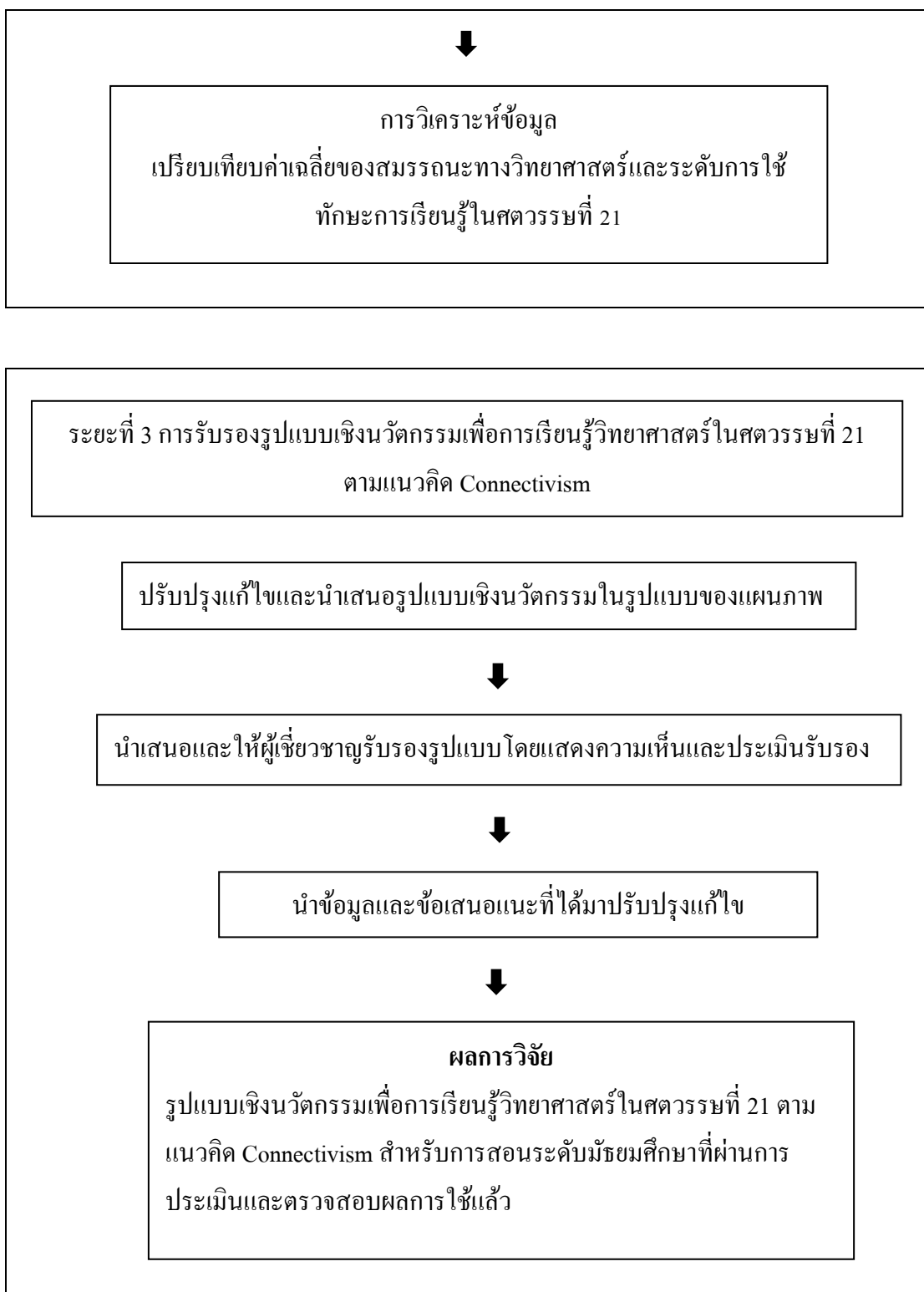
ทดสอบก่อนการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism



ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism



ทดสอบหลังการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มี 2 ตอน ดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นตอนวิเคราะห์และศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

1.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Connectivism

1.1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

1.1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)

1.2 การวิเคราะห์เบื้องต้น มีการวิเคราะห์การใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ได้แก่ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การใช้ทรัพยากรสำหรับการเรียนการสอน การวัดและประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน การอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ เป็นต้น

1.2.1 การสร้างแบบสอบถามศึกษาระดับความคิดเห็นในการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 ตามกรอบสมรรถนะของครูแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในศตวรรษที่ 21 (Southeast Asian Ministers of Education Organization; 2010)

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัย คือ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดกระบี่ จำนวน 165 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสมรรถนะของครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โรงเรียนในจังหวัดกระบี่ โดยใช้ตารางการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie Morgan ที่ระดับความเชื่อมั่น .05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 117 คน ซึ่งจะใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก (Convenience selection) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเดียวกับประชากร

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะนี้เป็นแบบสอบถามการใช้สมรรถนะของครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โรงเรียนในจังหวัดกระบี่ มี 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 เป็นคำถามปลายปิดมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามแบบของ Likert (อ้างถึงใน ผ่องศรี วาณิชยศุภวงศ์, 2546 : 132) มี 5 ระดับ ถามสมรรถนะของครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามกรอบสมรรถนะของครูแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในศตวรรษที่ 21 (Southeast Asian Ministers of Education Organization; 2010) โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาสมรรถนะของตนเองตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ว่าอยู่ในระดับใด โดยกำหนดค่าน้ำหนักของคะแนน 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มีการปฏิบัติในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีการปฏิบัติในระดับมาก

3 หมายถึง มีการปฏิบัติในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีการปฏิบัติในระดับน้อย

1 หมายถึง มีการปฏิบัติในระดับน้อยที่สุด

โดยมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. สร้างเครื่องมือในการวิจัย ผู้วิจัยได้นำกรอบสมรรถนะของครูแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในศตวรรษที่ 21 (Southeast Asian Ministers of Education Organization; 2010) มาตั้งเป็นข้อคำถามในแบบสอบถาม

2. นำแบบสอบถามเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์

3. นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านหลักสูตรการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผล และด้านความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) ความถูกต้องเหมาะสม ความครอบคลุมและให้คำแนะนำ สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามนั้นกับประเด็นหลักของเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence : IOC) ตามวิธีการของ Rovinelli & Hambleton (1978 : 34-37) อ้างถึงในพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 117) โดยกำหนดคะแนนไว้ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สมรรถนะของครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้  
สมรรถนะของครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้  
สมรรถนะของครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21

นำคะแนนที่ได้มาแทนสูตร ดังนี้

ค่าความสอดคล้อง (IOC) (สัจพรรณ ทรรพวุธ, 2546 : 189 และ กาญจนา วัฒนาย, 2548 : 187)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

R คือ คะแนนความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในข้อนั้น

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ปรับปรุงแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยนำรายการข้อคำถามที่มี ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ประสพชัย พสุนนท์, 2558: 381) มาใช้เป็นรายการข้อคำถามในแบบสอบถามฉบับจริง

4. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) กับครูผู้สอนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ แอลฟา (Alpha coefficient) ของ Cronbach (อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 125-126) โดยเกียรติสุดา ศรีสุข (2552: 144) กำหนดค่าความเชื่อมั่น 0.00 – 0.20 แทนความเชื่อมั่นต่ำมาก, 0.21 – 0.40 แทนความเชื่อมั่นต่ำ, 0.41 – 0.70 แทนความเชื่อมั่นปานกลางและ 0.71 – 1.00 แทนความเชื่อมั่นสูง ซึ่งในการวิจัยทั่วไป Nunnally (1978) อ้างถึงใน ประสพชัย พสุนนท์ (2558: 158-159) แนะนำให้ใช้ความเชื่อมั่นที่ 0.70

5. นำแบบสอบถามที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง



### วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในขณะนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบสอบถามตอนที่ 1 เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ทำการวิเคราะห์โดยการแยกข้อมูลตามเพศ ช่วงอายุ วุฒิการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงาน โดยวิธีการหาค่าร้อยละและบรรยายประกอบตาราง

2. แบบสอบถามตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สมรรถนะของครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดกระบี่ โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เกณฑ์การแปลความหมาย ระดับการปฏิบัติ หมายถึง การปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้สมรรถนะของครูจากค่าเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546: 120-127) ซึ่งแบ่งคะแนนเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงมีความหมาย ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีระดับการปฏิบัติมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีระดับระดับการปฏิบัติมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีระดับระดับการปฏิบัติปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีระดับระดับการปฏิบัติน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง มีระดับระดับการปฏิบัติที่น้อยที่สุด

1.2.2 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปเป็นข้อมูลประกอบในการร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาต่อไป

#### 1.3 ออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

นำข้อมูลที่ได้จาก ข้อ 1.1 และ 1.2 มาพัฒนาเป็นร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้แนวคิดการสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบรูปแบบของสุมาลี ชัยเจริญ (2559: 369)

## 2. การศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

1. นำร่างรูปแบบที่ได้ในข้อ 1 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาและแสดงความคิดเห็น โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์
2. นำร่างรูปแบบมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
3. นำร่างรูปแบบให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรับรองคุณภาพความตรงตามเนื้อหา โดยประเมินในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา การวัดและประเมินผล การสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนนี้ มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

- 1) แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และ 2) แบบประเมินรับรองรูปแบบโดยมีวิธีการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

### 1. แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

1.1 นำร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มาเรียบเรียงเป็นข้อคำถามในแต่ละขั้นตอนของแบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

1.2 นำแบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม

1.3 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้สมบูรณ์

2. แบบประเมินรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

2.1 สร้างข้อคำถามสำหรับเป็นประเด็นในการประเมิน โดยให้ครอบคลุมองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

2.2 นำแบบประเมินรับรองรูปแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม

2.3 ปรับปรุงแบบประเมินรับรองรูปแบบตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้สมบูรณ์

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 1. การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์

ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา และการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาในด้านการสื่อความหมาย ด้านความครอบคลุมเนื้อหา ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ ตามแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น

#### 2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบ

ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา การวัดและประเมินผล และการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ประเมินรับรองความตรงตามเนื้อหา ในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเทียบกับแนวคิดหลักแล้วนำมาปรับองค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

#### 2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบ ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมา ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

## ระยะที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้น

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาเป็นนักเรียนโรงเรียนลำทับประชาอนุเคราะห์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 120 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาผู้วิจัยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นนักเรียนโรงเรียนลำทับประชาอนุเคราะห์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 34 คน

### การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การศึกษานี้ใช้แผนการศึกษาแบบทดลองกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 60 - 61) ดังแผนการทดลอง

ตารางที่ 4 แบบแผนการศึกษา

กลุ่ม	วัดผลก่อนทดลอง	ทดลอง	วัดผลหลังทดลอง
E	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental group)
O <sub>1</sub>	แทน	การทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
O <sub>2</sub>	แทน	การทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
X	แทน	การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

### การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ดำเนินการสอน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ระยะเวลา 8 สัปดาห์
3. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียนเพื่อพัฒนาการทางด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงแบบรูบริค โดยมีวิธีการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 พัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตามแนวคิด Connectivism โดยผู้วิจัยได้กำหนดสาระการเรียนรู้เรียงลำดับตามขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กำหนดเป็นภารกิจในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน รวมทั้งสิ้น 24 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) ร่วมกับแนวคิด Connectivism ผู้เรียนเลือกศึกษาโครงงานจากสิ่งที่น่าสนใจยากู้ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน สิ่งแวดล้อมในสังคม หรือจากประสบการณ์ต่างๆ ที่ยังต้องการคำตอบ ข้อสรุป ซึ่งอาจจะอยู่นอกเหนือจากสาระการเรียนรู้ในบทเรียนของหลักสูตร

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ผู้วิจัยนำผลการวิจัยในระยะที่ 1 มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

1.2 การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.2.1 การสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดจัดการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ในการวิจัยในระยะที่ 1 นำมากำหนดเป็น  
กรอบในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism  
ใน 3 ขั้นตอน คือ (1) การวิเคราะห์การเรียนรู้ (2) การออกแบบการเรียนรู้ และ (3) การประเมินการเรียนรู้

1.2.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน  
ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism โดยเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) ซึ่งมี  
เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง มีความคิดเห็นว่า แผนมีคุณภาพดีมาก

4 หมายถึง มีความคิดเห็นว่า แผนมีคุณภาพดี

3 หมายถึง มีความคิดเห็นว่า แผนมีคุณภาพพอใช้

2 หมายถึง มีความคิดเห็นว่า แผนมีคุณภาพควรปรับปรุง

1 หมายถึง มีความคิดเห็นว่า แผนมีคุณภาพควรปรับปรุงเร่งด่วน

1.3 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้/ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษ  
ที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม  
ของภาษา ตลอดจนความชัดเจนครบถ้วนสมบูรณ์และความครอบคลุมของข้อคำถาม

1.4 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism  
ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านหลักสูตรการสอน การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์  
จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของแผนต่อไป

#### วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน  
ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วน  
เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วนำค่าไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ผลการ  
ประเมิน โดยวิธีการแปลผลตามเกณฑ์สัมบูรณ์ (Absolute Criteria) ของบุญชม ศรีสะอาด (2553:  
120-127) ซึ่งแบ่ง คะแนนเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงมีความหมาย ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง มีคุณภาพดี

2.50 – 3.49 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

1.50 – 2.49 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุงเร่งด่วน

2. ผู้วิจัยนำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุดก่อนนำไปทดลองใช้

## 2. แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

2.2 กำหนดจุดประสงค์ของแบบวัด เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน 3 ประเด็น (สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ศึกษาการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นักเรียน เพื่อพัฒนาแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Program for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.4 กำหนดกรอบการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้อยู่ในเชิงรูปธรรมของพฤติกรรมแล้วกำหนดอัตราส่วนของข้อทดสอบ

### นิยามเชิงปฏิบัติการของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 5 กรอบการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนข้อสอบที่ใช้จริง

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์			รวม (ข้อ)	การอธิบาย ปรากฏการณ์ ในเชิง วิทยาศาสตร์	การประเมิน	การแปล
					และ ออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะหา ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	ความหมาย ข้อมูล และ การใช้ ประจักษ์ พยานในเชิง วิทยาศาสตร์
ความรู้ ทาง วิทยาศาสตร์	ระบบการ ดำรงชีวิต	ทรัพยากรธรรมชาติ	3	1		2
		สุขภาพ	3		2	1
		สิ่งแวดล้อม	3	1	1	1
	โลกและ อวกาศ	ทรัพยากรธรรมชาติ	3	1	2	
		สิ่งแวดล้อม	3		2	1
	ระบบทาง เทคโนโลยี	สุขภาพ	3	1		2
		ทรัพยากรธรรมชาติ	3	1	1	1
	ระบบทาง กายภาพ	ขอบเขตของ วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	3		1	2
		การสืบสวน เชิง วิทยาศาสตร์	สุขภาพ	3	2	1
	ภัยอันตราย		4	1	2	1
สิ่งแวดล้อม	3		1		2	
เชิง วิทยาศาสตร์	ทรัพยากรธรรมชาติ	สุขภาพ	3		1	2
		สุขภาพ	3	1	1	1
รวม(สมรรถนะแต่ละด้าน)				10	14	16
รวม					40	



2.5 พัฒนาร่างแบบวัดจำนวน 45 ข้อ นำแบบวัดให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.6 นำแบบวัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม แล้วประเมินแบบวัดโดยใช้การประเมินความสอดคล้อง ( Index of Item-Objective Congruence: IOC)

2.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.5

2.8 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อนำผลมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

2.8.1 วิเคราะห์หาค่าความยาก (p: difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (r: Discriminant power) ของแบบวัดรายข้อ (Item analysis) โดยใช้เทคนิค 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.8.2 คัดเลือกแบบวัดที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2546 : 81 - 101)

2.8.3 แบบวัดที่คัดเลือกไว้ มีค่าความยากรายข้อ ระหว่าง 0.28 – 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22 – 0.78

2.9 นำแบบวัดจำนวน 40 ข้อที่ผ่านการหาค่าความยากและอำนาจจำแนกจากขั้นต้น มาวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตามวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 (สมนึก ภัททิยธนี, 2555 : 223-224) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .91

### 3. แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้

การพัฒนาแบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาการสะท้อนความรู้ในการจัดการเรียนรู้ การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดทำแบบสะท้อนความรู้

3.2 กำหนดลักษณะของแบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ และกรอบหรือประเด็นการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่จะให้นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ โดยใช้ผลการเรียนรู้เป็นกรอบในการกำหนดโครงสร้างของแบบบันทึก

ตารางที่ 6 กรอบการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับการสร้างแบบสะท้อนการเรียนรู้และเกณฑ์ประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

แนวทางในการจัดการเรียนรู้	แนวทางในการวัดและประเมินผล
<p>ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define)</p> <p>ศึกษาสถานการณ์ปัญหา พบเห็นในชีวิตจริงที่ผู้เรียนพบเห็นซึ่งมีความต้องการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา ผู้เรียนคิดริเริ่มเองในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา</li> <li>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษา</li> <li>3. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์</li> </ol> <p>เครื่องมือในการประเมิน การประเมินตามสภาพจริงโดยใช้แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การให้คะแนนรูปรีค แบบ Analytic rubrics</p>
<p>ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect node)</p> <p>ศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูลรวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมที่มีมาก่อนโดยการเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่เป็นมนุษย์กับมนุษย์หรือมนุษย์กับเครื่องจักรที่เรียกว่า Node to Node เชื่อมโยงกระบวนการสู่โลกสังคมออนไลน์ผ่านสื่อกลางประเภทต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกสังคมออนไลน์หรือสื่อออนไลน์ ผู้เรียนเลือกเชื่อมโยงความรู้จาก Node เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหารวมถึงการตีความ วิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูล</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล</li> <li>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยายตีความคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์</li> <li>3. นักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</li> </ol> <p>เครื่องมือในการประเมิน การประเมินตามสภาพจริงโดยใช้แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การให้คะแนนรูปรีค แบบ Analytic rubrics</p>

## ตารางที่ 6 (ต่อ)

แนวทางในการจัดการเรียนรู้	แนวทางในการวัดและประเมินผล
<p>สารสนเทศ หลักการ สาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า ผู้เรียนทำการสะท้อนความรู้เพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</p>	
<p>ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้สังเคราะห์ ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)</p> <p>ประกอบด้วยการตีความ วิเคราะห์ องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า ผู้เรียนทำการออกแบบการทดลอง ทดลองและสะท้อนการเรียนรู้เพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทดลองและนำเสนอผลการทดลองผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม</li> <li>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</li> </ol> <p>เครื่องมือในการประเมิน การประเมินตามสภาพจริงโดยใช้แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การให้คะแนนรูบริก แบบ Analytic rubrics</p>
<p>ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)</p> <p>มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง เพื่อให้เกิดข้อสรุปและแนวคิดใหม่ และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล</li> <li>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม</li> <li>3. นักเรียนสามารถนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</li> </ol> <p>เครื่องมือในการประเมิน การประเมินตามสภาพจริงโดยใช้แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การให้คะแนนรูบริก แบบ Analytic rubrics</p>

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แนวทางในการจัดการเรียนรู้	แนวทางในการวัดและประเมินผล
<p>ขั้นเผยแพร่ (Publish)</p> <p>นำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน เผยแพร่เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยนำเสนอเป็นชิ้นงาน</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงงานได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลาย</li> <li>3. นักเรียนสามารถนำเสนอประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงงานได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เครื่องมือในการประเมิน การประเมินตามสภาพจริงโดยใช้แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การให้คะแนนรูบริก แบบ Analytic rubrics</li> </ol>

3.3 สร้างแบบบันทึกตามกรอบ นำแบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.4 สร้างเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการบันทึกสะท้อนการเรียนรู้

3.4.1 ศึกษาการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดทำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการบันทึกสะท้อนการเรียนรู้

3.4.2 กำหนดลักษณะของเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกและกรอบหรือประเด็นการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่จะประเมินการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้นิยามความรู้ ความชำนาญ (Proficiency) การใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 จากกรอบมาตรฐานสำหรับการรู้ไอซีที ICT Literacy (Unesco, 2008) ได้เป็นกรอบและประเด็นการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 กรอบและประเด็นการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับการสร้างเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการบันทึกสะท้อนการเรียนรู้

รายการประเมิน	นิยามความรู้ ความชำนาญ (Proficiency) การใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21
<b>ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define)</b>	
ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล (Define)	การใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อระบุและแสดงแหล่งข้อมูลที่มีความจำเป็น สามารถค้นหาแหล่งข้อมูลที่จะนำมาสนับสนุนหัวข้อโครงการ ใช้แหล่งอ้างอิงที่หลากหลายเป็นทางการเชื่อถือได้
ความสามารถในการเข้าถึง (Access) และเชื่อมโยงข้อมูล	การจัดเก็บข้อมูลและสามารถการดึงข้อมูลในสภาพแวดล้อมดิจิทัลมาใช้งาน นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาอธิบายและเชื่อมโยงสามารถระบุแนวคิดหลักในการทำโครงการได้
ความสามารถในการจัดการ (Manage) ข้อมูลอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	การใช้เครื่องมือดิจิทัลที่มีอยู่ในระบบจัดการข้อมูลหรือการจำแนกประเภทข้อมูล มีความสามารถในการรับรู้เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี
<b>ขั้นที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)</b>	
ความสามารถในการประเมิน (Evaluate) เลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล	ความสามารถในการตัดสินใจ เลือกใช้ ประเมินค่า ข้อมูลดิจิทัลที่ตอบสนองความต้องการของปัญหา ใช้คอมพิวเตอร์/แท็บเล็ต/สมาร์ทโฟนหรือเครื่องมือเทคโนโลยีอื่นๆ ในการทำงานผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต มีการใช้โปรแกรมประมวลคำ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ตรงประเด็นตามหัวข้อที่ศึกษาและนำเสนอเชื่อถือ มีการจัดการข้อมูลได้เหมาะสม ใช้

## ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	นิยามความรู้ ความชำนาญ (Proficiency) การใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21
ความสามารถในการบูรณาการ (Integrate) เชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม	เทคโนโลยีในการทำงานร่วมกันและคำนึงถึงการใช้งานเทคโนโลยีเพื่อความมั่นคงปลอดภัย การตีความและการวิเคราะห์ตัวแทนของข้อมูล โดยการใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อเปรียบเทียบ สังเคราะห์ และสรุปความสามารถในการเขียน โครงร่าง ครงงานวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ซึ่งมีหัวข้อดังต่อไปนี้ หัวข้อ ครงงานวิทยาศาสตร์ ที่มาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ สมมติฐานและขอบเขตการศึกษา
ความสามารถในการประเมิน (Evaluate) และออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	ความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ตัดสิน เลือกใช้ ประเมินค่า ข้อมูลดิจิทัลที่ตอบสนองความต้องการของปัญหาได้
<b>ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)</b>	
ความสามารถในการออกแบบการทดลอง และเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	ความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์
ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ บูรณาการ: การตีความ การสรุป การสรุป การเปรียบเทียบและการเปรียบเทียบ ข้อมูลจากแหล่งดิจิทัลหลายแหล่ง	ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง ความสามารถในการกำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีและเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม กำหนดวิธีการทดลองได้ สอดคล้องกับสมมติฐานและดำเนินการทดลองตามขั้นตอน โดยมีผลการทดลองถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์

## ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	นิยามความรู้ ความชำนาญ (Proficiency) การใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21
<b>ขั้นที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)</b>	
ความสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการอภิปรายผลได้อย่างมีเหตุผล	ความสามารถออกแบบบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและครบถ้วน บันทึกการทดลองนำเชื่อถือด้วยรูปแบบบันทึกผลการทดลองที่หลากหลาย
ความสามารถในการสร้างสรรค์ (Create) เชื่อมโยงข้อมูลในการสรุปและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	การปรับประยุกต์ใช้การออกแบบและการสร้างข้อมูลในรูปแบบใหม่บนสภาพแวดล้อมดิจิทัล สามารถแปลข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น อภิปรายได้ถูกต้อง สมบูรณ์ สอดคล้องกับข้อมูล พร้อมทั้งมีข้อมูลประกอบและอภิปรายผลการทดลองสอดคล้องกับทฤษฎีหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง
<b>ขั้นที่ 5 ขั้นเผยแพร่ (Publish)</b>	
คุณภาพของข้อมูลที่นำเสนอ	นำเสนอข้อมูลครบถ้วนตามลำดับขั้นตอน โดยเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นสารสนเทศที่สามารถสื่อความหมายเข้าใจง่ายและมีรูปแบบการนำเสนอข้อมูลหลากหลาย
การนำเสนอโครงการ การถ่ายทอดข้อมูลและความรู้ไปยังบุคคลและ/หรือกลุ่มต่างๆ (Communicate)	การนำเสนอโดยสมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอ ด้วยบุคลิก น่าเชื่อถือเหมาะสม มีการออกแบบสื่อการนำเสนอที่น่าสนใจใช้สื่อในการนำเสนอคล่องแคล่วและสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี

3.4.3 พัฒนาเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกโดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินด้วยรูบริกเป็น 5 ระดับ คือ

เกณฑ์การตัดสิน

คะแนน 5 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 100)

คะแนน 4 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดี (ร้อยละ 80)

คะแนน 3 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60)

คะแนน 2 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 40)

คะแนน 1 หรือต่ำกว่า การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับ

ปรับปรุง (ร้อยละ 10)

3.4.4 นำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.4.5 นำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตรการสอน การวัดและประเมินผลและการสอน วิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถาม กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม แล้วประเมินแบบวัดโดยใช้การ ประเมินความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC)

3.4.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.5

3.4.7 ตรวจสอบความสอดคล้องภายในของเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกด้วยการนำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูบริกไปทดลองตรวจผลงาน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบเพียร์สันของการให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 ( $r_{xy} = .93$ )

### ขั้นตอนในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาผลในการวิจัยระยะที่ 2 นี้ใช้เวลาทั้งสิ้น จำนวน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 24 คาบ ระหว่างวันที่ 4 มกราคม 2564 - 26 กุมภาพันธ์ 2564 โดยมีกิจกรรม ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังตารางที่ 8



ตารางที่ 8 กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบเชิงนวัตกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	จำนวน (คาบ)
1	ปฐมนิเทศ และ Pre-test	2
2	ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define)	3
3	ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)	4
4	ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ความรู้ และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)	7
5	ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)	4
6	ขั้นเผยแพร่ (Publish)	2
	สรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและ Post-test	2
รวม		24

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายข้อมูล ทัวไป
- หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทดลอง วิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบ paired samples t-test แบบ dependent samples t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01
- วิเคราะห์ผลการสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการเรียนรู้ตามเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคที่กำหนด เพื่อสรุปผลความสามารถในการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน ในการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาที่พัฒนาขึ้น การตรวจสอบข้อมูลหลังจากที่เก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนสำคัญในการวิจัยคือ การตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบ

สามเส้า (Triangulation) ในการวิจัยครั้ง ผู้วิจัยใช้การตรวจสอบแบบสามเส้า ในด้านผู้วิเคราะห์ ข้อมูล (Analyst triangulation) คือการตรวจสอบว่าผู้วิจัยและครูผู้ช่วยได้ข้อมูลต่างกันอย่างไรแทน การใช้ผู้วิจัยคนเดียวทั้งหมด แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสอดคล้องภายใน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

### ระยะที่ 3 การรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

การรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาของการวิจัย เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญรับรองรูปแบบ โดยนำเสนอในรูปแบบแผนภาพแสดงรูปแบบและความเรียงอธิบายรูปแบบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของรูปแบบในระยะที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอในรูปแบบของแผนภาพประกอบความเรียง
2. นำเสนอและให้ผู้เชี่ยวชาญรับรองรูปแบบ โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา การวัดและประเมินผล การสอนวิทยาศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน แสดงความเห็นและประเมินรับรองรูปแบบ
3. นำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับปรุงรายละเอียดในด้านองค์ประกอบและขั้นตอนให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 3 นี้ได้แก่ แบบรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยนำองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาในการวิจัยระยะที่ 2 ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วมาสร้างเป็นแบบรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) และแบบปลายเปิด

### **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่นำเสนอในรูปแบบแผนภาพประกอบความเรียง ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา การวัดและประเมินผล และการสอนวิทยาศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน แสดงความเห็นและประเมินรับรองรูปแบบ

### **การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism แล้วนำข้อมูลและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงรูปแบบให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R & D) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1. เพื่อพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา 2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา 3. เพื่อรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

โดยมีรายละเอียดผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อร่างรูปแบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด Connectivism ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) และการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project based learning) และการวิเคราะห์เบื้องต้นด้านสภาพแวดล้อมหรือบริบทการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 ตามกรอบสมรรถนะของครูแห่งเอเชีย

ตะวันออกเฉียงใต้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำมาใช้ในการร่างรูปแบบ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

### ประเด็นที่ 1 ผลการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่าการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีหลักการ วัตถุประสงค์ องค์กรประกอบและขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 9 หลักการของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

รูปแบบ/แนวคิด/และ ทฤษฎี	หลักการ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนค้นพบ (สร้าง) ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาที่เราเรียกว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจำแนก การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาการสื่อความหมาย การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์
รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)	1. นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเองเชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดลอมจริง 2. มีฐานจากการวิจัย หรือ องค์กรความรู้ที่เคยมี 3. ใช้แหล่งข้อมูล หลายแหล่ง 4. ผังครึ่งด้วยความรู้และทักษะบางอย่าง (Embedded with knowledge and skills) 5. ใช้เวลามากพอในการสร้างผลงาน 6. มีผลผลิต
การเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism	1. การเรียนรู้และองค์ความรู้เกิดจากพลังทางความคิดของมนุษย์ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องไม่หยุดนิ่ง

## ตารางที่ 9 (ต่อ)

รูปแบบ/แนวคิด/และ ทฤษฎี	หลักการ
การเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. การเรียนรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงจากแหล่งข้อมูลหรือคลังความรู้ที่หลากหลาย</li> <li>3. การเรียนรู้อาจมิใช่รูปแบบปกตินิยมที่มนุษย์จะใช้กันแบบทั่วไปก็ได้</li> <li>4. ประสิทธิภาพของการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเกิดจากความรู้ที่ได้มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง</li> <li>5. การพัฒนาและสะสมองค์ความรู้เป็นสิ่งจำเป็นที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องของมวลมนุษย์</li> <li>6. ความสามารถในการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ ความคิดและมโนทัศน์ คือปัจจัยหลักที่สำคัญในการสร้างทักษะการเรียนรู้</li> <li>7. องค์ความรู้ที่ถูกต้องเป็นปัจจุบันเป็นจุดเน้นสำคัญของการสร้างกิจกรรมในการเชื่อมโยงการเรียนรู้ให้บังเกิดขึ้น</li> <li>8. การตัดสินใจ เป็นกระบวนการเรียนที่สำคัญที่เกิดขึ้น ประเด็นสำคัญคือการเลือกที่จะเรียนรู้ด้วยความหมายผ่านข้อมูลสารสนเทศที่ได้รับอย่างมีวิจารณญาณและมีความรอบคอบ เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น</li> </ol>
ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การใช้เทคนิคในการสร้างแนวคิดอันหลากหลายสามารถประเมินแนวคิดของตนเองเพื่อปรับปรุงให้เกิดความสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น</li> <li>2. การเปิดรับมุมมองที่หลากหลายและแปลกใหม่ สามารถสร้างสรรค์แนวคิดให้กลายเป็นนวัตกรรมเชิงรูปธรรม</li> <li>3. ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินหลักฐาน วิวาทะ คำกล่าวอ้าง และความเชื่อ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ</li> </ol>

## ตารางที่ 9 (ต่อ)

รูปแบบ/แนวคิด/และ ทฤษฎี	หลักการ
	<p>4. การสังเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลและชุดความคิดต่างๆ เข้าด้วยกัน สามารถตีความข้อมูลและหาข้อสรุป รู้จักบททวนประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง</p> <p>5. การแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยด้วยวิธีการอันหลากหลาย การตั้งและวางกรอบคำถามที่ช่วยอธิบายมุมมองที่จะนำไปสู่หนทางแก้ไขปัญหา</p> <p>6. สามารถทำงานร่วมกับทีมที่มีสมาชิกหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>7. ปรับตัวให้ทันกับเครื่องมือทางเทคโนโลยี ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างทันทั่วถึงและประเมินความถูกต้องของข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ</p>
<p>การเรียนรู้ตามรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 ตาม แนวคิด Connectivism</p>	<p>1. มีสถานการณ์ปัญหา พบเห็นในชีวิตจริง</p> <p>2. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการ เกิดขึ้นจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบ</p> <p>3. ความรู้จะได้มาหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน</p> <p>4. มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่ายสังคม</p> <p>5. การประเมินผลเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง</p>

สรุปจากตาราง 9 หลักการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา สังเคราะห์ได้ ดังนี้

1. มีสถานการณ์ปัญหา พบเห็นในชีวิตจริง
2. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการ เกิดขึ้นจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบ
3. ความรู้จะได้มาหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
4. มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่ายสังคม เป็นการเรียนที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยีไอพี

ตารางที่ 10 วัตถุประสงค์ของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิง  
นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism  
สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

รูปแบบ/แนวคิด/และ ทฤษฎี	วัตถุประสงค์
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานใน วิชาวิทยาศาสตร์</li> <li>2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และข้อจำกัด ในการศึกษาวิทยาศาสตร์</li> <li>3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้น ทางเทคโนโลยี</li> <li>4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบ ซึ่งกันและกัน</li> <li>5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต</li> <li>6. เพื่อให้พัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ</li> <li>7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์</li> </ol>
รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based learning)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต</li> <li>2. ส่งเสริมการเรียนรู้โดยสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงานเป็นทีม</li> <li>4. ส่งเสริมทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี</li> </ol>



## ตารางที่ 10 (ต่อ)

รูปแบบ/แนวคิดและ ทฤษฎี	วัตถุประสงค์
การเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล</li> <li>2. เพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ข้อมูล</li> <li>3. เพื่อให้ใช้การจัดการความรู้</li> <li>4. เพื่อให้เกิดนวัตกรรมสร้างสรรค์</li> </ol>
ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะการคิด <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 เพื่อให้เกิดการคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative thinking)</li> <li>1.2 เพื่อให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking)</li> <li>1.3 เพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking)</li> </ol> </li> <li>2. วิธีการทำงาน <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 เพื่อให้เกิดทักษะการทำงานร่วมกัน (Collaboration)</li> <li>2.2 เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร (Communication)</li> </ol> </li> <li>3. เครื่องมือในการทำงาน <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 เพื่อให้เกิดการรู้เทคโนโลยี สารสนเทศ (ICT Literacy)</li> <li>3.2 เพื่อให้เกิดการรู้สารสนเทศ (Information literacy)</li> <li>3.3 เพื่อให้เกิดการรู้เท่าทันสื่อ (Media literacy)</li> </ol> </li> </ol>
การเรียนรู้ตามรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 ตาม แนวคิด Connectivism	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้เกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 บริบทหรือสถานการณ์ของ</li> <li>1.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์</li> <li>1.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์</li> <li>1.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์</li> </ol> <p>โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการเชื่อมโยงความรู้</p> </li> <li>2. เพื่อให้เกิดการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชน ที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้</li> <li>3. เพื่อให้เกิดการจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่</li> </ol>

สรุปจากตาราง 10 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา จากการสังเคราะห์ คือเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

ตารางที่ 11 องค์ประกอบของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

รูปแบบ/แนวคิด/และ ทฤษฎี	องค์ประกอบ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	<p>การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์</li> <li>2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์</li> <li>3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์</li> <li>4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์</li> </ol>
รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีสถานการณ์ปัญหา</li> <li>2. ปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นในชีวิต</li> <li>3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตัวเอง (Self-directed learning)</li> <li>4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย</li> <li>5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการ</li> <li>6. ความรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้</li> <li>7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง</li> </ol>
การเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ข้อมูล สารสนเทศความรู้ที่เป็นพลวัต เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ผู้เรียนต้องทำการเชื่อมโยงความรู้ที่กระจัดกระจายมารวมเข้าด้วยกัน</li> <li>2. การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้</li> <li>3. การจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่</li> </ol>

ตารางที่ 11 (ต่อ)

รูปแบบ/แนวคิด/และ ทฤษฎี	องค์ประกอบ
ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเรียนที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยีไวไฟ</li> <li>2. ครอบคลุมวิธีการดำเนินชีวิตและการเรียนรู้</li> <li>3. การเรียนเกิดขึ้นจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบ</li> <li>4. เกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลและรายกลุ่มพร้อมๆ กัน</li> <li>5. การสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่ายสังคม</li> <li>6. ความรู้สามารถถ่ายทอดโดยตรงจากผู้รู้ ผู้ชำนาญ</li> <li>7. ความรู้สามารถปรับให้ทันสมัยได้ตลอดเวลาจึงมีความรู้ใหม่อยู่ทุกนาที ที่เรียกกันว่าสื่อใหม่ (New media)</li> <li>8. ผู้เรียนรายบุคคลสามารถเลือกรับความรู้ตามประสงค์ เชื่อมโยง คัดสรรเอง เรียนรู้และต่อยอดตามโครงข่ายตามความคิดของตนเอง (Sematic network)</li> </ol>
การเรียนรู้ตามรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 ตาม แนวคิด Connectivism	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)</li> <li>2. การเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ โดยเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐาน</li> <li>3. การเรียนจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยีไวไฟ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21</li> <li>4. การเชื่อมโยงความรู้ที่จัดกระจายมารวมเข้าด้วยกัน โดยจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยง มีการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้</li> </ol>

สรุปจากตารางที่ 11 องค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ดังคราะห์ได้ ดังนี้

1. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

2. การเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ โดยเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้  
โครงการเป็นฐาน

3. การเรียนจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้วย  
อินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยีไอพี โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

4. การเชื่อมโยงความรู้ที่กระจัดกระจายมารวมเข้าด้วยกัน โดยจัดการความรู้ข้อมูล  
สารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยง มีการสร้างเครือข่ายการ  
เรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้

ตารางที่ 12 ขั้นตอนของแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรม  
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับ  
การเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษา

รูปแบบ/แนวคิดและ ทฤษฎี	ขั้นตอน
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ชั้นระบุปัญหา</li> <li>2. ชั้นตั้งสมมติฐาน</li> <li>3. ชั้นทดลอง</li> <li>4. ชั้นรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์</li> <li>5. ชั้นสรุปผล</li> </ol>
รูปแบบการเรียนรู้โดย ใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based learning)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Define ขั้นตอนการหาประเด็นที่จะศึกษา</li> <li>2. Plan การวางแผนการทำงาน</li> <li>3. Do การลงมือทำ</li> <li>4. Review การทบทวน</li> </ol>
การเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การรวบรวม (Aggregation)</li> <li>2. การผสมผสาน (Mixing)</li> <li>3. การประยุกต์ใช้ (Repurposing)</li> <li>4. การแบ่งปัน (sharing)</li> </ol>

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รูปแบบ/แนวคิดและ ทฤษฎี	ขั้นตอน
ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21	-
การเรียนรู้ตามรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 ตาม แนวคิด Connectivism	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)</li> <li>2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)</li> <li>3. ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ ตั้งเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)</li> <li>4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)</li> <li>5. ขั้นเผยแพร่ (Publish)</li> </ol>

สรุปจากตาราง 12 ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ตั้งเคราะห์ได้ ดังนี้

1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)
2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)
3. ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้ ตั้งเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)
4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)
5. ขั้นเผยแพร่ (Publish)

ตารางที่ 13 สรุปการสังเคราะห์หลักการ วัตถุประสงค์และองค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้

หลักการ	วัตถุประสงค์	องค์ประกอบ
1. มีสถานการณ์ปัญหา พบเห็นในชีวิตจริง	เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการ พัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ใน	1. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

## ตารางที่ 13 (ต่อ)

หลักการ	วัตถุประสงค์	องค์ประกอบ
3. ความรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดย การเชื่อมโยงความรู้และ ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism	2. การเรียนรู้จากสถานการณ์ ปัญหาที่สนใจ โดยเรียนรู้ด้วย โครงการเป็นฐาน
4. มีการสื่อสารแลกเปลี่ยน ความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่าย สังคม เป็นการเรียนรู้ที่ สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การ เชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับ เทคโนโลยีไวไฟ		3. การเรียนจากสื่อที่ หลากหลายรูปแบบที่ สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การ เชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับ เทคโนโลยีไวไฟ โดยใช้ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
5. การประเมินผลเป็นการ ประเมินผลตามสภาพจริง		4. การเชื่อมโยงความรู้ที่ กระจัดกระจายมารวมเข้า ด้วยกันโดยจัดการความรู้ ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัว ผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ ใหม่จากการเชื่อมโยง มีการ สร้างเครือข่ายการเรียนรู้ใน ลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถ แบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับ คนอื่นได้

**ประเด็นที่ 2 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น การใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อม หรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่ ปรากฏผล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป จากการสำรวจข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างครูผู้สอนวิทยาศาสตร์  
ในจังหวัดกระบี่ มีผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 14 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ที่	สถานภาพ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. เพศ			
	1.1 ชาย	30	25.00
	1.2 หญิง	90	75.00
รวม		120	100
2. ช่วงอายุ			
	1.1 21 – 30 ปี	34	28.33
	1.2 31 – 40 ปี	49	40.83
	1.3 41 – 50 ปี	16	13.33
	1.4 51 – 60 ปี	21	17.50
รวม		120	100
3. วุฒิการศึกษาสามัญ (สูงสุด)			
	3.1 ปริญญาตรี	91	75.83
	3.2 ปริญญาโท	29	24.17
	3.3 สูงกว่าปริญญาโท	0	0.00
รวม		120	100
4. ประสบการณ์ในการทำงาน			
	4.1 น้อยกว่า 10 ปี	31	25.83
	4.2 10 – 20 ปี	60	50.00
	4.3 20 – 30 ปี	19	15.83
	4.4 มากกว่า 30 ปี	10	8.33
รวม		120	100

จากตารางที่ 14 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 75) ช่วงอายุของกลุ่ม  
ตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 31 – 40 ปี (ร้อยละ 40.83) วุฒิการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญา  
ตรี (ร้อยละ 75.83) และส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำงาน 10 -20 ปี (ร้อยละ 50)

2. สภาพการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่ พบว่ามีการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 15 ระดับความคิดเห็นการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่

สมรรถนะของครู	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
1. การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้	4.29	0.63	มาก
2. การส่งเสริมค่านิยมด้านศีลธรรมและจริยธรรม	4.25	0.53	มาก
3. การพัฒนาและใช้ทรัพยากรสำหรับการเรียนการสอน	4.05	0.63	มาก
4. การจัดสวัสดิการและภารกิจแก่นักเรียน	4.02	0.37	มาก
5. การอำนวยความสะดวกการเรียนรู้	3.99	0.60	มาก
6. การเตรียมแผนการสอนที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์และพันธกิจของโรงเรียน 6	3.91	0.65	มาก
7. การพัฒนาทักษะการจดลำดับการคิดระดับสูง (HOTS)*: higher order thinking skills	3.84	0.65	มาก
8. ส่งเสริมการพัฒนาชีวิตและทักษะวิชาชีพแก่ผู้เรียน	3.77	0.55	มาก
9. การวัดและประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน	3.64	0.59	มาก
10. การสร้างเครือข่ายกับผู้เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะ ผู้ปกครองนักเรียน	3.61	0.72	มาก
11. การพัฒนาด้านวิชาชีพ	3.43	0.70	ปานกลาง
รวม	3.89	0.60	มาก

จากตารางที่ 15 พบว่าระดับการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ในภาพรวมส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ การส่งเสริมค่านิยมด้านศีลธรรมและจริยธรรม การพัฒนาและใช้ทรัพยากรสำหรับการเรียนการสอน การจัดสวัสดิการและภารกิจแก่นักเรียน การอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ การเตรียมแผนการสอนที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์และพันธกิจของโรงเรียน การพัฒนาทักษะการจดลำดับการคิดระดับสูง (HOTS)\*: higher order



thinking skills ส่งเสริมการพัฒนาชีวิตและทักษะวิชาชีพแก่ผู้เรียน การวัดและประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน การสร้างเครือข่ายกับผู้เกี่ยวข้องโดยเฉพาะผู้ปกครองนักเรียน และการพัฒนาด้านวิชาชีพอยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงแนวคิดของครูที่เห็นความสำคัญของการสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 ที่กล่าวไว้ว่า ปัจจัยหนึ่งที่เป็นการสร้างองค์ความรู้คือการจัดสภาพแวดล้อมให้กับผู้เรียนและแนวคิดขององค์การยูเนสโก UNESCO (2008) ที่กล่าวว่าผู้สอนเป็นบุคคลสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถ ผู้สอนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการสร้างสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและการจัดเตรียมโอกาสในการเรียนรู้ที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้เรียน

### **ประเด็นที่ 3 ผลการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อร่างรูปแบบ**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อร่างรูปแบบ ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

#### **ส่วนที่ 1 กรอบแนวคิดการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรม**

จากผลการสังเคราะห์หลักการ วัตถุประสงค์และองค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา และการวิเคราะห์เบื้องต้นความพร้อมด้านการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เมื่อนำมาร่างรูปแบบโดยใช้แนวคิดการสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบรูปแบบของสุมาลี ชัยเจริญ (2559: 369) ได้ตั้งภาพประกอบที่ 11

กระบวนการเรียนรู้	หลักการ ทฤษฎี	องค์ประกอบ
1. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)	1. มีสถานการณ์ปัญหา พบเห็นในชีวิตจริง 2. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการ เกิดขึ้นจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบ 3. ความรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยการเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 4. มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่ายสังคม เป็นการเรียนที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยี ทีวีไฟ 5. การประเมินผลเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง	การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based
2. การเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ โดยเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้โครงการเป็นฐาน		กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
3. การเรียนจากสื่อที่หลากหลายหลายรูปแบบที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยี ทีวีไฟ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21		สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning
4. การเชื่อมโยงความรู้ที่กระจัดกระจายมารวมเข้าด้วยกัน โดยจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยง มีการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้		การประเมินผล (Evaluation)

ภาพที่ 11 กรอบการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

## ส่วนที่ 2 ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

จากกรอบแนวคิดการออกแบบรูปแบบตามภาพประกอบที่ 4.1 ผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ให้มีองค์ประกอบและขั้นตอน ดังนี้

1. องค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)

องค์ประกอบที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism

องค์ประกอบที่ 3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment)

องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Evaluation)

2. ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect node)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้

(Create and Construct)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

รายละเอียดขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

Connectivism

1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)

นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา ที่พบเห็นในชีวิตจริงซึ่งมีความต้องการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยคิดริเริ่มเองในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ บันทึกสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

## 2. ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect node)

นักเรียนศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล รวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการในชั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่ กับความรู้เดิมที่มีมาก่อน โดยการเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่เป็นมนุษย์ กับ มนุษย์ หรือ มนุษย์ กับเครื่องจักร ที่เรียกว่า Node to Node เชื่อมโยงกระบวนการสู่โลกสังคมออนไลน์ผ่านสื่อกลางประเภทต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกสังคมออนไลน์ หรือสื่อออนไลน์ ผู้เรียนจะสามารถเลือกเชื่อมโยงความรู้จาก Node เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหา ตีความ วิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สารสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า ผู้เรียนทำการระดมสมองเพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า บันทึกสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

## 3. ชั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)

นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงาน บันทึกสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน โดยเผยแพร่ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบ เพื่อนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์

## 4. ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)

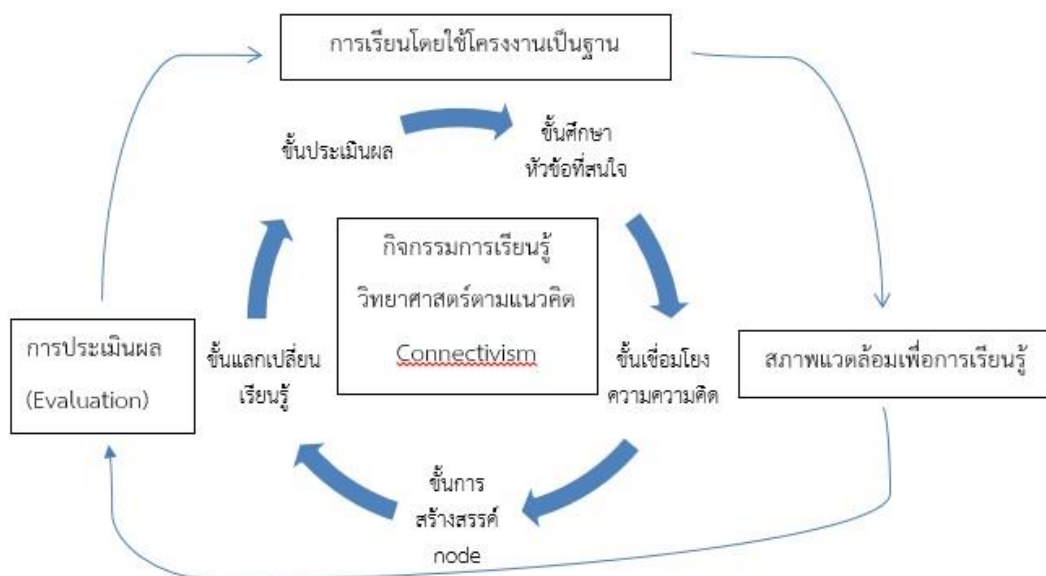
นำเสนอผลงานเพื่อแบ่งปันความรู้ เผยแพร่ผลสำเร็จของงานสู่สาธารณชน

## 5. ชั้นประเมินผล (Evaluation)

ประเมินผลโครงการ โดยประเมินแบบรูบริกที่มีคะแนน 5 ระดับ คะแนน รายการประเมิน 6 รายการ ดังนี้ การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ความสำเร็จของงาน ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ การวางแผนและการทำงานร่วมกัน ความคิดวิเคราะห์วิจารณ์

## ส่วนที่ 3 แผนภาพประกอบร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผู้วิจัยนำผลการศึกษาร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มาจัดทำแผนภาพประกอบดังแสดงในภาพประกอบที่ 12



ภาพที่ 12 ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด  
Connectivism

## 2. ผลการศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์การศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ออกเป็น 2 ประเด็น  
ได้แก่

ประเด็นที่ 1 ผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับองค์ประกอบและ  
ขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด  
Connectivism สรุปได้เป็นประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. องค์ประกอบของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21  
ตามแนวคิด Connectivism ควรแยกแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัลออกจากองค์ประกอบด้าน  
สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ เนื่องจากแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัลมีลักษณะเป็นเครื่องมือที่ใช้ใน  
กระบวนการเรียนรู้ เชื่อมโยงข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน มีลักษณะเป็นสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้  
ส่วนบุคคล แต่สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้เป็นสิ่งแวดล้อมที่ถูกสร้างหรือกำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการ  
เรียนรู้ร่วมกันหรือใช้เป็นพื้นที่ของชุมชนทางการเรียนรู้

2. ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

Connectivism ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนควรระบุลักษณะการปฏิสัมพันธ์เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงของ Node และควรมีเลขระบุลำดับขั้นตอนในการทำกิจกรรมกำกับไว้

3. ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

Connectivism ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน จะมีการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงในรูปของการประเมินเชิงมิติ (Rubrics) ทั้ง 5 ขั้นตอน จึงควรปรับรูปแบบให้การประเมินผลมีในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ และควรสะท้อนผลการประเมินให้นักเรียน เพื่อนักเรียน ได้ทำกิจกรรมเพิ่มเติมจนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมิน (Formative assessment)

4. ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

Connectivism ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนแต่ละขั้นตอน ควรมีการระบุจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลที่แสดงถึงความสอดคล้องกับแนวคิด Connectivism และการใช้ทักษะการเรียนรู้ที่ 21 ซึ่งเป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา

5. ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

Connectivism ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ควรมีขั้นตอนการเผยแพร่ผลงานเป็นขั้นตอนสุดท้าย

6. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ควรคำนึงถึงบริบทและวัตถุประสงค์ของ

กิจกรรม เช่น การแลกเปลี่ยนและนำเสนอผลงานของนักเรียน

ประเด็นที่ 2 ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยี การศึกษา การวัดและประเมินผล และการสอนวิทยาศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน ประเมินรับรองคุณภาพความตรงตามเนื้อหาในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบและขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินรับรองร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรม เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
1. แผนภาพแสดงรูปแบบ	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
2. องค์ประกอบของรูปแบบ			
- การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)	4.80	0.32	เหมาะสมมากที่สุด

