



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4



กิตติศักดิ์ โปธิยอง

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4" ของ กิตติศักดิ์ โปธิยอง
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	กิตติศักดิ์ โปธิยอง
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	พหุวัฒนธรรม, ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์, สะเต็มศึกษา

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ 2) ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในภาคเหนือที่เป็นนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมแบ่งเป็น 3 ชนเผ่าที่มีความแตกต่างกันทางด้านความเชื่อ วัฒนธรรม และภาษา ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือในการวิจัยคือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 4) แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) มีประเด็นที่ควรเน้นได้แก่ การเตรียมปัญหาสถานการณ์ให้เข้ากับบริบทของนักเรียน การเชื่อมโยงปัญหาสถานการณ์กับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอปัญหาในภาษาถิ่น และการให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด 2) นักเรียนพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยพัฒนาการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์มากที่สุด รองลงมาคือการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ การใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ตามลำดับ

Title	DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON STEM EDUCATION TO PROMOTE MATHEMATICAL COMMUNICATION SKILL ON MIXED OPERATIONS WORD PROBLEMS OF MULTICULTURAL STUDENTS IN GRADE 4
Author	Kittisak Pothiyong
Advisor	Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2022
Keywords	Multicultural, Mathematical Communication Skill, STEM Education

ABSTRACT

This research aimed to 1) develop mathematical learning activities based on STEM Education to promote mathematical communication skill 2) promote mathematical communication skill by mathematical learning activities based on STEM Education on mixed operations word problems of multicultural students in Grade 4. The target group was 9 multicultural students in grade 4. Students were selected by purposive sampling, and they live in the northern part of Thailand which are 3 tribes of different beliefs, cultures and languages on used. Research tools were lesson plans based on STEM Education, reflection form, mathematical communication skill observation form and test. Research findings were as follows: 1) Learning activities should focus on appropriate situations related to student context, linking the problem situation with mathematical communication, presenting the problem in the local language, and giving the instructions in attentive way. 2) Students developed mathematical communication in 3 elements which the most

developed was writing to show the best mathematical concepts followed by explaining the steps to find answers and using language and mathematical symbol for present the concept mathematics respectively.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ประธานที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้สละเวลาอันมีค่า ที่เมตตาและให้คำปรึกษา แนะนำแก่ผู้วิจัย ตลอดระยะเวลาจนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชำรงโสทธิสกุล อาจารย์ผู้สอนประจำภาควิชา การศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธิติยา บงกชเพชร อาจารย์ผู้สอนประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นายชัยพร จิระรัตนศาล ครูชำนาญการพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านกีด 30 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 1 เป็นผู้อนุเคราะห์ในการพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือ การวิจัยในครั้งนี้ นายศิระศักดิ์ ภาสุพิพัฒนกุล ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านห้วยเฮี้ยะ ที่ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเข้าไปทำวิจัยและเก็บข้อมูลในครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงกัลยาณมิตรของผู้วิจัยที่ทำให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มี พระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องไม่มากนัก

กิตติศักดิ์ โปธิยอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง	ง
ประกาศคุุณูปการ.....ฉ	ฉ
สารบัญ.....ช	ช
สารบัญตาราง.....ฅ	ฅ
สารบัญภาพ.....ฉฐ	ฉฐ
บทที่ 1 บทนำ.....14	14
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....14	14
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....17	17
ขอบเขตการวิจัย.....17	17
นิยามศัพท์เฉพาะ.....18	18
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....20	20
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....21	21
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา.....22	22
หลักการ.....22	22
จุดหมาย.....22	22
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้.....23	23
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....23	23

ประโยชน์ของคณิตศาสตร์.....	24
การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของกลุ่มนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม.....	24
ความหมายของสะเต็ม.....	24
หลักการการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	25
สะเต็มศึกษาและการพัฒนา.....	26
สะเต็มและการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	26
สังคมพหุวัฒนธรรม.....	36
ทักษะการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์.....	37
ความหมายของการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์.....	37
ความสำคัญของการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์.....	38
แนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	39
แนวทางการวัดผลและประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
งานวิจัยในประเทศ.....	46
งานวิจัยต่างประเทศ.....	48
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	50
กลุ่มเป้าหมาย.....	50
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้.....	50
ระเบียบวิธีวิจัย.....	51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	53
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57

การวิเคราะห์ข้อมูล	58
บทที่ 4 ผลการวิจัย	61
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของ นักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	61
ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน ของ นักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	83
บทที่ 5 บทสรุป	86
สรุปผลการวิจัย.....	86
อภิปรายผลการวิจัย	89
ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	95
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ	96
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	97
ภาคผนวก ค แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	100
ภาคผนวก ง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	112
ภาคผนวก จ แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของ การสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	115

ภาคผนวก ฉ	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบ ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	118
ภาคผนวก ช	ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	120
ภาคผนวก ซ	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้.....	141
ภาคผนวก ฅ	แบบวัดความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	150
ภาคผนวก ญ	ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	151
ประวัติผู้วิจัย	154



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงสรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะ.....	34
ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการแสดงแนวคิดโดยการพูดเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียน.....	42
ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนให้กับสมาชิกที่อยู่ในกลุ่ม.....	42
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการพูดแสดงการให้เหตุผลในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนกับสมาชิกที่อยู่ในกลุ่ม.....	43
ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ สัญลักษณ์หรือข้อความในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียน.....	43
ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการสรุปเนื้อหาที่เรียน.....	43
ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	44
ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนด้านการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์.....	45
ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนการพูดแสดงแนวคิดในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์.....	45
ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ.....	46
ตาราง 12 แสดงจุดมุ่งหมายของงานวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	53
ตาราง 13 แสดงความสัมพันธ์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเวลาในการจัดการเรียนรู้.....	54

ตาราง 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	55
ตาราง 15 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1	67
ตาราง 16 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	74
ตาราง 17 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	80
ตาราง 18 สรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	81
ตาราง 19 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	83
ตาราง 20 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับในวงจรปฏิบัติการที่ 2	84
ตาราง 21 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับในวงจรปฏิบัติการที่ 3	85
ตาราง 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	112
ตาราง 23 ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	118

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 วงจรของกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	29
ภาพ 2 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดย Biliar, Hubeibank, Oliva, &.....	32
ภาพ 3 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม Engineering is Elementary (EiE).....	33
ภาพ 4 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart	52
ภาพ 5 ตัวอย่างภาพ ชั้นระบุปัญหา.....	151
ภาพ 6 ตัวอย่างภาพ ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา.....	151
ภาพ 7 ตัวอย่างภาพ ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	152
ภาพ 8 ตัวอย่างภาพ ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	152
ภาพ 9 ตัวอย่างภาพ ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	153
ภาพ 10 ตัวอย่างภาพ ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	153

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญในเกือบทุกวงการ กล่าวคือ ในชีวิตประจำวันสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นล้วนแต่อยู่ในรูปคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น เช่น ที่อยู่อาศัย เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ในด้านอุตสาหกรรม บริษัทร้านค้าต่าง ๆ ได้ใช้คณิตศาสตร์เพื่อปรับปรุงงานให้ดีขึ้น (พิสมัย ศรีอำไพ, 2553) สารการเรียนรู้หนึ่งในแปดของกลุ่มสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรศาสตร์ที่สำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตและมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันโดยเน้นที่กระบวนการให้ผู้เรียนเกิดความคิดความเข้าใจและฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดพิจารณาอย่างมีเหตุผลสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ยุพิน พิพิธกุล, 2549, น. 14)

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ แต่การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาแล้วยังมีข้อบกพร่องอยู่มาก (สิริพร ทิพย์คง, 2548, หน้า 29) สาเหตุเนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ และนักเรียนยังขาดความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนอยู่และที่สำคัญนักเรียนยังขาดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่สามารถตีความและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ กับสิ่งที่โจทย์ถาม ทำให้ไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร และจะต้องใช้วิธีการใดในการคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง สิ่งที่จะต้องพัฒนาคือ ด้านการแปลภาษาโจทย์เป็นสัญลักษณ์ วิธีการคิดคำนวณ และการหาคำตอบ ในด้านการใช้ความรู้ในการคิดแก้ปัญหา นั้น เป็นที่ยอมรับกันว่า ผู้ที่มีความรู้อย่างกว้างขวางในงานที่ต้องปฏิบัติ หรือมีความรู้เฉพาะด้าน จะสามารถปฏิบัติงานนั้นได้ดีกว่า

ผู้ที่มีความรู้แน่นอย่างจำกัด (Chi, et, al. 1989, 39-52) และก่อนที่นักเรียนจะเข้าใจในเนื้อหา นั้นนักเรียนต้องสามารถตีความหมายของโจทย์ได้ก่อน ก่อนที่นักเรียนจะสามารถตีความโจทย์นั้นได้ สิ่งที่สำคัญก็คือเรื่องของภาษาในการสื่อความหมาย คำที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์นั้นอาจเป็นเพียงคำง่าย ๆ แต่ในบริบทของผู้เรียนในสังคมสังคมพหุวัฒนธรรมนั้น นักเรียนหลายคนไม่เข้าใจคำในภาษาไทย

