

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย 2) เพื่อศึกษาความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย และ 3) เพื่อศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

#### 1. สรุปผลการวิจัย

##### 1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย
- 2) เพื่อศึกษาความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย
- 3) เพื่อศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย

##### 1.2 รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) แบบพหุกรณีศึกษา (Multi-Case Studies) แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

- ระยะที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย
- ระยะที่ 2 การศึกษาความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย
- ระยะที่ 3 การศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย

### 1.3 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย

การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัยมีขั้นตอนของการพัฒนา ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาครูปฐมวัยตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและครูปฐมวัยโดยวิธีการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดเป้าหมายและแนวทางการพัฒนาครูปฐมวัยแบบร่วมมือเรื่องการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีประสิทธิภาพ จากการวิเคราะห์ นำมากำหนดเป้าหมายของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ได้ ดังนี้ 1) ครูปฐมวัยที่เข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เรื่องสะเต็มในระดับปฐมวัย และ 2) ครูปฐมวัยสามารถนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริงที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน

2. กำหนดผลการเรียนรู้ของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ จากเป้าหมายของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ การกำหนดผลการเรียนรู้ของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ เป็นการกำหนดว่าครูปฐมวัยที่เข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ควรจะทำหรือแสดงพฤติกรรมอะไรได้บ้าง เมื่อผ่านโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ผลการเรียนรู้ของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีดังนี้

- 1) อธิบายการจัดการศึกษาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้
- 2) อธิบายแนวคิดสำคัญที่เป็นจุดเน้นของแต่ละวิชาในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มสำหรับเด็กปฐมวัยได้
- 3) ออกแบบกิจกรรมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ได้
- 4) วิเคราะห์การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการในระดับปฐมวัยได้
- 5) ระบุแนวทางการวัดและประเมินผลตามแนวคิดของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มในระดับปฐมวัยได้
- 6) ออกแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนได้
- 7) ปฏิบัติการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนได้

3. กำหนดเนื้อหาสาระของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ จากผลการเรียนรู้นำมาวิเคราะห์เนื้อหาสาระของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ที่ทำให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ โดยเนื้อหาสาระของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ แบ่งเป็น 3 ส่วน 1) เนื้อหาสาระของรายวิชา 4 วิชาใน STEM คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ 2) เนื้อหาสาระด้านการจัดประสบการณ์เรียนรู้ระดับปฐมวัย และ 3) เนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

4. กำหนดลักษณะของกิจกรรมและขั้นตอนของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ การกำหนดพิจารณาจากผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ และแนวทางการพัฒนาครูแบบร่วมมือโดยอาศัยพื้นฐานแนวคิด และทฤษฎีทางการศึกษา ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist learning theory) และการสร้างองค์ความรู้ด้วยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social constructivist learning theory)

โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การอบรมเชิงปฏิบัติการ และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มในโรงเรียน

จากกรอบแนวทางการพัฒนาครูแบบร่วมมือ นำไปใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มในโรงเรียน ได้ดังนี้

กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีลักษณะดังนี้

- 1) ครูเรียนรู้เนื้อหาสาระและสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ตรงของตนเอง และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนครูและผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ (วิทยากร)
- 2) ความรู้ใหม่ในการอบรมจะต้องสัมพันธ์กับการปฏิบัติของครู
- 3) ครูสร้างความรู้ผ่านบริบทของครูปฐมวัยที่เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย
- 4) ครูได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนประสบการณ์

กิจกรรมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแบบสะเต็มสำหรับครูปฐมวัย มีลักษณะดังนี้

1) การร่วมมือกันระหว่างครูในการพัฒนาวิชาชีพครู เป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูในโรงเรียนเดียวกัน เป็นการร่วมมือกันเพื่อให้ครูเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และการปฏิบัติการสอน ครูจะช่วยกันเพื่อการพัฒนาตนเองและเพื่อนในด้านต่างๆ ถือเป็นการพัฒนาแบบมีส่วนร่วม สมาชิกในกลุ่มมีเป้าหมายการทำงานร่วมกัน คือให้ทุกคนในกลุ่มได้เรียนรู้และประสบผลสำเร็จในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกัน

2) การร่วมมือกันระหว่างครูควรให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และต้องอาศัยการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองของครู เพื่อช่วยและสนับสนุนให้ครูเกิดการเรียนรู้และช่วยเหลือกันตลอดเวลา ดังนั้น ครูในกลุ่มจะต้องมีช่วงเวลาของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ เป็นการสร้างบรรยากาศของการร่วมมือ เปิดโอกาสในการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนครู ครูแต่ละคนควรเปิดใจและประเมินตนเองและบอกต้องการความช่วยเหลือทั้งจากเพื่อนครูและจากผู้วิจัย ในบริบทของการปฏิบัติการสอนจริงในห้องเรียน เพื่อการพัฒนาตนเองและบรรลุเป้าหมายด้วยกัน

5. กำหนดหัวข้อกิจกรรม และระยะเวลาแต่ละกิจกรรม ที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของโปรแกรม พัฒนาวิชาชีพครูฯ

ขั้นตอนที่ 1 มีการประเมินความรู้ความเข้าใจก่อนและหลังอบรม และการอบรมเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 2 วัน รวม 36 ชั่วโมง ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องดังนี้

- 1) วิทยาศาสตร์สำหรับครูปฐมวัย
- 2) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3) คณิตศาสตร์สำหรับครูปฐมวัย
- 4) แนวทางการจัดประสบการณ์คณิตศาสตร์
- 5) เทคโนโลยีและการออกแบบสำหรับครูปฐมวัย
- 6) การจัดกิจกรรมแบบบูรณาการสำหรับเด็กปฐมวัย
- 7) การวัดและประเมินผล สำหรับครูปฐมวัย
- 8) แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม
- 9) การออกแบบและการเขียนแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็ม

ขั้นตอนที่ 2 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม ใช้เวลา 1 เดือนต่อ 1 รอบของการพัฒนาแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย การวางแผนการจัดการเรียนรู้ การประชุม การใช้เวลาสอน 1 สัปดาห์ และกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนครูในทีมโรงเรียนเดียวกัน

6. การประเมินผลการเรียนรู้ของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ประเมินจากการสัมภาษณ์ การทำแบบสอบถาม แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ การสังเกตการสอน และการสะท้อนผลการเรียนรู้จากจัดประสบการณ์การเรียนรู้และการทำงานร่วมกับครูในทีม มีรายการประเมิน ดังนี้

- 1) ความสามารถในการออกแบบแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีการ บูรณาการตามแนวคิดสะเต็ม โดยใช้กรอบมาตรฐานของหลักสูตรสถานศึกษา
- 2) ความสามารถในการสอนตามแนวทางสะเต็ม
- 3) ความสามารถในการทำงานเป็นทีมร่วมกับเพื่อนครู

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินใช้เป็นมาตรฐานค่า (rating scale) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง และปรับปรุง

#### 1.4 สรุปผลความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือ เรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย

การศึกษาความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัย ศึกษาจากครูปฐมวัยที่เข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือฯ ขั้นตอนที่ 1 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ระยะเวลาของการอบรม จำนวน 3 ครั้ง รวม 6 วัน เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ในขั้นตอนนี้มีครูปฐมวัยจำนวน 17 คน เป็นผู้หญิงทั้งหมด จาก 4 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มในโรงเรียน ระหว่างเดือน กันยายน 2558 – มกราคม 2559 ในขั้นตอนนี้มีครูปฐมวัย จำนวน 14 คน จาก 4 โรงเรียน ที่อยู่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครูแต่ละโรงเรียนจะถูกสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคาดหวังในการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ระดับปฐมวัย การจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียน ระบบและกลไกในการทำงานระหว่างครูในโรงเรียน จากการสัมภาษณ์ พบว่า ครูที่เข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มี 4 ท่าน จากโรงเรียนเดียวกันที่เคยผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับสะเต็มมาก่อนอย่างน้อย 1 ครั้ง ภายในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา เมื่อสอบถามความคาดหวังและเหตุผลในการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครูทั้ง 4 ท่าน ให้เหตุผลเดียวกันคือ เพื่อเพิ่มเติมความเข้าใจเรื่องสะเต็มของตนเอง เกิดความชัดเจนและความมั่นใจในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มของตนเอง

การตอบวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 2 เพื่อศึกษาความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย มีการเก็บข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้าใจของครู ได้แก่ แบบสอบถามความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาก่อนการอบรมเชิงปฏิบัติการ แบบสอบถามความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาหลังการอบรมเชิงปฏิบัติการและการปฏิบัติการสอนของครู การสัมภาษณ์ครูเป็นกลุ่มแต่ละโรงเรียน ใบบาง และภาระงานหรือชิ้นงานในระหว่างการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่ออธิบายความเข้าใจของครูที่สัมพันธ์กับการจัดกิจกรรมในขั้นตอนการอบรมเชิงปฏิบัติการของโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูฯ โดยข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลดังกล่าว นำมาวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์แบบอุปนัย นำเสนอความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาในรูปของประเด็น (themes) ตามกรอบแนวคิดของความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูรายด้าน ประกอบด้วย 1) ความหมายและเป้าหมายของสะเต็มศึกษา 2) ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 3) การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ และการบูรณาการ 4) วิชาในสะเต็ม 3) จุดเน้น/ประเด็นสำคัญของแต่ละวิชาในสะเต็มสำหรับเด็กปฐมวัย เพื่อให้เข้าใจภาพของความเข้าใจเรื่องสะเต็มของครู การนำเสนอจะนำเสนอความเข้าใจของครูก่อนการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ และความเข้าใจของครูหลังการเข้าร่วม โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ

#### 1.4.1 ความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัย ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์แบบอุปนัย นำเสนอความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาในรูปของประเด็น (themes) ตามกรอบแนวคิดของความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูรายด้าน ดังนี้

ประเด็นที่ 1 เข้าใจความหมายของสะเต็มแบบตรงตัว คือ การบูรณาการ 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อการเรียนรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทั้ง 4 วิชา

ประเด็นที่ 2 การบูรณาการสะเต็ม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สอดแทรกหรือรวม 4 วิชาเข้าไป ใน 2 แนวทาง คือ 1) สอดแทรกใน 6 กิจกรรมหลักของปฐมวัย โดยมักเป็นการสอดแทรกแบบไม่เป็นทางการ วิชาที่มีการสอดแทรกอยู่แล้วอย่างชัดเจนในปฐมวัย คือ คณิตศาสตร์ 2) เป็นการสอนแบบโครงการแยกมาจาก 6 กิจกรรมหลักของปฐมวัย

ประเด็นที่ 3 การจัดประสบการณ์วิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย คือ ให้นักเรียนใช้การสืบเสาะหาความรู้ โดยวิธีการสังเกต ทดลอง ทดสอบ เด็กลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 4 เทคโนโลยีสำหรับเด็กปฐมวัย คือ การใช้เทคโนโลยี เช่น อุปกรณ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆ

ประเด็นที่ 5 วิศวกรรมศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย คือ การวาดภาพ การคิด ประดิษฐ์ ชิ้นงานต่างๆ งานศิลปะสร้างสรรค์ และใช้จินตนาการ

ประเด็นที่ 6 การจัดประสบการณ์คณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย คือ การสอนเรื่องตัวเลข การนับ รูปทรง รูปร่าง ขนาด ความสัมพันธ์ การสอนควรเป็นการสอนที่เป็นรูปธรรม และเนื้อหาทางคณิตศาสตร์สามารถบูรณาการได้ใน 6 กิจกรรมหลัก สอดแทรกได้ทุกหน่วยการเรียนรู้

#### 1.4.2 ความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัย หลังเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเสนอภาพความเข้าใจของครูหลังเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ข้อมูลหลัก คือ การตอบแบบสอบถามความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษา หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ ตามขอบเขตของเนื้อหาเรื่องสะเต็มศึกษาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ และการสัมภาษณ์ความเข้าใจเรื่องการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มในระดับปฐมวัย หลังเสร็จโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ วิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับข้อมูลในแต่ละกิจกรรมของการอบรมเชิงปฏิบัติการที่มีการบันทึก VDO ในบางช่วงของกิจกรรม ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ นำมาวิเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์แบบอุปนัย เพื่อสรุปเป็นภาพความเข้าใจของครูหลังจากผ่านโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ผลการศึกษา รายงานเป็นประเด็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 สะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการ 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

ประเด็นที่ 2 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มสำหรับเด็กปฐมวัย คือ การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem based learning) การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) และการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based learning)

ประเด็นที่ 3 วิธีการออกแบบกิจกรรมสะเต็มสำหรับเด็กปฐมวัยที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน คือ การสอดแทรก 4 วิชาของสะเต็มกับหน่วยการเรียนรู้เดิมที่มี โดยระบุแนวคิดสำคัญของแต่ละวิชาให้ชัดเจนในหน่วยการเรียนรู้ แนวคิดสำคัญ 4 วิชาที่ครูเข้าใจ คือ

1. วิทยาศาสตร์ แนวคิดสำคัญ คือ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เทคโนโลยี แนวคิดสำคัญ คือ การใช้และประโยชน์ของเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการดำรงชีวิต
3. วิศวกรรมศาสตร์ แนวคิดสำคัญ คือ การออกแบบชิ้นงาน การเลือกวัสดุ นำเสนอแบบและการทดสอบชิ้นงาน
4. คณิตศาสตร์ แนวคิดสำคัญ คือ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต รูปร่างและขนาด มิติสัมพันธ์

### 1.5 สรุปผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัย

การศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษา มีเป้าหมายเพื่อตอบคำถามว่า การจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบสะเต็มหลังจากการออกแบบโดยใช้การบูรณาการแนวคิดสำคัญของ 4 วิชาของสะเต็มเข้าไปในหน่วยการเรียนรู้ เป็นอย่างไร โดยการเก็บข้อมูลจากหลายแหล่ง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการสะเต็ม การสังเกตการสอน ระหว่างการปฏิบัติการสอนสะเต็ม การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มและการสะท้อนความคิดเห็นหลังจากการปฏิบัติการสอน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์แบบอุปนัย

#### 1.5.1 ผลการศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษา มีดังนี้

##### 1) ลักษณะของหน่วยการเรียนรู้สะเต็มในระดับปฐมวัย

จากการวิเคราะห์ลักษณะการสอนสะเต็มในระดับปฐมวัย สรุปลักษณะของหน่วยการเรียนรู้สะเต็มระดับปฐมวัย เป็นประเด็นได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1: การบูรณาการแนวคิดวิศวกรรมศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม และการกำหนดกรอบแนวคิดในรูปแบบของ Big Idea ทำให้สามารถเชื่อมโยงแนวคิดสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้ากับวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

ประเด็นที่ 2: ในระดับปฐมวัยสถานการณ์ที่นำมาสู่การบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์ เป็นสถานการณ์ปัญหาหรือสถานการณ์จำลองที่มีเรื่องราว หรือเป็นนิทานที่เด็กๆ เคยได้รับฟังหรืออ่านมาก่อน เพื่อกระตุ้นความสนใจ และเหมาะสมกับวัยของเด็ก

ประเด็นที่ 3: ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ด้านวิศวกรรม มีการกำหนดเงื่อนไขให้เด็กในการสร้างชิ้นงานตามสถานการณ์ของเรื่อง นักเรียนออกแบบหรือร่างแบบ นำเสนอแบบที่ร่าง จัดทำชิ้นงานตามแบบ มีทั้งการทดสอบชิ้นงานและไม่มีการทดสอบชิ้นงาน

ประเด็นที่ 4: กิจกรรมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ และการสืบค้นทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา มีผลต่อความสำเร็จในการตัดสินใจในการออกแบบชิ้นงาน หรือการเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานของเด็ก

## 2) พฤติกรรมการสอนของครู และการจัดสภาพแวดล้อม

จากการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูและการจัดสภาพแวดล้อมของครูในการปฏิบัติการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม พบประเด็นสำคัญ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ครูที่สามารถใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพมีส่วนส่งเสริมการเรียนรู้แบบสะเต็มของนักเรียน โดยการใช้คำถามของครูในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็ม มีทั้งเป็นคำถามที่กำหนดไว้ล่วงหน้าตามแผนการจัดการเรียนรู้ และคำถามที่ครูใช้เพิ่มเติมที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในขณะดำเนินการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้

