



การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์
และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

ทิพวรรณ สายพิณ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2557
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์
และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

ทิพวรรณ สายพิณ
วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ชื่องานวิจัย : การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และ
การแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
พุทธศักราช 2557

ผู้วิจัย ทิพวรรณ สายพิน

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2561

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75 2) เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหากับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหากับการเรียนรู้แบบปกติ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ประชากร คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 33 คน เป็นกลุ่มทดลองและสาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา 2) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังเรียนด้านมโนทัศน์ จำนวน 24 ข้อ 4) แบบทดสอบการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ 5) แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้านพุทธิพิสัย เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.51/75.27 มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.04 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 42.13 คิดเป็นร้อยละ 58.51 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.27 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.08 คิดเป็นร้อยละ 60.26 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E, มโนทัศน์, การแก้ปัญหา.

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.51/75.27 มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.04 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 42.13 คิดเป็นร้อยละ 58.51 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.27 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.08 คิดเป็นร้อยละ 60.26 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E, มโนทัศน์, การแก้ปัญหา.

ABSTRACT

Tippawan Saipin. : (2018)

The Development of PSC4E Model Learning Activities to Enhance Conceptual Understanding and Problems Solving Skill of High Vocational Students in Science for Mechanical Work (3000-1302) at UbonRatchathani Technical College.

The purposes of this research were : 1) to develop PSC4E Model Learning Activities to Enhance Conceptual Understanding and Problem-Solving Skill in Science for Mechanical Work (3000-1302) of High Vocational Certificate Students with an efficiency of 75/75 2) to compare the learning achievement of high vocational certificate students between the PSC4E Model and the Traditional Model in Science for Mechanical Work (3000-1302) 3) to compare the concept of students after learning between the PSC4E Model and the Traditional Model. 4) to study the students' satisfaction on learning activities through the PSC4E Model to Enhance Conceptual Understanding and Problem-Solving Skill. The population were students from Ubonratchathani Technical College who were studying in Science for Mechanical Work (3000-1302). The sample group consisted of 33 students were experimental group from Production Technology Department (Machine Tool), the High Vocational Certificate Students group 1,2 and the control group consisted of 24 students from Production Technology Department (Die-making) the High Vocational Certificate Students group 1,2 which determined by Cluster Random Sampling. The instruments used in this research were 1) the PSC4E Model Learning Activities to Enhance Conceptual Understanding and Problem-Solving Skill 2) 6 lesson plans by using PSC4E learning activities and 6 lesson plans of traditional 3) 24 items of Multiple-Choice Test 4) 6 items of the Problem-Solving Test 5) 30 items of Two-Tier Multiple-Choice Test and 6) satisfaction questionnaire on learning activities through the PSC4E Model. The data were statistically analyzed using by percentage, mean, standard deviation and the statistics used to examine the hypothesis was t-test.

The results were as follows:

1. The lesson plan efficiency was 76.51/75.27
2. The comparison of the conceptual understanding showed that the average score of the experimental group was 54.03 or 75.04 % which higher than the control group with statistical significance at .05 level.
3. The comparison of the Problem-Solving Skill showed that the average score of the experimental group was 24.00 or 80.00 % which higher than the control group with statistical significance at .05 level.
4. The comparison of the learning achievement showed that the average score of the experimental group was 22.58 or 75.27 % which higher than the control group with statistical significance at .05 level.
5. The students' satisfaction analysis on the PSC4E Model showed that the students had the highest level of satisfaction.

Keywords : *The PSC4E Model; Conceptual and Problem-Solving Skill.*

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขอย่างดียิ่งจาก รศ.ดร.ศุภกร ภู่เกิด ผศ.ดร.อุดม ทิพรราช ผศ.ดร.ธานีรินทร์ นุตโร ดร.องอาจ เทียบเกาะ อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ภกวัฒน์ วงศ์วรรณวัฒนา ดร.วัชรินทร์กร เมฆลา ผศ.ดร.พัฒนสุข ชำนินอก อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ และผศ.ดร.เผ่าไทย วงศ์เหล่า อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ นายนิยม แสงวงศ์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ดร.อังคนา นาสารี รองผู้อำนวยการ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการอุบลราชธานี ดร.สุภวัฒน์ อารุณ ข้าราชการบำนาญ อดีตครูเชี่ยวชาญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี ครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนเพื่อนครูในวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี และบุคคลอื่นอีกเป็นจำนวนมากที่ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ ได้รับคำแนะนำ ตลอดจนให้กำลังใจในช่วงเวลาที่ทำงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณครูอดิศักดิ์ เจริญพงษ์ ครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ที่ให้ข้อเสนอแนะในงานวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล และสาขาวิชาเทคนิคการผลิต ทุกคนที่ให้ความร่วมมือตลอดระยะเวลาในการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยมีความทราบซึ่งใจอย่างสูงสุดจาก คุณคมกริช สายพิณ และบุตรทั้งสามคนผู้ที่คอยให้ช่วยเหลือสนับสนุน นานา ประการ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ยิ่งใหญ่ที่สุดซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยมีความมานะพยายามอดทนจนประสบผลสำเร็จ ขอขอบคุณครูพนิดา องค์กรสวัสดิ์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้วยดี

คุณค่าและความสำเร็จของการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นสักการบูชาแก่พระคุณของบิดามารดาผู้ให้กำเนิดชีวิตผู้ให้ความรัก และบูรพาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้ ปลุกฝังคุณธรรมและอุดมการณ์ให้ผู้วิจัยเป็นผู้ที่อุทิศตนต่อสังคมและเพื่อนมนุษย์ จนผู้วิจัยประสบความสำเร็จมีความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงาน มีอาชีพที่มีเกียรติและมั่นคงด้วยดีมาตลอด

ทิพวรรณ สายพิณ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	๗
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	๗
บทที่ 1 บทนำ	
1. หลักการและแนวคิด	1
2. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	14
3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	15
4. คำถามของการวิจัย.....	15
5. สมมุติฐานการวิจัย.....	16
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	16
7. ขอบเขตของการวิจัย.....	16
8. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	20
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
1. หลักการของหลักสูตร.....	27
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์.....	33
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการแก้ปัญหา.....	54
4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้.....	65
5. แผนการจัดการเรียนรู้.....	87
6. แนวคิดเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้.....	90
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	93

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
1. กรอบดำเนินการวิจัย.....	104
2. ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน	106
1. วัตถุประสงค์.....	106
2. วิธีดำเนินการ.....	106
3. เครื่องมือวิจัย.....	111
4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	111
3. ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	115
1. จุดประสงค์.....	115
2. วิธีดำเนินการ.....	115
ตอนที่ 2.1 การออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	115
ตอนที่ 2.2 การพัฒนาเครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ.....	119
1) การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความรู้ ด้านพุทธิพิสัย.....	119
2) การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ และการแก้ปัญหา.....	123
2.1 แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์.....	124
2.2 แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา.....	128
3) การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพคู่มือการใช้รูปแบบ การเรียนรู้.....	129
3.1 การพัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้.....	129
3.2 การวางแผนการทดลอง.....	130
4) การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	143

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	147
4. ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้.....	147
1. จุดประสงค์.....	147
2. วิธีดำเนินการ.....	148
3. แบบแผนการวิจัย.....	149
4. วิธีดำเนินการทดลอง.....	149
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	152
5. ขั้นตอนที่ 4 การประเมินรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	152
1. จุดประสงค์.....	152
2. วิธีดำเนินการ.....	152
3. เครื่องมือวิจัย.....	153
4. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	153
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
1. ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี.....	155
2. ตอนที่ 2 ผลการทดลอง.....	157
2.1 การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหา.....	157
2.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา.....	158
2.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา.....	159
2.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา.....	160

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
1. สรุปผลการวิจัย.....	165
2. อภิปรายผล.....	166
3. ข้อเสนอแนะ.....	172
บรรณานุกรม.....	173
ภาคผนวก.....	188
ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญ.....	189
รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	190
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ.....	195
ประวัติผู้วิจัย.....	212
ภาคผนวก ข-ฉ ภาคผนวกเล่มที่ 1	
ภาคผนวก ข การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	234
ภาคผนวก ค การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	446
ภาคผนวก ง คະແນនระหว่างการศึกษา.....	488
ภาคผนวก จ งานวิจัยเผยแพร่.....	501
ภาคผนวก ฉ ตารางสอนที่เกี่ยวข้อง.....	549
ภาคผนวก ช ภาคผนวกเล่มที่ 2	
ภาคผนวก ช แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	
ภาคผนวก ซ ภาคผนวกเล่มที่ 3	
ภาคผนวก ซ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2-1	โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้.....	30
2-2	การสังเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	31
2-3	เกณฑ์การวัดมโนทัศน์.....	50
2-4	ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการและพฤติกรรมที่แสดงออก ของผู้เรียน.....	80
2-5	ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านเจตคติและพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน.....	80
3-1	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	109
3-2	กลุ่มข้อคำถามในแบบสอบถามแบ่งตามสไตล์การเรียนรู้.....	112
3-3	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบแบ่งตามหน่วยการเรียนรู้.....	120
3-4	โครงสร้างเนื้อหาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา.....	123
3-5	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมง จัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	130
3-6	การทดสอบคุณภาพแผนการเรียนรู้ที่ 1-6.....	134
3-7	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา.....	139
3-8	เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลอง.....	140
3-9	เกณฑ์การประเมินสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์.....	141
3-10	การประเมินผลด้านจิตพิสัย.....	142
3-11	การประเมินผลงาน/การนำเสนอ.....	143
3-12	แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย.....	149
4-1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นต่อสไตล์การเรียนรู้...	156
4-2	ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และ การแก้ปัญหา.....	157
4-3	ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	158

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4-4	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	159
4-5	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	160
4-6	ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา.....	161

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	14
2-1	โมเดลการสอนเพื่อการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทชินสกี.....	42
2-2	กระบวนการสร้างมโนทัศน์.....	44
2-3	ระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ (Tyler, R.W. : 1950).....	66
2-4	การออกแบบระบบการเรียนการสอนของกานเยและบริกส์ (Gagne, R.M. and Briggs L. 1979 : 23).....	67
2-5	ระบบการเรียนการสอนของเคมป์ (Kemp, J.E. 1977 : 9).....	68
2-6	ระบบการเรียนการสอน (สังัด อุทรานันท์. 2526 : 31).....	69
2-7	ระบบการเรียนการสอน (ทิสนา แจมมณี. 2534).....	70
2-8	ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น กับ 7 ชั้น.....	73
3-1	กรอบดำเนินการวิจัย.....	104
3-2	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน.....	108
3-3	ร่างรูปแบบการเรียนรู้ PSC4E ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302.....	117
3-4	ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียน และหลังเรียนด้านพุทธิพิสัย.....	122
3-5	ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์.....	127
3-6	การตรวจสอบคุณภาพของกลุ่มการใช้รูปแบบการเรียนรู้.....	136
3-7	ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	146

บทที่ 1

บทนำ

1. หลักการและแนวคิด

สังคมแห่งยุคโลกาภิวัตน์เป็นสังคมแห่งยุคข้อมูลข่าวสาร (Information Age) ไร้พรมแดน ยุคที่มีพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารและคมนาคมอย่างมากทำให้นานาประเทศสื่อสารกันได้สะดวกสบายมากขึ้น ถือเป็นโลกข้ามพรมแดน กระแสโลกในรูปของข้อมูล ค่านิยมบางประการ เช่น สิทธิมนุษยชนและสิ่งแวดล้อม ได้ขยายตัวครอบคลุมไปทั่วโลกโดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นตัวกลาง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกมิติทั้งทางการเมือง เทคโนโลยี เศรษฐกิจ การสื่อสาร การสาธารณสุข และการศึกษา ดังจะเห็นได้อย่างชัดเจนคือระบบการสื่อสารที่สามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารภายในและระหว่างประเทศ รวมทั้งการพัฒนาเครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตมนุษย์ได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดความได้เปรียบของประเทศในประชาคมโลก นอกจากนี้ยังพบว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตประจำวันของคนทุกชนชั้น ทั้งทางตรงและทางอ้อม กิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันนับตั้งแต่การเกิด การเจริญเติบโต การเจ็บไข้ การรักษาพยาบาล ล้วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น อีกทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นกระบวนการที่ช่วยพัฒนาคน ให้เป็นคนที่มีคุณภาพสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ มีแบบแผนและมีเหตุผล พัฒนาวิธีคิด คิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ พัฒนาให้คนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจด้วยข้อมูลที่หลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์การดูแลสุขภาพตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุล ช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจและรู้เท่าทันธรรมชาติ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 24 ที่กำหนดให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัด

กระบวนการเรียนรู้ โดยจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา เน้นการจัดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกประสบการณ์ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น หลักสูตรการศึกษาในระดับต่าง ๆ ต้องมีความหลากหลาย ทั้งนี้ให้จัดตามความเหมาะสมของแต่ละระดับโดยมุ่งพัฒนาคุณภาพชีวิตของบุคคลให้เหมาะสมแก่วัยและศักยภาพ สาระหลักสูตรทั้งที่เป็นวิชาการและวิชาชีพ ต้องมุ่งพัฒนาคนให้มีความสมดุล ทั้งทางด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงาม และความรับผิดชอบต่อสังคม วางแนวทางการเรียนการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มเต็มตามศักยภาพ เน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้และคุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเน้นความรู้ความเข้าใจและทักษะ ประสบการณ์การจัดการจะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลักกระบวนการที่เป็นสากล สอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่น ระดับประเทศและมีความยืดหยุ่น หลักสูตรการเรียนการสอนต้องสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งด้านความถนัด ความสนใจ และความสามารถที่แตกต่างกัน ในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) ด้านประเด็นการเรียนรู้ได้กำหนดให้คนไทยมีคุณภาพ มีศักยภาพสูง และมีทักษะชีวิตเพื่อการมีสัมมาชีพ คนไทยมีการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ โดยเน้นการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณค่า ดังนั้นการจัดการศึกษาจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงทัศนคติจากกระบวนการทัศน์แบบดั้งเดิมไปสู่กระบวนการทัศน์ใหม่ โดยให้โลกของผู้เรียนและโลกความเป็นจริงเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้ การเรียนสมัยใหม่ต้องไม่ใช่เพียงแค่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ แต่ผู้เรียนต้องได้ทักษะ หรือ Skill เป็น 21st Century Skill (วิจารณ์ พานิช : 13-16) ที่เน้นพัฒนาทักษะและทัศนคติ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะองค์การ ทัศนคติเชิงบวก ความเคารพตนเอง นวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะและค่านิยมทางเทคโนโลยี ความเชื่อมั่นตนเอง ความยืดหยุ่น การจงใจตนเอง และความตระหนักในสภาพแวดล้อม และเหนืออื่นใดคือความสามารถในการใช้ความรู้อย่างสร้างสรรค์ ถือเป็นทักษะที่สำคัญและท้าทายในการที่

จะพัฒนาการเรียนรู้ในอนาคตให้ผู้เรียน ทั้งนี้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ปรับปรุงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เพื่อมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้เชิงวิชาการ ทักษะ สมรรถนะ คุณธรรม จรรยาบรรณ วิชาชีพ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง สามารถบูรณาการความรู้ ทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ ประยุกต์ใช้ในงานอาชีพ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในวิชาชีพและทักษะชีวิตอันส่งผลต่อการประกอบอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนมีการพัฒนาความรู้ในทักษะพื้นฐาน ทักษะในการปฏิบัติงานและพัฒนาตนเองในวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม มีคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยม มีความรักในอาชีพและเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 4)

การรายงานสภาพปัญหาคุณภาพการศึกษาของไทยในปัจจุบัน จากข้อมูลหลายแหล่งชี้ให้เห็นว่า คุณภาพการศึกษาของไทยอยู่ในระดับต่ำหลัง อาทิ สถาบัน IMD จัดอันดับความสามารถด้านการศึกษาของไทยทั้งด้านปริมาณและคุณภาพอยู่ในอันดับที่ 48 จาก 61 ประเทศ และจากรายงานผลการดำเนินโครงการประเมินผล นักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Program me for International Student. Assessment หรือ PISA) ของสถาบันการสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 ผลการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลง แม้ว่าช่วง PISA 2009 ถึง PISA 2012 ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ การอ่านและคณิตศาสตร์จะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ PISA 2015 ทั้งสามด้านกลับมีคะแนนลดลง เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่างกลุ่มโรงเรียน พบว่า กลุ่มโรงเรียนที่นักเรียนมีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD คือ นักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และสาธิต ส่วนกลุ่มอื่นๆ ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD ทั้งนี้ สถานศึกษา อาชีวศึกษาของรัฐ (อศ.2) ผลการประเมินวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 มีคะแนนลดต่ำลงเมื่อเทียบกับ PISA 2012 นักเรียนในพื้นที่ภาคใต้และภาคอีสานตอนล่าง ยังคงมีคะแนนอยู่ในกลุ่มต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558 : 4-13) เมื่อเทียบผลระดับกลุ่มประเทศแล้ว ระดับคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์สูงสุด ได้แก่ สิงคโปร์ รองลงมาคือ ญี่ปุ่น และต่ำที่สุดได้แก่ สาธารณรัฐโดมินิกัน ประเทศไทย จัดอยู่ในอันดับที่ 55 ได้คะแนนเฉลี่ย 421 คะแนน ลดลงจาก PISA 2012 ที่มีคะแนนเฉลี่ย OECD 494 คะแนน ผลการประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2015 ที่มาจากสถาบันอาชีวศึกษาของรัฐ มีคะแนนเฉลี่ย 382 คะแนน ลดลงจาก PISA 2012 จำนวน 30 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558 : 8)

จากการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ประเทศไทยยังไม่สามารถที่จะยกระดับคุณภาพการศึกษาที่จะนำไปสู่ขีดความสามารถการแข่งขันด้านการศึกษา มาจากปัญหาการขาดประสิทธิภาพในด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระบบการศึกษาของประเทศไทย ซึ่งภาพรวมของปัญหาไม่ได้จำกัดอยู่ที่ครูวิทยาศาสตร์ขาดทักษะการสอนเพื่อให้เด็กนักเรียนสามารถเรียนรู้ เกิดกระบวนการคิดเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงระบบของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินผลการศึกษาของนักเรียนไทยด้วย (สุริพร บุตรโครต. 2555 : 1 online) ระบบการศึกษาไทยมุ่งเน้นที่การให้ข้อมูลข่าวสารเพียงฝ่ายเดียว มิได้มุ่งเน้นพัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์ จึงทำให้ผู้รู้ในเมืองไทยคือผู้ที่จำข้อมูลได้ดี แต่คิดวิเคราะห์ไม่เป็น (สุปราณี ว่างานนท์. 2559 : 202)

จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ครูผู้สอนได้รับมอบหมายภาระงานจากการบริหารสถานศึกษามากเกินไป ปัญหาเกี่ยวกับงบประมาณที่สถานศึกษาจัดสรรให้ใช้ในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ในจำนวนจำกัด ขาดแคลนห้องปฏิบัติการ ขาดอุปกรณ์ เครื่องมือ ไม่ทันสมัยไม่มีประสิทธิภาพ ล้าหลัง ทดลองก็ไม่เห็นผลการเปลี่ยนแปลง อุปกรณ์บางอันเก่าชำรุดใช้งานไม่ได้ เป็นเหตุให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องถูกลดทอนไป นอกจากนี้ยังพบว่า ครูมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการหลักสูตรรายวิชา ขาดทักษะการวิเคราะห์หลักสูตร การกำหนดเนื้อหาที่จะสอน ขาดทักษะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ครูผู้สอนยังใช้การสอนแบบบรรยายมากกว่าการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูบางคนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิควิธีสอน ขาดความชำนาญด้านการใช้สื่อการสอน ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ทดลองหรือสื่อโสตทัศนูปกรณ์ และปัญหาที่พบมากคือการขาดแคลนสื่ออุปกรณ์ที่ทันสมัย รวมทั้งด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ที่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูขาดความรู้ในการพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผล ซึ่งครูจะต้องพัฒนาตนเองให้ทันสมัยเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ณพัชรอร บัวฉุน และคณะ (2555 : 97) พบว่า ครูผู้สอนมีความเข้าใจถูกต้องบางส่วนและมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบ ขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับ นอกจากนี้ สิทธิพล อาจอินทร์ (2554 : 75) พบว่าปัญหาในการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยส่วนหนึ่งมาจากครูผู้สอนขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบวิธีการหรือขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน กระบวนการจัดการ

เรียนรู้ทั้งระบบยังเน้นการท่องจำมากกว่าการคิดเข้าใจ การสอนตามตำราที่เน้นการท่องจำเพื่อสอบเลื่อนชั้น และสอบแข่งขันเข้ามหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการวัดผลที่ไม่สอดคล้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจและการคิดเพื่อแก้ปัญหา (แสงเดือน เจริญนิม. 2552 : 4)

ปัญหาด้านผู้เรียน พบว่าผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ ขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ขาดความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ขาดทักษะในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเชื่อมโยงกันอย่างไร และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พบข้อมูลที่สอดคล้องกันคือ นักเรียนนักศึกษาขาดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ ขาดความกระตือรือร้น มีปัญหาด้านการเชื่อมโยงความรู้วิชาวิทยาศาสตร์สู่การเรียนรู้วิชาอื่น ๆ รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้สู่งานอาชีพ นักศึกษามีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จากรายงานการวิจัยจากสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548 : 43-44) พบว่าผู้สำเร็จการศึกษาด้านอาชีวศึกษาขาดความรู้และทักษะรวมทั้งคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานค่อนข้างต่ำไม่ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน เครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์การฝึกเก่าล้าสมัยเสื่อมสภาพ ไม่ทันกับการพัฒนาทางเทคโนโลยีและมีจำนวนไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ในการค้นหาสาเหตุของปัญหาและการแก้ปัญหาซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนด้านอาชีวศึกษา ผู้เรียนไม่ได้ใช้สติปัญญาในการสร้างองค์ความรู้ ผู้เรียนไม่ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียน (ธิดารัตน์ เทพรัตน์. 2559 : 27) นอกจากนี้ยังพบปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกลุ่มเยาวชนไทยที่ปรากฏบนสื่อโทรทัศน์ อาทิ กลุ่มผู้เรียนอาชีวศึกษาบางกลุ่มได้ก่อปัญหาการทะเลาะวิวาทระหว่างวัยรุ่นด้วยกันเอง และทะเลาะวิวาทระหว่างสถานศึกษาที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น มีการใช้อาวุธที่รุนแรง เช่น อาวุธปืน มีด วัตถุระเบิด ปืนปากกา รวมทั้งคัดแปลงอุปกรณ์การเรียนมาใช้เป็นอาวุธ (ณัฐฐาภรณ์ โสภณทัต. 2557 : 101) ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นมานานจนนับเป็นปัญหาเรื้อรังที่ไม่สามารถหามาตรการป้องกันและแก้ไขได้ พวงรัตน์ ไพเราะ และคณะ (2559 : 6-9) กล่าวว่า การศึกษาวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ามาเป็นพื้นฐาน เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยาก ทำให้มีความกลัวในจิตใจ ผู้เรียนจะรู้สึกหวั่นเกรงขึ้นมาในจิตใจว่าเป็นเรื่องที่ยากต้องใช้ความรู้ความสามารถสูง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ไม่มีประสิทธิภาพ และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ต่ำลง นอกจากนี้ผู้เรียนไม่เข้าใจว่าเมื่อศึกษาเนื้อหาดังกล่าวแล้วจะสามารถใช้

แก้ปัญหาจุดใดในชีวิตประจำวัน และสิ่งที่สอนเป็นสิ่งที่ไม่ลึกซึ้งเพียงพอที่จะใช้เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ และธรรมชาติของเนื้อหาเป็นวิชาที่ต้องมีการคำนวณมากเกินไป มีกฎ สูตร แนวคิด และเนื้อหาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหายาก เนื้อหาวิชาเป็นเชิงทฤษฎีที่ประกอบด้วยกฎ สูตรและยากต่อการจดจำ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง

นฤมล นิรมงาม (2558 : 12-13) กล่าวว่า การเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบความสำเร็จเท่าใดนักเนื่องจาก เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นการแก้ปัญหาโจทย์ที่มีการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ โดยการแปลความโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์เชื่อมโยงสัมพันธ์กับตัวแปรทางฟิสิกส์และสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้เรียนประสบปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ผู้เรียนจึงไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี สมการมาแก้โจทย์ปัญหาได้ ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำลง

ชนิษฐา กฤษวี และ สมทรง สิทธิ (2560 : 141-142) กล่าวว่า จากสภาพปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ พบว่า นักเรียนขาดความรับผิดชอบ ไม่ให้ความสำคัญต่อการเรียน ไม่สนใจใฝ่เรียนรู้และขาดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะทักษะด้านการอ่าน การเขียน การพูดสื่อสาร การฟัง การคิดเลข และการจัดลำดับความคิด และครูส่วนใหญ่จัดกิจกรรม การเรียนรู้เน้นการบรรยาย ใช้สื่อวัตกรรมการสอนน้อย ครูยังขาดความสามารถในการใช้สื่ออุปกรณ์ (สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. 2556 : 153) ครูสอนตามความเคยชินและประสบการณ์เดิมทำให้การเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ไม่ได้ฝึกให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับชีวิตจริงได้ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

Manfred Prenzel et al., (2000 : 1-4) กล่าวว่านักเรียนเยอรมันมีผลการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนเยอรมันจำนวนมากมีปัญหาในเรื่องแนวคิด ความเข้าใจ และมีความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมาก จัดความสามารถในการเรียนการสอนภาคบังคับอยู่ในระดับค่อนข้างจำกัด ครอบครัวยังไม่เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จึงไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเพียงพอจากสังคม นอกจากนี้ยังมีความเชื่อกันว่าความสามารถในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเรื่องการมีพรสวรรค์

จากการรายงานผลการประเมินตนเอง ของวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ประจำปี การศึกษา 2558 พบว่า ผู้สำเร็จการศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์การสำเร็จการศึกษา ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพทุกสาขาวิชา เมื่อเทียบกับนักศึกษาแรกเข้า จำนวนทั้งหมด 1,080 คน มีผู้สำเร็จการศึกษาจำนวน 547 คนคิดเป็นร้อยละ 50.65 อยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทุกสาขาวิชา เมื่อเทียบกับนักศึกษาแรกเข้า จำนวนทั้งหมด 1,144 คน มีผู้สำเร็จการศึกษา จำนวน 865 คนคิดเป็นร้อยละ 75.61 อยู่ในเกณฑ์ ดี และภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 63.13 อยู่ในเกณฑ์ พอใช้ (รายงานการประเมินตนเองวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี. 2558 : 5-8)

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 ปีการศึกษา 2558 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ค่าสถิติระดับสถานศึกษาแยกตาม เนื้อหาหลัก เรื่องแก้ไขปัญหามานงานอาชีพโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน ค่าเฉลี่ยระดับสถานศึกษา 26.67 คะแนน ค่าเฉลี่ยระดับ จังหวัด 25.90 คะแนนค่าเฉลี่ยระดับประเทศ 26.58 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2558 : 2) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 ปีการศึกษา 2559 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ค่าสถิติระดับสถานศึกษาแยก ตามเนื้อหาหลัก เรื่อง แก้ไขปัญหามานงานอาชีพโดยใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 100 คะแนน ค่าเฉลี่ยระดับสถานศึกษา 26.32 คะแนน ค่าเฉลี่ยระดับจังหวัด 25.85 คะแนน ค่าเฉลี่ยระดับประเทศ 26.83 คะแนน และพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าครึ่งของคะแนนเต็ม และมีคะแนนต่ำทั้งในระดับจังหวัดและระดับประเทศทั้งสองปีการศึกษา จึงเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็น ถึงความบกพร่องในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่ควรหาแนวทาง ปรับปรุง

ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรอบมาตรฐานสมรรถนะเน้นให้ความสำคัญต่อการจัดองค์ความรู้ และทักษะให้ผู้เรียนทุกประเภทวิชามีความรู้ความสามารถในการใช้ทักษะการสื่อสาร การคิด การ วิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ภายใต้น่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์และ วิชาเคมีเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 : 11-14) รู้จักแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ มาพัฒนาตนเองประยุกต์ใช้ความรู้ในการสร้างงานให้

สอดคล้องกับวิชาชีพและพัฒนางานอาชีพอย่างต่อเนื่อง พัฒนาให้นักศึกษามีความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต สามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนรู้มีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง เวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์ แรงและสมมูลของแรง การเคลื่อนที่ โมเมนต์และทอร์ก โมเมนต์ัม สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน บีโตะเลียมและผลิตภัณฑ์ มีทักษะการคำนวณ การทดลอง การวิเคราะห์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และมีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2557 : 49-50)

จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยเป็นครูสอนหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามากกว่า 24 ปี พบว่า ผู้เรียนด้านอาชีวศึกษาส่วนมากเป็นผู้เรียนที่ไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในหน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนบางส่วนสำเร็จระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนศิลป์ทั่วไป แผนการเรียนศิลป์ภาษา หรือแผนการเรียนการงานอาชีพและเทคโนโลยี ผู้ที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรก็เรียนเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์เพียงแค่นิ่งวิชา จึงทำให้ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ทางวิชาฟิสิกส์และวิชาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ผู้เรียนบางคนให้ความสนใจต่อการเรียนน้อย บางคนไม่ให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนบางคนมีความรู้เดิมที่เป็นความรู้ผิด ๆ เนื่องจากมีกระบวนการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยใช้สามัญสำนึกแบบคนทั่วไปซึ่งไม่ตรงกับความเป็นจริงทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่รวมทั้งไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์สู่วิชาชีพช่าง ผลที่เกิดขึ้นคือนักศึกษาเบื่อหน่าย ไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของสำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา ปีการศึกษา 2557 (2558 : 4-6) ที่กล่าวว่า สภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้านการอาชีวศึกษานักศึกษาส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดการแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการศึกษาในรายวิชาต่าง ๆ จึงส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาด้านอาชีวศึกษา

อย่างไรก็ตาม มนตรี จุฬาวัฒนทล (2555 : online) ได้เสนอแนวทางการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา 3 ประเด็นหลัก คือ การเรียนการสอนที่เคยจำกัดเฉพาะในห้องเรียนไม่ได้ทำให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้ที่แท้จริง เพราะปัจจุบันองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มีอยู่นอกห้องเรียนมากมาย อาทิการหาความรู้จากอินเทอร์เน็ต การเรียนรู้ในโรงงานอุตสาหกรรม ในชุมชน

หรือในวิชาชีพอื่น ๆ ดังนั้น การเรียนการสอนจะต้องขยายออกจากห้องเรียนไปยังระบบโรงงาน อุตสาหกรรม หรือเรียนรู้จากงานอาชีพ นอกจากนี้สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญประการต่อมาคือ การพัฒนาครู ซึ่งครูไม่ควรทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สอนเท่านั้น แต่จะต้องเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียน นักศึกษาด้วย ครูจะต้องติดตามความรู้ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงให้ทัน ซึ่งครูอาจจะต้องเรียนรู้มากกว่านักเรียน เพื่อที่จะเรียนรู้ในโลกของความเป็นจริงที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา หากครูพัฒนาไปอย่างเชื่องช้า นักเรียนจะไม่มีประสิทธิภาพในตัวครูเพราะนักเรียนไปเร็วกว่า ดังนั้นทั้งนักเรียนและครูจะต้องเรียนรู้ตลอดเวลา

ณพัชร บัวฉุน (2559 : 106) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ครูผู้สอนควรใช้เวลาผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งเร็วในการตอบ ครูผู้สอนควรมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้วยการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดและการทำงานของผู้เรียนต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน และครูผู้สอนควรมีทักษะที่หลากหลายในแต่ละขั้นตอนและประเด็นสุดท้ายคือ การปฏิรูปเรื่องของการวัดผล ในการสอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทั้งโอเน็ต เอนีต เอ็นที หรือหลาย ๆ ระบบจะต้องวัดผลจากผลการเรียนที่แท้จริง ที่ได้จะนำไปใช้ได้ การวัดผลจะต้องวัดจากความคิด รู้จักคิดเป็นแก้ปัญหาเป็น โดยจะต้องไม่เพียงการวัดผลจากการให้เลือกจากคำตอบ ใช่หรือไม่ใช่ ถูกหรือผิด แต่จะต้องเป็นการวัดผลบนพื้นฐานที่ทำให้นักเรียนสามารถใช้ความคิด มีกระบวนการทางการคิดที่เป็นระบบมากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่

บรรจง พลจันทร์ (2555 : 97) กล่าวว่าไว้ว่า การพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้านอาชีวศึกษา ครูควรจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการปฏิบัติจริง ครูผู้สอนควรจัดทำแผนการสอนที่เน้นการบูรณาการหลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในหน่วยการเรียนด้วย รวมถึงส่งเสริมให้ผู้สอนมีการจัดทำนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ และงานวิจัยโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดทำ ด้านทักษะในการคิด ฟัง พูด อ่าน เขียน ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ

สิปปนนท์ เกตุทัต (2541 : 51) กล่าวว่าว่าการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพคือ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เพราะสื่อการสอนเป็นสารที่จะนำความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้แต่การเรียนรู้จะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับปฏิบัติของผู้เรียน

กัญทิมา วชิรตนพงษ์เมธี และคณะ (2559 : 42-43) กล่าวว่าองค์ประกอบของการรู้ วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลมาจากความรู้ วิทยาศาสตร์ และเจตคติของนักเรียน ความสามารถในการเชื่อมโยงปรากฏการณ์รอบตัวกับความรู้ วิทยาศาสตร์ การใช้ความรู้ประเมินได้จากสมรรถนะการทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะนี้จะช่วย ให้นักเรียนทำความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะพื้นฐานเพียงพอแก่การสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาด้วย วิธีคิดและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มี องค์ประกอบ 4 ด้าน คือ ความรู้ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เจตคติ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำความรู้ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องมีทักษะเพียงพอที่จะจัด ประสบการณ์ให้กับผู้เรียน

ศักรินทร์ ชนประชา (2557 : 14-23) กล่าวว่า ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ผู้ใหญ่ ตั้งอยู่บน พื้นฐานความเชื่อที่ว่าผู้ใหญ่แต่ละคนเป็นผู้ที่มีวุฒิภาวะที่สมบูรณ์ มีความสามารถที่จะเป็นผู้ชี้นำ ตนเองได้ บทบาทของครูจะไม่เป็นผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว แต่ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกใน การจัดกิจกรรมเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ เป็นผู้ช่วยในการวิเคราะห์ ความต้องการ วิเคราะห์ปัญหา ของผู้เรียน วางวัตถุประสงค์และออกแบบสร้างประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียน การสอนต้องยึดหลักให้ตอบสนองต่อธรรมชาติของผู้ใหญ่ สิ่งที่ทำให้การศึกษาของผู้ใหญ่ประสบ ผลสำเร็จ ควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 4 ประการ คือ 1) มโนทัศน์ของผู้เรียน ผู้ใหญ่จะมองเห็นตนเอง และนำตนเองได้ รู้จักเหตุและผล และสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง 2) ประสบการณ์ของผู้เรียน ผู้ใหญ่ที่มีประสบการณ์สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ดี ยิ่งอายุมากขึ้นก็ยิ่งมีประสบการณ์มาก 3) ความ พร้อมที่จะเรียน และ 4) แนวทางการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้ใหญ่จะยึดตนเองเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้และ มุ่งนำความรู้ไปใช้ได้ทันที โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้สร้างสถานการณ์ สร้างบรรยากาศแห่งการ แสวงหาความรู้ร่วมกัน กระตุ้นเสริมแรง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของตนเองอย่างตั้งใจ โดยให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมาย วางแผนการเรียน เนื้อหาที่จะเรียน ระยะเวลาที่ เรียนรู้ ออกแบบวิธีเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งท้ายที่สุดผู้เรียนสามารถบอก ได้ว่าตนจะเรียนอะไร รู้ว่าทักษะและข้อมูลที่ตนเองต้องการจำเป็นมีอะไรบ้างเพื่อเป้าหมายที่ตนเอง วางไว้

Knowles, M. S. (1973 : 28-33) กล่าวว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นกระบวนการภายใน อยู่ในความควบคุมของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนจะนำประสบการณ์ ความรู้ ทักษะและค่านิยมต่าง ๆ เข้ามาสู่การเรียนรู้ของตน การเรียนรู้ของผู้ใหญ่มีอิทธิพลมาจากความต้องการที่จะแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับงานที่ต้องการพัฒนาตน ทั้งนี้ประสิทธิภาพการเรียนรู้เกิดจากการยอมรับนับถือ ให้คุณค่าแก่กันและกันภายในกลุ่ม การสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้ใหญ่คือการรักษาไว้ซึ่งความสามารถในการชี้นำหรือนำตนเอง การให้อำนาจแก่ผู้ใหญ่ถือเป็นการปฏิบัติการเชิงรุกทางการศึกษา ทั้งนี้ครูควรกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการถามตอบหลาย ๆ ด้าน

ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษย์ (2559 : 159-173) กล่าวว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรมุ่งพัฒนาผู้เรียนตามทักษะในศตวรรษที่ 21 ทักษะ 7 ด้าน (7Cs) ได้แก่ 1) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 2) ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 3) ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ 4) ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 5) ด้านคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 6) ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง และ 7) ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ เป็นผู้ที่ประพฤติตัวได้อย่างเหมาะสมเอาใจใส่และดูแลศิษย์อย่างตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ด้วยจิตวิญญาณของความเป็นครู สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

ทั้งนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องครอบคลุมทั้งเนื้อหา ให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ต้องเน้นกระบวนการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และการลงข้อสรุป ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนต้องอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ (Hewson and Hewson, 1983 : 595) ในการเรียนรู้นั้นผู้เรียนต้องใช้กรอบมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วเป็นเครื่องชี้นำ และทำให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย รวมทั้งต้องอาศัยมโนทัศน์และความรู้ที่มีอยู่ก่อนไป ปฏิสัมพันธ์กับมวลประสบการณ์ที่ได้รับ (Wheatley, G. 1991 : 15) ผู้เรียนต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ตามทฤษฎีของเพียร์เจต์ ด้วยการรู้สึกรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิด (ทิสณา แคมมณี, 2558 : 91-94) ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (ภพเลาห์ไพบูลย์, 2537 : 68-87) ทั้งนี้การสร้างองค์ความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของแต่ละบุคคล โดยสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ กล่าวคือ ผู้เรียนต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เป็นผู้รับข้อมูลเพียงอย่างเดียว แล้วแปลความหมายของข้อมูล หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ทั้งนี้การแปลความหมายข้อมูลนั้นเป็นเรื่องเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล ซึ่งขึ้นอยู่กับการรับรู้

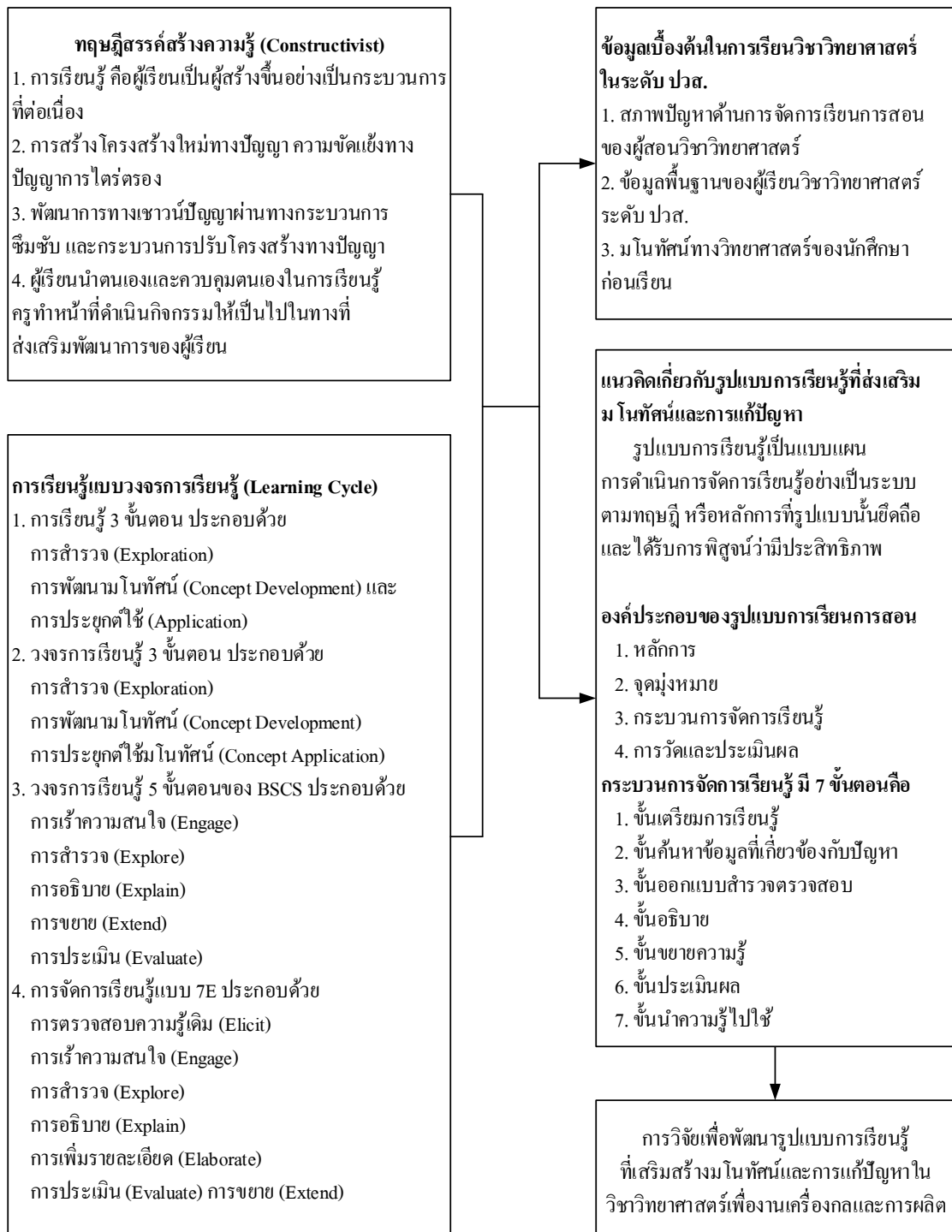
ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจ ตลอดจนภูมิหลังของแต่ละบุคคล ดังนั้น กระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจึงเป็นกระบวนการที่พัฒนาทั้งด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) ที่เชื่อว่าผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกและจัดเรียงสารสนเทศที่เขาได้รับและสร้างความหมายใหม่โดยอาศัยความรู้ที่มีมาก่อน (Garnett, P. J.; Treagust, D. F. 1992 : 121-142) ทั้งนี้ ผู้เรียนที่เรียนรู้โดยอาศัยมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เมื่อได้รับประสบการณ์เดียวกัน ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างมโนทัศน์ที่แตกต่างกันออกไป ผู้เรียนจะบูรณาการมโนทัศน์เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ ทางธรรมชาติตามมโนทัศน์ของตนเอง เพื่อให้เกิดความรอบรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ทั้งนี้ ปาริดา โขติเชย และคณะ (2558 : 384-390) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่องไฟฟ้าสถิต ทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ไปสู่ระดับมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น และที่มิมมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและไม่มิมมโนทัศน์ลดลง ผ่องศรี เคลือกรัต และคณะ (2558 : 15-30) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสมกับผังมโนทัศน์รูปตัววี พบว่าผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 81.7 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากการศึกษางานวิจัยการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เกี่ยวกับการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนร่วมกับวิธีจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนนักศึกษาลงมือกระทำเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและนำประสบการณ์สิ่งที่พบ ถ้านักเรียนนักศึกษายังไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียนรู้แล้วมาเชื่อมโยง หรือใช้ความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ใหม่ได้ แสดงว่านักเรียนนักศึกษายังขาดมโนทัศน์ในวิชานั้น ๆ จึงไม่สามารถนำความรู้เดิมมาอธิบายหรือขยายความรู้ต่อไปได้ ซึ่งการขาดมโนทัศน์นั้นจะส่งผลให้นักเรียนนักศึกษาไม่เข้าใจหลักการและกระบวนการต่าง ๆ ทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (พัชรี โปชนา. 2559 : 3) นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์หลายเรื่อง กล่าวคือมีมโนทัศน์ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีสาเหตุมาจากตำราเรียน การลงข้อสรุปประสบการณ์ที่ได้รับ ตลอดจนคำอธิบายของครู ความบกพร่องของหลักสูตรที่ไม่ได้ออกแบบในการเตรียมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงมโนทัศน์เก่าและใหม่เข้าด้วยกัน (แสงเดือน เจริญนิม. 2552 : 8-9) ทั้งนี้ งานวิจัยส่วนมากศึกษาการสอนเปลี่ยนมโนทัศน์กระบวนการพัฒนามโนทัศน์ของผู้เรียนควบคู่กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนทางการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและระดับปริญญาตรีเป็นจำนวนมาก

ผลการศึกษสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น อาทิ ประถมพร โคตา (2554 : 1-144) แสงเดือน อาตมยีนันท์ (2557 : 1-345) นฤมล จิมงาม (2558 : 1-135) พัชรี โพชนา (2559 : 1-216) กมลชนก อินตะโมงค์ (2559 : 1-124) พรพรรณ สารมาตย์ (2559 : 1-169) วันวิสา กองเสน (2558 : 1-159) ปทุม ช่องคันปอน (2558 : บทคัดย่อ) ปราณีต ช่างสีดา และสมเกียรติ ทานอก (2559 : 708-715) Björn Krückhans. et al (2015 : 47-52) Singh, S. and Yaduvanshi, S. (2015 : 1-5) Thitima, G. and Sumalee, C. (2012 : 3771-3775) Watts, M. (1977 : 309-322) จิราภรณ์ หนูสวัสดิ์ (2557 : 7-14) แต่ผู้วิจัยไม่พบผลการวิจัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านอาชีวศึกษา เลย

จากประเด็นดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่ามีคามจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านอาชีวศึกษา ในวิชาที่ผู้วิจัยเกี่ยวข้องคือวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิตรหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และโมเมนต์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ คณะณ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนก่อนข้างต่ำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา มุ่งเน้นให้นักศึกษาเป็นผู้ออกแบบประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์ เครื่องมือในวิชาชีพ เน้นการเป็นผู้ซ่อมสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ใหม่ ๆ แล้วอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เป็นไปตามความต้องการของหลักสูตรต่อไป

2. กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงกับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงกับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ

4. ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

4. คำถามของการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีองค์ประกอบอะไรบ้าง มีขั้นตอนในการพัฒนาอย่างไร และมีวิธีจัดการเรียนรู้อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีผลอย่างไร

3. การนำรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีผลอย่างไร

5. สมมุติฐานการวิจัย

1. ความเข้าใจในมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหากับรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ หลังทดลองแตกต่างกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหากับรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ หลังทดลองแตกต่างกัน

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องในการประยุกต์ใช้หลักวิชาการ ด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ หรือวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

3. เป็นแนวทางให้สถานศึกษาอื่น ๆ ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษานำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ

7. ขอบเขตของการวิจัย

7.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรงการเคลื่อนที่และโมเมนต์

7.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 4 กลุ่มตามขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

7.2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร คือ ครูผู้ปฏิบัติหน้าที่สอนหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ อย่างน้อย 10 ปีขึ้นไป และนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูสอนหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 7 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามตารางเคชีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970 : 608) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน

7.2.2 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

ประชากร คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรและการสอน หรือผู้ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน หรือผู้ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรและการสอน จำนวน 5 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

7.3 ขั้นตอนการทดลองใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้

ประชากร คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จำนวน 12 ห้องเรียน 24 กลุ่มเรียน รวมทั้งสิ้น 391 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 33 คน จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

(Cluster Random Sampling) สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 24 คน จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มควบคุมได้มาจากเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากกลุ่มเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มทดลองมากที่สุด

7.4 ขั้นตอนการประเมินรูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้

ประชากร คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จำนวน 12 ห้องเรียน 24 กลุ่มเรียน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 33 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาจากเลือกแบบเจาะจง

7.4.1 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรในการดำเนินการวิจัย ครั้งนี้ ประกอบด้วย

1) ตัวแปรในขั้นตอนการวิเคราะห์เอกสาร

ตัวแปรอิสระ คือ การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ตัวแปรตาม คือ ความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

2) ตัวแปรในขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้

ตัวแปรอิสระ คือ การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และโมเมนตัม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ตัวแปรตาม คือ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

3) ตัวแปรในขั้นตอนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจในมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักศึกษา

4) ตัวแปรในขั้นตอนการประเมินผลรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรง

และสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจโมทัศน์และการแก้ปัญหา ประสิทธิภาพของ
รูปแบบการเรียนการสอน (E_1 / E_2) ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของนักศึกษา ความพึงพอใจของ
นักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาใน
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการ
ความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การ
เคลื่อนที่ และ โมเมนตัม

7.4.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้อย่าง PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการ
แก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 สำหรับนักศึกษา
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
จำนวน 24 ชั่วโมง

8. นิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบการเรียนรู้อย่าง PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา หมายถึง
กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

P : Preparation ขั้นที่ 1 คือ ขั้นเตรียมการเรียนรู้ เป็นขั้นตั้งคำถาม กำหนดประเด็น
ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้แสดงความรู้เดิม ตรวจสอบความรู้เดิมของนักศึกษาและเติมเต็ม
ประสบการณ์เดิม ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหานักศึกษา

S : Search ขั้นที่ 2 คือ ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการแยกแยะ
ประเด็นของปัญหา กำหนดประเด็นให้ชัดเจน และการค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการดำเนินงาน
เพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหา การวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ

C : Create ขั้นที่ 3 คือ ขั้นออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อสำรวจตรวจสอบ ในขั้น
นี้เป็นการกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ในการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหาหรือ

การหาคำตอบคำตอบ การให้ข้อเสนอแนะการให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนานวัตกรรมและการประยุกต์ใช้ นวัตกรรม

E : Explain ขั้นที่ 4 คือ อธิบาย เป็นขั้นตอนการส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดและ แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ แสดงหลักฐานให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ส่งเสริมให้อธิบายความคิด รวบรวมตามความเข้าใจของตัวเอง ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ และ การใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงความรู้เดิม คู่องค์ความรู้ใหม่

E : Elaborate ขั้นที่ 5 คือ ขยายความรู้ เป็นการนำแนวความคิดที่ได้ไปค้นคว้า เพิ่มเติม ปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ ปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ใน สถานการณ์ใหม่ ปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท เปิดโอกาสให้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย อ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดง หลักฐาน และตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้

E : Evaluation ขั้นที่ 6 คือ ประเมินผล เป็นขั้นตอนการตรวจสอบผลการ เรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

E : Extend ขั้นที่ 7 คือ ขนนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นการนำความรู้สู่การประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน หรือขยายความรู้สู่งานอาชีพ แนวทางการนำความรู้ไปสร้างองค์ความรู้ ใหม่

รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ (Engage)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นคว้า (Explore)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluate)

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจที่จะสรุปลักษณะสำคัญของ วัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่งที่มีคุณลักษณะ พื้นฐานเหมือนกัน หรือข้อมูล ข้อเท็จจริงในเชิงปริมาณ ข้อมูลส่วนใหญ่ได้จากการทดลองโดยใช้ อุปกรณ์ หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจโดยสรุปจากข้อเท็จจริงและหลักการ หรือความคิดที่ไม่สมบูรณ์ หรือแตกต่างไปจากแนวความคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการสังเกตและเข้าใจธรรมชาติด้วยตนเอง

ความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ กฎ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยวัดจากคะแนนที่ใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม

ปัญหา หมายถึง โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นเกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 โดยที่นักศึกษาจะต้องนำเอาองค์ความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักศึกษาในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกระบวนการเรียนรู้ วัตถุประสงค์และประเมินผลจากแบบการแก้ปัญหา เขียนบรรยายคำตอบใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนน (Scoring Rubric) กำหนดขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา หมายถึง การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์โจทย์ปัญหา สถานการณ์ต้องการหาค่าอะไร สถานการณ์มีเงื่อนไขอื่นหรือไม่ ต้องทำอะไรบ้างต้องทำอะไรก่อน ทำอะไรหลัง

2. ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การวางแผนในการใช้สูตรหรือสมการ และหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา การวิเคราะห์ว่า โจทย์ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่

3. ขั้นดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการ การแทนค่าข้อมูลตามสถานการณ์ที่ให้มาในสมการ แล้วแก้สมการตามที่วางแผนด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบคำตอบตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องขัดแย้งกับกฎ ทฤษฎีทางฟิสิกส์หรือไม่โดยพิจารณาจากคำตอบที่ได้

5. ขั้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการบรรยายสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง แบบทดสอบอัตนัยเรื่องแรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม จำนวน 6 ข้อ

นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนสอบของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หมายถึง ข้อสอบประเมินผลระดับความรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน หมายถึง ข้อสอบประเมินผลระดับความรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน

แบบทดสอบด้านมโนทัศน์ หมายถึง แบบทดสอบความรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และ โมเมนตัม เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-Tier Multiple-Choice Test) จำนวน 24 ข้อ โครงสร้างประกอบด้วย ส่วนของคำถามและส่วนที่เป็นคำตอบซึ่งมี 2 ส่วน ได้แก่ส่วนแรกเป็นคำตอบและตัวลวง และ ส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลที่ใช้ในการเลือกตอบ สำหรับตัวลวงนั้นได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษา

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยคาดหวังว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรเรียนรู้ของนักศึกษาให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด งานวิจัยนี้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนกระบวนการได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการประเมินแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน แบบทดสอบในแต่ละหน่วย และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งนี้ได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความเข้าใจ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักการของหลักสูตร

- 1.1 หลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557
- 1.2 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์

- 2.1 ความหมายของมโนทัศน์
- 2.2 ความสำคัญของมโนทัศน์
- 2.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

- 2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์
- 2.6 กระบวนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.7 การวัดมโนทัศน์
- 2.8 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
- 2.9 การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
 - 3.1 ความหมายของปัญหา
 - 3.2 ประเภทของโจทย์ปัญหา
 - 3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้
 - 4.1 การออกแบบระบบการเรียนรู้
 - 4.2 รูปแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
 - 4.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
 - 4.4 ระบบการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
 - 4.5 เป้าหมายการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
 - 4.6 แนวปฏิบัติในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
5. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 5.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
 - 5.3 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี
 - 5.4 ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้
6. แนวคิดเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักการของหลักสูตร

1.1 หลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

หลักการ

1. เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อพัฒนากำลังคนระดับช่างเทคนิคให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่น และระดับชาติ

2. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกริเริ่มได้อย่างกว้างขวาง เน้นสมรรถนะด้วยการปฏิบัติ สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียน สะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ และการประกอบอาชีพอิสระ

3. เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษามีสมรรถนะในการประกอบอาชีพ มีความรู้เต็มภูมิ ปฏิบัติได้จริง มีความเป็นผู้นำและสามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

4. เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

5. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อให้มีความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต สามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

2. เพื่อให้มีทักษะและสมรรถนะในงานอาชีพตามมาตรฐานวิชาชีพ

3. เพื่อให้สามารถบูรณาการความรู้ ทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ ประยุกต์ใช้ในงานอาชีพ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในงานอาชีพ รักงาน รักองค์กร สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี และมีความภาคภูมิใจในตนเองต่อการเรียนวิชาชีพ

5. เพื่อให้มีปัญญา ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการจัดการ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา รู้จักแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ มาพัฒนาตนเอง ประยุกต์ใช้ความรู้ ในการสร้างงานให้สอดคล้องกับวิชาชีพ และการพัฒนางานอาชีพอย่างต่อเนื่อง

6. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรม ซื่อสัตย์ มีวินัย มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในอาชีพนั้น ๆ

7. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด ทั้งใน การทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว องค์กร ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตน เพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรมไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่น ตระหนักในปัญหาและ ความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

8. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจของประเทศ โดยเป็นกำลังสำคัญในด้านการผลิตและให้บริการ

9. เพื่อให้เห็นคุณค่าและดำรงไว้ซึ่งสถาบันชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ปฏิบัติตน ในฐานะพลเมืองดีตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

โครงสร้างหลักสูตร

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 แบ่งเป็น 3 หมวดวิชา และกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้

1. หมวดวิชาทักษะชีวิต

1.1 กลุ่มทักษะภาษาและการสื่อสาร ประกอบด้วยกลุ่มวิชาภาษาไทยและกลุ่มวิชา ภาษาต่างประเทศ

1.2 กลุ่มทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ประกอบด้วยกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และกลุ่ม วิชาคณิตศาสตร์

1.3 กลุ่มทักษะทางสังคมและการดำรงชีวิต ประกอบด้วยกลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และกลุ่มวิชามนุษยศาสตร์

2. หมวดวิชาทักษะวิชาชีพประกอบด้วยกลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐานกลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก ฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ และ โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ

3. หมวดวิชาเลือกเสรี

4. กิจกรรมเสริมหลักสูตร

1.2 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต (Science for Mechanical Work) รหัสวิชา 3000-1302 จำนวน 3 หน่วยกิต เวลาเรียน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รายละเอียดดังนี้

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์ แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ โมเมนต์ โมเมนต์และทอร์ก สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์

2. เพื่อให้มีทักษะการคำนวณ การทดลอง การวิเคราะห์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และมีจรรยาบรรณที่ดีในการทำงาน

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์ แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ โมเมนต์ โมเมนต์และทอร์ก สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์

2. คำนวณข้อมูลเกี่ยวกับเวกเตอร์ แรง การเคลื่อนที่ โมเมนต์ตามหลักการ

3. สืบรวจตรวจสอบเกี่ยวกับสมบัติของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ประยุกต์ใช้ความรู้จากการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิตในงานอาชีพ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติการเกี่ยวกับเวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์ แรงและสมมูลของแรง การเคลื่อนที่ โมเมนตัม โมเมนตัมและทอร์ก สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส ปริมาณสารสัมพันธ์ ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์รายวิชา

1. จากการวิเคราะห์รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2-1

ตาราง 2-1 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1-2	เวกเตอร์ การรวมและการคูณเวกเตอร์	8
3-4	แรงและสมมูลของแรง	8
5-6	การเคลื่อนที่	8
7-8	โมเมนตัม	8
9-11	สมบัติของแข็งของเหลวและแก๊ส	12
12-13	ปริมาณสารสัมพันธ์	8
14-15	ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน	8
16-17	ปิโตเลียมและผลิตภัณฑ์	8
รวม		68

2. การวิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชาผู้วิจัย
 สักระยะจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา
 3000-1302 เนื้อหา ดังตารางที่ 2-2

ตาราง 2-2 การสังเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหาย่อย	จุดประสงค์รายวิชา
แรงและสมมูล ของแรง	<ol style="list-style-type: none"> 1. แรงชนิดต่าง ๆ 2. การเขียนแผนภาพของแรง 3. การคำนวณแรงลัพธ์ 4. จุดศูนย์กลางมวล และจุดเซนทรอยด์ 5. สมดุลของแรง 6. การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. เขียนแผนภาพของแรงแทนแรง ได้ถูกต้อง 2. คำนวณขนาดของแรงชนิดต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 3. คำนวณแรงลัพธ์ในระบบพิกัดฉากได้ถูกต้อง 4. คำนวณขนาดของแรงที่ทำให้เกิดสมมูลของแรงในระบบพิกัดฉากได้ถูกต้อง 5. ใช้หลักการสมมูลอธิบายขนาดของแรงที่ทำให้เกิดสมมูลแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 6. การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ถูกต้อง 7. ปฏิบัติการเกี่ยวกับแรง สมดุลของแรง และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และมีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน

ตาราง 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหาย่อย	จุดประสงค์รายวิชา
การเคลื่อนที่	1. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง 2. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 3. การเคลื่อนที่แบบวงกลม 4. การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก	1. อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 2. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 3. ใช้หลักการทางฟิสิกส์อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้ถูกต้อง 4. ประยุกต์ใช้ความรู้จากการศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ในงานอาชีพได้
โมเมนตัม	1. โมเมนตัม 2. การดล 3. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม 4. การชนแบบยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น 5. การชนในสองมิติ 6. การขับเคลื่อนของจรวด	1. บอกความหมายและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับโมเมนตัมได้ 2. อธิบายหลักการอนุรักษ์โมเมนตัม ได้ถูกต้อง 3. อธิบายการชนแบบหนึ่งมิติและสองมิติ ทั้งแบบยืดหยุ่น และไม่ยืดหยุ่น ได้ถูกต้อง 4. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการชนกรณีต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 5. คำนวณหาแรงดลได้ถูกต้อง 6. ประยุกต์หลักการอนุรักษ์โมเมนตัม เพื่อวิเคราะห์ จุดศูนย์กลางมวลได้ ถูกต้อง 7. นำหลักการอนุรักษ์ของโมเมนตัมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์

2.1 ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ (Concept) หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งหลายสิ่งต่างกัน แต่มีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน นักวิชาการได้ให้ความหมายและแนวคิดไว้ดังนี้

Good, Carter V. (1973 : 20) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการคือ

1. มโนทัศน์ คือ ความคิดเห็นหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบหรือสัญลักษณ์รวม สามารถแยกกลุ่มเป็นประเภทได้
2. มโนทัศน์ คือ สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือแสดงความรู้เชิงนามธรรม ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ เหตุการณ์ และสภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
3. มโนทัศน์ คือ ความเห็น ความคิด หรือมโนภาพ ความรู้สึก

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์คือ หมวดหมู่ของวัตถุ เหตุการณ์ คน หรือแนวความคิดที่มีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกัน แต่สิ่งในหมวดหมู่นั้นอาจมีความแตกต่าง หลากหลาย แต่ละลักษณะที่ใกล้เคียงกันมากพอที่จะบอกได้ว่า สิ่งนั้นคืออะไร ซึ่งแต่ละมโนทัศน์มักจะแทนด้วยคำพูดที่เข้าใจร่วมกันของคนในสังคม เช่นเมื่อพูดว่า ต้นไม้ จะมีภาพรากของต้นไม้ในความคิดของเราทันทีที่ทำให้เราเข้าใจได้ว่าหมายถึงอะไร

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 10) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์คือความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นแล้ว ใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติ ที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นมโนทัศน์จะทำให้จำแนกสิ่งใหม่ ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ที่ได้สัมผัสมา

แสงเดือน เจริญนิม (2552 : 45) ให้ความหมายคำว่า มโนทัศน์คือความคิดความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ แล้วใช้คุณลักษณะเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาประมวลผลเป็นข้อมูลที่สามารถแยกแยะเรื่องนั้นออกจากเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างชัดเจน

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นหรือภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคล ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่พบเห็นแล้วสรุปความคิดเห็นจากการรับรู้ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะร่วมกันและสามารถใช้คำจำกัดความสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างมีความหมาย โดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาของแต่ละบุคคล

2.2 ความสำคัญของมโนทัศน์

พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ (2537 : 1-2) ได้กล่าวถึง มโนทัศน์เป็นเนื้อหา เป็นความรู้ที่มีประโยชน์มาก หากนักเรียนได้สร้างมโนทัศน์ของสิ่งใดได้ แล้ว ก็สามารถนำเอามโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้และสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งหรือเรื่องราวในรูปของมโนทัศน์ ซึ่งจะช่วยลดภาระของสมองให้จดจำน้อยลงแทนที่จะจดจำลักษณะปลีกย่อยมโนทัศน์จะช่วยให้ จำลักษณะที่เป็นหมวดหมู่ ทำให้สามารถขยายขอบเขตความรู้ของตัวเองให้กว้างขวางออกไป

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2541 : 7) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มิมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยให้ในการตั้งกฎเกณฑ์หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายที่จะทำให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 58-59) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญมากในการกำหนดความเป็นมนุษย์เพราะมโนทัศน์มีหน้าที่ในการทำความเข้าใจและใช้เหตุผล โดยทำหน้าที่ที่สำคัญดังนี้ สมองจะกำหนดมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ เป็นกรอบต้นแบบหรือโครงร่างคร่าว ๆ ของสิ่งนั้น เพื่อให้เกิดการเข้าใจว่าสิ่งนั้น คืออะไรประกอบด้วยอะไร กรอบความคิดต่าง ๆ จะกลายเป็นข้อสมมติ หรือการคาดเดาว่าน่าจะเป็นสิ่งนั้นสิ่งนี้ เรื่องนั้นเรื่องนี้ในสิ่งที่มองไม่เห็นแต่พอจะเข้าใจ เพราะเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องนั้นอยู่

ปิยฉัฐ ชัยเพ็ง (2559 : 38) ได้กล่าววามโนทัศน์มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหา ช่วยในการสื่อสาร สื่อความหมายต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจการใช้เหตุผล ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้เป็นรากฐานของความคิดช่วยจัดระบบการคิดไม่ให้เกิดความซับซ้อนช่วยให้สามารถแก้ปัญหาและมโนทัศน์จะทำให้คนพบความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้อื่น ๆ ได้ถึงระดับสูงขึ้น

จากการศึกษาความสำคัญของมโนทัศน์สรุปได้ว่ามโนทัศน์เป็นพื้นฐานทางความคิดที่สำคัญของการคิดลักษณะอื่น ๆ เพราะมโนทัศน์มีหน้าที่ในการทำให้เกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยใช้เหตุผล การจัดการเรียนรู้ครูควรสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์เป็นอันดับแรก เพราะถ้าผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องย่อมสามารถเข้าใจและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย รวดเร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพ สามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น

2.3 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ปัจจุบันมีการใช้มโนทัศน์อย่างแพร่หลาย จึงทำให้มโนทัศน์มีความหมายที่กว้างขวางและแตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามรากฐานของการสร้างมโนทัศน์ย่อมตั้งอยู่บนหลักการ เหตุผล กระบวนการที่ไม่แตกต่างกันมากนัก นักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

แสงเดือน เจริญฉิม (2552 : 46) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจที่จะสรุปลักษณะสำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งที่มีลักษณะพื้นฐานร่วมกัน มโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการคิด มโนทัศน์เป็นนามธรรม บางมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง มโนทัศน์หนึ่ง ๆ อาจเกิดจากหลายมโนทัศน์มาสัมพันธ์ต่อกันอย่างมีเหตุผล

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 4) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจ ที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุหรือประสบการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์แล้ววุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้น ๆ

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification Concepts) เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ๆ เช่น

1.1 ดอกไม้ประกอบด้วยฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย

1.2 สัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

1.3 สารคือสิ่งที่มีมวลต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ สารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบาย คุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่มีอาจสังเกตได้โดยตรงได้ทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนแล้วสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เช่น

2.1 น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน

2.2 โพรตีนเป็นสารอาหารที่อยู่ในสัตว์

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้การทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น

3.1 อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

3.2 ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

3.3 ก่อนฝนตกอากาศจะร้อนอบอ้าว

จากการศึกษาสรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง การเรียนรู้ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม หรือเรื่องราว เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับตัวเอง หรือสิ่งเร้าที่ได้รับและสรุปเป็นความเข้าใจด้วยตนเอง

Renner, J.W. et al. (1990 : 35-54) แบ่งระดับความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบออกเป็น 6 ระดับดังนี้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้จากการได้ยินได้ฟัง (Sound Understanding : SU)

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partially Understanding : PU)

3. มโนทัศน์คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Specific Misconception : SM)

4. มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partially

Understanding with Specific Misconception : PU/SM)

5. มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง (No Understanding : NU)

6. ไม่ตอบคำถาม (No Response : NR)

2.4 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นาตยา ปิรันธนานนท์ (2542 : 23) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะมีผลดีต่อการพัฒนาหลักสูตรตลอดการค้นคว้าหาสาระของการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้มากแล้ว ยังสรุปข้อดีได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ มีหน้าที่เสมือน “ตัวกระตุ้น” ที่ทำให้เกิดการค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ
2. มโนทัศน์ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจทฤษฎี ข้อเท็จจริง เหตุการณ์และประสบการณ์ของเอกัตบุคคลที่มีความสัมพันธ์กัน
3. มโนทัศน์อำนวยความสะดวกแสวงหาความรู้และวิธีการใหม่อาจเกิดผลดีต่อสังคมในอนาคต
4. มโนทัศน์ช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการสอนในเชิงปฏิบัติการ (Operation) มีผลที่ดีกว่าการสอนแบบธรรมดา
5. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้แก่นักเรียน นักศึกษารู้จักการจำแนกแยกประเภท การหาความสัมพันธ์ และการคิดในเชิงนามธรรมได้ดีขึ้น
6. มโนทัศน์ช่วยให้เด็กมีเจตคติที่ดี เกิดความซาบซึ้งในคุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษาพบว่า มโนทัศน์มีประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้ดี โดยช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น โดยเฉพาะการสอนในเชิงปฏิบัติการ นอกจากนี้แล้วยังช่วยให้แก่นักเรียน นักศึกษามีเจตคติทางการเรียนที่ดีขึ้นและเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ยังช่วยแก้ปัญหาการเรียนรู้น้อยที่ยากให้ง่ายขึ้น ช่วยให้การติดต่อสื่อสารรวดเร็วขึ้น

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์

2.5.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piaget Theory of Intellectual Development) เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น แต่ละขั้นแตกต่างกันในกลุ่มคนและอายุ ตามลักษณะทางพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม ลำดับขั้นทั้งสี่ของเพียเจต์ คือ ขั้นประสาทสัมผัสและการ

เคลื่อนไหว ชั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ ชั้นปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน พัฒนาการของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นและต่อเนื่องกัน ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากชั้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิดภาษา ปฏิกริยา และพฤติกรรมของเด็กแตกต่างจากของผู้ใหญ่ และสิ่งที่มีความหมายมากนักรักการศึกษาได้รับจากงานเขียนของเพียเจต์ คือแนวคิดที่ว่า เด็กที่มีอายุน้อย ๆ จะเรียนรู้ได้จากกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม (พริชดา สุขกรม และอัมพร ม้าคะนอง. 2558 : 609) หากแนวคิดนี้ถูกนำไปใช้ในห้องเรียน ผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ และนำผู้เรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง ตามทฤษฎีของเพียเจต์ เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับขั้นตอนสูงกว่า เด็กจะต้องการการเรียนรู้จากกิจกรรมลดลง เนื่องจากการพัฒนาของสติปัญญาที่ซับซ้อนและทันสมัยขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่าเด็กจะไม่ต้องทำกิจกรรม การเรียนรู้โดยทำกิจกรรมยังคงอยู่ในทุกขั้นของการพัฒนา นอกจากนี้ เพียเจต์ยังเน้นว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทสูงมากต่อการพัฒนาสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น เพียเจต์เรียกกระบวนการนี้ว่าการกระจายความคิด (Decentration) ซึ่งเป็นความสามารถของเด็กที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นไปตามลำดับขั้น เพื่อพิจารณาสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองของผู้อื่น ซึ่งประเด็นนี้ การศึกษาจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมความสามารถนี้

2.5.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne Theory of Learning) ได้แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์ออกเป็น 8 ประเภท คือ

1. การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning)
2. การเรียนรู้สิ่งเร้า การตอบสนอง (Stimulus-Response Learning)
3. การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining)
4. การเรียนรู้โดยใช้สัมพันธ์ทางภาษา (Verbal Association)
5. การเรียนรู้แบบจำแนกความแตกต่าง (Discrimination Learning)
6. การเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept Learning)
7. การเรียนรู้กฎ (Rule Learning)

8. การเรียนแก้ปัญหา (Problem Learning)

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบกานเย (ทิสนา แคมมณี. 2545 : 225 ; อ้างอิงจาก Gangne, 1985 : 70-90) ประกอบด้วยการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนรวม 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับสิ่งเร้าหรือสิ่งที่จะเรียนรู้ได้ดี

ขั้นที่ 2 การแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รู้ถึงความคาดหวัง

ขั้นที่ 3 การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิมเป็นการช่วยให้ผู้เรียนดึงข้อมูลเดิมที่อยู่ในหน่วยความจำระยะยาวให้มาอยู่ในหน่วยความจำเพื่อใช้งานซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ ผู้สอนควรจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเห็นลักษณะสำคัญของสิ่งเร้านั้นอย่างชัดเจน เพื่อความสะดวกในการเลือกรับรู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 การให้แนวการเรียนรู้ หรือการจัดระบบข้อมูลให้มีความหมาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับสาระที่เรียน ได้ง่ายและเร็วขึ้น

ขั้นที่ 6 การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสาระที่เรียนซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงสาระการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

ขั้นที่ 7 การให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนและข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียน

ขั้นที่ 8 การประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้มากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 9 การส่งเสริมการคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกฝนอย่างพอเพียงและในสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ได้

2.5.3 ทฤษฎีสร้างสรรค้ความรู้

1. การเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivist) คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเป็นกระบวนการต่อเนื่องขณะผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจ

เปลี่ยนสมมุติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นและผลการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียน (Driver, R., & Bell, B. 1986 : 443-456)

2. ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และความอยากรู้อยากเห็น เป็นกลไกหลัก 2 ประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

3. พัฒนาทางเขาวัวปัญหาของบุคคลมีการปรับผ่านทางกระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับ ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

4. การเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติเอง ผู้ทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาของผู้เรียน และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.5.4 โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทซินสกี

โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทซินสกี (The Lesley and Kaczynski model) พัฒนาขึ้นเพื่อสร้างมโนทัศน์แก้ปัญหของผู้เรียนที่มีต้นเหตุจากแนวคิดที่ผู้สอนมักเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะสอนมโนทัศน์อะไรให้กับผู้เรียน จากนั้นจะสอนนิยามหรือสาระของมโนทัศน์นั้น แล้วให้ตัวอย่างที่หลากหลายตามนิยามหรือมโนทัศน์ที่สอน เพื่อให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือ โจทย์ที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างได้ วิธีนี้แม้เป็นที่นิยมแต่ก็มีข้อจำกัดตรงที่จำกัดกรอบความคิดของผู้เรียนให้อยู่กับเฉพาะกรอบที่ผู้สอนเตรียมมา ทำให้ผู้เรียนมีแนวคิดและมุมมองไม่กว้างพอ แนวคิดทฤษฎีบางส่วนมาจากทฤษฎีของทาบ (Taba) (อัมพร ม้าคนอง 2546 : 16) ที่เน้นให้ผู้สอนพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน และใช้รูปแบบการนิรนัยในการสอน จุดประสงค์ของการสร้างมโนทัศน์ คือ การทำให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่าง ๆ และขยายจากตัวอย่างเฉพาะไปสู่ประเภทของมโนทัศน์

ที่กว้างขึ้นและมีลักษณะของตัวอย่างเหล่านี้ เป็นการใช้ความถี่ระดับสูง กระทำกับข้อมูลในวิธีที่จะจัดโครงสร้าง แนวคิด และตัวอย่าง เพื่อสรุปเป็นความหมาย และเพื่อแปลงไปสู่การนำไปใช้ ลาสเลย์และแมทซิงสกี จึงได้พัฒนาโมเดลการสร้างมโนทัศน์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

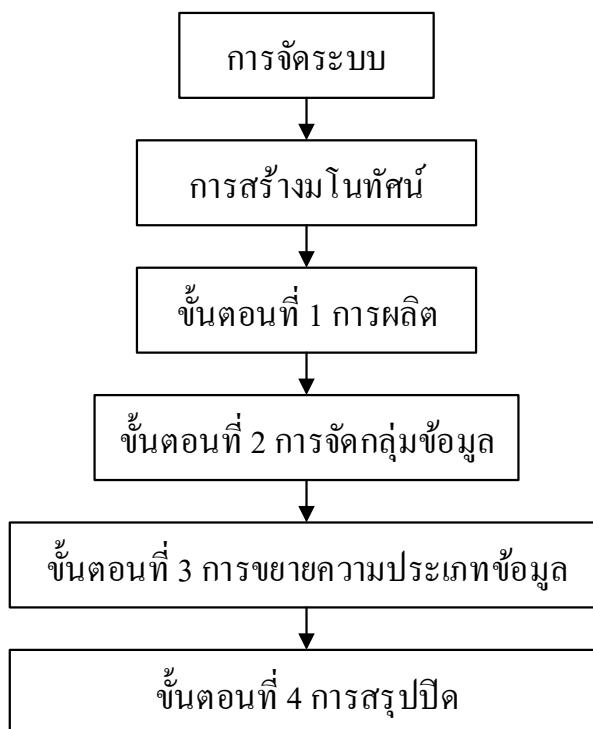
ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) ขั้นนี้เป็นขั้นการผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะสร้างข้อมูลมาจากผู้เรียน ผู้สอนหรือจากทั้งผู้เรียนและผู้สอน ในขั้นนี้ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้นี้ เป็นสิ่งที่ต้องการนำไปสู่มโนทัศน์หรือไม่ และเพียงพอหรือยัง มีสิ่งใดที่ต้องการเพิ่มเติม สิ่งใดที่ควรตัดออก

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง ผู้สอนต้องเตือนผู้เรียนให้ नियามหรืออธิบายให้ได้ว่า ใช้เกณฑ์หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์หรือหลักการนี้ควรถูกกำหนดก่อนการดำเนินการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะแยกแยะข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภทข้อมูล (Expanding the Category) จากกลุ่มข้อมูลที่ผู้เรียนจัดได้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่าผู้เรียนคิดอย่างไร ในกระบวนการจำแนก โดยอาจให้ผู้เรียนอธิบายให้ผู้อื่นฟังหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดาน การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริง ผู้สอนควรเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของผู้เรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ในขั้นนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกัน เกี่ยวข้องกันอย่างไรหรือได้สร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ภายในประเภทเดียวกัน หรือให้สรุปหาความหมายของประเภทที่จะสร้างโครงข่ายโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ การดำเนินการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งจะสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง (อัมพร ม้าคนอง. 2546 : 14-15)

ขั้นตอนการสร้างมโนทัศน์ โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทซิงสกี
 ดังแผนภาพที่ 2-1



ภาพ 2-1 โมเดลการสอนเพื่อการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทชินสกี
ที่มา : อัมพร ม้าคนอง (2546: 14)

2.5.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ของจอยส์และวิลส์

ทฤษฎีการเรียนรู้ของจอยส์และวิลส์ (ทิสนา แคมมณี. 2545 : 223 ; อ้างอิงจาก Joyce & Weil, 1996 : 161-178) ได้พัฒนารูปแบบนี้ขึ้นโดยใช้แนวคิดของบรุนเนอร์ กู๊ดนาว และ ออสติน เกี่ยวกับการเรียนรู้มโนทัศน์ที่ว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นสามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้นเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่สิ่งนั้นออกจากกัน กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนฝึกหัดจำแนก

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกัน ก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมโดยอาจสาธิตวิธีและให้ผู้เรียนลองทำตามที่ครูผู้สอนบอก จนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน และข้อมูลที่
ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนบอกคุณสมบัตินเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน

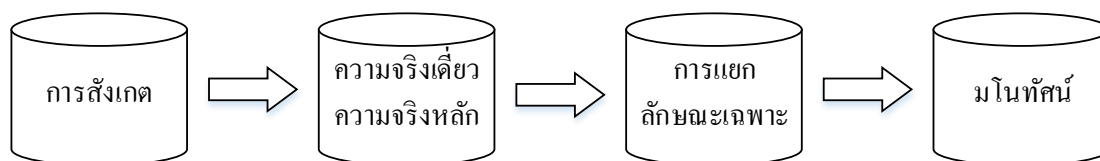
ขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการแสวงหา
คำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างมโนทัศน์ สรุปได้ว่า การสร้างมโนทัศน์เป็น
กระบวนการที่เน้นพัฒนาการคิดของผู้เรียน ผู้สอนจะต้องวางแผนการสอนอย่างเป็นระบบ หรืออาจ
สร้างสถานการณ์หรือประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และตอบสนอง เพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์
ที่ต้องการ กระบวนการในการสร้างมโนทัศน์จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่ามโนทัศน์นั้นคืออะไร
เกิดขึ้นได้อย่างไร ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ สร้างแนวคิด
ในการจดจำลักษณะเรื่องที่ซับซ้อนเป็นมโนทัศน์นั้นขึ้นมาใหม่ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยง
ประสบการณ์กับข้อมูลที่มีอยู่ ในที่สุดผู้เรียนจะได้มโนทัศน์จากการสร้างความหมายในมโนทัศน์
นั้นด้วยตัวเอง

2.5.6 กระบวนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการพัฒนาความคิดของผู้เรียน ผู้สอนต้องวางแผน
การสอนอย่างเป็นระบบ โดยอาจสร้างสถานการณ์หรือประเด็นเพื่อให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิดวิเคราะห์
และตอบสนอง เพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ที่ต้องการ กระบวนการสร้างมโนทัศน์จะส่งเสริมให้
ผู้เรียนเข้าใจว่ามโนทัศน์นั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประสบการณ์
เกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ (ปุลณณาณี เจ๊ะหนู่ม, 2551 : 33)

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546 : 22) กล่าวว่า กระบวนการสร้างที่
ก่อให้เกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดหรือสิ่งใดนั้น ลักษณะของบุคคลนั้นต้องรู้จักการสังเกต (Observation)
มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง (ความจริงเดี่ยว : Fact) หลักการ (ความจริงหลัก : Principle)
และมีความสามารถในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ออกจากสิ่งอื่นอย่างชัดเจน
(Multiple Discrimination) โดยมีกระบวนการพัฒนามโนทัศน์ ดังแผนภาพที่ 2-2



ภาพ 2-2 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

ที่มา : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546 : 22)

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงส์ (2537 : 55-56) กล่าวว่า คนเราจะเรียนรู้มโนทัศน์ไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้น บุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมมีมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันต่างกัน โดยการเรียนรู้มโนทัศน์จะเริ่มขึ้นเมื่ออินทรีย์ (Organism) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (Stimuli) ก็จะเกิดการรับรู้ (Sensation) และการตีความ (Meaning) ในตอนนี้ นักเรียนจะเกิดการรับรู้ อย่างมี ความหมาย (Perception) แล้วเก็บความรู้นี้ไว้ในความทรงจำ (Memory) ต่อมาเมื่อได้รับสิ่งเร้าใหม่ ก็จะเกิดการรับรู้เปรียบเทียบภาพของสิ่งเร้าใหม่กับสิ่งเร้าเดิม ซึ่งนักเรียนอาจจะแยกแยะไม่ออกในระยะแรก แต่ถ้าครูบอกว่าสิ่งเร้าใหม่คืออะไร ในที่สุดนักเรียนก็จะสามารถแยกแยะความแตกต่าง (Discrimination) ระหว่างสิ่งเร้าเดิมกับสิ่งเร้าใหม่ทันที และยังสามารถรับรู้ที่มีความหมาย เกี่ยวกับสิ่งเร้าใหม่ไว้ในความทรงจำอีกด้วย ต่อมาเมื่อนักเรียนได้รับสิ่งเร้าอีกสิ่งหนึ่งที่เป็นชนิดเดียวกับสิ่งเร้าแรก แต่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น อาจจะมีสีหรือขนาดรูปร่างต่างกัน เมื่อครูบอกว่าสิ่งเร้านี้เป็นชนิดเดียวกับสิ่งเร้าแรก นักเรียนก็จะสามารถสรุปมโนทัศน์ของสิ่งเร้าแรกได้

แสงเดือน อาตมยิพันธ์ (2557 : 55) กระบวนการสร้างมโนทัศน์นั้น นักเรียนต้องมีความรู้และทักษะพื้นฐานในเรื่องนั้น เพื่อนำไปสู่การศึกษาเรื่องใหม่ ๆ ต่อไป ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ต้องมีครูคอยชี้แนะแนวทาง ครูต้องจัด กิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงและฝึกให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ด้วยตนเอง

ทิสนา แจมมณี (2554 : 225) กล่าวว่ากระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา มโนทัศน์ครูผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนฝึกหัดจำแนก ต้องสอนเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสม นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็น ลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนให้ชัดเจน อธิบายกติกาในการเรียนให้ผู้เรียนรับรู้และ

เข้าใจตรงกัน ซึ่งแจ้งวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจ ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ผู้เรียนจะต้องพยายามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง ทั้งนี้ผู้เรียนต้องตระหนักถึงความคิดของตนเองและผู้อื่น การทำความเข้าใจให้ชัดเจน การแก้ปัญหาของความสัมพันธ์ของปัญหา การสร้างความคิดใหม่ การใช้ความคิดใหม่ และจัดระบบมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว การยอมรับแนวความคิดใหม่ การใช้ความคิดใหม่ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและในสถานการณ์ใหม่