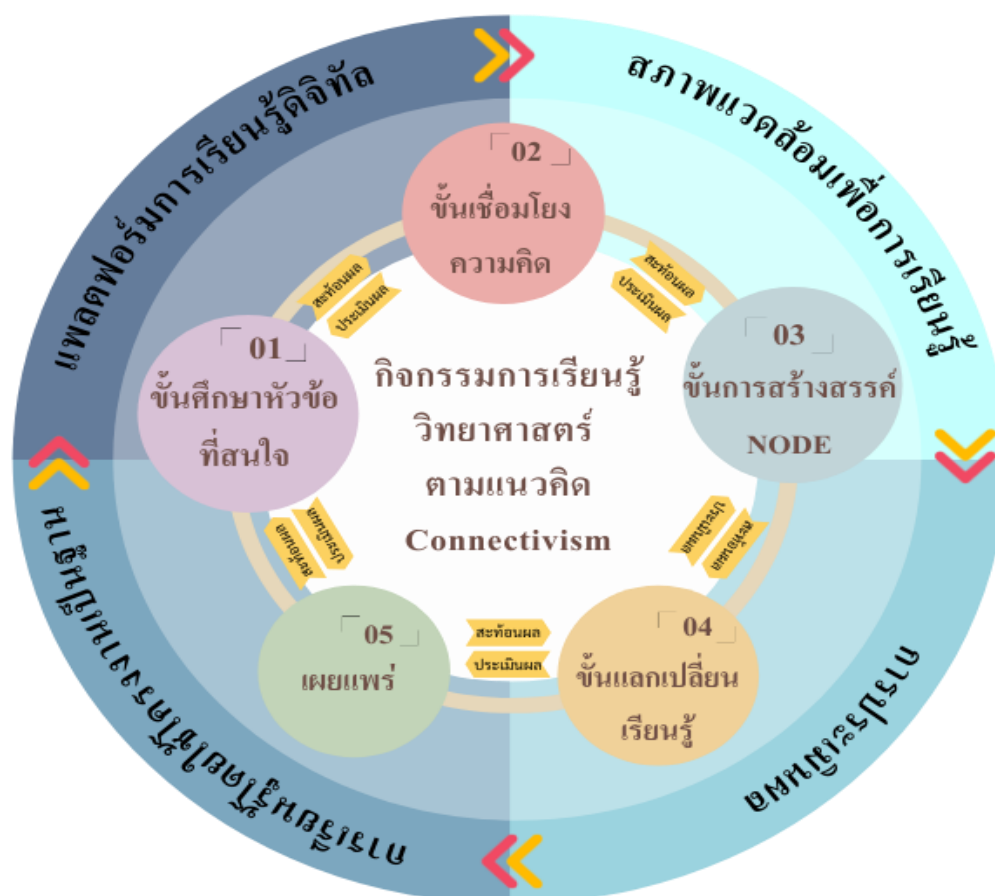
ตารางที่ 16 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
- แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform)	4.40	0.48	เหมาะสมมาก
- สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment)	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
- การประเมินผล (Evaluation)	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
3. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ			
- ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define)	4.80	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
- ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect node)	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
- ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้สังเคราะห์ความรู้ และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)	4.60	0.64	เหมาะสมมากที่สุด
- ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
- ขั้นเผยแพร่ (Publish)	4.40	0.64	เหมาะสมมาก
4. รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ มีความเหมาะสมนำไปใช้ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) และทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
5. โดยภาพรวมของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ฯ สามารถนำไปใช้ปฏิบัติในสถานการณ์ จริงได้	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 16 พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าองค์ประกอบของร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุดเป็นส่วนใหญ่โดยองค์ประกอบด้านแพลตฟอร์มดิจิทัลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และขั้นตอนของร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

Connectivism มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดเป็นส่วนใหญ่ โดยขั้นตอนการเผยแพร่ (Publish) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และเห็นว่าร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism นำไปใช้ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนในระดับมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นเพิ่มเติมว่า ควรระบุบทบาทของผู้สอน สมาชิกในกลุ่ม เพื่อนต่างกลุ่มให้ชัดเจนและในขั้นตอนการเผยแพร่ควรจัดทำสื่อการเผยแพร่ที่ชัดเจน

ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่ได้ผ่านการประเมินรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงในภาพประกอบที่ 13



ภาพที่ 13 ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่ได้ผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว



## ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 รวม จำนวน 34 คน ระยะเวลา 8 สัปดาห์จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

### 1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน ทดสอบก่อนการทดลองด้วยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยเมื่อก่อนเรียนผ่านขั้นตอนดำเนินการทดลองทั้ง 8 สัปดาห์แล้ว จึงให้ทำแบบวัดอีกครั้งโดยใช้เครื่องเก็บข้อมูลชุดเดิม แล้วจึงนำผลคะแนนจากการวัดก่อนทดลองและหลังทดลองมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test dependent ได้ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{D}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	34	17.94	1.82			
หลังเรียน	34	33.91	3.07	15.97	3.72	25.02**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ก่อนการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้ง 34 คน มีค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 17.94 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.82 หลังการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 33.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.07 เมื่อทดสอบเปรียบเทียบสถิติ t-test dependent พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ได้ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 80

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนเกณฑ์	t
หลังเรียน	34	40	33.91	3.07	32	2.99**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองเท่ากับ 33.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้คือ 32 คะแนน (เทียบกับคะแนนเต็ม 40 คะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 80) แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองของนักเรียน สูงกว่าคะแนนเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 3. ผลการวิเคราะห์ระดับการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ระหว่างทำการทดลอง นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอน 5 ขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ซึ่งมีการประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้การประเมินเชิงมิติ (Rubrics) มีผลการประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 19 ผลการประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
<b>ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define)</b>			
ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	4.56	0.50	มีทักษะดีเยี่ยม
ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูล	4.53	0.51	มีทักษะดีเยี่ยม
ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	4.65	0.49	มีทักษะดีเยี่ยม

ตารางที่ 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
<b>ขั้นที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)</b>			
ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษา ค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล	4.59	0.50	มีทักษะดีเยี่ยม
ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือ ข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม	4.62	0.49	มีทักษะดีเยี่ยม
ความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคม ออนไลน์	4.56	0.50	มีทักษะดีเยี่ยม
<b>ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)</b>			
ความสามารถในการออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	4.82	0.39	มีทักษะดีเยี่ยม
ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลอง และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	4.74	0.45	มีทักษะดีเยี่ยม
<b>ขั้นที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)</b>			
ความสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการอภิปรายผลได้อย่างมี เหตุผล	4.71	0.46	มีทักษะดีเยี่ยม
ความสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการสรุปและนำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคมออนไลน์	4.50	0.51	มีทักษะดีเยี่ยม
<b>ขั้นที่ 5 ขั้นเผยแพร่ (Publish)</b>			
คุณภาพของข้อมูลที่นำเสนอ	4.68	0.47	มีทักษะดีเยี่ยม
การนำเสนอโครงการงาน	4.71	0.46	มีทักษะดีเยี่ยม
เฉลี่ย	4.64	0.48	มีทักษะดีเยี่ยม

จากตารางที่ 19 ผลการประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม

**ตอนที่ 3 ผลการรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา**

การรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบ มาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบแล้ว นำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินรับรองรูปแบบ ซึ่งผลการประเมินรับรองรูปแบบ แสดงในตารางที่ 20 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรม เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
<b>บทนำ</b>			
1. หลักการและเหตุผลของรูปแบบ	4.6	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
รูปแบบและคำอธิบาย	4.6	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
3. แผนภาพแสดงรูปแบบ	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
<b>4. องค์ประกอบของรูปแบบ</b>			
4.1 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)	4.6	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform)	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment)	4.6	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 การประเมินผล (Evaluation)	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
<b>5. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ</b>			
5.1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define)	4.6	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect node)	4.6	0.48	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
5.3 ชั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยน เรียนรู้ (Share)	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
5.5 ชั้นเผยแพร่ (Publish)	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
6. รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ มี ความเหมาะสมนำไปใช้ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) และทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด
7. โดยภาพรวมของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ฯ สามารถนำไปใช้ปฏิบัติในสถานการณ์ จริงได้	4.8	0.32	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 20 พบว่า ในภาพรวมของการประเมินรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกประเด็นการประเมินทั้งองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบฯ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาารูปแบบฯ และการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยสรุปได้ ดังนี้

1. ควรมีนโยบายศัพท์บางคำเพื่อความชัดเจนปรากฏในรูปแบบฯ เช่น คำว่า Node แหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เป็นต้น
2. ขั้นตอนการเผยแพร่ (Publish) นอกจากสมาชิกในกลุ่มสะท้อนผลการเรียนรู้ ควรให้ผู้เข้าร่วมการนำเสนอได้สะท้อนการนำเสนอเพื่อเป็นข้อมูลในการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป

## บทที่ 5

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R & D) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1. เพื่อพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา 2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา 3. เพื่อรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 บทนำ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. หลักการและเหตุผลของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

**ตอนที่ 2 ผลการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา** ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อร่างรูปแบบ
2. ผลการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา
3. ผลการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา
4. ผลการนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาไปใช้
5. ผลการประเมินรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

**ตอนที่ 3 รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้**

1. องค์ประกอบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา
2. ขั้นตอนรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

**ตอนที่ 4 การนำไปใช้และเงื่อนไขการใช้ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้**

1. เงื่อนไขด้านผู้สอน
2. เงื่อนไขด้านผู้เรียน
3. เงื่อนไขด้านเวลา

**ตอนที่ 1 บทนำ**

**1. หลักการและเหตุผลของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism**

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-based society) การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นองค์ประกอบสำคัญคือการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้พร้อมที่จะอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นที่ตั้งของผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ โดยทิศทางของการจัดการศึกษาสามารถคาดการณ์ได้จากการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 92, Roy Singh, 1991: 26) ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็วส่งผลต่อวิถีชีวิต รวมถึงการปฏิวัติทางเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้การแพร่กระจายของความรู้และวิทยาการต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดมิติแห่งการเรียนรู้ในยุคปัจจุบันจึงเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากมาย (วิจารณ์ พานิช, 2555) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ที่เปิดกว้างทางความคิดมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์พัฒนาชีวิตด้วยทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่าแค่การซึมซับความรู้ภายในห้องเรียนการทำความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ต้องเปิดพื้นที่การเรียนรู้และขยายขอบเขตการสร้างความรู้ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่กำลังวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่องผู้สอนต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนได้ออกไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงเรียนรู้ทักษะไปพร้อม ๆ กับทฤษฎี ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ (Churchill, King and Fox, 2013: 4, จริยา สุจารีกุล, 2550)

เทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ส่งผลต่อการดำรงชีวิตในสังคมที่ต้องมีทักษะที่เหมาะสมกับยุคสมัย โดยเฉพาะความก้าวหน้าและพัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีการกระจายอย่างกว้างขวางและไร้ขีดจำกัดทำให้โลกเชื่อมโยงและสื่อสารถึงกันอย่างรวดเร็ว ซึ่งความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นทำให้รูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปด้วยกล่าวคือ มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเรียนรู้ว่าจะหาความรู้จากที่ใดสำคัญกว่าการเรียนรู้อย่างไรหรือรู้อะไรการเรียนรู้เกิดจากวิธีการที่หลากหลาย อาศัยแนวคิดการเชื่อมโยงความรู้ (Connectivism) เป็นหลักการเรียนรู้ของสื่อสังคม (Social media) เป็นแนวคิดใหม่ที่เกิดขึ้นมาพร้อม ๆ กับการเปลี่ยนแปลงทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี ส่งผลต่อการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ที่เกิดการเชื่อมโยงข้อมูลเครือข่ายระหว่างกันเพื่อสร้างองค์ความรู้ซึ่งต้องใช้ทักษะในการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรม การแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิพากษ์และการสื่อสารและความร่วมมือ การจัดการเรียนการสอนไม่จำเป็นต้องอยู่ภายในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนเพียงอย่างเดียว ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เกิดเป็นความรู้ใหม่ได้รวดเร็ว เทคโนโลยีด้านการสื่อสารได้ขยายพื้นที่การเรียนรู้ของนักเรียนออกไปนอกห้องเรียน โดยไม่ยึดติดกับพื้นที่ทางการในห้องเรียนแบบเดิมซึ่งช่วยให้การเรียนรู้สามารถบูรณาการเข้ากับชุดประสบการณ์ของสังคมภายนอกได้มากยิ่งขึ้น

เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนอย่างรวดเร็วตลอดเวลาจึงทำให้เราจำเป็นจะต้องมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต แนวคิดการเรียนรู้แบบ Connectivism ใช้พัฒนาทักษะการเรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มการสืบเสาะแสวงหาความรู้และการสร้างความรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นแนวคิดที่มีที่มาจากเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้ที่มีวิวัฒนาการอยู่ตลอดเวลาข้อมูลข่าวสารที่มีจำนวนมากมหาศาลทำให้ไม่สามารถจะเรียนรู้เฉพาะในห้องเรียนได้ (กิตติพงษ์ พุ่มพวง, 2558, Siemens, 2005: 4) แนวคิดการเรียนรู้แบบ Connectivism เป็นแนวคิดการเรียนรู้ของสื่อ Social media ที่เกิดขึ้นมาพร้อม ๆ กับการเปลี่ยนแปลงทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี มีหลักการสำคัญซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากเทคโนโลยีเว็บ 2.0 โดยส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในขอบข่ายแห่งการเรียนรู้โดยเฉพาะในเชิงบูรณาการของปรัชญาการเรียนรู้ใน 3 ปรัชญาสำคัญคือ ปรัชญาพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ปรัชญาพุทธินิยม (Cognitivism) และปรัชญาสรคานิยม (Constructivism) ส่งผลต่อการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ที่เกิดการเชื่อมโยงข้อมูลเครือข่ายระหว่างกัน เพื่อสร้างทักษะองค์ความรู้ที่เรียกว่าปรัชญาการเชื่อมโยง (Connectivism) ซึ่งปรัชญาดังกล่าวจะตั้งอยู่บนหลักแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญดังต่อไปนี้ (สันติ ม่วงปาน, 2558)

1. การเรียนรู้และองค์ความรู้เกิดจากพลังทางความคิดของมนุษย์ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องไม่หยุดนิ่ง
2. การเรียนรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงจากแหล่งข้อมูลหรือคลังความรู้ที่หลากหลาย



3. การเรียนรู้อาจมีในรูปแบบปกตินิยมที่มนุษย์จะใช้กันแบบทั่ว ๆ ไปก็เป็นได้
4. ประสิทธิภาพของการสร้างองค์ความรู้ นั้น เกิดจากความรู้ที่ได้มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง
5. การพัฒนาและสะสมองค์ความรู้ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องของมวลมนุษย์
6. ความสามารถในการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ ความคิด และมโนทัศน์ คือปัจจัยหลักที่สำคัญในการสร้างทักษะการเรียนรู้
7. องค์ความรู้ที่ถูกต้องเป็นปัจจุบัน เป็นจุดเน้นสำคัญของการสร้างกิจกรรมในการเชื่อมโยงการเรียนรู้ให้บังเกิดขึ้น
8. การตัดสินใจ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญที่เกิดขึ้น ประเด็นสำคัญคือการเลือกที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผ่านข้อมูลสารสนเทศที่ได้รับอย่างมีวิจารณญาณและมีความรอบคอบ เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้น

รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา จะเป็นรูปแบบที่นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้ระบบเครือข่ายในการเชื่อมโยงการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ช่วยส่งเสริมสนับสนุนทำให้นักเรียนสามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเหตุผลเป็นผลซึ่งเป็นลักษณะของบุคคลที่ได้ชื่อว่ารู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

## 2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่

### 21 ตามแนวคิด Connectivism

เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์เบื้องต้น เพื่อสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรม

จากผลการสังเคราะห์หลักการ วัตถุประสงค์และองค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา และการวิเคราะห์เบื้องต้นความพร้อมด้านการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับ

ผู้เรียน เมื่อนำมาพัฒนารูปแบบโดยใช้แนวคิดการสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบรูปแบบของ  
 สุมาลี ชัยเจริญ (2559: 369) ได้ดั่งภาพประกอบที่ 14

กระบวนการเรียนรู้	หลักการ ทฤษฎี	องค์ประกอบ
1. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)	1. มีสถานการณ์ปัญหา พบ เห็นในชีวิตจริง 2. การเรียนรู้มีลักษณะ การบูรณาการ เกิดขึ้นจาก สื่อที่หลากหลายรูปแบบ 3. ความรู้จะได้มาภายหลัง จากผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยการเชื่อมโยงความรู้และ ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 4. มีการสื่อสารแลกเปลี่ยน ความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่าย สังคม เป็นการเรียนที่ สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อกับ อินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยี ทั่วไป 5. การประเมินผลเป็นการ ประเมินผลตามสภาพจริง	การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญโดยใช้โครงงานเป็น ฐาน (Project-based learning)
2. การเรียนรู้จากสถานการณ์ ปัญหาที่สนใจ โดยเรียนรู้ด้วย กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ โครงงานเป็นฐาน		กิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism
3. การเรียนจากสื่อที่หลากหลาย หลายรูปแบบที่สนับสนุนด้วย เทคโนโลยี การเชื่อมต่อกับ อินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยี ทั่วไป โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21		สภาพแวดล้อมทางการ เรียนรู้ (Learning environment)
4. การเชื่อมโยงความรู้ที่กระจัด กระจายมารวมเข้าด้วยกันโดย จัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศ ด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยง มี การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ใน ลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถ แบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับ คนอื่นได้		การประเมินผล (Evaluation)

ภาพที่ 14 กรอบการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21  
 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

## 2. ผลการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

จากกรอบแนวคิดการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรม มีรายละเอียดการออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรม ดังนี้

### 1. กระบวนการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) จากสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ โดยเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อหลากหลายรูปแบบที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี มีการเชื่อมโยงความรู้ที่กระจัดกระจายมารวมเข้าด้วยกัน โดยจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยง และการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้ตามแนวคิด Connectivism

### 2. หลักการ ทฤษฎี

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดหลักการของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัศึกษามีหลักการสำคัญคือ มีสถานการณ์ปัญหา พบเห็นในชีวิตจริง การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการเกิดขึ้นจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งความรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่ายสังคม เป็นการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยีไวไฟ มีการประเมินผลเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง

### 3. องค์ประกอบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ มีรายละเอียด ดังนี้คือ

**องค์ประกอบของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่**

องค์ประกอบที่ 1 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)

องค์ประกอบที่ 2 แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform)

องค์ประกอบที่ 3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment)

องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Evaluation)

ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน  
ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษา

ตารางที่ 21 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism

ระดับการเชื่อมต่อเครือข่าย Node ตามแนวคิด Connectivism	ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism
1. การเชื่อมแบบระบบ ประสาท Neural level	1. Define ขั้นตอนการหา ประเด็นที่จะศึกษา	1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)
2. การเชื่อมต่อแนวคิด Conceptual level	2. Plan การวางแผนการทำงาน 3. Do การลงมือทำ 4. Review การทบทวน	2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหา ความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)
3. การเชื่อมต่อภายนอก External level		3. ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และ สร้างองค์ความรู้ (Create and Construct) 4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share) 5. ขั้นเผยแพร่ (Publish)

สรุปผลการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism  
ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism ได้ดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)
- 2) ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

- 3) **ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้** สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)
- 4) **ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้** แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)
- 5) **ขั้นเผยแพร่** (Publish)

### 3. ผลการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผู้วิจัยได้สร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเชิงนวัตกรรม โดยใช้ทั้งความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิและการทดลองใช้งานจริง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

**3.1 ตรวจสอบคุณภาพของร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรม** จากการนำร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเพื่อรับรอง ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าองค์ประกอบของร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีความเห็นว่าควรเพิ่มเติมบทบาทของผู้สอน สมาชิกในกลุ่ม เพื่อนต่างกลุ่มให้ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาร่างรูปแบบตามคำแนะนำ มีรายละเอียด ดังนี้

#### บทบาทครูและนักเรียนตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอนด้วยกัน โดยมีการสะท้อนการเรียนรู้ เชื่อมโยงความรู้และนำเสนอผลการเรียนรู้ออนไลน์ในทุกขั้นตอน รายละเอียดของบทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรม ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ขั้นตอนการเรียน บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define) เป็นขั้นที่ครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปลักษณะของ	1. ร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปลักษณะของหัวข้อ โครงการที่ดี	1. อภิปรายและหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
หัวข้อ ครงงานที่ดีและแนะนำเครื่องมือในการสืบค้นและสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์	2. แนะนำเครื่องมือในการสืบค้นและสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์ 3. ตั้งกระทุ้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ๆ	2. หาข้อสรุปหัวข้อ ครงงานที่สนใจโดยการสืบค้นข้อมูลและทำกิจกรรมสะท้อนการเรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม 3. เชื่อมโยงความรู้และตั้งหัวข้อ ครงงาน
2. ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node) ศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล รวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการ	1. อภิปรายและหาข้อสรุปลักษณะของเครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและใช้ในการจัดการข้อมูล 2. ครูแนะนำเครื่องมือในการสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์ 3. อภิปรายการเขียนเค้าโครง ครงงาน 4. ตั้งกระทุ้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ๆ	1. สืบค้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ ครงงานของกลุ่มตัวเอง 2. ทำกิจกรรมสะท้อนการเรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม 3. เชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม เพื่อเขียนเค้าโครง ครงงาน
3. ชั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ตั้งเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)	1. ร่วมกันอภิปรายการออกแบบการทดลองและเครื่องมือในการบันทึกผล	1. ทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้และบันทึกผล 2. ทำกิจกรรมสะท้อนการเรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ประกอบด้วยการตีความ วิเคราะห์องค์ประกอบของ ข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สาระสำคัญที่ได้จากการ ค้นคว้า ผู้เรียนทำการออกแบบ การทดลอง ทดลองและ สะท้อนการเรียนรู้เพื่อสรุป ประเด็นความรู้ที่ได้จากการ ทดลอง และนำเสนอผลการ ทดลองผ่านเครือข่ายสังคม ออนไลน์	2. แนะนำเครื่องมือในการ สะท้อนการเรียนรู้บน เครือข่ายออนไลน์ 3. ตั้งกระทู้สร้างแนวคิด เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือก แนวทางใหม่ๆ	3. นำผลการสังเคราะห์ความรู้ ลงในกระดานสนทนาของ กลุ่มรวมเพื่อเปิดโอกาสให้ กลุ่มอื่นๆ อภิปราย
4. ขึ้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share) มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ใน กลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่ม รวมถึงผู้สอน โดยผสมผสาน แนวคิดต่าง ๆ ที่ได้จากการ ค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิด ข้อสรุปและแนวคิดใหม่ และ นำเสนอผ่านเครือข่ายสังคม ออนไลน์	1. อภิปรายข้อมูลที่ได้จากการ ทดลอง 2. แนะนำเครื่องมือในการ สะท้อนการเรียนรู้บน เครือข่ายออนไลน์ 3. ร่วมกันสรุปประเด็นความรู้ ที่ได้ศึกษาค้นคว้าในการทำ โครงการ 4. ตั้งกระทู้สร้างแนวคิด เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือก แนวทางใหม่ๆ	1. สืบค้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ ผลการทดลอง เชื่อมโยง ข้อมูลที่เกี่ยวกับการทดลอง เพื่อสะท้อนการเรียนรู้ในการ อภิปรายผลการทดลอง 2. ทำกิจกรรมสะท้อนการ เรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคลและ กิจกรรมกลุ่ม 3. อภิปรายและสรุปประเด็น ความรู้ที่ได้จากการสะท้อน การเรียนรู้ แล้วร่วมกันเขียน สรุปและอภิปรายผล
5. ขึ้นเผยแพร่ (Publish) นำเสนอผลงานที่ได้จากการ สังเคราะห์แนวคิดและ อภิปรายร่วมกัน โดยเผยแพร่	1. ร่วมอภิปรายสรุป กระบวนการในการทำ โครงการวิทยาศาสตร์	1. ศึกษาการนำเสนอผลงาน ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ และการนำเสนอแบบ Face to Face

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อน ความรู้ที่ได้ค้นพบและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดย นำเสนอเป็นชิ้นงาน เพื่อ นำเสนอผ่านสื่อออนไลน์	2. แนะนำการนำเสนอ โครงการวิทยาศาสตร์ผ่าน เครือข่ายสังคมออนไลน์และ การนำเสนอแบบ Face to Face 3. ร่วมสรุปการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ 4. ตั้งกระทู้สร้างแนวคิด เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือก แนวทางใหม่ๆ	2. ทำกิจกรรมสะท้อนการ เรียนรู้ทั้งแบบรายบุคคลและ กิจกรรมกลุ่ม 3. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ การนำเสนอผลงาน เพื่อ สะท้อนการเรียนรู้การ นำเสนอผลงาน 4. นำเสนอโครงการลงใน กระดานสนทนา

## 3.2 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแผนการจัดการเรียนการสอนพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตามแนวคิด Connectivism ซึ่งมีแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่านประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.2 แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้ พัฒนาร่างแบบบันทึกการสะท้อนความรู้ กำหนดลักษณะของแบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ และกรอบประเด็นการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สร้างแบบบันทึกตามกรอบได้แบบบันทึกการสะท้อนความรู้ที่จะใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 ชุด นำแบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

## 3.3 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.3.1 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยกำหนดจุดประสงค์ของแบบวัด เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ นำไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน



3.3.2 เกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบบูรณาการในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน หลังจากนั้นนำไปตรวจสอบความสอดคล้องภายใน

#### 4. ผลการนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาไปใช้

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 31222 ในภาคเรียนที่ 2/2563 โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน มีระยะดำเนินการทดลองทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ โดยผู้เรียนต้องทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมและมีการตรวจให้คะแนนระหว่างการเรียนรู้ด้วยเกณฑ์การประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบบูรณาการ คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของตัวอย่างสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังทดลองของนักเรียน สูงกว่าคะแนนเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดีเยี่ยม

#### 5. ผลการประเมินรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผู้วิจัยนำเสนอรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน ประเมินรับรอง ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่ารูปแบบเชิงนวัตกรรม มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกประเด็น

#### ตอนที่ 3 รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

การพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดของรูปแบบ ดังนี้

รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วยรายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาและขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรม

เพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

องค์ประกอบของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้

1. การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)

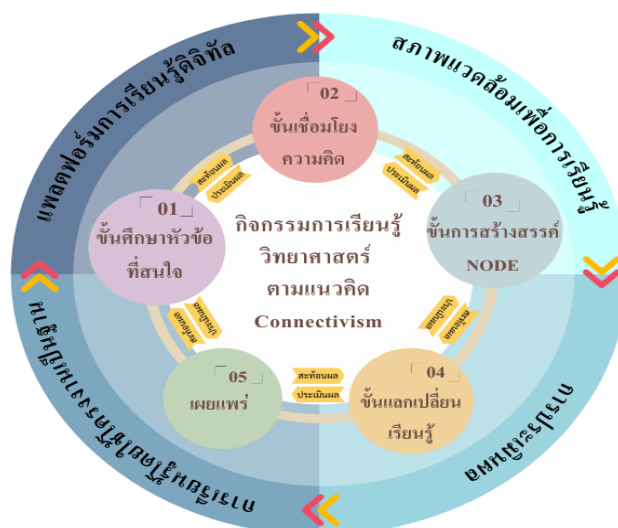
ตามแนวคิด Connectivism

2. แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform)
3. สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment)
4. การประเมินผล (Evaluation)

ขั้นตอนของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define)
2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)
3. ขั้นการสร้างสรรค Node ความรู้สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)
4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)
5. ขั้นเผยแพร่ (Publish)

นำเสนอเป็นแผนภาพได้ดังภาพประกอบที่ 15



ภาพที่ 15 รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

รายละเอียดของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

**องค์ประกอบของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา** ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