สังคมพหุวัฒนธรรม หมายถึง ประชากร กลุ่มคนหลากหลายชาติพันธุ์มาอยู่รวมกัน ในสังคมหนึ่ง ซึ่งมีความแตกต่างทางด้าน ขนบธรรมเนียม ประเพณี ภาษา วัฒนธรรม ศาสนา ความเชื่อ รวมถึงวิถีชีวิตความเป็นอยู่ ของผู้คน วิธีการคิด การมีปฏิสัมพันธ์ การสื่อสาร รวมถึงบุคคลที่มาจาก พื้นฐานหรืออัตลักษณ์เดียวกัน ศูนย์มุสลิมศึกษา สถาบันเอเชียศึกษา(2549) และปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น และปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนนั้นเป็นโรงเรียนที่รวมนักเรียนต่างกันอยู่ 3 วัฒนธรรม และจากการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กชนชาติพันธุ์ นักเรียนกลุ่มนี้มีความแตกต่างด้านภาษา มีทั้ง ไทใหญ่ ปะโอ และล่าหู่ (ล่าหู่ดำ) นักเรียนกลุ่มนี้จะใช้ภาษาไทย เป็นภาษาที่ 2 จึงทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสาร ความเข้าใจในคำ ความหมายของคำต่าง ๆ ของภาษาไทยที่อยู่ในบทเรียน ส่งผลในปัญหาในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาตามมาด้วยซึ่งความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นทักษะหนึ่งที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ในหลักสูตร

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถในการอธิบายชี้แจง แสดงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกันรวมทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ อัมพร ม้าคนอง (2547: 102-103; 2553: 56) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการ สื่อสารและสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ให้มีความเข้าใจตรงกัน โดยนักเรียนในฐานะผู้ส่งสารต้องมีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือ ความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางเช่นการในคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อ สนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

ในวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาที่ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถใช้ภาษาในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากความแตกต่างทางด้านภาษาของผู้เรียน ที่มีมากกว่าหนึ่งภาษา ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาของผู้เรียน ซึ่งการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญต่อการเข้าใจปัญหาที่โจทย์ต้องการให้ผู้เรียนทราบ แต่ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงได้ จากปัญหาดังกล่าวมานั้น ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในรูปแบบสะเต็มศึกษาขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ

ผู้เรียน ที่มีความแตกต่างทางชาติพันธุ์ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับภาษา และเรื่องที่เกี่ยวข้องทางด้านภาษา ก็คงจะหนีไม่พ้นโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงอยากให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาโจทย์ปัญหาที่มี ทั้งการ บวก การลบ การคูณ และการหาร ในเรื่องโจทย์ปัญหาระคน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริงได้ และผู้เรียนจะได้ใช้ความรู้มาแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้ คณิตศาสตร์ในการเรียนของผู้เรียนระดับสูงขึ้น โดยผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษามาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาทักษะการสื่อสารนี้

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งนำไปสู่การ สร้างนวัตกรรมในอนาคต (STEM สสวท.,2561)

จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและ เห็นคุณค่าของการใช้แนวคิดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผสมผสานกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ เลย์เห็นว่าคณิตศาสตร์นั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตประจำวัน โดยมีเป้าหมายหลักในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้คณิตศาสตร์ (math literacy) คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ ให้เหตุผล ในการประยุกต์แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกันรวมถึงตระหนักถึง บทบาทของคณิตศาสตร์ และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี ซึ่งการ จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นอาจไม่จำเป็นต้องบูรณาการให้ครบทุกรายวิชา (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology,2016a) แต่ต้องมีจุดเน้น ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยทักษะสำคัญที่ต้องเน้นได้แก่ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ทักษะ การคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยี ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร (วนิทร สุภาพ, 2561) และจุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา คือ การผนวกแนวคิดการ ออกแบบ เชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้ มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อ ตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิต จากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบห้าขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) การระบุปัญหา (Identify a challenre) เป็น

ขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด 3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามust กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้ง กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Proto type) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา 4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหามust นำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ (สสวท. 2558 น.38)

ผู้วิจัยจึงได้คิดแนวทางกันแก้ปัญหาที่ขึ้นมากับการใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แนวสะเต็มศึกษาขึ้นมาให้ผู้เรียนสามารถ นำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้โดยมีสองวิชาที่อยู่ในหลักสูตรคือ วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ มาบูรณาการกัน และนำเรื่องของเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มาเสริมในบทเรียนนี้ด้วยตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยให้ผู้เรียนศึกษาสิ่งที่อยู่ในชุมชนของนักเรียน เป็นเครื่องมือในการศึกษาของนักเรียน นั่นคือให้นักเรียนได้สร้างสิ่งประดิษฐ์และในช่วงของการเรียนรู้ นั้น นักเรียนสามารถหาความเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยการสื่อสารและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กันภายในกลุ่มของนักเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนนั้นเข้าใจปัญหา และที่มาของปัญหาที่เกิดขึ้นได้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในภาคเหนือ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เรื่องโจทย์ปัญหาหระคน ซึ่งเป็นเนื้อหาย่อยของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การบวกลบคูณหารหระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องโจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณการหาร	จำนวน 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกการลบ	จำนวน 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารหระคน	จำนวน 4 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดนิยามศัพท์ของการวิจัยครั้งนี้ ไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการ

จัดการให้ผู้เรียนใช้สถานการณ์ ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาสนใจ เป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนต้องคิดหาทางแก้ไขจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง รวมไปถึงสามารถนำความรู้ไปใช้ในการเชื่อมโยงแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์มาพัฒนากระบวนการหรือออกแบบสร้างนวัตกรรมหรือสร้างชิ้นงานใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามา ผสมผสานกันอย่างลงตัว โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

1.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้เรียนอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

1.2.1 การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

1.2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

1.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

1.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้ง กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

1.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

1.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยน แนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ โดยผู้วิจัยจะทำการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่

2.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครอบคลุมสาระสำคัญ ซึ่งทำการวัดด้วยใบกิจกรรมและแบบทดสอบ ในการวัดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง ชัดเจน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลจาก แบบสังเกต ในการวัดสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

3. นักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม หมายถึง นักเรียนกลุ่ม ที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์ มีความแตกต่าง วัฒนธรรม การดำรงชีวิต และ ภาษา ซึ่งในวิจัยนี้ มีอยู่ 3 ชาติพันธุ์ คือ ไทใหญ่ ป่าโอ และล่าหู่(ล่าหู่ดำ) และ ในที่นี้จะมียู่ 2 ชาติพันธุ์ที่มีภาษาคคล้ายกัน คือ ไทใหญ่ และ ป่าโอ แต่ชาติพันธุ์ที่มีความแตกต่างกัน คือ ชนชาติพันธุ์ล่าหู่(ล่าหู่ดำ) ที่เรียนในห้องเรียนเดียวกัน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในสาระจำนวนและพีชคณิต ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การบวกลบคูณหารระคน ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษาค้นคว้าตามลำดับ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา

- 1.1 หลักการ
- 1.2 จุดหมาย
- 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 1.5 ประโยชน์ของคณิตศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของกลุ่มนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม

- 2.1 ความหมายของสะเต็ม
- 2.2 หลักการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- 2.3 สะเต็มศึกษาและการพัฒนา
- 2.4 สะเต็มและการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2.5 สังคมพหุวัฒนธรรม

3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.3 แนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.4 แนวทางการวัดและประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา**

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทย ควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. หลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่น ด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. หลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. หลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลัก ธรรมของพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. ความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. จิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ฟังก์ชันลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์สมการและอสมการอธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็นและนำไปใช้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมายสรุปผลและนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน
3. การเชื่อมโยงเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนคณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผลเป็นความสามารถในการให้เหตุผลรับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. คิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

ประโยชน์ของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้อย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติการศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของกลุ่มนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม

ความหมายของสะเต็ม

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้มากมายดังรายละเอียดต่อไปนี้

Maryland State Board of Education (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ สะเต็มศึกษาคือวิธีการสอนและการเรียนรู้ที่รวมเนื้อหาและทักษะของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์โดยมาตรฐานของการเรียนการสอนแบบสะเต็มได้กำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ผู้สอนกับเนื้อหาวิชาซึ่งคาดหวังว่าให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนที่เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มโดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจะรวมไปถึงการใช้ตรรกะเหตุผลการทำงานร่วมกันและการตรวจสอบหาความจริงต่าง ๆ และที่สำคัญเป้าหมายของสะเต็มศึกษาคือการเตรียมความพร้อมสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและพร้อมสำหรับแรงงานในศตวรรษที่ 21

พรทิพย์ ศิริภักตราชัย (2556) ได้กล่าวว่าสะเต็มศึกษาคือการสอนแบบบูรณาการกลุ่มสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยการนำจุดเด่นและวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่างลงตัวเพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทุกศาสตร์วิชามาใช้ในการค้นคว้าแก้ปัญหาและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

Vasquez (2013) กล่าวว่าสะเต็มศึกษาคือการบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีการแบบสหวิทยาการควบคู่กับการนำไปใช้ในชีวิตจริงกับการเรียนรู้โดยมี

ปัญหาเป็นฐานโดยสะสมเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชาเพื่อเชื่อมโยงวิธีการสอนและวิธีการเรียนรู้ให้เข้าด้วยกันซึ่งทั้ง 4 สาขาวิชาสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (Science: S) เป็นการศึกษาทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งสามารถแยกออกได้เป็นชีววิทยาเคมีฟิสิกส์ดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์พื้นฐานทั่วไป

2. เทคโนโลยี (Technology: T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

3. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาผ่านการวางแผนออกแบบสร้างหรือดัดแปลงเพื่อให้เกิดกระบวนการและการพัฒนาสำหรับนวัตกรรมต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการ Engineering design process

