รายงานการวิจัย

กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ธนโชค จันทร์สูง

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ประจำปีงบประมาณ พุทธศักราช 2558

พุทธศักราช 2560

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง **กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**

ผู้วิจัย **ธนโชค จันทร์สูง**

สาขาวิชา/คณะ **สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์**

ปีที่ทำวิจัย **2558**

งานวิจัยเรื่อง กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM education ประชากรกลุ่มเป้าหมายเป็นครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) การสนทนากลุ่ม focus group 2) การอบรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education 3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education 4) แบบประเมินนวัตกรรมต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM education วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่า SD

จากผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบ พบว่า ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ให้คะแนนสูงสุดด้านสมรรถนะการเรียนรู้ของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ได้แก่ 1) ส่งเสริมให้ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เห็นความสัมพันธ์และคิดเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อย ๆ ขององค์รวมได้ 2) ช่วยพัฒนาพฤติกรรมความเป็นครูให้เหมาะสมมากขึ้น 3) ช่วยให้สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น 4) ช่วยให้สามารถพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในภาพรวมดียิ่งขึ้น คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 รองลงมาได้แก่ 1) ส่งเสริมให้ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

พยายามใช้กระบวนการคิดเพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ 2) ส่งเสริมให้ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่ชัดเจน คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.23 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ 1) ส่งเสริมให้นักศึกษามีการวางแผนในการทำงานอย่างสมเหตุสมผล 2) ส่งเสริมให้ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการพัฒนางานของตนอยู่เสมอ 3) ส่งเสริมให้ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีการพัฒนางานของตนด้วยวิถีทางหรือวิธีการที่มีคุณภาพมากขึ้นเรื่อยๆ ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.09

2. ผู้เข้าร่วมโครงการได้ประเมินผลการเข้าร่วมกิจกรรมเฉลี่ยโดยรวมมีความพึงพอใจระดับเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลการศึกษาการประเมินกิจกรรมเนื้อหาโครงการวิจัยอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.34, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.32, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57) ผลการศึกษาการประเมินหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.32, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55) ผลการศึกษาการจัดกิจกรรมประกวด ผลการศึกษาแบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.30, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57)

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
กิตติกรรมประกาศ..... ข
สารบัญ..... ค

บทที่ 1 บทนำ..... 1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย..... 1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย..... 2
3. คำถามการวิจัย..... 2
4. กรอบแนวคิดในงานวิจัย..... 3
5. ขอบเขตของโครงการวิจัย..... 3
6. ผลและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....4
7. คำนิยามศัพท์เฉพาะ..... 4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5
1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21..... 5
2. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา..... 7
3. การคิดเชิงระบบ..... 16
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....27
1. การดำเนินการวิจัย.....27
2. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....27
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....28
4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....34
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....35
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....35
1. ผลการประเมิน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....35
2. การดำเนินการ.....35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....61
1. สรุปผลการวิจัย.....61
2. อภิปรายผลการวิจัย.....61
3. ข้อเสนอแนะการวิจัย.....69

บรรณานุกรม.....70
ภาคผนวก.....72

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เกิดการพัฒนาและเจริญรุดหน้าไปมาก ฉะนั้น ในแต่ละประเทศจึงจำเป็นจะต้อง พัฒนาศักยภาพของพลเมืองในประเทศให้ทันต่อความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งกลไกที่สำคัญของการพัฒนาคนในประเทศ โดยเฉพาะเยาวชนที่จะเป็นอนาคตของชาติให้มีความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์รวมทั้งการบูรณาการกับความรู้อื่นๆ คือการศึกษาและการจัดการศึกษาให้สัมพันธ์กับบริบทของสังคมที่เปลี่ยนไป จึงเป็นความท้าทายของครูผู้สอน

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 จึงควรมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอาจใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบและให้ลงมือทำปฏิบัติการจริงเพื่อสร้างทักษะต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนและใช้เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะและเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556)

STEM education เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในการทำ กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษานั้น มีความสัมพันธ์ต่อการสร้างกระบวนการคิดเชิงระบบที่มีทั้งส่วนที่เป็นปัจจัยนำเข้า (Inputs) ส่วนกระบวนการ (Processes) และส่วนผลผลิต (Outputs) ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว และการคิดเชิงระบบเป็นการคิดโดยใช้วิธีคิดพื้นฐานทั่วไป เพียงแต่มีการคำนึงถึงสิ่งนั้นว่ามีความเป็นระบบ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และรวมถึงการคิดประเมินค่า (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 2541) และการจัดการเรียนการสอนตามแบบสะเต็มศึกษา ยังมีความสอดคล้องพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 หมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษามาตรา 23 ได้กล่าวถึงการบูรณาการความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรา 24 การนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อใช้ชีวิตประจำวัน รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง การจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานความรู้ต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2547) ฉะนั้น วิธีการสร้าง

กระบวนการคิดเชิงระบบโดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ STEM education เพื่อนำไปใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีครูที่ต้องจัดการเรียนการสอนในอนาคต ซึ่งต้องเปลี่ยนแปลงไปจากการยืนหน้าชั้น มาเป็นการกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียนให้กับนักเรียน เชื่อมโยงการเรียนรู้ Stem Education สู่การพัฒนาการคิดที่เป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาตรงตามวัตถุประสงค์ขาองพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

จากข้อค้นพบดังกล่าวข้างต้น ความจำเป็นที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีกระบวนการคิดเชิงระบบโดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ STEM education และมีความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education สามารถสร้างกระบวนการคิดเชิงระบบของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีได้หรือไม่

1.2.2 ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ Stem Education อยู่ในระดับใด

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.3.1 เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

1.3.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM education

1.4 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education

ตัวแปรตาม คือ 1. การคิดเชิงระบบของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ประกอบด้วย การคิดเชิงระบบโดยอ้อม และการคิดเชิงระบบโดยตรง

2. ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM education ของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านประชากร เป้าหมายที่ศึกษา

ประชากรเป้าหมายที่ศึกษาเป็นครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 25 คน

1.5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา ประกอบด้วย

1.5.2.1 ความต้องการและความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM education

1.5.2.2 กระบวนการเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM education และกระบวนการคิดเชิงระบบ

1.5.2.3 ผลผลิตจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM education ได้แก่

1) กระบวนการคิดเชิงระบบที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM education

2) ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM education ของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

3) นวัตกรรมจากการจัดประกวดผลงาน อาทิ สื่อการสอน นวัตกรรม โครงงาน รูปแบบหรือเทคนิควิธีการสอน

1.5.3 ขอบเขตด้านพื้นที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัยประกอบด้วย

พื้นที่ในการทำวิจัยคือ ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ในเขตพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์

ระยะเวลาในการทำวิจัย มิถุนายน – ธันวาคม พ.ศ. 2558

1.6 ผลและประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.6.1 ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ STEM education ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

1.6.2 ได้แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM education

1.6.3 ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM education และมีวิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย

1.6.4 ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สามารถสร้างชิ้นงานที่เกิดจากการสังเคราะห์องค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบ STEM education

1.6.5 ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ได้รับการพัฒนาการคิดเชิงระบบ ซึ่งจะทำให้ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาต่อไปได้

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

สะเต็มศึกษาคือ แนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหา

กระบวนการคิดเชิงระบบ คือ ความสามารถในการคิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงตั้งแต่การนำปัจจัย (Input) กระบวน (Process) ผลลัพธ์ (Output) ตลอดจนการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อการปรับปรุงฟังระบบ ทั้งนี้ในการจัดผลการคิดเชิงระบบ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ ประกอบด้วย การคิดเชิงระบบโดยอ้อม และการคิดเชิงระบบโดยตรง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสาร ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21
2. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
3. การคิดเชิงระบบ (System Thinking)
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

วิสัยทัศน์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (2552-2561) กำหนดให้“คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ” โดยมีจุดเน้นการปฏิรูป 3 เรื่อง ได้แก่

1. พัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้

2. โอกาสทางการศึกษา เปิดโอกาสให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ

3. การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคมคุณภาพของการศึกษาและการเรียนรู้จะต้องบรรลุ 4 คุณภาพ คือ 1) คุณภาพคนไทยยุคใหม่ 2) คุณภาพครูยุคใหม่ 3) คุณภาพแหล่งเรียนรู้/สถานศึกษายุคใหม่ 4) คุณภาพการบริหารจัดการใหม่เป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง ไว้ดังนี้ 1. คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล 2. คนไทยใฝ่รู้ : สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รักการอ่านและแสวงหาความรู้ 3. คนไทยใฝ่ดี : มีคุณธรรมพื้นฐาน มีจิตสำนึกและค่านิยมที่พึงประสงค์เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะมีวัฒนธรรมประชาธิปไตย 4. คนไทยคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ : มีทักษะในการคิดและปฏิบัติมีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแข่งขัน 2 นโยบายหลักเพื่อขับเคลื่อนในประเด็นหลักที่ 1 คือ กระบวนการเรียนรู้ใหม่ เช่น นโยบายพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาต่างประเทศอื่นและเทคโนโลยีสารสนเทศ นโยบายการปรับหลักสูตร การเรียนการสอนเน้นกิจกรรมมากขึ้น นโยบายส่งเสริมการสอนแบบใหม่โดยใช้วิจัย โครงการ และกิจกรรม อีกทั้งยังกำหนดประเด็นหลักที่ 2 การพัฒนาครูยุคใหม่ โดยพัฒนาครูด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ภาษาไทย อังกฤษ และภาษาต่างประเทศอื่น และเทคโนโลยีสารสนเทศ พัฒนาครูประจำการให้เป็นครูยุคใหม่ จะเห็นได้ว่าประเด็นหลักการพัฒนาครูจึงเป็นประเด็นหลักที่สำคัญในการขับเคลื่อนส่งผลให้การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ศาสตราจารย์นายแพทย์วิจารณ์ พานิช (2555) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษา 3 ยุค คือยุคเกษตรกรรม ยุคอุตสาหกรรม และยุคความรู้ มี

ความแตกต่างกันมากหากเราต้องการให้สังคมไทยดำรงศักดิ์ศรี และคนไทยสามารถอยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การศึกษาไทยต้องก้าวไปสู่เป้าหมายในสู่ “ยุคความรู้” จุดท้าทายในการจัดการศึกษาควรไปในทิศทางของความสุขในการทำงานอย่างมีเป้าหมายเพื่อชีวิตที่ดีลูกศิษย์ในยุคความรู้กระตุ้นให้ศิษย์เรียนรู้ตลอดชีวิต ครูจึงต้องยึดหลัก “สอนน้อยเรียนมาก” ด้วยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียน ครูต้องตอบได้ว่า ศิษย์ได้เรียนอะไร และเพื่อให้ศิษย์ได้อะไรการประสบผลสำเร็จได้นั้น ครูต้องทำอะไร ไม่ทำอะไร การทำหน้าที่ครูจึงไม่ผิดทางคือ ทำให้ศิษย์เรียนไม่สนุกหรือเรียนแบบขาดทักษะสำคัญ “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21” (21st Century Skills) จะเกิดขึ้นได้จาก “ครูต้องไม่สอน แต่ต้องออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวก” ในการเรียนรู้ให้ศิษย์ได้เรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ แล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง การเรียนรู้แบบนี้เรียกว่า PBL (Project-Based Learning) สาระวิชาก็มีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชาควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของศิษย์โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ สอดคล้องกับ สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร (2012) ได้ให้ความเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงวิธีคิด ให้สอดคล้องและสมดุลกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่นับวันจะมีการเปลี่ยนอย่างรุนแรงมากขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงวิธีคิดครั้งนี้ถือว่าเป็นเรื่องที่จะต้องอยู่คู่กันต้องเกื้อกูลกันจะแยกออกจากกันไม่ได้ เมื่อมีการเรียนรู้ในศตวรรษใหม่ มีคำที่สำคัญที่น่าสนใจคือคำว่า“Teach Less”และ“Learn More” โดยความหมายแล้วหมายความว่าการเปลี่ยนวิธีการศึกษา ด้วยการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายจาก “ความรู้(knowledge) ไปสู่ ทักษะ (skill or practices)” คำว่า “Teacher” ที่แปลว่า “ครู” นั้น ถือว่าเป็นคำเก่าไปแล้วนั้นจะถูกให้ความหมายหรือคำจำกัดความเสียใหม่ด้วยการเปลี่ยนมาเป็นเพียง “Facilitator” โดยระบุหน้าที่หรือคำจำกัดความว่าเป็น “ผู้อำนวยการเรียนรู้ (Coach) หรือ ผู้ชี้แนะ” ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจากการศึกษาหรือการเรียนรู้ที่มี“ครู” เป็นหลัก ไปเป็น “นักเรียน” เป็นหลัก ดังนั้นการเรียนรู้จึงจะต้องเรียนให้เลยจากเนื้อหา หลายส่วนก็ไม่จำเป็นต้องสอนผู้เรียน 3 ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เอง แต่ต้องสร้าง “ทักษะและเจตคติ” กับตัวของผู้เรียนขึ้นมาให้ได้ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการเรียนรู้ร่วมกันมากกว่าการเรียนรู้แบบตัวใครตัวมัน (Individual Learning) เพราะการเรียนรู้ในแบบใหม่ต้องเป็นการเรียนรู้ที่แบ่งปันกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน การเรียนในปัจจุบันควรให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติพร้อมเรียนทฤษฎี ไปพร้อม ๆ กันไม่ใช่แยกส่วนกันเรียน ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ควรเปลี่ยนจากห้องเรียนธรรมดา (Class Room) เป็นสตูดิโอ (Studio) เป็นที่ทำงานเป็นกลุ่มๆ ซึ่ง หมายความว่าการเรียนจะเปลี่ยนจาก Lecture Based เป็น Project Based เป็นการเปลี่ยนผู้เรียนจาก “กรรม” จากเดิมเป็นผู้เรียนเป็น “ประธาน” และเป็น “กริยา” ด้วยพร้อมกัน คือเป็นผู้ลงมือทำโครงงาน (project)

2. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

STEM ย่อมาจาก Science, Technology, Engineering and Mathematics เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่มีลักษณะของการบูรณาการการเรียนการสอนทั้งสี่สาขาเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้ด้วยครูหลายสาขาร่วมมือกัน

Science เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

Technology เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการทำงานที่มีการประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาสิ่งต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือความจำเป็นของมนุษย์

Engineering เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่างๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกของมนุษย์ โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นๆ

Mathematics เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณ หรือวิชาที่เกี่ยวกับการคำนวณเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและต่อยอดทางวิศวกรรมศาสตร์

2.1 สาเหตุของการใช้ STEM EDUCATION หรือ สะเต็มศึกษา

จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEM Education มาจากสหรัฐอเมริกา ที่ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกาที่ต่ำกว่าหลายประเทศ และส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบาย ส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนาแนวการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education ขึ้นมา เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษ ที่ 21 (21st Century skills)

ในช่วงที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาในลักษณะคล้ายกัน อาทิ นักเรียนไม่เข้าใจบทเรียนอย่างแท้จริง เรียนอย่างท่องจำ ให้ทำข้อสอบผ่าน เมื่อผ่านไปอีกภาคการศึกษาหนึ่งเกิดปัญหาลืมบทเรียนที่จบไปแล้ว อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจว่า บทเรียนนั้นนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้อย่างไร จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมต่อความรู้เป็นภาพใหญ่ได้

ตัวอย่างการเรียนการสอนในประเทศญี่ปุ่น : ประเทศญี่ปุ่น มักจะที่ประสบภัยพิบัติมาตลอด จึงนำมาประเด็นดังกล่าว มาใช้ในภาคการศึกษา ดังเช่น การคำนวณพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วม การไหลของน้ำการเคลื่อนที่ของคลื่นซึนามิ แม้จะเป็นความเข้าใจในพื้นฐานไม่ลึกซึ้ง เท่ากับการศึกษาด้วย

แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer modeling) ที่หน่วยงานดูแลและบริหารใช้งานอยู่จริง แต่ก็ทำให้นักเรียนเห็นภาพที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากขึ้น

ตัวอย่างการเรียนการสอนในประเทศไทย : สสวท. ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง STEM Education หลายกิจกรรม

2.2 การดำเนินการในประเทศไทย

ภายใต้ความร่วมมือระหว่างสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ จะสร้างศูนย์เรียนรู้นำร่อง 10 จังหวัด แต่ละจังหวัดจะมีจำนวน 3 โรงเรียน รวม 30 โรงเรียน ในปี พ.ศ. 2556 เพื่อสร้างแนวทางการดำเนินงานและวัดผลให้เป็นรูปธรรม และหลังจากนั้นจึงจะได้ขยายไปสู่วงกว้างต่อไป จึงอาจกล่าวได้ว่า โครงการ “สะเต็มศึกษา” เป็นนวัตกรรมการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสร้างคนไทยรุ่นใหม่ ให้มีทักษะในการสร้างนวัตกรรมที่จะช่วยเสริมความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (http://www.krusmart.com/stem-education-innovation-thailand/ความรู้เรื่อง Stem Education โดย สสวท.)