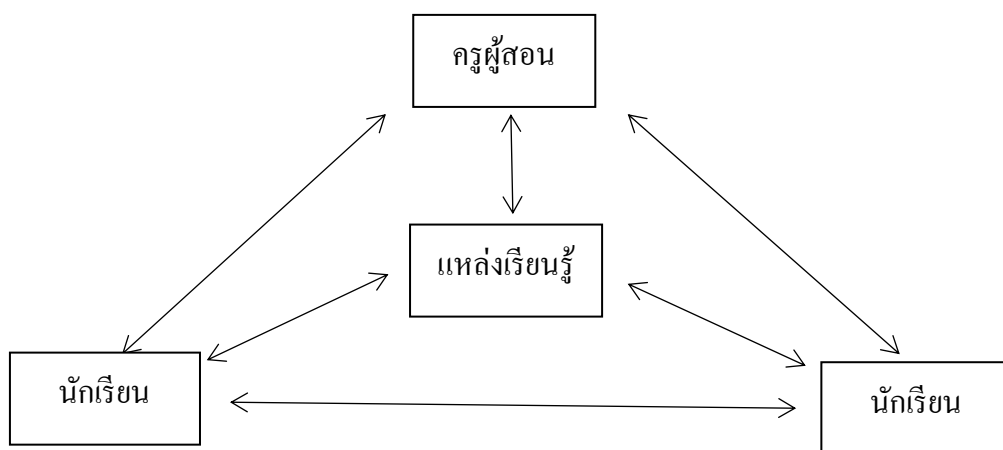
**องค์ประกอบที่ 1 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)** เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง เพื่อให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ที่เรียน โดยการลงมือทำเป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริงนำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน (คุชฎี โยเหลาและคณะ, 2557: 19-20, วิจารณ์ พานิช, 2555, McDonell, 2007) โดยลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงงาน มีดังนี้

- นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง
- เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดล้อมจริง
- มีฐานจากการวิจัย หรือ องค์ความรู้ที่เคยมี
- ใช้แหล่งข้อมูล หลายแหล่ง
- ฝังฝังด้วยความรู้และทักษะบางอย่าง (Embedded with Knowledge and Skills)
- ใช้เวลามากพอในการสร้างผลงาน
- มีผลผลิต

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยนำแนวคิด Connectivism มาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่เป็นเครือข่าย Node ซึ่งมีการเชื่อมต่อ 3 ระดับ คือ 1. การเชื่อมแบบระบบประสาท Neural level มีลักษณะคล้ายการเชื่อมต่อข้อมูลของสมองที่มีการสร้างเส้นใยประสาทเชื่อมต่อกัน เป็นการรับรู้ข้อมูล เพื่อเป็นประสบการณ์เบื้องต้น 2. การเชื่อมต่อแนวคิด Conceptual level เป็นการเชื่อมข้อมูลภายใน เป็นการวิเคราะห์ สร้างความสัมพันธ์ข้อมูลเพื่อได้อิทธิพลของรูปร่าง และ 3. การเชื่อมต่อภายนอก External level เป็นการเชื่อมต่อกับกลุ่มสังคมเพื่อตรวจสอบแนวคิดและเชื่อมต่ออิทธิพลของแต่ละกลุ่มให้เป็นความรู้ (Siemen & Tittenberger, 2009)

## องค์ประกอบที่ 2 แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform)

แนวคิด Connectivism เกิดขึ้นจากการตัดสินใจของผู้เรียนที่จะเลือกสรรทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งอยู่รอบตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อยู่ในโลกออนไลน์นั้นมาคัดกรอง และทำให้ทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ เหล่านั้น มีความหมายสำหรับตัวเอง การเรียนรู้จำเป็นต้องเกิดจากการเชื่อมโยงกับสังคมนอบตัวและการสร้างเครือข่าย เมื่อใดที่ข้อมูลสารสนเทศ ความคิดเห็น ความรู้สึก ภาพ การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดูเหมือนจะไม่ชัดเจนในความสัมพันธ์หากเมื่อผู้เรียนสามารถที่จะนำมาร้อยเรียงให้เกิดเป็นการเชื่อมโยงที่มีความหมายสำหรับการเรียนรู้ของตนเองและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้ได้นั้น แสดงถึงการเรียนรู้ได้เกิดขึ้นแล้ว (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2556: 24-26) แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform) ใช้ในการจัดระบบการเรียนการสอนและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมาจัดการให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับแหล่งเรียนรู้ในการสื่อสารเรียนรู้ตามความสะดวกและเหมาะสม ดังแสดงในภาพประกอบที่ 16



↔ การปฏิสัมพันธ์

ภาพที่ 16 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับแหล่งเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform)

## องค์ประกอบที่ 3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment)

เป็นสถานะที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งทางตรงและทางอ้อมทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม สภาพแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม (Concrete environmental) หรือสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) ในงานวิจัยนี้ได้แนะนำแนวคิดสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

มาใช้ใน 3 ลักษณะคือ ชุมชนเป็นศูนย์กลาง (Community-centered approach) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual learning environments) และการประเมินผลเป็นศูนย์กลาง (Assessment-centered approach) (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2548, Riel, M., 2004)

#### **ชุมชนเป็นศูนย์กลาง (Community-centered approach)**

เป็นชุมชนของผู้เรียนมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับห้องเรียนของผู้เรียน ชุมชนแห่งการเรียนรู้ คือ กลุ่มคนที่มีลักษณะ ดังนี้

- 1) มีความสนใจร่วมในหัวเรื่อง งานหรือปัญหา
- 2) เคารพต่อความหลากหลายของแนวคิด สร้างสัมพันธภาพทางสังคม
- 3) มีระดับของทักษะและความสามารถ
- 4) มีโอกาสและความมุ่งมั่นที่จะทำงานเป็นหมู่คณะ แลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้
- 5) มีเครื่องมือที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- 6) สรรค์สร้างความรู้ใหม่ ผลผลิตทางความรู้เป็นเสมือนเป้าหมายหรือผลผลิตร่วมของ

ชุมชนของผู้รู้

#### **สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual learning environments)**

สภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีสารสนเทศหรือนวัตกรรมเทคโนโลยี (Visual environment) มีบทบาทในการขยายขอบเขตของสภาพการเรียนรู้ที่กว้างขวางขึ้นและไม่จำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นนอกขอบเขตของการติดต่อกันแบบพบปะ (Face to Face) ซึ่งจะเรียกว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual learning environments) กระบวนการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงประกอบด้วย 3 ระยะ คือ ระยะสภาพแวดล้อมการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระยะสภาพแวดล้อมสื่อสารและการร่วมมือ ระยะการสร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการสร้างความรู้ (Schwier, 2001, Malins & Pirie, 2004) ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ Microsoft team เป็นแพลตฟอร์มในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน ทำให้เกิดชุมชนของผู้เรียนซึ่งเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญในสังคมสารสนเทศ เพราะนวัตกรรมเทคโนโลยีสามารถเชื่อมโยงชุมชนของผู้เรียน ประสบการณ์ใหม่ที่ได้จากมิติของสภาพแวดล้อมใหม่ในการเรียนรู้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

### การประเมินผลเป็นศูนย์กลาง (Assessment-centered approach)

เป็นการสะท้อนผลให้รู้ว่าผู้เรียนกำลังเรียนอะไรอยู่และอะไรคือสิ่งที่กำลังเรียนรู้ในการตัดแปลงสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ การประเมินผลในสภาพจริงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งของการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมใหม่เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาไปสู่สิ่งที่ดีกว่า เป็นการประเมินกระบวนการของการปฏิบัติงานมากกว่าการวัดความรู้ความจำ ในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องมือของการประเมินในรูปแบบของการประเมินเชิงมิติ (Rubrics) ที่มีการวางเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ชัดเจน

#### องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Evaluation)

ในการเรียนรู้ตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ควรมีการประเมิน

##### 1. วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียน

การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียน โดยสร้างแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้

1.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

1.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

1.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

##### 2. การประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

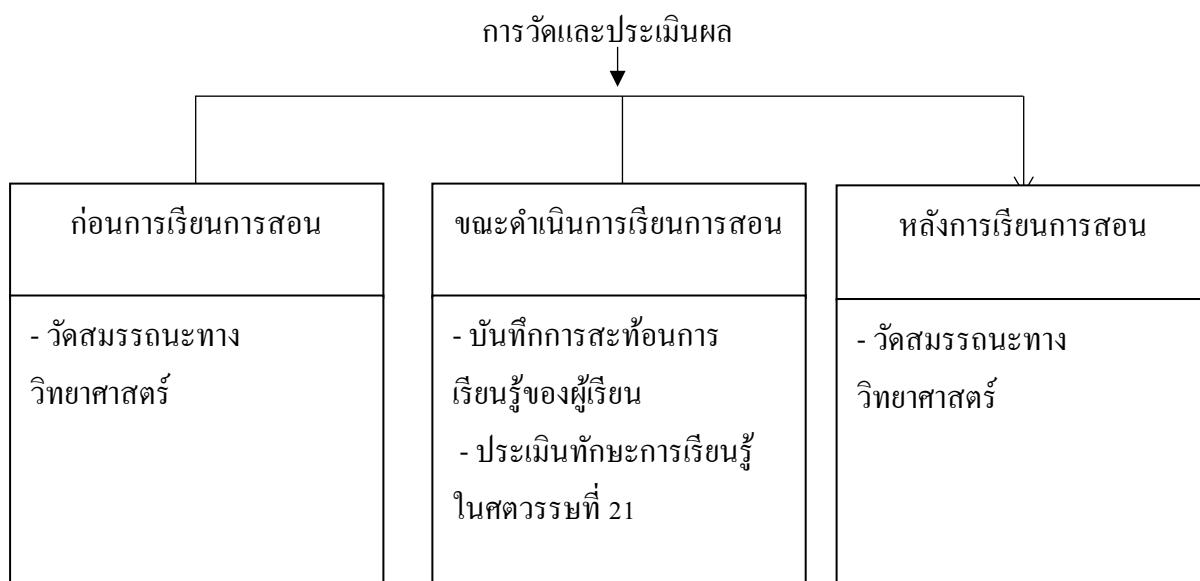
การประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยการประเมินผลตามสภาพจริง โดยเครื่องมือการประเมินออกมาในรูปแบบของการประเมินเชิงมิติ (Rubrics) มีองค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี

2.3 ทักษะชีวิตและการทำงาน

การประเมินผลในการเรียนรู้ตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา สรุปได้ดังภาพประกอบที่ 17



ภาพที่ 17 การประเมินผลตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21  
ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

จากภาพประกอบที่ 17 จะเห็นได้ว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กำหนดไว้ 3 ระยะเวลา คือ ก่อนการเรียนการสอน ขณะดำเนินการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ทั้งหมด 3 ชุด คือ 1) แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) แบบประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบบูรณาการ ผู้สอนควรศึกษาให้เข้าใจวิธีการใช้แบบวัด แบบบันทึกและแบบประเมิน แล้วจึงดำเนินการต่อไปนี้

#### ก่อนการเรียนการสอน

ทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบคำตอบและบันทึกคะแนนไว้

#### ขณะดำเนินการเรียนการสอน

ตรวจบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้และบันทึกพฤติกรรมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

#### หลังการเรียนการสอน

ทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การ

แปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ชัดเจนเกี่ยวกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน นำข้อสอบมาตรวจและบันทึกคะแนนไว้ เมื่อทำการทดสอบตามที่กำหนดไว้แล้วจึงนำข้อมูลมาดำเนินการ คือ นำผลการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนหาคะแนนเฉลี่ย แล้วพิจารณาว่าคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่ ถ้าพัฒนาขึ้นแสดงว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนา

## 2. ขั้นตอนรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

### Connectivism

ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)

นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงซึ่งมีความต้องการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยคิดริเริ่มเองในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ บันทึกสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอประเด็นที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มสะท้อนการเรียนรู้เพื่อหาหัวข้อที่ตนเองสนใจศึกษา โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษาและนักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์

#### ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

นักเรียนศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล รวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการศึกษา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่ กับความรู้เดิมที่มีมาก่อน โดยการเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่เป็นมนุษย์ กับ มนุษย์ (เช่น สมาชิกในกลุ่ม ครูผู้สอน ผู้รู้) หรือ มนุษย์กับเครื่องจักร (แหล่งเรียนอื่น เช่น คอมพิวเตอร์) ที่เรียกว่า Node to Node เชื่อมโยงกระบวนการสู่โลกสังคมออนไลน์ผ่านสื่อกลางประเภทต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกสังคมออนไลน์ หรือสื่อออนไลน์ นักเรียนจะสามารถเลือกเชื่อมโยงความรู้จาก Node เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหา ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า นักเรียนทำการระดมสมองเพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า บันทึกสะท้อนการเรียนรู้สรุปเป็นเค้าโครงของโครงการที่กลุ่มสนใจศึกษาและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยี



ในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยาย ตีความคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และนักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

### ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้

#### (Create and Construct)

นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงครูผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงาน บันทึกสะท้อนการเรียนรู้ในการออกแบบการทดลอง ทดลองและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน โดยเผยแพร่ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบ เพื่อนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

### ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)

นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิดข้อสรุปและแนวคิดใหม่ และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมและนักเรียนสามารถนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

### ขั้นตอนที่ 5 ขั้นเผยแพร่ (Publish)

นำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน เผยแพร่ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยนำเสนอเป็นชิ้นงาน เพื่อนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลายและนักเรียนสามารถนำเสนอประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

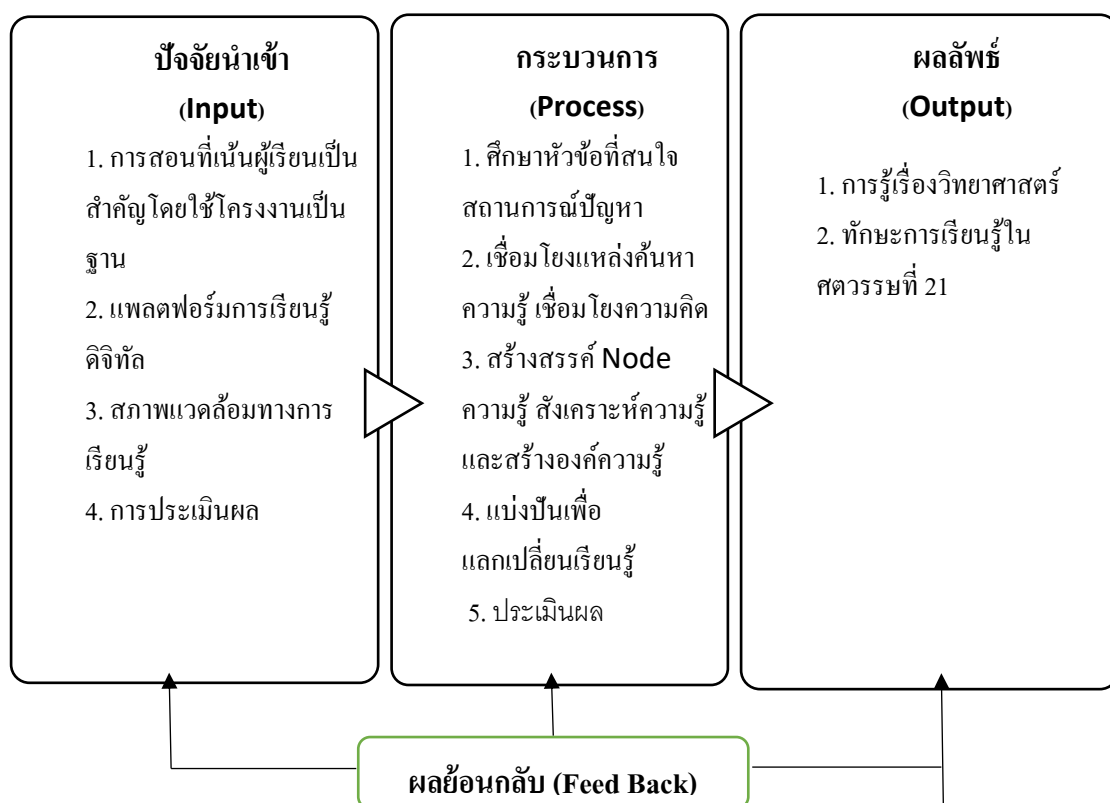
#### ตอนที่ 4 การนำไปใช้และเงื่อนไขการใช้

การนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาไปใช้ปฏิบัติประกอบด้วย 1) วิธีการนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมฯ ไปใช้ 2) เงื่อนไขของการนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมฯ ไปใช้

##### 1. วิธีการนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ไปใช้

1.1 รูปแบบเชิงนวัตกรรมฯ นี้ออกแบบมาเพื่อบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เข้าไปในวิชาเรียนปกติโดยลักษณะวิชาจะต้องใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบของโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียน ได้สืบค้นและสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง

1.2 ผู้สอนและผู้เรียนต้องมีเครื่องมือที่สนับสนุนการทำงานบนระบบออนไลน์ และมีความรู้พื้นฐานในการใช้เครื่องมือบนระบบออนไลน์ในการทำงานและการสื่อสาร สืบค้น



ภาพที่ 18 ภาพรวมของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism

## 2. เจ็อนใจการนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ไปใช้

2.1 เจ็อนใจด้านผู้สอน รูปแบบเชิงนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นรูปแบบที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นนอกจากผู้สอนจะตรวจสอบความรู้ตามหลักการวิทยาศาสตร์แล้ว จะต้องกระตุ้นความสนใจและความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียน รวมถึงการใช้สื่อเทคโนโลยี แพลตฟอร์มและแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2.2 เจ็อนใจด้านผู้เรียน รูปแบบที่พัฒนาขึ้นใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้สอนสามารถนำไปใช้กับระดับอื่น ๆ ได้ทั้งใน ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและอุดมศึกษา โดยผู้สอนต้องพิจารณาถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้และปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับ

2.3 เจ็อนใจด้านเวลา รูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นรูปแบบที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มและแอปพลิเคชันต่าง ๆ ในการสืบค้น สะท้อนความรู้และนำเสนอข้อมูล เพราะฉะนั้นเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนรู้จะเป็นเวลาที่ครูและนักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันแบบพบหน้าเท่านั้น ส่วนกิจกรรมออนไลน์จะเป็นกิจกรรมนอกเวลาเรียน เพราะฉะนั้นจะต้องมีการกำหนดเป็นข้อตกลงที่ชัดเจนถึงนัดหมายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

## บทที่ 6

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีสาระของการวิจัย ดังนี้

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา
3. เพื่อรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีการดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 3 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1 การพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา**

การวิจัยระยะที่ 1 เป็นการออกแบบระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 เพื่อสร้าง (ร่าง) รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 2 ขั้นตอน มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ร่วมกับการ

วิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อศึกษาการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างบริบทที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism เป็นการนำร่างรูปแบบไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน จากนั้นจึงปรับปรุงร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรม ตามข้อเสนอแนะ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) 2) แพลตฟอร์มทางการเรียนรู้ (Digital learning platform) 3) สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment) และ 4) การประเมินผล (Evaluation) แล้วนำร่างระบบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของร่างรูปแบบก่อนทดลองใช้จริง ผลประเมินพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.60$  S.D. = 0.48) และปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

## ระยะที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้น

การวิจัยระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ อำเภอลำทับ จังหวัดกระบี่

เครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการสะท้อนความรู้ เกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการเรียนรู้แบบบูรณาการ

การวิจัยระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยมีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

### 1. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแผนการจัดการเรียนการสอน พัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตามแนวคิด Connectivism ผู้วิจัยนำผลการวิจัยในระยะที่ 1 มาใช้เป็น

แนวทางในการกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ โดยได้กำหนดสาระการเรียนรู้เรียงลำดับตามขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กำหนดเป็นภารกิจในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน รวมทั้งสิ้น 24 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) ร่วมกับแนวคิด Connectivism และได้นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ตลอดจนความชัดเจนครบถ้วนสมบูรณ์และความครอบคลุมของข้อคำถาม ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่านประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมิน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมทั้งด้านความครอบคลุมเนื้อหา และด้านกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมการทดลองต่อไป

1.2 แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกการสะท้อนความรู้หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาร่างแบบทดสอบโดยศึกษาการสะท้อนความรู้ในการจัดการเรียนรู้ กำหนดลักษณะของแบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ และกรอหรือประเด็นการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่จะให้นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้โดยใช้ผลการเรียนรู้เป็นกรอบในการกำหนดโครงสร้างของแบบบันทึก สร้างแบบบันทึกตามกรอบได้แบบบันทึกการสะท้อนความรู้ที่จะใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 ชุด นำแบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมการทดลองต่อไป

## 2. พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยกำหนดจุดประสงค์ของแบบวัด เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการทดสอบ แบบวัด มีโครงสร้างตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นจึงพัฒนาร่างแบบทดสอบตามแนว โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Program for International Student Assessment หรือ PISA) (สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ซึ่งออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 45 ข้อ นำแบบวัดให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา นำแบบวัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม แล้วประเมินแบบวัดโดยใช้การประเมินความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC)

และปรับปรุงแก้ไขก่อนนำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อนำผลมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ พบว่า ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และความเชื่อมั่นเท่ากับ .91 คัดเลือกคำถามที่เหมาะสม จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการทดลองต่อไป

2.2 เกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ โดยกำหนดจุดมุ่งหมายในการประเมินเพื่อใช้ตรวจร่องรอยหลักฐานการทำงานของนักเรียนระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นจึงศึกษาการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดทำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินด้วยรูปรีคเป็น 5 ระดับ คือ การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ระดับดี ระดับปานกลาง ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง นำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา นำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตรการสอน การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม แล้วประเมินแบบวัดโดยใช้การประเมินความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5 ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ ตรวจสอบความสอดคล้องภายในของเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีค ด้วยการนำเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีคไปทดลองตรวจผลงาน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของการให้คะแนนของผู้ตรวจ 2 คน มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ( $r_{xy} = .93$ )

### ระยะที่ 3 การรับรองรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

นำเสนอรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรการสอน เทคโนโลยีการศึกษา การวัดและประเมินผลและการสอนวิทยาศาสตร์ รวมจำนวน 5 ท่าน ประเมินรับรองรูปแบบแล้วจึงนำผลการประเมินไปปรับปรุงและนำเสนอเป็นรูปแบบแผนภาพพร้อมคำอธิบายประกอบ

#### สรุปผลการวิจัย

#### ผลการวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

1. ผลจากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อร่างรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

1.1 หลักการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา สังเคราะห์ได้ ดังนี้

- 1.1.1 มีสถานการณ์ปัญหา พบเห็นในชีวิตจริง
- 1.1.2 การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการ เกิดขึ้นจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบ
- 1.1.3 ความรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
- 1.1.4 มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ที่เกิดขึ้นในเครือข่ายสังคม เป็นการเรียนรู้ที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้วยอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยีไวไฟ
- 1.1.5 การประเมินผลเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา จากการสังเคราะห์ คือ

เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** ดังนี้

1.2.1 เพื่อให้เกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการเชื่อมโยงความรู้

- 1) บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์
- 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์



3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.2.2 เพื่อให้เกิดการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้

1.2.3 เพื่อให้เกิดการจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเองเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่

1.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา สังเคราะห์ได้ ดังนี้

1.3.1 การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy)

1.3.2 การเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ โดยเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐาน

1.3.3 การเรียนจากสื่อที่หลากหลายรูปแบบที่สนับสนุนด้วยเทคโนโลยี การเชื่อมต่อด้านอินเทอร์เน็ตกับเทคโนโลยีไอพี โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

1.3.4 การเชื่อมโยงความรู้ที่กระจัดกระจายมารวมเข้าด้วยกัน โดยจัดการความรู้ข้อมูลสารสนเทศด้วยตัวผู้เรียนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยง มีการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในลักษณะเป็นชุมชนที่สามารถแบ่งปันความคิดของผู้เรียนกับคนอื่นได้

1.4 ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา สังเคราะห์ได้ ดังนี้

1.4.1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)

1.4.2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

1.4.3 ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)

1.4.4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)

1.4.5 ขั้นเผยแพร่ (Publish)

2. ผลจากการวิเคราะห์เบื้องต้น การใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน มีรายละเอียด ดังนี้

จากผลการสำรวจด้วยแบบสอบถาม พบว่าครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่ จำนวน 120 คน ส่วนมากที่ตอบคำถามเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 75 และ ร้อยละ 25 ตามลำดับ)

ช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 31 – 40 ปี (ร้อยละ 40.83) วุฒิการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 75.83) และส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำงาน 10 -20 ปี (ร้อยละ 50)

สภาพการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่ พบว่าระดับการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริบททางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในภาพรวมส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ การส่งเสริมค่านิยมด้านศีลธรรมและจริยธรรม การพัฒนาและใช้ทรัพยากรสำหรับการเรียนการสอน การจัดสวัสดิการและภารกิจแก่นักเรียน การอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ การเตรียมแผนการสอนที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์และพันธกิจของโรงเรียน การพัฒนาทักษะการจัดลำดับการคิดระดับสูง (HOTS)\*: higher order thinking skills ส่งเสริมการพัฒนาชีวิตและทักษะวิชาชีพแก่ผู้เรียน การวัดและประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน การสร้างเครือข่ายกับผู้เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะผู้ปกครองนักเรียน และการพัฒนาด้านวิชาชีพอยู่ในระดับปานกลาง

3. ผลจากการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีองค์ประกอบและขั้นตอน ดังนี้

1. องค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)

องค์ประกอบที่ 2 แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning platform)

องค์ประกอบที่ 3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning environment)

องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Evaluation)

2. ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสรรค์ Node ความรู้ ตั้งเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)

ขั้นตอนที่ 4 ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)  
 ขั้นตอนที่ 5 ชั้นประเมินผล (Evaluation)

### ผลการวิจัยในระยะที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

จากการนำรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง ด้วยแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองแบบมีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว โดยมีการวัดผลและประเมินผล 3 ระยะ คือ ทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและทดสอบหลังเรียน กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบเชิงนวัตกรรม ได้ผลการทดลองสรุปได้ ดังนี้

2.1 ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังทดลองพบว่า คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของตัวอย่างสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง พบว่า กลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองเท่ากับ 33.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้คือ 32 คะแนน (เทียบกับคะแนนเต็ม 40 คะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 80) แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยหลังทดลองของนักเรียน สูงกว่าคะแนนเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลจากการบันทึกผลการสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แบบรูปรีด พบว่า นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้ใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยมีผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดีเยี่ยม

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนเอกสาร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การศึกษาผลของการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism และข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรม ดังนี้

ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ด้านการพัฒนาในรูปแบบเชิงนวัตกรรม และ 2) ด้านคุณภาพของรูปแบบเชิงนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ดังรายละเอียดการอภิปราย ต่อไปนี้