4. คณิตศาสตร์ (Mathematic: M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่ง ได้แก่ การเปรียบเทียบการจำแนก / จัดกลุ่มการจัดแบบรูปและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารเช่นมากกว่าน้อยกว่า เล็กกว่าใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

สรุปความหมายของสะสมเต็มศึกษาคือการบูรณาการความรู้ของ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันผ่านจุดเชื่อมโยงของเนื้อหาโดยมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนและสามารถนำความความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน สามารถออกแบบหรือพัฒนาผลงานหรือสิ่งต่าง ๆ ขึ้นขึ้นมาใหม่โดยอาจสร้างขึ้นเองหรือปรับปรุงมาจากของเดิมที่มีอยู่ก็ได้โดยเน้นไปที่การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ ที่สำคัญขึ้น

หลักการการจัดการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษา

แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะสมเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และ

คณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

สะเต็มศึกษาและการพัฒนา

ในสังคมโลกในขณะนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการสื่อสารก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากศาลอยู่ในแหล่งต่าง ๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้าทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้นเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงานกับนานาชาติประเทศได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการปรับหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคตของผู้สอนและผู้เรียนก็ต้องมีปรับเปลี่ยนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นในการเป็นผู้สอนและผู้เรียนสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (สสวท., 2558, น. 1)

สะเต็มและการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นมีหลากหลายรูปแบบทั้งการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project based Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้จากหลายวิชา ได้แก่ คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนอย่างเป็นระบบ ปัญหาทางวิศวกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับโลกความเป็นจริงและมีความเกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียนและสังคมดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้นซึ่งได้มีผู้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ไว้มากมายดังรายละเอียดต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กล่าวไว้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้จะเริ่มจากการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงทำการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและทำการวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมแล้วจึงทำการวางแผนและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ เมื่อสร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบ หากมีข้อบกพร่องก็ให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ ส่วนในตอนสุดท้ายจะ

ดำเนินการประเมินผลว่าสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นจะสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังนั้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจึงประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันที่พบเจอ ซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W 1H เมื่อเกิดสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งคำถามจากหลัก 5W1H ประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ คืออะไร

When เป็นการตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นจะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์ถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา นั้นจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ และแนวทางการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้จะเป็นการศึกษาของครูจากทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์และสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอาจมีได้มากกว่า 1 วิธี จากนั้นจึงพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องและการนำไปใช้ได้จริงของวิธีการแต่ละวิธี ดังนั้นวิธีการที่จะถูกพิจารณาคัดเลือกจะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นตอนของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นที่ 2 ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ การอธิบาย เป็นต้น

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นตอนของการวางลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อที่จะนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและประเมินชิ้นงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่า สามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร และควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการใน ส่วนใด ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนได้ชิ้นงานวิธีการที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหามองเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิตความคิดสร้างสรรค์นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะสมศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในภาคการผลิตและการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะสมศึกษา (ศูนย์สะสมศึกษาแห่งชาติ, 2558, น. 5) มีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะสมศึกษามากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา

6. สร้างกำลังคนด้านสะสมศึกษาของประเทศไทยเพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจทางด้าน National Research หรือ NRC ได้นำเสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะสมศึกษาไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (NRC, 2012 อ้างอิงในสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป



ภาพ 1 วงจรของกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

โดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่มา: โดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561

Robert (2013 อ้างอิงใน สิริินภา กิจเกื้อกุล, 2557, น. 104-109) ได้ทำการศึกษารวบรวมแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษามากมาย จนทำให้ได้วิธีการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standard)

เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐานตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลาง หรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอกถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลักเสร็จเรียบร้อยแล้วก็นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้เสริมหรือรอง เช่นเลือกเรื่องการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์อาจเป็นหลักตั้งนั้นสาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นส่วนรอง

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่า สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 นั้นสามารถเชื่อมโยงเข้ากับบริบทใดหรือปัญหาใดในสังคมได้บ้างเช่นมลพิษสิ่งแวดล้อมภัยพิบัติทางธรรมชาติเป็นต้นประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้วในขั้นที่ 3 นี้ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหาตัวบ่งชี้สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รองเรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิเช่นสาระเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นการแก้ปัญหาการพิสูจน์และการสื่อสาร (คณิตศาสตร์)

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอนวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดจากนั้นนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญสำหรับสาระการเรียนรู้รองให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาสามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนบทเรียนอาจไม่จำเป็นต้องให้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา แต่ให้พิจารณาภาพรวมว่าเมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทางหน่วยการเรียนรู้แล้วผู้เรียนจะได้เรียนรู้ครบทั้ง 4 สาขาวิชา

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเช่นตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาระบบเตือนภัยพิบัติที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นสามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัยพิบัติได้ทันเวลาในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมความคิดแก้ปัญหาและได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามทีเลือกไว้ในขั้นที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้รอง (ตามทีเลือกไว้

ในขั้นที่ 3 เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เชื่อมโยงไว้ในขั้นที่ 2) ในการลงมือปฏิบัติผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมมีการกำหนดเวลาการทำงานและมีการตรวจสอบความคิดของผู้เรียนเช่นการตั้งคำถามให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ออกแบบไว้และพยายามไม่ให้ผู้เรียนหลงประเด็นและต้องให้ผู้เรียนจดบันทึกการทำงานของกลุ่ม

ขั้นที่ 6 แก้ไขปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอการออกแบบ (เช่นระบบเตือนภัยพิบัติ) หน้าชั้นเรียนจากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้นซึ่งผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณควบคู่ไปด้วย

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่หรือผู้แสดงผลงานให้ผู้เรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไปอาทิเช่นเพื่อนพ่อแม่ผู้ปกครองครูอาจารย์และชุมชนการจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียนโดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไปทั้งนี้เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

Biliar, Hubeibank, Oliva, & Gamesano (2014 อ้างถึงในสิริน ภาคกิจเกื้อกูล, 2558, ทำการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) โดยออกแบบในส่วนของบทเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตั้งอยู่บนฐานของกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาความต้องการ ระบุหัวข้อ / องค์ความรู้ที่สนใจและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ศึกษาวิจัยจัดลำดับเป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาค้นคว้าเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้วิเคราะห์บริบทของการจัดการเรียนรู้ (เช่นผู้เรียนโรงเรียน) จัดลำดับจุดประสงค์การเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อ จำกัด ในการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ขั้นที่ 3 หาวิธีการแก้ปัญหาที่จะเป็นไปได้ หาแนวทางการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธีที่เหมาะสมกับสภาพจริง

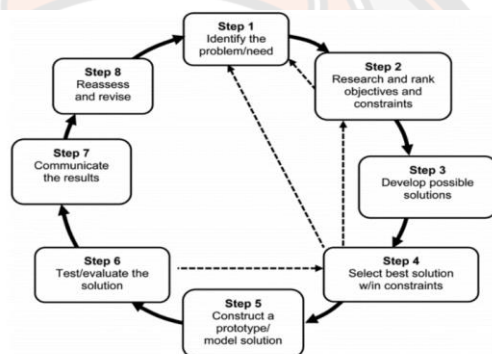
ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัด เลือกแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดเหมาะสมกับบริบทจุดประสงค์และสภาพจริงของการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 สร้างโมเดลหรือรูปแบบของการแก้ปัญหา สร้างหน่วยการเรียนรู้

ขั้นที่ 6 ทดสอบ/ประเมินผลการใช้รูปแบบ ทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยนำไปใช้ในชั้นเรียนจริง

ขั้นที่ 7 นำเสนอ / สื่อสารผลการประเมิน นำเสนอและอภิปรายผลการใช้หน่วยการเรียนรู้กับเพื่อนผู้บริหารและผู้สนใจเพื่อรับการสะท้อนผลและคำแนะนำ

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบของการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไขหน่วยการเรียนรู้ตามผลการประเมินการสะท้อนผลและคำแนะนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 8 ขั้นตอนนี้เป็นองค์ความรู้ส่วนหนึ่งที่กล่าวไว้ในหลักสูตรของรัฐแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts) ที่ต้องการให้ผู้สอนนำไปประยุกต์ใช้เป็นโมเดลการจัดการเรียนรู้ (Instructional model) ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินไปตามเข็มนาฬิกาหมุนขวาไปตามหัวลูกศรเส้นที่บอามีบางขั้นตอนที่สามารถย้อนกลับไปได้ตามหัวลูกศรเส้นประ



ภาพ 2 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดย Biliar, Hubeibank, Oliva, & Gamesano

ที่มา Biliar ad al, 2014 อ้างถึงใน สิริñana กิจเกื้อกุล, 2558

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์บอสตันประเทศสหรัฐอเมริกา (Museum of Science, Boston) ได้มีการคิดค้นโครงการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technological literacy) หรือเรียกว่า Engineering is Elementary (EE) เพื่อวิจัยและพัฒนาหลักสูตรมาตรฐานและนำหลักสูตรนี้ไปใช้ในชั้นเรียนโดยกำหนดให้มีการบูรณาการแนวความคิดด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีและทักษะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังนี้