2.3 การเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

การกล่าวอ้างถึงการนำแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการเรียนรู้ศาสตร์อื่นๆ อีก 4 ศาสตร์นั้น นำมาสู่ความพยายามในการอธิบายความแตกต่างระหว่างศาสตร์ 3 ศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันมาก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Research Council: NRC) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะของศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังตาราง

วิทยาศาสตร์ (Science)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	เทคโนโลยี (Technology)	คณิตศาสตร์ (Mathematics)
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา
พัฒนาและใช้โมเดล	พัฒนาและใช้โมเดล		ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญการความแม่นยำ
ใช้คณิตฯ ช่วยในการคำนวณ	ใช้คณิตฯ ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย	ออกแบบวิธีแก้ปัญหา		พยายามหาและใช้โครงการในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	สร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ประเมินและสื่อสารแนวคิด		มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการเหตุผลซ้ำๆ

จากตารางแนวปฏิบัติ (practice) ทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้โมเดลในการดำเนินงาน มีการออกแบบและลงมือค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ทั้งวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ ทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ (1) ในขณะที่วิชาวิทยาศาสตร์พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์พยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจและต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และ (2) ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ คือการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์คือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม

2.4 สะเต็มศึกษาและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (STEM Education and Creativity Enhancement)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นคำที่ย่อมาจากวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technolgy) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ส่วนสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผู้สอนจะสอนแบบแยกเป็นรายวิชา โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ต่อมามีการสอนแบบบูรณาการ โดยเพิ่มวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีเข้าไปจึงทำให้สะเต็มศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้น ความหมายของ สะเต็มศึกษาในปัจจุบันจะครอบคลุมการเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษาและการแพทย์ (Capraro, Capraro & Morgan.2013 ; Gonzalez & Kuenzi.2012 ; Zollman.2011) สำหรับประเทศไทย เมื่อศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษาที่หมายถึงการจัดการเรียนรู้บูรณาการ ในที่นี้สะเต็มศึกษาหมายถึงการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematic) การงานอาชีพและเทคโนโลยี (Occupations and Technology) เนื่องจากไม่มีสาระวิศวกรรม (Engineering) แต่จะใช้การสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เข้าไปใน 3 สาระดังกล่าว

จะเห็นได้ว่าแนวคิดสะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่

1. การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) เป็นการบูรณาการโดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับชีวิตจริงเพื่อให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง (theme) โดยผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งจะนำวิชาอื่น ๆ ของสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอน

2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อรวมความคิดรวบยอดหลัก (main concept) และนำมาจัดทำเป็นหัวเรื่อง (theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) ผู้สอนแต่ละคนจากแต่ละวิชาทางการสอนคู่ขนาน

3. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวเรื่อง (theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) และกำหนดภาพรวมของโครงงานร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน

4. การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาวางแผนการสอนร่วมกันในองค์ประกอบของหัวเรื่อง (theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) โดยกำหนดเป็นโครงงานและสอนร่วมกันเป็นทีม (สสวท. 2557: 4; Vasquez, Joanne., Sneider, C. and Comer , M.2013 ; วิชัยวงษ์ใหญ่. 2554: 133-136)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความหมายแตกต่างกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากต้องมีความรู้พื้นฐาน และเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้ คือ

1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น

4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และตระหนักถึงความหมายของการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง

5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

6) ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา

7) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น (Mehalik, Doppelt & Schunn, 2005; Rece Herboldsheimer, Paige Gordon. 2013: 1-4; Meyrick. 2012; Klem & Connell.2004; สสวท.2557: 5)

จากความสำคัญดังกล่าว ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนาความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทาโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจมีการวางแผนในการทาโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือ

ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนาเสนอต่อสาธารณชน และนาผลงานเละประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทางานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน โดยผู้สอนมีบทบาทสำคัญดังนี้ (Clemm, 2012; Robert M. Capraro and Sunyoung Han.2014: xvi; Claymier, Bob.2014: 40; Tara O'Neill, Lisa Yamagata, Justin Yamagata, and Susan Togioka.2012: 40)

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคาตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

6. เป็นผู้โค้ช (Coach)

7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

9. ประเมินกระบวนการทางานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญคือเป็นผู้อำนวยความสะดวกและโค้ชผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียนและให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับ ความสนใจของผู้เรียนและบริบทของชั้นเรียน นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะประสบความสำเร็จได้หรือไม่นั้น ผู้สอนควรวัดและประเมินผลผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ

และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ

1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ

1.2 การปฏิบัติการทดลอง

1.3 การรายงานผลการทดลอง

1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้ คือ

2.1 การระดมความคิด

2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ และ

2.3 การทางานเป็นทีม (Edward M. Reeve.2013: 12-15) ในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียนและประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนทำได้โดยการใช้คาถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อน และการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ในการจัดการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้สอนควรใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวัน

ในบริบทของประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้สอนในระดับประถมศึกษาจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ถูกต้อง จากการสัมภาษณ์ผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพระปฐมเจดีย์ (มหินทรศึกษาคาร) ที่สอนใน 3 สาระ ได้แก่

วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน คณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 3 คน เกี่ยวกับสภาพปัญหาและความต้องการของผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าผู้สอนส่วนใหญ่ยังขาดประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือการวิจัย

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบ STEM Education สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือ แนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ๆที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556: 3) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เป็นแนวใหม่ในการจัดการศึกษาสายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษา และการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

พรทิพย์ ศิริภัทรชัย. (2556: 50) อธิบายว่า“สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Intergration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science: S), เทคโนโลยี (Technology: T), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering :E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่างๆในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้ในหลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆอภิสิทธิ์ ธงไชย, (2556: 15) อธิบายว่า“สะเต็มศึกษา” STEM Education เป็นวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่มีการนำวิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน โดยผ่านการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงดังนั้น “สะเต็มศึกษา” STEM Education คือรูปแบบวิทยาการเรียนรู้แบบหนึ่งที่มุ่งเน้นให้เกิดการบูรณาการในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์(Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) มาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ของตนไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

1.1 หลักการและแนวคิดของSTEM Education อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556: 15-18) วิศวกรรมศาสตร์ใน STEM Education หมายถึง การออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and criteria) ที่กำหนด กระบวนกำรออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

การวางแผนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ STEM Education

1. กำหนดเนื้อหาการเรียนรู้ โดยมีการวางแผนร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

2. วางแผนการจัดกิจกรรม โดยมีการบูรณาการดังนี้

S - เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ สามารถใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry based Science Teaching) กิจกรรมแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem –based Activities)

T - เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี

E - เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 15-16) กล่าวว่าวิศวกรรมศาสตร์ใน STEM Education หมายถึง การออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving)การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and criteria) ที่กำหนด กระบวนกำรออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและ และเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

M - เป็นกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ อาทิ การจำแนก จัดกลุ่ม จัดแบบรูป บอกรูปร่างและคุณสมบัติการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education คือจะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัวมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา (Problem Solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Criticall Thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีมและให้ผู้เรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ รวมถึงฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผลและกระบวนการในการเรียนรู้

1.2 ตัวอย่างการจัดการสอนโดย STEM Education

ธานี จันทร์นาง โรงเรียนบ้านท่ากลอย (ทรัพย์กมลประชาสรรค์) สำนักงานเขตพื้นที่การประถมศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 2 จัดกิจกรรม STEM Education ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 38 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ใช้เนื้อหาเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน โดยทดลองสอนเรื่องเตาอบไฟฟ้า ซึ่งใช้การการเปลี่ยนพลังงานแสงจำกดวงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนในการทำให้ไข่สุก โดยกำหนดอุปกรณ์พื้นฐาน 4 ชิ้น คือ ลังนม 1 ลัง (นมโรงเรียน) ถุงขยะสีดำ 1 ใบ ฟลอยด์ห่ออาหาร โดยครูให้แต่ละกลุ่มสามารถเลือกอุปกรณ์เพิ่มเติมได้ 1 อย่าง ที่นักเรียนคิดว่าสามารถใช้เป็นองค์ประกอบในการสร้างเตาอบที่มีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งผลจากการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความสนใจและได้ลงมือปฏิบัติ ได้เรียนรู้การลองผิดลองถูก การทำงานร่วมกัน การแก้ปัญหาที่พบขณะลงมือปฏิบัติ สุวารี พงษ์ธีระวรรณ โรงเรียนสุราษฎ์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยนำการเรียนรู้แบบ STEM Education มาใช้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาที่พบในท้องถิ่น สอนให้นักเรียนมองปัญหาอย่างลึกซึ้ง ค้นคว้าหาข้อมูลในการแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีในปัจจุบันจนทำให้นักเรียนได้รับรางวัล Diploma Excellence จากการเข้าประกวดในเวทีนานาชาติในงาน Stockholm Junior Water Prize 2014 (SJWP) กรุงสต็อคโฮม ประเทศสวีเดนคอร์บิท คีททอล และคณะ (Corbett, Krystal.;/et al. 2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้STEM EDA (STEM Explore, Dicover,Apply) ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สำหรับนักเรียนที่เรียนSTEM ใน Middle School โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักเรียนในระดับ grade 6 (Explore), grade 7 (Discover), grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง 3 ซึ่งผลจากการวิจัยการใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

3. การคิดเชิงระบบ (System Thinking)

การคิดเชิงระบบ (System Thinking) หมายถึง การคิดสิ่งหนึ่งสิ่งใดก็ตามโดยพิจารณาเห็นความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบในตัวของมันเอง แนวคิดลักษณะนี้เป็นไปตามแนวคิดของทฤษฎีระบบ (System Theory) ที่วา “สิ่งทั้งหลายที่อยู่ใน เอกภพ หรือจักรวาล (The Universe) ไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ล้วนเปนสวนหนึ่งของหนวยระบบทั้งสิ้น” คุณสมบัติของความเป็นระบบจึงมีทั้งส่วนที่เปนปจจัยนำเข้า (Inputs) สวนกระบวนการ (Processes) และสวนผลผลิต (Outputs) มีขอบเขตในแต่ละหน่วยของระบบ และผลจากหน่วยหนึ่งจะไปเปนปัจจัยนำเข้าของอีกหนวยหนึ่งหรือแมแต่ระบบทั้งระบบเองก็จะเป็นสวนหนึ่งของในระบบที่ใหญ่ขึ้น การคิดเชิงระบบจึงต้องเขาใจความเชื่อในแนวคิดนี้เปนพื้นฐานเสียก่อนจึงจะทำใหการคิดเชิงระบบสามารถดำเนินการได้ด้วยดี ถ้าไม่เชื่อว่าทุกสิ่งทุกอย่างเป็นระบบและมองไม่เห็นความเป็นระบบหรือเป็นส่วนหนึ่งของระบบใด ๆ แล้วจะเป็นอุปสรรค

ของการคิดเป็นอย่างมาก ทฤษฎีระบบตามแนวคิดดังกล่าวแบ่งระบบทั้งหลายทั้งปวงในจักรวาล (The Universe) ออกเป็น 2 ประเภท และแต่ละประเภทยังแยกออกไปได้อีกดังต่อไปนี้

1. ระบบของธรรมชาติ (Natural System) เป็นระบบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือธรรมชาติเป็นผู้สร้าง ซึ่งยังสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทย่อย ๆ อีกได้แก่

1.1 ระบบกายภาพ (Physical System) เป็นหน่วยระบบที่รวมถึงสสารและพลังงานที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

1.2 ระบบปฏิกิริยา (Intersectional System) เป็นการกระทำต่อกันระหว่างปัจจัยนำเข้าของแต่ละหน่วยระบบ ซึ่งจะปรากฏอยู่ในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เป็นระบบที่นักวิทยาศาสตร์สนใจเพื่อหาความสัมพันธ์และคิดออกมาเป็นสูตรได้ด้วย

2. ระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made System) เกิดจากมนุษย์สร้างขึ้นจะจงใจ หรือไม่จงใจก็ตามสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจะมีความเป็นระบบติดตัวมาด้วยเสมอ แม้แต่การก่อจลาจล ซึ่งดูเหมือนไม่มีระบบแต่ท่ามกลางความไม่มีระบบและไร้ระเบียบนั้นจะมีระบบของมันอยู่ ระบบที่มนุษย์สร้างขึ้นแบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

2.1 ระบบกายภาพ (Physical System) เช่นเดียวกับ ระบบกายภาพของธรรมชาติเพียงแต่มนุษยเป็นผู้ทำขึ้น

2.2 ระบบปฏิกริยา (Interactional System) เชนเดียวกับระบบปฏิกิริยา ของธรรมชาติเพียงแตมนุษยเปนผูทำขึ้น

2.3 หนวยระบบความคิด (Ideational System) ซึ่งมีทั้งสวนที่เกี่ยวกับระบบกายภาพและระบบปฏิกริยา เชน ถาเป็นระบบกายภาพก็จะคิดวาดาวอังคารมีลักษณะอย่างไร ขนาดเทาไรรวมทั้งสิ่งที่เปนความรูสึกดวยเชน บาป บุญ ผี วิญญาณเป็นต้น และถาเปนระบบความคิดที่เกี่ยวกับระบบปฏิกิริยาก็จะคิดเกี่ยวกับการที่ 1 + 2 = 3 การคิดจะไมมุ่งเน้นที่ 1 หรือ 2 หรือ 3 แตจะดูที่อาการรวมตัวกันของ 1 และ 2 หรือการนำเอากรดและดางมารวมกันจะไดเกลือกับน้ำนั้น แนวคิดจะมุงไปที่การรวมตัวกันของกรดและดาง มากกว่าตัวกรดดางหรือผลที่ไดคือเกลือกับน้ำแตจะมุงหาสิ่งที่เกิดขึ้นหรือปฏิกิริยาและหนวยความคิดนี้ทำใหเกิด“สูตร”ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยมีสัญลักษณ์เพื่อแสดงถึงความมีปฏิกิริยาของระบบที่แสดงความเป็นไปของสูตรเช่น สูตรของน้ำ คือ

$$H_2 + O \longrightarrow H_2O \text{ เปนตน}$$

ความคิดเชิงระบบจึงมีจุดเน้น ดังนี้ 1. หนวยระบบเปนหนวยทำงานมีผลผลิต มีกระบวนการมีปัจจัยนำเข้า และมีขอบเขตของหนวยนั้น 2. หนวยระบบหนึ่ง ๆ เป็นหน่วยยอยของอภิระบบ ผลผลิตรวมของหนวยระบบหนึ่ง เกิดจากการทำงานของระบบยอย ๆ ในสังกัด เช่น ถาโรงเรียน

เปนระบบใหญ ผูสำเร็จการศึกษาเป็นผลผลิตที่เกิดจากระบบยอย ๆ เชน ระบบการรับสมัครระบบการเรียนการสอน ระบบการสอบ เปนตน

3. ผลผลิตของหนวยระบบหนึ่งๆ เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะเลื่อนไหลไปเป็นปัจจัยนำเขาใหระบบอื่น ๆ ที่อยู่ถัดไป เชน ผูสำเร็จการศึกษาจากวิทยาลัยอาชีวศึกษาเปนผลผลิตของระบบอาชีวศึกษาก็จะเลื่อนไหลไปเปนปัจจัยนำเขาของระบบการผลิตใหแกโรงงานและสถานประกอบการ

4. แตละสิ่งมีความเปนหนวยระบบในมิติตาง ๆ กัน ในเวลาเดียวกัน หมายถึง ในขณะที่สิ่งหนึ่งเปนหนวยของระบบในทิศทางหนึ่ง สิ่งนั้นก็ยังเปนหนวยระบบในทิศทางอื่นดวย แตละทิศทางของความเปนหนวยระบบเรียกวาหนึ่งมิติระบบ (A System Dimension) ดังนั้น แต่ละสิ่งจึงมีความเปน “พหุมิติระบบ” (Multi–System Dimension) ในเวลาเดียวกันด้วย เช่น DVT Extension Officers แต่ละท่านเปนหนวยในระบบของอาชีวศึกษาไทย มีภารกิจเป็นกำลังของระบบอาชีวศึกษามีผลผลิตมีกระบวนการทำงานและมีปัจจัยนำเขา ในขณะเดียวกันก็ยังเปนหน่วยระบบเสียภาษีใหแกรัฐ เปนหนวยระบบลูกคาของธนาคารและอื่น ๆ อีกมากรวมทั้งการเปนสิ่งมีชีวิตก็เปนระบบชีวิตที่มีกระบวนการทำงานภายในระบบ คือการสันดาปยอยอาหารในรางกายมีปจจัยนำเขา เชน อาหาร น้ำ อากาศ และอื่น ๆ ที่จำเป็นตอการดำรงความมีชีวิตของระบบชีวิตอยู่ด้วย โดยทั่วไปคนมักจะมีความคิดและความเชื่อพื้นฐานเป็นระบบอยู่แล้วแต่จะมีระดับของความมากนอยและความสามารถในการมองเห็นในระดับของความซับซ้อนมากนอยแตกต่างกัน การคิดเชิงระบบแบงออกเปน 2 ระดับ ไดแกการคิดเชิงระบบโดยอ้อมกับการคิดเชิงระบบโดยตรง

3.1 **การคิดเชิงระบบโดยออม**

การคิดเชิงระบบโดยอ่อม เปนพฤติกรรมทางสมองของมนุษยที่กระทำกับวัตถุทางความคิด (Object of Thinking) ซึ่งอยู่ในสมองขณะทำการคิด สิ่งเหล่านี้อาจจะสะทอนมาจากโลกของความจริง หรือสรางจินตนาการเองโดยยังไมมีสิ่งนั้นในโลกความจริงเลยก็ได การคิดเชิงระบบโดยอ้อมเปนการคิดโดยใชวิธีคิดพื้นฐานทั่วไป เพียงแตมีการคำนึงถึงสิ่งนั้นวามีความเปนระบบ เช่น การคิดวิเคราะหการคิดสังเคราะหการคิดสร้างสรรค์และรวมถึงการคิดประเมินค่า การคิดที่กระทำกับวัตถุทางความคิดที่ทำอยูนั้นที่มีความเป็นหนวยระบบหรือหลายหน่วยระบบแล้วแต่ลักษณะของการคิดซึ่งจำแนกไดดังนี้

1. Concepts Formation Thinking เปนการคิดเพื่อกอให้เกิดความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ของสิ่งตาง ๆ เชน รถยนต ดวงจันทร แรงดึงดูดของโลก ความรอน ความรัก ผี และอื่น ๆ แตละสิ่งเหลานั้นเป็นหนึ่งหนวยหรือหลายหนวยระบบที่ถือวาเป็นการคิดเชิงระบบโดยออมเพราะถามีแนวโน้มที่จะมีการคิดตอไปหรือทำตอไปจะถูกอิทธิพลของความเปนระบบของสิ่งนั้นมาเปนตัวชี้นำ เชน ถาตองการจะมีรถยนต์ไว้ใช้สักคันในบานตองเตรียมตัวจัดการกับความเปนระบบของรถยนต เช่น

ตองมีที่จอด ตองเติมน้ำตองมีการซ่อมบำรุง เปนตน ซึ่งถาคำนึงถึงความเปนระบบแตเริ่มต้นจะทำให้ไม่มีปัญหาในการใชรถยนต์ภายหลัง