ฉวีวรรณ กิณาวาส (2538 : 46) กล่าวว่า การสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ควรคำนึง ถึงวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสอนต้องเริ่มจากสิ่งง่าย ๆ ที่อยู่ใกล้ ๆ ตัวก่อนแล้วค่อย ๆ ขยายวงกว้างออกไปและส่งเสริมให้ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลตลอดเวลา
2. สอนโดยให้เด็กรู้จักแบ่งแยกเป็นพวก ๆ
3. สอนโดยหาตัวประกอบร่วมของสิ่งต่าง ๆ
4. สอนเปรียบเทียบให้เห็นถึงลักษณะที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันของสิ่งต่าง ๆ
5. สอนให้รู้จักคิด ตี ชม ขัดแย้ง หรือวิพากษ์วิจารณ์สิ่งต่าง ๆ
6. สอนให้เข้าใจความหมายของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วิธีการดังนี้
 - 6.1 สอนให้นักเรียน เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงให้มากที่สุด
 - 6.2 สอนให้นักเรียนพูด หรือเขียนหลักการต่าง ๆ ออกมา
 - 6.3 สอน โดยใช้คำง่าย ๆ ประโยคสั้น ๆ คำยากต้องเน้นชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่สอน และสอนโดยใช้คำถาม
 - 6.4 จัดลำดับเนื้อหาที่สอนให้เหมาะสม อันจะทำให้ นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งอาจจัดลำดับเนื้อหาจากส่วนใหญ่ไปหาส่วนย่อย หรืออาจจะจัดลำดับจากย่อยไปหาใหญ่ก็ได้
 - 6.5 สอน โดยให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมหรือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองให้มากที่สุด
 - 6.6 พยายามจัดวิธีการบอก หรือบรรยายด้วยวาจาให้มากที่สุด เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพหรือสร้างมโนทัศน์ที่ผิด ๆ ได้ง่าย

7. สอนให้เกิดความเข้าใจได้รับข้อสรุปรวบยอดต่าง ๆ โดยการยกตัวอย่าง กฎเกณฑ์และมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกันกับการสอน

8. สอนให้เข้าใจเหตุผลซึ่งอยู่เบื้องหลังของกฎเกณฑ์รวมทั้งหลักการต่าง ๆ

Martin D.J. (2014 : 41) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการสอน พอสรุปได้ดังนี้

1. ครูเป็นผู้กำหนดเหตุการณ์ หรือปัญหา หรือเนื้อหาที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้
2. ให้นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหา การสำรวจ การทดลอง หรือวิธีการที่จะได้ข้อมูลมาเพื่ออธิบายจากเหตุการณ์ หรือปัญหา หรือเนื้อหาที่ศึกษา
3. ให้นักเรียนได้เป็นเจ้าของความรู้เอง โดยให้นักเรียนเป็นผู้สรุปความรู้เอง
4. ครูให้คำแนะนำและคอยซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้มโนทัศน์ที่ถูกต้อง

นาคยา ปีลันธนานนท์ (2542 : 15) เสนอวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ไว้ 2 วิธี ได้แก่ 1) การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์แบบนิรนัย (Deductive) และ 2) การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์แบบชักนำ (Inductive) แต่ละวิธีมีขั้นตอน ดังนี้

1. การสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์แบบนิรนัย
 - 1.1 กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบ
 - 1.2 อธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่จะสอน
 - 1.3 ให้นักเรียนคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์
 - 1.4 ให้นักเรียนเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์
 - 1.5 ให้นักเรียนสรุป อธิบายอีกครั้งหนึ่งว่ามโนทัศน์นั้นเป็นอย่างไร
2. การสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์แบบชักนำ
 - 2.1 ครูผู้สอน ไม่บอกมโนทัศน์และอธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่จะสอนแก่นักเรียน
 - 2.2 ให้นักเรียนดูตัวอย่าง แล้วให้เลือกว่าตัวอย่างเหล่านั้นมีอะไรที่เป็นกลุ่มเดียวกันได้และอะไรที่ไม่เข้ากลุ่มกัน
 - 2.3 ให้นักเรียนสังเกตลักษณะที่อยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
 - 2.4 ให้นักเรียนคิดตั้งชื่อ หรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านั้น

2.5 ให้นักเรียนสรุป อธิบาย ความหมายของคำหรือกลุ่มคำที่ตั้งขึ้นว่า หมายความว่าอย่างไร

พัชรี โปชนา (2559 : 110) รายงานผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ต่อเนื่องกัน 5 ขั้นตอน คือขั้นที่ 1 ขั้นนำ ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ทั้งนี้พบว่าธรรมชาติของผู้เรียนจะให้ความสนใจในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันออกไป โดยขั้นตอนที่ผู้เรียนสนใจและประสบความสำเร็จกับผู้เรียนมาก คือ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ซึ่งเป็นขั้นสร้างความกระจำและแลกเปลี่ยนความคิด ทั้งนี้ในขั้นตอนนี้ผู้เรียน ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการทดลอง เพื่อค้นหาความรู้และนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึกผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้และอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการสังเกต การนำข้อมูลมาแยกแยะความจริงนั้นด้วยหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ แล้วพิสูจน์เพื่อเป็นการยืนยัน และนำไปสู่มโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ ทั้งนี้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นมิได้เลยหากบุคคลนั้นไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมจะมีมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันได้แตกต่างกัน การสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการสอนแบบมีกระบวนการ ให้นักเรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์ตรงหรือของจริง หรือจากหุ่นจำลอง หรือสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุดเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้มโนทัศน์นั้นและได้ฝึกฝนตนเองอย่างสม่ำเสมอเพื่อฝึกให้เป็นนิสัยในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.7 การวัดมโนทัศน์

การวัดมโนทัศน์เป็นการบรรยายลักษณะของผู้ที่เกิดมโนทัศน์ ในการวัดมโนทัศน์นั้นผู้วิจัยจำเป็นต้องทราบลักษณะสำคัญของผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ระบุเกี่ยวกับลักษณะของผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่ได้เรียนรู้ ดังต่อไปนี้

นาตยา ปีลันชนานนท์ (2542 : 14) ได้กล่าวว่า เราจะทราบว่าบุคคลนั้น ๆ มีมโนทัศน์แล้ว เมื่อผู้เรียนสามารถบอก ระบุ เรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้ สามารถคัดเลือก จำแนก แยกแยะ

ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้นจากความรู้ความเข้าใจของตนด้วยภาษา และคำพูดของตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2546 : 27) อธิบายว่า ในการเรียนมโนทัศน์ใด ๆ ผู้เรียนควรมีพฤติกรรมการเรียน ดังนี้

1. ยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่คล้ายคลึงมโนทัศน์แต่ไม่ใช่มโนทัศน์ พร้อมทั้งอธิบายตัวอย่างเหล่านั้น
2. รวบรวมและพิสูจน์ข้อมูลเพื่อบอกลักษณะตามมโนทัศน์ของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ซึ่งไม่มีในตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์
3. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อาจแปรเปลี่ยนได้ แต่ยังคงเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์
4. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่หลากหลายของมโนทัศน์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน
5. อ้างอิงได้ว่าลักษณะที่เหมือนกันของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ทั้งหมดที่ตรวจสอบแล้วจะเป็นจริงและมีอยู่ในตัวอย่างอื่นของมโนทัศน์นี้
6. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์คล้ายคลึงและแตกต่างจากตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อย่างไร
7. อ้างอิงเกี่ยวกับลักษณะสำคัญที่จำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์แต่มีความคล้ายคลึงที่จะเป็นมโนทัศน์

ศุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552 : 81) กล่าวว่า ผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์แล้วจะมีความสามารถบอก ระบุ เรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้ สามารถคัดเลือก จำแนก แยกแยะ ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ บอกลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของมโนทัศน์นั้นได้ บอกลำดับชั้นของมโนทัศน์ ลำดับชั้นที่สูงกว่า ลำดับชั้นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันและ ลำดับชั้นที่ต่ำกว่า อธิบาย สรุปความหมาย คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้นจากความรู้ ความเข้าใจของตน ด้วยภาษา คำพูดของตนเองได้

แสงเดือน เจริญนิม และสุเทพ อ่วมเจริญ (2553 : 76-77) กล่าวว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ หรือไม่ วัดได้จากความสามารถในการแก้ปัญหาในห้องเรียนได้ การประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถและมโนทัศน์ต่อปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือความรู้เดิมของผู้เรียนต่อกิจกรรม

การการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหา ลงมือทำกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาตามแผนตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบได้

ชลกานต์ ชมภู (2559 : 54) ผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์จะสามารถบอก ระบุประเด็นสำคัญ หรือเรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้ หรือสังเกตได้ว่าตัวอย่างที่หลากหลายของมโนทัศน์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์คล้ายคลึงและแตกต่างจากตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อย่างไร

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 66) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (Completely Correct) ให้ 3 คะแนน

ระดับถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ (Mostly Correct) ให้ 2 คะแนน

ระดับถูกต้องบ้างบางส่วน (Partly Correct) ให้ 1 คะแนน

ระดับไม่ถูกต้อง (Incorrect) ให้ 0 คะแนน

อัมพร ม้าคะนอง ได้วิเคราะห์ลักษณะการอธิบายมโนทัศน์ออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การอธิบายแบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นการอธิบายที่มีการอ้างอิงโครงสร้างและใช้ความรู้สนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 ระดับ ดังนี้

1.1 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

1.2 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้บ้าง หรือพยายามสื่อความหมาย

แต่ไม่ชัดเจน

2. การอธิบายแบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการอธิบายที่ไม่ได้ใช้โครงสร้างและระบบ และไม่ได้ใช้ความรู้ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

จากการศึกษาการวัดมโนทัศน์เป็นการบรรยายลักษณะของผู้ที่เกิดมโนทัศน์ สรุปได้ว่าการวัดมโนทัศน์เป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจในความรู้ (Knowledge) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาอธิบายเหตุการณ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยหลักการที่สัมพันธ์กัน และผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ความรู้เดิมของผู้เรียนโดยการวางแผนวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหาได้ตามขั้นตอน และตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎี หรือไม่

ดังนั้นในการวัดมโนทัศน์ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การวัดมโนทัศน์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2-3

ตาราง 2-3 เกณฑ์การวัดมโนทัศน์

คะแนน	ระดับ	พฤติกรรมที่แสดงออก
3	คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลได้อย่างสมบูรณ์	ตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยอ้างอิง ทฤษฎีบท กฎ หรือสูตรหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการตอบคำถามนั้นอย่างครบถ้วนและถูกต้อง
2	คำตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลไม่สมบูรณ์	ตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยอ้างอิง ทฤษฎีบท กฎ หรือสูตรหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการตอบคำถามแต่ไม่ครบถ้วน
1	คำตอบถูกต้องบ้าง แต่ให้เหตุผลผิด	ตอบคำถามหรืออธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ ถูกบ้าง ผิดบ้าง ไม่นำทฤษฎีบท กฎ หรือสูตร หรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการตอบคำถาม
0	ไม่ตอบคำถาม	ไม่ตอบคำถามหรือไม่อธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

2.8 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) มีนักการศึกษาให้ความหมายมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

ปิยรัฐ ชัยเพ็ง (2559 : 48) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิด ความเชื่อ ความเข้าใจผิดหรือเข้าใจไม่ถูกต้องในการนำกฎ กติกา หรือสูตรที่ไม่ชัดเจนไปใช้ในการแปลความ หรือคิดคำนวณและเป็นความคิดที่ต่างไปจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับกันในสังคม อาจได้มาจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งถือว่าเป็นความไม่ชัดเจนของแต่ละคน

Drews, D. (2011 : 11-17) ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหมายถึง ความเชื่อและความเข้าใจที่ได้มาจากแนวความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงเป็นแนวคิดและความรู้ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นก่อนหรือระหว่างการเรียนรู้โดยที่ผู้เรียนจะไม่ว่าตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร

Novak, J.D. (1985) กล่าวว่า แนวคิดพื้นฐานของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือธรรมชาติของผู้เรียน ไม่ได้เข้าเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสมองที่ว่างเปล่า ความจริงแล้วเขาพกพาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติมาด้วย และความรู้ความเข้าใจที่ผู้เรียนมีมานั้นบางครั้งขัดแย้งกับหลักการที่ต้องเรียนรู้จากห้องเรียน ความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ปรับเปลี่ยนได้ยาก อันมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

Fisher, K.M. (1983) ได้กล่าวถึง ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ของผู้เรียน หรือผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียวสามารถขยายวงกว้างออกไปได้และส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนในเรื่องอื่นได้อีก เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของบุคคลในวงกว้าง
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไปจากเรื่องที่ยากสู่เรื่องที่ยาก แล้วถ้าใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมจะทำให้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยากต่อการแก้ไข
4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องเกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่น ๆ เกี่ยวโยงกันอย่างมีระบบ และมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

Cockburn, A. and G. H. Littler. (2010 : 3-6) สรุปสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าเป็นความผิดพลาดด้านมโนทัศน์ในเรื่องที่รับรู้ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนที่แตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูผู้สอนต้องการให้นักเรียน นักศึกษามี ซึ่งสาเหตุเกิดจากคำบรรยาย การใช้สูตร สมการหรือกฎไม่ถูกต้อง สรุปข้อความมากหรือน้อยเกินความเป็นจริง การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์ผิดจึงทำให้การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผิดพลาด

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ และคณะ (2558 : 2-10) สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเนื่องมาจากนักเรียนได้รับประสบการณ์หรือความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ยังมีลักษณะครูเป็นศูนย์กลาง ครูมุ่งเน้นผลสุดท้ายคือการจดจำสมการคณิตศาสตร์และการนำไปแก้ปัญหาโจทย์ ครูส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการสอนโดยเฉพาะทางด้านการคำนวณโดยไม่มีการสอนความรู้ ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์เรื่องนั้น ๆ อย่างแท้จริง ครูผู้สอนข้ามขั้นตอนที่จะให้นักเรียนมีความซึมซาบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ การเรียนการสอนฟิสิกส์จึงไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์หรือฟิสิกส์ที่ได้ผล ครูจะต้องมุ่งให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ถ้าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดมาก่อน ครูต้องวิเคราะห์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นและเสนอมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเข้าใจผิด หรือความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ของผู้เรียน ทั้งนี้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีสาเหตุมาจากผู้เรียนอาจมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจน ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสูตร หรือสมการหรือการตีความหมายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง จึงส่งผลต่อความผิดพลาดที่เกี่ยวข้องหลักการทางคณิตศาสตร์และส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์ หรือวิชาฟิสิกส์โดยตรง นอกจากนี้ยังมีสาเหตุมาจากผู้เรียนมีมโนทัศน์เดิมที่ความคลาดเคลื่อน ขัดแย้งกับหลักการที่เรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ปรับเปลี่ยนได้ยาก จึงส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.9 การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การเรียนการสอนเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของผู้เรียนที่ถูกต้องกับมโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ Pizzini, S. & Abell (1991) ได้เสนอแนะวิธีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเกิดความขัดแย้ง จากโครงสร้างทางสติปัญญาที่นักเรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

2. พัฒนาคาทเรียนที่ใช้สอนจะต้องสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่นักเรียนได้มีมาก่อนและตามข้อเสนอของนักเรียนโดยให้นักเรียนแสดงความคิด ปฏิบัติกิจกรรม แสดงการสาธิต อภิปราย และสรุปผล

3. ให้นักเรียนปฏิบัติทดลอง ใช้การทำนาย ค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้ง แล้วเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยให้แนวทางตามหลักวิทยาศาสตร์อย่างง่าย

4. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ เช่น โดยการเขียน การพูด การวาดรูป และการเขียนกราฟ จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเหตุผลกับครู และคนอื่น ๆ เพื่อให้ยอมรับในข้อโต้แย้ง

จะเห็นว่าการเปลี่ยนมโนทัศน์สามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาได้มาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายขณะทำงานกลุ่มร่วมกัน ฝึกความรับผิดชอบต่อส่วนรวม นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้เกิดร่วมมือกันระหว่างครูกับนักศึกษา และนักศึกษาคิดว่าการเรียนรู้ในห้องเรียนเป็นการพบปะทางสังคมด้วยซึ่งควรเป็นการเรียนการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบพึ่งพา และแบบมีส่วนร่วม เนื่องจากมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน และผู้เรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

3.1 ความหมายของปัญหา

นักการศึกษาหลายคนได้ให้ความหมายของคำว่า ปัญหา ดังนี้

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 19) กล่าวว่า ปัญหาคือข้อสงสัย หรือสิ่งต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดข้อข้องใจ เกิดความขัดแย้งหรือเป็นอุปสรรคต่อการทำสิ่งใด สิ่งหนึ่ง

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 67) กล่าวว่า ปัญหาเป็นเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคในการทำงาน ซึ่งคนและสัตว์ไม่สามารถตอบสนองตามที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว จำเป็นต้องศึกษาสาเหตุของปัญหานั้น และกำจัดปัญหาเหล่านั้นออกไปด้วยกระบวนการที่เหมาะสม

ยุคา รักไทย และคณะ (2546 : 9) กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาคือช่องว่างหรือความแตกต่างระหว่างสภาพการณ์ปัจจุบันกับสถานการณ์ที่เราต้องการให้เป็น ดังนั้นผู้เรียนต้องคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบเชิงตัวเลข หรือปริมาณเพื่อใช้ความรู้และประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง

วันวิสาข์ ภักดี (2557 : 61) กล่าวว่าปัญหา คือ สถานการณ์ เหตุการณ์ที่บุคคลต้องเผชิญพร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสม ส่วน โจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่สมมติขึ้นประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการแก้ไขปัญหา

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 : 221) กล่าวว่า ปัญหาหมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใด วิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อเกิดปัญหาขึ้นแล้ว ไม่สามารถมองหาแนวทางในการแก้ปัญหาใดแนวทางหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที

แสงเดือน เจริญนิม (2558 : 62) กล่าวไว้ว่า ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาเป็นผลผลิตที่สำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนั้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการนำเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้ในการค้นหาคำตอบ

จากการศึกษา สรุปได้ว่า ปัญหาคือสถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหาคำตอบได้ทันทีทันใด ถ้าปัญหานั้นเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แล้วถ้าปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการหาคำตอบทันที จะไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นในตัวผู้เรียน สถานการณ์เดียวกันสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหา แต่อีกคนหนึ่งก็อาจเป็นปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ การแก้ปัญหามathematics จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์และดำเนินการตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสำคัญ

3.2 ประเภทของโจทย์ปัญหา

การศึกษาการแก้ปัญหามathematics ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 เนื้อหาหน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาเฉพาะทฤษฎีประเภทโจทย์ปัญหาฟิสิกส์จากนักการศึกษา ดังนี้

Charles, R.I., & Lester, F.K., Jr (1982 : 6-10) การพิจารณาตามเป้าหมาย การพิจารณาจำแนกประเภทของปัญหา ตั้งเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหามาไว้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Dill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอน และวิธีการคำนวณ
2. ปัญหาอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาที่เคยเห็นมาก่อน เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ซึ่งต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคข้อความให้เป็นประโยคสัญลักษณ์มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการคิดคำนวณ
3. ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน
4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหามathematics เน้นการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ มีการวางแผนแก้ปัญหามathematics และประเมินผลคำตอบ
5. ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้มโนทัศน์ และวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ จักรระบบ ประมวลผล และแปลผล ปัญหาประยุกต์เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้แก้ผู้แก้ปัญหามathematics ซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหามathematics เห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดา ไม่จำเป็นต้องใช้หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ ปัญหาลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะต้องแก้ปัญหาในลักษณะนี้ได้ดี

Polya, G. (1975 : 23-29) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติอาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหาประกอบด้วย สิ่งที่ต้องการหาคำตอบ ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมา

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้ เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้ประกอบด้วย สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุป หรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Baroody, A.J. (1993 : 2-4) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) เป็นปัญหาง่าย ๆ หรือปัญหาขั้นเดียว (Simple (One-Step) Translation Problem) เป็นปัญหาที่ใช้กระทำทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวและสามารถแก้ไขได้อย่างตรงไปตรงมา

2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่

2.1 ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาหลายขั้น (Complex (Multistep) Translation Problem) ปัญหาที่แก้ได้โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2 กระบวนการหรือมากกว่านั้น ที่มีสถานการณ์แตกต่างกัน

2.2 ปัญหาที่แก้ไขสิ่งอื่นของปัญหา (Other Modifications of Translation Problem) นอกจากจะรวมการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งขั้นและขั้นเดียวแล้ว ปัญหานี้ยังต้องการวิเคราะห์ทางความคิด เช่น ปัญหาที่ต้องการองค์ประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิด โจทย์ ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ เป็นต้น

2.3 ปัญหาที่เป็นวิธีปฏิบัติ (Process Problem) ปัญหาที่ให้แสดงถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.4 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) ปัญหาที่เกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาที่ทำให้เกิดความท้าทายในการทำงาน

2.5 ปัญหาเฉพาะไม่ระบุจุดหมาย (Nongoa I-Specific Problem) ปัญหาลักษณะนี้เป็นชนิดพิเศษของปัญหาแปลกใหม่ ซึ่งไม่ต้องการคำตอบที่เป็นปรนัย หรือเงื่อนไขของคำตอบ ปัญหานี้สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักพิจารณาส่วนคำถาม ซึ่งครูจะไม่คาดคำตอบไว้ก่อน

2.6 ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) ปัญหาลักษณะนี้ขยายจากสถานการณ์จริงที่พบเห็นหรือเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

2.7 ปัญหาที่เกิดโดยยุทธวิธี (Strategy Problem) คือปัญหาที่กำหนดด้วยความมุ่งหมายที่นักเรียนจะต้องแก้ ระบุถึงกลยุทธ์ที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา คือ นักเรียนใช้แก้ปัญหาเหล่านี้อย่างไร

ปราณี ศิวแดง (2553 : 39) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบ่งตามจุดประสงค์ประกอบด้วยปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์
2. แบ่งตามความซับซ้อนของปัญหา ประกอบด้วยปัญหาธรรมดา และปัญหาไม่

ธรรมดา

นฤมล ฉิมงาม (2558 : 34) กล่าวไว้ว่าโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่พบได้ทั่วไปในชั้นเรียนหรือปัญหาที่พบในหนังสือเรียนตามปกติที่ใช้สำหรับการฝึกให้นำทฤษฎี หลักการและสูตรทางฟิสิกส์ไปใช้มักเป็นปัญหาลำดับขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจ และพัฒนาการคิดคำนวณ

2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ซับซ้อนอาจไม่เคยพบมาก่อน เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความคิดในการวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ทักษะความรู้ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีการคำนวณ 2 วิธีการหรือมากกว่าบางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องแก้ปัญหโดยการใช้คำนวณ ทั้งนี้ วิไลวัลย์ เมืองโคตร (2548 : 13 อ้างถึงใน จิตติมา พิศาภาค. 2552 : 17) กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ที่ดีดังนี้

1. ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย
2. ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด
3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับนักเรียนในวัยนั้น ๆ
5. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา
6. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
7. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการ

แก้ปัญหา

8. ในการแก้ปัญหา นั้น นักเรียนต้องอาศัยประสบการณ์จากความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว

9. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญ

10. คำตอบที่ได้ควรมีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากความจำ

จากการศึกษาประเภทของปัญหาทางฟิสิกส์สรุปได้ว่า ปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือพบในตำราทั่วไปใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนไม่มากนัก และปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อสงสัยหรือความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมีขั้นตอนในการหาคำตอบที่ซับซ้อน ลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ครูผู้สอนควรสร้างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษาเข้าใจง่าย ช่วยกระตุ้นความคิดและก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา เป็น โจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว ในการแก้ปัญหามีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน ให้ข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา และเป็นเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้การวาดภาพและการคำนวณช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็น ในการดำเนินชีวิตมนุษย์ และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาก็ประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้นมนุษย์จึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดแก้ปัญหา นอกจากนี้ความสามารถในการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีก เช่น ความสามารถของเขาวัวปัญญา การเรียนรู้และประสบการณ์เดิม นักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

Weir, J.J. (1974 : 17) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem) หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุด ในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features) หมายถึง การบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์

3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ระบุไว้

4. ขั้นตอนการตรวจสอบวิธีการ (Verifying the Solution) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ และผลที่ได้เป็นอย่างไร

วันวิสาข์ ภักดี (2557 : 64) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจและสำรวจ โจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องวิเคราะห์โจทย์ว่า โจทย์ต้องการถามสิ่งใด
2. วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร
3. วางแผนลงมือแก้ปัญหาโดยอธิบายปัญหาเกี่ยวข้องกับเรื่องใดและใช้สูตรใด
4. ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ด้วยวิธีการทางพีชคณิต
5. การตรวจคำตอบที่ได้จากการดำเนินการตามขั้นตอน

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 34) เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์และวางแผน เป็นขั้นค้นหาปัญหาที่แก้อะไรเริ่มต้นอย่างไร อะไรคือสิ่งที่ต้องทำบ้าง โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง
2. ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นนำหลักการมาแก้ปัญหา นำหลักการทางคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์เรื่องใดที่ต้องนำมาใช้
3. ขั้นตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้ว่าสอดคล้องตามที่โจทย์ต้องการหรือไม่

เสถียร วุฒิ มุลอมาตย์ (2549 : 52) กล่าวว่ายุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ มีความหลากหลาย ที่สำคัญคือครูผู้สอนต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักขั้นตอนในการแก้ปัญหามีระบบ มีเป้าหมายที่แน่นอน เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน แล้วตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ นอกจากนี้ต้องอาศัยยุทธวิธีต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาคด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

น้อมศรี เกท และคณะ (2541 : 19) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหาประกอบด้วย ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงด้านนี้ คือ ทักษะการฟังและการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหามักอยู่ในรูปของข้อความตัวอักษร ดังนั้น เมื่อพบปัญหา นักเรียนต้องอ่านทำความเข้าใจ แยกประเด็นที่สำคัญ ๆ ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรบ้างและปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็น ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนคติและข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียน ในการระลึกถึงการเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่ นอกจากนี้ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การรู้จักใช้กลวิธีมาช่วยในการเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ เป็นต้น

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกิดจากการฝึกฝนหรือทำบ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญเมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะได้พบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนควรมีประสบการณ์การเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา

3. การคิดคำนวณและการใช้เหตุผลจากที่นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ ปัญหาบางปัญหาก็ต้องมีกระบวนการและเหตุผล สูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาย่างเหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่บรรลุผลตามเป้าหมาย สำหรับปัญหาที่ต้องอธิบายให้เหตุผล นักเรียนต้องใช้เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาแต่ละระดับชั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งผู้แก้ปัญหายังไม่คุ้นเคย และไม่มีวิธีการหาคำตอบได้ทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนที่เป็นผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ ความสำเร็จ ตลอดจนถึงความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา เป็นต้น

5. ความยืดหยุ่น เป็นการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โจทย์บูรณาการปัจจัยต่าง ๆ เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555 : 140) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหาที่สำคัญคือครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ โดยพิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน อยู่ในขอบเขตความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน โดยพิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน

มีกิจกรรมหรือสิ่งเร้าให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ผู้แนะนำจะต้องชี้แนะวิธีการวางแผนแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล และประเมินผลให้นักเรียนเข้าใจ จึงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและได้ผล จนกระทั่งสรุปผลการแก้ปัญหาได้

นฤมล นิรมงม (2558 : 37) กล่าวว่า นักเรียนจะมีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความสามารถทางสติปัญญา ของนักเรียน การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนวิธีแก้ปัญหา การคำนวณหรือลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ นอกจากนี้ก็ต้องอาศัยยุทธวิธีและขั้นตอนต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาคด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Mark & et al. (1975 อ้างถึงใน พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน. 2552 : 53) สรุปว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีดังนี้

1. สำรวจและค้นพบปัญหาคด้วยวิธีการต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา และพิจารณาว่าข้อมูลอะไรที่ต้องการหา และข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์
2. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาคปัจจุบันนั้นได้
3. ฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์โจทย์ปัญหา
4. ตรวจสอบการคำนวณ ผู้เรียนรู้จักการประมาณ และตรวจสอบผลการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

Driver, R. and Bell, J. (1976 : 130) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาคก่อนว่าปัญหาคที่แท้จริงนั้นคืออะไร
2. การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นการพิจารณาควาคสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุของปัญหาค กล่าวคือมีการระบุและแจกแจงปัญหาคที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน และระดับความยากง่ายที่จะแก้ไาคต่างกัน
3. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาค (Production) หมายถึง การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาค แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปัญหาค เพื่อการตั้งสมมติฐาน

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง ให้ค้นหาข้อเสนอวิธีแก้ปัญหาค้นหาวิธีที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 9) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์และวางแผน หมายถึง การทำความเข้าใจวิเคราะห์และวางแผน ระบุคำสำคัญ เขียนแผนภาพแทนโจทย์ปัญหา หลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

2. ปฏิบัติการแก้ปัญหา หมายถึง การแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยใช้ข้อมูลจากขั้นวิเคราะห์และวางแผนประกอบ

3. ตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบดูว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลมีความถูกต้อง ขัดแย้งกับกฎทางฟิสิกส์หรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 12-42) กล่าวว่านักแก้ปัญหาคิดจะต้องมีกลยุทธ์ที่พร้อมจะเลือกวิธีแก้ปัญหามาใช้ได้ทันทีทันใดเมื่อเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหา ทั้งนี้ สสวท. ได้แบ่งประเภทของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาวาดังนี้

1. การค้นหารูปแบบ เป็นการวิเคราะห์ปัญหา ค้นหาข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วคาดเดาคำตอบ

2. นำข้อมูลที่โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ หรือสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์ทำการแปลงคำพูดจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์หรือสูตร แล้วบรรจุข้อมูลลงในตารางวิเคราะห์ ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และแสดงโอกาสที่จะเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. เขียนแผนภาพหรือภาพเพื่ออธิบายสถานการณ์โดยไม่จำเป็นต้องใส่รายละเอียดมาก แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ทั้งนี้การวาดภาพจะช่วยบรรยายสถานการณ์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และง่ายต่อการเข้าใจ

4. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการพิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้อย่างมีระบบ โดยอาจแบ่งออกเป็นระบบย่อย ๆ แล้วจัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้ออกไป ประโยชน์ที่ได้ในขั้นนี้คือจะสามารถระบุสาเหตุและผลกระทบของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น สามารถกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน และสามารถกำหนดวิธีการลดโอกาสที่จะทำให้เกิดปัญหาและลดความรุนแรงของปัญหานั้นลงได้

5. การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เป็นปัญหากำหนดมาให้ ผสมผสานกับสถานการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์คำตอบ

6. การเขียนสูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าพร้อมหน่วยลงในสูตรแล้วแก้มาการ โดยอาศัยหลักการทางพีชคณิตจนกระทั่งได้คำตอบ

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีการคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เริ่มต้นจากการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา การเลือกใช้สูตร และดำเนินการหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ และการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์โจทย์ปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขอื่นที่แฝงอยู่ ระบุสิ่งที่ต้องกระทำประกอบด้วยอะไรบ้าง ลำดับขั้นตอนที่ต้องกระทำอะไรก่อนและขั้นตอนที่กระทำลำดับต่อไป

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นศึกษาทฤษฎีหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา การวางแผนในการใช้สูตรหรือสมการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การกำหนดขอบเขตในการทำงาน กำหนดข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บและออกแบบอุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูล

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นดำเนินการตามแผน การแทนค่าข้อมูลตามสถานการณ์ที่ให้มา แล้วแก้สมการตามที่วางแผนด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ หรือการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคำตอบการทำงานของอุปกรณ์

4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงคำตอบที่ได้จากการดำเนินการ คำตอบถูกต้อง ขัดแย้งกับกฎทฤษฎีทางฟิสิกส์หรือไม่

5. ขั้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการบรรยายสรุปขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ

3.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

นักวิชาการศึกษาได้เสนอแนวคิดการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 50) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมตาม

ลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบทดสอบ คือ ชุดคำถาม (Item) หรืองานชุดใด ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปรื้อมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของเขียนตอบ การพูดหรือการปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดเป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบของคำถาม

1. แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความและมีตัวเลือกให้เลือกตอบ อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ แบบทดสอบที่มีข้อความ แต่ไม่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบลงไปเอง อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น และแบบทดสอบอัตนัยความเรียง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539 อ้างถึงใน ลักษณะ สิริมาลา, 2553 : 43) เสนอ เครื่องมือและวิธีการวัดที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ระหว่างการสอนของครู การสังเกตที่มีประสิทธิภาพของครูจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดของผู้เรียนอย่างชัดเจน การสังเกตการแก้ปัญหของผู้เรียนมี 2 วิธี ดังนี้

1.1 การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หรือสังเกตจากการตอบคำถามผู้เรียนมีการใช้กระบวนการแก้ปัญหอย่างไร ครูต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน

1.2 การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้าซึ่งจะช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้มากขึ้น

2. การประเมินตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้ประเมินว่าตนเองมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหอย่างไรเมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรือการร่วมคิดแก้ปัญหากับกลุ่ม โดยผู้เรียนอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญห ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมในการแก้ปัญหของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจรายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในกระบวนการแก้ปัญหอย่างดี

4. แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนว่าอย่างไร ครูผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นแก้ปัญหาจนถึงขั้นสุดท้าย

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549 : 36) ได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะแบบทดสอบการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบ

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 41) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมดุลกลงานและพลังงาน โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทั้งหมดรวม 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อยสังเคราะห์ รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง การวัดคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และโมเมนตัม ด้วยแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

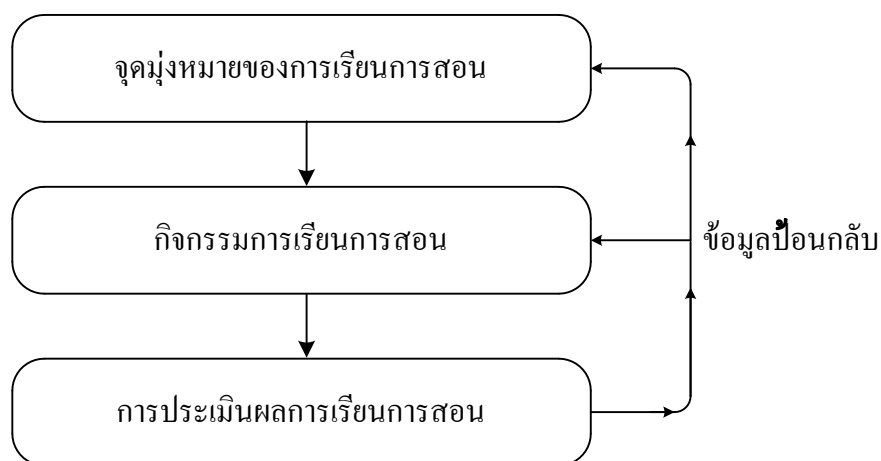
4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้

4.1 การออกแบบระบบการเรียนรู้

4.1.1 ระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์

ไทเลอร์ได้กำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนที่เรียกว่าไทเลอร์ลูป (Tyler Loop) ไว้ 3 ส่วน คือ 1) จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน 2) กิจกรรมการเรียนการสอน และ 3) การประเมินผลการเรียนการสอน ข้อมูลจากการประเมินผลสามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับไปยัง

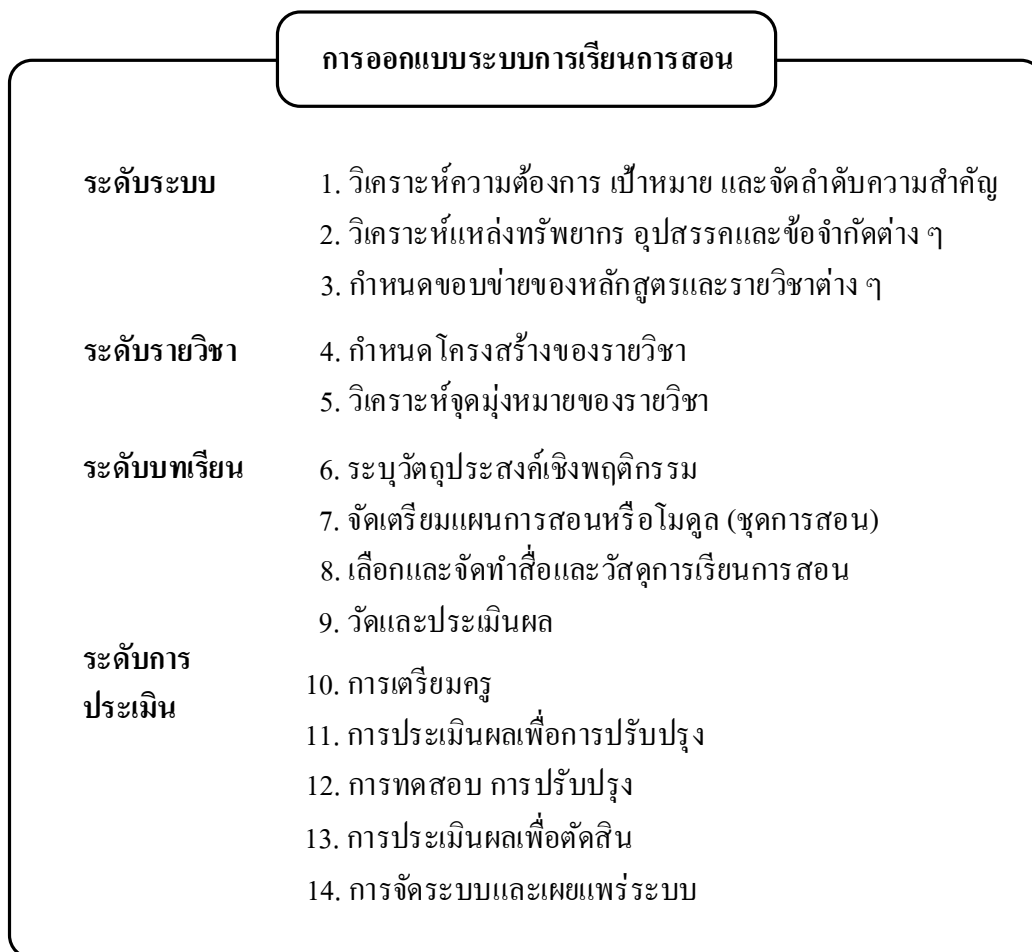
กิจกรรมการเรียนการสอนและจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุง ความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบในระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2-3



ภาพ 2-3 ระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ (Tyler, R.W. : 1950)

4.1.2 ระบบการเรียนการสอนของกานเยและบริกส์

ระบบนี้เป็นระบบที่ครอบคลุมการจัดระบบการเรียนการสอนในวงกว้างเริ่มต้น ตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียนเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ไปจนถึงการทดลองปรับปรุง แผนการเรียนการสอนให้ได้ผล เพื่อนำไปเผยแพร่ใช้ในวงกว้างต่อไป องค์ประกอบของระบบนี้มี อยู่หลายระดับ ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพ 2-4 การออกแบบระบบการเรียนการสอนของกานเยและบริกส์ (Gagne, R.M. and Briggs L. 1979 : 23)

4.1.3 ระบบการเรียนการสอนของเคมพ์

Kemp, J.E. (1977: 9) ได้กำหนดองค์ประกอบของการเรียนการสอนไว้ 9 ประการ

ดังนี้

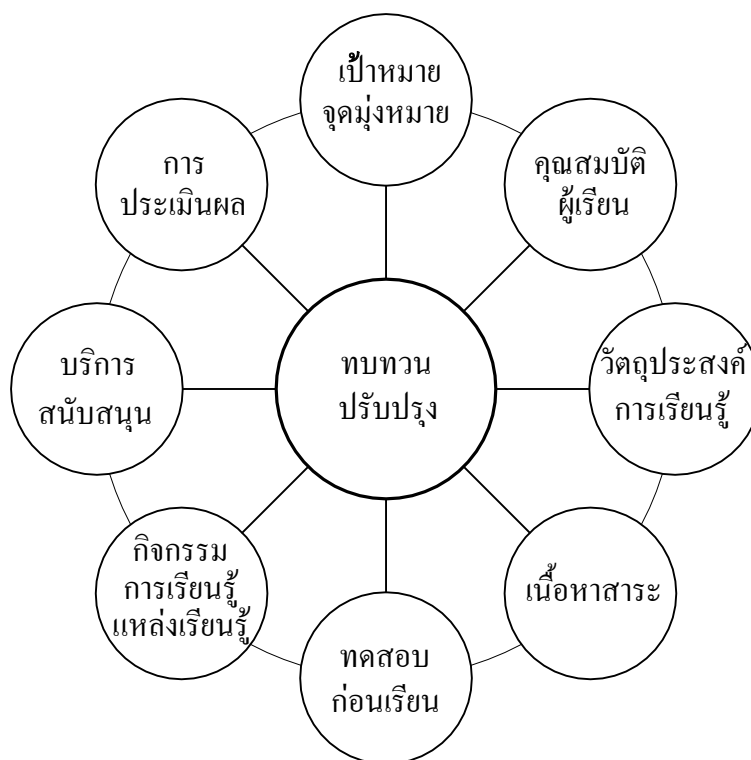
1. กำหนดหัวข้อที่จะสอนและเขียนวัตถุประสงค์ทั่วไป
2. ศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน
3. ระบุจุดมุ่งหมายของการสอนในเชิงพฤติกรรม
4. กำหนดเนื้อหาวิชาที่สนับสนุนวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ
5. ทดสอบเพื่อวัดความรู้ความสามารถก่อนที่จะทำการสอน

6. เลือกกิจกรรมและแหล่งวิชาการสำหรับการเรียนการสอน เพื่อจะนำเนื้อหาวิชาไปสู่จุดหมายปลายทางที่วางไว้

7. ประสานงานในเรื่องต่าง ๆ เช่น การเงิน บุคลากร อาคาร สถานที่ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ และดำเนินการไปตามแผนการที่กำหนดไว้

8. ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด

9. พิจารณาว่าควรมีการแก้ไขปรับปรุงแผนการเรียนการสอนให้ดีขึ้นอย่างไร ระบบการจัดการเรียนการสอนของเคมพ์ ดังแสดงในภาพที่ 2-5