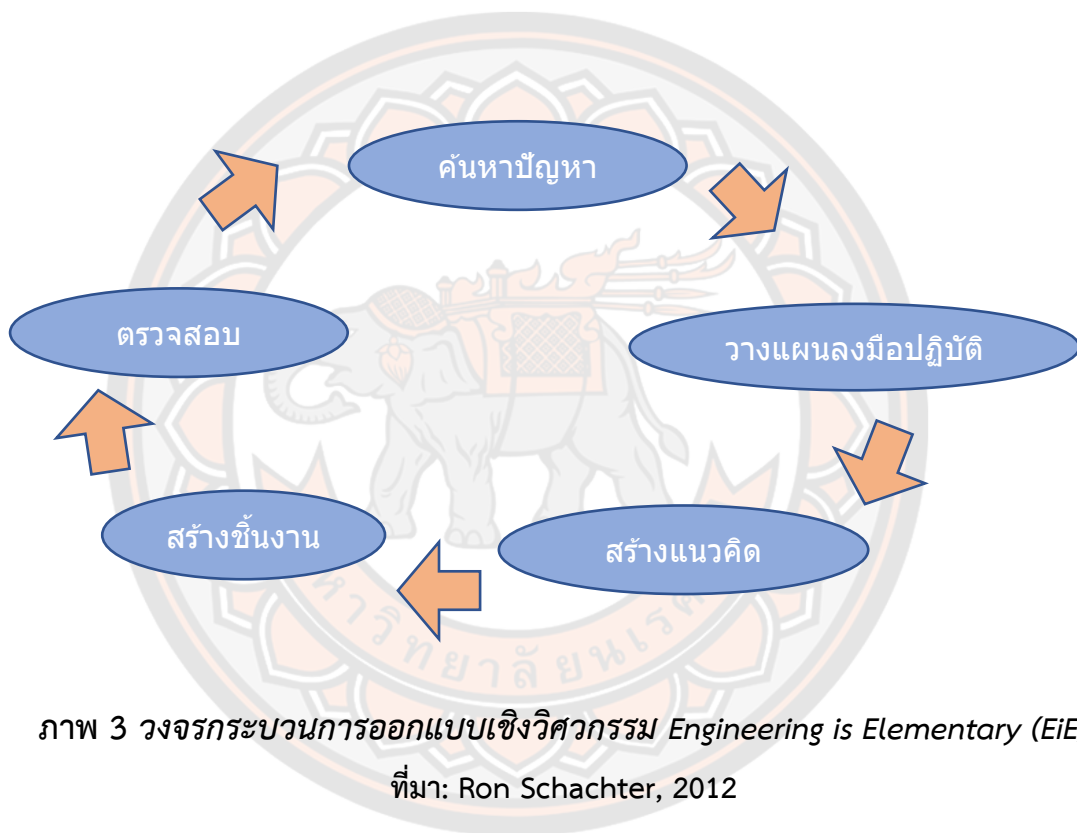
ขั้นที่ 1 ค้นหาปัญหา (Ask) ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องระบุว่าปัญหาคืออะไรมีวิธีการอย่างไรและมีข้อจำกัดอะไร

ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิด (Imagine) ผู้เรียนจะร่วมกันระดมความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมดหลังจากนั้นจึงเลือกแนวทางที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 3 วางแผนลงมือปฏิบัติ (Plan) ในขั้นนี้จะให้ผู้เรียนวาดแผนภาพรวมถึงทำรายการสิ่งของที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 สร้างชิ้นงาน (Create) ขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานตามที่ได้วางแผนไว้จากนั้นจึงนำไปทดสอบเพื่อดูประสิทธิภาพของชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบ (Improve) สำหรับในขั้นนี้จะเป็นการตรวจสอบดูว่าชิ้นงานของผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่หากชิ้นงานของผู้เรียนไม่ประสบผลสำเร็จผู้เรียนจะต้องนำชิ้นงานไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง



ภาพ 3 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม Engineering is Elementary (EiE)

ที่มา: Ron Schachter, 2012

ตาราง 1 แสดงสรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา				
สสวท. (2557)	Ron Schachter (2012)	National Research Council (2012)	Robert (2013)	Billiar, Hubelbank, Oliva, & Camesano (2014)
ขั้นที่1: การระบุปัญหา	ขั้นที่1: ค้นหาปัญหา	ขั้นที่1: ระบุปัญหา	ขั้นที่1: เลือกสาระการ เรียนรู้หลัก	ขั้นที่1: ระบุปัญหา/ความ ต้องการ
ขั้นที่2: การค้นหาแนวคิดที่ เกี่ยวข้อง	ขั้นที่2: สร้างแนวคิด	ขั้นที่2: รวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา	ขั้นที่2: เชื่อมโยงปัญหาใน ชีวิตประจำวัน	ขั้นที่2: ศึกษาวิจัยจัดลำดับ เป้าหมายและ ข้อจำกัด
ขั้นที่3: การวางแผนและ พัฒนา	ขั้นที่3: วางแผนลงมือ ปฏิบัติ	ขั้นที่3: ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา	ขั้นที่3: เลือกสาระการ เรียนรู้ที่สนับสนุน การเรียนรู้หลัก	ขั้นที่3: หาวิธีแก้ปัญหาที่ เป็นไปได้
ขั้นที่4: ทดสอบและการ ประเมินผล	ขั้นที่4: สร้างชิ้นงาน	ขั้นที่4: วางแผนดำเนินการ แก้ปัญหา	ขั้นที่4: จัดการเรียนรู้ตาม สาระการเรียนรู้ที่ เลือกไว้ทั้งหมด	ขั้นที่4: เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ ดีภายใต้ข้อจำกัด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สวท. (2557)	Ron Schachter (2012)	National Research Council (2012)	Robert (2013)	Billiar, Hubelbank, Oliva, & Camesano (2014)
ชั้นที่5: การนำเสนอผลลัพธ์	ชั้นที่5: ตรวจสอบ	ชั้นที่5: ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	ชั้นที่5: สนับสนุนให้ผู้เรียนมีสร้างโมเดลหรือ ส่วนร่วมในกิจกรรม รูปแบบของการ แก้ปัญหา	ชั้นที่5: แก้ปัญหา
		ชั้นที่ 6 :		
		นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาผลการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน		

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ National Research Council (NRC) ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ 1) ชั้นระบุปัญหา 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ชั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานและ 6) ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ในการพัฒนาความทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเนื่องจากมีขั้นตอนเหมาะสมและเพียงพอซึ่งครอบคลุมต่อการพัฒนาความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมอีกครั้งขั้นตอนทั้งหมดมีการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้วางแผนการทำงานในแต่ละขั้นตอนสามารถกำหนดบทบาทของตนเองภายในกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดของตนเองให้แก่ผู้อื่นสมาชิกอื่นในกลุ่มได้วิเคราะห์วิจารณ์เพื่อหาแนวคิดที่เหมาะสมและดีที่สุดทำให้ได้มีโอกาสในการพัฒนาแนวคิดและปรับปรุงชิ้นงานที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้นอีกด้วย

นอกจากเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวไปแล้วหากพิจารณาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ National Research Council (NRC) ที่ละ ขั้นตอนแล้วจะพบว่าสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้โดยในขั้นระบุปัญหาที่เป็น ขั้นตอนของการทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์เพื่อกำหนดเป็นประเด็นปัญหาที่ ต้องทำการแก้ไขส่วนขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะเป็นขั้นตอนของการศึกษา ค้นคว้าและทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยส่วนใหญ่จะพบเห็นเป็นการใช้เทคโนโลยี สืบค้นข้อมูลการระดมสมองและการทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็น ปัญหาซึ่งเป็นการช่วยให้เกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ส่วนขั้นออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาจะเป็นขั้นของการถ่ายทอดแนวคิดของการแก้ปัญหาเพื่อสื่อสารแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจและ นอกจากนั้นในขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาผู้เรียนจะได้มีการวางแผนการสร้างชิ้นงานใน ขั้นตอนต่าง ๆ และลงมือสร้างชิ้นงานออกมาร่วมกับคนอื่น ๆ ซึ่งใน 2 ขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดการ พัฒนาทั้งด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อีกทั้งยังได้ชิ้นงานออกมาอีกด้วยจากนั้นในขั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานผู้เรียนจะได้ทำการทดสอบและปรับปรุง ชิ้นงานของตนเองเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยอาจเกิดความแตกต่างจากชิ้นงานของกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งตรงนี้จะก่อให้เกิดการพัฒนาในด้านของการสร้างสรรค์นวัตกรรมขึ้นและในขั้นนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานจะเป็นขั้นตอนของการสื่อสารถึงผลที่เกิดขึ้นกับการพัฒนา ชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาไปยังผู้รับฟังเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

สังคมพหุวัฒนธรรม

สังคมพหุวัฒนธรรม (Multicultural Society) เป็นสังคมที่ประกอบด้วยกลุ่มคนที่มีความ หลากหลายมีความแตกต่างกันทางสังคมและวัฒนธรรมไม่ว่าจะเป็นด้านศาสนาภาษาการแต่งกายการ เป็นอยู่ ฯลฯ เพราะแต่ละกลุ่มชนมีความเชื่อความศรัทธาในศาสนาและวัฒนธรรมที่แตกต่างกันการที่ จะทำให้แต่ละคนสามารถอยู่ร่วมกันในชุมชนหรือสังคมเดียวกันด้วยการพึ่งพาอาศัยช่วยเหลือกันไม่มี การเบียดเบียนกันไม่ทำร้ายกันหรือไม่ละเมิดสิทธิของกันและกันแต่ละกลุ่มชนสามารถประกอบ พิธีกรรมทางศาสนาได้ตามความเชื่อและศรัทธาของตนเองอย่างมีเสรีภาพโดยไม่มีกรกีดกันก้าวก่าย ล่วงละเมิดหรือก่อกวนซึ่งกันและกันทำให้สามารถอยู่ร่วมกันบนความแตกต่างทางสังคมและ วัฒนธรรมได้อย่างสันติสงบและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันโดยไม่มีปัญหาขัดแย้งหรือความรุนแรง ระหว่างกันจึงต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับความเป็นสังคมพหุวัฒนธรรมอย่างลึกซึ้งและ รอบด้าน

ทักษะการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การสื่อสาร(Communication) เป็น1 ใน 5 มาตรฐานด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา(NCTM. 2000: 4-5) ซึ่งได้อธิบายมาตรฐานหลักสูตรการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นก่อนอนุบาล-มัธยมศึกษาปีที่ 6 (Prekindergarten through Grade 12) ว่าควรจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถ

1. จัดระบบและรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและสื่อสารได้ถูกต้อง
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาแก่ครูอาจารย์และผู้อื่นได้อย่าง

สมเหตุสมผลและแจ่มแจ้งชัดเจน

3. วิเคราะห์และประเมินค่าแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีของผู้อื่นได้
4. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อการสื่อความหมายได้อย่างกระชับ ชัดเจน ได้ใจความที่

ถูกต้องแน่นอน

โดยมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 513) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง นักเรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้นเมื่อส่งผลให้นักเรียนมีพลังในการ คิดด้วยตนเอง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา(NCTM. 1989: 214) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวโดยได้ระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เสนอ โดยการพูด การเขียน หรือภาพต่าง ๆ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์การสอ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่ความรู้ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อีกทั้งยังเป็นการน าเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้

Reys; et al. 2001: 83 กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จัดการและขยายความคิดให้ ชัดเจนขึ้น โดยอาศัย การพูดและการเขียน หรือการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการ สื่อสารและสื่อ ความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ให้มีความเข้าใจตรงกัน โดย นักเรียนในฐานะผู้ส่งสารต้องมีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือ ความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางเช่นการในคณิตศาสตร์ในการ สื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อ สนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

สมเดช บุญประจักษ์ (2548) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึงแสดง การ ความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้น

ปริญญา สองสีดา (2550) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน ที่ เป็นตัวแทนการคิด ของนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตามสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ที่ ครูผู้สอนกำหนดให้

จิรากร สำเร็จ (2551) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการ ใช้ภาษาพูดและ เขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิด แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ระบุว่า การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

สัญญา ภัทรากร (2552) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ เพื่อสร้าง แนวคิดและอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์หมายถึงการอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจ ตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่นใช้ภาษาโดยและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อ ความหมายและการนำเสนอ

ความสำคัญของการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์เป็น

สะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดเห็นที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึก ไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรม และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับข้อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ คำพูด และการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

Mumme & Shepherd. (1993) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสื่อสารช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ด้วยการแสดงแนวคิด การอภิปราย และการรับฟังผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เชิงลึก และช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2. การสื่อสารช่วยแบ่งปันความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการพูดอภิปราย ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาอย่างง่าย การเข้าใจในกฎ นิยาม และสัญลักษณ์ต่าง ๆ

3. การสื่อสารสามารถเพิ่มความสามารถให้นักเรียนในฐานะที่เป็นผู้เรียน นักเรียนได้ฝึกฝนความสามารถและควบคุมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาด้วยตนเอง โดยการนำเสนอสิ่งที่พวกเขาคิดด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น

4. การสื่อสารช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนได้พูดและรับฟังผู้อื่น อันเป็นการช่วยส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน

5. การสื่อสารเป็นการช่วยเหลือให้ครูได้รู้ถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยครูสามารถรับรู้ถึงความคิด ความเข้าใจของนักเรียนได้โดยการฟังสิ่งที่พวกเขาอธิบายหรือแสดงเหตุผล

Reys; et.al. (2001) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด หรือแลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การใช้กราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไฟพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจความหมายของคณิตศาสตร์ได้แล้วนั้น ยังสามารถสื่อสารเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจคณิตศาสตร์มากขึ้นด้วย จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง

แนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Thurber. 1976: 514-534 ได้กล่าวถึง กิจกรรมด้านทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ควรจัด ดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (The Vocabulary of Mathematics) ซึ่งให้นักเรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์

2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า (Oral Presentations) ได้แก่ การให้มีกิจกรรม ดังนี้

2.1 การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือการรายงานสั้น ๆ ที่ให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นและมีคำถาม ถมตอบจากเพื่อนในชั้น

2.2 พุดนำเสนอเมื่อได้รับฟัง หรือการอ่านหนังสือ หรือการดูภาพยนตร์ ครอบคลุมให้นักเรียนไปอ่าน หรือให้ชมภาพยนตร์เรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ แล้วนำมาพุดรายงาน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพุดรายงาน

2.3 การนำเสนอเป็นกลุ่ม เน้นการทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจที่ต้องการพุดและนำเสนออภิปราย

2.4 เกมทางคณิตศาสตร์ อาจจะให้เล่นเกมในเวลาสั้น ๆ โดยการเขียนที่ให้แสดงจินตนาการ หรือกำหนดสถานการณ์มาและให้คิดแก้ปัญหา

2.5 รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อาจจัดกิจกรรมกำหนดหนดเวลาสั้น ๆ ให้ และให้มีการนำเสนอความคิดจากการดูรายการโทรทัศน์หรือวิทยุ

3. การเขียนที่ดีและเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิมสนับสนุนการเขียนของนักเรียนโดยให้อาจให้นักเรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่ได้เรียนมา หรือในการให้นักเรียนได้เขียนจาก ประสบการณ์โดยไม่จำเป็นต้องจำกัดหน้าในการเขียน

Mumme; & Shepherd. (1993) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรมแล้วให้นักเรียนได้พรรณนาหรืออธิบายถึงสิ่งที่พบเห็น

2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถาม ต้องเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงใจ

4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดและฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพราะการเขียนสื่อสารแนวคิดมีความสำคัญ จะทำให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย

5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การที่นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย แต่การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกัน ในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่ม ถือเป็น การส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน ควรชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

สิริพร ทิพย์คง(2545: 100) อธิบายว่า เพื่อให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ครูควรส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะ ทั้งนี้ ควรฝึกความสามารถในการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของ

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหายังไร เขียนรูปภาพ ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือ กราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

ปริญญา สองสีดา (2550: 44) ได้สรุปแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำได้หลายวิธี เช่น การให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการพูด การเขียน การอ่าน การใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของเรา เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว หรืออาจจะให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในงานกลุ่ม และที่สำคัญมากในการส่งเสริมการสื่อสาร คือ ครูควรเป็นทั้งผู้ส่งสารและในขณะเดียวกันก็ต้องเป็นผู้รับสารด้วย ซึ่งการสื่อสารแบบนี้จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 74-75) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยครูควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ต่อไปนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารมีโอกาสได้ซักถามหลังจากฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่ต่างออกไป หรือ ได้ลงมือปฏิบัติ
2. มีโอกาสทราบผลการกระทำทันที (Immediate Feedback) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้ส่งสารได้รับคำติชมวิพากษ์วิจารณ์ทันทีในโอกาสแรกที่เป็นไปได้ทราบ ทั้งนี้รับเพื่อจะสามารถรับสารได้ดีเพียงใด
3. มีความรู้สึกภาคภูมิใจและประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ (Success Experience)

กล่าวคือ มีการท้าทายให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คิดหรือได้ทำ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำได้สำเร็จ จะเกิดความภาคภูมิใจ

4. มีโอกาสได้รับสารที่ละน้อยตามลำดับขั้น (Gradual Approximation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้ใคร่ครวญตามทีละน้อยจากง่ายไปยาก จนเข้าใจในเนื้อหาของสารที่ได้รับ

จากแนวทางข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และควรเป็นกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน
2. จัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวความคิดภายในกลุ่ม
3. ใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้ นักเรียนได้คิดและตอบสนองออกมา
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์

แนวทางการวัดผลและประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ชานนท์ ศรีม่วงงาม(2549)ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ดังนี้

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการแสดงแนวคิดโดยการพูดเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	สามารถแสดงแนวคิดในเนื้อหาที่เรียนได้ถูกต้อง ชัดเจน
1	สามารถแสดงแนวคิดในเนื้อหาที่เรียนได้ถูกต้อง แต่ขาดความชัดเจน
0	ไม่สามารถแสดงแนวคิดในเนื้อหาที่เรียนหรือแสดงแนวคิดไม่ถูกต้อง

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนให้กับสมาชิกที่อยู่ในกลุ่ม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	อธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้ถูกต้อง ชัดเจน
1	อธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้ถูกต้อง แต่ขาดความชัดเจน
0	ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้หรือแสดงแนวคิดไม่ถูกต้อง

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการพูดแสดงการให้เหตุผลในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนกับสมาชิกที่อยู่ในกลุ่ม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	พูดแสดงแนวคิดในเนื้อหาที่เรียนได้ถูกต้อง ชัดเจน
1	พูดสามารถแสดงแนวคิดในเนื้อหาที่เรียนได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็น
0	ให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่พูดแสดงในเนื้อหาที่เรียน

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ สัญลักษณ์หรือข้อความในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	พูดบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ สัญลักษณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
1	พูดบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ สัญลักษณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็น
0	พูดบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ สัญลักษณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ไม่ถูกต้องหรือไม่บอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ สัญลักษณ์

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนด้านการสรุปเนื้อหาที่เรียน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	พูดสรุปเนื้อหาที่เรียนได้อย่างถูกต้องชัดเจน
1	พูดสรุปเนื้อหาที่เรียนได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็น
0	พูดสรุปเนื้อหาที่เรียนไม่ถูกต้องหรือไม่สรุปเนื้อหาที่เรียน