## 1. ด้านการพัฒนา รูปแบบเชิงนวัตกรรม

รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด

Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แนวคิด Connectivism การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) ขึ้นต่อมาผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามเพื่อศึกษาการใช้สมรรถนะของครูเพื่อสร้างบริบทที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่ตามกรอบสมรรถนะของครูแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งผลจากการตอบแบบสอบถามพบว่า ครูผู้สอนมีแนวคิดและเห็นความสำคัญของการสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 กล่าวไว้ว่า ปัจจัยหนึ่งที่เป็นการสร้างองค์ความรู้คือการจัดสภาพแวดล้อมให้กับผู้เรียน และแนวคิดขององค์กรยูเนสโก UNESCO ที่กล่าวว่าผู้สอนเป็นบุคคลสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถ ผู้สอนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการสร้างสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและการจัดเตรียมโอกาสในการเรียนรู้ที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 ส่วน มาสังเคราะห์เพื่อกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ และได้เขียนรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน เพื่อสร้างเป็นแบบฉบับร่างแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรูปแบบฉบับร่างอยู่ในระดับดีมาก อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาพิจารณาปรับปรุง จากนั้นจึงนำไปทดลองใช้

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่ารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษาที่นำเสนอได้พัฒนาอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนารูปแบบของนักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน อีกทั้งยังผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งการพัฒนารูปแบบนี้สอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2548: 477) และ สุมาลี ชัยเจริญ (2559) ที่สรุปได้ว่าการพัฒนารูปแบบต้องผ่านการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบให้เป็นระบบ โดยคำนึงถึงทฤษฎีหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

## 2. ด้านคุณภาพของรูปแบบเชิงนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง มีค่าคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่วางไว้ และสอดคล้องกับผลการประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษ 21 ของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับผลจากงานวิจัยของรุ่งทิพย์ แซ่แต้ (2563) และเขมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม (2554) ที่พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ สร้างชิ้นงานนวัตกรรมด้วยตนเอง ซึ่งในการปฏิบัติผู้เรียนจะต้องศึกษาความรู้และเรียนรู้การแก้ปัญหา

จากผลการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 แนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Define) ผู้สอนต้องร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปลักษณะของหัวข้อโครงการที่ดี แนะนำเครื่องมือในการสืบค้นและสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์ ตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ ๆ โดยนักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง มีความต้องการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยคิดริเริ่มเองในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ บันทึกสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอประเด็นที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มสะท้อนการเรียนรู้เพื่อหาหัวข้อที่ตนเองสนใจศึกษา โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ การสืบค้นข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูลและการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษาและนักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามแนวคิดของ Downes (2007) ที่กล่าวว่า การเชื่อมต่อของเครือข่ายไหลค้ำขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการมีปฏิสัมพันธ์กับชุมชนในการเรียนรู้ และในขั้นตอนศึกษาหัวข้อที่

สนใจ (Define) การเชื่อมโยง Node จะอยู่ในระดับการเชื่อมต่อแบบระบบประสาท Neural level ซึ่งมีลักษณะคล้ายการเชื่อมข้อมูลของสมองที่มีการสร้างเส้นใยประสาทเชื่อมต่อกัน เป็นขั้นตอนการรับรู้ข้อมูล เพื่อเป็นประสบการณ์เบื้องต้น (Siemen & Tittenberger, 2009)

2.2 แนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node) ผู้สอนต้องร่วมอภิปรายและหาข้อสรุปลักษณะของเครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและใช้ในการจัดการข้อมูล รวมถึงแนะนำเครื่องมือในการสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์และอภิปรายการเขียนเค้าโครงงานและตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ ๆ นักเรียนศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล รวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการศึกษา ในขั้นตอนเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node) นักเรียนจะเกิดเชื่อมโยง Node มีลักษณะที่เป็นการเชื่อมต่อแนวคิด Conceptual level ที่เป็นการเชื่อมข้อมูลภายในเพื่อวิเคราะห์และสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อได้แนวคิดของความรู้ นั้น (Siemen & Tittenberger, 2009) ที่เรียกว่า Node to Node เชื่อมโยงกระบวนการสู่โลกสังคมออนไลน์ผ่านสื่อกลางประเภทต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกสังคมออนไลน์หรือสื่อออนไลน์ นักเรียนจะสามารถเลือกเชื่อมโยงความรู้จาก Node เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหา ติความ วิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สารสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า นักเรียนทำการระดมสมองเพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือการเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า การคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล การเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม การบรรยาย ติความคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยาย ติความคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และนักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้เป็นไปตามแนวคิดของ Hye-jin, Ronnie and Tai-hoon (2012) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกว้างขวางและสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ของตนเอง เน้นการมีปฏิสัมพันธ์แบบกลุ่มและการเชื่อมโยงความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ที่

หลากหลายมีการแลกเปลี่ยนความรู้ การแสดงความคิดเห็น จะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใหม่ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกว้างขวางและสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ของตนเอง

2.3 แนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในขั้นการสร้างสรรค Node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct) ผู้สอนต้องร่วมกันอภิปรายการออกแบบการทดลองและเครื่องมือในการบันทึกผล แนะนำเครื่องมือในการสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์ และตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ ๆ นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงครูผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้า เพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ การออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและการนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ในกระบวนการเรียนรู้ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Mackey and Evans (2011) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมโยงเครือข่ายของครูมืออาชีพ จากการศึกษาพบว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นบนกิจกรรมเครือข่ายสังคมออนไลน์ ก็ต่อเมื่อเกิดการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ซึ่งการเชื่อมต่อกันและกันจะสนับสนุนให้การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่มีความหลากหลาย สัมพันธ์ต่อเนื่องและเชื่อมโยงไปถึงทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมออนไลน์ และในขั้นตอนการสร้างสรรค Node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct) การเชื่อมโยง Node จะอยู่ในระดับการเชื่อมต่อภายนอก External level เป็นการเชื่อมต่อกับกลุ่มสังคม เพื่อตรวจสอบแนวคิดและเชื่อมต่อไอเดียของแต่ละกลุ่มให้เป็นความรู้ (Siemen & Tittenberger, 2009)

2.4 แนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share) ผู้สอนร่วมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แนะนำเครื่องมือในการสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์ ร่วมกันสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ และตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ๆ นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิดข้อสรุปและแนวคิดใหม่และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้อย่างมี

เหตุผล เชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม นำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม และนักเรียนสามารถนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Rita Kop (2011) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความท้าทายของการ ใช้ทฤษฎีการเชื่อมโยงความรู้ บนระบบเครือข่ายออนไลน์แบบเปิด : กรณีศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้ผ่าน หลักสูตรบนระบบเครือข่ายสำหรับมวลชนพบว่า การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะมีผลต่อความมั่นใจและพลังที่แตกต่างกัน ผู้เรียนต้องได้รับการสนับสนุนของผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียนบนเครือข่าย การเรียนรู้ด้วยทฤษฎีเชื่อมโยงความรู้นี้ เน้นการมีส่วนร่วมและการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันบนเครือข่ายและให้ความสำคัญกับที่ผู้เรียนปรากฏตัวทางสังคมผ่านเครือข่ายก่อให้เกิดเป็นชุมชนการเรียนรู้และสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของงานที่พวกเขาสร้างขึ้นร่วมกัน ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตัวผู้เรียนและกระตุ้นให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการเรียนรู้ และในขั้นตอนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share) การเชื่อมโยง Node จะอยู่ในระดับการเชื่อมต่อภายนอก External level เป็นการเชื่อมต่อกับกลุ่มสังคมเพื่อตรวจสอบแนวคิดและเชื่อมต่อไอเดียของแต่ละกลุ่มให้เป็นความรู้ (Siemen & Tittenberger, 2009)

2.5 แนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในขั้นเผยแพร่ผลงาน (Publish) ที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน ผู้สอนต้องร่วมอภิปรายสรุปกระบวนการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แนะนำการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ ร่วมสรุปการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตั้งกระฐูสร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ ๆ นักเรียนเผยแพร่ผลงาน เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ นำเสนอผลงาน สรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลายที่ทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ได้ และสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลายได้ เป็นไปตามแนวคิดของของ Downes (2007b) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นการปฏิบัติด้วยการลงมือทำและผลสะท้อนกลับจากการลงมือปฏิบัติ และในขั้นตอนเผยแพร่ผลงาน (Publish) การเชื่อมโยง Node จะอยู่ในระดับการเชื่อมต่อภายนอก External level เป็นการเชื่อมต่อกับกลุ่มสังคม



เพื่อตรวจสอบแนวคิดและเชื่อมต่อไอเดียของแต่ละกลุ่มให้เป็นความรู้ (Siemen & Tittenberger, 2009)

ขั้นตอนการเรียนรู้ของรูปแบบทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีผลการวัดและประเมินผลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Connectivism ที่จัดให้นักเรียน เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการอ้างอิงหลักฐานจากองค์ความรู้ที่ปรากฏในโลกมากกว่าการใช้ความคิดบุคคลเพียงคนเดียว ใช้การสร้างเชื่อมโยงระหว่างชุดความรู้ที่มีอยู่เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ผ่านกิจกรรมบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงทางความคิด (Joel & Harold, 2003) รูปแบบที่พัฒนาขึ้นเน้นการทำกิจกรรมและเรียนรู้จากการลงมือทำสอดคล้องกับแนวคิด Active theory ของไวทกอสกี (Vygotsky) และทฤษฎี Learning by Doing ของดิวอี้ โดยคำนึงถึงความรู้ที่มีอยู่ในระบบที่ดึงจากกิจกรรมที่ทำร่วมกันซึ่งเกิดการปฏิสัมพันธ์และแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม สังคมออนไลน์ซึ่งเกิดขึ้นตามแนวคิดการเรียนรู้ทางสังคมของแบนดูรา (Bandura, 1977)

### ข้อเสนอแนะ

จากการสรุปและอภิปรายผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำเสนองานวิจัยและข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

#### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยนี้ไปใช้

1.1 รูปแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้เป็นรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา เหมาะกับการออกแบบการเรียนรู้ที่เป็นหัวข้อสนใจที่สามารถนำไปจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1.2 รูปแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นผู้สอนและผู้เรียนต้องมีความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิสัมพันธ์ทางชุมชนการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ได้เป็นอย่างดี

1.3 การบันทึกผลการสะท้อนการเรียนรู้ จะเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับนักเรียนในการสะท้อนการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนต้องตรวจสอบการบันทึกให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 การบันทึกผลการสะท้อนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นตอนในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้สอนต้องชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจถึงเกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการประเมินผลตามสภาพจริงการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

### 2.1 การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่

21 ตามแนวคิด Connectivism สามารถดัดแปลงหรือประยุกต์ใช้ในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ในด้านการรู้ดิจิทัล (Digital literacy)

2.2 ควรมีการนำการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาอื่น เพื่อเป็นการตรวจซ้ำ ยืนยันผลการใช้รูปแบบและทำให้รูปแบบมีความสมบูรณ์มากขึ้น

2.3 จากการทดลองใช้รูปแบบพบว่า ลักษณะกิจกรรมที่ใช้การเรียนรู้ที่ใช้โครงการเป็นฐาน การออกแบบรูปแบบในครั้งต่อไปอาจศึกษาตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในด้านอื่น เช่น ความสามารถวิเคราะห์บริบททางวิทยาศาสตร์ ความสามารถอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

### บรรณานุกรม

- กุลชัย กุลตวนิช. (2557). ระบบการเรียนบนห้องเรียนเสมือนแบบคลาวด์ตามแนวคิดการเรียนรู้คอนเน็คติวิสม์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สารสนเทศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการรู้สารสนเทศ สำหรับนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2555). ชีวชีวิตและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรียนแค่เพื่อสอบขาดนั้สัยไฟู้. สัีบคััน 1 กุมภาพันธ์ 2561 จาก <http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=30494&Key=hotnews>.
- \_\_\_\_\_. (2560). ตัวชีวิัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กาญจนา วัฒมา. (2548). การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: ชนพรการพิมพ์.
- กิตติพงษ์ พุ่มพวง. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยทฤษฎีเชื่อมโยงความรู้ (Connectivism) ผ่านสื่อสังคมออนไลน์. วารสารศิลปศาสตร์ปริทัศน์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 10(19), 1-13.
- เกียรติสุดา ศรีสุข. (2552). ระเบียบวิธีวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: ครองช่างพรินต์ติง.
- ขจรพงษ์ ร่วมแก้ว ประวิทย์ สิมมาทัน และ กนก สมะวรรณนะ. (2559). รูปแบบการเรียนรู้แบบเปิดตามแนวคิดคอนเน็คติวิสต์ซัีมเพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. วารสารแพรววาทสัินธุ, 3(1), 45-63.
- เขมณั้ภูจั้ มัิงสิริธรรม. (2554). การบูรณาการวิธีการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนร่วมกัน (Integrating cooperative learning and collaborative learning). *Veridian E-Journal SU กลุ่มมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. 4(1): 435-444.
- เครื่องมือเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21. (2556). ลำปาง: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. สัีบคััน เมื่อ 15 มีนาคม 2561 จาก <https://www.edulpru.com/eu/21st/st-009.pdf>

- จารุณี ชัยเจริญ. (2545). ผลการเรียนรู้โดยใช้บันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิทยาศาสตร์ ความคงทนของผลการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อการเขียนบันทึกการ  
เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตสุภัก มานะการ. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- DOI: <https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?>
- จิราภรณ์ วงษ์เกิด. (2559). เทคนิคการใช้บันทึกการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอน. สืบค้น  
1 กุมภาพันธ์ 2561 จาก <https://celt.li.kmutt.ac.th/km/index.php/pb7716af5042f5/>.
- จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2561). การรู้วิทยาศาสตร์. สืบค้น 1 กุมภาพันธ์ 2561 จาก <http://edu.stou.ac.th/EDU/UploadedFile/22758-4.pdf>.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). การออกแบบการเรียนรู้แนวคิดดิจิทัล *Digital Learning Design*. กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โชคชัย ยืนยง. (2550). การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมในการจัดการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการ*, 10(2), 29-34.
- ณมน จีรังสุวรรณ. (2555). หลักการออกแบบและประเมิน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิต  
ตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- คุณฉวี โยเหลา และคณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุด  
ความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์  
ความสำเร็จของโรงเรียน ไทย. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพย์วิสุทธิ์.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2560). “การเรียนรู้ในยุคสมัยหน้า: ตอนรูปแบบและทฤษฎีการเรียนรู้  
อนาคต”. สืบค้น 1 กุมภาพันธ์ 2561 จาก [http://thanompo.edu.cmu.ac.th/  
load/journal/50-51/next-generation%20of%20learning.pdf](http://thanompo.edu.cmu.ac.th/load/journal/50-51/next-generation%20of%20learning.pdf).
- นาวัน คงรักษา. (2561). รูปแบบการปรับทัศนคติความรู้ตามแนวคิดเชื่อมโยงนิยามเพื่อการเรียนรู้ใน  
ศตวรรษที่ 21. *วารสารการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6 ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง*, 6(1), 941 - 952. สืบค้นจาก  
<http://rms.mcru.ac.th/uploads/565955.pdf>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). แนวทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารพัฒนาการเรียน  
การสอนมหาวิทยาลัยรังสิต*, 9(1), 136-154.

- ประสาท เนิองเฉลิม. (2561). สเต็มศึกษากับสไตล์การเรียนรู้ตามแนวคิด Kolb. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences) มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 11(2), 11-17.
- ประสิทธิ์ วัฒนาภา. (2558). การศึกษาในศตวรรษที่ 21. สืบค้น 1 ธันวาคม 2560 จาก:  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_SJF7ckfjsk](https://www.youtube.com/watch?v=_SJF7ckfjsk).
- ประสพชัย พสุนนท์. (2558). ความเที่ยงตรงของแบบสอบถามสำหรับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 18(1), 380-381.
- ปริญญา บรรณเกตุช. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงอิเล็กทรอนิกส์ 8E ตามแนวคิดคอนเน็คติวิซึมสำหรับมหาวิทยาลัยเสมือน. *วารสารปาริชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 28(3) ฉบับพิเศษ, 65-81.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิจัยวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ยีน ภู่วรรณ. (2564). MOOC กับการเรียนรู้ด้วยตนเอง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: สำนักบริการคอมพิวเตอร์. สืบค้น 1 มิถุนายน 2564 จาก <https://learningdqdc.ku.ac.th/course/?c=3&l=4>
- รุ่งทิพย์ แซ่เต๋. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนเน็คติวิสต์ข้ามผ่านเทคโนโลยีคลาวด์เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู. *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 12 “ศาสตร์พระราช และการวิจัยเพื่อสร้างคุณภาพชีวิตในยุค Disruptive Technology”*. (หน้า 722-729). 9 – 10 กรกฎาคม 2563. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2542). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2545). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วารนันท์ นิตศักดิ์ และตัณชัช พัฒนสิทธิ์. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามทฤษฎีคอนเน็คติวิสต์ข้ามของนักศึกษาโครงการมหาวิทยาลัยชีวิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ. สืบค้น 1 มีนาคม 2561 จาก  
<https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/279424>

- สถาบันการเรียนรู้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2560). รายงานการศึกษาวิจัย  
หัวข้อ รูปแบบการเรียนรู้สำหรับคนรุ่นใหม่ โดยสำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้.  
สืบค้น 1 มีนาคม 2561, จาก [http://www.okmd.or.th/okmd-opportunity/  
FutureLearningPlatform/899/Digilearn\\_infographic](http://www.okmd.or.th/okmd-opportunity/FutureLearningPlatform/899/Digilearn_infographic).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษา  
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2548). เอกสารการเผยแพร่ขยายผลและการอบรมรูปแบบการเรียนการสอนแบบ  
สืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2559). การแถลงข่าวผลการประเมินในโครงการ PISA 2015. สืบค้น 1 ธันวาคม 2560  
จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th>.
- \_\_\_\_\_. (2560). Focus in PISA. สืบค้น 1 ธันวาคม 2560, จาก  
<https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2017-14>.
- \_\_\_\_\_. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่านและคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศ  
และความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัทซัคเซสฟิวเจอร์ จำกัด.
- สัจจิพรรณ ทรรพวุฒ. (2546). การวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏ  
สวนสุนันทา.
- สนิท สิทธิ และสาโรช โสภีร์รักษ์. (2558). รูปแบบการสอนผ่านเว็บตามทฤษฎีการเรียนรู้คอนเน็ค  
ติวิซิมเพื่อสร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร  
สำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, 8(2), 102-112.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2559). การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น:  
บริษัทเพ็ญพรินต์ จำกัด.
- สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ และคณะ. (2556). รายงานฉบับสมบูรณ์การจัดทำยุทธศาสตร์การปฏิรูป  
การศึกษาขั้นพื้นฐานให้เกิดความรับผิดชอบ. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสถาบันวิจัย  
เพื่อพัฒนาประเทศไทย.

- สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2558). *แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางสาขาวิชาชีพในศตวรรษที่ 21<sup>st</sup> Century Skills*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- \_\_\_\_\_. (2560). *คู่มือการจัดกิจกรรมฐานวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science literacy)*. สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน ฉบับที่ 1/2559 มกราคม 2559.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- \_\_\_\_\_. (2557). *การศึกษาไทยในโลกศตวรรษที่ 21. การประชุมสัมมนาทางวิชาการระหว่างประเทศ ประจำปี 2557*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน*. สืบค้น 15 มีนาคม 2561 จาก <http://nscr.nesdc.go.th/>
- สำนักบริหารการมัธยมศึกษาตอนปลาย. (2557). *แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะสาขาวิชาชีพ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุภาสินี สุทธิระ. (2541). *เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). *สมรรถนะครู: การพัฒนาครูโดยระบบทีมพี่เลี้ยง*.แพร่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเขต 2.
- สุรียา ษ์องเสนาะ. (2558). *บทบาทของครูไทยในศตวรรษที่ 21*. สืบค้น 15 มีนาคม 2559 จาก [www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/.../article\\_20150401102120.pdf](http://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/.../article_20150401102120.pdf).
- โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2545). *วิทยาศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมไทย*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

- สมจิต จันทน์ฉาย. (2557). *การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน*. นครปฐม: บริษัทเพชรเกษมพรีนติ้ง กรุ๊ป
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2547). *รายงานการวิจัยเรื่อง การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย*. ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก กัททิษณี. (2555). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กอสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สรนิต ศิลธรรม.(2558). P21 คำนิยาม Framework.สืบค้น 15 กันยายน 2558 จาก [www.dt.mahidol.ac.th/thai/images/stories](http://www.dt.mahidol.ac.th/thai/images/stories).
- ศยามน อินสะอาด และ พันทิพา อมรฤทธิ. (2561). *การพัฒนารูปแบบนวัตกรรมคลังสื่อการศึกษาเพื่อสังคมยุคดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*. สืบค้น 15 มีนาคม 2561 จาก [www.edu.ru.ac.th/et-ram/techno/images/R1.pdf](http://www.edu.ru.ac.th/et-ram/techno/images/R1.pdf).
- ศูนย์เพื่อการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันสมาคมการจัดการธุรกิจแห่งประเทศไทย. (2560). *ผลการจัด อันดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ประจำปี 2560 โดย IMD (International institute for management development)*. สืบค้น 1 ธันวาคม 2560 จาก [http://thailandcompetitiveness.org/topic\\_detail.php?lang=Th&ps=70](http://thailandcompetitiveness.org/topic_detail.php?lang=Th&ps=70).
- แฮสซาร์ด, แจ็ก. (2000). *Science as inquiry: วิทยาศาสตร์คือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้*. (จริยา สุจารีกุล, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.
- Bandura, A. (1977). *A Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39 - 43.
- Churchill, D., King, M. and Fox, B. (2013). Learning design for science education in the 21st century. *Zbornik Instituta za pedagoska istrazivanja*, 45(2), 404-421.
- Cobine, G. R. (1995). *Effective use of student journal writing*. ERIC. Retrieved on April 30, 2018. from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED378587>
- Dick, W., and Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction (4th ed.)*. New York: Harper Collins College Publishers.



- Downes, S. (2007a). *Learning networks in practice*. Retrieved on April 30, 2018. from <http://halfanhour.blogspot.com/2007/02/what-connectivism-is.html>.
- \_\_\_\_\_. (2007b). *What connectivism is*. Retrieved on April 30, 2018. from <http://halfanhour.blogspot.com/2007/02/what-connectivism-is.html>.
- \_\_\_\_\_. (2010). New technology supporting informal learning. *Journal of emerging technologies in web intelligence*, 2 (1): 27-33.
- \_\_\_\_\_. (2012). *Connectivism and connective knowledge. Essays of Meaning and Learning Networks*. National Research Council, Canada.
- Hye-jin, K., Ronnie D. C. and Tai-hoon K. (2012). Design of an Effective WSN-Based Interactive u-Learning Model. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. Doi:10.1155/2012/514836.
- Joyce, B.R. and Weil, M. (2000). *Models of teaching* (6th ed). Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Joel, A. M. and Harold, I. M. (2003). *Active learning in secondary college science classroom: A working model for helping the learner to learn*. NY. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781410609212>
- Laugksch, R. C. (1999). *Scientific literacy: A conceptual overview*. Retrieved on April 30, 2018. from [http://www.kcvs.ca/martin/EdCI/literature/literacy/Laugksch\\_Scientific\\_Literacy.pdf](http://www.kcvs.ca/martin/EdCI/literature/literacy/Laugksch_Scientific_Literacy.pdf).
- Mackey, J. and Evans, T. (2011). Interconnecting networks of practice for professional learning. *International review of research in open and distance learning*, 12(3), Special Issue - Connectivism: design and delivery of social networked learning, pp. 1-18.
- Malins, J. and Pirie, I. (2004). Developing a virtual learning environment for art & design: A constructivist approach. *European Journal of higher arts education*. pp. 25-55.
- McDonnell, K. (2007). Can 40 seconds of compassion reduce patient anxiety. *Journal of Clinical Oncology*, 17(1), 371.
- North Central Regional Educational Laboratory and the Metiri Group. (2003). *21st century skills for 21<sup>ST</sup> century learners*. Retrieved on January 10, 2017 from [www.ncrel.org/engage](http://www.ncrel.org/engage).

- Partnership for 21st Century Skills. (2008). *21st century skills, education & competitiveness*. Retrieved on March 15, 2017 from [www.21stcenturyskills.org](http://www.21stcenturyskills.org).
- Peter, G. (2011). *Looking ahead: Science education for the twenty-first century*. New Zealand: Office of the Prime Minister's Science Advisory Committee.
- Riel, M. (2004). Building communities of learners online. In G. Kearsley Online learning: Personal reflections on the transformation of education. NJ: *Education technology publications*. pp.309 – 320.
- Rita, K. (2011). The challenges to connectivist learning on open online networks: Learning experiences during a massive open online course. National Research Council of Canada, DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.882>.
- Roy, S. R. (1991). *Education for the twenty-first century: Asia-Pacific perspective*. Bangkok: UNESCO.
- Saavedra, A. R. and Opfer, V. D. (2012). *Teaching and learning 21st century skills lessons from the learning sciences literacy in the digital age*. RAND Corporation: Education Asia Society.
- Schwier, R. A. (2001). Catalysts, emphases and elements of virtual learning communities: Implications for research and practice. *The Quarterly Review of Distance Education*, 2(1), 5-18.
- Southeast Asian Ministers of Education Organization. (2010). *Competency framework for Southeast Asian teachers of the 21st century. Teaching competency*. Regional Education Project series. Philippine.
- Siemens, G. (2004). *Connectivism: A learning theory for the digital age*. Elearnspace. Retrieved on April 30, 2018. from <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>.
- \_\_\_\_\_. (2005a). *Connectivism: A learning theory for the digital age*. Retrieved on December 15, 2017 from [http://www.itdl.org/journal/jan\\_05/article01.htm](http://www.itdl.org/journal/jan_05/article01.htm).
- \_\_\_\_\_. (2005b). *Learning development cycle: Bridging learning design and modern knowledge needs*. Retrieved on December 15, 2017 from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.5652&rep=rep1&type=pdf>.

- \_\_\_\_\_. (2006). *Knowing knowledge*. Retrieved on December 15, 2017 from [https://amysmooc.files.wordpress.com/2013/01/ knowingknowledge\\_lowres-1.pdf](https://amysmooc.files.wordpress.com/2013/01/ knowingknowledge_lowres-1.pdf).
- \_\_\_\_\_. (2007). *Networks, Ecologies and curatorial teaching*. Retrieved on December 15, 2017 from <http://www.connectivism.ca/ blog/ 2007/08/>
- \_\_\_\_\_. (2008). *Learning and knowing in networks: Changing roles for educators and designers*. Retrieved on December 15, 2017 from <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/.../ Siemens%202008.pdf>.
- \_\_\_\_\_. (2010). *Connectivism. Teaching in social and technological networks*. Retrieved on December 15, 2017 from <http://www.connectivism.ca>.
- Siemens, G. and Tittenberger, P. (2009). *Handbook of emerging technologies for learning*. Retrieved on December 15, 2017 from [file:///C:/Users/HP/Downloads/Handbook\\_of\\_emerging\\_technologies\\_for\\_le.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Handbook_of_emerging_technologies_for_le.pdf).
- Tony, W. (2008). *The Seven survival skills for careers, college, and citizenship*. Retrieved on December 15, 2017 from [www.schoolchange.org](http://www.schoolchange.org).
- Trilling, B. and Fadel, C. (2009). *21<sup>st</sup> century skills: Learning for life in our times*. California: John Wiley & Sons.
- Unesco. (2008). *Strategy Framework for promoting ICT literacy in the Asia-Pacific region*. Bangkok: Unesco Bangkok.
- Wong, F. K., Loke, A.Y., Wong, M., Tse, H., Kan, E. and Kember, D. (1997). An action research study into the development of nurses as reflective practitioners. *Journal of Nursing Education*. 36 (10): 476-481. PMID: 9413818.