2. Concepts Association Thinking เปนพฤติกรรมการคิดเชื่อมโยงระหวางมโนทัศน์ตั้งแต 2 สิ่งขึ้นไป ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เชน ความเหมือนกัน ความแตกตางกัน หรือแรงดึงดูดระหวางกัน ปฏิกิริยาต่อกันและแม้แต่ความเป็นญาติกันในทางสังคมวิทยา และถาการคิดครั้งนั้นผูคิดไดคำนึงวาความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นหน่วยระบบก็ถือว่าเปนการคิดเชิงระบบโดยออมและจะมีผลทำใหทาทีหรือความสัมพันธ์ดังกลาวเป็นไปในทิศทางของทฤษฎีระบบ เชน ถือว่าความสัมพันธ์นั้นเกิดมาจากปัจจัยนำเขาคือมโนทัศนตาง ๆ ที่มีอยูนำมาเชื่อมโยงกันมีกระบวนการทำงาน คือการเชื่อมโยงระหวางมโนทัศน์เหลานั้น และมีผลผลิตคือ ความสัมพันธ์ที่ไดความสัมพันธอาจจะนำไปใหเกิดการทำงานร่วมกันทำธุรกิจซึ่งกันและกัน สวนปจจัยนำเข้าซึ่งเปนมโนทัศน์ในแต่ละอย่างตองรักษาไว้ถาไมต้องการใหความสัมพันธเปลี่ยนแปลงไป เชน ในสังคมมนุษย์จะมีขนบธรรมเนียมประเพณีในรอบป เพื่อดำรงความสัมพันธที่พึงประสงคไว้ระหว่าสมาชิกในครอบครัวระหวางคนกับสถาบันหลักของชาติ เชน วันสงกรานต วันตรุษจีน วันเฉลิมพระชนพรรษา เป็นต้น

3. Concept Classification Thinking เปนการคิดจำแนกระดับขนของความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน เช่น จำแนกเป็นชั้น ๆ เปนหมวด ๆ เป็นรายการ ๆ เชน กระทรวงศึกษาธิการ จำแนกเปนกรมตาง ๆ และจำแนกจากกรมออกเป็นกองตาง ๆ ลงไปอีกชั้นหนึ่งอาจจะจำแนกในลักษณะ อื่น ๆ ตามจุดประสงคตาง ๆ ถาการคิดจำแนกสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้น ผูคิดคำนึงวาสิ่งนั้นเปนหน่วยระบบเรียกวาเป็นการคิดเชิงระบบโดยออม การคิดในมิติแรกของระบบงานในกระทรวงศึกษาธิการแยกตามสายงานการบังคับบัญชา แต่ถ้าใชอีกมิติที่หนึ่งของการคิดโดยใชเกณฑ์ในการจำแนกแตกตางออกไป เช่น คำนึงถึงการใชชีวิตของคนในกระทรวงศึกษาธิการการเดินทาง หนี้สินของขาราชการ ผู้ที่สามารถจำแนกการคิดในเชิงระบบใหตรงกับจุดประสงคนั้น ๆ ก็จะทำใหมองเขาถึงระบบหนึ่ง ๆ นั้นได้หลายมิติระบบ

4. Concept Comparison Thinking เปนการคิดหาความเหมือนหรือ ความแตกต่างโดยใชมโนทัศนอยางหนึ่งเปนฐานของการเปรียบเทียบ เชน รถเกา กับรถใหมและถ้ามีการเปรียบเทียบโดยคำนึงถึงวารถเกาและรถใหม ลวนเปนหนวยระบบมีการทำงานมีปัจจัย มีกระบวนการมีผลผลิต แลวถือว่าเปนการคิดเชิงระบบโดยออม เชน รถเกาและรถใหม ในแง่ของผลผลิต เช่น ความสะดวกสบาย ไววางใจได แล้วอาจต้องเปรียบเทียบกับปจจัยนำเขา ไดแก เงินที่ตองจายไป ดอกเบี้ยที่ต้องเสียใหกับรถเกาเทียบกับรถใหม การคิดเปรียบเทียบลักษณะนี้เปนการคิดเชิงระบบการเปรียบเทียบ

5. Concept Analysis Thinking เปนการคิดจำแนกคลายกับแบบที่กล่าวมาแลวแตความแตกตางอยู่ที่การคิดแบบนี้เปนการวิเคราะหเชิงโครงสรางไมมีเพียงพอเพื่อจำแนกแบงเปนชั้น ๆ

พวก ๆ แตผู้คิดจะคำนึงถึงความเปนหน่วยของระบบที่กำลังวิเคราะหหรือวิเคราะหเพื่อทราบความเปนไปของระบบนั้นๆ ถือวาเปนความคิดวิเคราะหเชิงระบบโดยออม เชน วิเคราะหวาในหนวยของระบบนี้มีอะไรบางเปนปจจัยนำเข้าอะไรเปนกระบวนการและอะไรเปนผลผลิตหรือมิติของระบบนี้ที่สำคัญ ๆ มีอะไรบาง เปนตน

6. Concept Synthesis Thinking เปนการคิดเพื่อหลอมรวมมโนทัศนหลาย ๆ อยางเขาดวยกันเปนอยางเดียวหรือชิ้นใหมอันหนึ่ง ถาคิดวาแตละรายการที่นำมาใชเปนมโนทัศนในการคิดและมโนทัศน์ใหมที่เกิดขึ้นเปนหนึ่งหนวยของระบบก็คือวาเปนการคิดเชิงระบบโดยออม เชน โครงการ (DVT Dual Vocational Training) นำเอาคนจากหลายที่มาทำงานรวมกัน ถาคำนึงวาแตละคนมีความเปนหนวยระบบในตัวเองดวย นอกจากเปนหนวยของระบบในโครงการนี้เขาหรือเธอยังมีระบบอื่น ๆ เชน เปนอาจารยของวิทยาลัยเทคนิควิทยาลัยอาชีวศึกษา เปนพอแมลูก เปนนักศึกษากำลังเรียนตอปริญญาเอกหรือเปนลูกหนี้ของธนาคารอยู เปนตน

7. Inductive Thinking เปนการคิดอุปมานสรางหลักการโดยมุงเอาคุณสมบัติ (Attribute) ที่เหมือน ๆ กันนำมาตั้งเปนหลักการเชน ถ้ามีอยูทั่วไปในโลกแตมีคุณสมบัติเหมือนกันคือมีจุดเยือกแข็งที่ 0° C จุดเดือดที่ 100° C ประกอบดวยไฮโดรเจน กับ ออกซิเจน ตามสูตร H_2 + O H_2O สวนคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ไมเหมือนกันตัดทิ้งไป เชน สี กลิ่น รส แลวนำมาสรุปเปนหลักการ (Principle)

8. Deductive Thinking การคิดแบบอนุมานประยุกตจากหลักการเพื่อหาขอสรุปวาแตละกรณีนั้นตรงหรือไมตรงหลักการที่มีอยูแลวการคิดแบบนี้ใชมากในการพิจารณาของศาลในงานตุลาการ เชน ในกฎหมายอาญามาตรา 289 ระบุวา ผูใดเจตนา ฆา ผูอื่นมีโทษประหารชีวิต นี่คือ หลักการ และมี 7 เหตุการณหนึ่งพิสูจนไดวา นาย ก. ใชไมหนาสามตีนายข. ตายเพราะฉะนั้นสรุปวา นาย ก. ตองรับโทษตามมาตรา 289 คือประหารชีวิต แตถาคำนึงถึงความเปนหนวยของระบบของเหตุการณปรากฏวาขณะที่นายก. ตีนายข. นั้น นายข. กำลังยกปนขึ้นจะยิงเจานายของ นาย ก. ถึงแมนาย ก. จะมีเจตนาฆานายข. ก็จริงแตมีเจตนาปกปองชีวิตเจานายของนายก. ดวยเจตนาทั้ง 2 ประการเปนปจจัยนำเขาของหนวยระบบการฆา นาย ข. ผลผลิต คือ นาย ข. ตายเจานายของ นาย ก. รอดชีวิต และนาย ก. ตองขึ้นศาลการตัดสินคดีจะแตกตางไป ถาผูพิพากษาไมคำนึงถึงความเปนหนวยระบบของเหตุการณนาย ก. ฆานาย ข. ครั้งนี้

9. Creative Thinking เปนการคิดสรางสรรคขึ้นใหมจากสิ่งที่มีอยูแลวเปนสวนประกอบ เชน การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอรการออกแบบบานพักอาศัย ถาคำนึงถึงความเปนหนวยของระบบในแตละรายการของวัตถุดิบที่นำมาใชจะเปนการคิดที่เปนระบบโดยออม เชน การสรางบทเรียน CAI (Computer-Assisted Instruction) ใหมีการใชสีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม เพื่อใหผูเรียนไมมีความเมื่อยลาดวงตาหรือทำลายระบบการเห็น สามารถใชกับเครื่องคอมพิวเตอรไดทุกรุน ผูเรียนที่มีความสามารถแตกตางกันก็สามารถเรียนไดตามความสามารถของตน หรือถาจะออกแบบ

บ่าน สวนประกอบที่เปนไม่ของบ่านเปนหนวยที่ผุงายไมควรอยูนอกชายคาและบ่านพักอาศัยเปนหนวยระบบที่มีผลผลิตคือการอาศัยอยูในบานอยางสะดวกสบายของคนในบานจำเปนตองมีปจจัยนำเขาที่เหมาะสม เชนจำนวนคน การถายเทของอากาศ ความปลอดภัย เปนตน

10. Evaluative Thinking การคิดแบบประเมิน เปนการตัดสินคุณคาของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเทียบกับเกณฑคุณคาของอีกสิ่งหนึ่ง เชน การประเมินการสอนครูถาการประเมินโดยคำนึงถึงความเปนระบบของการสอนในวิชาที่ตนสอน จะพิจารณาถึงปจจัยนำเขาที่อยูในระบบการสอน ของตน เชน ตัวครูเอง วัสดุอุปกรณ สื่อการสอน ตำราเรียน หรือแมแตบรรยากาศและการรบกวนจากภายนอกก็จะทำใหมีการประเมินที่ไดผลมากกวาการประเมินที่ไมคำนึงถึงความเปนหนวยของระบบการสอนวิชานี้

3.2 การคิดเชิงระบบโดยตรง

การคิดเชิงระบบโดยตรง เปนการคิดที่เกิดจากผูคิดมีความเชื่อในทฤษฎีระบบอยู่ก่อนแล้วและถือว่าสิ่งที่คิดนั้น (Object of Thinking) เปนหนวยระบบหนวยหนึ่งถาไมมีความเชื่อในเรื่องของทฤษฎีระบบอยูกอนการที่จะมีความคิดเชิงระบบโดยตรงจะทำไดยากการคิดเชิงระบบโดยตรงเปนการคิดที่พิจารณาถึงวัตถุประสงคโดยพิจารณาออกเปนองคประกอบในเชิงระบบ เพื่อรูและเขาใจหนวยระบบ เชน คิดเพื่อมองเห็นและเขาใจกระบวนการของระบบหนึ่งคิดเพื่อวิเคราะหและประเมินหนวยของระบบ และคิดเพื่อออกแบบและกอตั้งหนวยระบบเปนตน การคิดเชิงระบบโดยตรง สามารถแบงออกไดเปนรูปแบบตาง ๆ ดังนี้

1. Thinking for Knowing and Understanding a System เปนการคิดเพื่อรูและเขาใจหนวยระบบในสิ่งตาง ๆ โดยมองถึงความเปนระบบในตัวเองของมันเองเปนหนวยทำงานจริง เชน คิดวาทำงานอะไร มีปจจัยนำเขาอะไรบางมีกระบวนการอยางไร อะไรเปนผลผลิต ประกอบ ไปดวยอนุระบบหรือระบบยอย ๆ อะไรบาง และผลผลิตของระบบนำไปสูปจจัยนำเขาของระบบอะไรตอไป ถาไดรูและเขาใจครบถวนตามประเด็นเทานี้จะทำใหเกิดความแตกฉาน ในความคิดและความเขาใจในสิ่งที่คิดนั้นอยางดีรวมทั้งยังทำใหการจดจำ (Memory and Recall) ของสิ่งนั้นดีดวยในทางการศึกษาถาผูสอนมองการเรียนการสอนอยางเปนระบบ คิดอยางเปนระบบ จะมีวิธีการสอนที่ทำใหผูเรียนมีความแตกฉานในความรูไดดี เชน ถาจะสอนเรื่อง “น้ำ” คำถามที่ไมควรถามนักเรียนแตเพียงวา “น้ำคืออะไร?” ซึ่งนักเรียนจะตอบตามหนังสือเรียนที่วาไว แตถาถามวา น้ำเกิดจากปจจัยนำเขาอะไรบาง มีกระบวนการเกิดน้ำอยางไรเมื่อไดน้ำแล้ว น้ำเปนปจจัยนำเขาใหกับระบบอะไรได้ตอไป ก็จะเปนการสรางนิสัยการคิดเชิงระบบขึ้นเกี่ยวกับน้ำตลอดไป และเมื่อมีปญหาเรื่องน้ำเกิดขึ้น เชน น้ำไมเพียงพอ น้ำมากน้ำเนาก็จะสามารถหาทางแกไขได เปนตน

2. Thinking for Analyzing and Evaluation a System เปนการคิดวิเคราะหและประเมินหนวยระบบผูคิดมีจุดประสงคในการจำแนกสวนประกอบในการทำงานของหนวยระบบและประเมินคาประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ตลอดจน ปฏิสัมพันธกับหนวยระบบขางเคียงวาเปนอยางไร เพื่อนำไปสูการปรับปรุงแกไขหนวยระบบใหดีขึ้น เชน การวิเคราะหตนทุน – กำไร (Cost–Benefit Analysis) การวิเคราะหลักษณะนี้ใชในแวดวงของวิชาการศึกษา เชน การวิเคราะหหลักสูตร ประเมินหลักสูตรโดยการมองอยางเปนระบบ เชน การใชแบบแผนการประเมินหลักสูตรแบบ CIPP ซึ่งเปนการวิเคราะหในฐานะที่เปนระบบอยางหนึ่ง โดยการวิเคราะหบริบททั่วไป (Context) ปจจัยนำเขา (Input) กระบวนการ (Process) และผลผลิต (Product) คำที่เรียกใชในการคิดวิเคราะหเชิงระบบโดยตรงอาจมีหลายคำ เชน System Analysis หรือ การวิเคราะหหนวยระบบ System Analysis หรือการวิเคราะหเชิงระบบและ Project Evaluation หรือการประเมินโครงการ เปนตน การวิเคราะหหรือการคิดในแนวที่ยึดถือการเปนระบบของหนวยที่จะวิเคราะหหรือวัตถุทางความคิดขณะนั้น

3. Thinking for Designing and Establishing a System เปนการคิดเพื่อออกแบบหรือกอตั้งหนวยระบบ ผูคิดประสงคจะออกแบบหรือกอตั้งสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา เชน การคิดระบบประกันคุณภาพในสถานศึกษา ผูคิดตองคิดอยางเปนระบบที่กำหนดปจจัยตาง ๆ ที่เปนตัวนำเขาสูการประกันคุณภาพกระบวนการของการประกันคุณภาพ และผลที่ไดจากการประกันคุณภาพและในระหวางการดำเนินการจะตองมีระบบอื่นมาประสาน เชน ระบบตรวจสอบ ระบบประเมินและปจจัยตาง ๆ อาจมีมิติระบบที่ 9 หลากหลายไดดวย การคิดเชิงระบบเหลานี้ เปนความสามารถที่นักวิชาการในสถาบันอุดมศึกษากำลังทำอยูสวนการคิดเชิงระบบโดยตรงในลักษณะนี้ที่มีใหพบเห็นทั่วไป เชน การคิดสรางโรงงานผลิตสินคา ขายอาหาร โรงพยาบาล เปนตน ลวนเปนการคิดที่ตองติดตั้งระบบขึ้นทั้งหมดถาขาดการคิดเชิงระบบที่ดีจะไมสามารถทำใหหนวยของระบบ หรืองานสามารถดำเนินไปไดการออกแบบระบบบางครั้งเรียกวา System Design ไดแกการออกแบบโรงงาน การออกแบบเครื่องจักรออกแบบระบบคอมพิวเตอรเปนการเริ่มตนของการคิดชิงระบบกอนที่จะสรางระบบขึ้นมา หรือเรียกวา System Establishment ซึ่งเปนขั้นตอไปของการวางแผน เพื่อใหระบบที่คิดขึ้นสามารถดำเนินไปไดอยางดี

สรุปการคิดเชิงระบบ มีความสำคัญตอการวางแผนงานและการดำเนินงาน เพราะโครงสรางของความคิดจะบงบอกถึงรูปลักษณหรือลักษณะของงานที่จะออกมา รวมทั้งยังเปนเครื่องทำนายความสำเร็จของงาน หรือความสัมฤทธิ์ผลของงานไดอยางดีประโยชนของการคิดเชิงระบบนอกจากจะทำใหขจัดปญหาตาง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นและถูกประนามวา “ทำงานไมเปนระบบ” หรือ “คิดไมเปนระบบ” แลวยังชวยใหโครงสรางทางปญญาของผูคิดสามารถวินิจฉัยปญหาที่ซับซอนไดดีการ

ดำเนินการวางแผนงานที่ซับซอนจึงต่องใชโครงสรางของความคิดจากคนที่มีความคิดเชิงระบบเปนฐานของการคิดและเชื่อวาสรรพสิ่งทั้งหลายในโลกลวนเปนหนวยของระบบในจักรวาลทั้งสิ้น

3.3 วิธีการเชิงระบบและกระบวนการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบเป็นแขนงวิชาที่มองปัญหาแบบองค์รวมและทำความเข้าใจกับการสร้างสรรค์รูปแบบระบบและเหตุการณ์รอบตัว การคิดเชิงระบบยังเสนอกรอบการทำงานสำหรับการนิยามปัญหา การตั้งคำถามและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ เพราะการคิดเชิงระบบใช้เครื่องมือที่ทรงพลังในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา แต่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอย่างมาก (Sweetney. 1991 : 1)

วิธีการคิดเชิงระบบ (Systems Approach) หมายถึง การจัดองค์ประกอบของระบบในกรอบความคิดของตัวป้อนกระบวนการกลไกควบคุมผลผลิตและข้อมูลป้อนกลับและนำเสนอผังของระบบในรูปแบบของระบบที่สมบูรณ์

วิธีการเชิงระบบ สามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ได้ดังนี้

1) กำหนดประเด็นปัญหาให้ถูกต้องโดยจะกำหนดเป็นปัญหาหลักหรือรองก็ได้

2) ระบุตัวแปรทั้งหมดที่ก่อให้เกิดเป็นปัญหา

3) กำหนดวิธีการแก้ปัญหาหรือพิจารณาทางเลือกที่เป็นได้ได้โดยกำหนดไว้หลาย ๆ วิธี

4) เปรียบเทียบวิธีการแก้ไขแต่ละวิธีและทำการประเมินวิธีที่สามารถนำไปใช้ได้จริงอย่างเหมาะสมตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

5) การเลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เลือกวิธีที่ดีที่สุด

6) นำวิธีการแก้ปัญหาให้เลือกวิธีที่ดีที่สุด

7) ติดตามผลการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาแทรกซ้อนอื่น

8) แก้ไขและปรับเปลี่ยนจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นในวิธีการปฏิบัติงานที่เลือกใช้

9) กำหนดมาตรฐานที่ใช้ในวิธีปฏิบัติงาน

10) ให้ทุกคนปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

การประยุกต์ทั้งการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และวิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) มาใช้โดยรูปแบบที่นำมาประยุกต์ใช้มีขั้นตอนแตกต่างกัน เช่น ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้ประยุกต์วิธีการเชิงระบบมาสร้างเป็นตัวแบบระบบการสอนซึ่งมี 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1) ขั้นการวิเคราะห์ระบบ (Analysis) ขั้นนี้จะนำระบบเดิมที่ใช้อยู่มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาปัญหาความต้องการและจุดบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งการสำรวจทรัพยากรที่มีอยู่และที่ต้องการ

2) ขั้นการสังเคราะห์ระบบ (Synthesis) เป็นขั้นของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบเดิม เพื่อนำมาใช้ในการสร้างระบบใหม่

3) ขั้นสร้างตัวแบบระบบการสอน (Construct of System Model) เป็นการนำขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในขั้นสังเคราะห์ระบบมาใส่ตัวแบบ เพื่อแสดงลำดับขั้นเพื่อสะท้อนให้เห็นองค์ประกอบทั้ง 4 ขั้น ของตัวแบบระบบคือตัวป้อนกระบวนการกลไกควบคุมและผลผลิต

4) ขั้นการทดลองใช้ระบบในสถานการณ์จำลอง (System Simulation) เป็นขั้นของการพิสูจน์ทดสอบว่าระบบที่สร้างขึ้นสามารถใช้ได้ผลตามที่คาดหวังหรือไม่

จากขั้นตอนทั้ง 4 ขั้น เมื่อนำมาสร้างระบบหรือจัดระบบจะมีขั้นตอนย่อย ๆ หลายขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดจุดมุ่งหมายของระบบ ซึ่งต้องกำหนดให้ชัดเจน

2) การศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ระบบมีพื้นฐานที่มั่นคง

3) การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันปัญหาที่จะทำให้ระบบนั้นขาดประสิทธิภาพ

4) การกำหนดองค์ประกอบของระบบ ขั้นนี้อาจใช้วิธีการทดสอบทางสถิติเข้ามาช่วยคัดสรรหาองค์ประกอบที่สำคัญก็ได้

5) การจัดกลุ่มองค์ประกอบเป็นการจัดหมวดหมู่ เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป

6) การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ สามารถใช้หลักตรรกะและวิธีการทางสถิติเข้ามาช่วยหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหลายได้ ไม่ว่าจะเป็นความสัมพันธ์กันโดยทางตรงหรือโดยทางอ้อม

7) การจัดผังระบบ ผู้จัดระบบสามารถนำเสนอความคิดของตนเองได้ในขั้นนี้

8) การทดลองใช้ระบบ เพื่อศึกษาผลที่เกิดจากระบบที่สร้างขึ้น

9) การประเมินผลระบบ ขั้นนี้จะพิจารณาว่าผลที่ได้เป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพหรือไม่

10) การปรับปรุงระบบ เป็นการนำผลจากการทดลองใช้มาปรับปรุงระบบนั้นให้ดีขึ้น (ทิศนา แขมมณี. 2545: 196-199)

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (มปป. : บทนำ) การคิดเชิงระบบ (System Thinking) หมายถึง การคิดสิ่งหนึ่งสิ่งใดก็ตามโดยพิจารณาเห็นความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบในตัวของมันเอง แนวคิดลักษณะนี้เป็นไปตามแนวคิดของทฤษฎีระบบ (System Theory) ที่ว่า “สิ่งทั้งหลายที่อยู่ใน เอกภพ หรือ จักรวาล (The Universe) ไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ล้วนเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยระบบทั้งสิ้น” คุณสมบัติของความเป็นระบบจึงมีทั้งส่วนที่เป็นปัจจัยนำเข้า (Inputs) ส่วนกระบวนการ (Processes)

และส่วนผลผลิต (Outputs) มีขอบเขตในแต่ละหน่วยของระบบ และผลจากหน่วยหนึ่งจะไปเป็นปัจจัยนำเข้าของอีกหน่วยหนึ่งหรือแม้แต่ระบบทั้งระบบเองก็จะเป็นส่วนหนึ่งของในระ บบที่ใหญ่ขึ้น การคิดเชิงระบบจึงต้อง เข้าใจความเชื่อในแนวคิดนี้เป็นพื้นฐานเสียก่อนจึงจะทำให้การคิดเชิงระบบสามารถดำเนินการได้ด้วยดี ถ้าไม่เชื่อว่าทุกสิ่งทุกอย่างเป็นระบบและมองไม่เห็นความเป็นระบบหรือเป็นส่วนหนึ่งของระบบใด ๆ แล้วจะเป็นอุปสรรค์ของการคิดเป็นอย่างมาก ทฤษฎีระบบตามแนวคิดดังกล่าวแบ่งระบบทั้งหลายทั้งปวงในจักรวาล (The Universe)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อรอุมา รุ่งเรืองวณิชกุล (2552) การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และค่าน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลของตัวแปรปัจจัย ได้แก่ ความใฝ่รู้ ความรอบคอบในการทำงาน ลักษณะมุ่งอนาคตบุคลิกภาพความเป็นผู้นำ กับการคิดเชิงระบบ 3 ด้าน คือ ด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึกด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปริญญาตรี หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวนนิสิต 305 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบการคิดเชิงระบบด้านกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก ด้านกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว ด้านละ 10 ข้อ และแบบสอบถามความใฝ่รู้ แบบสอบถามความรอบคอบในการทำงานแบบสอบถามลักษณะมุ่งอนาคต แบบสอบถามบุคลิกภาพความเป็นผู้นำ จำนวนแบบสอบถามละ 25 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.626, 0.775, 0.701, 0.879, 0.906, 0.849 และ 0.925 ตามลำดับการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรพหุนาม (Multivariate Multiple Regression: MMR) และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรเอกนาม (Univariate Multiple Regression : MR)

พชรมณฑ์ หมวดนุ่ม และสุเทพ อ่วมเจริญ (2557) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบเพื่อเชื่อมโยงการเขียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก 2) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดศาลาแดง สำนักงานเขตบางแค กรุงเทพมหานคร จำนวน 34 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 2) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ใน กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็น ฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่ เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษายังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้าน ความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ฉะนั้น การฝึกประสบการณ์ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครู เพื่อให้สามารถจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในโรงเรียนได้ จึงเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน

รักษ์ศิริ จิตอารีย์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบฯ 3) เพื่อทดลองใช้และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบฯ 3.1) เปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ดำเนินการวิจัยลักษณะวิจัยและพัฒนากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนภูคาวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาน่าน เขต 2 โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนและแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียน จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นที่ กระตุ้นด้วยปัญหา ขั้นที่ 2 ร่วมเรียนรู้และวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย 4 ขั้น 1) วางแผนแก้ปัญหา 2) ออกแบบการแก้ปัญหา 3) ปฏิบัติการแก้ปัญหา 4) สรุปและนำเสนอผลงาน ขั้นที่ 4 เชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{\square} = 4.21, \square.\square. = 0.55$) ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ภาพรวมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พิจารณารายด้าน ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้ง 3 ด้านสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ (Mixed method research) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การสนทนากลุ่ม focus group หรือการประชุมร่วมกันอย่างต่อเนื่องระหว่างทีมวิจัยและครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.2 การอมรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การดำเนินการแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน: ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

กลุ่มประชากร ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีจำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบถาม และการสนทนากลุ่ม focus group

การวิเคราะห์ผล

1) ประชาสัมพันธ์การจัดโครงการอบรมการจัดการเรียนรูปแบบ STEM Education

2) ดำเนินการจัดการอบรมโครงการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

3) สนทนากลุ่ม focus group โดยใช้แบบฟอร์มที่จัดทำขึ้นมาโดยเฉพาะ เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความเข้าใจและความสนใจเกี่ยวกับการเรียนรู้

ระยะที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนา: เป็นการออกแบบและพัฒนา เพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1) เชิญครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ

เทคโนโลยีกลุ่มเป้าหมายเพื่ออบรมการเขียนแผนการสอน และร่วมวางแผนพูดคุยในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM Education

2) อบรมการเขียนแผนการสอน และร่วมวางแผนพูดคุยในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM Education

3) สนทนากลุ่มเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

4) ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีกลุ่มเป้าหมายดำเนินการจัดทำแผนการสอนที่มีกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาการเขียนแผนการสอนแบบ STEM Education ของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพยืนยันความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและคุณภาพของแผนการสอน

เครื่องมือวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการออกแบบกิจกรรม STEM Education เป็นกลุ่ม

2. แบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย

3. แบบประเมินความพึงพอใจของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีที่มีต่อกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education

4. แบบการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทาง Stem Education

5. แบบสอบถามครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีด้านความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ

1. แบบแผนการออกแบบกิจกรรม STEM Education เป็นกลุ่ม

ตัวอย่าง

แผนการออกแบบกิจกรรม STEM Education เป็นกลุ่ม

ให้แต่ละกลุ่มระดมความคิด เพื่อหาชุดกิจกรรม STEM Education มาประกวดแข่งขันในครั้งต่อไป

1. ชื่อกิจกรรม.....
2. ระดับชั้น.....
3. จุดประสงค์.....
4. วัสดุอุปกรณ์.....
   .....
5. วิธีดำเนินกิจกรรม
   .....
6. แหล่งเรียนรู้
   .....
7. ใบความรู้ (ตัวอย่างในกิจกรรมบันจี้จั้ม มีใบความรู้ 3 ชุด คือ เรื่องการเปลี่ยนรูปพลังงาน , กฎของไซน์)
   .....
8. ใบกิจกรรม , การบันทึกผลกิจกรรมและ คำถามท้ายกิจกรรม
   .....
9. ใบสั่งซื้อของ (ใช้งบประมาณเท่าไรในกิจกรรมนี้)
   .....

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

2. แบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย

ตัวอย่าง

แบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย

“กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี”

วันที่ 9 เมษายน 2559 ณ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลตอบแบบประเมิน

☐ นักเรียน ☐ อาจารย์

คำชี้แจง ให้กาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมเหมาะสมเพียงใด					
2	ระยะเวลาในการบรรยายกิจกรรมความเหมาะสมเพียงใด					
3	วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ / กิจกรรมเหมาะสม					
4	วิทยากรสามารถใช้สื่ออุปกรณ์ได้เหมาะสมเพียงใด					
5	ท่านได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากน้อยเพียงใด					
6	วิทยากรเปิดโอกาสให้ซักถามหรือร่วมแสดงความคิดเห็น					
7	บรรยากาศในการอบรมสัมมนา / จัดกิจกรรมมีความ					
8	ระแบบแสง เสียง มีความเหมาะสมเพียงใด					
9	ท่านได้รับความรู้และประสบการณ์จากการบรรยาย /					
10	ท่านสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้					

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. จุดเด่นที่ท่านประทับใจ

.....

2. จุดที่ท่านคิดว่าควรปรับปรุง

.....

2. ข้อเสนอแนะ

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

3. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมกลุ่มเป้าหมายต่อกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education

ตัวอย่าง

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
"กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี"
วันที่ 9 เมษายน 2559 ณ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา					
กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าทายให้อยากเรียนรู้					
กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน					
กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก					
กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง					
ผู้เข้ารับการอบรมอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่นๆ					
กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง					
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้					
บรรยากาศในการเรียนน่าสนุกสนาน น่าเรียน					
มีอิสระในการเรียนรู้					
การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ					
ผู้เข้ารับการอบรมกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นกับอาจารย์และเพื่อนร่วมชั้นเรียน					
ด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้					
ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน					
ผู้เข้ารับการอบรมเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้					
ผู้เข้ารับการอบรมทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ					
ผู้เข้ารับการอบรมคิดอย่างมีเหตุผล					
ผู้เข้ารับการอบรมรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้น					

4. แบบการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตัวอย่าง

แบบการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
“กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี”
วันที่ 9 เมษายน 2559 ณ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
การเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้					
จุดประสงค์การเรียนรู้เน้นการบูรณาการองค์ความรู้ STEM Educationและการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21					
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกระบวนการเทคโนโลยี					
มีการจัดเตรียมสื่อ/นวัตกรรม					
การปฏิบัติขณะปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจจนผู้เรียนเกิด ความสงสัย อยากรู้อยากเห็น และอยากหาคำตอบ					
สอนตรงตามแผนการจัดการเรียนรู้					
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา					
การใช้สื่อ/นวัตกรรมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้และใช้ในกระบวนการแก้ปัญหานั้น					
การส่งเสริมบรรยากาศการสื่อสารระหว่างสมาชิกกลุ่มของผู้เข้ารับการอบรมในระหว่างกระบวนการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบ					
การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน					
ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม					
มีการเสริมแรงและให้กำลังใจผู้เรียน					
การสรุปบทเรียนมีความเหมาะสม ผู้เรียนเข้าใจ					
มีการวัดพัฒนาการของผู้เรียน					
การปฏิบัติหลังการจัดการเรียนรู้					
การบันทึกหลังการสอน					
การเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาจากการสอน					

วิธีดำเนินการ

การดำเนินการ จัดกิจกรรมอบรม STEM Education เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ ให้กับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

5. แบบสอบถามครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ด้านความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ

ตัวอย่าง

แบบสอบถามผู้เข้ารับอบรมด้านความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ

คำชี้แจง 1. แบบสอบถามฉบับนี้ใช้กับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ในด้านสมรรถนะการเรียนรู้และด้านคุณลักษณะของครูนักคิดเชิงระบบ หลังจากได้รับการพัฒนาตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ

2. กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริงและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และโปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเพิ่มเติม

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ผลการใช้รูปแบบ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านสมรรถนะการเรียนรู้ของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี					
1.1 มีความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาการคิดเชิงระบบด้วยขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ					
1.2 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมมีกรอบการทำงานที่มองแบบแผนเป็นองค์รวมได้ชัดเจนขึ้น					
1.3 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมมีการวางแผนในการทำงานอย่างสมเหตุสมผล					
1.4 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมเห็นความสัมพันธ์และคิดเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อย ๆ ขององค์รวมได้					
1.5 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมพยายามใช้กระบวนการคิดเพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้					
1.6 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการพัฒนางานของตนอยู่เสมอ					
1.7 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมสามารถบูรณาการองค์ความรู้ร่วมกับศาสตร์อื่นได้เป็นอย่างดี					
1.8 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมมีวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจนตรงตามวัตถุประสงค์					
1.9 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมสามารถแก้ปัญหาในทางที่เป็นไปได้ อย่างมีประสิทธิภาพ					
1.10 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมมีการพัฒนางานของตนด้วยวิถีทางหรือวิธีการที่มีคุณภาพมากขึ้นเรื่อยๆ ได้					
1.11 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่ชัดเจน					
1.12 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับอบรมมีการแก้ปัญหาเองได้อย่างเป็นระบบที่ชัดเจน					
1.13 ช่วยพัฒนาพฤติกรรมความเป็นครูให้เหมาะสมมากขึ้น					
1.14 ช่วยให้สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น					
1.15 ช่วยให้สามารถพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในภาพรวมดียิ่งขึ้น					
2. ด้านคุณลักษณะของผู้เข้ารับอบรมครูนักคิดเชิงระบบ					
2.1 มีความช่างสังเกตในภาพรวมเพื่อเก็บรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ					
2.2 ระบุสภาพปัญหา/อุปสรรคที่พบได้อย่างชัดเจน					
2.3 เขียน/อธิบายถึงสภาพปัญหา/อุปสรรค ได้ชัดเจนและลงรายละเอียดได้					
2.4 เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและปรับแต่งความรู้ได้ดี					
2.5 จำแนกแยกแยะหรือจัดหมวดหมู่สภาพปัญหาได้					
2.6 จัดลำดับความสำคัญของสภาพปัญหาที่พบได้					
2.7 มีการคิดวิเคราะห์ ปรับแต่งความเข้าใจของตนเอง มีระเบียบความคิดในการหาแนวทางแก้ไขปัญหา					
2.8 วางแผนลงมือแก้ปัญหาได้ชัดเจนมีการนำเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย					
2.9 บูรณาการความรู้หรือศาสตร์สาขาอื่นๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม					
2.10 หาข้อสรุปมาเป็นเกณฑ์ช่วยในการตัดสินใจหรือคิดแก้ปัญหาได้เหมาะสม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (ถ้ามี) .....

.....