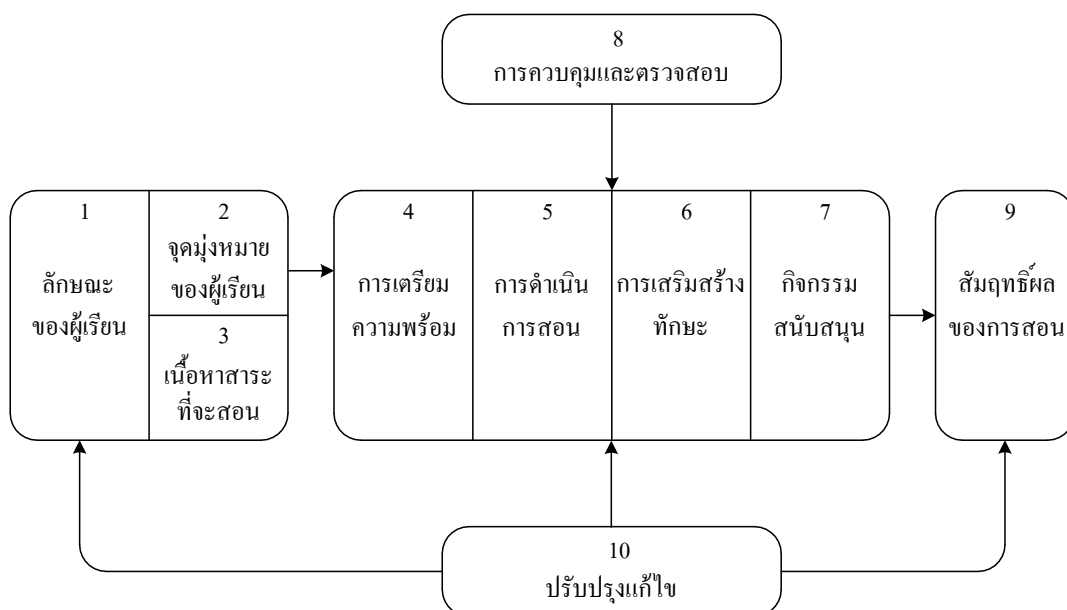
ภาพ 2-5 ระบบการจัดการเรียนการสอนของเคมพ์ (Kemp, J.E. 1977 : 9)

4.1.4 ระบบการเรียนการสอนโดยสังัด อุทรานันท์

สังัด อุทรานันท์ (2526 : 31) ได้เสนอแนะองค์ประกอบที่สำคัญๆ ในการจัดการเรียนการสอนได้ 10 ประการด้วยกันคือ

1. ลักษณะของผู้เรียน
2. จุดมุ่งหมายของผู้เรียน
3. เนื้อหาสาระที่จะสอน
4. การเตรียมความพร้อม
5. การดำเนินการสอน
6. การเสริมสร้างทักษะ
7. กิจกรรมสนับสนุน
8. การควบคุมและตรวจสอบ
9. สัมฤทธิ์ผลของการสอน
10. การปรับปรุงแก้ไข

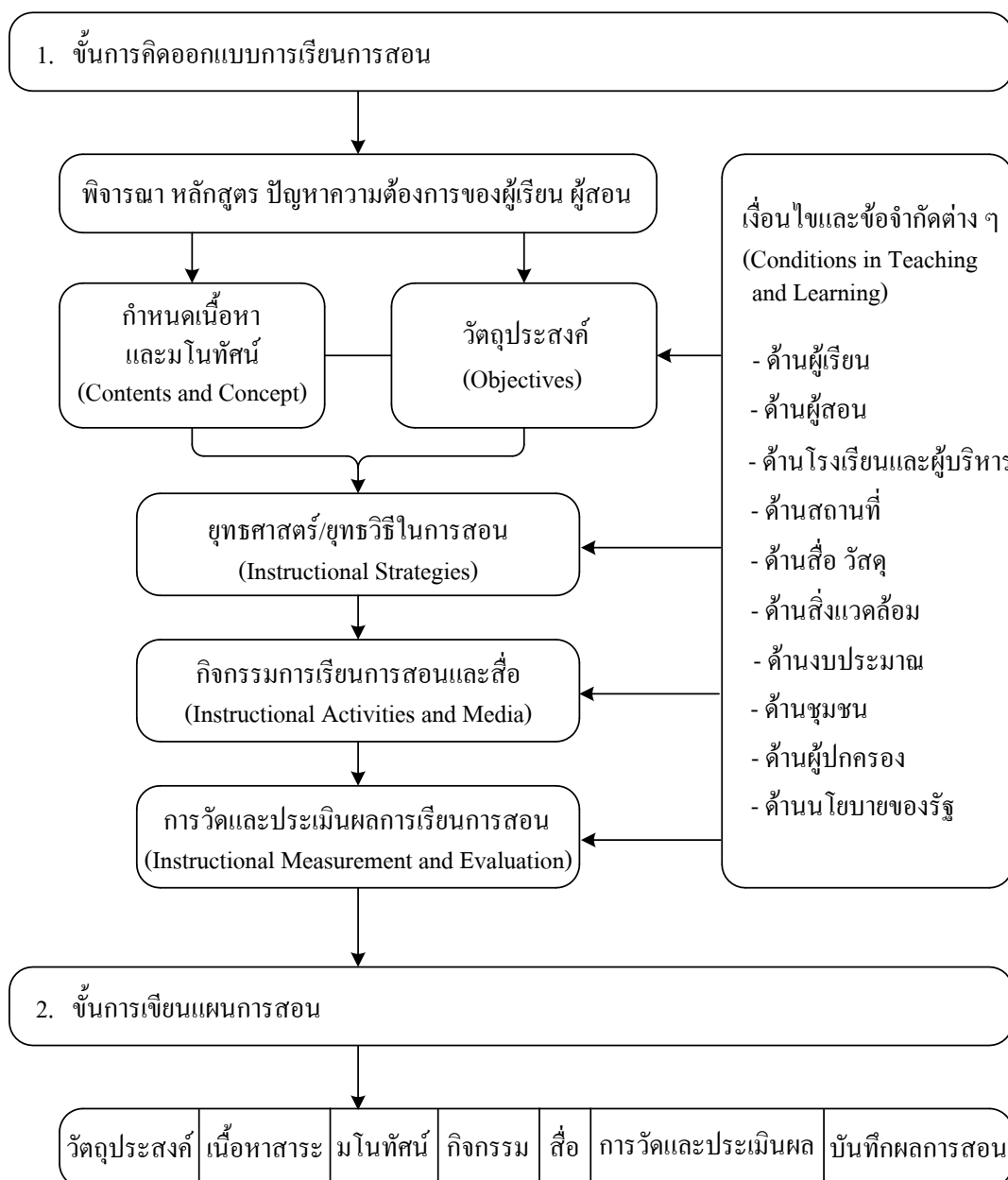
การจัดระบบของการเรียนการสอนตามองค์ประกอบดังกล่าว ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพ 2-6 ระบบการเรียนการสอน (สังัด อุทรานันท์. 2526 : 31)

4.1.5 ระบบการเรียนการสอนโดยทฤษฎีของทฤษฎีของทฤษฎีของทฤษฎี

ทฤษฎีของทฤษฎีของทฤษฎีของทฤษฎี (2534) ได้เสนอระบบการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการวางแผนการสอน ระบบนี้นับว่าเป็นระบบย่อยระบบหนึ่งของระบบการจัดการเรียนการสอน ดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพ 2-7 ระบบการเรียนการสอน (ทฤษฎีของทฤษฎีของทฤษฎีของทฤษฎี, 2534)

4.2 รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method: 5E) พื้นฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาในเรื่องการพัฒนาการทางสมอง เพียเจต์ (วิชาญ เลิศลพ. 2543 : 14) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 219) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนได้สืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้ยาวนาน การจัดระบบโครงสร้างภายในสมองเป็นการจัดการภายใน โดยรวมกระบวนการต่าง ๆ เป็นระบบติดต่อกันเป็นเรื่องเป็นราว รวมทั้งกระบวนการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) หมายถึง การกำหนดสิ่งเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน แล้วใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิดให้เกิดการเรียนรู้ใหม่และเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปัญหาได้จะเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ 2 คือ ขั้นปรับปรุง (Accommodation) เป็นการปรับปรุงหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิมเพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่โดยการนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีขั้นตอน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544 : 79–80)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขต และแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ และตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้าง

สถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐาน โต้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใด ก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

4.2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น

Eisenkraft A. (2003 : 56-59) ได้เสนอรูปแบบการสอนเป็น 7 ขั้น (7E Cycle) โดยปรับจากการสอน 5 ขั้น มาเป็น 7 ขั้น ได้ปรับรูปแบบการสอนในขั้นสร้างความสนใจ แยกออกเป็นสองส่วนคือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) และขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) และในขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผลได้ปรับเป็น 3 ส่วนคือ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) และเรียกย่อว่า 7E มีดังนี้ คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งกระบวนการสอน 7 ขั้น ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันในลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ (Cycle) ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมจะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการสอนต่าง ๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้นดังนี้

1. **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)** ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความรู้เดิมออกมา ครูจะได้รู้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเป็น

อย่างไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้น ๆ

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

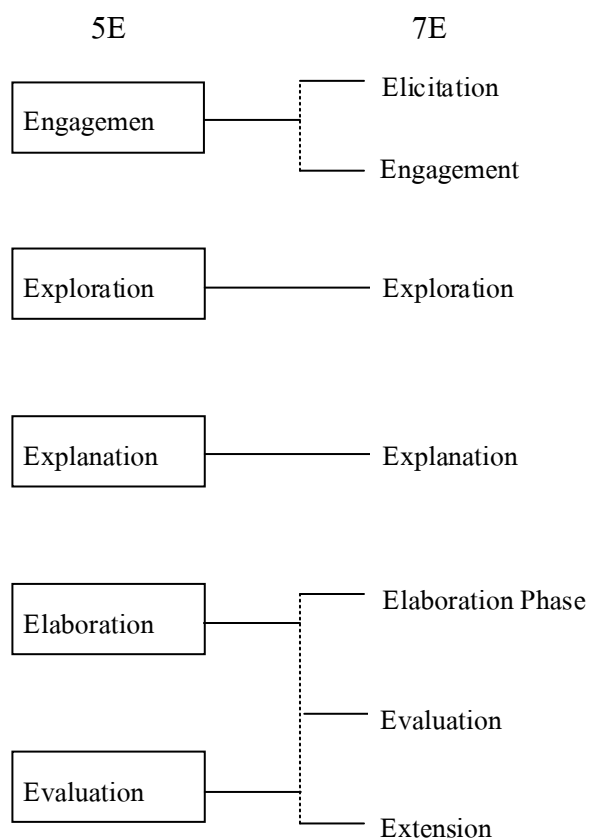
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และ 7 ขั้น ดังภาพ 2-8

(Eisenkraft A. 2003 : 57)



ภาพ 2-8 ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น กับ 7 ขั้น

4.2.3 การจัดการเรียนรู้แบบเอสเอสซีเอส

เอสเอสซีเอส (SSCS) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนการแก้ปัญหาโดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหา เชียเพตต้า และรัสเซล (Chiappetta, E. L., & Russell, J. M. 1982 : 85-93) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การสอนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหานั้นนอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหานั้น ๆ แล้วนักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการในการแก้ปัญหาด้วย นอกจากนี้ดีวี่ (Pizzini, S. & Abell. 1989 : 526) กล่าวว่า การประยุกต์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้กับการแก้ปัญหาโดยใช้กลยุทธ์ของการเรียนแบบการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา การเรียนรู้การแก้ปัญหามีความหมายมากถ้ารู้จักการประยุกต์ใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาต่าง ๆ เพราะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดทางวิทยาศาสตร์กับขั้นตอนทางความคิดของผู้เรียน ดังนั้น พิชซินี่, เซฟาตัน และเอเบล (Pizzini, S. & Abell. 1989 : 523-532) จึงได้พัฒนาแนวทางการเรียนการสอนการแก้ปัญหาโดยมีพื้นฐานมาจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS นี้ได้รวมการสอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ CPS และรูปแบบ IDEAL เข้าด้วยกัน รูปแบบ SSCS มีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นการค้นหา Search (S) หมายถึงการค้นหาปัญหา แยกแยะปัญหาต่าง ๆ ช่วย นักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติที่มีอยู่ในปัญหานั้น และนักเรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยมโนคติของนักเรียนเอง ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้
2. ขั้นการแก้ปัญหา Solve (S) หมายถึงการแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการในขั้นนี้ นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหา รวมไปถึงการวางแผนใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. ขั้นการจัดกระทำคำตอบให้ง่าย Create (C) หมายถึงการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบที่อธิบายให้เข้าใจได้ด้วยภาษาที่ง่าย สละสลวยมาขยายความหรือตัดตอนคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปของคำตอบที่สามารถประเมินความคิดรวบยอดของตนเองได้

4. ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น Share (S) หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยคำตอบที่เกิดขึ้นอาจจะได้รับการยอมรับ หรือไม่ยอมรับก็ได้

4.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ที่มีพลังต้องเกิดจากแรงบันดาลใจของผู้เรียน เมื่อได้เห็น สัมผัส เข้าใจ และ สนุกสนานกับกิจกรรมตามที่ผู้สอนได้ออกแบบการเรียนรู้ และผู้สอนก็คือแรงบันดาลใจหนึ่งของผู้เรียน เพื่อที่จะเป็นหรืออยากจะเป็นบุคคลที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน การออกแบบการเรียนรู้ควรเกิดจากการสื่อสารทั้งสองทางคือผู้เรียนและผู้สอน ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกับการออกแบบและประเมินการเรียนรู้ตามความต้องการที่เหมาะสม (ประสาธต์ เนื่องเฉลิม. 2558 : 143) เมื่อการมีส่วนร่วมเกิดขึ้นก็จะเกิดความรับผิดชอบร่วมกันในกระบวนการเรียนการสอน ผู้เรียนจะรู้สึกเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนการสอนด้วย เรียนรู้ที่จะปรับความคิด ปรับตัวให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ การมอบหมายงาน บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ จึงถือเป็นการฝึกภาวะผู้นำและผู้ตาม และการดำเนินชีวิตแบบประชาธิปไตย แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรมีลักษณะดังนี้

1. การเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ การเรียนรู้จึงจะมีคุณค่าและความหมายที่แท้จริง การเรียนการสอนควรสะท้อนความเป็นจริงของชีวิต โดยที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้มีความน่าสนใจและให้ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้ สถานการณ์ประจำวันได้เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ควรห่างไกลจากความเป็นจริงของชีวิต

2. การสร้างมโนธรรมสำนึก (Mental Model Building) การเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิชา เพื่อให้สร้างความรู้หรือต่อยอดเป็นภูมิปัญญาที่อาศัยการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ด้านพุทธิปัญญาแก่ผู้เรียน พัฒนาให้เป็นคนเก่ง มีความรู้ความสามารถ และเต็มความเป็นมนุษย์ให้สมบูรณ์แก่ผู้เรียน

3. แรงจูงใจภายใน (Internal Motivation) การเรียนรู้ที่แท้จริงต้องเกิดจากฉันทะซึ่งเป็นปัจจัยภายใน (Intrinsic Factor) เป็นกลไกสำคัญในการผลักดันให้เกิดความกระหายใคร่รู้

4. พหุปัญญา (Multiple Intelligences) แนวคิดเรื่องความสามารถหรือเก่งภายใต้ข้อจำกัดแค่สมองซีกซ้ายอย่างเดียวหรือเรียนเก่งในเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตรเท่านั้น การ

ออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษายุคใหม่เชื่อว่าแต่ละคนมีความถนัดหรือปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดแตกต่างกัน สไตล์การเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าครูจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเพียงแค่วิธีเดียว หรือวิธีการสอนเพียงแบบเดียวก็จะไม่สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้ทั้งชั้นเรียน

5. การเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning) การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคม ทุกคนมีบทบาทหน้าที่และมีปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ร่วมกัน

การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ Kolb, D. A. (1984) เป็นการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมว่าสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มี 6 ประการดังนี้

1. การเรียนรู้ที่ดีที่สุดคือการทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์จากกระบวนการไม่ใช่ผลลัพธ์ การเรียนเนื้อหาสาระความรู้เป็นชุดข้อมูลที่ได้รับ การเรียนรู้จึงควรให้ผู้เรียนได้สัมผัสกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการประเมินผลลัพธ์ทางการเรียนด้วยคะแนนผลสัมฤทธิ์

2. การเรียนรู้คือการเรียนรู้ซ้ำ การเรียนรู้ที่ดีต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติ การคิดและการทำซ้ำอยู่บ่อย ๆ เป็นการสร้างความชำนาญ เมื่อผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญในการแก้ปัญหาและเรียนรู้ที่จะค้นหาคำตอบด้วยตนเองด้วยวิธีที่หลากหลายสามารถเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกัน

3. การเรียนรู้ต้องการปรับความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล ความขัดแย้ง ความแตกต่างระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่เป็นแรงขับที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ แสวงหาวิธีการเพื่อนำตนไปสู่การเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ดีหากมีการสะท้อนความคิด การลงมือทำ การเข้าไปสัมผัสประสบการณ์ และการคิดไตร่ตรอง

4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการแบบองค์รวมของการปรับเข้าสู่ภาวะสมดุล การเรียนรู้ไม่ใช่แค่ผลลัพธ์ทางสติปัญญา แต่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล ไม่ว่าจะเป็นการคิด การรับรู้ ความรู้สึก และพฤติกรรม

5. การเรียนรู้เป็นผลมาจากการเสริมสร้างระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายใน ได้แก่ พันธุกรรมและพัฒนาการตามวัย และปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้

จากการศึกษาพบว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง การตัดสินใจ การลงมือทำเพื่อพิสูจน์ ทดลองให้เห็นจริงอธิบายและขยายความด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์

4.4 ระบบการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ประเทศไทยได้พัฒนาการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยการจัดทำสาระและมาตรฐานการศึกษา ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ และวิธีการวัดผลประเมินผล รวมทั้งส่งเสริมให้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการศึกษา จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมากขึ้น ทั้งในระดับนโยบายและระดับผู้ปฏิบัติ มีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากเดิมที่เน้นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาสาระและใช้การวัดผลประเมินผลจากการทดสอบด้วยข้อสอบเป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนในการคิดและลงมือปฏิบัติ และปรับเปลี่ยนแนวทางการวัดผลประเมินผลที่มีการวางแผนการประเมินผลควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้งความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยี รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนด้านจิตวิทยาศาสตร์

4.4.1 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้เป็นระบบ มีขั้นตอนที่เริ่มจากการกำหนดจุดมุ่งหมายด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย ความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ ด้วยวิธีการวัดผลประเมินผลที่หลากหลาย ทั้งการประเมินจากการทดสอบด้วยข้อสอบ และการประเมินตามสภาพจริงจากการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียน ทั้งนี้จะต้องกำหนดเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประเมินได้อย่างเที่ยงตรง การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินจากการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียน และเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตและสังคม ซึ่งผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถ กระบวนการคิด และความรู้สึก การประเมินตามสภาพจริงจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม ประเมินผลงานของตนเอง และใช้วิธีการประเมินอย่างหลากหลายตามสถานการณ์ที่เป็นจริงโดยกระทำอย่างต่อเนื่อง การประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะดังนี้

- 1) เน้นการพัฒนาและการประเมินตนเอง
- 2) ให้ความสำคัญกับการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน
- 3) เน้นการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกเป็นสำคัญ
- 4) ด้านคุณภาพของผลงานที่ได้จากการบูรณาการความรู้และทักษะ
- 5) มีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องตามบริบทของผู้เรียนทั้งที่บ้าน สถานศึกษาและชุมชน
- 6) สนับสนุนการมีส่วนร่วมและมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีการชื่นชมต่อการปฏิบัติงานและผลงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข
- 7) กระทำไปพร้อมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อความเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง
- 8) เน้นการวัดความสามารถในการคิดระดับสูง โดยใช้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ในการตั้งเคราะห์ อธิบาย ตั้งสมมุติฐาน สรุปและแปลผล

4.2.2 การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน

การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน เป็นการประเมินที่จะต้องกระทำด้วยวิธีที่หลากหลายเพื่อให้ได้ผลการประเมินครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้และแสดงออกตามความสนใจ ความถนัดและความชอบ การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนจะมีการทดสอบด้วยข้อสอบอยู่เป็นส่วนหนึ่ง โดยส่วนใหญ่เป็นการประเมินจากพฤติกรรมทุกด้านของผู้เรียน การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนต้องมีการวางแผนเตรียมการ และใช้การประเมินในรูปแบบที่ไม่เป็นทางการ เตรียมการวางแผนให้รอบคอบ ได้แก่

- 1) วิธีการวัดผลประเมินผล ประกอบด้วย กิจกรรมของผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญ กิจกรรมควรมีหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจ และนำมาทดแทนกันได้ เนื่องจากการประมวลผลด้วยวิธีเดียวจะไม่สามารถประเมินผลสมรรถภาพของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุมทุกด้าน
- 2) เกณฑ์การประเมินผลและแบบบันทึก ต้องสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับวิธีการประเมินเกณฑ์การประเมินที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผลการประเมินเป็นที่น่าเชื่อถือ โดยเกณฑ์

การประเมินผลและแบบบันทึกมีลักษณะที่ชัดเจน ใช้สะดวก รวบรวมข้อมูลได้อย่างครอบคลุมตามจุดประสงค์ และสื่อความหมายให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจตรงกัน

3) การแปลความหมายผลการประเมินต้องมีแนวทางหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการลงความคิดเห็นจากข้อมูล สรุปเพื่อจำแนกคุณภาพของงานหรือความสามารถของบุคคลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

4.5 เป้าหมายการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนมีเป้าหมายและแนวปฏิบัติเช่นเดียวกับการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ครอบคลุมทั้งความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสารการนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ รายละเอียดของเป้าหมายและวิธีการประเมินที่หลากหลายทั้งการทดสอบด้วยข้อสอบและการประเมินจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนนั้น มีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดผลประเมินผล จำแนกได้เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1) ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก ทั้งนี้สามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า

2) กระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการ การคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติจริง ที่แสดงออกถึงทักษะเชาวน์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ การประเมินในส่วนของทักษะปฏิบัติใช้วิธีการสังเกตจากพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียนที่มีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน ดังตารางที่ 2-4

ตาราง 2-4 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการและพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน

ทักษะปฏิบัติ	พฤติกรรมแสดงออก
1. การรับรู้	1. ใช้ประสาทสัมผัสเพื่อรับรู้เรื่องราวต่าง ๆ
2. เตรียมความพร้อม	2. มีความพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนการปฏิบัติ
3. การตอบสนอง	3. ลงมือปฏิบัติตามคำแนะนำหรือตามแผนที่วางไว้
4. การฝึกฝน	4. ฝึกฝนทักษะเพื่อเพิ่มความชำนาญ
5. ปฏิบัติจนทำได้	5. ฝึกฝนจนทำได้เองอัตโนมัติ
6. การเชื่อมโยงทักษะ	6. ประยุกต์หรือใช้ทักษะที่ฝึกฝนไว้ให้สัมพันธ์กับทักษะอื่นหรือใช้ร่วมกับทักษะอื่น

3) เจตคติ เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาานพอสมควร การแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติมีการพัฒนาเป็นขั้นตอน ดังตาราง 2-5

ตาราง 2-5 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้านเจตคติและพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน

เจตคติ	พฤติกรรมแสดงออก
1. การรับรู้	1. สนใจและรับรู้ข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	2. ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	3. แสดงความรู้สึกชื่นชอบ และมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียนรู้
4. จัดระบบ	4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบ และบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้หรือปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ	5. เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความพอใจ ศรัทธา และซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะซึ่งบ่งชี้จิตวิทยาศาสตร์ทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.6 แนวปฏิบัติในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ใช้แนวทางการประเมินตามสภาพจริง ด้วยการประเมินอย่างหลากหลายให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน โดยกำหนดวัตถุประสงค์สำคัญประกอบด้วย

1. วินิจฉัยผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยี รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนด้านจิตวิทยาศาสตร์และ โอกาสของการเรียนรู้ เพื่อนำผลการประเมินที่ได้ไปเป็นแนวทางพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพ

2. ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ของสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ผลการตรวจสอบบ่งชี้คุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

3. รวบรวมข้อมูลและจัดระบบสารสนเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ข้อมูลสารสนเทศที่สมบูรณ์ทันต่อการนำไปใช้พัฒนาผู้เรียน พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางกำหนดนโยบายการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ได้มาตรฐานที่สูงยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีความเท่าเทียมกับนานาชาติ

การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวเป็นการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน ที่จะต้องมีเครื่องมือการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพทั้งวิธีการประเมินกิจกรรม เกณฑ์การประเมิน และแบบประเมินเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือการประเมินที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญและกำหนดสาระสำคัญของการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อการเตรียมความพร้อมไว้ก่อนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินสำหรับประเมินผลการเรียนรู้ ตามเป้าหมายทั้งด้านความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. เกณฑ์รวมเป็นเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบภาพรวม แล้วสรุปผลหรือรายงานผลส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญ

2. เกณฑ์ย่อย เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้แบบแยกองค์ประกอบย่อย โดยต้องวินิจฉัยการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างละเอียดและประเมินอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้แนวทางการปรับปรุงหรือพัฒนาผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

4.6.1 การสร้างเกณฑ์การประเมินมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1) กำหนดจุดประสงค์ จุดประสงค์การประเมินต้องกำหนดอย่างชัดเจนและเหมาะสมกับวิธีการประเมินทั้งส่วนของปัญหา เนื้อหาสาระ กิจกรรม และระดับของผู้เรียน

2) กำหนดรายการประเมิน รายการประเมินได้จากการขยายจุดประสงค์ให้มีรายละเอียดครอบคลุมอย่างเพียงพอที่บอกความรู้ ความคิด และความสามารถอย่างแท้จริงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยกำหนดรายการประเมินเฉพาะส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญ ๆ หรืออาจวิเคราะห์แยกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ แล้วจึงกำหนดรายการประเมินตามองค์ประกอบย่อยนั้น

3) กำหนดเกณฑ์การประเมิน เกณฑ์การประเมินที่ใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับประเมินผลงานมีทั้งเกณฑ์ด้านปริมาณหรือจำนวนของผลงาน และด้านคุณภาพของผลงาน การกำหนดเกณฑ์คุณภาพจำเป็นต้องกำหนดพฤติกรรมซึ่งบ่งที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ด้วยการอธิบายลักษณะของผลงานในระดับคุณภาพต่าง ๆ อย่างชัดเจน การอธิบายระดับคุณภาพควรเป็นไปในเชิงบวก คำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียน ความเป็นปรนัย และความยุติธรรม

การประเมินสมรรถภาพเป็นการตัดสินคุณค่าจากข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกต สัมภาษณ์ บันทึกพฤติกรรมการแสดงออกขณะทำกิจกรรมที่สะท้อนสมรรถภาพทุกด้านของผู้เรียน เป็นบันทึกของผู้สอนและบันทึกของผู้เรียนที่ประเมินตนเอง บันทึกสิ่งต่าง ๆ เก็บไว้เป็นระยะ ๆ อย่างเป็นระบบ แล้วนำมาจัดกระทำให้มีความหมายต่อไป นอกจากนี้ข้อมูลการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียนอาจได้จากการใช้แบบสำรวจและแบบสอบถามที่สร้างขึ้น แบบบันทึกผลที่ใช้รวบรวมข้อมูลโดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ

1) แบบสำรวจรายการ เป็นแบบบันทึกผลการสำรวจที่มีรายการสำรวจหรือตรวจสอบการปฏิบัติงาน ผลงาน หรือพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน บันทึกด้วยทางเลือก 2 ทาง เช่น ปฏิบัติ/ไม่ได้ปฏิบัติ ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง ผ่านเกณฑ์/ไม่ผ่านเกณฑ์

2) แบบมาตรฐานระดับหรือมาตราส่วนประมาณค่า แบบบันทึกผลการประเมินที่มีหัวข้อการประเมินทางการปฏิบัติงานและผลงาน โดยมีพฤติกรรมชี้บ่งให้สังเกตได้ บันทึกระดับคุณภาพตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ด้วยเกณฑ์บอกถึงปริมาณและคุณภาพอย่างชัดเจน ข้อมูลจากแบบประเมินลักษณะนี้เป็นสารสนเทศแสดงถึงความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์

4.6.2 แนวปฏิบัติที่เป็นไปได้ในการประเมิน มีดังนี้

1) การประเมิน โดยผู้สอน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ผู้สอนเป็นผู้ดำเนินงานเริ่มตั้งแต่กำหนดจุดประสงค์ สร้างเครื่องมือวัด กำหนดเกณฑ์การประเมินการให้คะแนน และตัดสินผลการเรียนรู้

2) การประเมิน โดยผู้สอนและผู้เรียน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดจุดประสงค์ วิธีการประเมิน เกณฑ์การประเมินและผู้เรียนได้ร่วมประเมินตนเองด้วย โดยผู้สอนคอยดูแล อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติงานและพัฒนาตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3) การประเมินผล โดยผู้เรียน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนดำเนินการด้วยตนเอง ผู้เรียนมีโอกาสและมีอิสระทำกิจกรรมอย่างหลากหลายตามความสามารถ ความสนใจ ความถนัด ประเมินผลงานของตนเอง นำความรู้ไปใช้ และจัดเก็บผลงานอย่างเป็นระบบ ในแฟ้มสะสมงาน ผู้เรียนใช้ความรู้ความทึ่ระดับสูง ลงมือปฏิบัติเรียนรู้ไปตามธรรมชาติและศักยภาพ

4.6.3 การสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ นักการศึกษาให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือไว้ดังนี้

วรรณดี แสงประทีปทอง (2552 : 104-105) ได้อธิบายไว้ว่า การพัฒนาแบบทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการวัด
2. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์
3. กำหนดรูปแบบของข้อเสนอและจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละวัตถุประสงค์
4. เขียนข้อสอบเพื่อวัดตามวัตถุประสงค์นั้น

5. วิจารณ์บททวน (Review) ตรวจสอบว่าวัดตรงตามจุดประสงค์หรือไม่
6. จัดทำแบบทดสอบ เขียนคำชี้แจงในการสอบ
7. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ คุณภาพของการทดสอบและปรับปรุงข้อสอบจนมีคุณภาพดี

บุญศรี พรหมมาพันธุ์และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2545 : 32-33) กล่าวไว้ว่า เครื่องมือที่จะนำไปใช้เก็บข้อมูลนั้น หากต้องการให้เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพแล้วผู้สร้างหรือผู้พัฒนาเครื่องมือจะต้องมีความพิถีพิถันตั้งแต่ขั้นตอนการสร้าง ซึ่งขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูล มีดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวัด ผู้สร้างเครื่องมือต้องระบุวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องมือว่าต้องการข้อมูลอะไรบ้าง มีขอบเขตกว้างเพียงไร อยู่ในสเกลการวัดระดับใด สิ่งที่ต้องการจะเก็บข้อมูลหรือสิ่งที่ต้องการวัดคืออะไร เป็นข้อมูลทางกายภาพหรือข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมของมนุษย์ หากเป็นพฤติกรรม จัดเป็นพฤติกรรมภายนอกหรือภายใน เป็นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือพฤติกรรมด้านจิตพิสัย หรือด้านการปฏิบัติ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้นับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากในการวางแผนสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูล
2. นิยามสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดได้แล้ว จะต้องให้ความหมายหรือนิยามสิ่งนั้นให้ชัดเจนว่าอะไร มีขอบเขตกว้าง แคบมากน้อยเพียงไร
3. เลือกชนิดของเครื่องมือ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลแต่ละชนิดมีลักษณะและจุดเด่นแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เพราะหากเลือกเครื่องมือที่ไม่เหมาะสมแล้วจะทำให้ได้ข้อมูลไม่ครบถ้วนไม่ตรงกับความต้องการได้
4. เมื่อเลือกเครื่องมือได้แล้ว ทำการสร้างเครื่องมือดังกล่าวตามวิธีและขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ นั้น ๆ เพราะเครื่องมือแต่ละชนิดมีรูปแบบและวิธีการสร้างแตกต่างกันไป
5. การทดลองใช้เครื่องมือ เมื่อได้ยกร่างเครื่องมือแล้ว ผู้สร้างเครื่องมือต้องนำยกร่างเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะนำไปเก็บข้อมูลจริง ทั้งนี้เพื่อที่จะได้เทียบเคียงได้ว่าเมื่อนำเครื่องมือไปใช้เก็บข้อมูลในสภาพจริงแล้วเกิดปัญหาใดบ้าง นอกจากนี้การทดลองใช้เครื่องมือเป็นหลักฐานมายืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพดีจริง เหมาะที่จะนำไปใช้จริงต่อไป

6. การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ เป็นการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น และใช้สถิติที่แตกต่างกันออกไปตามธรรมชาติของข้อมูล เช่น ถ้าเป็นแบบทดสอบต้องตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าดัชนีความตรง ค่าความเที่ยง ค่าอำนาจจำแนก ดัชนีความตรงและค่าความเชื่อมั่น

7. การปรับปรุงเครื่องมือ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือเก็บข้อมูลนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการที่จะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกเครื่องมือหรือปรับปรุงเครื่องมือดังกล่าวในส่วนที่ยังบกพร่อง หรือมีคุณภาพไม่ดี

8. การจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ เพื่อให้การใช้เครื่องมือเป็นไปอย่างถูกต้องจึงควรจัดทำคู่มือการใช้ที่ระบุอย่างชัดเจนเกี่ยวกับขอบเขตการวัด ลักษณะของเครื่องมือ วิธีการใช้เครื่องมือ วิธีการให้คะแนน การแปลผลคะแนน

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2544 : 11-16) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดโดยภาพรวมมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยศึกษาพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบนั้น หมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร นักเรียนแสดงออกอย่างไร จึงจะสรุปได้ว่าเขามีพฤติกรรมที่ต้องการวัดแล้ว

2. เลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาในการตรวจสอบ ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาที่สามารถให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจนมากที่สุดเพื่อนำมาใช้ในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

3. การนำความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหา เป็นการนำสถานการณ์หรือเนื้อหาที่เลือกมาทำความเข้าใจและเขียนความคิดรวบยอดของเนื้อหาเพื่อเป็นกรอบความคิดในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

4. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ การเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะปฏิบัติ เพื่อให้ข้อคำถามมีคุณภาพจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

4.1 เขียนข้อคำถามให้ตรงจุดและถามให้ชัดเจน

4.2 คำถามกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย

4.3 ช่วยให้ได้ความคิดในการตอบ

4.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ/วัยของนักเรียน

4.5 เขียนตัวเลือกเกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดตามหลักวิชาเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวลวงทุกตัวจะต้องเป็นตัวลวงที่มีความเป็นไปได้

4.6 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เพื่อเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือวัดที่ใช้นั้นมีคุณภาพอย่างน้อย 3 ประการ คือ ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย และความเที่ยงตรง

จากที่ได้กล่าวมาแล้วผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนสรุปได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หรือ ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาจุดมุ่งหมายแต่ละทักษะ

2. เลือกเนื้อหาที่จะวัดให้เหมาะสมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

3. สร้างตารางนำหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

4. เลือกแนวทางในการออกข้อสอบหรือเลือกใช้สถานการณ์หรือเนื้อหาในการตรวจสอบเพื่อให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. กำหนดความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหาเป็นการนำสถานการณ์หรือเนื้อหาที่เลือกมาทำความเข้าใจและเขียนความคิดรวบยอดเนื้อหาเพื่อเป็นกรอบความคิดในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

6. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ถามให้ตรงจุดและถามให้ชัดเจน

6.2 คำถามกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย

6.3 ช่วยให้ได้ความคิดในการตอบ

6.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ/วัยของผู้เรียน

6.5 เขียนตัวเลือกหรือเกณฑ์การให้คะแนน

6.6 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด

5. แผนการจัดการเรียนรู้

5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

กรมวิชาการ (2546 : 1) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนซึ่งครูเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการใช้สื่อการเรียนรู้หรือแหล่งเรียนรู้ แผนการวัดผลประเมินผล โดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งยึดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ที่กำหนด อันสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 1) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึงแผนการหรือโครงการที่จัดไว้เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อการปฏิบัติการสอนในวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2545 : 409) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นวัตถุประสงค์หลักที่ควรพัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เพื่อให้การจัดการสอนบรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้จึงเปรียบเสมือน โครงร่าง หรือพิมพ์เขียวที่กล่าวถึงประสบการณ์การเรียนรู้ตามหัวข้อการจัดการเรียนรู้และกระบวนการวัดผลที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ส่วนแผนการเรียนรู้จะแสดงการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียน และประสบการณ์การเรียนรู้เป็นรายวัน หรือรายสัปดาห์ ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้จึงเป็นเครื่องมือหรือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามกำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูเตรียมไว้ล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษร ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้จุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น การสอนดำเนินไปอย่างมีระบบ

5.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการสอนมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน ได้มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการสอน ดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 2) กล่าวว่า การจัดทำแผนการสอน มีประโยชน์ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผน และเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอนการเรียนรู้สื่อ เทคโนโลยี และจิตวิทยาการเรียนการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ

2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัด และประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูผู้สอน และครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ

4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัด และประเมินผลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

ชาอุชัย อินทรประวัตติ (2542 : 56) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การกระทำใด ๆ ก็ตามย่อมมีการวางแผนทุกครั้ง ดังนั้น การสอนที่ดีก็ควรมีการวางแผนด้วยเสมอ เพราะการวางแผนที่ดีจะทำให้การทำงานนั้น ๆ บรรลุผลไปแล้วครึ่งหนึ่ง และงานสอนเป็นอาชีพที่มีความสำคัญมาก จึงต้องมีการวางแผนการสอน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง เพราะผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้และรวดเร็วขึ้นอยู่กับการวางแผนที่ดีที่เหมาะสมของครู ซึ่งการวางแผนที่ดีจะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.3 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

สงบ ลักษณะ (2540 : 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน
2. กิจกรรมการเรียนการสอนนำไปสู่จุดประสงค์ได้
3. ผู้เรียนมีโอกาสเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม ครูผู้สอนอำนวยความสะดวก ตามกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม
4. ใช้เนื้อหาใกล้ตัว

5. ครูผู้สอนแสวงหา คิดค้น พัฒนาสื่อร่ายกายอ้อมเขาในท้องถิ่น สื่อเสริมการเรียนรู้ จัดกระบวนการวัดผลและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ใช้ผลเพื่อการพัฒนาต่อไป

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542 : 92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีมี ลักษณะดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่กำหนดทุกข้อ โดยกิจกรรมนอกจาก จะมุ่งส่งเสริมพฤติกรรม และทักษะที่มุ่งเน้นทุกด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจะต้องสร้างมโนทัศน์ ในสาระการเรียนรู้ หรือเนื้อหาที่กำหนดอย่างชัดเจนครบถ้วน และทันสมัย

2. ฝึกกระบวนการที่สำคัญให้ผู้เรียน กิจกรรมการเรียนการสอน ควรเป็นกิจกรรมที่ ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญ ซึ่งกระบวนการในที่นี้ หมายถึง

2.1 การมีขั้นตอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียน ได้แสดงออกหรือปฏิบัติ โดยใช้ร่างกาย ความคิด การพูด ในการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ คือ ได้ความรู้ ความเข้าใจ และเจตคติหลังจาก ทำกิจกรรม

2.2 การปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความสามารถในการปฏิบัติเป็นขั้นตอน คิดตัวไป ใช้ในชีวิตจริง

5.4 ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

สนอง อินละคร (2534 : 31) กล่าวถึงประโยชน์ของการทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เพื่อให้เห็นความต่อเนื่องของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร
2. เพื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน
3. เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนสามารถเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ให้พร้อมก่อน การทำการสอน
4. เพื่อให้ผู้สอนมีความมั่นใจ และเชื่อมั่นในการจัดการเรียนรู้
5. เพื่อให้เกิดการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้จากข้อจำกัดที่พบ
6. เพื่อให้ผู้สอนแทนได้ในกรณีที่มีเหตุจำเป็น
7. เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับการพิจารณาผลงาน และคุณภาพในการปฏิบัติการสอน
8. เพื่อเป็นเครื่องบ่งชี้ความเป็นวิชาชีพของครูผู้สอน

วัฒนาพร ระบุว่าทุกซ์ (2542 : 2) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดทำแผนการสอนดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผน และการเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอน การเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยี และจิตวิทยา การเรียนการสอนผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ
2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัด และประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น
3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูผู้สอน และครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ
4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป
5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

6. แนวคิดเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

ชัยขงศ์ พรหมวงศ์ (2556 : 7-18) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึงสถานะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์

การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 และ พฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องประกอบ ด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของ ผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียน จะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบ กิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินผลหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 เท่ากับ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยทั่วไปผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณา กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพโดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งค่าไว้เป็น 80/80 , 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจ ต่ำสุด ซึ่งเมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอน ไปหา ประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้ผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเด็ก เก่ง ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ประเมินการเรียนจาก กระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลัง เรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรม ระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก ทั้งนี้ E_1 / E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครูผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน โดยจับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ให้ประเมินการเรียนจาก กระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลัง เรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่าง

เรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1 / E_2 ที่ได้มีค่าประมาณ 70/70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้นปกติใช้กับผู้เรียน 30-40 คน ให้จับเวลา ในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการคือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมา คำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและ แบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับผู้เรียนต่างกลุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำจากเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งการยอมรับ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมี 3 ระดับ คือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 25-29) จำแนกวิธีการหาประสิทธิภาพเป็น 2 วิธีคือ

1. การหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือครู โดยจะใช้แบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญ หรือครูพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระ และเทคนิคการจัดทำสื่อ นั้น ๆ แบบประเมินอาจเป็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือเป็นแบบเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย สรุปผลเป็นความถี่ แล้วอาจทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ด้วยค่าไค-สแควร์

2. การหาประสิทธิภาพโดยผู้เรียน มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู แต่เน้นการรับรู้คุณค่าที่ได้จากการเรียนเป็นสำคัญ ประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรง พิสูจน์คุณภาพ และคุณค่าของสื่อการสอนนั้น ๆ โดยจะวัดว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรขึ้นบ้าง เป็นการวัดเฉพาะผลที่เป็นจุดประสงค์ของการสอน โดยใช้แบบฝึกทักษะนั้น จำแนกได้เป็น 2 วิธี คือ

2.1 กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ เช่น เกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90