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

### ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ  
รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรีรัตน์ รวมเจริญ  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
วิทยาเขตปัตตานี
3. ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ  
ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

### ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและรับรองรูปแบบ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ  
รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรีรัตน์ รวมเจริญ  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
วิทยาเขตปัตตานี
3. ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ  
ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
4. ดร.อุสมาน สารี  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตวิทยาการอิสลาม  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
5. ดร.สุภาภรณ์ สิ้นภัย  
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3  
กลุ่มงานพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและกระบวนการเรียนรู้

ภาคผนวก ข  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21  
ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ชื่อผู้สัมภาษณ์ .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน .....

#### วัตถุประสงค์ของแบบสัมภาษณ์ :

เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

#### คำชี้แจง :

ขอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในด้านของการสื่อความหมาย ด้านความครอบคลุมเนื้อหา และด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ โดยประเด็นในการสัมภาษณ์มีดังนี้:

1. ความเหมาะสมขององค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ สำหรับรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. ความเหมาะสมของขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอน สำหรับรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา และการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในสถานการณ์จริง



ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด  
Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ประกอบด้วยองค์ประกอบและขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 องค์ประกอบของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด  
Connectivism ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น  
สำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project based learning) องค์ประกอบที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism องค์ประกอบที่ 3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning  
environment) และ องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Evaluation)

1.1.2 ขั้นตอนของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด  
Connectivism ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์  
ปัญหา (Define) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)  
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and  
Construct) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share) และ ขั้นตอนที่  
5 ขั้นประเมิน (Evaluation) โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

#### 1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)

นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา ที่พบเห็นในชีวิตจริงซึ่งมีความต้องการหาคำตอบ  
หรือแก้ปัญหา โดยคิดริเริ่มเองในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ศึกษาข้อมูลจากแหล่ง  
เรียนรู้ต่างๆ บันทึกสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

#### 2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

นักเรียนศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการ  
จัดการข้อมูล รวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่างๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการในขั้นตอนนี้  
ผู้เรียนจะเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่ กับความรู้เดิมที่มีมาก่อน โดยการ  
เชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่เป็นมนุษย์ กับ มนุษย์ หรือ มนุษย์ กับเครื่องจักร ที่เรียกว่า Node to Node  
เชื่อมโยงกระบวนการสู่โลกสังคมออนไลน์ผ่านสื่อกลางประเภทต่างๆ ที่อยู่บนโลกสังคมออนไลน์  
หรือสื่อออนไลน์ ผู้เรียนจะสามารถเลือกเชื่อมโยงความรู้จาก node เพื่อให้ได้คำตอบของ  
สถานการณ์ปัญหา ศึกษา วิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สำคัญที่ได้  
จากการค้นคว้า ผู้เรียนทำการระดมสมองเพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า บันทึกสะท้อน  
การเรียนรู้และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

3. ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and  
Construct)

นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้าเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงาน บันทึกสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน โดยเผยแพร่ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบเพื่อนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์

4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)

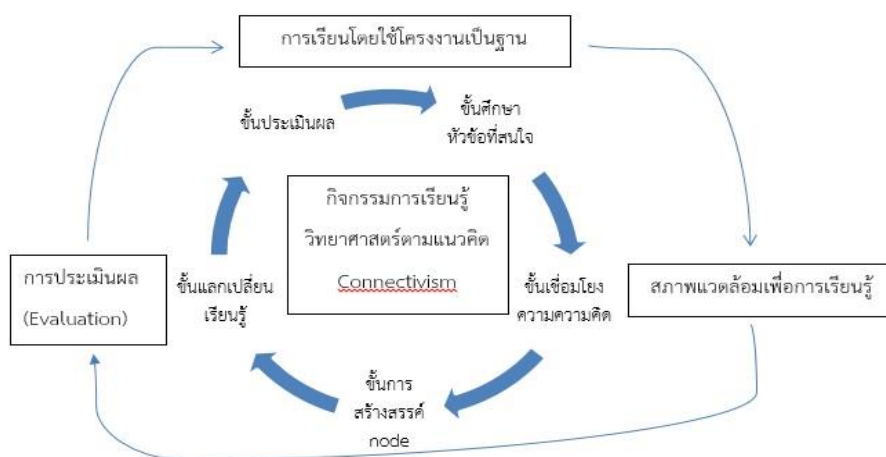
นำเสนอผลงานเพื่อแบ่งปันความรู้ เผยแพร่ผลสำเร็จของงานสู่สาธารณชน

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

ประเมินผลโครงการ โดยประเมินแบบรูปรีที่มีคะแนน 5 ระดับ คะแนน รายการประเมิน 6 รายการ ดังนี้ การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ความสำเร็จของงาน ประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ การวางแผนและการทำงานร่วมกัน ความคิดวิเคราะห์วิจารณ์

1.2 การวิเคราะห์เบื้องต้น ด้านสภาพแวดล้อมหรือบริบทการจัดการเรียนรู้ พบว่า การใช้สมรรถนะครูตามแนวปรัชญาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในจังหวัดกระบี่ โดยรวม พบว่า สภาพปัจจุบันครูมีสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก โดยเรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยดังแสดงในตารางที่ 1

จากการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยขั้นที่ 1 ผู้วิจัยจึงร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** ดัง แสดงในแผนภาพ



แผนภาพ ร่างรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21ตามแนวคิด **Connectivism**

ภาคผนวก ค  
แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ(ร่าง)

แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ(ร่าง)  
สำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21  
ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน .....

คำแนะนำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

1. การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ หมายถึง การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

2. แบบความเหมาะสมของรูปแบบ ฉบับนี้มีข้อความเพื่อการประเมินรูปแบบ จำนวน 6 ข้อคำถาม โปรดประเมินรูปแบบตามระดับที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ประเด็นคำถาม	ระดับความเหมาะสม				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
	1	2	3	4	5
1. แผนภาพแสดงรูปแบบ					
2. องค์ประกอบของรูปแบบ					
- การสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญโดยใช้โครงงาน เป็นฐาน (Project Based Learning)					
- แพลตฟอร์มการเรียนรู้ ดิจิทัล (Digital Learning Platform)					

ประเด็นคำถาม	ระดับความเหมาะสม				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
	1	2	3	4	5
- สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning Environment)					
- กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism					
- การประเมินผล (Evaluation)					
3. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ					
- ชั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving)					
- ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)					
- ชั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ความรู้ และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)					
- ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)					
- ชั้นประเมินผล (Evaluation)					

ประเด็นคำถาม	ระดับความเหมาะสม				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
	1	2	3	4	5
4. รูปแบบเชิงนวัตกรรม เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฯ มี ความเหมาะสมต่อ นำไปใช้ส่งเสริมการรู้ วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และทักษะการ เรียนรู้ในศตวรรษที่ 21					
5. โดยภาพรวมของ รูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ สามารถนำไปใช้ปฏิบัติใน สถานการณ์จริงได้					

6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ และการนำรูปแบบไปใช้ในสถานการณ์จริง

.....  
 .....  
 .....

ขอขอบพระคุณ

องค์ประกอบของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project based learning)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง เพื่อให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ที่เรียนโดยการลงมือทำเป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริงนำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหาและสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน (คุษฎี โยเหลาและคณะ, 2557: 19-20, วิจารณ์ พานิช, 2555, McDonell, 2007) โดยลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงงาน มีดังนี้

- นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง
- เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดล้อมจริง
- มีฐานจากการวิจัย หรือ องค์ความรู้ที่เคยมี
- ใช้แหล่งข้อมูล หลายแหล่ง
- ผังตรงด้วยความรู้และทักษะบางอย่าง (Embedded with Knowledge and Skills)
- ใช้เวลามากพอในการสร้างผลงาน
- มีผลผลิต

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยนำแนวคิด Connectivism มาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่เป็นเครือข่าย Node ซึ่งมีความต้องการเชื่อมต่อ 3 ระดับ คือ 1. การเชื่อมแบบระบบประสาท Neural level มีลักษณะคล้ายการเชื่อมข้อมูลของสมองที่มีการสร้างเส้นใยประสาทเชื่อมต่อกัน เป็นการรับรู้ข้อมูล เพื่อเป็นประสบการณ์เบื้องต้น 2. การเชื่อมต่อแนวคิด Conceptual level เป็นการเชื่อมข้อมูลภายใน เป็นการวิเคราะห์ สร้างความสัมพันธ์ข้อมูลเพื่อได้อิทธิพลของรูปร่างนั้น และ 3. การเชื่อมต่อภายนอก External level เป็นการเชื่อมต่อกับกลุ่มสังคมเพื่อตรวจสอบแนวคิดและเชื่อมต่อกับอิทธิพลของแต่ละกลุ่มให้เป็นความรู้ (Siemens and Tittenberger, 2009) เมื่อนำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน จะมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism  
 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism

ระดับการเชื่อมต่อเครือข่าย Node ตามแนวคิด Connectivism	ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism
1. การเชื่อมแบบระบบ ประสาท Neural level	1. Define ขั้นตอนการหา ประเด็นที่จะศึกษา 2. Plan การวางแผนการทำงาน 3. Do การลงมือทำ	1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Problem Solving)
2. การเชื่อมต่อแนวคิด Conceptual level	4. Review การทบทวน	2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหา ความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)
3. การเชื่อมต่อภายนอก External level		3. ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และ สร้างองค์ความรู้ (Create and Construct) 4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share) 5. ขั้นเผยแพร่ผลงาน (Publish)

สรุปผลการสังเคราะห์ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism  
 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Connectivism ได้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Problem Solving)
2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

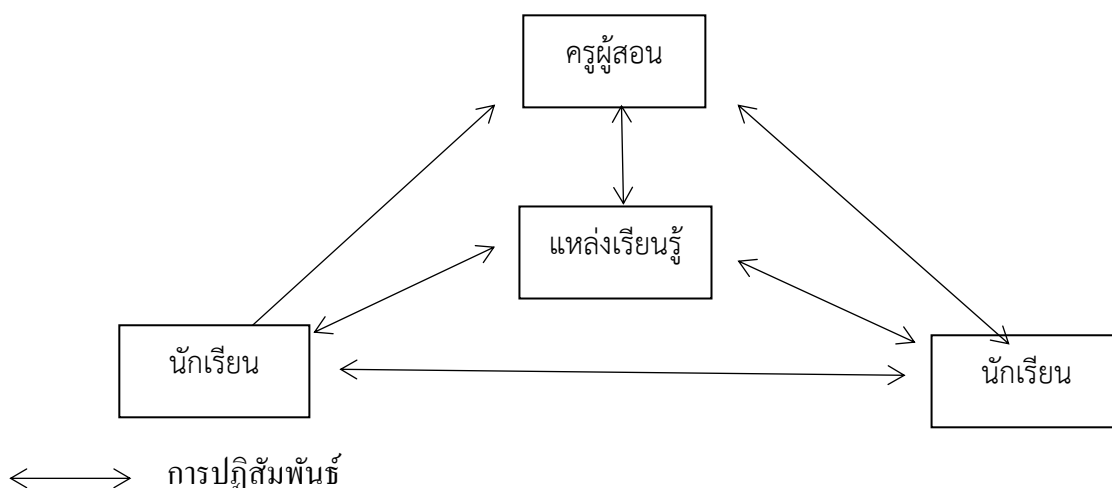


3. ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)
4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)
5. ขั้นเผยแพร่ผลงาน (Publish)

### องค์ประกอบที่ 2 แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Platform)

สภาพแวดล้อมส่วนบุคคลตามแนวคิด Connectivism เกิดขึ้นจากการตัดสินใจของผู้เรียนที่จะเลือกสรรทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งอยู่รอบตัว การเรียนรู้จำเป็นต้องเกิดจากการเชื่อมโยงกับสังคมรอบตัวและการสร้างเครือข่าย เมื่อใดที่ข้อมูลสารสนเทศ ความคิดเห็น ความรู้สึก ภาพ การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดูเหมือนจะไม่ชัดเจนในความสัมพันธ์หากเมื่อผู้เรียนสามารถที่จะนำมาร้อยเรียงให้เกิดเป็นการเชื่อมโยงที่มีความหมายสำหรับการเรียนรู้ของตนเองและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้ได้นั้น เมื่อนั้นการเรียนรู้ได้เกิดขึ้นแล้ว (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2556: 24-26) 2

แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Platform) ใช้ในการคัดกรองและทำให้ทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ เหล่านั้น มีความหมายสำหรับตัวเอง และใช้จัดระบบการเรียนการสอนและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมาจัดการให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับแหล่งเรียนรู้ ในการสื่อสารเรียนรู้ตามความสะดวกและเหมาะสม การปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นแสดงได้ดังแผนภาพที่ 4.3



แผนภาพการปฏิสัมพันธ์แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Platform) เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ส่วนบุคคล

### องค์ประกอบที่ 3 สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Learning Environment)

เป็นสถานะที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งทางตรงและทางอ้อมทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม สภาพแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม (Concrete Environmental) หรือสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) ในงานวิจัยนี้ได้้นำแนวคิดสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ มาใช้ใน 3 ลักษณะคือ ชุมชนเป็นศูนย์กลาง (Community-centered approach) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual Learning Environments) และการประเมินผลเป็นศูนย์กลาง (Assessment-centered approach) (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2548, Margaret Riel, 2004)

#### ชุมชนเป็นศูนย์กลาง (Community-centered approach)

เป็นชุมชนของผู้เรียนมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดกับห้องเรียนของผู้เรียน ชุมชนแห่งการเรียนรู้ คือ กลุ่มคนที่มีลักษณะ ดังนี้

- 1) มีความสนใจร่วมในหัวเรื่อง งานหรือปัญหา
- 2) เคารพต่อความหลากหลายของแนวคิด สร้างสัมพันธภาพทางสังคม
- 3) มีระดับของทักษะและความสามารถ
- 4) มีโอกาสและความมุ่งมั่นที่จะทำงานเป็นหมู่คณะ แลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้
- 5) มีเครื่องมือที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- 6) สรรค์สร้างความรู้ใหม่ ผลผลิตทางความรู้เป็นเสมือนเป้าหมายหรือผลผลิตร่วมของ

ชุมชนของผู้รู้

#### สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual Learning Environments)

สภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีสารสนเทศหรือนวัตกรรมเทคโนโลยี (Visaul Environment) มีบทบาทในการขยายขอบเขตของสภาพการเรียนรู้ที่กว้างขวางขึ้นและไม่จำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นนอกขอบเขตของการติดต่อกันแบบพบปะ (Face to Face) ซึ่งจะเรียกว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual Learning Environments) กระบวนการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงประกอบด้วย 3 ระยะ คือ ระยะสภาพแวดล้อมการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระยะสภาพแวดล้อมการสื่อสารและการร่วมมือ และระยะการสร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการสร้างความรู้ (Schwier, 2001, Malins and Pirie, 2004) ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ Microsoft team เป็นแพลตฟอร์มในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน ผู้เรียนจะได้รับการสนับสนุนของผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนบน

เครือข่ายในการแสดงตัวตน ผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับการที่ผู้เรียนปรากฏตัวทางสังคมผ่านเครือข่ายก่อให้เกิดเป็นชุมชนการเรียนรู้และสร้างความรู้สึกร่วมกันเป็นเจ้าของหลักสูตรที่พวกเขาสร้างขึ้นร่วมกัน

ทำให้เกิดชุมชนของผู้เรียนซึ่งเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญในสังคมสารสนเทศเพราะนวัตกรรมเทคโนโลยีสามารถเชื่อมโยงชุมชนของผู้เรียน ประสบการณ์ใหม่ที่ได้จากมิติของสภาพแวดล้อมใหม่ในการเรียนรู้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

### การประเมินผลเป็นศูนย์กลาง (Assessment-centered approach)

เป็นการสะท้อนผลให้รู้ว่าผู้เรียนกำลังเรียนอะไรอยู่และอะไรคือสิ่งที่กำลังเรียนรู้ในการคัดลอกสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ การประเมินผลในสภาพจริงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งของการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมใหม่เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาไปสู่สิ่งที่ดีกว่า เป็นการประเมินกระบวนการของการปฏิบัติงานมากกว่าการวัดความรู้ความจำ ในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องมือของการประเมินในรูปแบบของการประเมินเชิงมิติ (Rubrics) ที่มีการวางเกณฑ์ต่างๆ ที่ชัดเจน

### องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Evaluation)

ในการเรียนตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา ควรมีการประเมิน

#### 1. วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียน

การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียน โดยสร้างแบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยดังนี้ 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี 2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และ 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

## 2. การประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การประเมินการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยการประเมินผลตามสภาพจริง โดย เครื่องมือการประเมินออกมาในรูปของการประเมินเชิงมิติ (Rubrics) มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี และ 3. ทักษะชีวิต และการทำงาน

การประเมินผลเป็นการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบฯ อีกทั้ง แสดงว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา

### 1. ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ สถานการณ์ปัญหา (Define)

นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา ที่พบเห็นในชีวิตจริงซึ่งมีความต้องการหาคำตอบ หรือแก้ปัญหา โดยคิดริเริ่มเองในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ บนที่กสะท้อนการเรียนรู้และนำเสนอประเด็นที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มสะท้อนการเรียนรู้เพื่อหาหัวข้อที่ตนเองสนใจศึกษา โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษาและนักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์

### 2. ขั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

นักเรียนศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล รวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่างๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการศึกษา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่ กับความรู้เดิมที่มีมาก่อน โดยการเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่เป็นมนุษย์ กับ มนุษย์(เช่น สมาชิกในกลุ่ม ครูผู้สอน ผู้รู้) หรือ มนุษย์ กับ เครื่องจักร(แหล่งเรียนอื่น เช่น คอมพิวเตอร์) ที่เรียกว่า Node to Node เชื่อมโยงกระบวนการสู่โลกสังคมออนไลน์ผ่านสื่อกลางประเภทต่างๆ ที่อยู่บนโลกสังคมออนไลน์ หรือสื่อออนไลน์ นักเรียนจะสามารถเลือกเชื่อมโยงความรู้จาก node เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหา ติความวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า นักเรียนทำการระดมสมองเพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า บนที่กสะท้อนการเรียนรู้ สรุปเป็นเค้าโครงของโครงการที่กลุ่มสนใจศึกษาและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีใน

การศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยาย ตีความคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และนักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

3. ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้ สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)

นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงครูผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้าเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงาน บันทึกสะท้อนการเรียนรู้ในการออกแบบการทดลอง ทดลองและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน โดยเผยแพร่ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบ เพื่อนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์ โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)

นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่างกลุ่มรวมถึงผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิดข้อสรุปและแนวคิดใหม่ และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมและนักเรียนสามารถนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

5. ขั้นเผยแพร่ (Publish)

นำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน เผยแพร่ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยนำเสนอเป็นชิ้นงาน เพื่อนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลายและนักเรียนสามารถนำเสนอประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

ภาคผนวก ง  
แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการเรียนตามรูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน  
ศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด **Connectivism** สำหรับการเรียนระดับมัธยมศึกษา  
คำชี้แจง: การวิจัยนี้มีขั้นตอนในการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 สัปดาห์  
ครอบคลุมเนื้อหาในกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving)

รหัสวิชา ว 31222 ชื่อรายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สาระการเรียนรู้ที่ 3 สารกับสมบัติของสาร ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหา  
เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563  
ครูผู้สอนนางสาวพรรณพิไล เกษีสม

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

บูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหา  
ทางเคมี

#### 2. สาระสำคัญ

สถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม  
สามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้

#### 3. ผลการเรียนรู้

- กำหนดปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การ  
ประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม
- นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นใน  
ชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
1	ปฐมนิเทศ	- กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อใช้เวลา 60 นาที - สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนนถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
		- ผู้วิจัยแนะนำวิธีการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้โครงงานเป็นฐานแก่กลุ่มตัวอย่าง
1	ขั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving)	ศึกษาศานการณ์ปัญหา ที่พบเห็นในชีวิตจริง ซึ่งมีความต้องการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาโดยคิดริเริ่มเองในการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และนำเสนอหัวข้อที่สนใจผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์
จุดประสงค์		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาศานการณ์ปัญหา</li> <li>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษา</li> <li>3. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์</li> </ol>		
กิจกรรมการเรียนรู้		
F2F (Face to Face)		Network
<p>ขั้นนำ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปลักษณะของหัวข้อโครงงานที่ดี</li> <li>2. ครูแนะนำเครื่องมือในการสืบค้นและสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์</li> </ol> <p>ขั้นทำกิจกรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสะท้อนการเรียนรู้ในการหาหัวข้อโครงงานที่ตนเองสนใจ</li> <li>2. นักเรียนเข้าสู่ระบบ Microsoft team ตามกลุ่มของตนเองสำหรับเตรียมการอภิปรายร่วมกัน</li> </ol>		<p>ขั้นทำกิจกรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสืบค้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงงานเพื่อใช้สำหรับนำเสนอในการสะท้อนการเรียนรู้และอภิปรายหัวข้อโครงงาน</li> <li>2. นักเรียนเข้าไปบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ผลการสืบค้นใน Microsoft team (บันทึกแบบมีโครงสร้าง)</li> <li>3. นักเรียนเข้าไปในห้องกลุ่มของตนเองใน Microsoft team เพื่อร่วมกันสะท้อนการเรียนรู้อภิปรายหัวข้อโครงงาน</li> <li>4. นักเรียนเสนอหัวข้อโครงงานที่กลุ่มสนใจลงในกระดานสนทนา Microsoft team</li> <li>5. ครูผู้สอนตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็น</li> </ol>



สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้	
ขั้นสรุป	1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปลักษณะที่ดีของหัวข้อในการทำโครงการ	<p>ทางเลือกแนวทางใหม่ๆกระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER</p> <p>S= หัวข้อโครงการนี้สามารถเปลี่ยนเป็นหัวข้ออื่นทดแทนได้หรือไม่</p> <p>C= หัวข้อโครงการนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง</p> <p>A= หัวข้อโครงการนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงการอื่นอย่างไร</p> <p>M= หัวข้อโครงการนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงการอื่นอย่างไร</p> <p>P= หัวข้อโครงการนี้ใช้ประโยชน์อย่างไร</p> <p>E= หัวข้อโครงการนี้มีความซับซ้อนหรือไม่</p> <p>R= มีหัวข้ออื่นที่น่าสนใจกว่าโครงการนี้หรือไม่</p> <p>6. นักเรียนนำผลการสังเคราะห์ความรู้ลงในกระดานสนทนาของกลุ่มรวมเพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มอื่นๆ อภิปราย</p>	
สื่อการเรียนการสอน			
<ol style="list-style-type: none"> <li>ระบบปฏิบัติการ Microsoft Team และแอปพลิเคชันต่างๆ</li> <li>กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระดานสนทนาและแอปพลิเคชันต่างๆ</li> <li>แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้</li> <li>กิจกรรมวัดและประเมินผลการเรียน</li> </ol>			
การวัดและการประเมินผล			
การวัดและการประเมินผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือในการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1. ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผลความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบrikอย่างน้อยร้อยละ 60

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้	
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูล	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผลความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูล	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60
3. ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผลความสามารถในการนำเสนอปัญหาและแสดงความคิดเห็น	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60

**แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้**  
**ชั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving)**  
**รายบุคคล**

**จุดประสงค์**

1. นักเรียนสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษา
3. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์

**ประเด็นการบันทึก**

**สถานการณ์ปัญหาที่สนใจคือ.....**  
 .....

**เหตุจูงใจต่อสถานการณ์ปัญหา.....**  
 .....

**ข้อมูลที่แสดงหรือสนับสนุนสถานการณ์ปัญหา ได้แก่**

1. แหล่งข้อมูลที่ 1 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า

.....  
 .....  
 .....  
 .....

(ค้นคว้าจาก.....)

2. แหล่งข้อมูลที่ 2 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า

.....  
 .....  
 .....  
 .....

(ค้นคว้าจาก.....)

3. แหล่งข้อมูลที่ 3 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(ค้นคว้าจาก.....)

4. แหล่งข้อมูลที่ 4 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า.....

.....  
.....  
.....  
.....

(ค้นคว้าจาก.....)

5. แหล่งข้อมูลที่ 5 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า.....

.....  
.....  
.....  
.....

(ค้นคว้าจาก.....)

สรุปข้อมูลสถานการณ์ปัญหา.....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving) ได้หัวข้อที่สนใจ คือ

.....  
.....

**แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้**  
**ชั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving)**  
**กิจกรรมกลุ่ม**

**จุดประสงค์**

1. นักเรียนสามารถหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษา
3. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์

**ประเด็นการบันทึก**

สถานการณ์ปัญหาของสมาชิกคนที่ 1 .....

.....

สถานการณ์ปัญหาของสมาชิกคนที่ 2 .....

.....

สถานการณ์ปัญหาของสมาชิกคนที่ 3 .....

.....

สถานการณ์ปัญหาที่เลือกคือ.....

.....

เหตุจูงใจต่อสถานการณ์ปัญหาที่เลือกคือ.....

.....

ข้อมูลที่แสดงหรือสนับสนุนสถานการณ์ปัญหา ได้แก่

1. แหล่งข้อมูลที่ 1 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า

.....

.....

.....

.....

.....

(ค้นคว้าจาก.....)

2. แหล่งข้อมูลที่ 2 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(ค้นคว้าจาก.....)

3. แหล่งข้อมูลที่ 3 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า.....

.....  
.....  
.....  
.....

(ค้นคว้าจาก.....)

4. แหล่งข้อมูลที่ 4 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า.....

.....  
.....  
.....  
.....

(ค้นคว้าจาก.....)

5. แหล่งข้อมูลที่ 5 ประเด็นที่ค้นพบ พบว่า.....

.....  
.....  
.....  
.....

(ค้นคว้าจาก.....)

สรุปข้อมูลสถานการณ์ปัญหา.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving) ได้หัวข้อที่สนใจ คือ**

.....

.....

กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER เพื่อหาแนวทางที่เป็นทางเลือกใหม่ๆ

1. S= หัวข้อโครงการนี้สามารถเปลี่ยนเป็นหัวข้ออื่นทดแทนได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

2. C= หัวข้อโครงการนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. A= หัวข้อโครงการนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงการอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. M= หัวข้อโครงการนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงการอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. P= หัวข้อโครงการนี้ใช้ประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

.....