ระยะที่ 3 เป็นการนำไปใช้: การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อการการคิดเชิงระบบ ประกอบด้วย

กลุ่มประชากร ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จังหวัดอุตรดิตถ์

เครื่องมือ ได้แก่ แบบประเมินแผนการสอนของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จังหวัดอุตรดิตถ์แบบประเมินการคิดเชิงระบบ แบบประเมินผลงานของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จังหวัดอุตรดิตถ์

1. จัดประกวดผลงาน อาทิ สื่อการสอน นวัตกรรม โครงงาน รูปแบบหรือเทคนิควิธีการสอน

1.1 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั่วไป

ตัวอย่าง

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป

หัวข้อที่ประเมิน	ผลการประเมิน				
รายการ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้					
1.1 ชื่อแผนฯมีความเหมาะสมและครอบคลุมสาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้และการวัดและการประเมินผล					
1.2 ระยะเวลาในแผนฯนี้มีความเหมาะสมและเพียงพอ					
2. สาระสำคัญ					
2.1 สาระสำคัญมีรายละเอียดที่ชัดเจน					
2.2 สาระสำคัญมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์					
3. จุดประสงค์					
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจนและมีความเหมาะสม					
3.2 จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับชื่อแผนฯ					
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ได้					
4. เนื้อหา					
4.1 เนื้อหามีความสมบูรณ์ ถูกต้องและเหมาะสม					
4.2 เนื้อหาเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน					
4.3 เนื้อหามีการกำหนดอย่างเป็นลำดับขั้น					
4.4 เนื้อหามีการกำหนดจากง่ายไปหายาก					
4.5 เนื้อหามีความทันสมัยและตรงกับสภาพการณ์ในปัจจุบัน					
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียนสามารถที่จะปฏิบัติได้					
5.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม					
5.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ บทบาทหน้าที่อย่างหลากหลาย					
5.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์ได้					

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

หัวข้อที่ประเมิน	ผลการประเมิน				
รายการ	**มากที่สุด**	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
5.5 กิจกรรมที่กำหนดส่งเสริมให้ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ตามศักยภาพและความถนัดของตนเอง					
5.6 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีความสมบูรณ์ถูกต้อง					
5.7 แผนฯ กำหนดให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
5.8 แผนฯ กำหนดให้ผู้เรียนได้เขียนเพื่อเสนอความรู้/ผลการเรียนรู้					
5.9 แผนฯ กำหนดให้ผู้เรียนนำเสนอองค์ความรู้/ผลการเรียนรู้					
6. แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ					
6.1 แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบมีความหลากหลาย					
6.2 แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบมีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพในปัจจุบัน					
6.3 แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบมีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมและการประเมินผล					
6.4 แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ได้					
7. การวัดและการประเมินผล					
7.1 วิธีการวัดผลมีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์ เนื้อหาและกิจกรรม					
7.2 วิธีการวัดผลมีความหลากหลาย					
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความสอดคล้องกับวิธีการวัดผล					
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลมีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

1.2 แบบฟอร์มการให้คะแนนผลงานประเภทสิ่งประดิษฐ์

ตัวอย่าง ข้อพิจารณาการให้คะแนนสื่อการสอน ทางวิทยาศาสตร์ แบบ STEM Education รวม 100 คะแนน

เกณฑ์พิจารณา	ข้อพิจารณา
1. ความคิดสร้างสรรค์ (30 คะแนน) 1.1 ความเป็นต้นคิด (10 คะแนน) 1.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (10 คะแนน) 1.3 ความโดดเด่นเฉพาะ (10 คะแนน)	- การแสดงถึงมีความคิดสร้างสรรค์ ในการทำสื่อการสอน ตั้งแต่โจทย์ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การใช้ประโยชน์ การออกแบบ การสร้างขึ้นใหม่ การพัฒนา การดัดแปลงอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ - การแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ ความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใคร - ชิ้นงานสื่อการสอน ที่ทำขึ้นมีความโดดเด่นน่าสนใจ และแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างจากสื่อการสอน ชิ้นอื่น ๆ ในประเภทเดียวกันอย่างเห็นได้ชัด
2. คุณภาพของสื่อการสอน (30 คะแนน) 2.1 การออกแบบ (10 คะแนน) 2.2 ระบบการทำงาน (10 คะแนน) 2.3 ความปลอดภัย (10 คะแนน)	- การออกแบบและตกแต่งสามารถดึงดูดความสนใจ มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสมในการใช้งาน - มีการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อให้เกิดการทำงานอย่างมีความสัมพันธ์สอดคล้องและถูกต้องตามหลักวิชาการ - การทำงานของสื่อการสอน มีความปลอดภัยและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
3. การเลือกใช้วัสดุ (10 คะแนน) 3.1 ความประหยัด (5 คะแนน) 3.2 ความเหมาะสม (5 คะแนน)	- การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพและประโยชน์ในการใช้งานราคาไม่แพง - คุณภาพของวัสดุที่ใช้มีความคงทน แข็งแรงและมีความปลอดภัย
4. คุณค่าของสื่อการสอน (15 คะแนน) 4.1ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ (5 คะแนน) 4.2สามารถหาวัสดุได้ง่าย (5 คะแนน) 4.3 สามารถต่อยอดได้ (5 คะแนน)	- สามารถสาธิต ทดลอง เพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจได้ตามวัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ - สามารถนำไปพัฒนาต่อยอด หรือพัฒนาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง
5. การนำเสนอผลงาน (15 คะแนน) 5.1 ความถูกต้องชัดเจน (5 คะแนน) 5.2ทักษะในการสื่อสาร (5 คะแนน) 5.3 วิธีการและรูปแบบการนำเสนอ (5 คะแนน)	- มีการอธิบายรายละเอียดของผลงานได้อย่างถูกต้องชัดเจนตามทฤษฎีและสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง - สามารถถ่ายทอดแนวคิดและกระบวนการ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและชัดเจนรวมทั้งมีบุคลิกภาพเหมาะสม - มีวิธีการและรูปแบบการนำเสนอผลงานอย่างครบถ้วน เหมาะสมเป็นที่น่าสนใจ มีวัสดุ อุปกรณ์ประกอบการอธิบาย สาธิต ทดลองตลอดจนเอกสารในการเผยแพร่ผลงาน

เกณฑ์พิจารณา (รวม 100 คะแนน)	กลุ่มที่ 1	2	3	4	5
1. ความคิดสร้างสรรค์ (30 คะแนน) 1.1 ความเป็นต้นคิด(10 คะแนน) 1.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (10 คะแนน) 1.3 ความโดดเด่นเฉพาะ (10 คะแนน)					
2. คุณภาพของสื่อการสอน(30 คะแนน) 2.1 การออกแบบ (10 คะแนน) 2.2 ระบบการทำงาน (10 คะแนน) 2.3 ความปลอดภัย (10 คะแนน)					
3. การเลือกใช้วัสดุ (10 คะแนน) 3.1 ความประหยัด (5 คะแนน) 3.2 ความเหมาะสม (5 คะแนน)					
4. คุณค่าของสื่อการสอน (15 คะแนน) 4.1 ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ (5 คะแนน) 4.2 สามารถหาวัสดุได้ง่าย (5 คะแนน) 4.3 สามารถต่อยอดได้ (5 คะแนน)					
5. การนำเสนอผลงาน (15 คะแนน) 5.1 ความถูกต้องชัดเจน (5 คะแนน) 5.2ทักษะในการสื่อสาร (5 คะแนน) 5.3 วิธีการและรูปแบบการนำเสนอ (5 คะแนน)					

ระยะที่ 4 เป็นการประเมินผล: การประเมิน และปรับปรุงแก้ไขรูแปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1) ประเมินความพึงพอใจของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีกลุ่มเป้าหมายต่อกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education

ตัวอย่าง แบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย

แบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย
“กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี”
วันที่ 9 สิงหาคม 2559 ณ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลตอบแบบประเมิน

☐ นักเรียน ☐ อาจารย์

คำชี้แจง ให้กาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมเหมาะสมเพียงใด					
2	ระยะเวลาในการจัดประกวดแข่งขันความเหมาะสมเพียงใด					
3	ลำดับขั้นตอนและความต่อเนื่องของการจัดประกวดแข่งขัน					
4	ของรางวัลเหมาะสมกับการประกวดแข่งขันมากน้อยเพียงใด					
5	ท่านได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากน้อยเพียงใด					
6	บรรยากาศในการจัดกิจกรรมประกวดแข่งขัน มีความเหมาะสม					
7	ระแบบแสง เสียง มีความเหมาะสมเพียงใด					
8	ท่านได้รับความรู้และประสบการณ์จากกิจกรรมเพียงใด					
9	ท่านสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิด					
10	ควรจัดกิจกรรมนี้ในปีต่อๆ ไป					

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. จุดเด่นที่ท่านประทับใจ

.....

2. จุดที่ท่านคิดว่าควรปรับปรุง

.....

3. ข้อเสนอแนะ

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดการข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบประเมินกิจกรรม

3.2 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง/ผู้ให้ข้อมูลหลัก ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็นดังนี้

1. การกำหนดประชากร

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่เน้นการวิจัย ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี กลุ่มเป้าหมายครั้งนี้ จำนวน 25 คน

2. วิธีการได้มาซึ่งสมาชิกของแต่ละหน่วยของกลุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ทั้งหมด จำนวน 25 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือการวิจัย

1) การสนทนากลุ่ม focus group ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำข้อมูลแบบฟอร์ม เพื่อสนทนากลุ่ม โดยมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำและมีการประชุมร่วมกันอย่างต่อเนื่องระหว่างทีมวิจัยและครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2) การอมรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

4) แบบประเมินนวัตกรรมต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education

1) การสนทนากลุ่ม focus group ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำข้อมูลแบบฟอร์ม เพื่อสนทนากลุ่ม โดยมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำและมีการประชุมร่วมกันอย่างต่อเนื่องระหว่างทีมวิจัยและผู้เข้ารับการอบรม

มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสนทนากลุ่ม focus group

ขั้นที่ 2 ดำเนินการสร้างแบบการสนทนากลุ่ม

ขั้นที่ 3 นำแบบสนทนากลุ่มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ ดร.ชลายุทธ์ ครุฑเมือง อาจารย์ ดร.จริยา พิชัยคำ และ อาจารย์ ดร. วจี ปัญญาใส เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ขั้นที่ 4 นำแบบสนทนากลุ่มไปใช้กับกลุ่มผู้เข้ารับการอบรมเป้าหมาย

2) การอมรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

มีขั้นตอนในการอบรมการเขียนแผนตามลำดับต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเขียนแผนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

ขั้นที่ 2 จัดการอบรมการเขียนแผนให้กับผู้เข้ารับการอบรม

ขั้นที่ 3 มอบหมายงานให้ผู้เข้ารับการอบรมเขียนแผนแผนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education และนำมาส่งในวันถัดไป

3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

มีขั้นตอนใสการสร้างแบบประเมินตามลำดับต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

ขั้นที่ 2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจให้กับผู้เข้ารับการอบรม

ขั้นที่ 3 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ ดร.ชลายุทธ์ ครุฑเมือง อาจารย์ ดร.จริยา พิชัยคำ และ อาจารย์ ดร. วจี ปัญญาใส เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบประเมินภายหลังการอบรมการจัดกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

4) แบบประเมินนวัตกรรมต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินแบบประเมินนวัตกรรมต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education

ขั้นที่ 2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินนวัตกรรมต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education

ขั้นที่ 3 แบบประเมินนวัตกรรมต่อการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ ดร.ชลายุทธิ์ ครุฑเมือง อาจารย์ ดร.จริยา พิชัยคำ และ อาจารย์ ดร. วจี ปัญญาใส เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ขั้นที่ 4 ให้ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีทำแบบประเมินภายหลังการอบรมการจัดกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการประชุมเชิงปฏิบัติการหรือการสนทนากลุ่ม และแบบสำรวจความพึงพอใจ โดยการนำเสนอผลข้อมูลด้วยวิธีการใช้วิธีการทางสถิติ การบรรยาย การแจกแจงความถี่ โดยดำเนินการวิเคราะห์วิจัย 3 ส่วน ดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลการมีส่วนร่วมและการมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ในประเด็นถาม-ตอบ ของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2) วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบ STEM Education

5 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก
3 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง
2 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อย
1 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

3) วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ STEM Education

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติบรรยาย (Descriptive Statistics) หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ร้อยละ(Percentage) ความถี่ (Frequency) เพื่อบรรยายลักษณะทั่วไป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเสริมสร้างความสามารถ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลักษณะของกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 4 ระยะ ดังต่อไปนี้

โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

ในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม

μ แทน ค่าเฉลี่ยประชากร

δ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร

ผลการประเมิน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การดำเนินการแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน: ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

ประกอบด้วย

1) ประชาสัมพันธ์การจัดโครงการอบรมการจัดการเรียนรูปแบบ STEM Education

2) ดำเนินการจัดการอบรมโครงการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

3) สนทนากลุ่มเพื่อศึกษาสภาพปัญหาและเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความเข้าใจและความสนใจเกี่ยวกับการเรียนรู้

ผลการวิจัย พบว่า มีครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีให้ความสนใจและสมัครเข้าร่วมโครงการ จำนวน 25 คน โดยครูที่สมัครเข้าร่วมโครงการมีความปรารถนาที่จะมีความรู้ความเข้าใจเรื่องกระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการแบ่งกลุ่มครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีออกเป็น 5 กลุ่ม เพื่อให้ครูได้สนทนากลุ่มและศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนในห้องเรียน จากนั้นระดมความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องการจัดกระบวนการสอนแบบ STEM Education หลังจากการเข้าร่วมอบรมโครงการ

จัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีมีความรู้ความเข้าใจการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ STEM Education มากยิ่งขึ้น

ระยะที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนา: เป็นการออกแบบและพัฒนา เพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนการสอน พบว่า หลังจากการอบรม ผู้วิจัยได้จัดให้ผู้เข้ารับการอบรมแบ่งตามกลุ่มที่ได้แบ่งไว้ในระยะที่ 1 เพื่อสนทนากลุ่มร่วมวางแผนพูดคุยในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM Education พัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education และดำเนินการจัดทำแผนการสอนที่มีกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education หลังจากการเข้าร่วมอบรมการเขียนแผนการสอนและร่วมวางแผนพูดคุยในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ STEM Education แล้วผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการเขียนแผนแบบ STEM Education และสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ STEM Education ได้

ตารางที่ 1 แบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย (N = 25)

	รายละเอียดการประเมิน	μ	**δ**	แปลความ
1	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมเหมาะสมเพียงใด	4.36	0.49	ดี
2	ระยะเวลาในการบรรยายกิจกรรมความเหมาะสมเพียงใด	4.12	0.6	ดี
3	วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ / กิจกรรมเหมาะสม	4.52	0.5	ดีมาก
4	วิทยากรสามารถใช้สื่ออุปกรณ์ได้เหมาะสมเพียงใด	4.4	0.58	ดี
5	ท่านได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากน้อยเพียงใด	4.32	0.63	ดี
6	วิทยากรเปิดโอกาสให้ซักถามหรือร่วมแสดงความคิดเห็น	4.2	0.65	ดี
7	บรรยากาศในการอบรมสัมมนา / จัดกิจกรรมมีความ	4.28	0.61	ดี
8	ระแบบแสง เสียงมีความเหมาะสมเพียงใด	4.16	0.55	ดี
9	ท่านได้รับความรู้และประสบการณ์จากการบรรยายกิจกรรมเพียงใด	4.28	0.46	ดี
10	ท่านสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพียงใด	4.4	0.58	ดี
	เฉลี่ยโดยรวม	**4.3**	**0.57**	**ดี**

จากตารางที่ 1 การประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาโครงการวิจัยอยู่ในระดับดี (μ=4.3, **δ**=0.57) โดยการประเมินด้านวิทยากร

สามารถถ่ายทอดความรู้ / กิจกรรมเหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก (μ=4.52, δ=0.50) และในด้านอื่น ๆ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรองลงมาได้แก่ ความพึงพอใจต่อด้านการใช้สื่ออุปกรณ์และการนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ เท่ากับ μ=4.40, δ=0.58 และรองลงมาค่าเฉลี่ยรองลงมาได้แก่ ความพึงพอใจต่อด้านความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ/กิจกรรม เท่ากับ μ=4.36, δ=0.49

ตารางที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (N = 25)

	ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	μ	δ	แปลความ
1	กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าทายให้อยากเรียนรู้	4.33	0.48	ดี
2	กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและ	4.29	0.46	ดี
3	กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมกล้าคิด กล้าทำ และกล้า	4.42	0.50	ดี
4	กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมอยากมีส่วนร่วมใน	4.33	0.64	ดี
5	ผู้เข้ารับการอบรมอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น	4.25	0.68	ดี
6	กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ค้นพบความรู้ด้วย	4.25	0.68	ดี
	รวม	4.31	0.57	ดี
	ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้			
7	บรรยากาศในการเรียนน่าสนุกสนาน น่าเรียน	4.08	0.65	ดี
8	มีอิสระในการเรียนรู้	4.46	0.51	ดี
9	การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ	4.42	0.58	ดี
10	ผู้เข้ารับการอบรมกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นกับ	4.38	0.58	ดี
	รวม	4.33	0.58	ดี
	ด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้			
11	ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.38	0.58	ดี
12	ผู้เข้ารับการอบรมเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรม	4.25	0.44	ดี
13	ผู้เข้ารับการอบรมทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ	4.29	0.55	ดี
14	ผู้เข้ารับการอบรมคิดอย่างมีเหตุผล	4.42	0.58	ดี
15	ผู้เข้ารับการอบรมรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้น	4.38	0.58	ดี
	รวม	4.34	0.55	ดี
	เฉลี่ยโดยรวม	**4.32**	**0.57**	ดี

จากตารางที่ 2 ด้านที่ 1 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี โดยพบว่า ความพึงพอใจที่ผู้เข้ารับการอบรมมีต่อด้านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าสูงสุด ได้แก่ กิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมกล้าคิด กล้าทำและกล้าแสดงออก (μ=4.42, δ=0.50) รองลงมา ได้แก่ กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าทายให้อยากเรียนรู้และกิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง (μ=4.33, δ=0.48) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ผู้เข้ารับการอบรมอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่นๆ และกิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (μ=4.25, δ=0.68)

ด้านที่ 2 ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี โดยพบว่า หัวข้อการมีอิสระในการเรียนรู้มีค่าความพึงพอใจสูงสุด (μ=4.46, δ=0.51) รองลงมา ได้แก่ หัวข้อการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ (μ=4.42, δ=0.58) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ หัวข้อบรรยากาศในการเรียนน่าสนุกสนาน น่าเรียน (μ=4.08, δ=0.65)

ด้านที่ 3 ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี โดยพบว่าด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้เข้ารับการอบรมคิดอย่างมีเหตุผลมีค่าความพึงพอใจสูงสุด (μ=4.42, δ=0.58) รองลงมา ได้แก่ หัวข้อผู้เข้ารับการอบรมรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้นและผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (μ=4.38, δ=0.58) 4.38 มีค่า SD เท่ากับ 0.58 และลำดับสุดท้าย หัวข้อผู้เข้ารับการอบรมเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ (μ=4.25, δ=0.44)

ตารางที่ 3 แบบการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโปรแกรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education ประกอบด้วย 3 ช่วง

ช่วงที่ 1 สัมมนาเชิงปฏิบัติการ (อบรมความรู้เรื่อง STEM Education)

ช่วงที่ 2 สัมมนาเชิงปฏิบัติการ (อบรมความรู้เรื่องหลักการฟิสิกส์ เรื่อง ไคลโนมิเตอร์)