2.2 ไม่ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า แต่จะพิจารณาการเปรียบเทียบผลการสอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หรือเปรียบเทียบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย แบบฝึกทักษะนั้นสูงกว่า หรือเท่ากับสื่อหรือเทคนิคการสอนอย่างอื่นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบแบบที (t-test)

จากการศึกษาในข้างต้นผู้วิจัยสรุปว่าการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้คือคุณภาพ ด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่อคะแนนเต็มของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด งานที่ทำระหว่างเรียน ทั้งกิจกรรมในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน แบบทดสอบหลังเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่อคะแนนเต็มของผู้เรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2) เนื้อหาเป็นทักษะจึงกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

แสงเดือน เจริญนิม (2552 : 202-210) รายงานผลการวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยรูปแบบการสอน 6 ชั้น ประกอบด้วย 1) ชั้นสำรวจความรู้เดิม 2) ชั้นเร้าความสนใจ 3) ชั้นทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน 4) ชั้นตรวจสอบมโนทัศน์ 5) ชั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ และ 6) ชั้นประเมินผล ที่เป็นวงจรการเรียนรู้เน้นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบดังกล่าวถูกนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2552 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ทั้งนี้กระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนให้เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ชั้นเร้าความสนใจผู้เรียนจะเกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและพยายามปรับ โครงสร้างทางปัญญาแล้วนำไปสู่การพัฒนาต่อองค์ความรู้ที่ถูกต้อง ทั้งนี้ในขั้นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนจะเป็นขั้นที่แสดงให้ทราบถึงความรู้ที่ผู้เรียนมีมาก่อน และเป็น โอกาสอันดีที่ครูจะได้ทราบถึงความรู้ที่ผู้เรียนมีมาก่อน และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน การเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้หาคำตอบจากคำถามด้วยการปฏิบัติจริง การทดสอบผลการ

ทำนาย การตั้งสมมติฐาน การอภิปรายร่วมกัน โดยที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก สร้างบรรยากาศทางการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกันจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับคำตอบที่ชัดเจนของมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ

พัชรี โปชนา (2559 : 103-108) รายงานผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติวิชาชีววิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลอง เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกวางแผน ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันจนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง มีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำซึ่งเป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมการตอบคำถามต่าง ๆ 2) ขั้นทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์ 3) ขั้นสร้างองค์ความรู้ใหม่ ที่มีกิจกรรมการอภิปรายแล้วผู้เรียนที่มีความรู้เดิมและสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รู้จักวางแผนและออกแบบการทำกิจกรรมจนสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองและได้ฝึกการสังเกตการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล 4) ขั้นนำความรู้มาอภิปรายผลร่วมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอน เพื่อแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน จนสามารถจัดระบบขององค์ความรู้และเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จนนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น และ 5) ขั้นประเมินผล โดยครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ซึ่งการสร้างองค์ความรู้จากความรู้เดิมที่มีอยู่ของผู้เรียนนอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้วยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ปทุม ช่องคันปอน (2558 : 65-67) รายงานผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องนิวเคลียร์ โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ เป็นการจัดการเรียนรู้หมุนเวียนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why-What-How-It) แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา สลับกันไป ขั้นตอนการเรียนรู้มี 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน 2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ 3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด 4) ขั้นพัฒนาความคิด

จากข้อมูลเพิ่มเติม 5) ชั้นลงปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้และสร้างผังมโนทัศน์ 6) ชั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง 7) ชั้นวิเคราะห์คุณค่าและการนำประยุกต์ใช้ปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ 8) ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่นเพื่อนำมาประยุกต์เป็นผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวถูกนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 พบว่าการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดการเรียนรู้ที่เน้นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

วันวิสา ภัคดี (2557 : 99-102) รายงานผลการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ แบบ SSCS ร่วมกับของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ชั้นทำความเข้าใจและสำรวจปัญหา ชั้นสถานการณ์โจทย์ ชั้นวางแผนลงมือแก้ปัญหาโจทย์ ชั้นดำเนินการตามแผนที่กำหนดและชั้นตรวจสอบคำตอบ รูปแบบดังกล่าวถูกนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลบ้านย่านยาว จังหวัดพังงา ในปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 1 ผลการทดลองพบว่ารูปแบบการสอนดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนสามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาโจทย์ได้ด้วยตนเอง โดยการมองเห็นภาพการใช้จินตนาการวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับโจทย์จนทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหตามลำดับขั้นตอนตามแนวทางที่วางไว้ ทั้งนี้รูปแบบการเรียนรู้ แบบ SSCS ร่วมกับของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ กิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ มีการทบทวนความรู้เดิม ใช้กระบวนการที่กระตุ้นและเสริมสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทำให้มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อกัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

นพพล นนทภา (2558 : 39-53) กล่าวว่า วิชาที่ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเป็นอุปสรรคในการเรียนเนื้อหาใหม่และเป็นอุปสรรคในการทบทวนเนื้อหาเดิม ทั้งนี้พบว่า การพัฒนาทวิวิธีในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเผชิญกับสถานการณ์จริงทางความคิดจากคำถาม ปัญหาทางพีชคณิตที่ผู้วิจัยสร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนที่ 2 แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่ ขั้นตอนการให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและตรวจสอบมโนทัศน์ และขั้นตอนการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ไปประยุกต์ใช้กับความรู้อื่น ๆ ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และเสนอแนะแนวทาง วิธีการในการแก้ปัญหาของตนเองเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของผู้เรียน และการแนะนำมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตที่ต้องการต่อไป

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 142-149) ได้พัฒนาการเรียนรู้ที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare : P) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนทบทวนเรื่องเดิมที่เรียนผ่านมา โดยวิธีการตั้งคำถาม หรือทดสอบย่อยแล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engage : E) เป็นขั้นสร้างแรงจูงใจ ทำท่ายให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาและกระจ่างมโนทัศน์ (Conceptualize : C) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างมโนทัศน์ ขั้นแลกเปลี่ยนมโนทัศน์และขั้นกระจ่างมโนทัศน์ ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Apply : A) เป็นขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ขั้นการวิเคราะห์วางแผน 2) ขั้นปฏิบัติการแก้ปัญหา และ 3) ขั้นตรวจสอบคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองในภาพรวมและรายด้านทุกด้านสูงกว่าก่อนทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้ยังพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์จะต้องจัดให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมทดลอง หรือกิจกรรมประเภทลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นกิจกรรมสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ได้ นอกจากนี้กระบวนการกลุ่มและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติและสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องพิจารณาความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้สึก และตั้งคำถามอย่างสม่ำเสมอเพื่อทำให้อำนาจมโนทัศน์ของนักเรียนชัดเจนขึ้น

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ และคณะ (2555 : 1-11) ศึกษาโนมคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมคติของนักเรียนในแต่ละมโนติก่อนและหลังได้รับ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจ โหมดิของนักเรียน ใน 7 มโนมติหลักได้แก่ แรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ น้ำหนัก กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ พบว่า ก่อน ได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจ โหมดิหลายระดับมีตั้งแต่ระดับ คลาดเคลื่อนมากถึงระดับที่มีความเข้าใจสมบูรณ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนมติที่ คลาดเคลื่อนลดลงและมีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนความ เข้าใจ โหมดิเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจ โหมดิของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.66 และ 65.09 ตาม ลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง คะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Xinxin F. (2015 : 129-131) รายงานผลการศึกษาประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเชิงโต้ตอบเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (ILIS) ของนักเรียนเกรด 10 ในวิชา ฟิสิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาบนพื้นฐานการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ชั้น ภายใต้กรอบคำถามการวิจัย 1) อะไรคือประสิทธิผลของแนวทาง ILIS โมเดล ข้อเสนอแนะของครูและนักเรียน 2) นักเรียนและครูเข้าใจการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ เกี่ยวกับการปฏิบัติงานผ่านวิธีการของ ILIS อย่างไร โดยมีรูปแบบการเรียนรู้ ตามขั้นตอนที่ 1 ขั้นชี้แจงและทำความเข้าใจ (Elicitation and Clarification) โดยครูชี้แจงนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน ด้วยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการตั้งสมมติฐานและการคาดเดาคำตอบของ สมาชิกในกลุ่ม ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบ (Testing Prediction) ด้วยการทำแบบทดสอบ ทำไปงานและ เปรียบเทียบผล ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบายและการเชื่อมโยงมโนทัศน์ (Elucidation and Link) และขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบการเรียนรู้และทดสอบหลังเรียน (Metacognitive Evaluation and Further Test) โดย ทำการทดลองกับนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มเรียนรู้แบบปกติ โดยเปรียบเทียบผลการเรียน

ของ ILIS เปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนตามปกติซึ่งได้รับความรู้จากการบรรยายทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปและแบบทดสอบ การเข้าร่วมกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับห้องเรียน ILIS เช่นกิจกรรมการมีส่วนร่วมและกิจกรรมการประเมินผล ในทางตรงกันข้ามวัตถุประสงค์ของกิจกรรมคือการทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากบทเรียนล่าสุด กิจกรรมการประเมินขึ้นอยู่กับ การตรวจสอบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์จากตำราเรียน ผลงาน การทำแบบทดสอบนำมาใช้เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องได้หรือไม่ ความแตกต่างระหว่างสองวิธีการสอนคือการเรียนการสอนแบบเดิมกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำของครูมากกว่าการพัฒนาความสนใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีความเข้าใจเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ทักษะกระบวนการของนักเรียนมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ขั้นตอนเชิงคุณภาพเกี่ยวข้องกับการสัมภาษณ์ครูสามคนและนักเรียนหกคน พบว่าวิธีการของ ILIS มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าวิธีการของ ILIS เป็นวิธีการสอนและการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ในการเสริมสร้างมโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

Koponen, T. Ismo and Laura H. (2014 : 2227-2254) วิจัยการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า แนวคิดในการเรียนฟิสิกส์และการแก้โจทย์ปัญหาทั่วไปคือการพัฒนาและแยกแยะในกระบวนการเรียนรู้ การพัฒนามโนทัศน์ ส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้คือการปรับองค์ความรู้ใหม่เพื่อให้ความรู้และมโนทัศน์ของนักเรียนเปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้อง การศึกษาครั้งนี้เสนอมุมมองในการพัฒนามโนทัศน์โดยการพัฒนาจากระดับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ไปจนถึงระดับมโนทัศน์ใหม่ ทั้งนี้พบว่ามโนทัศน์เป็นเรื่องที่ซับซ้อนฝังตัวผู้เรียนที่มีมาก่อนจะเข้าห้องเรียนให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น ภายใต้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกัน 3 ข้อ คือ 1) แนวความคิดของมโนทัศน์เดิม 2) มโนทัศน์เกี่ยวกับระบบความรู้ และ 3) กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ เน้นการสร้างมโนทัศน์ขึ้นภายในตัวผู้เรียน (Concept-Constructs) การกำหนดโครงสร้าง (Determinate Constructs) และการกำหนดสมมุติฐาน (Hypothesis-Constructs) ผลการวิจัยพบว่าในกระบวนการพัฒนามโนทัศน์ด้านความรู้เชิงสาเหตุที่ความเชื่อมโยงกันของระบบองค์ความรู้ มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ทั้งนี้ความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเป็นสาเหตุสำคัญต่อการพัฒนามโนทัศน์ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้นและการทำงานเป็นทีมจะมีผลต่อการเรียนรู้อย่างมาก ทั้งนี้

การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการพัฒนาความรู้ความเข้าใจให้เป็นพลวัตพัฒนาความรู้ในส่วนที่เล็กและพัฒนาต่อเนื่องไปสู่โครงสร้างความรู้ที่เชื่อมโยงกันให้มากขึ้น

Surif J. et al. (2012 : 416-425) ได้รายงานผลการพัฒนามโนทัศน์และขั้นตอนการนำความรู้สู่การแก้ปัญหาในวิชาเคมี กับนักเรียน 200 คน ใน 4 โรงเรียน เพื่อศึกษาระดับมโนทัศน์และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีระดับมโนทัศน์ค่อนข้างต่ำ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการมีมโนทัศน์ที่ต่ำสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการนำความรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ทางวิชาเคมี ดังนั้นครูต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ชัดเจน และถูกต้องในเนื้อหา ด้วยรูปแบบการเรียนรู้บนพื้นฐานการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (Inquiry Approach) ดังนี้ 1) ขั้นเริ่มต้น (Preliminary Phase) สำรวจความรู้พื้นฐาน ความขัดแย้งทางปัญญาของผู้เรียนเพื่อค้นหาทางเลือกที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Focus Phase) เลือกทางที่สนใจและให้กลุ่ม หรือผู้เรียนอภิปรายแนวทางปฏิบัติให้ชัดเจน 3) ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Challenge Phase) และ 4) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application Phase)

Caliskan S. et al. (2009 : 2239-2243) ศึกษาผลของกลยุทธ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การเรียนการสอนกับนักเรียน กรณีการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การทำงานและการใช้กลยุทธ์ 3 ขั้นคือ 1) เทคนิค WPE (Writing Physics Examination) 2) เทคนิค PPSR (Physics Problem Solving Rubric) และ 3) เทคนิค PPSSS (Physics Problem Solving Strategies Scale) การวิจัยนี้ทำการทดลองกับกลุ่มทดลองควบคุมและกลุ่มควบคุมที่มีลักษณะคล้ายกัน ในกลุ่มทดลองได้นำหลักสูตรการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมมาใช้ร่วมกับการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมเท่านั้น ตัวแปรอิสระในการวิจัยคือการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตัวแปรตามคือผลการปฏิบัติงานของนักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการใช้กลยุทธ์ เมื่อสิ้นสุดการวิจัยพบว่าการสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีผลในเชิงบวก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ นักเรียนควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้กลยุทธ์ใหม่ ๆ จากครูผู้สอนสม่ำเสมอ

ผลจากการศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสาระสำคัญของหลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยศึกษาตามหลักการและแนวคิด จอยส์และวีล (Jovec & Weil) กานเย (Gagne) เพียเจต์ (Piaget) กานเยและบริกส์ (Gagne and Briggs) ทฤษฎีการเรียนรู้สร้างสรรค์ความรู้ ระบบการเรียนรู้ของเคมพ์ (Kemp, 1977) ประยุกต์ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) จากแนวคิดระบบการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทซินสกี การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นหลักในการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) การเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นก็ได้ และผลการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นอยู่กับสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2 ความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และความอยากรู้อยากเห็นเป็นกลไกหลักที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดลอม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดการไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้าง โครงสร้างใหม่ทางปัญญา

3. พัฒนาทางเขาวัวปัญหาของบุคคลที่ปรับเปลี่ยนผ่านทางกระบวนการชิมชั้บและกระบวนการปรับ โครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและชิมชั้บข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือ โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้นบุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยที่ครูต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีการปรึกษาหารือ การออกแบบการเรียนรู้ร่วมกัน มีการทำงานเป็นทีม เน้นการพึ่งพาอาศัยกันในทางบวก การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดใน

ระหว่างการทำงานกลุ่ม การทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และอธิบายความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มฟัง และมอบหมายให้ทุกคนมีความรับผิดชอบ โดยมีครูเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจทางการเรียนรู้ เป็นต้นแบบ ชี้แนะกระบวนการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ รวมทั้งจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการทัศน์การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

5. การเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

5.1 วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การพัฒนามโนทัศน์ (Concept Development) และการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application)

5.2 วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของ BSCS ประกอบด้วย การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ (Explore) การอธิบาย (Explain) การขยาย (Extend) และการประเมิน (Evaluate)

5.3 การจัดการเรียนรู้แบบ 7E ประกอบด้วย การตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ (Explore) การอธิบาย (Explain) การเพิ่มรายละเอียด (Elaborate) การประเมิน (Evaluate) การขยาย (Extend)

จากการศึกษาหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นใหม่ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการเรียนรู้ เป็นขั้นตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้แสดงความรู้เดิม ตรวจสอบความรู้เดิมของนักศึกษาและเติมเต็มประสบการณ์เดิม ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการแยกแยะประเด็นของปัญหา กำหนดประเด็นให้ชัดเจน และการค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการดำเนินงานเพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหา การวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อสำรวจตรวจสอบ เป็นการกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ในการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบ การให้ข้อเสนอแนะการให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการประยุกต์ใช้มโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นตอนการส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ แสดงหลักฐานให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ส่งเสริมให้อธิบายความคิดรวบยอดตาม

ความเข้าใจของตัวเอง ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ และการใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่

ขั้นตอนที่ 5 ขยายความรู้ เป็นการนำแนวความคิดที่ได้ไปค้นคว้าเพิ่มเติม ปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ ปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท เปิดโอกาสให้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย อ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดง หลักฐาน และตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นตอน 6 ขึ้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 7 ขนนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นการนำความรู้สู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ขยายความรู้สู่งานอาชีพ และแนวทางในการนำความรู้ไปสร้างองค์ความรู้ใหม่

ผู้วิจัยคาดหวังว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนามโนทัศน์และการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีความพร้อมในการดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในโลกยุคปัจจุบัน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม กำหนดชื่อเรียกว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวិชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 โดยตัวย่อ PSC4E มาจากคำเต็ม ดังนี้

P : Preparation	ขั้นที่ 1 คือ	ขั้นเตรียมการเรียนรู้
S : Search	ขั้นที่ 2 คือ	ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
C : Create	ขั้นที่ 3 คือ	ขั้นออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อสำรวจตรวจสอบ
E : Explain	ขั้นที่ 4 คือ	ขั้นอธิบาย
E : Elaborate	ขั้นที่ 5 คือ	ขั้นขยายความรู้
E : Evaluation	ขั้นที่ 6 คือ	ขั้นประเมินผล
E : Extend	ขั้นที่ 7 คือ	ขั้นนำความรู้ไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชา วิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความเข้าใจ มโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ งานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วย วิธีปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ การผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 4) ประเมิน ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แนวทางการวิจัยและพัฒนา แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Research- R₁ : Analysis)

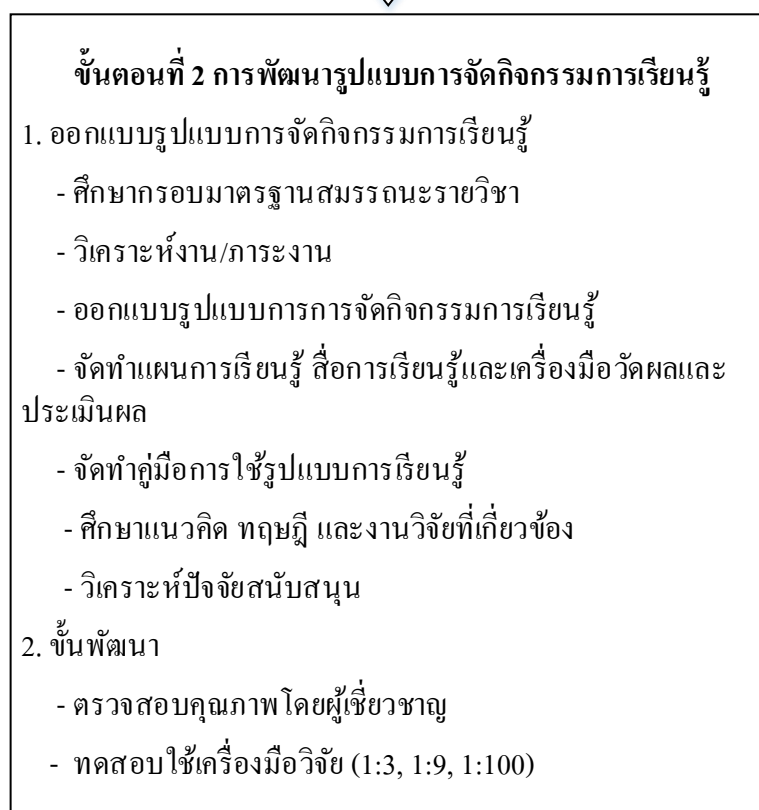
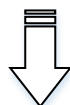
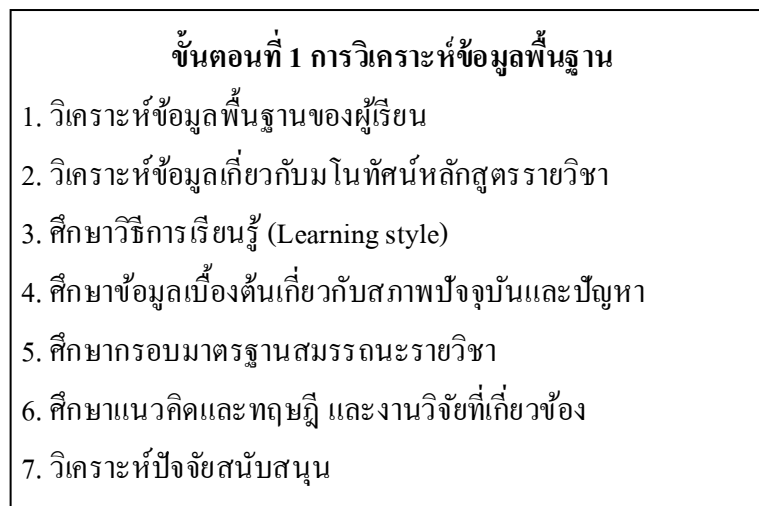
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Development- D₁ : Design and Development)

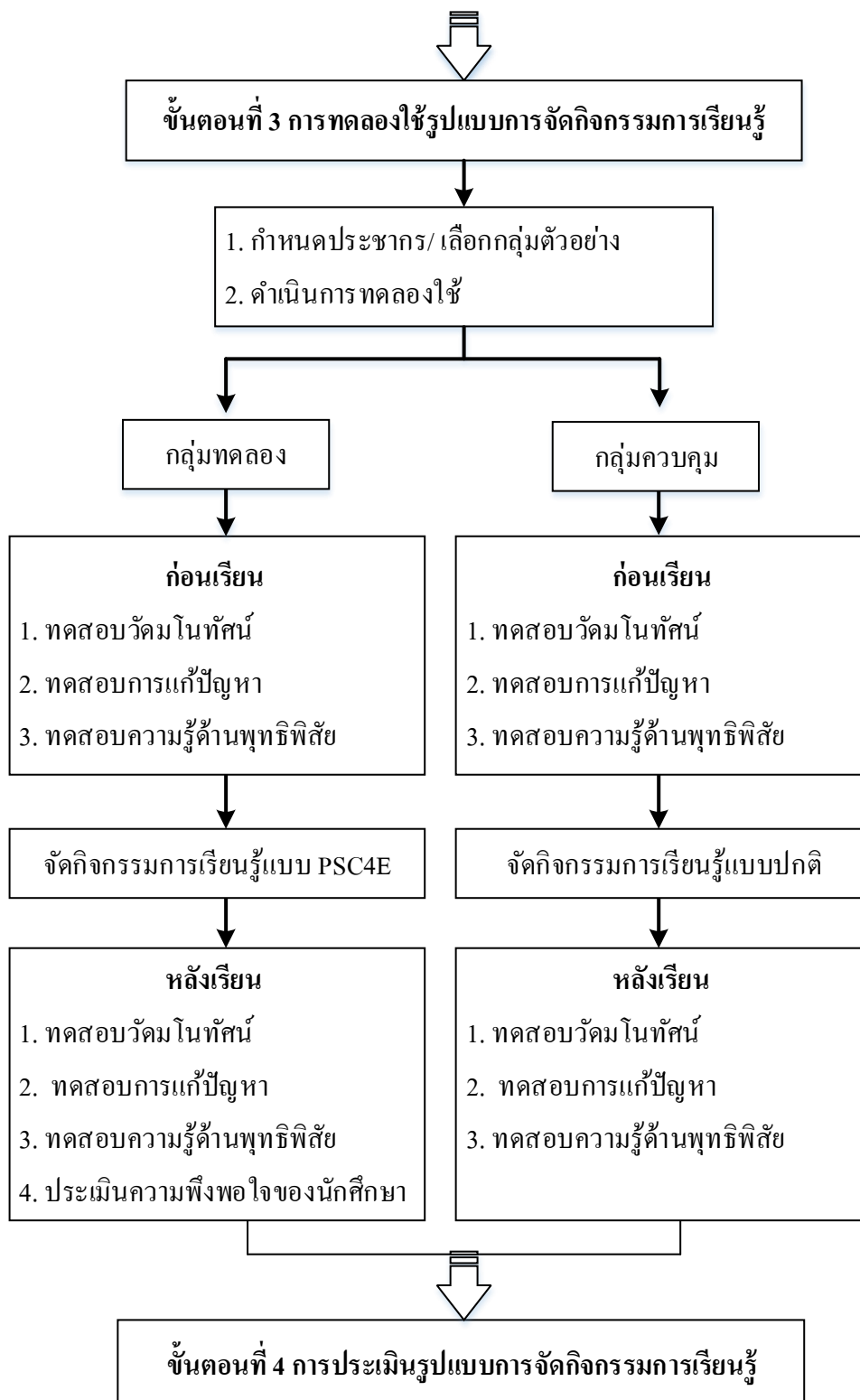
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Research- R₂ : Implementation)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Development- D₂ : Evaluation)

1. กรอบดำเนินการวิจัย

กรอบดำเนินการวิจัย ดังภาพที่ 3-1





ภาพ 3-1 กรอบดำเนินการวิจัย

2. ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1. วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและนำข้อมูลมาใช้กำหนดขอบเขตและเป้าหมายการพัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้

2. วิธีดำเนินการ

ศึกษาขอบเขตและเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน โดยศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ศึกษาสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษา ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาของการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลมากำหนดเป้าหมายในการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา และการตรวจสอบความเป็นไปได้โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียน โดยศึกษาข้อมูลจากงานทะเบียนและงานวัดผลและประเมินผลการศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ผลการทดสอบมาตรฐานการศึกษา (V-NET) ปีการศึกษา 2558

2.2 วิเคราะห์มโนทัศน์รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เพื่อกำหนดขอบเขตในการวิจัย และกำหนดจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้

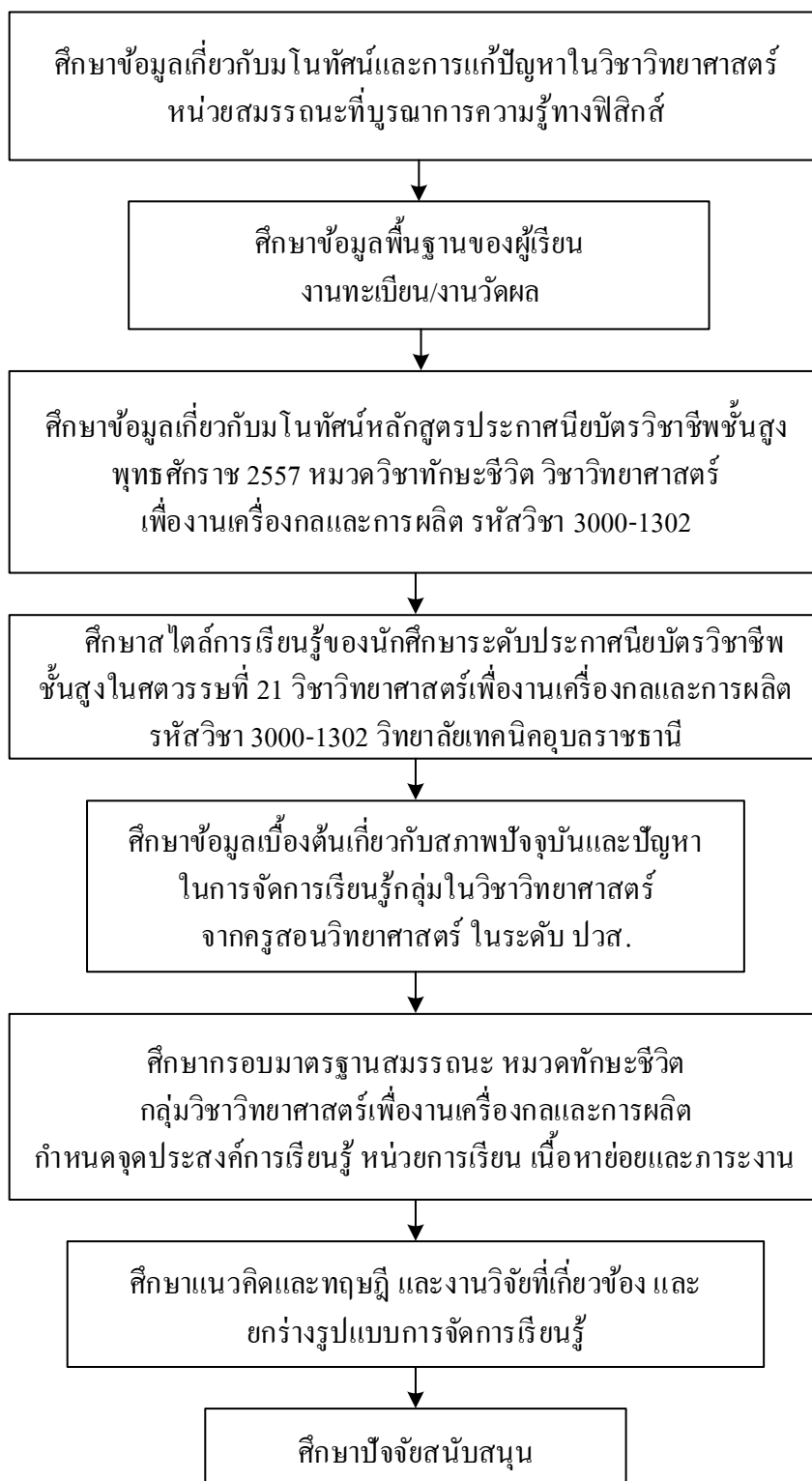
2.3 ศึกษาสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในศตวรรษที่ 21 วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เท่าทันกับธรรมชาติของผู้เรียน ธรรมชาติของสื่อการเรียนรู้ซึ่งจะส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพต่อไป

2.4 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและปัญหาในการจัดการเรียนรู้หมวด วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงาน อาชีพ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ด้านมโนทัศน์และการ แก้ปัญหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพปัจจุบันและปัญหาในการจัดการเรียนรู้โดยรวบรวมข้อมูล จากเอกสารงานวิจัย การสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 คน แล้วนำข้อมูลมากำหนด แนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

2.5 ศึกษากรอบมาตรฐานสมรรถนะ วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและใน งานอาชีพ โดยศึกษาจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา เพื่อกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดหน่วยการเรียนรู้ กำหนดเนื้อหาย่อยและภาระงาน

2.6 วิเคราะห์ปัจจัยสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อบรรยากาศในการพัฒนามโน ทัศน์และการแก้ปัญหา ระบบการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ของวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี โดย วิเคราะห์จากเอกสารงานวิจัย และสอบถามครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

2.7 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget Theory of Intellectual Development) ทฤษฎีการ เรียนรู้ของกานเย (Gagne Theory of Learning) โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทซินสกี (The Lesley and Kaczynski Model) ทฤษฎีการเรียนรู้ของจอยส์และวิลส์ กระบวนการพัฒนามโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาแบบการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาของผู้เรียน ยก่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการตามแผนภาพที่ 3-2



ภาพ 3-2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ดังตาราง 3-1

ตาราง 3-1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ลำดับขั้น	วัตถุประสงค์	วิธีศึกษา	แหล่งข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียน	ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียน	วิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียน	ศึกษาข้อมูลงานทะเบียนและงานวัดผลและประเมินผลการศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ผลการทดสอบมาตรฐานการศึกษา (V-NET) ปีการศึกษา 2558	วิเคราะห์เนื้อหา
2. วิเคราะห์มโนทัศน์รายวิชา	วิเคราะห์มโนทัศน์เพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาย่อย	วิเคราะห์เอกสาร	หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302	สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย
3. ศึกษาศึกษาสไตส์การเรียนรู้ของนักศึกษา	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เท่าทันกับธรรมชาติของผู้เรียน	นักศึกษาตอบแบบสอบถาม	นักศึกษาที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 3-1 (ต่อ)

ลำดับขั้น	วัตถุประสงค์	วิธีศึกษา	แหล่งข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
4. ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ระดับ ปวส.	เพื่อศึกษาสภาพปัญหา	การสัมภาษณ์	ครูสอนวิทยาศาสตร์ระดับ ปวส.	วิเคราะห์เนื้อหา
5. ศึกษากรอบมาตรฐานสมรรถนะ วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิตรหัสวิชา 3000-1302	เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดหน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์เนื้อหาย่อย	วิเคราะห์เอกสาร	หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิตรหัสวิชา 3000-1302	วิเคราะห์เนื้อหา
6. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนามโนทัศน์ ศึกษา รูปแบบการเรียนรู้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามโนทัศน์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ขกร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้	วิเคราะห์เอกสาร	เอกสารและงานวิจัย	วิเคราะห์เนื้อหา
7. ศึกษากระบวนการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้	ศึกษากระบวนการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อบรรยากาศในการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา	วิเคราะห์เอกสาร	เอกสารงานวิจัย ข้อมูลงานสื่อการเรียนรู้	สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 แบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ของนักศึกษา (Learning Style) จำนวน 1 ฉบับ วิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 แบบสัมภาษณ์สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 1 ฉบับ วิเคราะห์เนื้อหา แล้วนำเสนอในรูปแบบการบรรยายเชิงคุณภาพแบบพรรณนาความ (Journal Writing)

4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

4.1 แบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ของนักศึกษา

การพัฒนาแบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ของนักศึกษาดำเนินการสร้างดังนี้

4.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถาม จาก สิดานันท์ ศรีวรรณ (2556: 58-62) และแสงเดือน นิมเจริญ (2552 : 234-239)

4.1.2 ยกร่างแบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยผู้วิจัยได้นำรูปแบบของแอนโทนี กราชาและไรซ์แมน (Grasha & Reichman) มาปรับปรุงเพื่อให้เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ได้แบบสอบถาม 6 แบบได้แก่ 1) แบบอิสระ (Independent) 2) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) 3) แบบร่วมมือ (Collaborative) 4) แบบพึ่งพา (Dependent) 5) แบบแข่งขัน (Competitive) 6) แบบมีส่วนร่วม (Participant) จำนวน 30 ข้อ

4.1.3 นำยกร่างข้อคำถามพบผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรและการสอน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความชัดเจน ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และข้อเสนอแนะวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเลือกข้อคำถามที่มีค่าคะแนนเฉลี่ย 0.60 ขึ้นไป

4.1.4 ผลการประเมินความตรงตามเนื้อหาของข้อคำถาม ได้แบบสอบถาม จำนวน 30 ข้อ แบ่งกลุ่มข้อคำถามในแบบสอบถามตามสไตล์การเรียนรู้ ดังตารางที่ 3-2

ตาราง 3-2 กลุ่มข้อความในแบบสอบถาม แบ่งตามสไตล์การเรียนรู้

สไตล์การเรียนรู้	ข้อที่				
	1. แบบอิสระ	1	6	12	20
2. แบบหลีกเลี่ยง	2	7	16	22	23
3. แบบร่วมมือ	3	8	13	24	25
4. แบบพึ่งพา	4	9	17	26	27
5. แบบแข่งขัน	5	10	14	18	28
6. แบบมีส่วนร่วม	11	15	19	29	30

4.1.5 นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล (สาย ม.6 กลุ่มเรียนที่ 9-10) วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 10 คน เพื่อพิจารณาความแจ่มชัดของข้อความตรวจสอบภาษาที่ใช้ และพิจารณาเวลาที่ใช้ในการตอบแบบสอบถาม หลังจากตอบแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อย ทำการสัมภาษณ์ผู้ตอบเกี่ยวกับความเข้าใจข้อความต่าง ๆ ปัญหาที่พบขณะตอบแบบสอบถาม และให้วิจารณ์แบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลมาพิจารณาปรับปรุง ได้แบบสอบถาม จำนวน 30 ข้อ

4.1.6 นำไปสอบถามนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล (สาย ม. 6 กลุ่มเรียนที่ 9-10 และ กลุ่มเรียน 7-8) รวมจำนวน 50 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 82-84)

มีความชอบมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
มีความชอบมาก	ให้ 4 คะแนน
มีความชอบปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
มีความชอบน้อย	ให้ 2 คะแนน
มีความชอบน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

การนำค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประเมินความคิดเห็นของ บุญชม ศรีสะอาด. (2545 : 82-84) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 - 5.00	แปลความว่า	มีความชอบมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 - 4.50	แปลความว่า	มีความชอบมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 - 3.50	แปลความว่า	มีความชอบปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 - 2.50	แปลความว่า	มีความชอบน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.50	แปลความว่า	มีความชอบน้อยที่สุด

จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย แบบ Pearson ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) และพิจารณาค่าอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง -1 ถึง +1 (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 99) และค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (Cronbach's Alpha Coefficients) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 (ภาคผนวก ข : 244-256)

4.1.7 จัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เก็บข้อมูลกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล (สาย ม. 6 กลุ่มเรียนที่ 1-2 กลุ่มเรียนที่ 3-4 และ กลุ่มเรียน 5-6) ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 จำนวน 100 คน ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 แล้วนำผลการวิจัยไปเป็นข้อมูลประกอบการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4.1.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการตอบแบบสอบถามนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 จำนวน 100 คน พบว่า นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีความชอบต่อสไลด์การเรียนรู้แต่ละสไลด์อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับมาก เรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย ได้แก่ แบบร่วมมือ แบบฟังพา แบบมีส่วนร่วม แบบแข่งขัน แบบอิสระ และ แบบหลีกเลี่ยงตามลำดับ (ภาคผนวก ข : 257-260)

4.2 แบบสัมภาษณ์สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบสัมภาษณ์สภาพปัจจุบันและปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำหรับครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์สถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ดำเนินการสร้างดังนี้

4.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์

4.2.2 ยกร่างประเด็นคำถาม

4.2.3 นำยกร่างประเด็นคำถามไปพบผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรและการสอน จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบประเด็นคำถามที่เกี่ยวกับสภาพปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

+1 คือ แน่ใจว่าประเด็นที่นำเสนอมีความตรงตามเนื้อหา

0 คือ ไม่แน่ใจประเด็นที่นำเสนอมีความตรงตามเนื้อหา

- 1 คือ แน่ใจประเด็นที่นำเสนอไม่มีความตรงตามเนื้อหา

คำนวณหาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา โดยใช้สูตร

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

4.2.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา คัดเลือกประเด็นการวิเคราะห์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.8 ถึง 1.0 และปรับปรุงรายละเอียดประเด็นคำถามให้มีความชัดเจน

4.2.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปสัมภาษณ์ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถานศึกษาในสังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 (ภาคผนวก ข : 235-239)

4.2.6 แบบสัมภาษณ์สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แล้วนำเสนอในรูปแบบการบรรยายเชิงคุณภาพแบบพรรณนาความ (Journal Writing) (ภาคผนวก ข : 240-243)

3. ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

1. จุดประสงค์

เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2. วิธีดำเนินการ

วิธีดำเนินการประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ตอน ดังนี้

- 2.1 การออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2.2 การพัฒนาเครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

ตอนที่ 2.1 การออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557
2. วิเคราะห์งาน ภาระงานและวิธีประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
3. กำหนดเนื้อหาและกระบวนการในแต่ละภาระงาน เพื่อตรวจสอบความรู้และกระบวนการที่จะนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา
4. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผลการศึกษาวิธีการเรียนรู้ที่นักศึกษามีความชอบมากที่สุดเป็นหลักเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หน่วยสมรรถนะบูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ โดยนำทฤษฎีการเรียนรู้และสไตล์การเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบพึ่งพา แบบมีส่วนร่วม เป็นหลัก รวมทั้งรูปแบบการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นกรอบแนวคิด
5. กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้แล้วนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในศตวรรษที่ 21

วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
มากำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในประเด็นสำคัญได้แก่

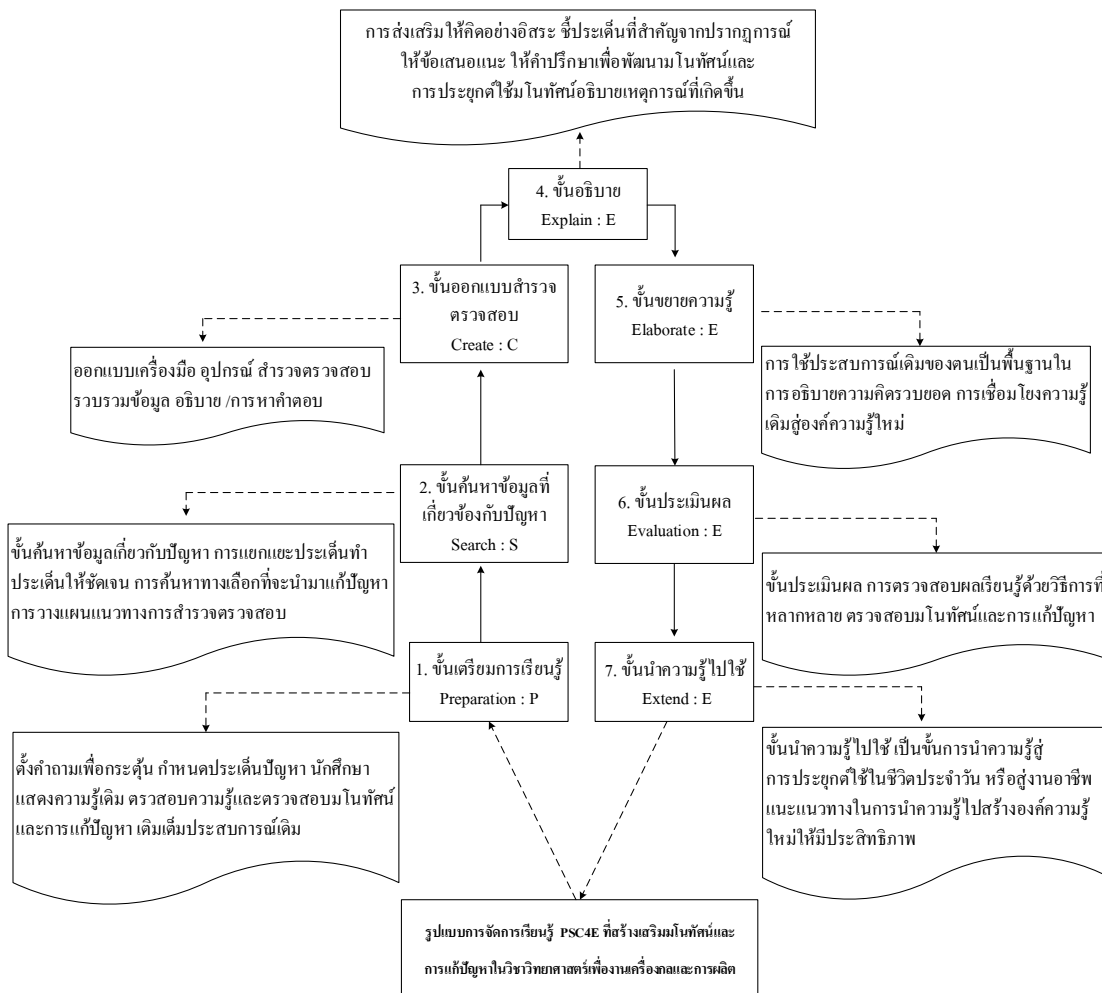
5.1 หลักการ

5.2 จุดมุ่งหมาย

5.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.4 การวัดและประเมินผล

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐาน แนวคิดทฤษฎีและองค์ประกอบของรูปแบบ
การเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบพึ่งพา แบบมีส่วนร่วม เป็นหลัก รวมทั้งรูปแบบการ
เรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) มาเป็นหลักในการกำหนดกรอบแนวคิดของการ
พัฒนา แล้วร่างรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ
งานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อ
ใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ดั่งภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ร่างรูปแบบการเรียนรู้ PSC4E ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์
 เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

6. จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ งานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และโมเมนตัม โดยการกำหนดเนื้อหาย่อย กำหนดวิธีการสอน สื่อการเรียนรู้ ใบปฏิบัติการ แบบฝึกหัด ใบสั่งงาน กำหนดวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ สร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ แล้วนำเสนอ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรและการสอน เพื่อประเมินความเหมาะสม จำนวน 5 คน โดย ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการเรียนรู้จำนวน 6 แผนและคู่มือสำหรับการ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการเรียนรู้ (Preparation : P) ขั้นเตรียมการเรียนรู้ เป็นขั้นตั้งคำถาม นำ กำหนดประเด็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้แสดงความรู้เดิม ตรวจสอบความรู้เดิมของ นักศึกษาและเติมเต็มประสบการณ์เดิม ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาข้อมูลเกี่ยวข้องกับปัญหา (Search : S) ในขั้นนี้ นักศึกษาต้องค้นหา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การแยกแยะประเด็นของปัญหา กำหนดประเด็นให้ชัดเจน และการ ค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการดำเนินงานเพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหา การ วางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อสำรวจตรวจสอบ (Create : C) เป็น ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ในการรวบรวมข้อมูล สารสนเทศ หรือสำรวจตรวจสอบอุปกรณ์ที่จะนำมาแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบเพื่อตรวจสอบ หลักการทางฟิสิกส์ หรือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explain : E) ขั้นอธิบายเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดและ แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ การบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ การให้ข้อเสนอแนะ การ ให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการประยุกต์ใช้ มโนทัศน์อธิบายเหตุการณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate : E) ขั้นขยายความรู้เป็นการใช้ประสบการณ์เดิม ของนักศึกษาเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด และการเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักศึกษา คู่องค์ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation : E) ประเมินผล การตรวจสอบผลเรียนรู้ด้วย วิธีการที่หลากหลาย ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ขั้่นนำความรู้ไปใช้ (Extend : E) ขั้่นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้่นการนำความรู้สู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือขยายความรู้สู่งานอาชีพ และแนวทางในการนำความรู้ไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้มีประสิทธิภาพ

7. วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2.2 การพัฒนาเครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือวิจัยที่ผู้วิจัยพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพในขั้่นตอนนี้ มีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังเรียนด้านพุทธิพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เนื้อหาเรื่องแรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และ โมเมนตัม เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน

2. แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เนื้อหา เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และ โมเมนตัม จำนวน 24 ข้อ และด้านการแก้ปัญหาเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

3. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดความรู้ด้านพุทธิพิสัย

แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้านพุทธิพิสัย เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์ เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เนื้อหา เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และโมเมนตัม

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายใต้กรอบเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เนื้อหา เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และโมเมนตัม จำนวน 38 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3-3

ตาราง 3-3 จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบแบ่งตามหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง	จำนวนข้อสอบ	
	ออกข้อสอบ	ใช้จริง
แรงและสมดุลของแรง	12	10
การเคลื่อนที่	13	10
โมเมนตัม	13	10
รวม	38	30

1.4 นำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- +1 คือ แน่ใจว่าข้อสอบนี้วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนี้วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1 คือ แน่ใจว่าข้อสอบนี้วัดไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.5 คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ภาคผนวก ข : 261-287) และปรับปรุงข้อคำถามที่ไม่ชัดเจน และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงไปทดสอบ (Tryout) 1: 9 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล (สาย ม.6 กลุ่มเรียนที่ 9-10) วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานีที่เรียนรายวิชานี้มาแล้ว จำนวน 3 คน เป็นนักศึกษามีผลการเรียนดี ปานกลางและต่ำ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 การทดสอบครั้งนี้เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ภาษา การสื่อความหมาย ความเข้าใจ ความสมบูรณ์ของแบบทดสอบ แล้วนำข้อมูลมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ แล้วนำไปทดสอบต่อไป

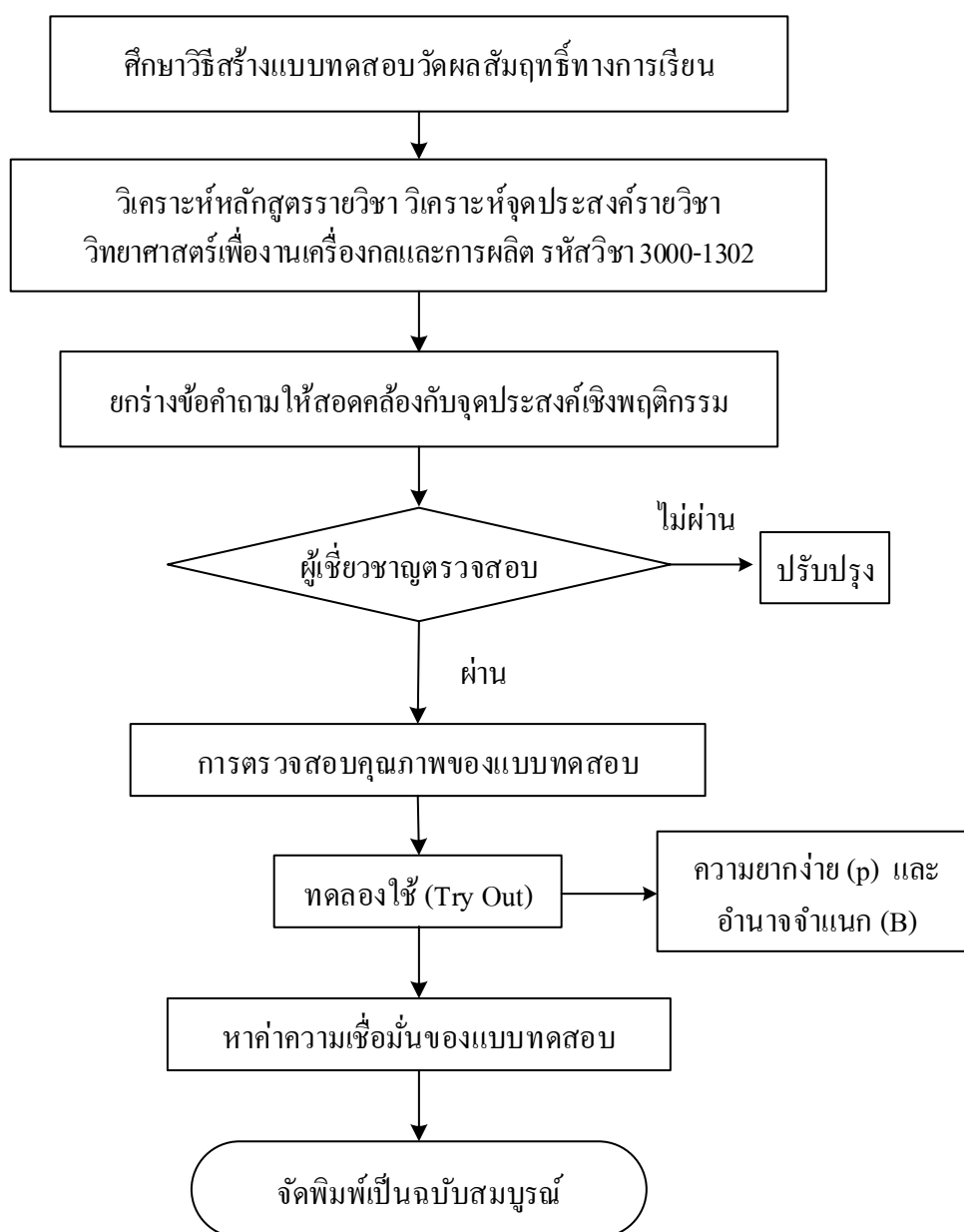
1.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปทดสอบกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล (สาย ม.6 กลุ่มเรียนที่ 9-10) ที่เรียนรายวิชานี้มาแล้วและไม่ใช่นักศึกษาที่ผ่านการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 9 คน โดยคัดเลือกนักศึกษามีผลการเรียนดี ปานกลางและต่ำ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ภาษาการสื่อความหมาย ความเข้าใจ ความสมบูรณ์ของแบบทดสอบ ผลการตอบแบบทดสอบและเวลาในการทำแบบทดสอบ แล้วนำข้อมูลมาปรับปรุงให้สมบูรณ์

1.8 นำแบบทดสอบจำนวน 38 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล (สาย ม. 6 กลุ่มเรียนที่ 5-6 และ กลุ่มเรียน 7-8) วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานีจำนวน 45 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อนำคะแนนสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบโดยพิจารณาระดับความยาก (p) และอำนาจจำแนก (B) คัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และคัดข้อสอบให้ได้จำนวน 30 ข้อ ตามที่ต้องการ (ภาคผนวก ข : 288-289)

1.9 นำข้อสอบที่คัดแล้วไปทดสอบกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานเทคนิคยานยนต์ กลุ่ม 5-6 จำนวน 37 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว โดยดำเนินการในต้นภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 นำผลมาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 112) ผลการวิเคราะห์พบว่า อยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.70 และอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.72 ค่าความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับตามวิธีของโลเวท เท่ากับ 0.92 ซึ่งถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในระดับสูง จากนั้นสร้างข้อสอบคู่ขนาน จำนวน 30 ข้อ (ภาคผนวก ข : 290-299)

1.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ขึ้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียน และหลังเรียน ด้านพุทธิพิสัย ดังแผนภาพที่ 3-4



ภาพ 3-4 ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียน และหลังเรียน ด้านพุทธิพิสัย

2. การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ชนิด ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์และแบบทดสอบการแก้ปัญหา เรื่อง แรงและสมมูลของแรง การเคลื่อนที่และโมเมนตัม โครงสร้างเนื้อหาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 3-4

ตาราง 3-4 โครงสร้างเนื้อหาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

เรื่อง	ตัวชี้วัด	จำนวนแบบทดสอบ	
		มโนทัศน์	แก้ปัญหา
1. แรงและสมมูลของแรง	1. อธิบายลักษณะของแรงชนิดต่าง ๆ และหลักการเขียนแผนภาพของแรง	1	2
	2. อธิบายหลักการคำนวณขนาดของแรงชนิดต่าง ๆ	2	
	3. อธิบายหลักการคำนวณแรงลัพธ์ในระบบพิกัดฉาก	2	
	4. นำหลักการสมมูลของแรงมาอธิบายขนาดของแรงที่ทำให้เกิดสมมูล	2	
	5. บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทอร์กของแรงกระทำ	2	
การเคลื่อนที่	1. บอกปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง	2	2
	2. บอกความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์	2	
	3. อธิบายหลักการคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบวงกลม	2	
	4. อธิบายหลักการเคลื่อนที่และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก	2	

ตาราง 3-4 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	จำนวนแบบทดสอบ	
		มโนทัศน์	แก้ปัญหา
โมเมนตัม	1. อธิบายปริมาณที่สัมพันธ์กันและหลักการของโมเมนตัม	3	2
	2. อธิบายหลักการการคลและแรงคลของวัตถุ	2	
	3. อธิบายหลักการชนกันของวัตถุและการอนุรักษ์โมเมนตัม	2	

2.1 แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์

แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และ โมเมนตัม เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-Tier Multiple-Choice Test) จำนวน 24 ข้อ โครงสร้างประกอบด้วย ส่วนของคำถามและส่วนที่เป็นคำตอบซึ่งมี 2 ส่วน ได้แก่ส่วนที่ 1 เป็นคำตอบและตัวลวง ส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลที่ใช้ในการเลือกตอบ สำหรับตัวลวงนั้นได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษา เนื่องจากนักศึกษาอาจมีเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้จึงได้แก้ปัญหาโดยการเพิ่มบรรทัดว่างไว้ให้นักศึกษาตอบ แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน ทั้งนี้แบบทดสอบวัดความรู้ด้านมโนทัศน์กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลได้อย่างสมบูรณ์	ได้	3 คะแนน
คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลไม่สมบูรณ์	ได้	2 คะแนน
คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลผิด	ได้	1 คะแนน
คำตอบผิดทั้งหมด	ได้	0 คะแนน
ไม่ทำแบบทดสอบ	ได้	0 คะแนน

พัฒนาเครื่องมือวัดและการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์ ดังนี้

2.1.1 ศึกษางานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างแบบทดสอบ

2.1.2 กำหนดขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัย ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนด

2.1.3 กำหนดข้อสรุปความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาคู่มือ
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือฟิสิกส์ 1 ระดับมหาวิทยาลัย

2.1.4 สร้างผังมโนทัศน์และเชื่อมโยงข้อสรุปความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงทาง
วิทยาศาสตร์เข้ากับผังมโนทัศน์

2.1.5 ร่างข้อคำถามแล้วตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ความถูกต้องของ
เนื้อหา ด้านความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความลึกของเนื้อหาหรือข้อขัดแย้งระหว่างคำตอบและตัวลง
รวมทั้งส่วนที่ 2 เหตุผลที่ใช้ในการเลือกตอบ และข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในขั้นตอนนี้ดำเนินการด้วย
การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการตัวต่อตัวกับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน
จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุง

2.1.6 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านตรวจสอบมโนทัศน์ จำนวน 5 คน
เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้องของข้อคำถามที่เกี่ยวกับการวินิจฉัย มโนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์ ด้านฟิสิกส์ คำตอบและตัวลง รวมทั้งเหตุผลที่ใช้ในการเลือกตอบ พร้อมทั้งให้
ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง วิทยานิพนธ์ผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- 1) รศ.ดร.ศุภกร ภูเกิด อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- 2) ผศ.ดร.อุดม ทิพราช อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- 3) ผศ.ดร.ชานินทร์ นุตโร อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- 4) ผศ.ดร.ภควัฒน์ วงศ์วรรณวัฒนา อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ

อุบลราชธานี

- 5) ดร.วัชรินทร์กร เมฆลา อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ

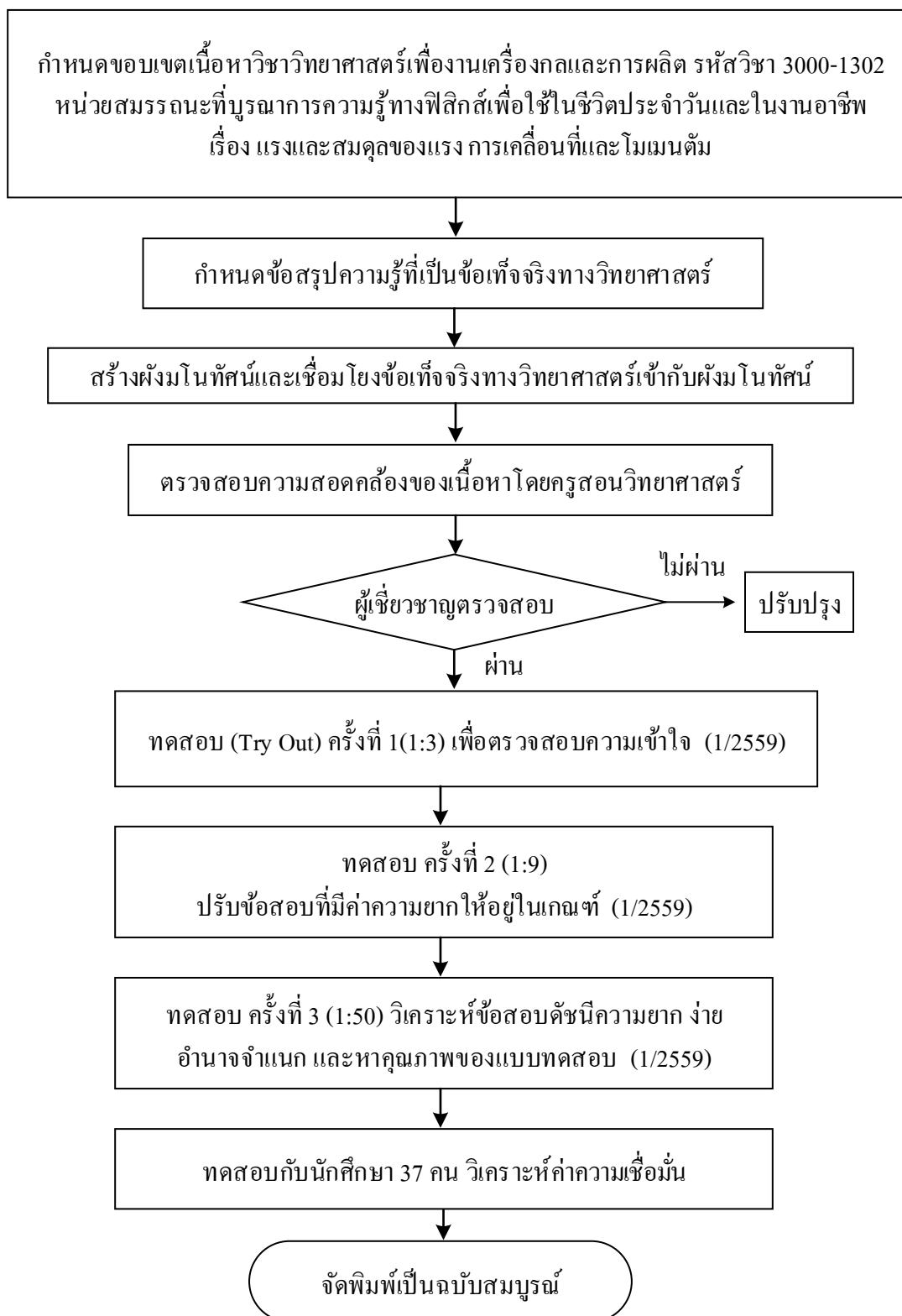
อุบลราชธานี

ผลการตรวจสอบพบว่า ข้อคำถามครอบคลุมและสอดคล้องกับเนื้อหา ความตรงตาม
เนื้อหาของข้อคำถามอยู่ในเกณฑ์ 0.60 ขึ้นไปทุกข้อ ถือว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็น
แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ของผู้เรียน และมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงภาษาที่ใช้เพียงเล็กน้อย
(ภาคผนวก ข : 300-345)

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดด้านมโนทัศน์ จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบใช้ครั้งที่ 1 กับ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคการผลิต ชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 3 คน โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ภาษาที่ใช้และการสื่อความหมายของข้อคำถาม ปรับปรุงข้อบกพร่องของ แบบทดสอบ

2.1.8 นำแบบทดสอบวัดด้านมโนทัศน์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ที่เคยเรียนเนื้อหาผ่าน มาแล้ว และไม่เคยใช้แบบทดสอบนี้มาก่อน จำนวน 9 คน ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถาม พิจารณาเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบทำการ ปรับปรุงแบบทดสอบที่มีข้อบกพร่อง

2.1.9 นำแบบทดสอบวัดด้านมโนทัศน์ จำนวน 30 ข้อ ที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบ ครั้งที่ 3 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขางาน เทคนิคยานยนต์ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เรียนเนื้อหาผ่านมาแล้ว และไม่ใช่นักศึกษาที่ผ่านการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ในขั้นนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินคือ ข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดได้ 0 คะแนน นำผล มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ พิจารณาคัดข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.29-0.70 ในขั้นนี้แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นตามสูตร ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson method) (KR-20 Reliability) เท่ากับ 0.92 (ภาคผนวก ข : 346-365) จากนั้นคัดข้อสอบตามจำนวนที่ต้องการได้ข้อสอบ จำนวน 24 ข้อ นำข้อสอบไปทดสอบ กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิค เครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ ชั้นปีที่ 2 สายตรง กลุ่ม 1-2 จำนวน 37 คน ที่เรียนวิชานี้ผ่าน มาแล้ว ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 นำผลการทดสอบวิเคราะห์หา ด้วยสูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson method) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 (ภาคผนวก ข : 366-385) ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ ดังภาพที่ 3-5



ภาพ 3-5 ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์

2.2 แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาเป็น โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ เนื้อหาเรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และโมเมนตัม หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ทั้งนี้ นักศึกษาจะต้องนำเอาองค์ความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎและประสบการณ์เดิมที่โดยให้นักศึกษานำความรู้มาประยุกต์ใช้แก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบ และ 5) ขั้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหา การสร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหา ดำเนินการดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเนื้อหาฟิสิกส์

2.2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และวิธีการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

2.2.3 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 9 ข้อ แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และความครอบคลุมของข้อคำถาม แล้วนำมาปรับปรุง ทั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามที่ใช้ได้ ที่ระดับ 0.6 ขึ้นไป ผลพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบทั้ง 9 ข้อ ได้ค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด (ภาคผนวก ข : 386-420)

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 9 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคการผลิต ปีที่ 2 ที่เคยเรียนวิชานี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 3 คน โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ภาษาที่ใช้และการสื่อความหมายของข้อคำถาม ตรวจสอบความยากง่ายของข้อสอบ ปรับปรุงข้อบกพร่องของแบบทดสอบ

2.2.5 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 9 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ที่เคยเรียนเนื้อหาที่ผ่านมาแล้วและไม่เคยใช้แบบทดสอบนี้มาก่อน จำนวน 9 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา พิจารณาเวลาที่ใช้ในการทำแบบข้อสอบ ตรวจสอบความยากง่ายของข้อสอบ ทำการปรับปรุงแบบทดสอบที่มีข้อบกพร่อง

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดการแก้โจทย์ปัญหาที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบครั้งที่ 3 กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1-2 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เรียนเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว และไม่ใช่นักศึกษาที่ผ่านการทดสอบ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ในชั้นนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 นำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ พิจารณาคัดข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ โดยพิจารณาจากการตรวจให้คะแนนของนักศึกษา

2.2.7 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อและจัดทำเป็นข้อสอบฉบับสมบูรณ์ พร้อมเฉลยแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา (ภาคผนวก ข : 421-445)

3. การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้

3.1 การพัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีองค์ประกอบดังนี้

- 3.1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน
- 3.1.2 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
- 3.1.3 หลักการ จุดมุ่งหมาย
- 3.1.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 3.1.5 การวัดและประเมินผล
- 3.1.6 แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้
- 3.1.7 เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการเรียนการสอน สิ่งที่คุณสอนต้องศึกษา
- 3.1.8 แผนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 6 แผน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการเรียนรู้ (Preparation : P)

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Search : S)

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ (Create : C)

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explain : E)

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate : E)

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation : E)

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend : E)

3.1.9 แผนการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ (Engage)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นคว้า (Explore)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluate)

3.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองโดยกำหนดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันที่ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ส่วนหน่วยการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงเรียนไม่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตาราง 3-5 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้	หน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1-2	แรงและสมดุลของแรง	8	8
3-4	การเคลื่อนที่	8	8
5-6	โมเมนตัม	8	8
รวม		24	24

การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

3.2.1 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาโดยศึกษาจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่ และโมเมนตัม

3.2.2 นำรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรและการสอน จำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา สาระการเรียนรู้กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แล้วนำมาปรับปรุงข้อเสนอแนะ ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือในการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิด สำหรับผู้ประเมินให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับประเด็นในการประเมิน ครอบคลุมประเด็นการประเมินด้านความชัดเจน ความเหมาะสม ความสอดคล้องและการใช้ภาษาในการเขียน องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

3.2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรและการสอนตรวจสอบรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 5 คน ดังนี้

1) ดร.อังคณา นาสารี รองผู้อำนวยการ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
อุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

2) ผศ.ดร.เผ่าไทย วงศ์เหล่า อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

3) ดร.องอาจ เทียบเกาะ อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
จังหวัดอุบลราชธานี

4) ดร.สุภวัฒน์ อารุณ ข้าราชการบำนาญ อดีต ครูเชี่ยวชาญ สำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 1 จังหวัดอุบลราชธานี

5) ผศ.ดร.พัฒนสุข ชำนินอก อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
อุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

3.2.4 นำผลมาวิเคราะห์ความเหมาะสม และปรับปรุงเครื่องมือในการประเมิน ตาม
คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ในขั้นนี้ได้คะแนนผลการประเมินเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.51 แปลความว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก (ภาคผนวก ค : 447-478)

3.2.5 นำรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ไป
พบผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยดำเนินการใน
ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้และให้
ข้อเสนอแนะ ในขั้นนี้มีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ดังนี้

1) นางอรทัย ชาเสน ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
จังหวัดอุบลราชธานี

2) นางเทียมจันทร์ สว่างวรรณ ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคอำนาจเจริญ
จังหวัดอำนาจเจริญ

3) นางเรวดี ศรีชัยรัตน์ ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคยโสธร จังหวัดยโสธร

4) นางสาวนิธิตา นครราช ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคยโสธร จังหวัดยโสธร

5) นางสุนิศจัย ตาทอง ครูชำนาญการ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี
อุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

3.2.6 นำผลการประเมินที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยส่วนที่เป็นมาตรฐาน ส่วนประมาณค่า นำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะนำมาวิเคราะห์เนื้อหา การให้ความหมายผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 - 5.00 แปลความว่า มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 - 4.50 แปลความว่า มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง มาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 - 3.50 แปลความว่า มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 - 2.50 แปลความว่า มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง น้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.50 แปลความว่า มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง น้อยที่สุด

ผลการประเมินมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 แปลความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ (ภาคผนวก ค : 479-482)

3.2.7 นำผลการประเมินมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนกับผู้เรียนต่อไป

3.2.8 ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้โดยนำแผนการเรียนรู้ที่ 1-6 แผน ที่ได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบใช้ครั้งที่ 1 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคการผลิต ปีที่ 1 (ม.6) กลุ่มที่ 1-2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน ใช้เวลา 24 ชั่วโมง โดยทำการทดลองสอนในเวลาเรียนปกติ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนรู้จริง และทำการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์เนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ในขั้นนี้พบว่าขั้นตอนในการจัดกิจกรรมบางขั้นตอนระยะเวลาไม่เพียงพอ ปรับภาษาที่ใช้อภิปรายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจง่ายขึ้น แบบฝึกหัดบางข้อใช้เวลามาก ปรับคำสั่งในใบสั่งงานให้กระชับรัดกุมเข้าใจง่ายขึ้น และครูต้องค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม และองค์ความรู้ใหม่ในงานอาชีพที่ใช้

หลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นที่คาดว่านักศึกษาจะมีข้อสงสัยให้มากขึ้นเพื่อบูรณาการความรู้และทักษะวิชาชีพช่างมาใช้ในการทำงาน นำข้อมูลมาปรับปรุงแผนการเรียนรู้ที่ 1-6 ต่อไป

3.2.9 การทดสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ดำเนินในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ และ สาขาวิชาเทคนิคการผลิตสาขางานเครื่องมือกล ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้ในภาคเรียนนี้ จำนวน 4 ห้องเรียน โดยทำการทดสอบสอนในเวลาเรียนปกติที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาในการทำกิจกรรม แล้วนำข้อมูลมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ และเพื่อให้เกิดทักษะและเกิดความชำนาญในกระบวนการจัดกิจกรรม การทดสอบคุณภาพแผนการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3-6

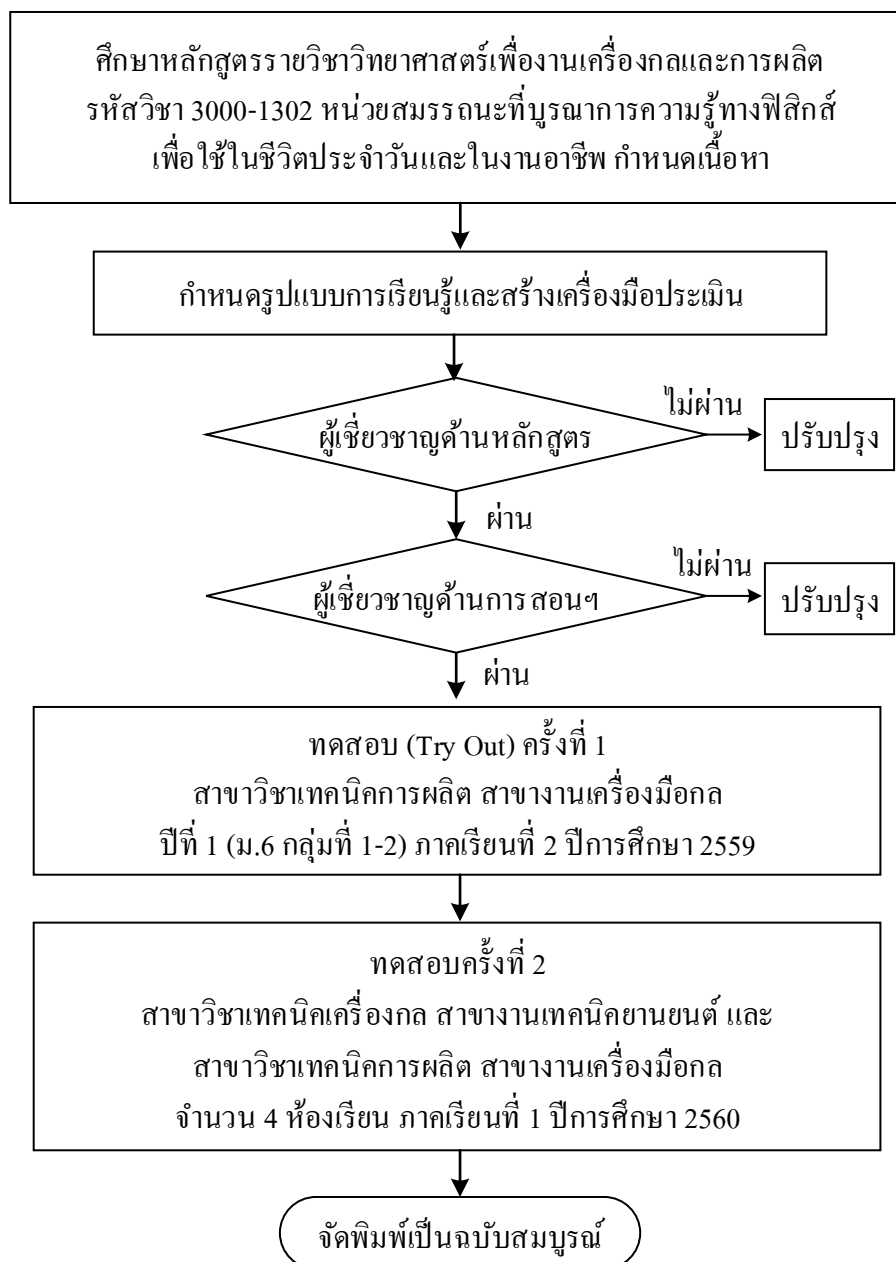
ตาราง 3-6 การทดสอบคุณภาพแผนการเรียนรู้ที่ 1-6

สาขาวิชา/สาขางาน	จำนวน (คน)	ตาราง เรียน	เวลา	หมายเหตุ
1. สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1-2	39	วันจันทร์	12.00-16.00	ตรวจสอบเก็บรวบรวม ข้อมูลสภาพปัญหา และ ปรับปรุง
2. สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 7-8	38	วันจันทร์	17.00-19.00	ตรวจสอบเก็บรวบรวม ข้อมูลสภาพปัญหา และ ปรับปรุง
		วันพุธ	17.00-19.00	
3. สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1-2	28	วันศุกร์	08.00-12.00	ตรวจสอบเก็บรวบรวม ข้อมูลสภาพปัญหา และ ปรับปรุง
4. สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 5-6	38	วันศุกร์	14.00-18.00	เก็บข้อมูลและหา ประสิทธิภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้

3.2.10 เก็บข้อมูลจากการทดสอบใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขา
งานเทคนิคยานยนต์ ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 5-6 เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ($E_1 /$
 E_2) โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ เท่ากับ 75/75 ในการทดสอบครั้งนี้ได้ประสิทธิภาพเท่ากับ
73.38/74.64 ถือว่ามีค่าเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

3.2.11 ปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการ
เรียนรู้ให้มีคุณภาพเพื่อใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ต่อไป

ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการ
จัดการเรียนรู้ ดังภาพที่ 3-6



ภาพ 3-6 การตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้

3.2.12 การพัฒนาเกณฑ์การประเมินผล หมายถึงการประเมินผลตามสภาพจริง การกำหนดเกณฑ์การตัดสินความสำเร็จของผลงานหรือผลการปฏิบัติงานที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ ประเมินทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน ใบปฏิบัติงาน ใบสั่งงานและผลงานจากการปฏิบัติ เพื่อ

กำหนดแนวทางในการตัดสินอย่างยุติธรรม และปราศจากความลำเอียงจากผู้ตรวจให้คะแนน ผู้วิจัยได้ประเมินผลตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Scoring Rubrics) มีแนวทางพัฒนาเกณฑ์ ดังนี้

1) ศึกษาแนวคิดและหลักเกณฑ์การให้คะแนน หลักการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริง การวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์ ศึกษาจุดประสงค์ของใบปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน แบบฝึกหัด ศึกษาสิ่งที่ต้องการประเมิน กำหนดประเด็นการประเมิน กำหนดลักษณะการปฏิบัติของแต่ละระดับคุณภาพในแต่ละประเด็น แล้วสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมและวิเคราะห์ว่าแต่ละด้านควรมีคุณภาพอย่างไร

2) สร้างเกณฑ์การประเมินผลตามสภาพจริง ด้านพุทธิพิสัยได้แก่ การประเมินผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลองตามใบปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน แบบฝึกหัด เกณฑ์การประเมินสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์ การประเมินผลด้านจิตพิสัย โดยกำหนดระดับคะแนน 3 ระดับ โดยกำหนดคำอธิบายแบบบวกหรือเพิ่มขึ้น หมายถึง การเริ่มต้นที่ระดับคุณภาพต่ำสุดหรือไม่ได้คะแนนก่อนแล้วเพิ่มระดับคุณภาพตามระดับคะแนนที่เพิ่มขึ้น ไปตามลำดับได้แก่

ระดับ 3 หมายถึง ผลงานมีความสมบูรณ์ ครบถ้วน/ดี

ระดับ 2 หมายถึง ผลงานมีความสมบูรณ์ แต่อาจลำดับไม่ต่อเนื่องมีข้อบกพร่องบางประการเพียงเล็กน้อย/ปานกลาง

ระดับ 1 หมายถึง ผลงานไม่สมบูรณ์ ไม่ครบถ้วน ลำดับไม่ต่อเนื่องมีข้อบกพร่องหรือผลงานมีข้อปรับปรุง

3) นำเกณฑ์การประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งเป็นครูในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่มีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 5 คน เพื่อร่วมพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนในด้านที่ต้องการประเมินต่อระดับคุณภาพหรือระดับคะแนน และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ได้เกณฑ์ในการประเมินผลงานของผู้เรียน ดังนี้

4) ด้านการประเมินด้านพุทธิพิสัย ประกอบด้วยเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลอง เกณฑ์การประเมินสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์ ดังตารางที่ 3-7, 3-8 และ 3-9

5) การประเมินผลด้านจิตพิสัย กำหนดประเด็นย่อย การทำงานกลุ่ม การประเมินผลงาน/การนำเสนอ ดังตารางที่ 3-10 และ 3-11

6) นำเกณฑ์การประเมินไปทดสอบใช้ครั้งที่ 1 กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคการผลิต ชั้นปีที่ 2 จำนวน 3 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้และการสื่อความหมายของเกณฑ์การประเมิน ปรับปรุงข้อบกพร่องที่พบ

7) นำเกณฑ์การประเมิน ทั้ง 3 เกณฑ์ ไปทดสอบใช้ครั้งที่ 2 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคการผลิต ปีที่ 1 (ม.6) กลุ่มที่ 1-2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน ใช้เวลา 24 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบใช้ในชั่วโมงเรียนปกติตามการสอน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ภาษาที่ใช้และการสื่อความหมายของเกณฑ์การประเมิน ความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินกับผลงานของนักศึกษา ปรับปรุงข้อบกพร่องที่พบ

8) นำเกณฑ์การประเมินการทดสอบใช้ครั้งที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ และสาขาวิชาเทคนิคการผลิตสาขางานเครื่องมือกล ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้ในภาคเรียนนี้ จำนวน 4 ห้องเรียน โดยทดสอบสอนใช้เวลาเรียนปกติที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินกับกระบวนการปฏิบัติงาน ผลการปฏิบัติงาน ผลงานของนักศึกษา แล้วนำข้อมูลมาปรับปรุงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตาราง 3-7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

รายการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจ และวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา	วิเคราะห์ข้อมูล สถานการณ์โจทย์ปัญหา ได้ถูกต้อง แต่กำหนด ขั้นตอนไม่ถูก	ระบุปัญหาได้ถูกต้อง บอก คำถามที่โจทย์ต้องการได้ ถูกต้อง แต่กำหนดขั้นตอน การดำเนินงานไม่สมบูรณ์	ระบุปัญหาได้ถูกต้อง บอก คำถามที่โจทย์ต้องการได้ ถูกต้อง และกำหนดขั้นตอน การดำเนินงานได้ถูกต้อง
ขั้นที่ 2 ขั้น วางแผนการ แก้ปัญหา	เลือกใช้หลักการ กฎ หรือ สูตรในการหาค่าตามที่ โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่ระบุค่าตัวแปรได้ บางส่วน	เลือกใช้หลักการ กฎ หรือ สูตรในการหาค่าตามที่ โจทย์กำหนดแต่ระบุค่าตัว แปรไม่ถูกต้อง	เลือกใช้หลักการ กฎ หรือสูตร ในการหาค่าตามที่โจทย์ กำหนดและสัมพันธ์กับตัว แปร และระบุค่าตัวแปรได้ ถูกต้อง
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการ ตามแผน	แทนค่าข้อมูลตาม สถานการณ์ที่ให้มาได้บ้าง แก้สมการตามที่วางแผน ด้วยหลักการทาง คณิตศาสตร์ ไม่ถูกต้อง	แทนค่าข้อมูลตาม สถานการณ์ที่ให้มา แต่แก้ สมการตามที่วางแผนด้วย หลักการทางคณิตศาสตร์ไม่ ถูกต้อง คำตอบผิด	แทนค่าข้อมูลตามสถานการณ์ ที่ให้มา แก้สมการตามที่ วางแผนด้วยหลักการทาง คณิตศาสตร์ และได้คำตอบถูกต้อง
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ คำตอบ	ตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่ เริ่มต้นจนถึงคำตอบ ไม่ สมบูรณ์	ตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่ เริ่มต้นจนถึงคำตอบ ได้บ้าง แต่ระบุแนวทางการ แก้ปัญหาอื่นไม่ถูกต้อง	ตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่ เริ่มต้นจนถึงคำตอบ และระบุ แนวทางการแก้ปัญหาอื่นได้ ถูกต้อง
ขั้นที่ 5 ขั้น สรุปวิธีการแก้ โจทย์ปัญหา	ขั้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นได้บ้าง แต่ไม่ครบทุกขั้นตอน	ขั้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนได้ คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ครบ ทุกขั้นตอน	ขั้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ตั้งแต่เริ่มต้นจนได้คำตอบ ถูกต้อง ตามขั้นตอน และ ครบทุกขั้นตอน

ตาราง 3-8 เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
1. การออกแบบ	ไม่สามารถวางแผน ออกแบบการทดลองได้เอง ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการวางแผน การออกแบบ การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์	วางแผนออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมกับเวลา แต่ การเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครบถ้วน สมบูรณ์	วางแผนออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมกับเวลา การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ ทดลองได้ครบถ้วน สมบูรณ์
2. การจัดเตรียม เครื่องมือและ อุปกรณ์	การจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง	การจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ครบถูกต้องทุก รายการแต่เลือกใช้วัสดุ บางอย่างไม่เหมาะสม	การจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ครบ ถูกต้องทุก รายการและเลือกใช้วัสดุ ได้เหมาะสม
3. ปฏิบัติงาน ด้วย ความละเอียด รอบคอบ	ปฏิบัติงานขาดความละเอียดรอบคอบ เกิดอุบัติเหตุบางอย่าง	ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ แต่ไม่ครบทุกขั้นตอน	ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบทุก ขั้นตอน ด้วยความระมัดระวังไม่เกิดความเสียหาย
4. การ ปฏิบัติงานตาม หลักทฤษฎี พื้นฐาน	ปฏิบัติงานไม่เป็นไปตาม หลักทฤษฎีพื้นฐานและอธิบายไม่ได้	ปฏิบัติงานตามหลักทฤษฎี พื้นฐาน แต่ไม่ครบทุก ขั้นตอนและอธิบายได้บ้าง ขั้นตอน	การปฏิบัติงานตามหลัก ทฤษฎีพื้นฐานครบทุก ขั้นตอนและอธิบายได้
5. การนำเสนอ ผลการทดลอง	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผล การทดลอง การสรุปผล รวมทั้งการรายงานผล	บันทึกผลการทดลอง และสรุปผล การรายงานผลได้เอง แต่ยังไม่เป็นขั้นตอน	บันทึกผลการทดลอง สรุปผล รายงานผลได้เอง และสมบูรณ์เป็นขั้นตอน ชัดเจน