ประเด็นที่ 2 การจัดสภาพแวดล้อม และบรรยากาศในการเรียนรู้ รวมทั้งการใช้สื่อการสอนที่เป็นของจริงและการใช้สื่อเทคโนโลยีสนับสนุนการเรียนรู้แบบสะเต็มของนักเรียน

## 2. อภิปรายผลการวิจัย

### 2.1 การอภิปรายโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษาสำหรับครูปฐมวัยที่พัฒนาขึ้น

การอภิปรายโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ จะอภิปราย 2 ประเด็น คือ การพัฒนาและลักษณะของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ที่ส่งเสริมความเข้าใจและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มของครูปฐมวัย และ ข้อจำกัดของการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ

2.1.1 การพัฒนาและลักษณะของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ที่ส่งเสริมความเข้าใจและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มของครูปฐมวัย มีดังนี้

1) กรอบแนวคิดของการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ อาศัยพื้นฐานของการพัฒนาวิชาชีพครู คือ การสนับสนุนการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองของครู จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพครู พบว่า กระบวนการพัฒนาครูที่ทำให้ครูเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางปฏิบัติและนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพของนักเรียนได้นั้น โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ควรดำเนินการ ดังนี้

(1) กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นี้ กำหนดเป้าหมาย ผลการเรียนรู้เป็นไปตามทฤษฎีของทฤษฎีการกำหนดจุดหมาย (goal-setting theory) (Bartol et al, 1998) โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นี้มุ่งไปสู่การปฏิบัติจริงในห้องเรียน การกำหนดเป้าหมายของ



โปรแกรมเป็นลักษณะของการพัฒนาวิชาชีพที่มุ่งให้เกิดผลลัพธ์ที่คาดหวัง เห็นได้จากการกำหนด ผลการเรียนรู้ของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ตัวอย่างเช่น ข้อที่ 6 ออกแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนได้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้ครูสามารถออกแบบหน่วยการเรียนรู้และนำไปใช้จริงในสภาพปกติของโรงเรียน ข้อที่ 7 ปฏิบัติการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนได้ คาดหวังว่าครูจะสามารถแสดงพฤติกรรม บริหารจัดการชั้นเรียนเป็นไปตามแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ได้ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดผลการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

(2) การพัฒนาวิชาชีพครู ควรเป็นกระบวนการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และมีระยะเวลาในการพัฒนาที่ยาวนานเพียงพอสำหรับครูในการเรียนรู้ยุทธวิธีใหม่และเผชิญปัญหาเมื่อนำไปใช้จริงในห้องเรียน (Guskey 2002) ครูต้องมีการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา จะต้องได้สำรวจถึงความเป็นประสิทธิผลของสิ่งที่ตนเองกำลังทำอยู่ ประเมินถึงสภาพปฏิบัติงานในปัจจุบันทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหากสิ่งที่ทำนั้นยังเป็นไปได้ไม่ดีและพยายามหาทางเลือกหรือ โอกาสใหม่ๆ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง (Guskey, 2000; Gulamhussein, 2013) สำหรับโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาจากผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้พบว่า ระยะเวลาที่กำหนดมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ สามารถทำให้ครูบรรลุผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ได้ โดยใช้เวลาดังกล่าว 36 ชั่วโมง ในขั้นตอนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในโรงเรียน กำหนดให้มีการสังเกตการสอน โดยครูในทีมและผู้วิจัย การสะท้อนการสอนของตนเอง การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และการประชุมร่วมกัน เพื่อเป็นข้อมูลการวิเคราะห์ตนเองของครู ปรับปรุงแนวคิด และเกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อนำมาพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็ม และการนำไปใช้

(3) การสนับสนุน ช่วยเหลือครูอย่างจริงจังในระหว่างขั้นตอนการนำความรู้ใหม่หรือการจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ไปใช้ในห้องเรียนจริง กระบวนการนี้เป็นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกับครูท่านอื่นหรือผู้ที่มีประสบการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญ ที่มีบรรยากาศของการสนับสนุนและความร่วมมือกันซึ่งกันและกัน (Sturko & Gregson, 2009)

(4) กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการเน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการลงมือกระทำมากกว่าการฟังบรรยายจากวิทยากร โดยในแต่ละกิจกรรมของการอบรมเชิงปฏิบัติการ เริ่มต้นจากกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ให้ครูวิเคราะห์ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถของตนเอง ทำให้วิทยากรอบรมเข้าใจพื้นฐานความรู้เดิมของครู สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ได้ ส่งผลให้ครูสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระที่กำหนด กิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิมในการอบรมเชิงปฏิบัติการของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น การพูดคุยซักถาม เกี่ยวกับแนวคิดของเรื่องที่จะอบรม การทำแบบทดสอบก่อนอบรม กิจกรรมสำรวจตนเอง ที่ครูได้วิเคราะห์ตนเองว่าเป็นครูลักษณะใด สอดคล้องกับการสอนแบบสะเต็มหรือไม่

2) การกำหนดแนวคิดสำคัญของสะเต็มศึกษาในระดับปฐมวัย โดยเฉพาะ เนื่องจากสะเต็มศึกษาสามารถจัดการศึกษาได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา ในแต่ละระดับมีความแตกต่างและความเฉพาะเจาะจงในระดับของผู้เรียน เนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับผู้เรียน จุดเน้นที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ให้ครูเกิดความเข้าใจสะเต็มศึกษาทั้งในภาพกว้างและในเชิงลึกของระดับปฐมวัย สามารถเชื่อมโยงแนวคิดสะเต็มในระดับปฐมวัยไปยังระดับที่สูงขึ้นได้ โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ที่ออกแบบจึงได้แบ่งเป็นแนวคิดย่อยของสะเต็มศึกษา ได้แก่ แนวคิดสะเต็มศึกษา และสะเต็มศึกษาสำหรับปฐมวัย แนวคิดและธรรมชาติของ 4 สาระวิชาสำหรับปฐมวัย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ การวัดและประเมินผลในระดับปฐมวัย

3) การกำหนดกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการพัฒนาคู เป็นการวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างประสบการณ์เดิมของครูปฐมวัย กับประสบการณ์ใหม่เรื่องสะเต็มศึกษา ทำให้ครูเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษามากขึ้น การพัฒนาคูปฐมวัยเน้นแนวคิดหรือการปฏิบัติที่ครูปฐมวัยส่วนใหญ่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและความต้องการพัฒนาตนเองที่สอดคล้องกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็ม เช่น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ และการวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นแนวคิดที่ครูปฐมวัยมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมาก

4) ลักษณะของกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการเน้นให้ครูเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ กิจกรรมในทุกหัวข้อให้ครูได้ลงมือกระทำมากกว่าการนั่งฟังบรรยาย กิจกรรมปฏิบัติใช้บริบทระดับปฐมวัย เช่น แผนการอบรมเชิงปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง วิทยาศาสตร์สำหรับครูปฐมวัย “กิจกรรมมาทำไอศกรีมกันเถอะ” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ครูได้ทำไอศกรีมแบบ homemade อย่างง่าย โดยใช้น้ำแข็งและเกลือ ซึ่งโดยทั่วครูปฐมวัยจะคุ้นเคยกับกิจกรรม cooking แต่โดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เด็กได้ใช้กล้ามเนื้อมือ เช่น การทำบัวลอย ในการทำไอศกรีมแบบ homemade เป็นกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การกำหนดตัวแปรต้น (การใส่เกลือ หรือปริมาณเกลือ) และตัวแปรตาม (การแข็งตัวของไอศกรีม เวลาในการแข็งตัว) นอกจากได้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เด็กจะได้ฝึกใช้กล้ามเนื้อมือโดยการเขย่าน้ำแข็ง และความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อบรรจุไอศกรีมส่งจำหน่าย กิจกรรมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับบริบทของแต่ละโรงเรียนได้ตามความเหมาะสม

5) ความร่วมมือและการสนับสนุนในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และนำไปใช้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติการสอนของครู เนื่องจากระยะเวลาของการอบรมเชิงปฏิบัติการที่มากพอ และกิจกรรมสร้างความเข้าใจแก่ครูในการปฏิบัติการสอน ทำให้ทีมผู้วิจัยและครูที่เป็นกลุ่มศึกษามีความสัมพันธ์กัน ในทางบวกที่จะทำงานร่วมกันในขั้นตอนของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในโรงเรียน ทำให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นไปได้ ครูมีความยินดีที่จะพยายามคิดออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มตามที่อบรม และมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้นต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบใหม่ที่รับมาจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ

6) การสังเกตการสอนก่อนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็ม และการแจ้งวัตถุประสงค์ของการสังเกตการสอนทำให้ครูความเข้าใจตรงกันว่าจุดมุ่งหมายของการสังเกต การแลกเปลี่ยนและการให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาตนเองในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม โดยยึดหลักความเป็นกัลยาณมิตรมากกว่าการจับผิดซึ่งกันและกัน การสังเกตการสอนทำให้ผู้วิจัยในฐานะที่เป็น mentor หรือ coach เข้าใจสภาพการจัดการเรียนการสอนของครูในโรงเรียน พฤติกรรมการสอน การจัดการชั้นเรียนที่สนับสนุนกับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม การสังเกตการสอนทำให้ผู้วิจัยสามารถให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในบริบทของครู ทำให้ครูในทีมได้มีโอกาสในการสะท้อนการสอนของตนเองและเพื่อนครู นอกจากนี้ ยังทำให้ครูเกิดความไว้วางใจในการร่วมงานและร่วมงานกับผู้วิจัยขึ้น ครูกล้าที่จะเปิดเผยความรู้สึก ความจริงกับผู้วิจัย

### 2.1.2 ข้อจำกัดของการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีดังนี้

1) การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีข้อจำกัดในการศึกษาความต้องการของผู้บริหารโรงเรียนด้านนโยบายการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มในโรงเรียน แนวคิดต่อการพัฒนาครูสะเต็ม และการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน ในการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ตามหลักการพัฒนาครูควรมีการศึกษาความต้องการพัฒนาครูในมุมมองของผู้บริหาร นโยบายของโรงเรียนต่อการจัดการเรียนการสอนเรื่องสะเต็ม เพราะจะมีผลต่อการกำหนดความคาดหวังต่อครูที่เข้าโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ที่สอดคล้องกับความต้องการของโรงเรียน รวมทั้งการสนับสนุนครูในการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ตั้งแต่เริ่มจนสามารถนำไปใช้ได้จริงเกิดผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป

2) ระยะเวลาและความต่อเนื่องของการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ แม้ว่าการอบรมเชิงปฏิบัติการของโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นี้มีระยะเวลานาน แต่เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการที่มีการเว้นช่วงเวลาระหว่างเดือน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ จัดในช่วงที่มีการจัดการเรียนการสอนปกติ ตารางการอบรมเชิงปฏิบัติการจึงใช้ได้เฉพาะในวันเสาร์และอาทิตย์ และไม่สามารถจัดต่อเนื่องกันทุกอาทิตย์ได้ เนื่องจากครุติคภารกิจ จึงต้องเลือกวันที่ครูทุกคนสามารถเข้าร่วมได้ทั้งหมด ทำให้ช่วงเวลาของการอบรมไม่ต่อเนื่องกันทุกสัปดาห์ มีบางช่วงที่ห่างกันมากกว่า 2 สัปดาห์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการทบทวนเรื่องที่ได้อบรมไปแล้ว เพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง รวมทั้งบางกิจกรรมที่ควรจัดสำหรับการพัฒนาวิชาชีพครูตามหลักการก็ไม่สามารถจัดได้ เช่น การสังเกตการสอนจริงของครูต้นแบบในโรงเรียน

3) จำนวนหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาและนำไปใช้ปฏิบัติการสอนดำเนินการเพียงหน่วยการเรียนรู้เดียว แม้ว่าการประชุมครั้งสุดท้าย ครูมีการปรับหน่วยการเรียนรู้ที่ได้ดำเนินการสอนแบบสะเต็มไปแล้วก็ตาม โดยหลักการจัดการพัฒนาครูที่มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรจะต้องมีกระบวนการในการนำสิ่งใหม่ไปใช้ในการสอนตามสภาพจริงหลายรอบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ แต่เนื่องจากระยะเวลาของการวิจัยทำให้ไม่สามารถดำเนินการได้

4) การกำหนดบทบาทการทำงานเป็นทีมของครูในแต่ละโรงเรียนยังไม่ชัดเจน และกำหนดบทบาทหน้าที่ตามี่กำหนดไว้ ทั้งนี้จากการประเมินความเข้าใจครูหลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครูแต่ละคนมีความเข้าใจใกล้เคียงกัน จึงไม่มีลักษณะของการเป็นผู้นำในเรื่องการเขียนแผนสะสม เช่น โรงเรียนผดุงพัฒนา มีครูที่มีบทบาทเป็นผู้นำที่ชัดเจน โรงเรียนนครวัดวราราม มีลักษณะเป็น peer teacher ไม่มีผู้นำชัดเจนแต่เป็นหลักอาวุโส โรงเรียนบ้านเด็กไม่มีครูคนใดแสดงบทบาทเป็นผู้นำ แต่มีครูที่เป็นผู้สนับสนุนกำกับ ติดตามการทำงานของครูตลอดระยะเวลาของการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ รวมทั้งการตัดสินใจในการจัดการเรียนการสอน แต่เป็นผู้ที่อยู่นอกกลุ่ม

5) โรงเรียนที่ขาดการสนับสนุนและความร่วมมือระหว่าง ฝ่ายบริหารกับครู ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะสมอย่างชัดเจน ส่งผลต่อการพัฒนาและนำหน่วยการเรียนรู้แบบสะสมไปใช้จริงในโรงเรียน ด้วยสาเหตุนี้ที่ทำให้มีครู 3 คน ไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ครบตามโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ขาดการสนับสนุนจากฝ่ายบริหารที่ชัดเจน ทั้งเรื่องเวลา สื่อการสอน การจัดบรรยากาศการทำงานร่วมกันระหว่างครู แม้ว่าการเข้าโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นี้ ครูจะได้รับอนุญาตให้ร่วมโปรแกรมและใช้หน่วยการเรียนรู้แบบสะสมในโรงเรียน แต่โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ใช้ระบบความร่วมมือในโรงเรียนและการนิเทศติดตามครูของโรงเรียนที่เป็นอยู่จริง โดยมีได้จัดการเพิ่มเติมหรือจัดระบบให้อย่างเป็นทางการ เช่น การจัดประชุมร่วมกันระหว่าง บุคลากรฝ่ายการบริหาร ครูผู้สอน และผู้วิจัย การจัดการนิเทศร่วมกันระหว่างฝ่ายบริหาร ครูและผู้วิจัย สำหรับโรงเรียนที่สามารถดำเนินการได้และเข้าร่วมจนครบระยะเวลาของโปรแกรม เป็นโรงเรียนที่มีระบบการนิเทศติดตามอย่างเป็นระบบ เช่น โรงเรียนบ้านเด็ก มีผู้บริหารแผนกอนุบาลจำนวน 1 คน หัวหน้าแผนกปฐมวัยจำนวน 1 คน ซึ่งในแต่ละภาคการศึกษาจะมีการประชุมประจำเดือน และนิเทศการสอนของครูแต่ละท่านในระบบเป็นปกติ การเข้าร่วมโปรแกรมครั้งนี้ จะผนวกเข้าไปกับการนิเทศการสอนของครูในระบบของโรงเรียน สำหรับโรงเรียนผดุงพัฒนา มีครูอนุบาลทั้งหมด 6 คน และเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครบทุกคน โดยมี ครูทิพย์ เป็นหัวหน้าระดับ ทำหน้าที่ติดตาม ดูแลการจัดการเรียนการสอนของครูในระดับอนุบาล ทำให้เกิดความร่วมมือ และการสนับสนุนการสอนแบบสะสมของครูทั้งโรงเรียน ในขณะที่โรงเรียนวัดนครวรารามมีครู 3 ท่านที่เข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นี้ ในการประชุมร่วมกันระหว่างครูและผู้วิจัย จะมีรองผู้อำนวยการโรงเรียนที่ดูแลด้านวิชาการของโรงเรียนเข้าร่วมรับฟัง และให้ข้อเสนอแนะ รวมทั้งสังเกตการสอนบางส่วนกับครู ทั้งนี้เนื่องจากทางโรงเรียนกำลังมีนโยบายที่จะจัดการเรียนการสอนแบบสะสมอยู่เช่นกัน