ช่วงที่ 3 สัมมนาเชิงปฏิบัติการ (อบรมความรู้เรื่องหลักการฟิสิกส์ เรื่อง เครื่องชั่งสปริง)

ได้ผลการประเมินดังตาราง

	รายละเอียดการประเมิน	μ	δ	แปลความ
1	**การเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**			
1.1	ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้	4.2	0.41	ดี
1.2	จุดประสงค์การเรียนรู้เน้นการบูรณาการองค์ความรู้ STEM Education และการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21	4.48	0.59	ดี
1.3	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกระบวนการเทคโนโลยี	4.52	0.59	ดีมาก
1.4	มีการจัดเตรียมสื่อ/นวัตกรรม	4.4	0.58	ดี
	รวม	4.4	0.54	ดี
2	**การปฏิบัติขณะปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**			
2.1	การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจจนผู้เรียนเกิดความสงสัยอยากรู้อยากเห็น และอยากหาคำตอบ	4.2	0.58	ดี
2.2	สอนตรงตามแผนการจัดการเรียนรู้	4.28	0.54	ดี
2.3	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา	4.4	0.5	ดี
2.4	การใช้สื่อ/นวัตกรรมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้และใช้ในกระบวนการแก้ปัญหานั้น	4.52	0.51	ดีมาก
2.5	การส่งเสริมบรรยากาศการสื่อสารระหว่างสมาชิกกลุ่มของผู้เข้ารับการอบรมในระหว่างกระบวนการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบ	4.52	0.51	ดีมาก
2.6	การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน	4.2	0.41	ดี
2.7	ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	4.16	0.62	ดี
2.8	มีการเสริมแรงและให้กำลังใจผู้เรียน	4.24	0.72	ดี
2.9	การสรุปบทเรียนมีความเหมาะสมผู้เรียนเข้าใจ	4.32	0.48	ดี
2.10	มีการวัดพัฒนาการของผู้เรียน	4.2	0.58	ดี
	รวม	4.30	0.54	ดี
3	**การปฏิบัติหลังการจัดการเรียนรู้**			
3.1	การบันทึกหลังการสอน	4.28	0.54	ดี

3.2	การเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาจากการสอน	4.32	0.63	ดี
	รวม	4.3	0.58	ดี
	เฉลี่ยโดยรวม	**4.32**	**0.55**	**ดี**

จากตารางที่ 3 พบว่า ในขั้นตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผลการประเมินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกระบวนการเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีมาก (μ=4.52, **δ**=0.59 รองลงมาได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้เน้นการบูรณาการองค์ความรู้ STEM และการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (μ=4.48, **δ**=0.59) รองลงมาได้แก่ มีการจัดเตรียมสื่อ/นวัตกรรม (μ=4.40, **δ**=0.58) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ (μ=4.20, **δ**=0.41)

ในขั้นตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่ผู้เข้ารับการอบรมมีต่อการปฏิบัติขณะปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าระดับดี โดยมีค่าความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อ/นวัตกรรมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้ ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้และใช้ในกระบวนการแก้ปัญหานั้น และการส่งเสริมบรรยากาศการสื่อสารระหว่างสมาชิกกลุ่มของ ผู้เข้ารับการอบรมในระหว่างกระบวนการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบ อยู่ในระดับดีมาก (μ=4.52, **δ**=0.51) รองลงมา ได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบ ทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหามีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดี (μ=4.40, **δ**=0.50) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ความพึงพอใจที่มีต่อความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับดี (μ=4.16, **δ**=0.62)

ในขั้นตอนที่ 3 มีสองประเด็น การเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาจากการสอน มีค่าความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมอยู่ในระดับดี โดยค่าความพึงพอใจของด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับดี (μ=4.32, **δ**=0.63) และค่าความพึงพอใจของการบันทึกหลังการสอนอยู่ในระดับดี (μ=4.28, **δ**=0.54)

ระยะที่ 3 ประกอบด้วย

1) จัดประกวดผลงาน อาทิ สื่อการสอน นวัตกรรม โครงงาน รูปแบบหรือเทคนิควิธีการสอน

ผลการวิจัย ระยะที่ 3 พบว่า

1. จากการจัดประกวดผลงาน พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความตั้งใจในการทำสื่อ นวัตกรรมอย่างตั้งใจ ตั้งแต่เริ่มต้นหาหัวข้อเรื่อง STEM Education การจัดหาสื่อโครงงาน กระบวนการคิดและวิธีสร้างสื่อ STEM จนถึงกระบวนการจัดประกวดผลงาน

2. ในการจัดประกวดผลงาน มีผู้เข้ารับการอบรมส่งผลงานเข้าประกวด จำนวน 5 กลุ่ม ตามที่กำหนดไว้ในระยะที่ 1

3. ผู้เข้ารับการอบรมสามารถสร้างสื่อการสอน และสามารถอธิบายกระบวนการสอนแบบ STEM ได้

4. ผู้เข้ารับการอบรมทุกกลุ่มมีความพึงพอใจต่อผลการประกวดสื่อ

ระยะที่ 4 ประกอบด้วย

1) ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมกลุ่มเป้าหมายต่อกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education ผลการวิจัย ระยะที่ 4 พบว่า

ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจในการทำสื่อ นวัตกรรม STEM Education กระบวนการคิดและวิธีสร้างสื่อ STEM Education ในระดับมาก

ตาราง 4 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั่วไป

หัวข้อที่ประเมิน	คะแนนรวมคณะกรรมการท่านที่ 1					คะแนนรวมคณะกรรมการท่านที่ 2				
รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	**7**	**8**	**8**	**9**	**8**	**8**	**6**	**7**	**8**	**8**
1.1 ชื่อแผนฯ มีความเหมาะสมและครอบคลุมสาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรมแหล่งเรียนรู้และการวัดและการประเมินผล	4	4	4	5	4	3	2	4	4	5
1.2 ระยะเวลาในแผนฯ นี้มีความเหมาะสมและเพียงพอ	3	4	4	4	4	5	4	3	4	3
2. สาระสำคัญ	**8**	**6**	**8**	**8**	**7**	**8**	**8**	**8**	**8**	**9**
2.1 สาระสำคัญมีรายละเอียดที่ชัดเจน	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5
2.2 สาระสำคัญมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4

3. จุดประสงค์	**6**	**8**	**7**	**8**	**7**	**6**	**6**	**8**	**8**	**7**
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจนและมีความเหมาะสม	3	4	4	4	4	2	2	4	4	4
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ได้	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3
4. เนื้อหา	**10**	**11**	**10**	**13**	**10**	**10**	**9**	**11**	**10**	**8**
4.1 เนื้อหามีความสมบูรณ์ถูกต้องและเหมาะสม	4	3	4	5	4	2	2	3	3	2
4.4 เนื้อหามีการกำหนดอย่างเป็นลำดับขั้นและเรียงจากง่ายไปหายาก	3	4	3	4	3	4	3	4	4	2
4.5 เนื้อหามีความทันสมัยและตรงกับสภาพการณ์ในปัจจุบัน	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้	**13**	**14**	**16**	**14**	**14**	**15**	**16**	**14**	**19**	**17**
5.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียนสามารถที่จะปฏิบัติได้	3	4	4	4	4	4	4	3	5	5
5.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์ได้	3	4	4	3	3	4	4	3	5	5
5.3 กิจกรรมที่กำหนดส่งเสริมให้ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ตามศักยภาพและความถนัดของตนเอง	**4**	3	4	4	4	4	4	4	5	4
5.4 แผนฯ กำหนดให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	**3**	3	4	3	3	3	4	4	4	3
6. แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ	**12**	11	12	12	12	10	12	12	12	9

6.1 แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบมีความหลากหลาย	**4**	3	4	4	4	3	4	4	4	3
6.2 แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบมีความทันสมัย สอดคล้องกับสภาพในปัจจุบัน สอดคล้องกับจุดประสงค์	**4**	4	4	4	4	3	4	4	4	3
6.3 แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ได้	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
7. การวัดและการประเมินผล	12	15	16	16	12	13	15	15	16	13
7.1 วิธีการวัดผลมีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์ เนื้อหาและกิจกรรม	**3**	4	4	4	3	3	4	4	4	3
7.2 วิธีการวัดผลมีความหลากหลาย	**3**	3	4	4	3	4	4	4	4	4
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความสอดคล้องกับวิธีการวัดผล	**3**	4	4	4	3	3	3	3	4	3
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลมีความเหมาะสม	**3**	4	4	4	3	3	4	4	4	3
รวม	68	73	77	80	70	70	72	75	81	71
คิดเป็นร้อยละ	66.89	50.34	53.10	55.17	48.28	48.28	49.65	51.72	55.86	48.96

สรุปคะแนน ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั่วไป โดยคณะกรรมการ 2 ท่าน

1) คณะกรรมการท่านที่ 1 ให้คะแนนชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 9 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 2, 3, 5 เท่ากับ 8 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 7 คะแนน

คณะกรรมการท่านที่ 2 ให้คะแนนแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มที่ 1, 4, 5 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 8 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 3 เท่ากับ 7 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 6 คะแนน

2) คณะกรรมการท่านที่ 1 ให้คะแนนสาระสำคัญ กลุ่มที่ 1, 3, 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 8 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 5 เท่ากับ 7 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 6 คะแนน

คณะกรรมการท่านที่ 2 ให้คะแนนชื่อสาระสำคัญ กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 9 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 1-4 เท่ากับ 8 คะแนน

3) คณะกรรมการท่านที่ 1 ให้คะแนนจุดประสงค์ กลุ่มที่ 2, 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 8 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 3, 5 เท่ากับ 7 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 6 คะแนน

คณะกรรมการท่านที่ 2 ให้คะแนนจุดประสงค์ กลุ่มที่ 3, 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 8 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 5 เท่ากับ 7 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 6 คะแนน

4) คณะกรรมการท่านที่ 1 ให้คะแนนเนื้อหา กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 13 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 11 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 1, 3, 5 เท่ากับ 10 คะแนน

คณะกรรมการท่านที่ 2 ให้คะแนนเนื้อหา กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 11 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 1, 4 เท่ากับ 10 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 9 คะแนน

5) คณะกรรมการท่านที่ 1 ให้คะแนนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มที่ 2, 4, 5 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 16 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 14 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 13 คะแนน

คณะกรรมการท่านที่ 2 ให้คะแนนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 19 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 5 เท่ากับ 17 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 3 เท่ากับ 14 คะแนน

6) คณะกรรมการท่านที่ 1 ให้คะแนนแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ กลุ่มที่ 1, 3, 4, 5 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 12 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 11 คะแนน

คณะกรรมการท่านที่ 2 ให้คะแนนแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ กลุ่มที่ 2,3,4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 12 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 10 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 5 เท่ากับ 9 คะแนน

7) คณะกรรมการท่านที่ 1 ให้คะแนนการวัดและการประเมินผล กลุ่มที่ 3, 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 16 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 15 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 1, 5 เท่ากับ 12 คะแนน

คณะกรรมการท่านที่ 2 ให้คะแนนการวัดและการประเมินผล กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด เท่ากับ 16 คะแนน รองลงมา คือกลุ่มที่ 2, 3 เท่ากับ 15 คะแนน และกลุ่มสุดท้าย คือกลุ่มที่ 1, 3 เท่ากับ 13 คะแนน

สรุปคะแนนเฉลี่ยรวมของคณะกรรมการ 2 ท่าน

คณะกรรมการท่านที่ 1 คะแนนที่ได้สูงสุด ได้แก่กลุ่มที่ 4 เท่ากับ 80 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 55.17) รองลงมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 77 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 53.10) และสุดท้ายได้แก่ กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 68 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 46.89)

คณะกรรมการท่านที่ 2 คะแนนที่ได้สูงสุด ได้แก่กลุ่มที่ 4 เท่ากับ 81 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 55.86) รองลงมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 75 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 51.72) และสุดท้ายได้แก่ กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 70 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 48.28)

ตาราง 5 สรุปคะแนนแบบสอบถามผู้เข้ารับการอบรมด้านความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ

ผลการใช้รูปแบบ	μ	δ	แปลผล
1. ด้านสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรม	4.333333	0.57735	ดี
1.1 มีความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาการคิดเชิงระบบด้วยขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบของผู้เข้ารับการอบรม	4.190476	0.749603	ดี
1.2 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีกรอบการทำงานที่มองแบบแผนเป็นองค์รวมได้ชัดเจนขึ้น	4.190476	0.601585	ดี
1.3 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีการวางแผนในการทำงานอย่างสมเหตุสมผล	4.095238	0.70034	ดี

1.4 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมเห็นความสัมพันธ์และคิดเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อย ๆ ขององค์รวมได้	4.333333	0.57735	ดี
1.5 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมพยายามใช้กระบวนการคิดเพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้	4.285714	0.560612	ดี
1.6 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการพัฒนางานของตนอยู่เสมอ	4.095238	0.70034	ดี
1.7 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบูรณาการองค์ความรู้ร่วมกับศาสตร์อื่นได้เป็นอย่างดี	4.190476	0.511766	ดี
1.8 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจนตรงตามวัตถุประสงค์	4.190476	0.601585	ดี
1.9 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถแก้ปัญหาในทางที่เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.142857	0.727029	ดี
1.10 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีการพัฒนางานของตนด้วยวิถีทางหรือวิธีการที่มีคุณภาพมากขึ้นเรื่อยๆ ได้	4.095238	0.538958	ดี
1.11 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่ชัดเจน	4.285714	0.560612	ดี
1.12 ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีการแก้ปัญหาเองได้อย่างเป็นระบบที่ชัดเจน	4.238095	0.624881	ดี
1.13 ช่วยพัฒนาพฤติกรรมความเป็นครูให้เหมาะสมมากขึ้น	4.333333	0.57735	ดี
1.14 ช่วยให้สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น	4.333333	0.57735	ดี
1.15 ช่วยให้สามารถพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในภาพรวมดียิ่งขึ้น	4.333333	0.57735	ดี
2. ด้านคุณลักษณะของผู้เข้ารับการอบรมครูนักคิดเชิงระบบ	4.428571	0.597614	ดี
2.1 มีความช่างสังเกตในภาพรวมเพื่อเก็บรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ	4.380952	0.740013	ดี
2.2 ระบุสภาพปัญหา/อุปสรรคที่พบได้อย่างชัดเจน	4.142857	0.727029	ดี
2.3 เขียน/อธิบายถึงสภาพปัญหา/อุปสรรค ได้ชัดเจนและลงรายละเอียดได้	4.095238	0.70034	ดี
2.4 เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและปรับแต่งความรู้ได้ดี	4.285714	0.717137	ดี
2.5 จำแนกแยกแยะหรือจัดหมวดหมู่สภาพปัญหาได้	4.190476	0.601585	ดี
2.6 จัดลำดับความสำคัญของสภาพปัญหาที่พบได้	4.190476	0.601585	ดี

2.7 มีการคิดวิเคราะห์ ปรับแต่งความเข้าใจของตนเอง มีระเบียบความคิดในการหาแนวทางแก้ไขปัญหา	4.238095	0.830949	ดี
2.8 วางแผนลงมือแก้ปัญหาได้ชัดเจนมีการนำเสนอทางเลือกในการแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย	4.142857	0.853564	ดี
2.9 บูรณาการความรู้หรือศาสตร์สาขาอื่นๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	4.380952	0.669043	ดี
2.10 หาข้อสรุปมาเป็นเกณฑ์ช่วยในการตัดสินใจหรือคิดแก้ปัญหาได้เหมาะสม	4.333333	0.57735	ดี

จากตารางที่ 5 **สรุปคะแนนแบบสอบถามผู้เข้ารับการอบรมด้านความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ** พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการอบรมให้คะแนนสูงสุดด้านสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรม ได้แก่ 1) ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมเห็นความสัมพันธ์และคิดเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อย ๆ ขององค์รวมได้ 2) ช่วยพัฒนาพฤติกรรมความเป็นครูให้เหมาะสมมากขึ้น 3) ช่วยให้สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น 4) ช่วยให้สามารถพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในภาพรวมดียิ่งขึ้น อยู่ในระดับดี (μ= 4.33, δ= 0.57) รองลงมาได้แก่ 1) ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมพยายามใช้กระบวนการคิดเพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ 2) ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่ชัดเจน อยู่ในระดับดี (μ= 4.23, δ= 0.62) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ 1) ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีการวางแผนในการทำงานอย่างสมเหตุสมผล 2) ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการพัฒนางานของตนอยู่เสมอ 3) ส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการอบรมมีการพัฒนางานของตนด้วยวิถีทางหรือวิธีการที่มีคุณภาพมากขึ้นเรื่อยๆ ได้ (μ= 4.09, δ= 0.70)

สรุป คะแนนแบบสอบถามผู้เข้ารับการอบรมด้านความคิดเห็นต่อด้านคุณลักษณะของผู้เข้ารับการอบรมครูนักคิดเชิงระบบ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการอบรมให้คะแนนสูงสุด ได้แก่ 1) มีความช่างสังเกตในภาพรวมเพื่อเก็บรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ 2) บูรณาการความรู้หรือศาสตร์สาขาอื่นๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม อยู่ในระดับดี (μ= 4.38, δ= 0.74) รองลงมา ได้แก่ หาข้อสรุปมาเป็นเกณฑ์ช่วยในการตัดสินใจหรือคิดแก้ปัญหาได้เหมาะสม (μ= 4.33, δ= 0.57) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ เขียน/อธิบายถึงสภาพปัญหา/อุปสรรค ได้ชัดเจนและลงรายละเอียดได้ อยู่ในระดับดี (μ= 4.09, δ= 0.70)

คะแนนอยู่ในระดับ ดี

ตาราง 6 สรุปคะแนนประเมินเฉลี่ยแผนการสอนแบบ STEM Education

รายการ	คะแนนเฉลี่ย (μ)				
	กลุ่ม 1 น้ำพุในขวด	กลุ่ม 2 รถกระดาษ	กลุ่ม 3 สัมประสิทธิ์ความหนืด	กลุ่ม 4 สะพานไม้ไอติม	กลุ่ม 5 แผนที่ดาว
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ (10)	7.5	7	7.5	8.5	8
2. สาระสำคัญ (10)	8	7	8	8	8
3. จุดประสงค์ (10)	6	7	7.5	8	7
4. เนื้อหา (15)	10	10	10.5	11.5	9
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ (20)	14	15	15	16.5	15.5
6. แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ (15)	11	11.5	12	12	10.5
7. การวัดและการประเมินผล (20)	12.5	15	15.5	16	12.5
รวม (100)	69	72.5	76	80.5	70.5
คิดเป็นร้อยละ	69	72.5	76	80.5	70.5