ตาราง 3-9 เกณฑ์การประเมินสรุปลงค์ความรู้ในรูปแบบผังมโนทัศน์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
1. ด้านความกว้างของเนื้อหา	ความกว้างของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ต่ำกว่า ร้อยละ 50.00 ของสาระการเรียนรู้	ความกว้างของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ ร้อยละ 50.00-70.00 ของสาระการเรียนรู้	ความกว้างของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้มากกว่า ร้อยละ 70.00 ของสาระการเรียนรู้
2. ด้านความลึกของเนื้อหา	ความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ต่ำกว่า ร้อยละ 50.00 ของสาระการเรียนรู้	ความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ ร้อยละ 50.00-70.00 ของสาระการเรียนรู้	ความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้มากกว่า ร้อยละ 70.00 ของสาระการเรียนรู้
3. ด้านการใช้ยุทธวิธี	ใช้สีที่ตัวกลาง 1 สี แต่ไม่มีการเชื่อมโยงความคิดด้วยหัวลูกศร หรือขนาดตัวหนังสือไม่เหมาะสมและไม่เป็นระเบียบ	ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สี ขึ้นไป เนื้อหากลุ่มเดียวกันใช้สีเดียวกัน สีภาพหรือสิ่งที่น่าสนใจ แทนคำสำคัญ แต่ไม่มีการเชื่อมโยงความคิดด้วยหัวลูกศร หรือขนาดตัวหนังสือไม่เหมาะสมและไม่เป็นระเบียบ	ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สี ขึ้นไป เนื้อหากลุ่มเดียวกันใช้สีเดียวกัน สีภาพหรือสิ่งที่น่าสนใจ แทนคำสำคัญ มีการเชื่อมโยงความคิดด้วยหัวลูกศร และขนาดตัวหนังสือที่เหมาะสมและสวยงาม

ตาราง 3-10 การประเมินผลด้านจิตพิสัย

การทำงานกลุ่ม

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
1. การทำงานร่วมกับผู้อื่น	– ไม่ได้วางแผนการทำงานร่วมกัน ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ	– วางแผนการทำงานร่วมกัน แต่ไม่ค่อยรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	– วางแผนการทำงานร่วมกัน – แบ่งงานกันรับผิดชอบ – แสดงความคิดเห็นร่วมกัน
2. ความรับผิดชอบ	– ส่งงานช้ากว่ากำหนด – ปฏิบัติงานโดยอาศัยการชี้แนะแนะนำ คัดค้านหรือให้กำลังใจ	– ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้ติดต่อชี้แจงครูผู้สอนมีเหตุผลที่รับฟังได้ – รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย	– ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลา – รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติงานเองจนเป็นนิสัยเป็นระบบแก่ผู้อื่นและแนะนำ ชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
3. มีระเบียบวินัย	– ช้างานไม่ค่อยเรียบร้อย – ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดในบางครั้ง	– ช้างานส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย – ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนด เป็นส่วนใหญ่	– ช้างาน สะอาดเรียบร้อย – ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดร่วมกันทุกครั้ง

ตาราง 3-11 การประเมินผลงาน/การนำเสนอ

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
1. การดึงดูด ความสนใจ ผู้ฟัง	มีการเริ่มต้นที่น่าเบื่อ ไม่น่าสนใจ	ใช้การดึงดูดความสนใจ ของ ผู้ฟังแบบเดิม ๆ ทั่วไป	มีการเริ่มต้นที่แปลกใหม่ น่าสนใจ
2. เนื้อหา	เนื้อหาที่น่าสนใจ จำเป็นต้องค้นคว้า เพิ่มเติมให้สมบูรณ์ มากขึ้น	ค้นคว้ามาอย่างดี แต่ยังมี จุดอ่อนอยู่บ้าง	นักศึกษาแสดงให้เห็นว่า ได้ศึกษาค้นคว้ามาอย่าง ถูกต้อง ละเอียด ครอบคลุม มีการอ้างอิง และปฏิบัติได้จริง

4. การพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อ รูปแบบการจัดการเรียนรู้

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อ
สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา
3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เกี่ยวกับกิจกรรมในการเรียน บรรยากาศในการเรียน
และประโยชน์ที่ได้รับ มีขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.2 วิเคราะห์จุดประสงค์ของการวิจัย กำหนดโครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบถาม
โดยพิจารณาหัวข้อและจุดมุ่งหมายของงานวิจัย

4.3 กำหนดรูปแบบของคำถาม โดยศึกษาแบบสอบถามของคนอื่น ๆ ที่วิจัยในเรื่อง
คล้ายคลึงกัน และเขียนแบบสอบถามฉบับร่าง เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating
Scale) ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

คะแนน 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง ฟังพอใจน้อย

คะแนน 1 หมายถึง ฟังพอใจน้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายจากแนวคิดของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554 : 121) โดยการให้ความหมายด้วยการคำนวณค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อ ตามเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00	แปลความว่า	ฟังพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50	แปลความว่า	ฟังพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50	แปลความว่า	ฟังพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50	แปลความว่า	ฟังพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50	แปลความว่า	ฟังพอใจน้อยที่สุด

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 จำนวน 20 ข้อ ประเด็นการประเมินประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ข้อ ด้านบรรยากาศในการเรียน 5 ข้อ ด้านระยะเวลาในการเรียน 3 ข้อ และ ด้านวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียน 4 ข้อ (ภาคผนวก ก : 483-484)

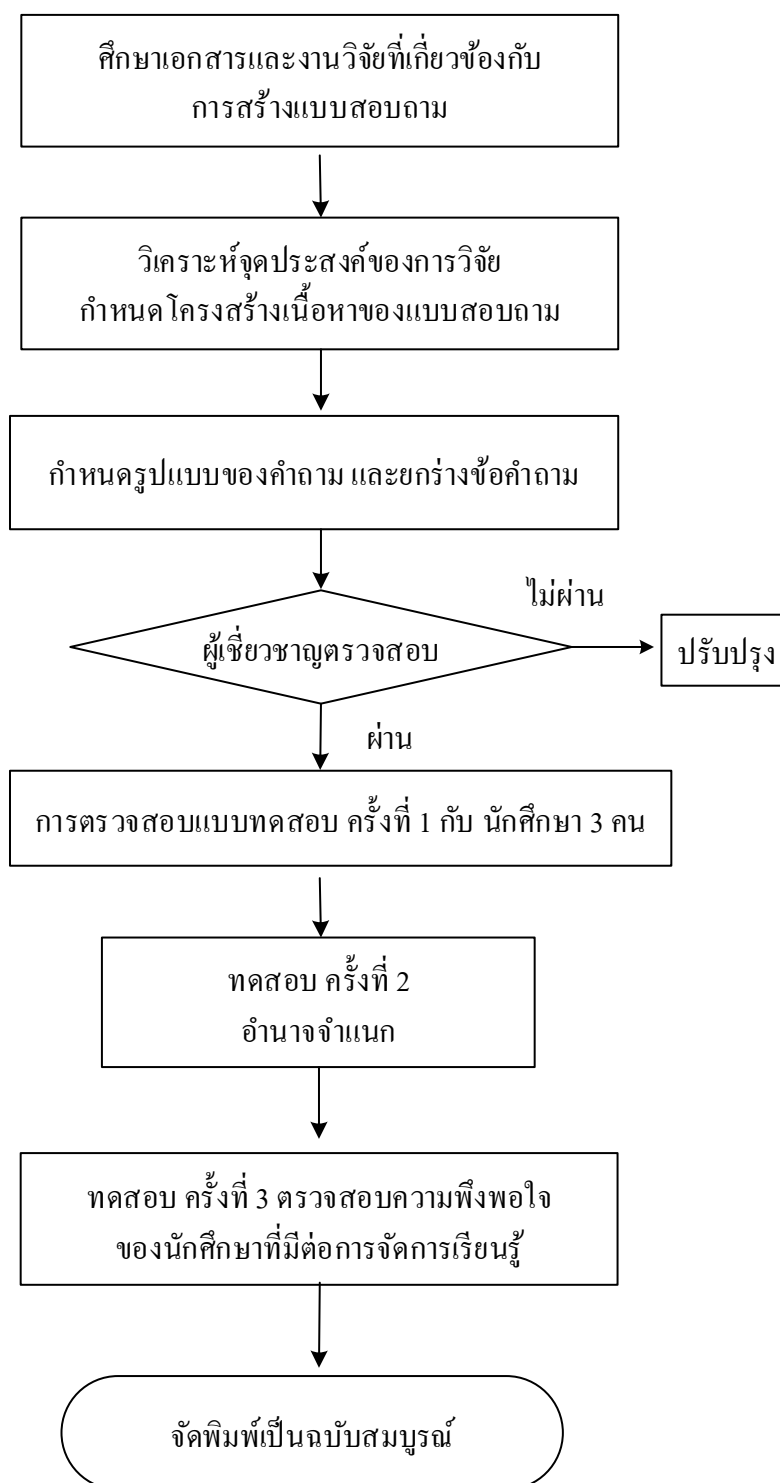
4.4 นำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้อง ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ปรับปรุงเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อคำถาม

4.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบ ครั้งที่ 1 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 3 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องของภาษาที่ใช้

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดสอบ ครั้งที่ 2 กับ นักศึกษาระดับวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคการผลิต จำนวน 35 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้ และ ประเด็นคำถาม แล้วจัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาไปทดสอบใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 5-6 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จำนวน 38 คน ซึ่งเป็นกลุ่มทดสอบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนที่ 1-6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ทั้งนี้ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก ในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 (ภาคผนวก ค : 485-487)

4.8 ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3-7



ภาพ 3-7 ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโครงสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ตามวิธีของลิเคอร์ต (Likert) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้

3.2.1 ประเมินความเหมาะสม ตามวิธีของลิเคอร์ต (Likert) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

3.2.2 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2)

3.3 แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียน และหลังเรียน ด้านพุทธิพิสัย

3.3.1 คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

3.3.2 คำนวณหาระดับความยาก (p) และอำนาจจำแนก (B)

3.3.3 คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.4 แบบทดสอบความรู้ก่อน และ หลังเรียนเรียนด้านมโนทัศน์

3.4.1 คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

3.4.2 คำนวณหาระดับความยาก (p) และอำนาจจำแนก (B)

3.4.3 คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.5 แบบสอบถามความพึงพอใจ

3.5.1 คำนวณค่าดัชนีสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องของแบบสอบถาม (IOC)

3.5.2 คำนวณอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

3.5.3 คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา

4. ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. จุดประสงค์

เพื่อทดลองใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

2. วิธีดำเนินการ

ทดลองใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง ขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ลงทะเบียน เรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จำนวน 12 ห้องเรียน 24 กลุ่มเรียน รวมทั้งสิ้น 391 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 33 คน จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และสาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 24 คน จำนวน 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุมได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มทดลองมากที่สุด

2.2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ ได้แก่

2.2.1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

2.2.2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

2.2.3. แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังเรียนด้านมโนทัศน์ จำนวน 24 ข้อ

2.2.4. แบบทดสอบการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ

2.2.5 แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้านพุทธิพิสัย เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน

3. แบบแผนการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแบบแผนการวิจัยในครั้งนี้โดยใช้แบบ 2 กลุ่ม ทดสอบด้านพุทธิพิสัยก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 3-12

ตาราง 3-12 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	รูปแบบการเรียนการสอน	การทดสอบหลังการทดลอง
Group A	O_1	X	O_2
Group B	O_1	$\sim X$	O_2

Group A แทน กลุ่มทดลอง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2

Group B แทน กลุ่มควบคุม คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2

O_1 แทน การทดสอบก่อนการเรียนรู้

X แทน จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

$\sim X$ แทน การเรียนโดยใช้รูปแบบปกติ

O_2 แทน การทดสอบหลังการเรียนรู้ ด้วยแบบทดสอบด้านมโนทัศน์ จำนวน 24 ข้อ ทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบด้านพุทธิพิสัย จำนวน 30 ข้อ

4. วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ใน

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 กับนักศึกษากลุ่มทดลองและการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับนักศึกษากลุ่มควบคุม ที่ผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งสองกลุ่มโดยปราศจากอคติ ดำเนินการดังนี้

4.1 ซึ่งแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลักการ เหตุผล และประโยชน์ ให้นักศึกษาได้ทราบและทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ วิธีการเรียน การวัดและประเมินผล ทั้งด้านพุทธิพิสัย ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

4.2 นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบวัดความรู้ด้านพุทธิพิสัยก่อนเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนก (B) รายข้อ ตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.70 ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.72 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีของโลเวท (Lovett) เท่ากับ 0.91

4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา มีผลการประเมินความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 ประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมการเรียนรู้ (Preparation : P) 2) ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Search : S) 3) ขั้นวางแผนออกแบบเครื่องมือ สร้างอุปกรณ์สำรวจตรวจสอบ (Create : C) 4) ขั้นอธิบาย (Explain : E) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate : E) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation : E) และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend : E)

ด้านการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์โจทย์ปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขอื่นที่แฝงอยู่ ระบุสิ่งที่ต้องกระทำว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ลำดับขั้นตอนที่ต้องกระทำอะไรก่อนและขั้นตอนที่กระทำลำดับต่อไป 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหาหมายถึง ขั้นศึกษาทฤษฎีหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา การวางแผนในการใช้สูตรหรือสมการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การกำหนดขอบเขตในการทำงาน กำหนดข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บและออกแบบอุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูล 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นดำเนินการตามแผน การแทนค่าข้อมูลตามสถานการณ์ที่ให้มา แล้วแก้สมการตามที่วางแผนด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ หรือการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบเป็นการตรวจสอบคำตอบตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงคำตอบที่ได้จากการดำเนินการ คำตอบถูกต้อง ขัดแย้งกับกฎ

ทฤษฎีทางฟิสิกส์หรือไม่ 5) ขึ้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการบรรยายสรุปขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองแบบ มีจำนวน 6 แผน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง ไม่นับรวมวันที่ทดสอบ

4.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการกระตุ้นความสนใจ (Engage) 2) ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Explore) 3) ขั้นอธิบายความรู้ (Explain) 4) ขั้นขยายความเข้าใจ (Expand) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluate) ใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง ไม่นับรวมวันที่ทดสอบ

4.5 นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เนื้อหา เรื่อง แรงและสมดุลของแรง การเคลื่อนที่และโมเมนตัม ข้อสอบเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-Tier Multiple-Choice Test) จำนวน 24 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.22-0.80 และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.29-0.70 และมีค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson method : KR-20) เท่ากับ 0.92 โครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นคำถามและส่วนที่เป็นคำตอบ ซึ่งส่วนที่เป็นคำตอบประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คือคำตอบและตัวลวง และส่วนที่ 2 คือเหตุผลที่ใช้ในการเลือกตอบ สำหรับตัวลวงนั้นได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษา เนื่องจากนักศึกษาอาจมีเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ จึงได้แก้ปัญหาโดยการเพิ่มบรรทัดว่างไว้ให้นักศึกษาตอบ ทั้งนี้แบบทดสอบวัดความรู้ด้านมโนทัศน์ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลได้อย่างสมบูรณ์	ได้	3 คะแนน
คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลไม่สมบูรณ์	ได้	2 คะแนน
คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลผิด	ได้	1 คะแนน
คำตอบผิดทั้งหมด หรือไม่ตอบ	ได้	0 คะแนน

และทำแบบทดสอบการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ

4.6 เมื่อสิ้นสุดระยะการทดลอง นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบ ทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์ จำนวน 24 ข้อ แบบทดสอบการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนด้านพุทธิพิสัย จำนวน 30 ข้อ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ ด้วยเกณฑ์ 75/75

5. ขั้นตอนที่ 4 การประเมินรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. จุดประสงค์

เพื่อประเมินรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

2. วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บคะแนนวัดผลด้านพุทธิพิสัยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และระหว่างการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ในประเมินมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา นำข้อมูลมาวิเคราะห์ การประเมินรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 สอบถามความพึงพอใจสอบถามนักศึกษาสาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เมื่อสิ้นสุดกระบวนการใช้รูปแบบการเรียนรู้ เพื่อประเมินผล ดังนี้

2.1 ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 (E_1 / E_2)

2.2 เปรียบเทียบความรู้ ด้านมโนทัศน์ ด้านการแก้ปัญหาและด้านพุทธิพิสัย ก่อนทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3 เปรียบเทียบความรู้ด้านพุทธิพิสัย ด้านมโนทัศน์ และด้านการแก้ปัญหาหลังทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.4 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

3. เครื่องมือวิจัย

3.1 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

3.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3.4 แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้านพุทธิพิสัยเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.5 แบบทดสอบความรู้ด้านมโนทัศน์ จำนวน 24 ข้อ

3.6 แบบทดสอบการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ

3.7 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (E_1 / E_2) โดยการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลผลิต (E_2) โดยที่ E_1 ได้จากคะแนนการปฏิบัติผลงาน แบบฝึกหัด ใบปฏิบัติการ ใบสั่งงานและคะแนนทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ E_2 ได้จากคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนใช้เกณฑ์ 75/75

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสถิติทีแบบอิสระ (t-test Independent)

4.3 เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบสถิติที่แบบอิสระ (t-test Independent)

4.4 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบสถิติที่แบบอิสระ (t-test Independent)

4.5 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่องการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหา วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 วัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนา รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหา ใน วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่าง นักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหา ใน วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหา ใน วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อ รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชา วิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1. ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ผู้วิจัยศึกษาจากการ วิจัยสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หน่วย สมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ด้วย แบบสอบถามตามแนวคิดสไตล์การเรียนรู้ 6 แบบของแอน โชนี กราซาและไรซ์แมน (Grasha &

Reichman) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ ระดับความชอบมากที่สุด ระดับความชอบมาก ระดับความชอบปานกลาง ระดับความชอบน้อย และระดับความชอบน้อยที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ได้สไตล์การเรียนรู้ 6 แบบ ได้แก่ 1) แบบอิสระ (Independent) 2) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) 3) แบบร่วมมือ (Collaborative) 4) แบบพึ่งพา (Dependent) 5) แบบแข่งขัน (Competitive) 6) แบบมีส่วนร่วม (Participant) จำนวน 30 ข้อ ผลการวิจัยดังตารางที่ 4-1

ตาราง 4-1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นต่อสไตล์การเรียนรู้

สไตล์การเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	ระดับความชอบ	อันดับที่
1. แบบอิสระ	3.70	1.02	มีความชอบมาก	4
2. แบบหลีกเลี่ยง	2.89	1.35	มีความชอบปานกลาง	6
3. แบบร่วมมือ	4.10	0.82	มีความชอบมาก	1
4. แบบพึ่งพา	3.97	0.91	มีความชอบมาก	2
5. แบบแข่งขัน	3.66	1.04	มีความชอบมาก	5
6. แบบมีส่วนร่วม	3.88	0.93	มีความชอบมาก	3

จากตารางที่ 4-1 พบว่า นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีความชอบต่อสไตล์การเรียนรู้แต่ละแบบอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับมาก เรียงลำดับระดับความชอบจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย ได้แก่ แบบร่วมมือ แบบพึ่งพา แบบมีส่วนร่วม แบบอิสระ แบบแข่งขัน และแบบหลีกเลี่ยง ตามลำดับเนื่องจากนักศึกษามีความชอบสไตล์การเรียนรู้แบบร่วมมือมากที่สุด ผู้เรียนเห็นว่าตนเองจะเรียนรู้ได้ดีในบรรยากาศที่มีการแลกเปลี่ยนความคิด การทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนคือผู้กำหนดประเด็นคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ ผู้เรียนมีการวางแผนการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม การลงมือทำกิจกรรมกลุ่ม การแก้ปัญหาาร่วมกันภายในกลุ่ม การสรุปความรู้ร่วมกัน การสะท้อนคิดจากบทเรียน รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้ หรือการบูรณาการความรู้ข้ามวิชา หรือการเชื่อมโยงความรู้สู่วิชาชีพที่ทันสมัย ดังนั้นครูจึงต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม เปิด

โอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีการปรึกษาหารือ การออกแบบการเรียนรู้ร่วมกัน มีการทำงานเป็นทีม เน้นการพึ่งพาอาศัยกัน ในทางบวก การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในระหว่างการทำงานกลุ่ม การทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มอบหมายให้ทุกคนมีความรับผิดชอบ โดยมีครูเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจทางการเรียนรู้เป็นต้นแบบ ซึ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ได้ผลการวิจัยดังนี้

2. ตอนที่ 2 ผลการทดลอง

2.1 การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ที่มีคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือแผนการจัดการเรียนรู้ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลดังตารางที่ 4-2

ตาราง 4-2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	%	E_1 / E_2
1. คะแนนกระบวนการ	33	244	186.70	76.51	76.51/75.27
2. คะแนนผลลัพธ์	33	30	22.58	75.27	

จากตารางที่ 4-2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาที่มีต่อนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 33 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มี ประสิทธิภาพเท่ากับ 76.51/75.27 ถือว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา

ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่าง นักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมโมทัศน์และ การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ ผลดังตารางที่ 4-3

ตาราง 4-3 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโมทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่ม	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	df	t	P
ก่อนเรียน	ทดลอง	72	16.24	6.02	50	0.91	0.18
	ควบคุม	72	14.83	5.54			
หลังเรียน	ทดลอง	72	54.03	9.85	51	5.81	0.00
	ควบคุม	72	42.13	5.37			

ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโมทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษากลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 พบว่า ก่อนเรียนนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่ม

ทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.04 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 42.13 คิดเป็นร้อยละ 58.51 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลดังตารางที่ 4-4

ตาราง 4-4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่ม	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	df	t	P
ก่อนเรียน	ทดลอง	30	3.15	1.03	41	0.08	0.47
	ควบคุม	30	3.13	1.36			
หลังเรียน	ทดลอง	30	24.00	3.11	53	9.30	0.00
	ควบคุม	30	16.80	2.77			

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 พบว่า ก่อนเรียน นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงกับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ ดังตารางที่ 4-5

ตาราง 4-5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่ม	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	df	t	P
ก่อนเรียน	ทดลอง	30	8.15	2.29	53	-0.098	0.46
	ควบคุม	30	8.20	2.04			
หลังเรียน	ทดลอง	30	22.58	2.74	54	6.82	0.00
	ควบคุม	30	18.08	2.22			

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.27 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.08 คิดเป็นร้อยละ 60.26 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ดังตารางที่ 4-6

ตาราง 4-6 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ประเด็นการสำรวจความพึงพอใจ	ผลการศึกษา		
	\bar{X}	S.D.	การแปลความ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1. การกำหนดเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.38	0.61	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.59	0.61	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องสอดคล้องกับเนื้อหา	4.41	0.71	มาก
4. เนื้อหาสามารถเชื่อมโยงไปสู่การปฏิบัติงานในวิชาชีพได้จริง	4.44	0.67	มาก
5. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความต่อเนื่อง ชัดเจน กระตุ้นให้ผู้เรียนชวนติดตามและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม	4.47	0.57	มาก
6. คำสั่งที่ใช้ในใบสั่งงาน ใบงานมีเป้าหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4.63	0.61	มากที่สุด
7. ใบสั่งงาน ใบงาน ใบปฏิบัติงานกระตุ้นความสนใจของนักศึกษา	4.47	0.67	มาก
8. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ย้อนกลับและได้ข้อมูลในการเสริมแรงที่จะทำให้ศึกษาก้าวไปข้างหน้า	4.56	0.56	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรายด้าน	4.49	0.62	มาก
ด้านบรรยากาศในการเรียน			
1. ครูชี้แจงรายละเอียดรายวิชาและหลักเกณฑ์การเรียนรู้ให้นักศึกษาทราบ	4.34	0.66	มาก
2. การเริ่มต้นบทเรียนสามารถตอบสนองความต้องการของนักศึกษา และดำเนินการสอนเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานเดิมของนักศึกษา	4.44	0.62	มาก
3. บรรยากาศในห้องเรียนส่งเสริมให้นักศึกษาร่วมมือแก้ปัญหาและนำความรู้ในวิชาชีพมาใช้แก้ปัญหา	4.38	0.66	มาก

ตาราง 4-6 (ต่อ)

ประเด็นการสำรวจความพึงพอใจ	ผลการศึกษา		
	\bar{X}	S.D.	การแปลความ
4. ครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ด้านวิชาการ มีความเชี่ยวชาญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.50	0.67	มาก
5. ครูมีมนุษยสัมพันธ์และให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาอย่างเป็นกันเอง มีความเหมาะสมและเท่าเทียมกัน	4.25	0.67	มาก
คะแนนเฉลี่ยรายด้าน	4.38	0.65	มาก
ด้านระยะเวลาในการเรียน	4.31	0.64	มาก
1. ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสมกับความสนใจของผู้เรียน			
2. ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละชั้นมีความเหมาะสม	4.13	0.71	มาก
3. ระยะเวลาเพียงพอกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งแผนการเรียนรู้	4.31	0.64	มาก
คะแนนเฉลี่ยรายด้าน	4.25	0.66	มาก
ด้านวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียน			
1. เกณฑ์การประเมินผลงานสอดคล้องกับใบสั่งงาน แบบฝึกหัด และ ใบปฏิบัติการ	4.41	0.61	มาก
2. ครูประเมินผลงานได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด	4.47	0.67	มาก
3. นักศึกษานำผลการประเมินมาปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองเสมอ	4.47	0.76	มาก
4. นักศึกษานำผลการประเมินมาปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองเสมอ	4.50	0.62	มาก
คะแนนเฉลี่ยรายด้าน	4.46	0.66	มาก
คะแนนเฉลี่ย	4.42	0.67	มาก

การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมทัศนคติและการแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62 รองลงมาคือ ด้านวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 และด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ ด้านระยะเวลาในการเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อ

1) พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาใน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความเข้าใจโม นทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ ด้วยวิธีปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกล และการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กับการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้าง เสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความชอบต่อสไตล์การเรียนรู้ เรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย คือ แบบร่วมมือ แบบพึ่งพา แบบมีส่วนร่วม แบบอิสระ แบบ แข่งขัน และ แบบหลีกเลี่ยง ตามลำดับ เนื่องจากนักศึกษามีความชอบสไตล์การเรียนรู้แบบร่วมมือ มากที่สุดนั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีในบรรยากาศที่มีการแลกเปลี่ยนความคิด การทำกิจกรรมกลุ่ม การแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้ หรือการบูรณาการความรู้ข้ามวิชา หรือการเชื่อมโยงความรู้สู่วิชาชีพที่ทันสมัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ สอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัส วิชา 3000-1302 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ประชากร คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องาน

เครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 12 ห้องเรียน 24 กลุ่มเรียน รวมทั้งสิ้น 391 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 สาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานแม่พิมพ์โลหะ ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 33 คน เป็นกลุ่มทดลองและสาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขางานเครื่องมือกล ชั้นปีที่ 2 กลุ่มเรียนที่ 1-2 จำนวน 24 คน จำนวน 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมได้แก่ 1) รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา 3) แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังเรียนด้านมโนทัศน์ จำนวน 24 ข้อ 4) แบบทดสอบการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ 5) แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้านพุทธิพิสัย เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.51/75.27 มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.04 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 42.13 คิดเป็นร้อยละ 58.51 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คะแนน

คิดเป็นร้อยละ 75.27 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.08 คิดเป็นร้อยละ 60.26 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รองลงมาคือ ด้านวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียน ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ ด้านระยะเวลาในการเรียน

2. อภิปรายผล

2.1 ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.51/75.27 มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาขึ้นตามแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสาระสำคัญตามหลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาตามหลักการและแนวคิดของจอยส์และวีล (Jovec, B. & Weil, M. 1996 : 161-178) กานเย (Gagne, R.M. 1985 : 70-90) เพียเจต์ (Piaget) ทฤษฎีการเรียนรู้ สร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist) ระบบการเรียนรู้ของเคมป์ (Kemp, J.E. 1977) ประยุกต์ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการวางแผนการสอน ตามแนวคิดของ ทิศนา แจมมณี (2534) และมีองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ในการจัดการเรียนการสอน ตามทฤษฎีของสังัด อุทรานันท์ (2526 : 31) รวมทั้งข้อเสนอแนะแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ระบบการจัดการเรียนการสอนของวันเพ็ญ คำเทศ (2560 : 54-64) จากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษา เน้นให้นักศึกษาได้เรียนรู้แบบร่วมมือเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนความคิด ทำกิจกรรมกลุ่ม ลงมือทำกิจกรรมกลุ่ม และการแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม การเชื่อมโยงความรู้ บูรณาการความรู้ข้ามวิชา การเชื่อมโยงความรู้สู่วิชาชีพ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จาก เรวดี มาน้อย (2557) สิทธิพล อาจอินทร์ (2554 : 72-82) แสงเดือน เจริญฉิม (2552 : 84-212) เกริก ศักดิ์สุภาพ

(2556 : 142-149) และ วันวิสา ภักดิ์ (2557 : 99-102) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นทำ ความเข้าใจและสำรวจปัญหา ชั้นสถานการณ์โจทย์ ชั้นวางแผนลงมือแก้ปัญหาโจทย์ ชั้นดำเนินการ ตามแผนที่กำหนดและชั้นตรวจสอบคำตอบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาโจทย์ได้ด้วย ตนเอง โดยการมองเห็นภาพโดยการใช้จินตนาการวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับโจทย์จนทำให้ เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหตามลำดับขั้นตอนหรือตามแนวทางที่กำหนด จัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจให้นักศึกษาฝึกคิด เสริมสร้างแรงจูงใจ จะส่งผลให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียน ทั้งนี้เมื่อผู้วิจัยยกร่างรูปแบบการเรียนรู้และแผนการ จัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบหลายขั้นตอน และปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อตรวจสอบคุณภาพตาม แนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7-18) แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความ สมบูรณ์ส่งผลให้รูปแบบการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษากลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 พบว่า กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรม การเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามกระบวนการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กระบวนการพัฒนา ความคิดของผู้เรียน โดยวางแผนการสอนอย่างเป็นระบบ ด้วยการสร้างสถานการณ์หรือประเด็น เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และตอบสนอง เพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ด้วยการเชื่อมโยง ประสบการณ์เกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ (ปุลณณานิ เจ๊ะหนู่ม, 2551 : 33) และกระบวนการสร้างที่ก่อให้เกิด มโนทัศน์ในเรื่องใดนั้นผู้เรียนรู้จักการสังเกตมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง หลักการ และ มีความสามารถในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ ออกจากสิ่งอื่นอย่างชัดเจน (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546 : 22) และส่งเสริมให้นักศึกษาพัฒนามโนทัศน์ด้วยการกระตุ้นจากสิ่งเร้า การรับรู้และการตีความ (นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, 2537 : 55-56) ได้ฝึกปฏิบัติจริงและฝึกให้นักเรียน สรุปรวมโนทัศน์ด้วยตนเอง (แสงเดือน อาตมยันทน์, 2557 : 55) ทั้งนี้ Martin D.J. (1997 : 41) กล่าวว่า วิธีการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญคือการเปิด โอกาสให้ นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหา การสำรวจ การทดลอง หาวิธีการที่จะได้ข้อมูลมาเพื่ออธิบาย เหตุการณ์ ปัญหาหรือเนื้อหาที่ศึกษาให้นักศึกษาได้เป็นเจ้าขององค์ความรู้ โดยครูให้คำแนะนำและ

คอยซักถามเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ โน้ตค้นที่ถูกต้อง ถ้านักศึกษามีโน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ ถูกต้องย่อมมีผลเสียต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้ Koponen T. et al. (2013 : 2227-2254) รายงานผล วิจัยการพัฒนาโน้ตค้นของนักเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า พบว่า ในกระบวนการพัฒนาโน้ตค้นด้านความรู้เชิงสาเหตุที่ความเชื่อมโยงกันของระบบองค์ความรู้ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้นและการทำงานเป็นทีมจะมีผลต่อการ เรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรี โปชนา (2559 : 103-108) รายงานว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด แก้ปัญหา ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลอง เน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักการวางแผน ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันจน สามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เน้นการสร้างองค์ความรู้จากความรู้เดิมที่มีอยู่ของ ผู้เรียนนอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของปทุม ช่องคันปอน (2558 : 65-67) รายงานผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่องนิวเคลียร์ โดยการจัดการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ พบว่าการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่าง ระหว่างบุคคล จัดการเรียนรู้ที่เน้นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดและความเชื่อมโยงของ ความคิดหรือสาระนั้น ๆ ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และสามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวันวิสา ภักดี (2557 : 99-102) ที่ พบว่า มโนทัศน์ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

2.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ก่อนเรียนนักศึกษากลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งกลุ่ม ทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้สร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหานักศึกษาพัฒนาขึ้นตามแนวทางการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าการบวนการทางความคิดมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็นในการ ดำเนินชีวิตมนุษย์ และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา จะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้นมนุษย์จึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหา

ได้รับการฝึกหัดแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ Weir, J.J. (1974 : 17) และวันวิสาข์ ภักดี (2557 : 64) ที่ได้เสนอแนะแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนทำความเข้าใจและสำรวจโจทย์ปัญหา ขั้นวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร วางแผนลงมือแก้ปัญหา โจทย์ ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ด้วยวิธีการทางพีชคณิต การตรวจคำตอบที่ได้จากการทำงานซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 34) และเสถียรวุฒิ มุลอามาตย์ (2549 : 52) ที่กล่าวว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหามีระบบเริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน แล้วตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ วิเคราะห์ โจทย์ปัญหา วางแผนแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่มนักศึกษา กำหนดข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บและออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลขึ้นดำเนินการแก้ปัญห หรือการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคำตอบการทำงานของอุปกรณ์ ขึ้นตรวจสอบคำตอบว่าคำตอบถูกต้อง ชัดแย้งกับกฎ ทฤษฎีทางฟิสิกส์หรือไม่ และขึ้นสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดเป็นการสะท้อนคิดจากบทเรียน ซึ่งจะช่วยพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้กับนักศึกษา ได้ดียิ่งขึ้น (เรวดี มาน้อย, 2557 : 127-142) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เน้นการบูรณาการหลักการทางฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ บูรณาการความรู้วิชาชีพในงานอาชีพมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดทำนวัตกรรมและสื่อการเรียนรู้เพื่ออธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (กัญทิมา วชิรตันพงษ์เมธิ และคณะ, 2559 : 33-45) จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (ศักรินทร์ ชนประชา, 2557 : 14-23) ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานที่มีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรม กำหนดวัตถุประสงค์และออกแบบการพัฒนาประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้ สร้างบรรยากาศแห่งการแสวงหาความรู้ร่วมกัน กระตุ้นเสริมแรง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองอย่างตั้งใจตามแนวคิดของ ชลัช กลิ่นแก่นจันทร์ และสโรชา ไพรีพ่ายฤทธิ์ (2558) จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (ไอนิง เจ๊ะเหลาะ และคณะ 2555 : 1-11) และยังสอดคล้องกับผลงานการวิจัยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (คมกริช จุกหอมและคณะ. 2559 : 25-40) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Caliskan S. et al. (2013 : 2239-2243) ที่พบว่าผลของกลยุทธ์การแก้ปัญหาการเรียนการสอนกับนักเรียน กรณีการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 3 ชั้นคือ 1) เทคนิค WPE (Writing Physics Examination) 2) เทคนิค PPSR การสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหามีผลในเชิงบวกและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.27 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.08 คิดเป็นร้อยละ 60.26 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบโดยศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการและแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ ระบบการจัดการเรียนการสอน (วันเพ็ญ คำเทศ. 2560 : 54-64) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ นำรูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อตรวจสอบคุณภาพ แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขจึงส่งผลให้รูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพมีประสิทธิภาพ และกระบวนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนชัดเจนที่ประกอบด้วย 1) ขั้นเตรียมการเรียนรู้ ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้แสดงความรู้เดิม กำหนดประเด็นปัญหา ตรวจสอบความรู้และเติมเต็มประสบการณ์เดิม ตรวจสอบโน้ตส่นและการแก้ปัญหา 2) ขั้นค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การแยกแยะประเด็นของปัญหา กำหนดประเด็นให้ชัดเจน และการค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการดำเนินงานเพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหา การวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ 3) ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ในการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่จะนำมาแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบ 4) ขั้นอธิบาย การส่งเสริมให้นักศึกษาได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ การบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ การให้ข้อเสนอแนะ การให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการประยุกต์ใช้ มโนทัศน์อธิบายเหตุการณ์ 5) ขั้นขยายความรู้ เป็นการใช้ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด การเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ 6) ขั้นประเมินผลตรวจสอบผลเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือขยายความรู้สู่งานอาชีพ

แนะแนวทางในการนำความรู้ไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ ทั้งนี้ น้ำฝน พรหมประราบ (2560 : 117-126) กล่าวว่า โน้ตทัศน์มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหา ทำให้ค้นพบความรู้ใหม่ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ให้ถึงระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ โน้ตทัศน์มีหน้าที่เสมือนตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดการค้นคว้าอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจทฤษฎี ข้อเท็จจริง เหตุการณ์และประสบการณ์ของเอกัตบุคคล ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการสอนในเชิงปฏิบัติการมีผลที่ดีกว่าการสอนแบบธรรมดา (นาตยา ปิลันธนานนท์, 2542) สอดคล้องกับผลการวิจัยของแสงเดือน เจริญนิม (2552 : 192-212) ที่พบว่า เมื่อผู้เรียนได้รับการพัฒนานโน้ตทัศน์ทางฟิสิกส์ที่ถูกต้องจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนและการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนานโน้ตทัศน์และการเชื่อมโยงความรู้จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ ปทุม ช่องคันปอน. (2558 : บทคัดย่อ) จากผลการวิจัยพบว่าก่อนเรียนนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนด้านมโน้ตทัศน์ไม่แตกต่างกัน หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 54.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.04 กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 42.13 คิดเป็นร้อยละ 58.51 ซึ่งกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาความเข้าใจมโน้ตทัศน์ทางฟิสิกส์ คือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ และการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยการส่งเสริมด้านมโน้ตทัศน์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ชญญาภรณ์ ชัดทา, 2559 : 139-153) ทั้งนี้ Koponen T. Ismo et al. (2013 : 2227-2254) กล่าวว่าไว้ว่าการพัฒนานโน้ตทัศน์มีกระบวนการที่สำคัญคือการปรับองค์ความรู้ใหม่เพื่อให้ความรู้และมโน้ตทัศน์ของนักเรียนเปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้อง โดยเน้นการสร้างมโน้ตทัศน์ขึ้นภายในตัวผู้เรียน ทั้งนี้ความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเป็นสาเหตุสำคัญต่อการพัฒนานโน้ตทัศน์ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้นและการทำงานเป็นทีมจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ผู้เรียนที่มีระดับมโน้ตทัศน์ก่อนข้างต่ำจะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการนำความรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ ดังนั้นครูต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีมโน้ตทัศน์ที่ชัดเจน และถูกต้องในเนื้อหา ด้วยกระบวนการสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เลือกทางที่สนใจและให้กลุ่มปฏิบัติงาน ขึ้นกระตุนความสนใจขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้อย่างกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และส่งผลให้นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E ในระดับมาก

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 คือ ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบ ตรงเวลา สนใจใฝ่รู้ ครูต้องเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ที่ดีในด้านการจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือบางชนิด ครูต้องมีทักษะการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามได้ตลอดเวลาเมื่อผู้เรียนเกิดความสงสัย มีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนทุกคนกับครู ครูต้องเป็นผู้ที่เสริมพลังทางบวกให้กับนักศึกษาทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน รวมทั้งเพิ่มช่องทางในการสื่อสาร การปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มเรียนให้สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา จะส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ได้ดี ดังนั้นครูควรนำเทคโนโลยีเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์ในวิชาอื่น หรือเนื้อหาอื่น หรือศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ หรือศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หรือการพัฒนาด้านการคิดของนักศึกษา

บรรณานุกรม

- กมลชนก อินตะโฆง. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา : ชลบุรี.
- กรมวิชาการ, คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2546). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศาสตร์. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2551). กรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.). สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558, จาก: <http://bsq2.vec.go.th/>.
- กัญทิมา วชิรตันพงษ์เมธี และคณะ. (2559). รูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ : ผลสะท้อนจากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 9(1), 33-45.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ชัดเชส มีเดีย.
- ขนิษฐา กฤษวี และสมทรง สิทธิ. (2559). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 10 (ฉบับพิเศษ) ,120-134.
- คมกริช จุกหอมและคณะ. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 10(1), 25-40.

บรรณานุกรม

- จิตติมา พิศาทาค. (2552) การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและ
พัฒนาการศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.
- จิราภรณ์ หนูสวัสดิ์. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการผ่านเว็บตาม
แนวทฤษฎีการขยายความคิดส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถ
ในการแก้ปัญหาและการถ่ายโยงการ เรียนรู้ของ ผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา.
ปริญญาานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ : กรุงเทพฯ.
- ฉวีวรรณ กิณาวงศ์. (2542). หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์. สำนักพิมพ์
แห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ : กรุงเทพฯ.
- ชลกานต์ ชมภู. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E X 2 ที่มีต่อ
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอน
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชลัช กลิ่นแก่นจันทร์ และสโรชา ไพรีพ่ายฤทธิ์. (2558). ครูอาชีพศึกษาแห่งศตวรรษที่ 21.
กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- ชญญาภรณ์ ชัดทา. (2559). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิค
Think-Pair-Share เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ. 9(3), 139-153.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2532). คำบรรยายวิชาบทเรียนสำเร็จรูป. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ.
- _____. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์วิจัย. 5(1), 7-20.
- ชาญชัย อินทรประวัติ. (2542). สื่อการสอนประกอบวิดิทัศน์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

บรรณานุกรม

- ชวลีพร บุตรโคตร. (2556). คุณภาพการศึกษาเด็กไทยต่าจนนำห้วง ‘จาตุรนต์’ สั้่งเร้งเพิ่มคะแนนผู้
กับอาเซียน. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2557. จาก <https://www.tcijthai.com/news/2013/07/scoop/2919>.
- ณพัฑูอร บัวอุณ และคณะ (2559). สภาพการจั้ดการเรี ยนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ
คุณภาพชีวิต หมวดวิชาศึกษาทั่วไป. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระ
บรมราชูปถัมภ์. 11 (2), 97-109.
- ณัฐฐาภรณ์ โสภักัฒ. (2557). พฤติกรรมการใช้ความรุนแรง กรณีศึกษาการทะเลาะวิวาทของ
นักเรียนอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารกระบวนการยุติธรรม. 7 (3),
99-120.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). นวัตกรรมและสื่อในการจั้ดการเรี ยนการสอนวิทยาศาสตร์ใน
ศตวรรษที่ 21. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal Silpakorn University, 9(1),
560-581.
- ทศนา แวมมณี และคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- ทศนา แวมมณี. (2558). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจั้ดกระบวนการเรี ยนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2545). วิธีการสอนสำหรับครูมืออาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2534). ระบบการออกแบบการจั้ดการเรี ยนการสอน. เอกสารประกอบการสอน.
ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธิดารัตน์ เทพรัตน์. (2559). การพัฒนาชุดการเรี ยนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วารสารวิชาการปทุมวัน. 6(15), 25-35.
- นฤมล นิมงาม. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการ
แก้้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจั้ดการเรี ยนรู้แบบวัฏจักรการเรี ยนรู้ 7 ชั้น ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ศึกษาสาตรมหาบัณัฒิต สาขาการวิจัยและพัฒนา
หลักสูตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี : ปทุมธานี.