6) การนำเสนอกิจกรรมสะสมในโรงเรียน เพื่อเป็นต้นแบบหรือแบบอย่างของการสอนแนว สะเต็มในโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ นี้ เป็นการจำลองสถานการณ์ย่อยๆ ที่เกิดขึ้นบางช่วงของกิจกรรม เช่น กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ (ส่วนของวิทยาศาสตร์) กิจกรรมการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นขั้นตอนที่ครูสมมติตนเองเป็นนักเรียนที่ต้องมีการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นต้น หรือ การสังเกตการสอนสะสมผ่านสื่อวีดิทัศน์ของครูปฐมวัย ก็เป็นการตัดตอนเป็นช่วงๆ โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ไม่สามารถให้ครูได้สังเกตการสอนแบบบูรณาการสะสมระดับ

ปฐมวैयाจากครูที่มีความชำนาญในด้านการสอนสะเต็มในโรงเรียนจริง ซึ่งเป็นหลักการสำคัญหนึ่งของการจัดโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูที่มีประสิทธิภาพต่อการนำเสนอแนวคิดใหม่ หรือยุทธวิธี วิธีการสอนใหม่ให้ครู คือ การได้สังเกตการสอนจากครูเป็นต้นแบบ หรือแบบอย่าง (modeling) หรือครูที่มีแนวปฏิบัติที่ดีในเรื่องนั้น จะทำให้ครูเข้าใจและมองเห็นแนวทางการปฏิบัติ การประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีในบริบทของตนเองได้มากขึ้น (Guskey, 2002; Gulamhussein, 2013) ทั้งนี้เนื่องจากการการอบรมเชิงปฏิบัติการเป็นการจัดในช่วงวันหยุด เสาร์และอาทิตย์ ไม่ได้มีการเรียนการสอนในโรงเรียน

## 2.2 การอภิปรายความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ

ความเข้าใจเรื่องสะเต็มศึกษาของครูปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ทั้งก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมของครู มีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

### 2.2.1 ความเข้าใจความหมายของคำว่า สะเต็มศึกษา

ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครู พบว่า ทั้งครูที่ไม่เคยได้รับการพัฒนาหรือผ่านประสบการณ์การอบรมที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม และครูที่มีประสบการณ์การอบรมเรื่องสะเต็มมาก่อน เข้าใจตรงกันว่า S T E M เป็นอักษรย่อของวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามลำดับ โดยสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการทั้ง 4 วิชานี้ด้วยกัน แม้ว่าครูบางท่านจะไม่ใช้คำว่าบูรณาการโดยตรง แต่จะใช้คำที่มีลักษณะของการบูรณาการ เช่น การจัดการสอนทั้ง 4 วิชาด้วยกัน และเมื่อสอบถามว่าการบูรณาการคืออะไร ครูส่วนใหญ่อธิบายเหมือนที่อธิบายความหมายของสะเต็มด้วย จากผลการศึกษาแสดงว่า ครูเข้าใจความหมายของสะเต็มในระดับการจำ คือ สามารถบอกได้ว่าสะเต็มเป็นการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการ 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ตามอักษรย่อตัวแรกของชื่อวิชาในภาษาอังกฤษ คือ S T E M แต่อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจของครูก่อนเข้าโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ เกี่ยวกับ “แนวคิดสำคัญของสะเต็ม” “บูรณาการ” รวมทั้ง “เป้าหมายของการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม” ยังไม่ชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Brown, et al. (2011) ที่สำรวจความเข้าใจเรื่องสะเต็มของครูและผู้บริหาร จำนวนมากกว่า 200 คน พบว่า ส่วนใหญ่รับรู้ความหมายของคำว่า สะเต็ม ที่เป็นการแปลความตามตัวย่อ S T E M แต่คำว่า “สะเต็มศึกษา” ยังเป็นคำที่มีความเข้าใจคลุมเครือ ซึ่งการศึกษานี้ระบุว่า ครูที่สอนสะเต็มมีความเข้าใจคำว่า สะเต็มศึกษา ในระดับที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และผู้บริหารน้อยกว่าครึ่งที่มีความเข้าใจหรือสามารถอธิบายแนวคิดสะเต็มได้

ความเข้าใจ คำว่า บูรณาการ ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพฯ พบว่าครูทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจการบูรณาการไม่ชัดเจน แม้ว่าการสอนระดับปฐมวัยจะเป็นการสอนแบบบูรณาการอยู่แล้วก็ตาม ครูส่วนใหญ่เข้าใจว่าการบูรณาการ คือ การสอนแบบ 6 กิจกรรมหลัก มีความเข้าใจว่ากิจกรรมที่จัดเป็นบูรณาการอยู่แล้วตามการสอนของปฐมวัย แต่ไม่สามารถขยายความหรือระบุได้ว่าเป็นการบูรณาการสิ่งใดบ้าง เช่น สารสำคัญ หรือประสบการณ์สำคัญตามหลักสูตร ความเข้าใจที่ไม่ชัดเจนนี้ทำให้ครูไม่สามารถ

อธิบายถึงการบูรณาการของสะเต็มได้อย่างชัดเจนเช่นกัน ครูจึงระบุเพียงว่า สะเต็มเป็นลักษณะของการจัดการเรียนการสอนแบบที่มีการรวมกันหลายวิชา การสอดแทรก 4 วิชาเข้าไปในกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน แต่ครูไม่สามารถบอกหรืออธิบายได้ว่าเป็นการรวมสิ่งใด เช่น แนวคิด เนื้อหาสาระ หรือทักษะ หรือทั้งสองอย่าง มีหลักการรวมกันอย่างไร และมีเป้าหมายอย่างไร บทบาทครู บทบาทนักเรียนในขณะที่เรียนแบบบูรณาการเป็นอย่างไร

หลังเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครูมีความเข้าใจความหมายของสะเต็มศึกษามากขึ้นกว่าเดิม มีการขยายความถึงคำว่า การบูรณาการของสะเต็ม และเป้าหมายของสะเต็มศึกษาได้ว่าเป็นการบูรณาการแนวคิดสำคัญของ 4 วิชาเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเด็ก เน้นพัฒนาผู้เรียนด้านการคิดแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการบูรณาการสะเต็ม คือ กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการที่เป็นการบูรณาการทั้งเนื้อหาและการบูรณาการทักษะของศาสตร์แต่ละศาสตร์ เน้นการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง มุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง (Bybee, 2010) ทั้งนี้เนื่องจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครูได้มีโอกาสสรุปแนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในรูปแบบของแผนผังแนวคิด และเชื่อมโยงแนวคิดกับตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็ม ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการสร้างความเข้าใจกับครูที่ต้องมีตัวอย่างของกิจกรรมให้ครูได้วิเคราะห์ เพื่อสร้างความเข้าใจในเรื่องใหม่ๆ (Gulamhussein, 2013)

### 2.2.2 จุดเน้นหรือประเด็นสำคัญของแต่ละวิชาในสะเต็ม

ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับปฐมวัย ยังขาดความชัดเจนทั้งลักษณะกิจกรรมและเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่องการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูทั้ง 4 โรงเรียนระบุถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แยกออกมาจากการจัด 6 กิจกรรมหลักในแต่ละวัน มีทั้งเป็นลักษณะของโครงการเสริม เช่น บ้านวิทยาศาสตร์น้อย และ/หรือศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ซึ่งลักษณะกิจกรรมดังกล่าวเป็นลักษณะของรายวิชามากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ในการแทรกวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ประจำวันเป็นลักษณะของการสังเกต และสำรวจ แต่ไม่ครบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่ให้สังเกต สำรวจตามคำสั่งของครูมากกว่าความสนใจของเด็กต่อความต้องการหาคำตอบที่ตนเองสนใจ เป็นลักษณะของการจัดประสบการณ์ที่ไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าหรือกำหนดอย่างมีเป้าหมายที่ชัดเจนในแต่ละกิจกรรม อย่างไรก็ตามการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับปฐมวัยไม่ควรถูกแยกออกมาจัดแบบพิเศษหรือเฉพาะเจาะจง ควรจะเป็นการจัดกิจกรรมตามปกติ ที่มีการกำหนดเป้าหมายของกิจกรรมอย่างชัดเจน เน้นการเรียนรู้ผ่านการเล่นและการลงมือปฏิบัติตามธรรมชาติที่สอดคล้องกับพัฒนาการของเด็ก (Brenneman, Stevenson-Boyd, & Frede, 2009) การสอนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของครูปฐมวัยส่วนใหญ่เป็นการสอนในลักษณะของสังคมศาสตร์ คือ การสอนข้อเท็จจริงเป็นส่วนใหญ่ เด็กเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านการเล่าประสบการณ์จากครูผู้สอนมากกว่าการสืบเสาะด้วยการลงมือ