ในการประเมินแผนการเรียนการสอนแบบ STEM Education มีคณะกรรมการ จำนวน 2 ท่าน โดยท่านแรกได้แก่ อาจารย์ ดร.ชลายุทธิ์ ครุฑเมือง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และ อาจารย์ ดร.จริยา พิชัยคำ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ มาร่วมประเมินในการแข่งขันครั้งนี้ จากการให้คะแนนแผนการเรียนการสอนแบบ STEM Education คะแนนที่ได้เป็นเอกฉันท์ โดยกลุ่มที่ชนะเลิศ ได้แก่ กลุ่มที่ 4 สะพานไม้ไอติม ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 80 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 81 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 8 คะแนน จากคะแนน

เต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 19 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย ได้คะแนนจากคณะกรรมการทั้ง 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 80.5 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยคะแนนหมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย 8.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดสาระสำคัญเฉลี่ย 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดจุดประสงค์เฉลี่ย 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดเนื้อหาเฉลี่ย 11.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เฉลี่ย 16.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบเฉลี่ย 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และคะแนนหมวดการวัดและการประเมินผลเฉลี่ย 12.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

กลุ่มที่ชนะเลิศที่ 2 ได้แก่ กลุ่มที่ 3 สัมประสิทธิ์ความหนืด ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก เท่ากับ 77 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 เท่ากับ 75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย ได้คะแนนจากคณะกรรมการทั้ง 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 76 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยคะแนนหมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย 7.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดสาระสำคัญเฉลี่ย 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดจุดประสงค์เฉลี่ย 7.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดเนื้อหาเฉลี่ย 10.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เฉลี่ย 15 คะแนนจากคะแนน

เต็ม 20 คะแนน คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบเฉลี่ย 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และคะแนนหมวดการวัดและการประเมินผลเฉลี่ย 15.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

กลุ่มที่ชนะเลิศที่ 3 กลุ่มที่ 4 รถกระดาษ ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 73 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 16 คะแนน จาก 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 75 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย ได้คะแนนจากคณะกรรมการทั้ง 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 72.5 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 11.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

กลุ่มที่ได้ลำดับที่ 4 ได้แก่ กลุ่มที่ 5 แผนที่ดาว ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 70 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 71 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย ได้คะแนนจากคณะกรรมการทั้ง 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 70.5 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยคะแนนหมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดสาระสำคัญเฉลี่ย 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดจุดประสงค์เฉลี่ย 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนหมวดเนื้อหาเฉลี่ย 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เฉลี่ย 15.5 จาก 20 คะแนน คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบเฉลี่ย 10.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และคะแนนหมวดการวัดและการประเมินผลเฉลี่ย 12.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

กลุ่มที่ได้ลำดับที่ 5 กลุ่มที่ 1 น้ำพุในขวด ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 68 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 13 คะแนน จาก 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 70 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย ได้คะแนนจากคณะกรรมการทั้ง 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 69 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนน หมวดชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ 7.5 คะแนน จากคะแนน

เต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดสาระสำคัญ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดจุดประสงค์ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนหมวดเนื้อหา 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ให้คะแนนหมวดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้คะแนนหมวดแหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนหมวดการวัดและการประเมินผล 12.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยการประเมินแผนการเรียนการสอน จากคณะกรรมการ 2 ท่าน

รายการกลุ่มที่ชนะ	**ชื่อกลุ่ม**	**คะแนนเฉลี่ย**
กลุ่มที่ชนะเลิศที่ 1	สะพานไม้ไอติม	80.5
กลุ่มที่ชนะเลิศที่ 2	สัมประสิทธิ์ความหนืด	76
กลุ่มที่ชนะเลิศที่ 3	รถกระดาษ	72.5
กลุ่มที่ชนะเลิศที่ 4	แผนที่ดาว	70.5
กลุ่มที่ชนะเลิศที่ 5	น้ำพุในขวด	69

สรุปคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ ได้ดังนี้ กลุ่มชนะเลิศ ได้แก่ กลุ่มสะพานไม้ไอติมได้คะแนนเฉลี่ย 80.5 คะแนน รองอันดับที่สอง ได้แก่ กลุ่มสัมประสิทธิ์ความหนืด ได้คะแนนเฉลี่ย 76 คะแนน รองอันดับที่สาม ได้แก่ กลุ่มรถกระดาษ ได้คะแนนเฉลี่ย 72.5 คะแนน กลุ่มที่อันดับที่สี่ ได้แก่ กลุ่มแผนที่ดาว ได้คะแนนเฉลี่ย 70.5 คะแนน และกลุ่มที่ได้อันดับที่ห้า ได้แก่ น้ำพุในขวด ได้คะแนนเฉลี่ย 69 คะแนน

ตาราง 7 แบบฟอร์มการให้คะแนนผลงานประเภทสิ่งประดิษฐ์

คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก

เกณฑ์พิจารณา	**กลุ่มที่**				
(รวม 100 คะแนน)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1. ความคิดสร้างสรรค์ (30 คะแนน)	22	23	24	28	22
1.1 ความเป็นต้นคิด (10 คะแนน)	7	7	7	10	7
1.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (10 คะแนน)	8	8	9	9	8
1.3 ความโดดเด่นเฉพาะ (10 คะแนน)	7	8	8	9	7
2. คุณภาพของสื่อการสอน (30 คะแนน)	22	22	23	27	22
2.1 การออกแบบ (10 คะแนน)	8	8	8	9	8
2.2 ระบบการทำงาน (10 คะแนน)	7	7	7	9	7
2.3 ความปลอดภัย (10 คะแนน)	7	7	8	9	7
3. การเลือกใช้วัสดุ (10 คะแนน)	7	8	7	8	7
3.1 ความประหยัด (5 คะแนน)	4	4	4	4	4
3.2 ความเหมาะสม (5 คะแนน)	3	4	3	4	3
4. คุณค่าของสื่อการสอน (15 คะแนน)	7	9	11	8	8
4.1 ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ (5 คะแนน)	2	3	4	3	3
4.2 สามารถหาวัสดุได้ง่าย (5 คะแนน)	3	3	4	3	3
4.3 สามารถต่อยอดได้ (5 คะแนน)	2	3	3	2	2
5. การนำเสนอผลงาน (15 คะแนน)	7	8	10	10	8
5.1 ความถูกต้องชัดเจน (5 คะแนน)	2	3	3	3	3
5.2ทักษะในการสื่อสาร (5 คะแนน)	2	2	4	4	2
5.3 วิธีการและรูปแบบการนำเสนอ (5 คะแนน)	3	3	3	3	3
รวม	**65**	**70**	**75**	**81**	**67**

คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2

เกณฑ์พิจารณา (รวม 100 คะแนน)	กลุ่มที่				
	1	2	3	4	5
1. ความคิดสร้างสรรค์ (30 คะแนน)	23	22	26	24	21
1.1 ความเป็นต้นคิด(10 คะแนน)	7	7	9	7	7
1.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (10 คะแนน)	8	8	9	8	7
1.3 ความโดดเด่นเฉพาะ (10 คะแนน)	8	7	8	9	7
2. คุณภาพของสื่อการสอน(30 คะแนน)	21	21	23	27	22
2.1 การออกแบบ (10 คะแนน)	7	7	8	9	8
2.2 ระบบการทำงาน (10 คะแนน)	7	7	7	9	7
2.3 ความปลอดภัย (10 คะแนน)	7	7	8	9	7
3. การเลือกใช้วัสดุ (10 คะแนน)	7	8	8	8	8
3.1 ความประหยัด (5 คะแนน)	4	4	4	4	4
3.2 ความเหมาะสม (5 คะแนน)	3	4	4	4	4
4. คุณค่าของสื่อการสอน (15 คะแนน)	7	9	10	9	8
4.1 ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ (5 คะแนน)	2	3	3	3	3
4.2 สามารถหาวัสดุได้ง่าย (5 คะแนน)	3	3	3	3	3
4.3 สามารถต่อยอดได้ (5 คะแนน)	2	3	4	3	2
5. การนำเสนอผลงาน (15 คะแนน)	7	8	10	12	8
5.1 ความถูกต้องชัดเจน (5 คะแนน)	2	3	3	4	3
5.2ทักษะในการสื่อสาร (5 คะแนน)	2	2	4	4	2
5.3 วิธีการและรูปแบบการนำเสนอ (5 คะแนน)	3	3	3	4	3
รวม	**65**	**68**	**77**	**80**	**67**

คะแนนเฉลี่ยสิ่งประดิษฐ์ จากคณะกรรมการ 2 ท่าน

เกณฑ์พิจารณา (รวม 100 คะแนน)	กลุ่มที่				
	1	2	3	4	5
1. ความคิดสร้างสรรค์ (30 คะแนน)	22.5	22.5	25	26	21.5
2. คุณภาพของสื่อการสอนอ (30 คะแนน)	21.5	21.5	23	27	22
3. การเลือกใช้วัสดุ (10 คะแนน)	7	8	7.5	8	7.5
4. คุณค่าของสื่อการสอน (15 คะแนน)	7	9	10.5	8.5	8
5. การนำเสนอผลงาน (15 คะแนน)	7	8	10	11	8
รวม	**65**	**69**	**76**	**80.5**	**67**
คิดเป็นร้อยละ	**65**	**69**	**76**	**80.5**	**67**

ในการแข่งขันประกวดสิ่งประดิษฐ์ STEM Education และแผนการสอน STEM Education นั้น มีคณะกรรมการ จำนวน 2 ท่าน โดยท่านแรกได้แก่ อาจารย์ ดร.ชลายุทธ์ ครุฑเมือง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และดร.จริยา พิชัยคำ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ มาร่วมประเมินในการแข่งขันครั้งนี้ จากการให้คะแนนผลงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ STEM Education คะแนนที่ได้เป็นเอกฉันท์ โดยกลุ่มที่ชนะเลิศ ได้แก่ กลุ่มที่ 4 สะพานไม้ไอติม ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรกคิดเป็นร้อยละ 81 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 80 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 80.5 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 26 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม

10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 8.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

กลุ่มที่ได้รองอันดับสอง ได้แก่ กลุ่มที่ 3 สัมประสิทธิ์ความหนืด ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 75 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 77 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 26 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 76 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 7.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 10.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

กลุ่มที่รองอันดับที่ 3 ได้แก่ กลุ่มที่ 2 รถกระดาษ ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 70 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 68 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 69 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 22.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 21.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 9 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ส่วนกลุ่มที่ได้อันดับที่ 4 และ 5 มีคะแนนใกล้เคียงกัน โดยสรุปคะแนนรวมที่คณะกรรมการทั้งสองท่าน ให้คะแนนกับอันดับที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 67 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และให้คะแนนอันดับที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 65 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยมีคะแนนที่ได้ตามเกณฑ์ดังนี้

กลุ่มที่อันดับที่ 4 ได้แก่ กลุ่มที่ 5 แผนที่ดาว ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 67 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 67 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 67 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 21.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 7.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

กลุ่มที่อันดับที่ 5 ได้แก่ กลุ่มที่ 1 น้ำพุในขวด ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านแรก คิดเป็นร้อยละ 65 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ได้คะแนนจากคณะกรรมการท่านที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 65 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

สรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ 2 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 65 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 22.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 21.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 7 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

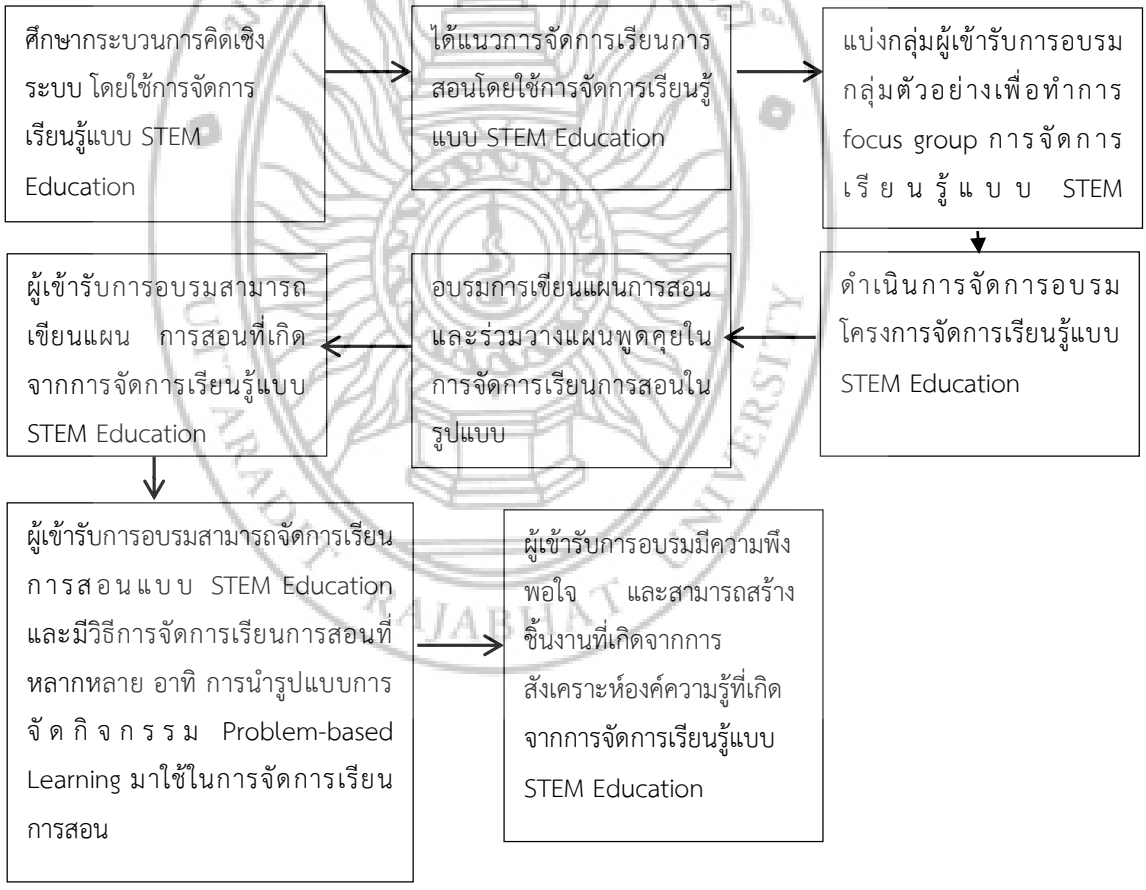
ตารางที่ 8 แบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาโครงการวิจัย

	รายละเอียด	จำนวน	μ	**S.D.**
1	เนื้อหาสาระ/กิจกรรมเหมาะสมเพียงใด	28	4.39	0.57
2	ระยะเวลาในการจัดประกวดแข่งขันเหมาะสมเพียงใด	28	4.04	0.64
3	ลำดับขั้นตอนและความต่อเนื่องของการจัดประกวดแข่งขัน	28	4	0.47
4	รางวัลเหมาะสมกับการประกวดแข่งขันมากน้อยเพียงใด	28	4.32	0.67
5	ท่านใดมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากน้อยเพียงใด	28	4.36	0.62
6	บรรยากาศในการจัดกิจกรรมประกวดแข่งขันมีความเหมาะสมเพียงใด	28	4.39	0.49
7	ระบบแสง เสียงมีความเหมาะสมเพียงใด	28	4.43	0.57
8	ท่านได้รับความรู้และประสบการณ์จากกิจกรรมเพียงใด	28	4.61	0.49
9	ท่านสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพียงใด	28	4.5	0.51
10	ควรจัดกิจกรรมนี้ในปีต่อๆ ไป	28	4.39	0.63
	เฉลี่ยโดยรวม		**4.34**	**0.57**

จากตารางที่ 8 การประเมินกิจกรรมเนื้อหาโครงการวิจัยพบว่า ผลการประเมินการได้รับความรู้และประสบการณ์จากกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.61 มีค่า SD เท่ากับ 0.49 รองลงมา ได้แก่ สามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพียงใด เท่ากับ 4.5 มีค่า SD เท่ากับ 0.51 รองลงมา ได้แก่ระบบแสง เสียง มีความเหมาะสมเพียงใด เท่ากับ 4.43 มีค่า SD เท่ากับ 0.57 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ระยะเวลาในการจัดประกวดแข่งขันเหมาะสมเพียงใด เท่ากับ 4.04 มีค่า SD เท่ากับ 0.64

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัย เรื่อง กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีมีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเกรงงานอาชีพและเทคโนโลยีและเพื่อประเมินความพึงพอใจของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปภาพรวมของการดำเนินการวิจัย ไว้ดังนี้



สรุปภาพรวมกระบวนการดำเนินการวิจัย

ข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยเรื่อง กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. **ตารางที่ 1 ผลการศึกษาแบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย อยู่ในระดับดี**

การศึกษาผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ที่มีต่อกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย พบว่าได้ผลดังนี้ค่าเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการอบรม ให้คะแนนความรู้ความเข้าใจสูงสุด ได้แก่ วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้และกิจกรรมเหมาะสมเพียงใด เท่ากับ 4.52 มีค่า SD เท่ากับ 0.50 รองลงมา ได้แก่ ท่านสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพียงใด เท่ากับ 4.4 มีค่า SD เท่ากับ 0.58 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ระยะเวลาในการบรรยายกิจกรรมความเหมาะสมเพียงใด เท่ากับ 4.12 มีค่า SD เท่ากับ 0.60

จากผลการประเมิน พบว่า ผู้เข้ารับการอบรม มีความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้และกิจกรรมของวิทยากรสูงสุด รองลงมาเป็นเรื่องการประยุกต์ใช้ และลำดับสุดท้ายคือความเหมาะสมในการบรรยายกิจกรรม ซึ่งได้ผลอยู่ในระดับดี

2. **ตารางที่ 2 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับดี**

การศึกษาผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีทั้งหมด 3 ด้าน พบว่า ได้ผลดังต่อไปนี้

ด้านที่ 1 ผู้เข้ารับการอบรม มีความพึงพอใจต่อการกิจกรรมด้านการมีความกล้าคิด กล้าทำและกล้าแสดงออก มากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 และค่า SD เท่ากับ 0.50 รองลงมา ได้แก่ กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าทายให้อยากเรียนรู้และกิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรม อยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง 4.33 มีค่า SD เท่ากับ 0.48 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ผู้เข้ารับการอบรม อยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่นๆ และกิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง 4.25 มีค่า SD เท่ากับ 0.68