6. E= หัวข้อโครงการนี้มีความซับซ้อนหรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

7. R= มีหัวข้ออื่นที่น่าสนใจกว่าโครงการนี้หรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

เกณฑ์การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21  
 ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรม  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชั้นที่ 1 ชั้นศึกษาหัวข้อที่สนใจ (Problem Solving)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษา
3. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	ได้หัวข้อที่สนใจ โดยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างน้อย 5 แหล่ง	ได้หัวข้อที่สนใจโดยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ 4 แหล่ง	ได้หัวข้อที่สนใจโดยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ 3 แหล่ง	ได้หัวข้อที่สนใจโดยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ 2 แหล่ง	ได้หัวข้อที่สนใจโดยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ 1 แหล่ง
ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูล	นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นอย่างน้อย 5 แหล่งมาเชื่อมโยงเป็นแนวคิดหรือความรู้ในการทำงาน	นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น 4 แหล่งมาเชื่อมโยงเป็นแนวคิดหรือความรู้ในการทำงาน	นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น 3 แหล่งมาเชื่อมโยงเป็นแนวคิดหรือความรู้ในการทำงาน	นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น 2 แหล่งมาเชื่อมโยงเป็นแนวคิดหรือความรู้ในการทำงาน	นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น 1 แหล่งมาใช้เป็นแนวคิดในการทำงาน
ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์และนำเสนอ	1. สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. เขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการวิทยาศาสตร์	1. สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. เขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการ	1. สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. เขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการ	1. สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. เขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการ	1. สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. เขียนอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักการ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
ผ่านเครือข่าย สังคม ออนไลน์	บรรยาย ดีความ ปรากฏการณ์ 3. คาดการณ์ หรือพยากรณ์ การเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้น 4. ระบุว่าคำ บรรยาย คำอธิบายใน สถานการณ์ ใดที่ สมเหตุสมผล ตาม หลักการทาง วิทยาศาสตร์ คำคาดการณ์จะ เป็นไปได้ หรือไม่ด้วย เหตุผลอะไร 5. นำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์ ข้อ 1-4 ทำได้ 4 รายการและ ข้อ ที่ 5	วิทยาศาสตร์ บรรยาย ดีความ ปรากฏการณ์ 3. คาดการณ์ หรือพยากรณ์ การ เปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้น 4. ระบุว่าคำ บรรยาย คำอธิบายใน สถานการณ์ ใดที่ สมเหตุสมผล ตาม หลักการทาง วิทยาศาสตร์ คำคาดการณ์ จะเป็นไปได้ หรือไม่ด้วย เหตุผลอะไร 5. นำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์ ข้อ 1-4 ทำได้ 3 รายการและ ข้อที่ 5	วิทยาศาสตร์ บรรยาย ดีความ ปรากฏการณ์ 3. คาดการณ์ หรือพยากรณ์ การ เปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้น 4. ระบุว่าคำ บรรยาย คำอธิบายใน สถานการณ์ ใดที่ สมเหตุสมผล ตาม หลักการทาง วิทยาศาสตร์ คำคาดการณ์ จะเป็นไปได้ หรือไม่ด้วย เหตุผลอะไร 5. นำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์ ข้อ 1-4 ทำได้ 2 รายการและ ข้อที่ 5	วิทยาศาสตร์ บรรยาย ดีความ ปรากฏการณ์ 3. คาดการณ์ หรือพยากรณ์ การ เปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้น 4. ระบุว่าคำ บรรยาย คำอธิบายใน สถานการณ์ ใดที่ สมเหตุสมผล ตาม หลักการทาง วิทยาศาสตร์ คำคาดการณ์ จะเป็นไปได้ หรือไม่ด้วย เหตุผลอะไร 5. นำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์ ข้อ 1-4 ทำได้ 1 รายการและ ข้อที่ 5	วิทยาศาสตร์ บรรยาย ดีความ ปรากฏการณ์ 3. คาดการณ์ หรือพยากรณ์ การ เปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้น 4. ระบุว่าคำ บรรยาย คำอธิบายใน สถานการณ์ ใดที่ สมเหตุสมผล ตาม หลักการทาง วิทยาศาสตร์ คำคาดการณ์ จะเป็นไปได้ หรือไม่ด้วย เหตุผลอะไร 5. นำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์ ข้อ 1-4 ทำได้ 1 รายการ

- คะแนน 5 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 100)
- คะแนน 4 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดี (ร้อยละ 80)
- คะแนน 3 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60)
- คะแนน 2 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 40)
- คะแนน 1 หรือต่ำกว่า การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปรับปรุง(ร้อยละ 10)

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2** ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)  
 รหัสวิชา ว 31222 ชื่อรายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 สาระการเรียนรู้ที่ 3 สารกับสมบัติของสาร ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหา  
 เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563  
 ครูผู้สอนนางสาวพรรณพิไล เกษีสม

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

บูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### 2. สาระสำคัญ

การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

### 3. ผลการเรียนรู้

1. สามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้
2. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
2	ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)	ศึกษาค้นคว้าโดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล รวบรวมแหล่งข้อมูลบนเครือข่ายต่างๆ ที่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมที่มีมาก่อน โดยการเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่เป็นมนุษย์กับมนุษย์หรือมนุษย์กับเครื่องจักรที่เรียกว่า Node to Node เชื่อมโยงกระบวนการสู่โลกสังคมออนไลน์ผ่านสื่อกลางประเภทต่างๆ ที่อยู่บนโลกสังคมออนไลน์หรือสื่อออนไลน์ผู้เรียนเลือกเชื่อมโยงความรู้จาก node เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหา รวมถึงการตีความ วิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า ผู้เรียนทำการ

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
		สะท้อนความรู้เพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์
จุดประสงค์		
<p>1. นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล</p> <p>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยายตีความคาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>3. นักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์</p>		
กิจกรรมการเรียนรู้		
	F2F(Face to Face)	Network
	<p>ชั้นนำ</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปลักษณะของเครื่องมือเทคโนโลยีในการคัดสรรสารสนเทศและใช้ในการจัดการข้อมูล</p> <p>2. ครูแนะนำเครื่องมือในการสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์</p> <p>ขั้นทำกิจกรรม</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการเขียนเค้าโครงโครงการ</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าสู่ระบบ Microsoft team ตามกลุ่มของตนเองสำหรับเตรียมการอภิปรายร่วมกัน</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ</p>	<p>ชั้นนำ</p> <p>1. นักเรียนศึกษาการเขียนเค้าโครงและองค์ประกอบของเค้าโครงที่ครูผู้สอนให้ไว้ในกระดานข่าว</p> <p>ขั้นทำกิจกรรม</p> <p>1. นักเรียนสืบค้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงการของกลุ่มตัวเองเพื่อใช้สำหรับนำเสนอในการสะท้อนการเรียนรู้เพื่อเขียนเค้าโครงโครงการ</p> <p>2. นักเรียนเข้าไปบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ผลการสืบค้นใน Microsoft team (บันทึกแบบมีโครงสร้าง)</p> <p>3. นักเรียนเข้าไปในห้องกลุ่มของตนเองใน Microsoft team เพื่อร่วมกันอภิปรายและสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้าแล้วร่วมกันเขียนเค้าโครงโครงการ</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอเค้าโครงโครงการลงในกระดานสนทนาให้ครูทราบ</p>

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้	
		<p>5. ครูผู้สอนตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ๆ กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER</p> <p>S= คำ โครง โครงงานนี้สามารถเปลี่ยนเป็นหัวข้ออื่นทดแทนได้หรือไม่</p> <p>C= คำ โครง โครงงานนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง</p> <p>A= คำ โครง โครงงานนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงงานอื่นอย่างไร</p> <p>M= คำ โครง โครงงานนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงงานอื่นอย่างไร</p> <p>P= คำ โครง โครงงานนี้ใช้ประโยชน์อย่างไร</p> <p>E= คำ โครง โครงงานนี้มีความซับซ้อนหรือไม่</p> <p>R= มีคำ โครง โครงงานอื่นที่น่าสนใจกว่าโครงงานนี้หรือไม่</p> <p>6. นักเรียนนำผลการสังเคราะห์ความรู้ของกลุ่มลงในกระดานสนทนาพร้อมเพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มอื่นๆ อภิปราย</p>	
สื่อการเรียนการสอน			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบปฏิบัติการ Microsoft Team และแอปพลิเคชันอื่น</li> <li>2. กิจกรรมการเรียนรู้ ผ่าน กระดานสนทนาและแอปพลิเคชันอื่น</li> <li>3. แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้</li> <li>4. กิจกรรมวัดและประเมินผลการเรียน</li> </ol>			
การวัดและการประเมินผล			
การวัดและการประเมินผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือในการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1. ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือ	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผล ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือ	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้	
เทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรร สารสนเทศและการจัดการข้อมูล		เทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรร สารสนเทศและการจัดการข้อมูล	
2. ความสามารถในการเชื่อมโยง สิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่หรือ ข้อมูลใหม่กับ ความรู้เดิม	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	แบบประเมินผล ความสามารถในการ เชื่อมโยงสิ่งที่จะต้อง เรียนรู้ใหม่หรือข้อมูล ใหม่กับความรู้เดิม	นักเรียนได้คะแนนตาม เกณฑ์รูบริกอย่างน้อย ร้อยละ 60
3. ความสามารถในการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	แบบประเมินผล ความสามารถในการ ประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคมออนไลน์	นักเรียนได้คะแนนตาม เกณฑ์รูบริกอย่างน้อย ร้อยละ 60



**แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้**  
**ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)**  
**รายบุคคล**

**จุดประสงค์**

1. นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยาย ตีความ คาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้าและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

**ประเด็นการบันทึก**

ชื่อโครงการ.....

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

(แหล่งอ้างอิง

.....  
 .....)

วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

.....  
 .....  
 .....

สมมติฐานของการศึกษา

.....  
.....  
.....  
.....

ขอบเขตของการทำโครงการ

.....  
.....  
.....  
.....

วิธีดำเนินการ

.....  
.....  
.....  
.....

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

.....  
.....  
.....  
.....

แผนการกำหนดเวลาปฏิบัติงาน

.....  
.....  
.....  
.....

แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้  
ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)  
รายกลุ่ม

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยาย ตีความ คาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้าและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

ประเด็นการบันทึก

ชื่อโครงการ.....

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(แหล่งอ้างอิง

.....)

วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

.....

.....

.....

.....

สมมติฐานของการศึกษา

.....

.....

.....

.....

ขอบเขตของการทำโครงการ

.....

.....

.....

.....

วิธีดำเนินการ

.....

.....

.....

.....

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

.....

.....

.....

.....

แผนการกำหนดเวลาปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER เพื่อหาแนวทางที่เป็นทางเลือกใหม่ๆ

1. S= ถ้าโครงการงานนี้สามารถเปลี่ยนเป็นหัวข้ออื่นทดแทนได้หรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

2. C= ถ้าโครงการงานนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง

.....  
.....  
.....  
.....

3. A= ถ้าโครงการงานนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงการอื่นอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....

4. M= ถ้าโครงการงานนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงการอื่นอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. P= ถ้าโครงการงานนี้ใช้ประโยชน์อย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....

6. E= ค่าโครงการนี้มีความซับซ้อนหรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

7. R= มีค่าโครงการอื่นที่น่าสนใจกว่าโครงการนี้หรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

เกณฑ์การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) และการใช้ทักษะการเรียนรู้ใน  
ศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ชั้นที่ 2 ชั้นเชื่อมโยงแหล่งค้นหาความรู้ เชื่อมโยงความคิด (Connect Node)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม บรรยาย ตีความ คาดการณ์หรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการศึกษาค้นคว้า คัดสรรสารสนเทศและการจัดการข้อมูล	1. มีการใช้คอมพิวเตอร์ 2. มีการใช้อินเทอร์เน็ต 3. มีการใช้โปรแกรมประมวลคำ 4. ใช้เทคโนโลยีในการทำงานร่วมกัน 5. การใช้งานเทคโนโลยีเพื่อความมั่นคงปลอดภัย	1. มีการใช้คอมพิวเตอร์ 2. มีการใช้อินเทอร์เน็ต 3. มีการใช้โปรแกรมประมวลคำ 4. ใช้เทคโนโลยีในการทำงานร่วมกัน	1. มีการใช้คอมพิวเตอร์ 2. มีการใช้อินเทอร์เน็ต 3. มีการใช้โปรแกรมประมวลคำ	1. มีการใช้คอมพิวเตอร์ 2. มีการใช้อินเทอร์เน็ต	1. มีการใช้คอมพิวเตอร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
2. ความสามารถ ในการ เชื่อมโยงสิ่งที่ จะต้องเรียนรู้ ใหม่ หรือ ข้อมูลใหม่กับ ความรู้เดิม	1. ตั้งชื่อ โครงการได้ ชัดเจน 2. มีที่มาและ ความสำคัญโดย ใช้แหล่งอ้างอิง ที่น่าเชื่อถือได้ อย่างน้อย 5 แหล่ง 3. ตั้ง วัตถุประสงค์ สัมพันธ์กับที่มา และ ความสำคัญ 4. ตั้งสมมติฐาน สัมพันธ์กับ วัตถุประสงค์ 5. มี วิธีดำเนินการที่ ชัดเจน	1. ตั้งชื่อ โครงการได้ ชัดเจน 2. มีที่มาและ ความสำคัญ โดยใช้แหล่ง อ้างอิงที่ น่าเชื่อถือได้ อย่างน้อย 5 แหล่ง 3. ตั้ง วัตถุประสงค์ สัมพันธ์กับ ที่มาและ ความสำคัญ 4. ตั้งสมมติฐาน สัมพันธ์กับ วัตถุประสงค์	1. ตั้งชื่อ โครงการได้ ชัดเจน 2. มีที่มาและ ความสำคัญ โดยใช้แหล่ง อ้างอิงที่ น่าเชื่อถือได้ อย่างน้อย 5 แหล่ง 3. ตั้ง วัตถุประสงค์ สัมพันธ์กับ ที่มาและ ความสำคัญ	1. ตั้งชื่อ โครงการได้ ชัดเจน 2. มีที่มาและ ความสำคัญ โดยใช้แหล่ง อ้างอิงที่ น่าเชื่อถือได้ อย่างน้อย 5 แหล่ง	1. ตั้งชื่อ โครงการได้ ชัดเจน
3. ความสามารถ ในการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการ สืบเสาะหา	1. ระบุปัญหาที่ ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	1. ระบุปัญหา ที่ต้องการ สำรวจ ตรวจสอบ จากการศึกษา ทาง	1. ระบุ ปัญหาที่ ต้องการ สำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษา	1. ระบุ ปัญหาที่ ต้องการ สำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษา	1. ระบุ ปัญหาที่ ต้องการ สำรวจ ตรวจสอบ จาก การศึกษา



รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ และนำเสนอ ผ่านเครือข่าย สังคม ออนไลน์	2. แยกแยะได้ ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถ ตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ 3. เสนอวิธี สำรวจ ตรวจสอบ ปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้ 4. ประเมินวิธี สำรวจ ตรวจสอบ ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้ 5. บรรยายและ ประเมินวิธีการ ต่างๆ ที่ นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการยืนยัน	วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ 2. แยกแยะได้ ว่าประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถ ตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการ ทาง วิทยาศาสตร์ 3. เสนอวิธี สำรวจ ตรวจสอบ ปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ 4. ประเมินวิธี สำรวจ ตรวจสอบ ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ 5. นำเสนอ ข้อมูลผ่าน	ทาง วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ 2. แยกแยะ ได้ว่า ประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถ ตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการ ทาง วิทยาศาสตร์ 3. เสนอวิธี สำรวจ ตรวจสอบ ปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ 4. นำเสนอ ข้อมูลผ่าน เครือข่าย สังคม ออนไลน์	ทาง วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ 2. แยกแยะ ได้ว่า ประเด็น ปัญหาหรือ คำถามใด สามารถ ตรวจสอบ ได้ด้วย วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ 3. นำเสนอ ข้อมูลผ่าน เครือข่าย สังคม ออนไลน์	ทาง วิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้ 2. นำเสนอ ข้อมูลผ่าน เครือข่าย สังคม ออนไลน์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
	ถึงความ น่าเชื่อถือ ของข้อมูลและ ความเป็นกลาง 6. นำเสนอ ข้อมูลผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์	เครือข่าย สังคม ออนไลน์			

## เกณฑ์การตัดสิน

- คะแนน 5 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 100)
- คะแนน 4 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดี (ร้อยละ 80)
- คะแนน 3 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60)
- คะแนน 2 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 40)
- คะแนน 1 หรือต่ำกว่า การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับ  
ปรับปรุง (ร้อยละ 10)

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3** ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้  
(Create and Construct)

รหัสวิชา ว 31222 ชื่อรายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สาระการเรียนรู้ที่ 3 สารกับสมบัติของสาร ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหา  
เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563  
ครูผู้สอนนางสาวพรรณพิไล เกษีสม

**1. มาตรฐานการเรียนรู้**

บูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

**2. สาระสำคัญ**

การแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจด้วยกระบวนการออกแบบการทดลอง โดยเน้นการคิด

วิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

**3. ผลการเรียนรู้**

ออกแบบการทดลอง ทดลองและสะท้อนการเรียนรู้เพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทดลอง

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
3	ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ความรู้ และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)	ประกอบด้วยการตีความ วิเคราะห์ องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศ หลักการ สาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้า ผู้เรียนทำการ ออกแบบการทดลอง ทดลองและสะท้อนการ เรียนรู้เพื่อสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการ ทดลองและนำเสนอผลการทดลองผ่าน เครือข่ายสังคมออนไลน์
<b>จุดประสงค์</b>		
1. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์		
<b>กิจกรรมการเรียนรู้</b>		

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
	<p style="text-align: center;">F2F (Face to Face)</p> <p>ขั้นนำ</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการ ออกแบบการทดลองและเครื่องมือในการ บันทึกผล</p> <p>2. ครูแนะนำเครื่องมือในการสะท้อนการเรียนรู้ บนเครือข่ายออนไลน์</p> <p>ขั้นทำกิจกรรม</p> <p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดองค์ประกอบและ ขั้นตอนของการทดลอง</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเครื่องมือสำหรับ บันทึกผลการทดลอง</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปประเด็นความรู้ที่ ได้ศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ</p>	<p style="text-align: center;">Network</p> <p>ขั้นทำกิจกรรม</p> <p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองตามขั้นตอนที่ ออกแบบไว้และบันทึกผล</p> <p>2. นักเรียนเข้าไปบันทึกสะท้อนการเรียนรู้ผล การทดลองใน Microsoft team (บันทึกแบบมี โครงสร้าง)</p> <p>3. นักเรียนเข้าไปในห้องmeeting กลุ่มของ ตนเองใน Microsoft team เพื่อร่วมกันอภิปราย และสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทดลอง แล้วร่วมกันเขียนบันทึกผลการทดลองของ กลุ่ม</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอผลการทดลองลงใน กระดานสนทนาให้ครูทราบ</p> <p>5. ครูผู้สอนตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็น ทางเลือกแนวทางใหม่ๆ กระตุ้นความคิด โดย ใช้เทคนิค SCAMPER</p> <p>S= การทดลองนี้สามารถออกแบบแบบอื่นได้ หรือไม่</p> <p>C= การทดลองนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง</p> <p>A= การทดลองนี้สามารถปรับเปลี่ยนขั้นตอน การทดลองมาจากโครงการอื่นอย่างไร</p> <p>M= การทดลองนี้ปรับเปลี่ยนขั้นตอนได้ อย่างไร</p> <p>P= การทดลองนี้ดีกว่าการทดลองในโครงการ อื่นอย่างไร</p> <p>E= การทดลองนี้มีความซับซ้อนหรือไม่</p>

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้	
		R= การทดลองนี้อื่นที่น่าสนใจว่าโครงการนี้หรือไม่ 6. นักเรียนนำผลการสังเคราะห์ความรู้ลงในกระดานสนทนาของกลุ่มรวมเพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มอื่นๆ อภิปราย	
สื่อการเรียนการสอน			
1. ระบบการเรียนการสอนผ่าน Microsoft Team 2. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระดานสนทนาและแอปพลิเคชันต่างๆ 3. แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้ 4. กิจกรรมวัดและประเมินผลการเรียน			
การวัดและการประเมินผล			
การวัดและการประเมินผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือในการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1. ความสามารถในการออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผลความสามารถในการออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผลความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60

**แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้**

**ขั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ (Create and Construct)**

**รายบุคคล**

**จุดประสงค์**

- 1. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเครื่องมือบันทึกผลได้อย่างเหมาะสม
- 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงผลการทดลองของแต่ละขั้นตอน
- 3. นักเรียนสามารถบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

**ประเด็นการบันทึก**

ชื่อ

โครงการ.....

วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**ขั้นตอนการทดลอง**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....









กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER เพื่อหาแนวทางที่เป็นทางเลือกใหม่ๆ

1. S= การทดลองนี้สามารถออกแบบแบบอื่นได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

2. C= การทดลองนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. A= การทดลองนี้สามารถปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทดลองมาจากโครงการอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. M= การทดลองนี้ปรับเปลี่ยนขั้นตอนได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. P= การทดลองนี้ดีกว่าการทดลองในโครงการอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

6. E= การทดลองนี้มีความซับซ้อนหรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

7. R= การทดลองนี้มีการทดลองอื่นที่น่าสนใจกว่าโครงการนี้หรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

เกณฑ์การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21  
 ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรม  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ชั้นที่ 3 ชั้นการสร้างสรรค์ node ความรู้สังเคราะห์ความรู้และสร้างองค์ความรู้  
 (Create and Construct)

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถในการออกแบบการทดลองและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	1. ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ ถูกต้อง 2. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีและเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม3. กำหนดวิธีการทดลองได้ สอดคล้องกับสมมติฐาน 4. ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน 5. ผลการทดลองถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์	1. ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ ถูกต้อง 2. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีได้ เหมาะสม3. กำหนดวิธีการทดลองได้ สอดคล้องกับสมมติฐาน 4. ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน	1. ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ ถูกต้อง 2. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีได้ เหมาะสม3. กำหนดวิธีการทดลองได้ สอดคล้องกับสมมติฐาน	1. ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ ถูกต้อง 2. กำหนดวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีได้ เหมาะสม	1. ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ ถูกต้อง

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลและบันทึกผลการทดลองและนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	1. ออกแบบบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม 2. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง 3. บันทึกผลการทดลองครบถ้วน 4. บันทึกการทดลองนำเสนอ 5. มีรูปแบบบันทึกผลการทดลองที่หลากหลาย 6. นำเสนอบันทึกผลการทดลองผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	1. ออกแบบบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม 2. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง 3. บันทึกผลการทดลองครบถ้วน 4. บันทึกการทดลองนำเสนอ 5. นำเสนอบันทึกผลการทดลองผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	1. ออกแบบบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม 2. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง 3. บันทึกผลการทดลองครบถ้วน 4. นำเสนอบันทึกผลการทดลองผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	1. ออกแบบบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม 2. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง 3. นำเสนอบันทึกผลการทดลองผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	1. ออกแบบบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม 2. นำเสนอบันทึกผลการทดลองผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

## เกณฑ์การตัดสิน

- คะแนน 5 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 100)
- คะแนน 4 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดี (ร้อยละ 80)
- คะแนน 3 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60)
- คะแนน 2 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 40)
- คะแนน 1 หรือต่ำกว่า การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปรับปรุง(ร้อยละ 10)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)  
 รหัสวิชา ว 31222 ชื่อรายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 สาระการเรียนรู้ที่ 3 สารกับสมบัติของสาร ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหา  
 เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563  
 ครูผู้สอนนางสาวพรรณพิไล เกษีสม

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

บูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### 2. สาระสำคัญ

การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น โดย  
 ผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิดข้อสรุปและแนวคิดใหม่

### 3. ผลการเรียนรู้

อภิปรายและสรุปผลการทดลองโดยผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิด  
 ข้อสรุปและแนวคิดใหม่

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
4	ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยน เรียนรู้ (Share)	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มสมาชิก ระหว่าง กลุ่มรวมถึงผู้สอน โดยผสมผสานแนวคิดต่างๆ ที่ ได้จากการค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิดข้อสรุป และแนวคิดใหม่ และนำเสนอผ่านเครือข่ายสังคม ออนไลน์
จุดประสงค์		
1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม 3. นักเรียนสามารถนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์		
กิจกรรมการเรียนรู้		
F2F (Face to Face) ขั้นนำ 1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	Network ขั้นกิจกรรม 1. นักเรียนสืบค้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับผลการทดลอง เชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เพื่อสะท้อนการเรียนรู้ ในการอภิปรายผลการทดลอง	

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
<p>2. ครูแนะนำเครื่องมือในการสะท้อนการเรียนรู้บนเครือข่ายออนไลน์</p> <p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทดลอง</li> <li>นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าสู่ระบบตามกลุ่มของตนเองสำหรับเตรียมการอภิปรายร่วมกัน</li> </ol> <p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนและครูร่วมกันสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้าในการทำโครงการ</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนเข้าไปบันทึกเพื่อสะท้อนการเรียนรู้ผลการสืบค้น (บันทึกแบบมีโครงสร้าง)</li> <li>นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการสะท้อนการเรียนรู้ แล้วร่วมกันเขียนสรุปและอภิปรายผล</li> <li>นักเรียนนำเสนอสรุปและอภิปรายผลลงในกระดานสนทนาให้ครูทราบ</li> <li>ครูผู้สอนตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ๆ กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER <ul style="list-style-type: none"> <li>S= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้สามารถเปลี่ยนเป็นหัวข้ออื่นทดแทนได้หรือไม่</li> <li>C= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง</li> <li>A= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงการอื่นอย่างไร</li> <li>M= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงการอื่นอย่างไร</li> <li>P= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้ใช้ประโยชน์อย่างไร</li> <li>E= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้มีความซับซ้อนหรือไม่</li> <li>R= มีสรุปและอภิปรายผลการทดลองอื่นที่น่าสนใจกว่าสรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้</li> </ul> </li> <li>นักเรียนนำผลการสังเคราะห์ความรู้ลงในกระดานสนทนาของกลุ่มรวมเพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มอื่นๆ อภิปราย</li> </ol>
สื่อการเรียนการสอน		
<ol style="list-style-type: none"> <li>ระบบปฏิบัติการ Microsoft Team</li> <li>กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระดานสนทนาและแอปพลิเคชันต่างๆ</li> <li>แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้</li> </ol>		



สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้	
4. กิจกรรมวัดและประเมินผลการเรียน			
การวัดและการประเมินผล			
การวัดและการประเมินผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือในการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1. ความสามารถในการสรุปและอภิปรายผลได้อย่างมีเหตุผล	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผล ความสามารถสรุปและอภิปรายผลได้อย่างมีเหตุผล	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผล ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60
3. ความสามารถในการนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผล ความสามารถในการนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60









กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER เพื่อหาแนวทางที่เป็นทางเลือกใหม่ๆ

1. S= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้สามารถเปลี่ยนเป็นหัวข้ออื่นทดแทนได้หรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

2. C= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง

.....  
.....  
.....  
.....

3. A= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงการอื่นอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....

4. M= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงการอื่นอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....

5. P= สรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้ใช้ประโยชน์อย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....

6. E= สรูปและอภิปรายผลการทดลองนี้มีความซับซ้อนหรือไม่

.....  
.....  
.....  
.....

7. R= มีสรุปและอภิปรายผลการทดลองอื่นที่น่าสนใจกว่าสรุปและอภิปรายผลการทดลองนี้

.....  
.....  
.....  
.....