จากงานวิจัยของ Cai; Jakabcsin; & Lane (1996) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0- 4 คะแนน ดัง ตารางที่ 7

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับ	เกณฑ์การประเมิน
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพ ประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล
3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพเพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่อง หรือไม่ชัดเจน; การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผล อาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1	อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจน ตีความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดหมด

(Kennedy; & Tipps. 1994: 112) แบ่งการประเมินความสามารถใน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - 1.1 ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
 - 2.1 ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน

3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)

3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)

3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน

3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์

3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน)

เกณฑ์การให้คะแนนของ Kennedy and Tipps (1994 อ้างใน พรหมทิภา ทองนวล, 2554) เพื่อประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนด้านการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 3 ดี	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ครอบคลุมสาระสำคัญ แต่ขาดความชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 2 พอใช้	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ไม่ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้เพียงเล็กน้อย ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ

ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนการพูดแสดงแนวคิดในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
ระดับ 3 ดี	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
ระดับ 2 พอใช้	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพียงเล็กน้อย
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ

ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ
ระดับ 3 ดี	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์
ระดับ 2 พอใช้	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้แต่ไม่ชัดเจนขาดรายละเอียด
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ หรือไม่ได้ทำ

จากแนวทางการให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นการให้คะแนนในการแสดงแนวคิด การอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ แสดงการให้เหตุผล บอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ สัญลักษณ์ ภาษาทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนออภิปราย ทั้งด้านการพูดและการเขียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

กมลฉัตร กล่อมอิม สะเต็มศึกษา (2559) สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการ

ประกอบอาชีพผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาช่วยช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ทักษะทางปัญญาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีขณะนั้นการฝึกประสบการณ์ให้กับนักศึกษาวิชาชีพครูเพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในโรงเรียนได้จึงเป็นความต้องการของสังคมในปัจจุบัน

พรรณทิภา นวลทอง (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการ พุดระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยพบว่า นักเรียนร้อยละ 37.50 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพุดระดับสูง ซึ่งสามารถพุดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน อีกทั้งมีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายทั้งแผนภาพ เส้นจำนวน ตาราง และรูปภาพในการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน นักเรียนร้อยละ 47.92 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพุดระดับปานกลาง ซึ่งสามารถพุดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และมีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งแผนภาพหรือรูปภาพ เพื่อสื่อสารแนวคิดบ้างบางครั้งแต่ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร และมีส่วนน้อยอีกร้อยละ 14.58 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพุดระดับต่ำ ซึ่งพุดอธิบายโดยใช้ภาษา ที่ไม่ถูกต้อง หรืออธิบายได้แต่ไม่ครบถ้วน และไม่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร แนวคิด

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 01

วัชร ชันเชื้อ (2545) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการพูดและการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ร้อยละ 70

ปริญญา สองสีดา (2550) ได้ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่องทศนิยมและเศษส่วนผลการศึกษาพบว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดการอ่านการเขียนและโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 01

สุนทร สมบัติธีระ และสิทธิพล อาจอินทร์ (2012) ได้พัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โมเดลซิปปพบว่า นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ภาพรวมอยู่ในระดับดี ($X = 4.23$, S.D. = 0.47) และมีจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไปร้อยละ 77.72 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 33 คนคิดเป็นร้อยละ 73.33 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.11 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลซิปปาในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($X = 4.29$, S.D. = 0.43)

ชุมศักดิ์ อินทร์รักษ์ (2014) ได้ศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรม พบว่าสภาพปัญหาสภาพปัญหาการจัดการศึกษาในสังคมพหุวัฒนธรรมสำหรับเด็กชนเผ่าโรงเรียนประถมศึกษาพื้นที่ชายขอบภาคเหนืออยู่ในระดับน้อยมีปัจจัยที่เป็นปัญหาซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าข้ออื่น ๆ ได้แก่ โรงเรียนจัดทำเว็บเพื่อจัดสรรสนเทศให้กับเด็กชนเผ่าและชุมชนโรงเรียนนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปปรับปรุงพัฒนาการจัดการศึกษาคณะกรรมการสถานศึกษาเข้ามาประเมินติดตามผลการศึกษาโรงเรียนร่วมมือกับชุมชนจัดการศึกษาอย่างมีคุณภาพครูทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อนำผลการวิจัยมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้และพัฒนาให้สอดคล้องกับเด็กชนเผ่าโรงเรียนนำนโยบายสู่การปฏิบัติสอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของชนเผ่า

งานวิจัยต่างประเทศ

Mutakinati; et al. (2018) วิจัยนี้เป็นการตรวจสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา ผ่านการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และเป็นวิจัยเชิงพรรณนา ของนักเรียนมัธยมต้นชาวญี่ปุ่นชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเท่ากับ 2.82 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแบ่งออกเป็นนักคิดขั้นสูง 41.6% ฝักนักคิด 30.6% นักคิดเริ่มต้น 25% และนักคิดที่ท้าทาย: 2.8%

Doppelt (2009) ได้ทำการวัดความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมโดยการผสมผสานความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เข้ากับกระบวนการออกแบบโครงงานโดยเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้แล้วใช้วิธีการประเมินใหม่เข้ามาตรวจสอบเช่นการประเมินผลงานผู้เข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 128 คนที่ศึกษาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลโดยได้ให้โครงงานแก่นักเรียนในการดำเนินการจริงจำนวน 57 โครงงานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบระดับความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนและจัดทำเอกสาร

ขั้นตอนการออกแบบเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับครูและนักเรียนในระหว่างการดำเนินโครงการเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตกิจกรรมในชั้นเรียนแบบประเมินผลงานและแบบทดสอบ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนการออกแบบเอกสารสำหรับจัดทำโครงการ และนักเรียนได้แสดงทักษะการคิดสร้างสรรค์ในระดับต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

Strimel (2014) ได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนแนวสะเต็มศึกษาในระดับการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) โดยผู้วิจัยได้นำปัญหาประเด็นที่กำลังเป็นที่น่าสนใจในปัจจุบันมาเป็นหัวข้อหลัก (Theme) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้นคือการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติมีทั้งหมด 4 เนื้อหาย่อยซึ่งเกี่ยวข้องกับการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติภูมิศาสตร์ กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการขุดเจาะการแยกก๊าซธรรมชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจเนื่องจากประเด็นนี้เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจของประเทศและอาจมีอาชีพหลากหลายสาขาที่มีความเกี่ยวข้องกับการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรนักธรณีวิทยาเป็นต้นแล้วยังถือว่าเป็นปัญหาด้านวิศวกรรมอีกด้วยซึ่งผลจากการนำประเด็นปัญหาที่กำลังเป็นที่สนใจและมีความเป็นปัจจุบันทั้งยังมีความเกี่ยวข้องต่อผู้เรียนนั้นมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาพบว่าสามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องอีกครั้งยังเป็นการเชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนเข้ากับชีวิตจริงซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้มากกว่านั้นยังเป็นการสร้างความสนใจในอาชีพในสาขาวิชาต่าง ๆ ตัวอย่างเช่นวิศวกรซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้และแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรมในบริบทที่มีความสอดคล้องต่อชีวิตจริงและสาขาอาชีพส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบสร้างชิ้นงานตลอดจนการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและวิศวกรรมในด้านองค์ความรู้ที่ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้หลากหลายวิชาเข้าใจเนื้อหาวิชาในเชิงลึกได้ดียิ่งขึ้น ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการที่สำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับงานอาชีพทางสะเต็มและส่งเสริมให้เกิดความตระหนักและเห็นความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมสังคมและโลกอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในภาคเหนือ ดังนั้นเพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยซึ่งมีรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
3. ระเบียบวิธีวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือวิจัย
6. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในภาคเหนือที่เป็นนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมแบ่งเป็น 3 ชนเผ่า มีชนเผ่าไทใหญ่ ป่าโอ และล้าหู่ ซึ่งทั้ง 3 ชนเผ่านี้มีความแตกต่างกันทางด้านความเชื่อ วัฒนธรรม และภาษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่

ตัวแปรต้น ได้แก่การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน สำหรับนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตัวแปรตาม ได้แก่ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน สำหรับนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ในชั้นเรียนที่มีจุดประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการส่งเสริมทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน วิจัยเชิงปฏิบัติการจะทำซ้ำเป็นวงจร ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ (Kemmis and McTaggart, 1988 cited in Kijkuakul, 2014) ตามขั้นตอนที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้น คือ

ขั้นวางแผน(Plan)

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่ควรได้รับการแก้ไข
2. ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์
3. ผู้วิจัยศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
4. ผู้วิจัยศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
5. ผู้วิจัยวางแผนการดำเนินการวิจัยเพื่อส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีบริบทของผู้เรียนเป็นนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม
6. ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
7. ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ พร้อมทั้งเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจะดำเนินการในวงจรปฏิบัติการละหนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

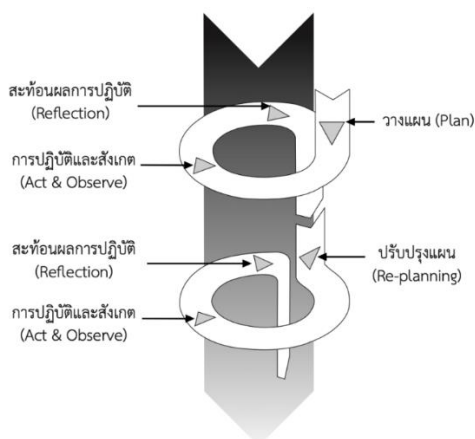
ขั้นสังเกต (Observe)

ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้ร่วมสังเกตการณ์บันทึกแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ พร้อมทั้งมีการบันทึกเทปการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องบันทึกวิดีโอเพื่อใช้ประกอบการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของ

ขั้นสะท้อนการปฏิบัติการ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตแผนการจัดการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และเทปบันทึกการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ใน

วงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้และวิเคราะห์ผล เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการทำซ้ำไปจนครบทั้ง วงจรปฏิบัติการ แล้ว ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย ในลำดับต่อไป



ภาพ 4 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียน ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน 12 ชั่วโมง ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเป็นการแก้ปัญหาเดียวกันทั้งหมด แต่มีการรูปแบบการให้แตกต่างกันให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร
- 1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ
- 1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.2.1 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
- 1.2.2 แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 1.2.3 แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตาราง 11 แสดงจุดมุ่งหมายของงานวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	➤ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ➤ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	➤ แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ➤ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. **แผนการจัดการเรียนรู้** คือแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ปรับปรุง พ.ศ. 2560

1.3 วิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับจุดประสงค์รายวิชา และคำอธิบายรายวิชาเรื่อง ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน และคู่มือการจัดการเรียนรู้

1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ไว้ในตาราง 13

ตาราง 12 แสดงความสัมพันธ์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับเวลาในการจัดการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	การจัดการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4
2	โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4
3	โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระตรวจเพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1.7.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา เป็นอาจารย์ในระดับอุดมศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ)

1.7.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นอาจารย์ในระดับอุดมศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

1.7.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาศึกษา เป็นครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นลงในแบบประเมินของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบ Likert ประเมินความเหมาะสมโดยเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน	3	คะแนน

เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน	1	คะแนน

แล้วนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหา ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละรายการประเมิน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปล ความหมาย (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งเกณฑ์เพื่อตัดสินผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม คือ เกณฑ์ ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน โดยได้ผลการ ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังตาราง 14

ตาราง 13 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.69	0.10	มาก
2. ด้านสาระการเรียนรู้	4.55	0.11	มากที่สุด
3. ด้านการจัดการเรียนรู้	4.73	0.06	มาก
4. ด้านสื่อการเรียนรู้	4.85	0.17	มากที่สุด
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล	4.58	0.04	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.69	0.04	มาก

จากตาราง 9 ผลการพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่ม พหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมี

ความเหมาะสมด้านจุดประสงค์การเรียนรู้โดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.69$) ด้านสาระการเรียนรู้โดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$) ด้านการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.75$) ด้านสื่อการเรียนรู้โดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$) ด้านการผลและประเมินผลโดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.58$) และมีระดับความเหมาะสมโดยรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหารคน ของนักเรียนกลุ่มพัฒนาธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.69$) หมายถึงมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมแล้ว ไปจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ซึ่งมีตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข ไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ คือแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนเป็นผู้จัดบันทึก โดยมีผู้ร่วมสะท้อน คือ ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกตเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.2.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

2.2.2 ปัญหาและอุปสรรคที่ค้นพบจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.2.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในครั้งต่อไป

3. แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3.2 ศึกษาหลักสูตรเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องการพัฒนาแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ธิดารัตน์พรหมณะ, 2546) เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ปรับปรุง 2560 เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาในการพัฒนา

3.3 เขียนนิยามคุณลักษณะที่แสดงถึงแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญได้เป็นคุณลักษณะของผู้ที่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.4 แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างของแบบวัดและเขียนข้อสอบตามนิยามคุณลักษณะที่ได้และกำหนดเกณฑ์การในการให้คะแนนโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเบื้องต้นด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและเกณฑ์การให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบข้อสอบใน แต่ละข้อว่าวัดได้ตรงตามคุณลักษณะย่อยที่กำหนดไว้หรือไม่ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าคุณลักษณะมีความสอดคล้องกับข้อสอบ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคุณลักษณะมีความสอดคล้องกับข้อสอบ

-1 หมายถึง แน่ใจว่าคุณลักษณะไม่สอดคล้องกับข้อสอบ

แล้วนำผลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่าแบบวัดมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

3.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาในข้อ 4 ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 คน

3.6 นำผลจากการทดสอบวิเคราะห์ความยากง่ายรายข้ออำนาจจำแนกรายข้อผลการวิเคราะห์พบว่าแบบวัดมีความยาก (p) ตั้งแต่ 0.35-0.73 และค่าอำนาจจำแนก E) ตั้งแต่ 1.00 ถึง 0.44-0.87

3.7 นำข้อสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยวิธีโลเวท (Lovett Method) ได้ความเชื่อมั่น (r) เท่ากับ 0.92

3.8 จัดพิมพ์แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียนทราบ

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ที่เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาการบวกและการลบ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อเตรียมความรู้ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เป็นเนื้อหาการบวกลบคูณหารระคน โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 จำนวน 4 ชั่วโมง และดำเนินการจัดการ

เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อีกจำนวน 1 จำนวน 4 สุดท้ายเป็นการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เป็นเนื้อหา ที่รวมทั้งโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหาร ไว้ในแผนสุดท้าย อีก 4 ชั่วโมง รวมใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมของนักเรียนพร้อมกับจดบันทึกข้อมูลลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนได้ทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปด้วย

4. หลังการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ นำมาทำการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา และแนวทางการจัดการการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

5. นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนตามจุดประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 การจัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความ

1.2 การจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ข้อมูล ในประเด็นดังต่อไปนี้

1.2.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

1.2.2 ปัญหาและอุปสรรคที่ค้นพบจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.2.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในครั้งต่อไป

โดยประเด็นเหล่านี้จะแสดงถึงความเกี่ยวข้องต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.3 การแสดงข้อมูล เป็นการใส่รหัสข้อมูล และนำข้อมูลที่มีรหัสเดียวกันมาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล

1.4 การรายงานผลการวิจัยใน 4 ขั้นตอน ได้แก่

1.4.1 ชั้นวางแผน เป็นการรายงานรายละเอียดที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1.4.2 ชั้นปฏิบัติการ เป็นการรายงานขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ชั้นระบุปัญหา ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหา ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ชั้นวางแผนแลพดำเนินการแก้ปัญหา ชั้นทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1.4.3 ชั้นสังเกต เป็นการรายงานผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการจัดระเบียบข้อมูล

1.4.4 ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นการรายงานแนวทางการปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

1.5 ตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) แบบ Resource Triangulation (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 181) ที่ได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป ได้แก่ ข้อมูลจากผู้วิจัย และผู้ร่วมสะท้อน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลประเด็นเดียวกันจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ พิจารณาถึงความสอดคล้องของข้อมูลว่ามีมากน้อยเพียงใด

2. เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) และมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมในกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพิ่มเติมด้วย โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

รวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจร แล้วรายงานผลในรูปของความเรียง เพื่อที่จะทราบถึงผลการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจร แล้วรายงานผลในรูปของและความเรียง เพื่อที่จะทราบถึงผลการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.3 ผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) แบบ Method Triangulation ที่ได้ข้อมูลจากเครื่องมือวิจัยตั้งแต่ 2 เครื่องมือขึ้นไป ได้แก่ ข้อมูลจากแบบสังเกต ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อพิจารณาถึงความสอดคล้องของข้อมูลว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่



บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารหระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารหระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารหระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิจัยเชิงคุณภาพและดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้แผนละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 โจทย์ปัญหาการคูณการหาร

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดแม่ฮ่องสอน พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชา ค14101 ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ประกอบไปด้วยปัญหา 3 ปัญหา คือ โจทย์ปัญหาการบวก การลบ โจทย์ปัญหาการคูณการหาร และโจทย์ปัญหาหระคน โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อแก้ปัญหานี้จำนวน 3 แผนได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โจทย์ปัญหาการ

คุณการหาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โจทย์ปัญหาการบวกการลบ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โจทย์ปัญหาระคนซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอน 6 ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณการหาร เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียน แต่ละกลุ่มได้เห็นถึงความสำคัญของโครงสร้างรับน้ำหนักของสิ่งต่าง ๆ เห็นถึงความสำคัญของ โครงสร้างรับน้ำหนัก จากกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้เล่าถึงสถานการณ์จากนั้น ให้นักเรียนได้ศึกษาวิธีสร้าง โครงสร้างรับน้ำหนักจากอินเตอร์เน็ต และแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันออกแบบโครงสร้างรับน้ำหนักที่ สามารถรับน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัม ใน 10 นาทีได้โดยไม่ล้ม และโครงสร้างรับน้ำหนักนั้นต้องตั้งอยู่ท่า พื้นที่ไม่เกิน 30x30 ตารางเซนติเมตรในงบไม่เกิน 300 บาท โดยให้นักเรียนออกแบบโครงสร้างรับน้ำ หลักลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนบันทึกการใช้วัสดุลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วัสดุนั้น ๆ ในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 3 จากนั้นให้นักเรียน ได้สร้างและทดลองโครงสร้างรับน้ำหนักของกลุ่มและตรวจสอบผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 4 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการปรับปรุงแก้ไขลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 5 และให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการออกแบบ การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขของกลุ่มตัวเอง ในภาษาถิ่นของตัวเอง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกการลบ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียน แต่ละกลุ่มได้เห็นปัญหาเรื่องน้ำอุปโภคบริโภคจาก VDO ที่ครูเปิดให้นักเรียนดูและครูผู้สอนพูดถึง ปัญหาเรื่องน้ำในพื้นที่ของนักเรียนที่เป็นน้ำประปาภูเขา ซึ่งบางวันก็ใสบางวันก็ไม่ใส เมื่อนักเรียนได้ เห็นถึงปัญหาแล้ว ครูผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาวิธีแก้ไขโดยศึกษาค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต เพื่อหาแนวทางวิธีแก้ไขเมื่อในชุมชน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบเครื่องกรองน้ำลงในใบ กิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนบันทึกการใช้วัสดุลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 2 พร้อมทั้ง อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วัสดุนั้น ๆ ในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 จากนั้นให้นักเรียนได้สร้าง และทดลองเครื่องกรองน้ำของกลุ่มและตรวจสอบผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 4 จากนั้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการปรับปรุงแก้ไขลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 5 และให้นักเรียนแต่ละ