ด้านที่ 2 ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า หัวข้อการมีอิสระ

ในการเรียนรู้ 4.46 มีค่า SD เท่ากับ 0.51 รองลงมา ได้แก่ หัวข้อการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ 4.42 มีค่า SD เท่ากับ 0.58 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ หัวข้อ บรรยากาศในการเรียนน่าสนุกสนาน น่าเรียน 4.08 มีค่า SD เท่ากับ 0.65

ด้านที่ 3 ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ด้านประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้เข้ารับการอบรมคิดอย่างมีเหตุผล 4.42 มีค่า SD เท่ากับ 0.58 รองลงมา ได้แก่ หัวข้อผู้เข้ารับการอบรมรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้นและผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน 4.38 มีค่า SD เท่ากับ 0.58 และลำดับสุดท้าย หัวข้อผู้เข้ารับการอบรมเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ 4.25 มีค่า SD เท่ากับ 0.44

ทั้งสามด้าน พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นการเสริมสร้างการมีความกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออกความน่าสนใจท้าทายให้อยากเรียนรู้ สามารถประยุกต์ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่นๆ และกิจกรรมช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทั้งยังมีความพึงพอใจด้านบรรยากาศในการเรียนรู้มีอิสระในการเรียนรู้การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ และการสร้างบรรยากาศการเรียนให้มีความน่าเรียน สนุกสนาน ซึ่งเป็นการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ อีกด้วย

3. **ตารางที่ 3 ผลการศึกษาการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี**

การศึกษาผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า

ในขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการประเมินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกระบวนการเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการอบรมให้คะแนนความรู้ความเข้าใจสูงสุด เท่ากับ 4.52 มีค่า SD เท่ากับ 0.59 รองลงมาได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้เน้นการบูรณาการองค์ความรู้ STEM Education และการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เท่ากับ 4.48 มีค่า SD เท่ากับ 0.59 รองลงมาได้แก่ มีการจัดเตรียมสื่อ/นวัตกรรม เท่ากับ 4.4 มีค่า SD เท่ากับ 0.58 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ความสมบูรณ์ ขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 4.2 มีค่า SD เท่ากับ 0.41

ในขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติขณะปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการอบรมให้คะแนนความรู้ความเข้าใจสูงสุด ได้แก่ การใช้สื่อ/นวัตกรรมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้ ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้และใช้ในกระบวนการแก้ปัญหานั้น และการส่งเสริม

บรรยากาศการสื่อสารระหว่างสมาชิกกลุ่มของผู้เข้ารับการอบรมในระหว่างกระบวนการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบ เท่ากับ 4.52 มีค่า SD เท่ากับ 0.51 รองลงมา ได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการออกแบบ ทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา เท่ากับ 4.4 มีค่า SD เท่ากับ 0.50 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม เท่ากับ 4.16 มีค่า SD เท่ากับ 0.62

ในขั้นตอนที่ 3 มีสองประเด็น การเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาจากการสอน มีค่าเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการอบรม ให้คะแนนความรู้ความเข้าใจ เท่ากับ 4.32 มีค่า SD เท่ากับ 0.63 และการบันทึกหลังการสอน เท่ากับ 4.28 มีค่า SD เท่ากับ 0.54

ทั้งสามขั้นตอน พบว่า ในขั้นเตรียมความพร้อมก่อนจัดกิจกรรม ผู้เข้ารับการอบรมให้คะแนนความรู้ ความเข้าใจสูงสุดรองลงมาคือการเรียนรู้เน้นการบูรณาการองค์ความรู้ STEM Education และการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 รองลงมาคือการจัดเตรียมสื่อ/นวัตกรรม และสุดท้ายคือความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนการปฏิบัติขณะปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เข้ารับการอบรมให้คะแนนการใช้สื่อ/นวัตกรรมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้และใช้ในกระบวนการแก้ปัญหานั้นและการส่งเสริมบรรยากาศการสื่อสารระหว่างสมาชิกกลุ่มของ ผู้เข้ารับการอบรมในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ เพื่อหาคำตอบ รองลงมาได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการออกแบบ ทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา และลำดับสุดท้ายได้แก่ ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

4. **ตารางที่ 4 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั่วไป (การแข่งขันประกวดแผนการสอน STEM Education)**

จากการแข่งขันประกวดแผนการสอน STEM Education สรุปคะแนนเฉลี่ยรวมของคณะกรรมการ 2 ท่าน กลุ่มที่ชนะเลิศ ได้แก่ กลุ่มที่ 4 ได้คะแนนเท่ากับ 80.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งแผนการสอนของกลุ่มที่ 4 มีความโดดเด่นของคะแนนหลายด้าน ได้แก่_ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ การวัดและการประเมินผล ทำให้ชนะเลิศในการประกวดแข่งขัน กลุ่มที่รองลงมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 ได้คะแนนเท่ากับ 76 คะแนน มีความโดดเด่นของคะแนนหลายด้าน ได้แก่ สาระสำคัญ แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ การวัดและการประเมินผล และสุดท้าย

ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 69 คะแนน ก็มีความโดดเด่น ได้แก่ สาระสำคัญ แหล่งเรียนรู้และสื่อประกอบ แต่ยังมีจุดบกพร่องที่ต้องปรับแก้ไขอีกหลายด้าน

5. **ตาราง 5 สรุปคะแนนแบบสอบถามผู้เข้ารับการอบรมด้านความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ**

จากผลสรุปคะแนนของแบบสอบถามผู้เข้ารับการอบรมด้านความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ พบว่า ความต้องการของผู้เข้ารับการอบรมที่อยากให้ส่งเสริม ได้แก่ การเห็นความสัมพันธ์และการคิดเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อย ๆ ขององค์รวมได้ การพัฒนาพฤติกรรมความเป็นครูให้เหมาะสม การมีความสามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ และการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนในภาพรวม และรองลงมา ได้แก่ การส่งเสริมกระบวนการคิดเพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายตามลำดับขั้นตอนที่วางแผน และส่งเสริมให้มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่ชัดเจน ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่สำคัญต่อการส่งเสริมการคิดเชิงระบบให้เกิดคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

และผลการสรุปคะแนนด้านความคิดเห็นต่อด้านคุณลักษณะของผู้เข้ารับการอบรมครูนักคิดเชิงระบบ พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความช่างสังเกตในภาพรวมเพื่อเก็บรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ และสามารถบูรณาการความรู้หรือศาสตร์สาขาอื่นๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม รองลงมา ได้แก่ การหาข้อสรุปมาเป็นเกณฑ์ช่วยในการตัดสินใจหรือคิดแก้ปัญหาได้เหมาะสม ซึ่งคะแนนการประเมินผลอยู่ในระดับ ดี

6. **ตาราง 6 สรุปคะแนนประเมินเฉลี่ยแผนการสอนแบบ STEM Education**

สรุปคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ ได้ดังนี้ กลุ่มชนะเลิศ ได้แก่ กลุ่มสะพานไม้ไอติม ได้คะแนนเฉลี่ย 80.5 คะแนน รองอันดับที่สอง ได้แก่ กลุ่มสัมประสิทธิ์ความหนืด ได้คะแนนเฉลี่ย 76 คะแนน รองอันดับที่สาม ได้แก่ กลุ่มรถกระดาษ ได้คะแนนเฉลี่ย 72.5 คะแนน กลุ่มที่อันดับที่สี่ ได้แก่ กลุ่มแผนที่ดาว ได้คะแนนเฉลี่ย 70.5 คะแนน และกลุ่มที่ได้อันดับที่ห้า ได้แก่ น้ำพุในขวด ได้คะแนนเฉลี่ย 69 คะแนน

7. ตาราง 7 แบบฟอร์มการให้คะแนนผลงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ กลุ่มที่ชนะเลิศ ได้แก่ กลุ่มที่ 4 สะพานไม้ไอติม โดยสรุปรวมผลคะแนนเฉลี่ย จากคณะกรรมการ 2 ท่าน เท่ากับ 80.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 26 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนคุณภาพของสื่อ 27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้คะแนนการเลือกใช้วัสดุ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้คะแนนคุณค่าของสื่อการสอน 8.5 คะแนน

จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน และให้คะแนนการนำเสนอผลงาน 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ซึ่งผลงานที่จัดทำขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์ มีคุณภาพที่ดี มีความแข็งแรง มีการเลือกใช้วัสดุที่ดี และมีการนำเสนอที่ชัดเจน ทำให้ได้คะแนนสูงสุด

8. ตารางที่ 8 ผลการศึกษาการประเมินกิจกรรมเนื้อหาโครงการวิจัย อยู่ในระดับดี

การศึกษาผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมการประเมินกิจกรรมเนื้อหาโครงการวิจัยพบว่าผลการประเมินการได้รับความรู้และประสบการณ์จากกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.61 มีค่า SD เท่ากับ 0.49 รองลงมา ได้แก่ ท่านสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพียงใด เท่ากับ 4.5 มีค่า SD เท่ากับ 0.51 รองลงมา ได้แก่ ระบบแสงเสียง มีความเหมาะสมเพียงใด เท่ากับ 4.43 มีค่า SD เท่ากับ 0.57 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ระยะเวลาในการจัดประกวดแข่งขันเหมาะสมเพียงใด เท่ากับ 4.04 มีค่า SD เท่ากับ 0.64

จากผลที่ได้ พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมเห็นคุณค่าการได้รับความรู้และประสบการณ์จากกิจกรรมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การนำความรู้และประสบการณ์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และสุดท้ายได้แก่ การให้เวลาในการจัดประกวดแข่งขันที่มีความเหมาะสม

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การจัดอบรม การเก็บรวบรวมข้อมูล และการประเมินผล โดยดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ตั้งไว้คือ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และเพื่อประเมินความพึงพอใจของครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปภาพรวมของการดำเนินการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า

1. โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นศึกษากระบวนการคิดเชิงระบบ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเนื้อหาหลักการจากหนังสือ ตำรา และเว็ปไซต์ ที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำหลักการมาอบรมความรู้ให้กับนักศึกษา จนถึงได้แนวการ

จัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education จากนั้นได้จัดแบ่งกลุ่มนักศึกษากลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการ focus group การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education จำนวน 5 กลุ่ม และให้นักศึกษาปรึกษาหารือกันเพื่อหากิจกรรมที่จะนำมาจัดการเรียนการสอน ซึ่งหลังจากการอบรมความรู้ให้กับผู้เข้ารับการอบรมและได้ทดลอง focus group แล้วนั้น ผู้เข้าร่วมโครงการได้ประเมินผลการเข้าร่วมกิจกรรมเฉลี่ยโดยรวมมีความพึงพอใจระดับเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลการศึกษาการประเมินกิจกรรมเนื้อหาโครงการวิจัย อยู่ในระดับดี(ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.34, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57)

2. หลังจากการอบรมการเขียนแผนแบบ STEM Education ผู้ทำวิจัยได้จัดแบ่งให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแผนการสอนแบบ STEM Education เป็น 5 กลุ่ม โดยให้เวลานักศึกษาในการจัดหากิจกรรมและทดลองเขียนแผน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นให้ผู้เข้ารับการอบรมนำมาให้ผู้วิจัยตรวจหลังจากพบปัญหาและข้อผิดพลาดของชิ้นงาน จึงให้ผู้เข้ารับการอบรมนำกลับไปแก้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วจึงมาส่งอีกครั้ง

ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับดี เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.32, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57)

3. หลังจากการเขียนแผน STEM Education และเขียนแผนการสอนส่งผู้วิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการอบรมโครงการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ต่อเนื่อง โดยเริ่มกระบวนการโดยการประชาสัมพันธ์ให้นักศึกษาทราบวันเวลาที่แน่นอนในการจัดอบรมกิจกรรมกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education

ในช่วงก่อนการจัดอบรมโครงการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ผู้วิจัยได้นัดหมายให้ผู้เข้ารับการอบรมเตรียมตัวศึกษาเรื่องการเรียนการสอนแบบ STEM Education มาล่วงหน้าก่อนเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ในวันอบรมโครงการ ผู้วิจัยได้เชิญวิทยากรที่เชี่ยวชาญด้านการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education มาให้ความรู้แก่ผู้เข้ารับการอบรม จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่

<u>ช่วงที่ 1</u> สัมมนาเชิงปฏิบัติการ (อบรมความรู้เรื่อง STEM Education)

โดยการอบรมความรู้พื้นฐาน STEM Education และยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในอบรมครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการประยุกต์ใช้ STEM Education เรื่อง บันจี้จั๊มป์มาเป็นเนื้อหาเพื่อฝึกหัดการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบ STEM Education

<u>ช่วงที่ 2</u> สัมมนาเชิงปฏิบัติการ (อบรมความรู้เรื่องหลักการฟิสิกส์ เรื่อง ไคลโนมิเตอร์)

<u>ช่วงที่ 3</u>สัมมนาเชิงปฏิบัติการ (อบรมความรู้เรื่องหลักการฟิสิกส์ เรื่อง เครื่องชั่งสปริง)

ผลการศึกษาการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามที่เกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.32, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55)

4. ในขั้นตอนสุดท้ายของการทำวิจัย ผู้วิจัยวางแผนให้ผู้เข้ารับการอบรมจัดประกวดแข่งขันกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ STEM Education โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education ได้และมีวิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย อาทิ การนำรูปแบบการจัดกิจกรรม Problem-based Learning มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจ สามารถสร้างชิ้นงานที่เกิดจากการสังเคราะห์องค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ได้

โดยขั้นตอนการจัดประกวดแข่งขัน ผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education มาเป็นกรรมการจำนวน 1 ท่าน ท่านที่ 1 อาจารย์ ดร.ชลายุทธิ์ ครุฑเมือง รองคณบดีฝ่ายวิชาการคณะครุศาสตร์ ซึ่งดำรงตำแหน่งหัวหน้าศูนย์การเรียนรู้ STEM Education ของคณะครุศาสตร์

หลังจากการจัดกิจกรรมประกวดแข่งขันแล้วนั้น ได้ผู้ชนะการแข่งขันในการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education ซึ่งได้ผลเป็นที่พึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม

ผลการศึกษาแบบประเมินกิจกรรมเนื้อหาวิชาการโครงการวิจัย อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57)

สิ่งที่พบจากการเข้าร่วมโครงการวิจัยเรื่อง กระบวนการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education สำหรับครูโรงเรียนร่วมพัฒนาวิชาชีพครู กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ผู้เข้ารับการอบรมได้รับการฝึกอบรมการเขียนแผน ความรู้เรื่องการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education และประกวดแข่งขันกิจกรรม STEM Education แล้วพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education เป็นอย่างมาก โดยเห็นได้จากความตื่นเต้นและมีความปรารถนาที่จะนำการเรียนการสอนแบบ STEM Education ไปใช้ในการสอนในอนาคต และมีความปรารถนาที่จะพัฒนาตนเองต่อไป

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

   1.1 ควรจัดให้มีการนำเสนอผลงานวิจัย STEM Education ให้กับนักศึกษาครู เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษา ได้นำความรู้เกี่ยวกับ STEM Education ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในโอกาสต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

   2.1 ควรให้ระยะเวลาในการติดตามการทำแผนการสอน และการจัดทำสื่อ STEM Education เพิ่มขึ้น เพื่อความแม่นยำให้การทำข้อมูลแผนการสอนและสื่อ STEM Education

   2.2 ควรเตรียมผู้สอนเนื้อหา STEM Education ให้ชัดเจนเรื่องเวลาการสอน เพื่อจะไม่สอนเกินเวลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334-348.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2541). ***การคิดเชิงระบบ (System Thinking)***.เอกสารประกอบคำบรรยาย DVT Extension Officer Training on Planning and Monitoring of Training 15-26 June 1998. Agriculture Engineering Training Center (AETC), Bangpoon, PathumThani, Thailand.

เกศรา รักชาติ. (2549). ***องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Awakening Organization).*** กรุงเทพมหานคร : เนชั่น มัลติมีเดีย กรุ๊ป จำกัด (มหาชน).

จาตุรนต์ ฉายแสง. (2556). ***8 นโยบายการศึกษา.*** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

ธัญญลักษณ์ วีระสมบัติ. (2546). ***การใช้ Competency เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกอบรมในองค์การ.*** วารสารบริหารธุรกิจ ฉบับที่ 99 (กรกฎาคม-กันยายน), หน้า 55-63.

ทิศนา แขมมณี. (2545). ***ศาสตรการสอน.*** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นงนุช เอกตระกูล. (มปป.) ***การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education***. (ถ่ายเอกสาร)

นงนุช เอกตระกูล. (2558). ***การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6***. (ถ่ายเอกสาร)

พชรมณฑ์ หมวดนุ่ม และสุเทพ อ่วมเจริญ. (2557). ***การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบเพื่อเชื่อมโยงการเขียนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6***. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 6(2), 195-207.

มนตรี แย้มกสิกร. (2545). ***การพัฒนาหลักสูตรและการออกแบบการจัดการการเรียนรู้แบบบูรณาการรายวิชาศึกษาทั่วไปเพื่อพัฒนาคุณลักษณะบัณฑิตอุดมคติ.*** ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.

มนตรี แย้มกสิกร. (2546). ***การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา.*** ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

รักษ์ศิริ จิตอารีย์. (2559). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). ***การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่21.วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 4***. ฉบับที่ 1 หน้า 54-63.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ***ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสเต็มศึกษา.*** กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2547). ***พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542***. กรุงเทพมหานคร. กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). ***สะเต็มศึกษา.*** กรุงเทพมหานคร. กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (มปป.) ***"รู้จักสะเต็ม."*** [ระบบออนไลน์]. http://www.stemedthailand.org/?page_id=23 (8 พฤษภาคม 2558).

สุจิตรา ธนานันท์ (2548) ***การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource Development)*** กรุงเทพมหานคร : ทีพีเอ็น เพรส

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (มปป.) ***"สะเต็มศึกษาและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (STEM Education and Creativity Enhancement)."*** [ระบบออนไลน์].

อรอุมา รุ่งเรืองวณิชกุล.(2552). ***การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการคิดเชิงระบบของนิสิตปริญญาตรี.*** ปริญญานิพนธ์ : หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.(ถ่ายเอกสาร). http://www.chancoaching.rbru.ac.th/images/stem.pdf (8 พฤษภาคม 2558).