เกณฑ์การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ชั้นที่ 4 ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แบ่งปันเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม
3. นักเรียนสามารถนำเสนอสรุปและอภิปรายผลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในการอภิปรายผลได้อย่างมีเหตุผล	1. แปลข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	1. แปลข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	1. แปลข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	1. แปลข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	1. แปลข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
	2. ระบุนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	2. ระบุนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	2. ระบุนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	2. ระบุนิษฐานประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	
	3. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น	3. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น	3. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น		



รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
	4. อภิปรายได้ ถูกต้อง สมบูรณ์ สอดคล้องกับ ข้อมูล พร้อม ทั้งมีข้อมูล ประกอบ 5.อภิปรายผล การทดลอง สอดคล้อง กับ ทฤษฎีหรือ เอกสารที่ เกี่ยวข้อง	4. อภิปรายได้ ถูกต้อง สมบูรณ์ สอดคล้องกับ ข้อมูล พร้อม ทั้งมีข้อมูล ประกอบ			
2. ความสามารถ เชื่อมโยงข้อมูล ในการสรุปและ นำเสนอผ่าน เครือข่ายสังคม ออนไลน์	1. วิเคราะห์ และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป 2. สรุปผล สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมาย ของการศึกษา ค้นคว้า 3. สรุปผล ครบถ้วนตาม จุดมุ่งหมาย	1. วิเคราะห์ และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป 2. สรุปผล สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมาย ของการศึกษา ค้นคว้า 3. สรุปผล ครบถ้วนตาม จุดมุ่งหมาย	1. วิเคราะห์ และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป 2. สรุปผล สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมาย ของการศึกษา ค้นคว้า 3. สรุปผล ครบถ้วนตาม จุดมุ่งหมาย	1. วิเคราะห์ และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป 2. สรุปผล สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมาย ของการศึกษา ค้นคว้า 3. นำเสนอ ผ่านเครือข่าย สังคม ออนไลน์	1. วิเคราะห์ และแปล ความหมาย ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป 2. นำเสนอ ผ่านเครือข่าย สังคม ออนไลน์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
	<p>ของการศึกษา ค้นคว้า 4. แยกแยะ ระหว่างข้อ โต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยาน และทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณา จากสิ่งอื่น 5. ประเมินข้อ โต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ และประจักษ์ พยานจาก แหล่งที่มา หลากหลาย 6. นำเสนอ ผ่านเครือข่าย สังคม ออนไลน์</p>	<p>ของการศึกษา ค้นคว้า 4. แยกแยะ ระหว่างข้อ โต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยาน และทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณา จากสิ่งอื่น 5. นำเสนอ ผ่านเครือข่าย สังคม ออนไลน์</p>	<p>ของการศึกษา ค้นคว้า 4. นำเสนอ ผ่านเครือข่าย สังคม ออนไลน์</p>		

## เกณฑ์การตัดสิน

- คะแนน 5 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 100)
- คะแนน 4 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดี (ร้อยละ 80)
- คะแนน 3 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60)
- คะแนน 2 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 40)
- คะแนน 1 หรือต่ำกว่า การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปรับปรุง(ร้อยละ 10)

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ชั้นเผยแพร่(Publish)

รหัสวิชา ว 31222 ชื่อรายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 สาระการเรียนรู้ที่ 3 สาระกับสมบัติของสาร ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหา  
 เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563  
 ครูผู้สอนนางสาวพรรณพิไล เกษีสม

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

บูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

#### 2. สาระสำคัญ

การนำเสนองานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ผลงานรวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือประกอบการนำเสนอ ซึ่งจะทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 3. ผลการเรียนรู้

นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ลำดับที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
5	ขั้นประเมินผล (Evaluation)	นำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน เผยแพร่ผ่านเครือข่าย เพื่อสะท้อนความรู้ที่ได้ค้นพบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยนำเสนอเป็นชิ้นงาน
จุดประสงค์		
1. นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน 2. นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลาย		
กิจกรรมการเรียนรู้		
F2F (Face to Face) ชั้นนำ 1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปกระบวนการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ชั้นสอน	Network ชั้นกิจกรรม 1. นักเรียนศึกษาการนำเสนอผลงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์และการนำเสนอแบบ Face to Face 2. นักเรียนบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้การนำเสนอผลงาน(บันทึกแบบมีโครงสร้าง)	

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้
	<p>1. ครูแนะนำการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์และการนำเสนอแบบ Face to Face</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแนวทางการนำเสนอผลงาน</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการนำเสนอผลงาน</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอโครงการแบบ Face to Face</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปการทำโครงการวิทยาศาสตร์</p>	<p>3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการนำเสนอผลงานเพื่อสะท้อนการเรียนรู้การนำเสนอผลงาน</p> <p>4. นักเรียนนำเสนอโครงการลงในกระดานสนทนาให้ครูทราบ</p> <p>5. ครูผู้สอนตั้งกระทู้สร้างแนวคิดเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาแนวทางที่เป็นทางเลือกแนวทางใหม่ๆ กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER</p> <p>S= การนำเสนอโครงการนี้สามารถเปลี่ยนเป็นรูปแบบอื่นทดแทนได้หรือไม่</p> <p>C= การนำเสนอโครงการนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง</p> <p>A= การนำเสนอโครงการนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงการอื่นอย่างไร</p> <p>M= การนำเสนอโครงการนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงการอื่นอย่างไร</p> <p>P= การนำเสนอโครงการนี้มีประโยชน์อย่างไร</p> <p>E= การนำเสนอโครงการนี้มีความซับซ้อนหรือไม่</p> <p>R= มีการนำเสนอโครงการอื่นที่น่าสนใจกว่าโครงการนี้หรือไม่</p> <p>6. นักเรียนนำผลการสังเคราะห์ความรู้ลงในกระดานสนทนาของกลุ่มรวมเพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มอื่นๆ อภิปราย</p>
สื่อการเรียนการสอน		
	<p>1. ระบบปฏิบัติการ Microsoft Team</p> <p>2. กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระดานสนทนาและแอปพลิเคชันต่างๆ</p> <p>3. แบบบันทึกการสะท้อนการเรียนรู้</p> <p>4. กิจกรรมวัดและประเมินผลการเรียน</p>	
การวัดและการประเมินผล		

สัปดาห์ที่	ขั้นตอน	สาระการเรียนรู้	
การวัดและการประเมินผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือในการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
1. ความสามารถในการนำเสนอผลงาน	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผลความสามารถในการนำเสนอผลงาน	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60
2. ความสามารถในการสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ประเมินกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	แบบประเมินผลความสามารถในการสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนได้คะแนนตามเกณฑ์รูบริกอย่างน้อยร้อยละ 60



แบบบันทึกสะท้อนการเรียนรู้  
ชั้นเผยแพร่ (Publish)  
รายกลุ่ม

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน
2. นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลาย
3. นักเรียนสามารถนำเสนอประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

ประเด็นการบันทึก

ชื่อโครงการ.....

การนำเสนอโครงการผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีองค์ประกอบดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การนำเสนอโครงการแบบ Face to Face มีองค์ประกอบดังนี้.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



กระตุ้นความคิดโดยใช้เทคนิค SCAMPER เพื่อหาแนวทางที่เป็นทางเลือกใหม่ๆ

1. S= การนำเสนอโครงการนี้สามารถเปลี่ยนเป็นรูปแบบอื่นทดแทนได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

2. C= การนำเสนอโครงการนี้ใช้ความรู้หรือแนวคิดใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. A= การนำเสนอโครงการนี้สามารถปรับใช้ให้ดีกว่าโครงการอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. M= การนำเสนอโครงการนี้ปรับเปลี่ยนมาจากโครงการอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. P= การนำเสนอโครงการนี้มีประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

6. E= การนำเสนอโครงการนี้มีความซับซ้อนหรือไม่

.....

.....

.....

.....

7. R= มีการนำเสนอโครงการอื่นที่น่าสนใจกว่าโครงการนี้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) และการใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21  
 ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบเชิงนวัตกรรม  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ชั้นที่ 5 ชั้นเผยแพร่(Publish)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดและอภิปรายร่วมกัน
2. นักเรียนสามารถสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำโครงการได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาหลากหลาย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
คุณภาพของข้อมูลที่นำเสนอ	1. นำเสนอข้อมูลครบถ้วน 2. นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอน 3. นำเสนอโดยเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นสารสนเทศ 4. นำเสนอข้อมูลที่สามารถสื่อความหมายเข้าใจง่าย 5. รูปแบบการนำเสนอข้อมูลหลากหลาย	1. นำเสนอข้อมูลครบถ้วน 2. นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอน 3. นำเสนอโดยเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นสารสนเทศ 4. นำเสนอข้อมูลที่ สามารถสื่อความหมายเข้าใจง่าย	1. นำเสนอข้อมูลครบถ้วน 2. นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอน 3. นำเสนอโดยเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นสารสนเทศ	1. นำเสนอข้อมูลครบถ้วน 2. นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอน	1. นำเสนอข้อมูลครบถ้วน

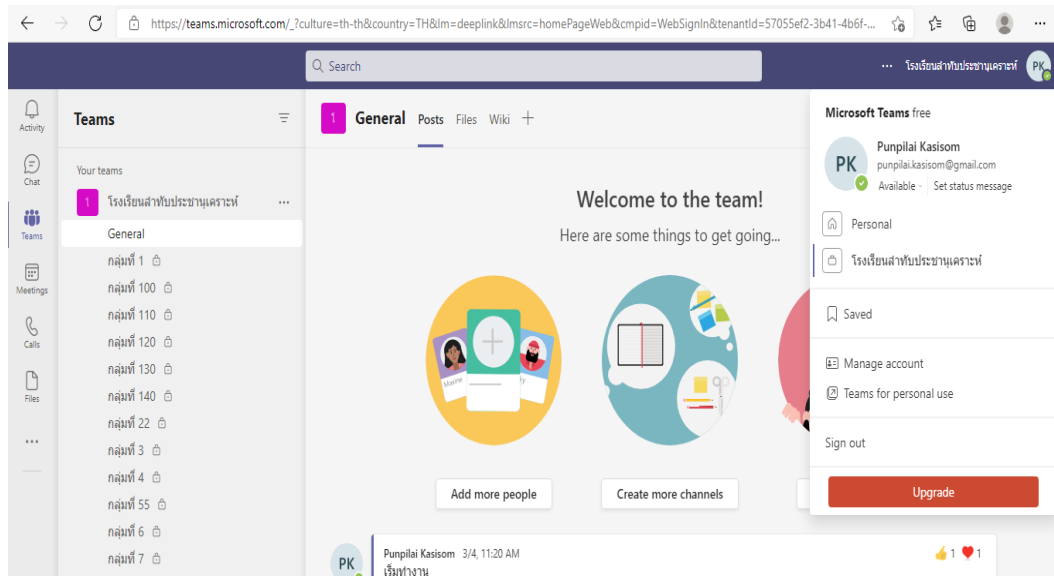
รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
การนำเสนอ โครงการ	1. สมาชิกทุก คนมีส่วนร่วม ในการนำเสนอ 2. บุคลิก น้ำเสียง เหมาะสม 3. ออกแบบสื่อ การนำเสนอได้ น่าสนใจ 4. . ใช้สื่อใน การนำเสนอ คล่องแคล่ว 5. แก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้ดี <b>ทำได้ทุกข้อ</b>	1. สมาชิกทุก คนมีส่วนร่วม ในการนำเสนอ 2. บุคลิก น้ำเสียง เหมาะสม 3. ออกแบบสื่อ การนำเสนอได้ น่าสนใจ 4. . ใช้สื่อใน การนำเสนอ คล่องแคล่ว 5. แก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้ดี <b>ทำได้ 4 ข้อ</b>	1. สมาชิกทุก คนมีส่วนร่วม ในการนำเสนอ 2. บุคลิก น้ำเสียง เหมาะสม 3. ออกแบบสื่อ การนำเสนอได้ น่าสนใจ 4. . ใช้สื่อใน การนำเสนอ คล่องแคล่ว 5. แก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้ดี <b>ทำได้ 3 ข้อ</b>	1. สมาชิกทุก คนมีส่วนร่วม ในการนำเสนอ 2. บุคลิก น้ำเสียง เหมาะสม 3. ออกแบบสื่อ การนำเสนอได้ น่าสนใจ 4. . ใช้สื่อใน การนำเสนอ คล่องแคล่ว 5. แก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้ดี <b>ทำได้ 2 ข้อ</b>	1. สมาชิกทุก คนมีส่วนร่วม ในการนำเสนอ 2. บุคลิก น้ำเสียง เหมาะสม 3. ออกแบบสื่อ การนำเสนอได้ น่าสนใจ 4. . ใช้สื่อใน การนำเสนอ คล่องแคล่ว 5. แก้ปัญหา เฉพาะหน้าได้ดี <b>ทำได้ 1 ข้อ</b>

## เกณฑ์การตัดสิน

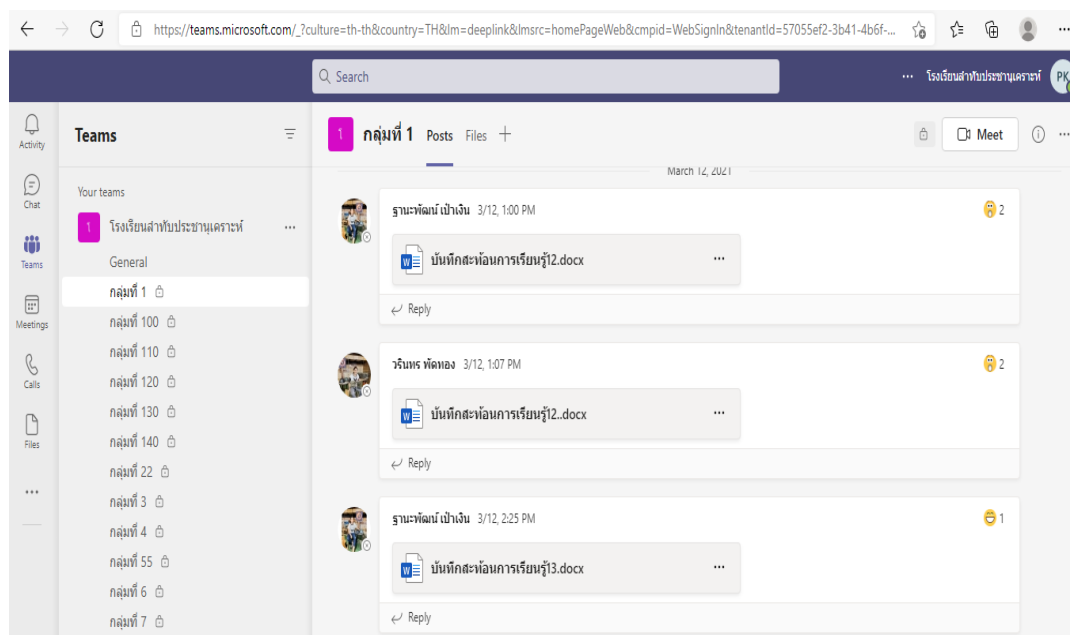
- คะแนน 5 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 100)  
 คะแนน 4 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดี (ร้อยละ 80)  
 คะแนน 3 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60)  
 คะแนน 2 การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 40)  
 คะแนน 1 หรือต่ำกว่า การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับ  
 ปรับปรุง(ร้อยละ 10)

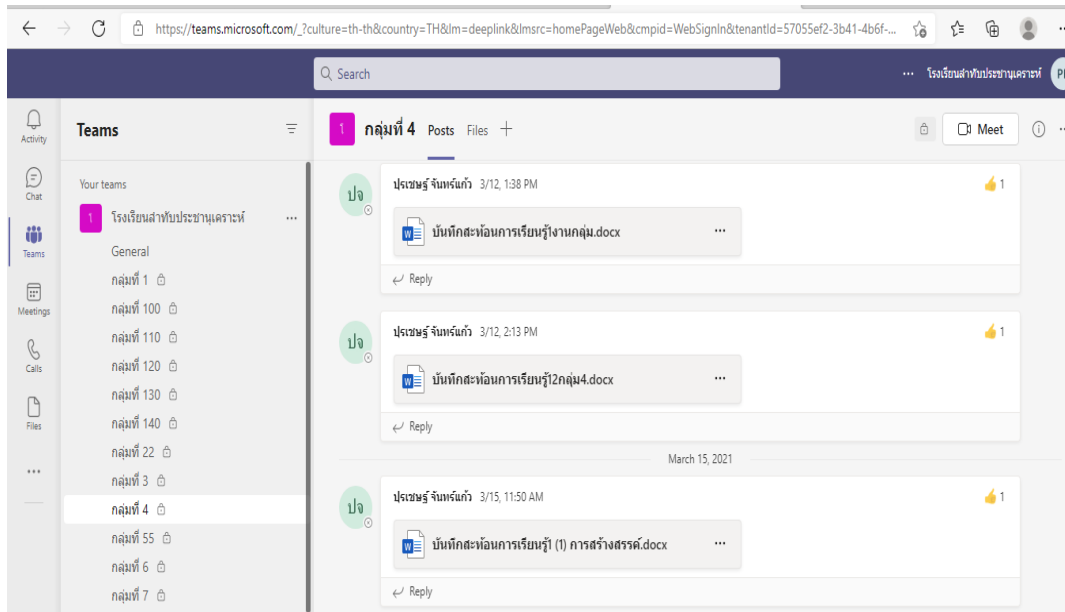
### ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแสดงการปฏิสัมพันธ์บนระบบออนไลน์และตัวอย่างผลงานนักเรียน

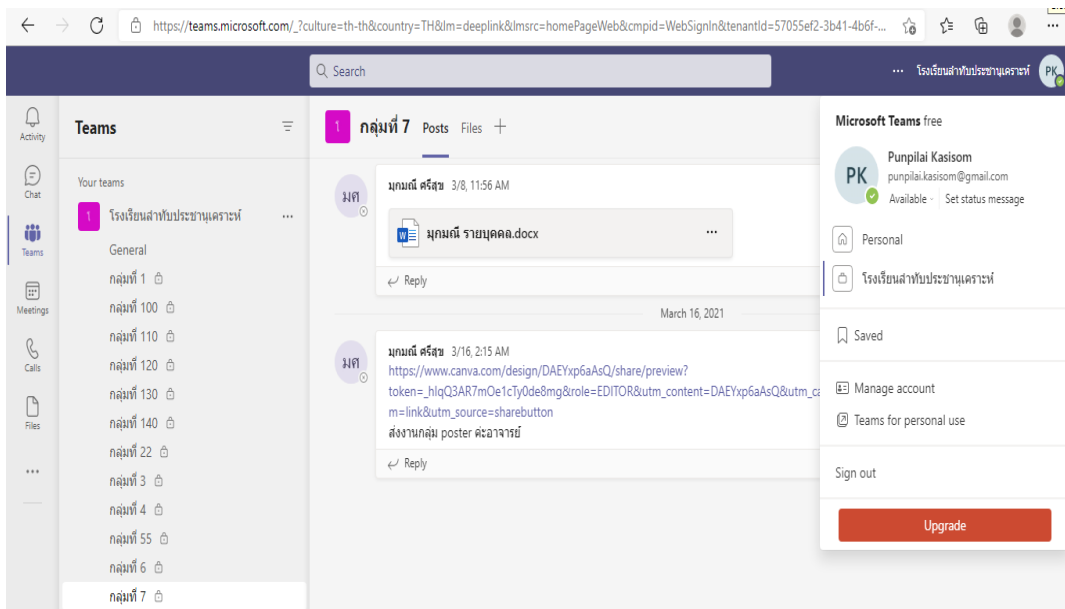


ตัวอย่างหน้าจอแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนบนระบบออนไลน์





ตัวอย่างหน้าจอแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนบนระบบออนไลน์



Category	Item	Message
<p><b>กล่องจดหมาย 1,917</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ ติดตาม</li> <li>🕒 เลื่อนการแจ้งเตือนแล้ว</li> <li>📌 สำคัญ</li> <li>➤ ส่งแล้ว</li> <li>📄 ร่างจดหมาย 79</li> </ul>	Microsoft Teams	ศิริลักษณ์ สีส้ม has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล คี...
	Microsoft Teams 2	นันทพรดี ศรีสงคราม (อีเมลใหม่) has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams...
	Microsoft Teams	นันทพรดี ศรีสงคราม อีเมลใหม่ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams ...
	Microsoft Teams 5	เกศราภรณ์ ทัพย์รองพล has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล...
	Microsoft Teams 5	นัฐกมล ดวงจันทร์ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล ...
Meet	Microsoft Teams 3	ศตพร พันธุ์จิโณ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล ส...
	Microsoft Teams 4	อภิรักษ์ ปานศรี has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล อภิ...
	ประชุมรู้ จันทร์แก้ว	(ไม่มีชื่อเรื่อง) - ประชุมรู้ จันทร์แก้ว ม.4.3 เลขที่ 14
Hangouts	ประชุมรู้ จันทร์แก้ว	งานเดี่ยว - ประชุมรู้ จันทร์แก้ว ม.4.3 เลขที่ 14
	Microsoft Teams 4	ธวัช สมมิตร has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล ธวัช ส...
	Microsoft Teams 2	ธนวัฒน์ แซ่เตี๋ย has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล ธ...

## ตัวอย่างหน้าจอแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนบนระบบออนไลน์

Category	Item	Message
<p><b>กล่องจดหมาย 1,917</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ ติดตาม</li> <li>🕒 เลื่อนการแจ้งเตือนแล้ว</li> <li>📌 สำคัญ</li> <li>➤ ส่งแล้ว</li> <li>📄 ร่างจดหมาย 79</li> </ul>	Microsoft Teams	ธนวัฒน์ แซ่เตี๋ย has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล ธ...
	Microsoft Teams	ณัฐภาณี เจริญจันทร์ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล...
	Microsoft Teams 2	ไชยพศ บุญพรหม has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล ...
	Microsoft Teams 2	พีระพัฒน์ ศิริพรหม has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล...
	Microsoft Teams	คิดภัทร ้วยเวก has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล คีต...
Meet	Microsoft Teams	นัฐกมล has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล นัฐกมล (ab...
	Microsoft Teams	สิริญา จันทร์ประสิทธิ์ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิ...
	Microsoft Teams	อัจฉิมา มาลัยจันทร์ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณ...
Hangouts	Microsoft Teams 2	จิรายุทธ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล จิรายุทธ (...)
	Microsoft Teams	Tidarat Sriwijit has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล Ti...
	Microsoft Teams	ลลิตา ทองขวัญ has joined โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ org - Microsoft Teams Hi, พรรณทิไล ล...



mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox?projector=1

โปสเตอร์โครงการเคมี-1.pdf

## น้ำยาถูพื้นจากมะกรูด

จัดทำโดย  
นางสาว อรณิชา บุรีภักดิ์  
นางสาว นันทพรดี ศรีสงคราม  
นางสาว ลลิตา ทองขวัญ  
นางสาว ธิติรัตน์ ศรีวิจิตร  
อาจารย์ที่ปรึกษา  
อาจารย์ พรรณทิลา เกษิสม

**บทคัดย่อ**  
เนื่องจากสภาพที่เมืองไม่ปลอดมลพิษแล้วไม่ปลอดจากของเสีย ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน การจัดทำน้ำยาถูพื้นจากมะกรูดขึ้นมานี้มีจุดประสงค์เพื่อลดมลพิษทางอากาศและน้ำที่เกิดจากน้ำยาถูพื้นที่มีส่วนผสมของสารเคมีอันตราย และเพื่อส่งเสริมให้ประชาชนหันมาใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยนำมะกรูดมาทำเป็นน้ำยาถูพื้นที่มีส่วนผสมของสารเคมีที่ปลอดภัยกว่า น้ำยาถูพื้นที่มีส่วนผสมของสารเคมีที่ปลอดภัยกว่า น้ำยาถูพื้นที่มีส่วนผสมของสารเคมีที่ปลอดภัยกว่า

**ตารางบันทึกผล**

อัตราส่วน	ปริมาณ (ML.)	ผลลัพธ์
1:2	น้ำมะกรูด 100 ML. กับ น้ำยาถูพื้น รวมประมาณ 200 ML.	น้ำยาถูพื้นที่มีประสิทธิภาพสูงและปลอดภัย
2:2	น้ำมะกรูด 200 ML. กับ น้ำยาถูพื้น รวมประมาณ 200 ML.	น้ำยาถูพื้นที่มีประสิทธิภาพสูงและปลอดภัย

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox?projector=1

ภาพถ่ายความจางคคหน้าผลไม้.pdf

## การลดคราบจากกรดน้ำผลไม้

จัดทำโดย  
นางสาว ศิริลักษณ์ สีเขื่อน  
นางสาว อธิกานต์ บุญเรือง  
นางสาว กรทิษฐ์ กลางแก้ว  
เสนอ  
อาจารย์ พรรณทิลา เกษิสม

**บทคัดย่อ**  
โครงการเรื่อง การกำจัดคราบจากกรดน้ำผลไม้ หรือขี้ผึ้งที่มีคราบสกปรกจะมีกรดของผลไม้ที่ทำให้น้ำผลไม้ การกำจัดคราบจากกรดน้ำผลไม้ จะทำให้คราบสกปรกหลุดและลดแบคทีเรีย จิตทำขึ้นเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการทดลองหาความเป็นกรดของน้ำผลไม้แต่ละชนิดที่มีส่วนผสมและทดสอบความสามารถในการกำจัดคราบของน้ำผลไม้ที่ผสมกัน โดยมีสมมติฐานว่าค่าการลดลงจะให้หรือดูมีความสะอาดมากขึ้น โดยดำเนินการนำส้ม น้ำมะนาว น้ำสับปะรด หวานๆ น้ำผลไม้ผสมกับน้ำหรือดูมาทิ้ง 30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด พบว่าน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูงจะทำให้เห็นดูมีความวาวมากขึ้นและคราบลดลง

**ผลการทดลอง**

ชุดการทดลอง	ระดับค่า pH	ผลการทดลองที่ได้
น้ำมะนาว 2 ml	2.02	คราบสกปรก
น้ำส้ม 2 ml	3.5	ความสะอาดเล็กน้อย
น้ำสับปะรด 2 ml	3.5	คราบสกปรกเล็กน้อย
น้ำที่สามชนิดมา รวมกัน อย่างละ 2ml	2.7	ความสะอาดปานกลาง



ตัวอย่างผลงานนักเรียน



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวพรรณพิไล เกษีสม

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5820130107

## วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาเคมี)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2542
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สิ่งแวดล้อมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบุรีธานี	2558

## ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

เงินทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิธานิพนธ์  
โดยสถานวิจัยนวัตกรรมทางการศึกษาและการเรียนการสอนที่เป็นเลิศ  
ปีงบประมาณ 2563

## ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน (ถ้ามี)

ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนลำทับประชานุเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาตรัง กระบี่

## การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

พรรณพิไล เกษีสม และคณะ. (2566). การพัฒนารูปแบบเชิงนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้  
วิทยาศาสตรในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิด Connectivism สำหรับการเรียนระดับ  
มัธยมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปีที่ 34 ฉบับที่ 2  
(พฤษภาคม - สิงหาคม) 2566.