บรรณานุกรม

- นวลพล นนทภา และคณะ. (2558). การพัฒนากลวิธีในการแก้ไขโมดัลที่คลาดเคลื่อนทาง
พีชคณิตสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏมหาสารคาม. 12 (1), 39-57.
- นวลจิตต์ เขาวีร์ติพงศ์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. สารพัฒนาหลักสูตร.
 14(119), 55-60.
- น้อมศรี เคท และคณะ. (2541). **เรื่องน่ารู้สำหรับครุคณิตศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ :
 ไทยวัฒนาพานิช.
- นาคยา ปิลันธนานนท์. (2542). การศึกษาตามมาตรฐาน : แนวคิดสู่การปฏิบัติ.
 กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์.
- น้ำฝน พรมประราบ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 5E เสริมด้วยการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือเทคนิค STAD ต่อมนโมติการถ่ายถอดลักษณะทางพันธุกรรมของ
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1. วารสารวิทยาลัยบัณฑิต
 เอเชีย. 7(ฉบับพิเศษ), 117-126.
- บรรจง พลจันทร์ และคณะ. (2555). **แนวทางการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน
 ของวิทยาลัยการอาชีพวาปีปทุม**. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
 บุรีรัมย์. 4(1), 89-107.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
 _____. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
 _____. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
 _____. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. (2545). **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียน**. ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการ
 ประเมินการศึกษา หน่วยที่ 5 , มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช : นนทบุรี.

บรรณานุกรม

- ปทุม ช่องคันปอน. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง พลังงานนิวเคลียร์โดยการจัดการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับผังมโนทัศน์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนา หลักสูตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี : ปทุมธานี.
- ประดมพร โคตา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนคติ. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ : กรุงเทพฯ.
- ประสาธต์ เนื่องเฉลิม. (2558). แนวการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21. วารสาร พัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต. 9(1), 136-154.
- ปราณี ผิวแดง. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียน คณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาหระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับสถานการณ์ในห้องเรียน. คุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา : นครราชสีมา.
- ปราณีต ช่างสีดา และ สมเกียรติ ทานอก. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ ผังมโนทัศน์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 10(1), 130-141.
- ปาริศา โชติเชย และคณะ (2558). การพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิตโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิจัยท้องถิ่น, มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบูรณ์ : เพชรบูรณ์. ครั้งที่ 2, 384-390.

บรรณานุกรม

- ปิยฉัฐ ชัยเพ็ง. (2559). การวิเคราะห์หม็อตศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเศษส่วน
ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1. คุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม : มหาสารคาม.
- ปุกณณานิ เจ๊ะหนู่ม. (2551). การพัฒนาเครื่องมือวัดการสร้างหม็อตศน์ตามโมเดลการสร้าง
หม็อตศน์ของลาตเลย์และแมทซิงสกีสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
4. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชากรวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ
: สงขลา.
- ผ่องศรี เครือกลัด และคณะ. (2558). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
พื้นฐาน เรื่อง แรงและความดันของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้
วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสมผสานกับผังหม็อตศน์รูปตัววี.
วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยราชววารสารวไลยอลงกรณ์ :
ปทุมธานี. 5(2), 15-30.
- พรธิดา สุขกรม และ อัมพร ม้าคะนอง. (2558). การศึกษามหม็อตศน์ที่คลาดเคลื่อนและ
ข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียน
ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 และเขต 2.
วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา OJED. 10(4), 599-611.
- พรพรรณ สารมาตย์. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารและสมบัติของ
สารและ การคิด วิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ร่วมกับแผนผังหม็อตศน์. คุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการเรียน
การสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม : มหาสารคาม.
- พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ. (2537). รูปแบบการสอน. คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา : สงขลา.
- พวงรัตน์ ไพเราะ และคณะ. (2559). การพัฒนาการเรียนการสอนที่มุ่งผลลัพธ์การเรียนรู้
โดยใช้ระบบพีเลียง ในรายวิชา 105001 ฟิสิกส์เบื้องต้น. มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา.

บรรณานุกรม

- พัชรี โปชนา. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา : ชลบุรี.
- พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน (2552). ผลการใช้วิธีสอนแก้ปัญหาของโพลาร์ร่วมกับเทคนิคการจัด กลุ่มแบบรายบุคคล (TAI) ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยทักษิณ : สงขลา.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล
- _____. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2557). สะเต็มศึกษาประเทศไทย และทุดสะเต็ม. นิตยสาร สสวท. สืบค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2558. จาก http://physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2014/11/STEMEdu_IPSTMag185.pdf
- ยูดา รักไทย และชนิกานต์ มามะศิริรานนท์. (2546). เทคนิคการแก้ปัญหาและตัดสินใจ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : เอ็กซ์เพิร์เน็ท
- เรวดี มาน้อย. (2557). การพัฒนาชุดทดลองกลศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนพัทลุง. พจนานุกรมวารสาร, 10(2), 127-142.
- ลักษณา ศิริมาลา และ วรณจรีย์ มั่งสิงห์. (2553). ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4 (2), 112-119.

บรรณานุกรม

- วรรณดี แสงประทีปทอง. (2552). การพัฒนาเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการประเมิน
หลักสูตรในประมวลสาระชุดวิชาการประเมินหลักสูตรและการเรียนการสอน
หน่วยที่ 8. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ : นนทบุรี.
- วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.
 กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์เลิฟเพรส
- วันเพ็ญ คำเทศ. (2560). มโนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อนไหวทางวิทยาศาสตร์ : ประเภทและเครื่องมือประเมิน.
 วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 10(2), 54-64.
- วันวิสา กองแสน. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติ
ต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา :
 มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- วันวิสาข์ ภัคดี. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ SSCS ร่วมกับของเล่น
เชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
 หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยทักษิณ : พัทลุง.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 1.
 นครปฐม : ส.เจริญการพิมพ์
- วิชาญ เลิศลพ. (2543). การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และ
รูปแบบ สสวท. และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.
 ปริญญาคุษฎ์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร : กรุงเทพฯ
- วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี. (2558). รายงานการประเมินตนเองวิทยาลัยเทคนิค
 อุบลราชธานี ปีการศึกษา 2557.
- ศักรินทร์ ชนประชา. (2557). ทฤษฎีการเรียนรู้ผู้ใหญ่ : สิ่งทีครูสอนผู้ใหญ่ต้องเรียนรู้.
 วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 25(2),14-23.

บรรณานุกรม

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2). องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ : กรุงเทพฯ.
- สงบ ลักษณะ. (2540). จากหลักสูตรสู่แผนการสอน, การวิจัยทางการศึกษา 21(4).
- สังัด อุทรานันท์. (2526). ความรู้ด้านหลักสูตรการเรียนการสอน และทักษะการใช้หลักสูตร. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สำนักงาน. (2558). **สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015**. สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2559. จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/TIMSS2015summary>
- _____. (2551). **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2554). **ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สนอง อินละคร. (2534). การเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค TAI ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ แผนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. อุบลราชธานี : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10.
- สมนึก ภัททิยชนี. (2549). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม.ลินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2557). **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557**. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558, จาก: <http://bsq2.vec.go.th/course/ปวส/ปวส57/ปวส.57%20ทักษะชีวิต%>.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2548). **รายงานการวิจัย เรื่องเส้นทางการศึกษาด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ด้านอาชีวศึกษา (V-NET)**. (ออนไลน์) 2559 สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2559. จาก: <http://www.niets.or.th>.

บรรณานุกรม

- _____ . (2558). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ด้านอาชีวศึกษา (V-NET). (ออนไลน์) 2558 สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2558. จาก:
<http://www.niets.or.th>.
- _____ . (2544). การประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา : กรอบและแนวทางการดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานทดสอบทางวิชาการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิดานันท์ ศรีวรรณะ. (2556). การศึกษาลีลาการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนภาษาไทยในฐานะภาษาต่างประเทศ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์. สารนิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต การสอนภาษาไทยในฐานะ ภาษาต่างประเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ : กรุงเทพฯ.
- สิทธิพล อัจฉินทร์. (2554). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วารสารวิจัย มข. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 16(1), 72-82.
- สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2556). การศึกษาปัญหาการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนาการรับรู้ และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศของครูแกนนำวิทยาศาสตร์. วารสารศรีนครินทรวิโรฒ วิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 5(9), 141-153.
- สิปปนนท์ เกตุทัต. (2541). แนวคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศไทย. วารสารวิชาการ. 1(15), 2-15.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์และคณะ. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้:เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์
- สุปราณี ว่างานนท์และคณะ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์มหาสารคาม. 10(1), 200-210.

บรรณานุกรม

- สุรางค์ โคว์ตระกูล. (2541). **จิตวิทยาการศึกษา**. ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). **กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ ฯ : ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2552). **21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ ฯ : ภาพพิมพ์.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. ปัตตานี : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- เสถียรวุฒิ มูลอามาตย์. (2549). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนตามแนวอริยสัจ 4**. การศึกษามหาบัณฑิต การมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร : กรุงเทพฯ.
- แสงเดือน เจริญนิม. (2552). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**. ปรินญาคุณฐิบัณฑิต สาขา การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร : นครปฐม.
- แสงเดือน เจริญนิม และสุเทพ อ่วมเจริญ. (2553 : 76-77). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร. 1(2) : 64-78.
- แสงเดือน อาตมียนันท์. (2557). **การพัฒนาโมทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา**. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพัฒนาหลักสูตรและการนิเทศ. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร : นครปฐม.
- อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหา ตามเทคนิคของโพลยา**. การศึกษามหาบัณฑิต สาขา หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา : ชลบุรี.

บรรณานุกรม

- อัมพร ม้าคนอง . (2546). **คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้**. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ.
- _____ . (2553). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ.
- เอกรินทร์ สีมหาศาล. (2545). **กระบวนการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาแนวคิดสู่ปฏิบัติ** : กรุงเทพฯ : บั๊ค พอยท.
- ไอนิ่ง เจ๊ะเหลาะ และคณะ. (2558). **การศึกษานวัตกรรมที่ตลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ การศึกษานวัตกรรมที่ตลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 2(1).1-11.
- Björn Krückhans. et al (2015). **Learning Factories and their Enhancements - A Comprehensive Training Concept to Increase Resource Efficiency**. Journal of science direct. 32,47-52.
- Baroody, A. J. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and Communicating**. K-8 . New York : Macmillan Publishing Company.
- Best J. W. & Kahn, J. V. (1993). **Research in Education**. 7th ed. Boston : Allyn & Bacon.
- Caliskan, S. et al. (2009). **Effects of the problem solving strategies instruction on the student physics problem solving performances and strategy usage**. Procedia Social and Behavioral Science (2), 2239-2243.
- Charles, R. I., & Lester, F. K., Jr. (1982). **Teaching problem solving : What, why, & how**. Palo Alto, CA : Seymour.
- Chiappetta, E. L., & Russell, J. M. (1982). **The relationship among logical thinking, problem solving instruction, and knowledge and application of earth science subject matter**. Science Education, 66, 85-93.

บรรณานุกรม

- Cockburn,A. and G. H. Littler. (2010). **The Upper Students Conceptions and Misconceptions about Photosynthesis in KhonKaen.** SEAMEORECSAM.84(4) : 3–6 ;
February.
- Dewey J. (1976). **Moral principles in education.** Carbondale, IL:
Southern Illinois University Press. (Original work published 1909).
- Dewey, J. (1998). **Experience and Education : The 60th Anniversary Edition.**
Kappa Delta Pi : West Lafayette .
- Drews, D. (2011). **Children's Errors in Mathematics: Understanding common misconceptions in primaty schools (2nd ed.).** 20 Cathedral Yard :
LearningMatters Ltd.
- Driver, R., & Bell, B. (1986). **Students' thinking and the learning of science: A constructivist view.** School Science Review, 67, 443-456.
- Eisenkraft, A. (2003). **Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning and the importance of eliciting prior understanding.**
[Teacher Practitioner]. The Science Teacher, 70(6), 56-59.
- Fisher, K.M. (1983). **Amino acid Translation : A Misconception in Biology Proceeding International Seminar : Misconception in Science and Mathematics.**
Intheca NY : Connell University.
- Gagne, R.M. (1985). **The conditions of learning.** New York : Holt, Rinechart and Winston Inc.
- Gagne, R.M. and Briggs L. (1979). **Principle of Instruction Design.:** New York :
Holt, Rinechart and Winston Inc.
- Garnett, P. J.; Treagust, D. F. (1992). **Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells.** Journal of Research in Science Teaching, 29 (10) : 1079-99.
- Good, Carter V. (1973). **Dictionary of Education.** New York : McGraw-Hill.

บรรณานุกรม

- Hewson, P.W. and M.G. Hewson. (1983). **Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Change Strategies of Science Learning.** Journal of Research in Science Teaching. 20 : 732-734.
- Jovec, B. & Weil, M. (1996). **Models of teaching** (5th ed.). London : Allyn and Bacon.
- Kemp, J.E. (1977). **Instructional design: A plan for unit and course development.** California : Fearon-Pittman.
- Kolb, D. A. (1984). **Experiential learning: Experience as the source of learning and Development.** (1) Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Koponen T. Ismo, Laura H. (2013). **Concept Development in Learning Physics : The The case of electric current and voltage revisited.** Science & Education 22(9) : 2227-2254.
- Watts, M. (1997). **A Case for Critical Constructivism and Critical Thinking in Science Education.** Research in Science Education 27(2) : 309-322.
- Knowles, M. S. (1973). **The adult learner: A neglected species.** Madison, WI: American Society for Training and Development.
- Manfred Prenzel et al., (2000). "PISA 2000 : Dokumentation der Erhebungsinstrumente Druck: Buch- und Offsetdruckerei H. Heenemann Gmbh & Co, Berlin
- Martin D.J. (2014). **Polygons Teaching Through Creative Drama in Mathematics Teaching.** American Journal of Educational Research., 2 (6) , 372-377
- Novak, J.D. (1985). **Metalearning and Metaknowledge strategies to help student to learn how to learn In Cognitive Structure and conceptual Change.** Edited by L.H.T. West and A.L. Pines (Eds). New York Academic Press, Ins. 211-227.
- Pizzini, S. & Abell. (1989). **A rational for and development of a problem solving model of instruction in science education.** Science Education, 73, 523-534.
- Polya, G. (1975). **How to Solve it. 2nd ed.** New York : Doubleday Anchor Books.

บรรณานุกรม

- Renner, J.W. et al., (1990). **Understandings and misunder standing of eight graders of four physics concepts found in textbooks.** Journal of Research in Science Teaching , 27(1). 35-54.
- Singh, S. and Yaduvanshi, S. (2015). **Constructivism in Science Classroom : Why and How.** International Journal of Scientific and Research Publications. 5(3), 1-10.
- Surif J. et al. (2012). **Conceptual and Procedural Knowledge in Problem Solving.** Procedia - Social and Behavioral Sciences.56, 416 – 425.
- Thitima, G. and Sumalee, C. (2012). **Scientific Thinking of the Learners Learning with the Knowledge Construction Model Enhancing Scientific Thinking.** Procedia - Social and Behavioral Sciences 46 : 3771 – 3775.
- Tyler, R.W. (1950). **Basic principles of curriculum and instruction.** Chicago: University of Chicago Press.
- Weir, J.J. (1974). **Problem Solving Every body’s Problem.** The Science Teacher. 4, 16-18.
- Wheatley, G. (1991). **Constructivist perspectives on science and mathematics learning.** Science Education, 71(1), 9-21.
- Xinxin FAN. (2015). **Effectiveness of an Inquiry-based Learning using Interactive Simulations for Enhancing Students Conceptual Understanding in Physics.** A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at The University of Queensland. School of Education.1-203.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญ

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญ
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

1. รศ.ดร.ศุภกร ภู่เกิด

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก

ศษ.บ. (บริหารการศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ปริญญาโท วท.ม. (การสอนฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปริญญาเอก วท.ด. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. ผศ. ดร.อุดม ทิพรราช

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

กศ.บ. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

วท.ม. (สาขาวิชาฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ph.D. (Physics) University of North Dakota, 2002, U.S.A.

3. ผศ. ดร.ชานินทร์ นุตโร

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

กศ.บ. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน

วท. ม. (สาขาวิชาฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วท.ด. (สาขาวิชาฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ผศ.ดร.ภควัฒน์ วงศ์วรรณวัฒนา**ตำแหน่งปัจจุบัน**

อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (สาขาวิชาฟิสิกส์) สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

วท. ม. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ปร.ด. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

5. ดร.วัชรินทร์กร เมฆลา**ตำแหน่งปัจจุบัน**

อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

วท. ม. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ปร.ด. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ผู้เชี่ยวชาญด้านตรวจรูปแบบการเรียนรู้

1. ดร. อังคณา นาสารี

ตำแหน่งปัจจุบัน

รองผู้อำนวยการ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ อุบลราชธานี จังหวัด
อุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

ค.ม. สาขาการพัฒนาลัทธิสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ
อุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ค.ม. สาขา บริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
จังหวัดอุบลราชธานี

ค.ด. สาขา บริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
จังหวัดอุบลราชธานี

2. ผศ.ดร. เผ่าไทย วงศ์เหลา

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

Ph.D. (Mathematics)

3. ดร.องอาจ เทียบเกาะ

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

Ph.D. Physics University of South Florida (University of South Florida)

Master of Science University of South Florida (University of South Florida)

Master of Science TEXAS TECH UNIVERSITY (TEXAS TECH UNIVERSITY)

ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง) มหาวิทยาลัย

อุบลราชธานี

4. ดร. สุภวันท์ อารุณ

ข้าราชการบำนาญ อดีต ครูเชี่ยวชาญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
อุบลราชธานี เขต 1 จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

ค.ม. สาขาการพัฒนาลัทธิสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ
อุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

กศ.ด. วิชาเอกการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

5. ผศ.ดร.พัฒนาสุข ชำนินอก

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

วท. บ. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

วท. ม. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ปร.ด. (สาขาวิชาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และ
แผนการจัดการเรียนรู้

1. นางอรทัย ชาเสน

ตำแหน่งปัจจุบัน

ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

2. นางเทียมจันทร์ สว่างวรรณ

ตำแหน่งปัจจุบัน

ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ

3. นางเรวดี ศรีชัยรัตน์

ตำแหน่งปัจจุบัน

ครูชำนาญการ วิทยาลัยการเทคนิคยโสธร จังหวัดยโสธร

4. นางสาวนิตตา นครราช**ตำแหน่งปัจจุบัน**

ครูชำนาญการ วิทยาลัยการเทคนิคยโสธร จังหวัดยโสธร

5. นางสาวนิตยั ตาทอง**ตำแหน่งปัจจุบัน**

ครูชำนาญการ วิทยาลัยการเทคนิคยโสธร จังหวัดยโสธร

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว. ๒๗๘๓



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภกร ภูเกิด

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโน้ตบุ๊กและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านตรวจสอบโน้ตบุ๊กและการแก้ปัญหา และด้านการพัฒนาเอกสารประกอบการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความฮักแห่ง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๕๗๑



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุคม ทิพรราช

ด้วยนางทิพรพรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในกรณี ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านตรวจสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชาเอกสาร
ประกอบการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญทอง นุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี :-

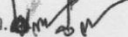
แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความฮักแพง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว. 

สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานีรินทร์ นุตโร

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PSC4E เพื่อสร้างเสริมโมทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องาน
เครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านตรวจสอบโมทัศน์และการแก้ปัญหา และด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

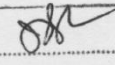
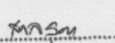
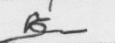
โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอภัยแห่ง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๐๒๕



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควัฒน์ วงศ์วรรณวัฒนา

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโน้ตบุ๊กและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านตรวจสอบโน้ตบุ๊กและการแก้ปัญหา และดำเนินการพัฒนาเนื้อหาวิชา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชอุณหงส์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖,๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอัศจรรย์”

	ร่าง
	พิมพ์
	ท่าน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว. ๒๕๕๗



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๕๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน ดร.วัชรินทร์กร เมฆลา

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโน้ตค้นและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณา เป็นผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านตรวจสอบโน้ตค้นและการแก้ปัญหา และการพัฒนาเนื้อหาวิชาเอกสาร ประกอบการสอน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญทองคำ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

"นครแห่งธรรม นครแห่งเขียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความยั่งยืน"

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว. ๒๙๘๗



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน ดร. อังคนา นาสารี

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโมทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๓๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอัศจรรย์”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว. ๒๗๘๗



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน ดร. สุภวัฒน์ อารุณ

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความฮักแพง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

150

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๐๑๓



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เผ่าไทย วงศ์เหลา

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิมพ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโน้ตค้นและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา ด้านการพัฒนาูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนงาน
ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอัศจรรย์”

	จ้าง
	พิมพ์
	ทาน

153

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๕๕๗



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒนสุข ชำนิออก

ด้วยนางทิพรพรรณ สายพิณ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในกรณี ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา ด้านการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการ ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความยั่งยืน”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

154

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๓๕๘



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน อาจารย์อ่องอาจ เทียบเกาะ

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมโน้ตค้นและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้ง นี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญทงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

"นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอัศจรรย์"

ร่าง
พิมพ์
ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๑๙๙๘๙



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน นางอรทัย ชาเสน

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโน้ตค้นและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา ประเมินเอกสารประกอบการสอน การพัฒนารูปแบบการ
จัดการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญทงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอัศจรรย์”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว. ๒๐๘๗



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน นางเทียมจันทร์ สว่างวรรณ

ด้วยนางทิพรพรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโมทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชาด้านการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประเมินเอกสาร
ประกอบการสอน ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความฮักแพง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๕๕๗



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน นางเวตี ศรีธัญรัตน์

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญกรวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา ด้านการประเมินเอกสารประกอบการสอน ด้านการพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอัศจรรย์”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน นางสาวนิตดา นครราช

ด้วยนางทิพรพรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อสร้างเสริมโน้ตค้นและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกล
และการผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา ประเมินเอกสารประกอบการสอน การพัฒนารูปแบบการ
จัดการเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความฮักแพง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๒๘๘



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน นางสาวบัวใส ศรีไชย

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโน้ตบุ๊กและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา เอกสารประกอบการสอน ด้านการพัฒนาแบบการจัดการ
เรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญทนต์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

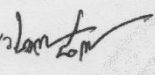
โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความฮักแห่ง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว 



สถาบันการศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน นางสาวนิตย์ ตาทอง

ด้วยนางทิพวรรณ สายพิณ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมโน้ตค้นและการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในกรณี ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา เอกสารประกอบการสอน ด้านการพัฒนาารูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้




ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญทนต์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์
โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗
โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒
E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเรียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความอึกแห่ง”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ที่ ศธ ๐๖๒๗.๑/ว.๒๓๕๘



สถาบันการอาชีวศึกษา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๔
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๒๓ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาผลงานทางวิชาการ
เรียน นางจรรวรรณ เชี่ยวชาญ

ด้วยนางทิพรพรรณ สายพิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี มีความประสงค์จะพัฒนาผลงานทางวิชาการเพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานไฟฟ้าและการสื่อสาร รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๑ และวิจัยหัวข้อเรื่อง การพัฒนา
รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและ
การผลิต รหัสวิชา ๓๐๐๐-๑๓๐๒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗

ในการนี้ ทางวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้และ
ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่จะดำเนินการในครั้งนี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดพิจารณาเป็น
ผู้เชี่ยวชาญการวิจัยด้านการพัฒนาเนื้อหาวิชา เอกสารประกอบการสอน ด้านการพัฒนาแบบการจัดการ
เรียนรู้ ตลอดจนการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชาญณรงค์ บุญรักษา)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

โทร. ๐๔๕-๒๖๒๕๖๖, ๒๖๑๔๕๗

โทรสาร(๐๔๕)๒๖๑๐๗๗

สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : Ubonratchatani ๐๒

E-mail : utcubon@hotmail.com

“นครแห่งธรรม นครแห่งเทียน นครแห่งการพัฒนา นครแห่งความก้าวหน้า”

	ร่าง
	พิมพ์
	ทาน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย	นางทิพวรรณ สายพิน
วัน เดือน ปีเกิด	17 กรกฎาคม พ.ศ. 2513
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2536 ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี พ.ศ. 2546 ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพัฒนาหลักสูตร และการเรียนการสอน สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2548 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2553 ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการทำงาน	- พ.ศ. 2537 ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนบ้านคำผอง อำเภอโพธิ์ชัย สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด - พ.ศ. 2538 ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนบ้านนาสามัคคี อำเภอน้ำยืน สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี - พ.ศ. 2539 ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 3 วิทยาลัยเทคนิคอำนาจเจริญ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา - ปีการศึกษา 2547 – ปีการศึกษา 2548 ลาศึกษาต่อ ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี - ปีการศึกษา 2549 – ปีการศึกษา 2552 ลาศึกษาต่อ ระดับปริญญาเอก สาขา ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี - พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการฝึกอบรม

1. ผ่านการพัฒนาตามหลักสูตร การพัฒนาข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาก่อนแต่งตั้งให้มีและเลื่อนเป็นวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ จากสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วันที่ 21-27 มกราคม 2560.
2. ผ่านการอบรมโครงการ การฝึกอบรมวิทยากรหลักสูตรการพัฒนาครูฝึกในสถานประกอบการ รุ่นที่ 3 จากสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วันที่ 7-9 พฤษภาคม 2559.
3. ผ่านการอบรมโครงการ “Accreditation (APACC) and Certification of TVET Institution : Planning and Implementation” จาก Office of The Vocational Education Commission Ministry of Education, Royal Government of Thailand. Held from November 23-27 2015.
4. ผ่านการพัฒนาตามหลักสูตร **Critical Thinking Skill** Conducted by ACI Co.,Ltd. Held from September 30- October 2, 2015. จากสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
5. ผ่านการอบรมตามโครงการ อบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาครูผู้สอนในการออกแบบเรียนเพื่อพัฒนาเทคนิคการสอน จากสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วันที่ 14-16 มีนาคม 2560.

ผลงานด้านวิชาการ ตำรา บทความ

1. งานวิจัยเรื่อง การสร้างเสริมมโนทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PSC4E กับการเรียนรู้แบบปกติ. การประชุมทางวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 47 The 47th National Graduate Research Conference . มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. 2561 : 26-37.
2. งานวิจัยเรื่อง การสร้างเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์หน่วยสมรรถนะที่บูรณาการความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในงานอาชีพด้วยเทคนิคการพัฒนาชุดทดลอง : การตกอิสระของวัตถุ. การประชุมทางวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับ

บัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 47 The 47th National Graduate Research Conference , มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. 2561 : 319-330.

3. งานวิจัยเรื่อง **สไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในศตวรรษที่ 21 วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานเครื่องกลและการผลิต รหัสวิชา 3000-1302** วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานีวารสารการวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา VE-IRJ. SIBN : 2586-9302. 2018. 2(2), 169-181.

4. งานวิจัยเรื่อง **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงวิชาแคลคูลัสพื้นฐาน (3000-1406) เรื่อง การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEAE กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ** ตีพิมพ์ในวารสาร Ubon Ratchathani Journal of Research and Evaluation 7,1 (January–June 2018).

5. งานวิจัยเรื่อง **Enhancing students' understanding on concept of pressure in Vacuum Techniques Classroom** ในการประชุม Siam Physics Congress 2011.

6. งานวิจัยเรื่อง **Synthesis and Structure of Titania Nanotubes For Hydrogen Generation.** ตีพิมพ์ในวารสาร Advanced Materials Research Online: 2013-08-30 ISSN: 1662-8985, Vol. 741, pp 84-89 doi:10.4028/ www.scientific.net/AMR.741.84 2013 Trans Tech Publications, Switzerland.

7. งานวิจัยเรื่อง **Performance and Stability of Dye-Sensitized Solar Cells with Quasi-Solid State Electrolytes Base on N-Methyl-Quinoline Iodide.** ตีพิมพ์ในวารสาร Advanced Materials Research Vols. 93-94 (2010) pp 194-197 © (2010) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.93-94.194.

8. งานวิจัยเรื่อง **The Effect of Temperature on the Performance of Dye-Sensitized Solar Cells using Nanostructured TiO₂** ตีพิมพ์ที่ A Scientific and Technical Publishing Company. ในงาน IASTED Conferences <http://www.actapress.com/PaperInfo.aspx?PaperID=34899&reason=500>.

9. งานวิจัยเรื่อง **Fabrication and Characterization of Fe:Ni Nanoparticles for Carbon Nanotube Growth.** ตีพิมพ์ในวารสาร Journal Special Issue on Nanotechnology (2005) Vol. 4(1) 67.

10. บทความเรื่อง **วัสดุระดับนาโน** ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ ม.อบ. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม 2549.

11. งานวิจัยเรื่อง **Growth and Structure of Multilayered Carbon Fibers With Carbon Nanotube Cores.** Thai Journal of Physics 2(2007), 31-36.

12. งานวิจัยเรื่อง **Characterization of nano TiO₂ films by sol-gel dip-coating Method.** CMU. J. Nat. Sci. Special Issue on Nanotechnology Vol. 7(1) (2008), 129-136.

13. งานวิจัยเรื่อง **Efficiency of dye-sensitized solar cells based on carbon nanotubes and TiO₂ nanocrystalline** . Siam Physics Congress SPC2012 Past, Present and Future of Physics 9-12 May 2012.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โดยอนุมัติสภามหาวิทยาลัย ให้ปริญญาบัตรฉบับนี้เพื่อแสดงว่า

นางทิพวรรณ สายพิน

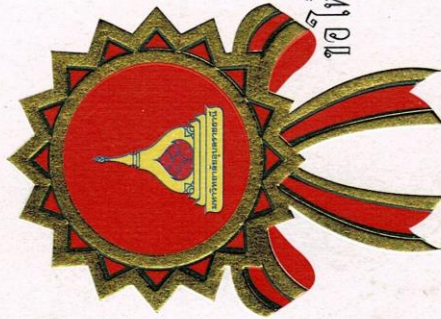
สำเร็จการศึกษา สอบไล่ได้ตามหลักสูตร

ปริญญาตรีบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์)

มีศักดิ์ สิทธิ และเกียรติ แห่งปริญญาโททุกประการ

ตั้งแต่วันที่ ๒๗ เดือน พฤษภาคม พุทธศักราช ๒๕๕๓

ขอแสดงความชื่นชมยินดี และความปรารถนาดีเพื่อบริการรับใช้สังคมสืบไป



๒๕๕๓

อธิการบดี

Robb Jaya

นายกสภามหาวิทยาลัย

khonkaen.ac.th

๒

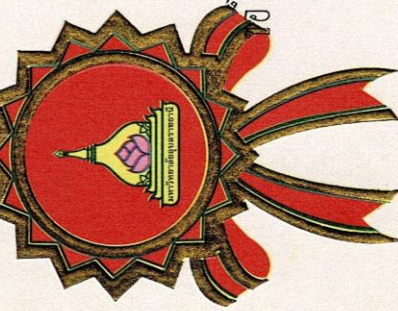
ค.ม.บ.ค.

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โดยอนุมัติสภามหาวิทยาลัย ให้ปริญญาบัตรฉบับนี้เพื่อแสดงว่า

นางทิพวรรณ สายพิน

สำเร็จการศึกษา สอบได้ได้ตามหลักสูตร



วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(ฟิสิกส์)

มีศักดิ์ สิทธิ และ เกียรติ แทนปริญญาโททุกประการ
ตั้งแต่วันที่ ๑๕ เดือน พฤษภาคม พุทธศักราช ๒๕๔๙

ขอแสดงความชื่นชม ความเจริญ และบำเพ็ญคุณเพื่อบริการรับใช้สังคมสืบไป

นางทิพวรรณ

นายกสภามหาวิทยาลัย

๒๕๕๓

อธิการบดี

๒๕๕๓

คณบดี



อบ.150087/2546

สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
ใบรับรองคุณวุฒิ
โดยอนุมัติของสภาประจำสถาบันราชภัฏอุบลราชธานี

ใบรับรองคุณวุฒินี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นางทิพวรรณ สายพิน

ศึกษาสำเร็จตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขา การพัฒนาหลักสูตร และการเรียนการสอน

ตั้งแต่วันที่ 10 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2546
 ให้ไว้ ณ วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2546

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประชุม ผงผ่าน)
 รองอธิการบดี



นายทะเบียนลงนามทับรูป



สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
อนุมัติมอบหนังสือเพื่อแสดงว่า

นางทิพวรรณ อายพิณ

ได้ส่งรายการพัฒนาตามหลักสูตร การพัฒนาข้าราชการและบุคลากรทางการศึกษา
ก่อนแต่งตั้งใหม่และเลื่อนเป็นวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ
ตั้งแต่ปีที่ ๒๓ - ๒๗ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๐

จากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
เพื่อให้รับชุดข้อดี กระสอบข้อดี ในหน้าที่การงานสืบไป

(นายสุเทพ ใจดวงษ์)

เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

ร่วมกับ

กรมวิชาชีพครูนำออกแบบจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคณาจารย์

ได้จัดทำไว้เพื่อแสดงว่า

นางทิพรพรรณ อายพิณ

ได้ผ่านการอบรม โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาคครูผู้สอนในการออกแบบบทเรียนเพื่อพัฒนาศักยภาพการสอน

วันที่ ๑๔ - ๑๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

ณ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ขอประกาศขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิทยากรที่ให้การสนับสนุน

ไว้ที่ ๑๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



(นางทิพรพรรณ อายพิณ)

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา



CRITICAL THINKING SKILLS
KEYS TO SURVIVAL

This is to Certify that

นางทิพรพรณ ศ่ายสิทธิ์

Has Successfully Completed the

Critical Thinking Skills

Conducted by ACE Consultants Co., Ltd.



Date September 30 - October 2, 2015

U. Sujit

Udom Swangjit
Executive Chairman
ACE Consultants Co., Ltd.



สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

คุณปวีตรัตน์ ใจดีเพื่อแสดงว่า

นางกัญทิพาพรหม ติงยพิณ

ได้ผ่านการอบรมโครงการฝึกอบรมวิทยากรหลักสูตรการพัฒนาศูนย์ฝึกในสถานประกอบการ

วันที่ ๓ ระหว่างวันที่ ๑ - ๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

ณ โรงแรมทีโอ รีสอร์ทเดนท์ สุพรรณบุรีมี กรุงเทพมหานคร

ขอแสดงความชื่นชมและวิญญูภัยที่นำคุณไป

ให้ได้ ณ วันที่ ๙ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

(นางปัทมา ธีระวานิชย์)

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

โดยบัณฑิตวิทยาลัย

ขอมอบเกียรติบัตร ฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

ท้าววรรณ สายพัน

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน รูปแบบการนำเสนอ : ภาควิชาบรรยาย
การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 47

วันที่ 6 ธันวาคม 2561 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภิกษา ตีเมืองชัย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิษฐา กิ่งนาค)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

โดยบัณฑิตวิทยาลัย

ขอมอบเกียรติบัตร ฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

ทีพวรรณ สายพิน

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงาน รูปแบบการนำเสนอ : ภาคโปสเตอร์
การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 47

วันที่ 6 ธันวาคม 2561 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมิท ตีเมืองชัย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรุฒ กิ่งนาคน)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ขอขอบเกียรติบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

นางทิพวรรณ สายพิน

ได้รับการคัดเลือกให้ได้รับรางวัล

ครูผู้มีคุณธรรม จริยธรรมดีเด่น

ระดับอาชีวศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๙

ขอให้ความสุข สวัสดิ์ เจริญไทย

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๖ มกราคม ๒๕๖๐

(ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์)

เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นางทิพวรรณ สายพิน

วิทยากรผู้ให้การอบรม “การประชุมเชิงปฏิบัติการจัดทำแผนพัฒนาตนเองรายบุคคล (ID PLAN) ผ่านระบบฐานข้อมูลออนไลน์”
สำหรับข้าราชการครู ปีการศึกษา ๒๕๖๑

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๐ พฤศจิกายน พุทธศักราช ๒๕๖๑
ณ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

(นายนิยม แสงวงศ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี




เลขที่ อศ.อบ. ๑๐๓ /๒๕๖๑

อาชีวศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ดร.ทิพวรรณ สายพิน
วิทยากร

การอบรมการพัฒนาบุคลากร “ใช้งานวิชาการ พัฒนางานในหน้าที่”
ระหว่างวันที่ ๒๖ - ๒๗ พฤษภาคม ๒๕๖๑
ขอให้มีความสุข ความเจริญและประสบความสำเร็จสืบไป
ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๘ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

พณพ.ดร.นพ.
(ดร.พรหมสวัสดิ์ ทิพย์คงคา)
อธิบดีเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
วิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิ


(นายนิยม แสงวงศ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ประธานกรรมการอาชีวศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี



ที่ ผว. /๒๕๖๑

วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ดร.ทิพวรรณ สายพิณ

วิทยากรผู้ให้การอบรม “โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการระบบบันทึกประวัติการปฏิบัติงานของครู (Logbook Teacher), การจัดทำแผนพัฒนาตนเองรายบุคคล (ID PLAN), แนวทางการขับเคลื่อนกระบวนการ PLC และการจัดทำสื่อการเรียนรู้ การสอนออนไลน์ สำหรับข้าราชการครู พนักงานราชการ ครูจ้างสอน ” ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๑

ณ วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม ระหว่างวันที่ ๑๑ - ๑๒ ตุลาคม ๒๕๖๑
ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๒ เดือน ตุลาคม พุทธศักราช ๒๕๖๑

(ดร.พงษ์ศักดิ์พล ทาแก้ว)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม



วิทยาลัยเทคนิคเลย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
มอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นางทิพวรรณ สายพิน

เป็นวิทยากรโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูล Big Data

การประกันคุณภาพแบบออนไลน์

ขอแสดงความสูง ความเจริญ ตลอดไปเทอญ

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๙-๒๐ เดือนมีนาคม พุทธศักราช ๒๕๖๑

(นายสังต์ ยศเชื้อง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย



วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี
 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
 มอเบเกียร์จัดสรรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

ดร.ภิญโญ ภานุพิณ

เป็นวิทยากรอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาระบบการประเมินและประกันคุณภาพอาชีวศึกษา
 แบบออนไลน์สู่ภาค APACC ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๐

ระหว่างวันที่ ๑๑-๑๔ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑
 โรงแรมเดอะคอนเซ็ปต์ ออเทิล และภัตตาคารไฮไลต์
 ไร่ไผ่ ณ วันที่ ๑๔ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑

Abhin Srinin

(นางณงนัฐนันท์ ราชิริทวงศ์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี



เลขที่ ๐๐๒...../๒๕๖๑

วิทยาลัยเทคนิคเวียงจันทน์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
เกียรตินิยมประจำปี ๒๕๖๑

ดร.ทิพวรรณ สายพันธ์

เป็นวิทยากรดำเนินงานโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ พัฒนาระบบฐานข้อมูลประกันคุณภาพ
แบบออนไลน์ เพื่อการบริหารจัดการงานประกันคุณภาพภายใน ภายนอก และนานาชาติ
วันที่ ๑๓ - ๑๔ มกราคม ๒๕๖๑ ณ ห้องประชุมตึกอำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคเวียงจันทน์

ขอให้ความสุข ความเจริญก้าวหน้าในวิชาชีพยิ่งขึ้นไปเทอด
ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๔ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑

(นายสิระพงศ์ ชูวงศ์เลิศ)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเวียงจันทน์





สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
 ขอมอบวุฒิบัตร ฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ดร.ทิพวรรณ สายพิน

ได้เป็นวิทยากรหลักสูตร การจัดทำฐานข้อมูล BIG DATA ระบบประกันคุณภาพออนไลน์
 ภายในและภายนอก ตามมาตรฐาน สมศ.และมาตรฐานวิชาชีพ APACC
 ระหว่างวันที่ ๖ - ๗ เดือน มกราคม พุทธศักราช ๒๕๖๑
 ณ วิทยาลัยการอาชีพอมพวา จังหวัด สมุทรสงคราม
 ขอให้มีความสุขสวัสดิ์เจริญเทอญ

๕๖

(นางสาวรุ่งนภา ปุณยานุเดช)
 ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพอมพวา
 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

(ดร.พงศ์ศธร พิมพะนิตย์)

หัวหน้ากลุ่มประกันคุณภาพอาชีวศึกษา
 สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



วก.ป๋าซาง ๐๐๒ /๒๕๖๐

วิทยาลัยการอาชีพป่าซาง

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้เพื่อรับรองว่า

ดร.ทิพวรรณ สายพิน

ได้เป็นวิทยากร “โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์
พัฒนาระบบฐานข้อมูลประกันคุณภาพแบบออนไลน์ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๑”

ระหว่างวันที่ ๒๓ - ๒๔ ธันวาคม ๒๕๖๐

ณ ห้องประชุมอาคารเฉลิมพระเกียรติ วิทยาลัยการอาชีพป่าซาง

ขอให้ความสุข ความเจริญ ในหน้าที่การงานตลอดไป

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๔ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

(ดร.พงศศิธร พิมพะนิตย์)

หัวหน้ากลุ่มงานประกันคุณภาพการศึกษา

(นายวรวัฒน์ เหล็กสิงห์)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพป่าซาง



วิทยาลัยการอาชีพบ้านโฮ้ง

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้เพื่อรับรองว่า

ดร.ทิพวรรณ สายพิณ

เป็นวิทยากรบรรยายการอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์
พัฒนาระบบฐานข้อมูลประกันคุณภาพแบบออนไลน์ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๑”

ระหว่างวันที่ ๒๐ - ๒๑ มกราคม ๒๕๖๑

ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการอาชีพบ้านโฮ้ง
ขอให้ความสุขความเจริญ ในหน้าที่การงานตลอดไป

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑


(ดร.พงค์ศิธร พิมพะนิตย์)

หัวหน้ากลุ่มงานประกันคุณภาพการศึกษาอาชีพศึกษา



(นายชูเกียรติ สายปัญญา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพบ้านโฮ้ง