กระทำ (Worth, 2010) สำหรับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ แม้ว่าครูเข้าใจว่ามีการบูรณาการคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมหลัก 6 กิจกรรมของแต่ละวันได้อยู่แล้ว แต่การสอนคณิตศาสตร์ของครูจะเน้นที่การนับจำนวนและตัวเลขเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นเพียงบางส่วนของความรู้สึกเชิงตัวเลข ยังมีส่วนอื่นที่ครูไม่ได้สอนหรือเข้าใจว่าเป็นการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่องความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense)

ความเข้าใจเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ พบว่า ครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษา ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า เทคโนโลยี เป็นเฉพาะการใช้สื่อ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์เท่านั้น ความเข้าใจนี้แสดงให้เห็นว่าครูขาดความเข้าใจ เทคโนโลยี หรือ ตัว T ในสะเต็มศึกษา สะท้อนให้เห็นว่าครูไม่เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเทคโนโลยี และการรวมกันระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสะเต็มศึกษา สำหรับ ตัว E หรือ วิศวกรรมศาสตร์ พบว่า ครูขาดความเข้าใจเกี่ยวกับวิศวกรรมศาสตร์ที่ถูกต้องเพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มที่ต้องบูรณาการวิศวกรรมศาสตร์เข้าไปในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ การตอบคำถามของครูเป็นการตอบจากความรู้เดิม และเชื่อมโยงกับการสอนของตนเองในห้องเรียนปฐมวัย จึงมีความเข้าใจว่า วิศวกรรมศาสตร์ เป็นการออกแบบ สำหรับเด็กปฐมวัย วิศวกรรมศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับ การวาดภาพ การออกแบบในการสร้างชิ้นงานศิลปะสร้างสรรค์ การใช้จินตนาการ แต่มีครูบางท่านที่ ยกตัวอย่าง มุมบล็อค เป็นลักษณะของการจัดการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ในห้องเรียนปฐมวัย เนื่องจากมีการต่อเป็น โครงสร้างต่างๆ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่สอดคล้องกับนักการศึกษาด้านปฐมวัยว่า มุมบล็อค เป็นลักษณะกิจกรรมด้านวิศวกรรมศาสตร์ในห้องเรียนปฐมวัยอยู่แล้ว (Moomaw, 2013) สำหรับประเด็นที่ครูไม่ได้กล่าวถึงเกี่ยวกับ วิศวกรรมศาสตร์ ก่อนเข้าโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ คือ กระบวนการทำงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการออกแบบ เพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ว วิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุดซึ่งอาจจะไม่ใช่แนวทางที่ถูกต้องที่สุด บทบาทของวิศวกรรมศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดเป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นการฝึกนิสัยความเพียร ความรอบคอบ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2557)

หลังจากการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครูแสดงถึงความเข้าใจจุดเน้นของทั้ง 4 วิชาได้อย่างชัดเจนมากขึ้น โดยเฉพาะความเข้าใจจุดเน้นของวิทยาศาสตร์ในประเด็นของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ครูสามารถระบุถึงการให้หลักฐานเชิงประจักษ์ ลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้เพื่อหาหลักฐานสนับสนุนสมมติฐาน หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้มากกว่าการบอกเล่าจากครู สำหรับคณิตศาสตร์ครูมีความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่กว้างมากขึ้น โดยครูสามารถจะระบุจุดเน้นคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจาก จำนวน และการนับ เช่น การดำเนินการ (การบวก การลบ) การวัดเรขาคณิต รูปร่าง มิติสัมพันธ์ ในวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ หลังการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครูมีแนวคิดเรื่องเทคโนโลยีของครูเปลี่ยนไปจากก่อนเข้าร่วม โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครูสามารถกล่าวถึงจุดเน้นของเทคโนโลยีใน

ประเด็นของการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีรูปแบบต่างๆ การใช้เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน และการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การใช้แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ชนิดต่างๆ ความเข้าใจนี้สะท้อนไปถึงการออกแบบแผนการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ในขั้นตอนการระบุ Big Idea ของครูที่สามารถระบุลักษณะของเทคโนโลยีในเพิ่มเติมได้ เช่นเดียวกับแนวคิดเรื่องวิศวกรรมศาสตร์ ครูมีความเข้าใจเปลี่ยนไปจากก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ โดยครูมีความเข้าใจว่า วิศวกรรมเป็นการออกแบบชิ้นงาน การเลือกวัสดุ นำเสนอแบบและการทดสอบชิ้นงาน และแตกต่างจากงานประดิษฐ์ ศิลปสร้างสรรค์ในกิจกรรมของปฐมวัยที่เคยทำมาก่อน

ความเข้าใจจุดเน้นของทั้ง 4 วิชาที่ชัดเจนมากขึ้นในการบูรณาการของเพิ่มเติม เนื่องจากในการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีกิจกรรมที่เกี่ยวกับแนวคิด ธรรมชาติของทั้ง 4 วิชา ให้กับครูเป็นพื้นฐาน ก่อนที่จะเข้ามาสู่การจัดการจัดการเรียนการสอนของแต่ละวิชาตามแนวคิดและทักษะที่สำคัญของทั้ง 4 วิชา มีกิจกรรมให้ครูได้วิเคราะห์ประเด็นของการบูรณาการ 4 วิชา จากตัวอย่างการจัดการจัดการเพิ่มเติมในระดับปฐมวัยรูปแบบต่างๆ และได้ฝึกการเขียน Big Idea เมื่อครูออกแบบแผนการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้เพิ่มเติมของตนเอง สามารถสะท้อนความเข้าใจเมื่อออกแบบการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ และปรากฏชัดเจนในการเขียน Big Idea ของหน่วยที่กำหนดได้

**2.2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพิ่มเติมสำหรับเด็กปฐมวัย** หลังการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครูมีความเข้าใจเรื่องแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพิ่มเติมสำหรับเด็กปฐมวัย คือ แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) และการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based learning) ความเข้าใจนี้สอดคล้องกับการสะท้อนคิดของครูจากการทำกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของเพิ่มเติม ที่กิจกรรมกำหนดให้ครูได้มีโอกาสวิเคราะห์ลักษณะของกิจกรรมจากกรณีศึกษาในรูปแบบสื่อวีดิทัศน์ โดยการนำเสนอการจัดการจัดการแต่ละรูปแบบของเพิ่มเติม ได้แก่ การจัดการเรียนแบบแก้ปัญหา โครงการ และการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของเพิ่มเติม เพื่อนำมาสรุปลักษณะสำคัญและแนวทางการจัดการเรียนรู้อตามแนวเพิ่มเติม การออกแบบกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการนี้เป็นไปตามหลักการสำคัญ คือ การนำเสนอต้นแบบ หรือแบบอย่าง (modeling) จะมีประสิทธิภาพมากต่อการนำเสนอแนวคิดใหม่และช่วยให้ครูเข้าใจแนวทางการปฏิบัติใหม่นั้นได้ (Gulamhussein, 2013) นอกจากนี้ในขณะที่ครูออกแบบกิจกรรมในการเรียนการสอนจริง ครูได้มีโอกาสสะท้อนแนวคิดของการออกแบบโดยมีผู้วิจัยคอยเอื้ออำนวยและให้คำชี้แนะ

**2.2.4 ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของครูเพิ่มเติม** หลังการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครูมีความเข้าใจว่า ครูเพิ่มเติมควรมีความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้อแบบเพิ่มเติม มีการวางแผนการจัดการประสบการณ์เรียนรู้ที่ชัดเจน บทบาทของครูเพิ่มเติมในขณะที่จัดการเรียน คือ เป็นผู้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก เป็นผู้ตั้งคำถามให้นักเรียนได้สังเกต สืบเสาะ และแก้ปัญหา ครูต้องรอคอยคำตอบ ความเข้าใจ



เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในการอบรมเชิงปฏิบัติการให้โอกาสครูได้สะท้อนลักษณะของครูสะเต็ม และการให้คำแนะนำครูในระหว่างการจัดประสบการณ์สะเต็มในห้องเรียน สามารถทำให้ครูสรุปภาพรวมของครูสะเต็มได้อย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามประเด็นที่ครูยังไม่สามารถสะท้อนได้ คือ ครูสะเต็มควรเป็นผู้รู้กว้าง รอบรู้ ใฝ่หาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ครูมีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมที่เป็นการบูรณาการเชื่อมโยงชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี

### 2.3 การอภิปรายการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มโดยใช้โปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูแบบร่วมมือเรื่องสะเต็มศึกษา

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มระดับปฐมวัยโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

2.3.1 เหตุผลแรกที่ครูใช้ในการตัดสินใจเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่จะบูรณาการสะเต็มเป็นครั้งแรก และสามารถออกแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มได้ คือ ความมั่นใจว่าหน่วยนั้นหรือเรื่องนั้นสามารถบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ และมีความรู้สึกว่าง่ายต่อการปรับเป็นหน่วยการเรียนรู้สะเต็มได้อย่างชัดเจน จากผลการวิจัย ในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ที่จะใช้สอนจริงในห้องเรียน พบว่า ครูเลือกหน่วย คณิตศาสตร์ และวางแผนให้นักเรียนได้ออกแบบรถ หรือ เรือ ตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยครูเกือบทุกโรงเรียนในทุกระดับ ยกเว้น โรงเรียนผดุงธรรมในระดับอนุบาล 3 ที่มีเหตุผลที่แตกต่าง เนื่องจากครูก็คิดว่าตนเองมีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มมาก่อน และเป็นความท้าทายที่จะออกแบบหน่วยอื่นให้แตกต่างจากระดับอนุบาล 2 จากการสัมภาษณ์เหตุผลการเลือกในการประชุมตอนวางแผนการเรียนรู้ ครูส่วนใหญ่แสดงความมั่นใจและแสดงความเข้าใจต่อการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เข้าใจว่า วิศวกรรมคือการออกแบบ เพื่อสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขและสามารถทดสอบชิ้นงานได้ ความเข้าใจนี้มีผลต่อการตัดสินใจเลือกบูรณาการสะเต็มในหน่วยการเรียนรู้ปฐมวัย จากการสัมภาษณ์ครูก็คิดว่า การออกแบบพาหนะตามเงื่อนไขที่กำหนดสามารถจัดกิจกรรมได้ครบตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในรูปแบบที่ 1 (ตั้งคำถาม/กำหนดปัญหา ระดมสมอง ออกแบบ นำเสนอ สร้าง ทดสอบ แก้ไข และนำเสนอผลงานที่ดีที่สุด)

2.3.2 เมื่อวิเคราะห์จุดเน้นของการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากการออกแบบหน่วยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มของครูระดับปฐมวัย พบว่า เป็นกิจกรรมการออกแบบที่ไม่สามารถใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน เป็นลักษณะของการออกแบบในรูปแบบของแบบจำลอง เช่น รถจากเศษวัสดุ เรือจากวัสดุต่างๆ เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไข เช่น วิ่งได้เร็ว ลอยได้ดี รับน้ำหนักได้มาก เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการมากกว่ามุ่งการประโยชน์ เพื่อตอบสนองความต้องการต่างๆ ใช้ในชีวิตประจำวันตามหลักการของเทคโนโลยี ซึ่งลักษณะกิจกรรมนี้มีความแตกต่างจากหลักการจัดการเรียนการสอนสะเต็มตามความหมายที่ครูเข้าใจ คือ การบูรณาการการ 4 วิชา เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยเน้นการออกแบบเชิงวิศวกรรม เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ เมื่อพิจารณาความหมายแล้ว

พบว่าตามความหมายสะเต็มมีส่วนสำคัญ 3 ประการ คือ 1) การบูรณาการ 4 วิชา 2) เน้นกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม และ 3) นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของชีวิตจริง (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ 2556, Lantz, 2009; Bybee, 2010) แต่ถ้าพิจารณาเป้าหมายการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับปฐมวัยที่ เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นการพัฒนาเป็นองค์รวม เน้นการพัฒนาทั้งทาง ร่างกาย สติปัญญา สังคมและจิตใจ ผ่านกิจกรรมการเล่น การลงมือกระทำ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการทำงาน แบบร่วมมือ และสอดคล้องกับพัฒนาการของเด็กปฐมวัย (วรรณาท รักสกุลไทย, 2555) การออกแบบเชิง วิศวกรรมในลักษณะที่เป็นการออกแบบจำลอง (model) น่าจะเหมาะสำหรับเด็กปฐมวัย ที่มีการบูรณาการ ด้านกระบวนการทางวิศวกรรมในลักษณะของการสร้างต้นแบบจำลอง เพื่อจุดประสงค์ที่ชัดเจน มีการ เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมตามสถานการณ์นั้นๆ

2.3.3 การออกแบบการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในหน่วยการจัด ประสบการณ์การเรียนรู้สะเต็มระดับปฐมวัย พบว่า ครูสามารถนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปออกแบบ วาง แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ร่างที่ 1 (ก่อนที่จะเข้าร่วมประชุมแลกเปลี่ยนเพื่อปรับแผนการจัดการ เรียนรู้) ได้บ้างแต่ไม่ครบถ้วน โดยการวางแผนเริ่มจากแนวคิดทางวิศวกรรมตามที่กล่าวมาแล้ว และครูมี ความตั้งใจว่าจะบูรณาการให้ได้ครบทั้ง 4 สาขาวิชาใน 1 หน่วยการเรียนรู้ แต่แผนการจัดประสบการณ์การ เรียนรู้ร่าง 1 มีความแตกต่างจากความเข้าใจที่ครูตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์หลังการอบรมเชิง ปฏิบัติการ เช่น ความเข้าใจจุดเน้นของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ แม้ว่าครูมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นของหลักฐานเชิงประจักษ์ แต่ใน การออกแบบร่างที่ 1 ก่อนที่จะประชุมร่วมกับผู้วิจัย ครูส่วนใหญ่ไม่มั่นใจว่าที่ตนเองเขียนแนวคิดในการ กำหนด big idea และการกำหนดกิจกรรมต่างๆ ในหน่วยการเรียนรู้ถูกต้องหรือไม่ พบว่า ในแผนการจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ร่างที่ 1 ครูขาดการระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นเป้าหมายของการจัดกิจกรรมสะเต็ม รวมทั้งแนวทางการจัดกิจกรรมที่เป็นลักษณะของการสืบ เสาะหาความรู้ ครูส่วนใหญ่ยังคงต้องการคำชี้แนะ การปรึกษาร่วมกัน และการสร้างความมั่นใจระหว่างทีม ผู้วิจัยและครูท่านอื่น จากผลการวิจัยนี้ พบว่า การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในขณะที่ยังออกแบบหน่วยการ จัดการเรียนรู้ เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ของครูมีความครบถ้วนสมบูรณ์ เป็นกิจกรรมที่ เป็นการทบทวน การตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในการวางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ของครู ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งการที่ครูมีโอกาสดำเนินการปรับเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกัน เป็นการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง มากขึ้นและยังสร้างมั่นใจในการทำหการปฏิบัติการสอนแบบสะเต็มในห้องเรียนจริงได้มากยิ่งขึ้น

2.3.4 ในการปฏิบัติการสอนจริงของครูตามแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ พบว่า มีความแตกต่างจากแผนที่กำหนด และความเข้าใจของครูเกี่ยวกับสะเต็ม ในด้านจุดเน้นของทั้ง 4 สาขาวิชา และเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ในขณะปฏิบัติการสอนสะเต็ม พบว่า ลักษณะของ กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในระดับปฐมวัยเป็นไปได้ 2 แนวทาง ตามประเด็นข้อค้นพบที่ 3 แม้ว่าใน

แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ออกแบบครูจะกำหนดให้มีการแก้ไขชิ้นงานหลังการทดสอบ แต่พบว่า ครูไม่สามารถดำเนินการได้ตามแผน ในเด็กระดับ อนุบาล 1 มีการนำเสนอชิ้นงาน แต่ไม่มีการทดสอบและแก้ไขชิ้นงานที่สร้างของเด็ก ทั้งนี้เป็นเพราะลักษณะของแบบจำลองที่ไม่มีกลไกจริงๆ และครูที่สอนเองไม่สามารถให้เด็กวิพากษ์หรืออภิปรายลักษณะของแบบจำลองของเด็กแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันได้ แม้ว่าในบางโรงเรียนจะมีการทดสอบชิ้นงานแต่ก็ไม่มีการแก้ไขชิ้นงานที่ชัดเจนในเด็กเล็ก แต่ในเด็กโต (อนุบาล 2) พบว่า มีการทดสอบและแก้ไขชิ้นงาน แต่อย่างไรก็ตาม ต้องใช้เวลามากในการจัดกิจกรรมชิ้นตอนนี้ และใช้ความสามารถในการตั้งคำถาม การแนะนำ และการควบคุมชั้นเรียนที่จะทำให้กิจกรรมชิ้นตอนนี้ประสบความสำเร็จ

2.3.5 ลักษณะของครูและการทำงานร่วมกันเป็นทีมของครูแต่ละโรงเรียนมีส่วนสำคัญต่อการนำแนวคิดเพิ่มเติมเข้าไปสู่การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียน จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า โรงเรียนที่มีการทำงานแบบร่วมมืออยู่แล้ว มีลักษณะการทำงานกันเป็นทีมในโรงเรียนมาก่อน จะมีลักษณะของครูที่มีบทบาทเป็นผู้นำทีมอย่างชัดเจน จะสามารถร่วมมือกันในการพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้แบบเพิ่มเติมเป็นอย่างดี จะพบลักษณะดังกล่าวทั้ง 3 โรงเรียนที่สามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกันและสามารถนำไปใช้ได้ เช่น โรงเรียนผดุงพัฒนาที่มีครูปฐมวัยทั้งโรงเรียน 6 คน และมีครูที่ทำหน้าที่เป็นผู้นำในการบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนอย่างชัดเจน ครูท่านนี้จะเป็นผู้นำในการกำหนดตารางเวลา การกำหนดแนวทางการทำงาน ในขณะที่ครูที่มีความสามารถในการจัดประสบการณ์ด้านปฐมวัยที่เป็นที่ยอมรับในกลุ่มจะเป็นผู้นำในการกำหนดกิจกรรม หรือการแนะนำกิจกรรมสำหรับครูท่านอื่นในการประชุม และครูทุกท่านมีประสบการณ์และความคุ้นเคยในการทำงานเป็นทีมในเรื่องต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะร่วมกันพัฒนาและใช้แผนการจัดการเรียนรู้เดียวกันในแต่ละระดับชั้น สำหรับโรงเรียนบ้านเด็ก แม้ว่าครูที่เข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาวิชาชีพครูฯ จะไม่มีใครเป็นผู้นำด้านการกำหนดตารางเวลา การกำหนดแนวทางการทำงาน แต่มีครูที่ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าแผนกอนุบาลที่คอยกำกับดูแล และกำหนดตารางและแนวทางการทำงานร่วมกับครูและทีมผู้วิจัย แต่ในขณะที่มีการประชุมและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการวางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพิ่มเติม ครูในทีมก็สามารถร่วมอภิปรายได้ สำหรับโรงเรียนนครวารามจะมีครูที่เป็นผู้นำทีมแม้ว่าจะไม่ชัดเจนนัก แต่ด้วยความมีอาวุโสมากที่สุดในกลุ่ม จะทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดตารางและแนวทางการทำงานร่วมกับรองผู้อำนวยการของโรงเรียนตั้งแต่เริ่มการประสานงานการเข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ ครั้งนี้ และได้รับความเชื่อถือให้แสดงบทบาทผู้นำในการตัดสินใจจากครูอีกสองท่านในทีม ในการประชุมร่วมกัน ครูทั้งสามท่านมีลักษณะของการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนระดับปฐมวัยร่วมกันเป็นอย่างดี ความร่วมมือในลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ชัดเจนมากสำหรับโรงเรียนที่สามารถจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมได้ แตกต่างจากโรงเรียนผดุงธรรม ที่ถอนตัว เนื่องจากไม่มีผู้นำทีมที่ชัดเจน ครูหัวหน้าระดับที่ทำหน้าที่ประสานงานกับทีมผู้วิจัย ขาดการติดต่อในช่วงของการออกแบบวางแผนหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมร่วมกัน ประกอบกับทางโรงเรียนมีกิจกรรมมากในขณะที่จะทำการสอนแบบเพิ่มเติม ซึ่งครูทั้งหมดต้องใช้

เวลาในการทำกิจกรรมอื่นๆ จึงทำให้ไม่สามารถกำหนดเวลาในการปรับแผนการเรียนรู้ และการประชุมวางแผนร่วมกันได้ จึงขอถอนตัว

2.3.6 ลักษณะของการจัดบรรยากาศในชั้นเรียน การใช้สื่อการเรียนรู้ และการมีครูช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติม ส่งเสริมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพิ่มเติมในห้องเรียน จากการวิจัยพบว่า ครูใช้เวลาในการจัดบรรยากาศในห้องเรียนและการใช้แหล่งเรียนรู้ในห้องเรียนให้มีความสอดคล้องกับเรื่องที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบเพิ่มเติม โดยปกติครูให้ความสำคัญกับมุมประสบการณ์และสื่อการสอน โดยเฉพาะสื่อของจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจากการสังเกตการสอนของครูก่อนนำกิจกรรมเพิ่มเติมไปใช้ในห้องเรียน ครูทั้งสามโรงเรียนจะทำให้เหตุผลว่าไม่มีเวลาในการเปลี่ยนมุมประสบการณ์ ส่วนใหญ่เป็นมุมที่ทำแล้วใช้ถาวรไม่ได้มีการเปลี่ยนตามหน่วยการเรียนรู้ที่เรียน แต่เมื่อนำเพิ่มเติมมาใช้ ครูได้รับคำแนะนำจากทีมผู้วิจัย มีการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นสื่อของจริงที่สอดคล้องกับเรื่องที่กำลังเรียน ทำให้เด็กมีโอกาสในการเรียนรู้ นอกจากกิจกรรมที่ครูจัดในแต่ละวัน ได้มีโอกาสได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจมากยิ่งขึ้นในช่วงเวลาอื่นๆ เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับเด็กปฐมวัย

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การเตรียมความพร้อม การชี้แจงวัตถุประสงค์ของแต่ละกิจกรรมสำหรับครูในการทำกิจกรรมต่างๆ ตามโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพครูฯ มีความสำคัญมาก เนื่องจากจะเป็นการสร้างความเข้าใจและเป็นการตกลงกันในเบื้องต้นของลำดับกิจกรรมและการมีเป้าหมายร่วมกันจะทำให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปด้วยความเรียบร้อยราบรื่น

3.1.2 การกระตุ้นและสร้างแรงบันดาลใจในการจัดการเรียนรู้แบบเพิ่มเติมจะมีส่วนช่วยให้ครูยอมรับและยินดีที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติม ซึ่งเป็นเรื่องที่ใหม่และค่อนข้างยากสำหรับครู และจะทำให้ครูไม่รู้สึกว่าเป็นภาระที่เพิ่มมาจากการจัดการเรียนการสอนปกติ

3.1.3 ลักษณะของการทำงานร่วมกันเป็นทีมมีความสำคัญและส่งเสริมความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนแบบเพิ่มเติม โรงเรียนที่มีลักษณะของการทำงานเป็นทีมอยู่อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้การจัดการเรียนการสอนแบบเพิ่มเติมแบบร่วมมือเป็นไปได้อย่างดี

3.1.4 ผู้บริหารโรงเรียนควรให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วมในการพัฒนาครูในด้านการจัดการเรียนการสอนแบบเพิ่มเติม ซึ่งเป็นเรื่องใหม่

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เน้นศึกษาความเข้าใจของครูและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียนของครูว่าเป็นอย่างไร ซึ่งไม่ได้มีศึกษาที่ผู้เรียน ในด้านการวัดและประเมินผลความสำเร็จของการจัดกิจกรรมสะเต็ม ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นเป้าหมายของสะเต็มศึกษา เช่น ความสามารถในการคิดต่างๆ หรือทักษะการสื่อสาร

3.2.2 งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ อาจจะมีข้อจำกัดในเรื่องของการ generalization ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเป็นการศึกษาโดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (mixed methods research)