กลุ่มออกมานำเสนอผลการออกแบบ การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขของกลุ่มตัวเองในภาษาถิ่นของตัวเอง

3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เห็นถึงปัญหาของการนำสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงโดยเปิด VDO ที่ให้ผู้เรียนได้เห็นว่ามีสิ่งประดิษฐ์หลาย ๆ ชิ้นที่สร้างมานั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้เนื่องจากเหตุผลหลาย ๆ อย่าง หลังจากนักเรียนได้มองเห็นถึงปัญหาแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุดูปัญหาแล้วช่วยกันแก้ปัญหาค้นคว้าแนวคิดจากอินเทอร์เน็ต จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเครื่องกรองน้ำพร้อมฐานวางให้เข้าเงื่อนไขที่วางไว้ในใบงานที่ 3 ตอนที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนบันทึกรายการใช้วัสดุลงในใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 2 พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วัสดุนั้น ๆ ในใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 3 จากนั้นให้นักเรียนได้สร้างและทดลองเครื่องกรองน้ำพร้อมฐานของกลุ่มและตรวจสอบผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 4 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนการปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 5 และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการออกแบบ การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขของกลุ่มตัวเองในภาษาถิ่นของตัวเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ขั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องโจทย์ปัญหา การคูณและการหาร โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้เรื่องนี้จำนวน 4 ชั่วโมง และประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุดูปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานและขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยครูผู้สอนจะให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน จำนวน 3 กลุ่ม โดยขั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นระบุดูปัญหา

ขั้นนี้ครูผู้สอนได้เล่าถึงความสำคัญของโครงสร้างรับน้ำหนักและปัญหาของโครงสร้างต่าง ๆ ที่ใช้รับน้ำหนักตัวอย่างเช่นโครงสร้างบ้าน โครงสร้างสะพานลอย และครูเปิด VDO เกี่ยวกับโครงสร้างให้นักเรียนดูเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของโครงสร้างรับน้ำหนักและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของโครงสร้างรับน้ำหนักและปัญหาที่พบของโครงสร้างรับน้ำหนักหลังจากนักเรียนได้ดู VDO แล้วครูผู้สอนได้เล่าถึงสถานการณ์คือเมื่อครู่มีสิ่งของที่มีน้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัมและของสิ่งนี้ไม่สามารถวางบนพื้นได้และของสิ่งนี้ต้องวางอยู่ในมุมห้องมุมหนึ่งเพื่อให้สิ่งของนี้วางอยู่ในมุมห้องนี้ได้โดยให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาดังกล่าวโดยที่แต่ละกลุ่มต้องสร้างสิ่งที่สามารถรับน้ำหนักนี้ได้เป็นเวลา 10 นาทีเป็นอย่างน้อย

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างที่เกิบบข้องกับปัญหาโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถค้นคว้าข้อมูลและปัญหาที่เกี่ยวข้องจากอินเทอร์เน็ตเพื่อนำข้อมูลและแนวคิดต่าง ๆ เตรียมออกแบบวิธีแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ เช่นวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง ความคุ้มค่าของสิ่งทีนำมาสร้างโครงสร้างรับน้ำหนัก เป็นต้น

3. ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลและแนวคิดจากขั้นที่ 2 นำมาออกแบบวิธีแก้ปัญหโดยครูผู้สอนให้ใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 ใบกิจกรรม ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่างสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนร่วมกันออกแบบ โดยจะให้ทุกคนในกลุ่มออกแบบทุกคนและหลังจากการออกแบบ จะให้แต่ละกลุ่มนำเสนองานออกแบบขึ้นตัวเองภายในกลุ่มเพื่อเลือกโครงสร้างรับน้ำหนักที่ดีที่สุดในกลุ่มและให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มตอบปัญหาในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 ด้วย

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

หลังจากนักเรียนได้ออกแบบในขั้นที่ 3 แล้ว ครูนำวัสดุอุปกรณ์นำมาวางที่โต๊ะส่วนกลางเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มโดยวัสดุนั้น ๆ จะมีราคากำกับอยู่เพื่อให้นักเรียนได้คำนวณต้นทุนที่คุ้มค่าที่สุด นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกวัสดุที่จะใช้ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 และอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วัสดุนั้น ๆ ในใบงานที่ 1 ตอนที่ 3 หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์โครงสร้างรับน้ำหนักตามแบบที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้และตอบปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ด้วย

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นทดสอบสิ่งประดิษฐ์ประเมินผลโดยให้นักเรียนนำสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มมาทดสอบโดยให้เป็นไปตามเงื่อนไขคือต้องสามารถรับน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัมไม่น้อยกว่า 10 นาทีโดยไม่ล้ม และใช้งบประมาณไม่เกิน 300 บาท หลังจากทดสอบสิ่งประดิษฐ์และให้นักเรียนประเมินผลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 4 จากนั้นหาวิธีแก้ไขสิ่งประดิษฐ์ในประเด็นต่าง ๆ บันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 5 หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาสิ่งประดิษฐ์อีกครั้ง และทดสอบ ประเมินผลอีกครั้งลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 4

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

นักเรียนนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ที่แต่ละกลุ่มได้สร้างขึ้นพร้อมอภิปรายผลการทดลองทั้งสองรอบโดยการนำเสนอความแตกต่างของผลการทดลองของแต่ละรอบและวิธีแก้ปัญหามาจากการทดลองครั้งแรกที่นำไปแก้ปัญหาล้างประดิษฐ์ก่อนที่จะทดลองครั้งที่สองและการนำเสนอปัญหาที่ตั้งไว้ในใบงานด้วย โดยการนำเสนอครั้งนี้เป็นการนำเสนอเป็นภาษาถิ่นทั้งหมดโดยมีครูและนักเรียนที่รู้ภาษาถิ่นเป็นผู้แปลภาษาให้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สังเกตการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ช่วยกันสังเกตและจดบันทึกลงในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ผลการสังเกตดังต่อไปนี้

1. ชั้นระบุปัญหา

ผู้สอนได้ถามผู้เรียนเกี่ยวกับอาคารเรียน โดยถามผู้เรียนว่า “นักเรียนรู้ไหมว่าอาคารเรียนที่เราเรียนทุกวันนี้ทำไมถึงไม่ล้มง่าย ๆ” โดยนักเรียนได้ตอบคำถามนี้ เช่น “มันแข็งแรง มันสร้างมาจากปูน” เป็นต้น หลังจากถามคำถามแรก ครูผู้สอนเปิด VDO เกี่ยวกับโครงสร้างรับน้ำหนักเกี่ยวกับแทงค์น้ำให้ผู้เรียนดู เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของโครงสร้างรับน้ำหนัก แล้วถามนักเรียนว่า “ทำไมเสาแทงค์น้ำถึงรับน้ำหนักของแทงค์ที่มีน้ำหนักมากกว่าได้” คำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า เสาที่มีความแข็งแรงมาก ซึ่งยังไม่ตรงกับปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างรับน้ำหนัก หลังจากตอบคำถามแล้ว ครูผู้สอนได้ให้ปัญหาแก่ผู้เรียนว่า ถ้าครูต้องการนำวัตถุที่มีน้ำหนัก 2 กิโลกรัม วางสูงจากพื้นอย่างน้อย 10 เซนติเมตร โดยไม่ล้มเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที จากผู้สอนได้ให้ปัญหาสถานการณ์นี้ไปนักเรียนหลายคนเริ่มพูดเกี่ยวกับวิธีที่จะสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อรับน้ำหนักในวิธีต่าง ๆ โดยยังไม่ได้คำนึงถึงวัสดุที่ต้องใช้ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า ในกระบวนการนี้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์ได้ โดยนักเรียนได้มีการใช้ความคิดเชื่อมโยงจากสถานการณ์จริงเข้ากับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จากการสังเกตของผู้ร่วมสังเกต พบว่าผู้เรียนยังไม่สามารถเข้าใจถึงปัญหาจากปัญหาสถานการณ์ที่โยงเข้ากับปัญหาสถานการณ์ได้จากขั้นตอนนี้ เนื่องจากก่อนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนไม่ได้อธิบายขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถระบุประเด็นที่เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ได้

2. ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ผู้วิจัยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้รวบรวมปัญหาจากขั้นตอนที่ 1 และแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยให้ผู้เรียนได้สืบค้นแนวคิดในการแก้ปัญหาจากอินเทอร์เน็ตและบันทึกลงในสมุดของผู้เรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้เตรียมออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหา โดยผู้สังเกตพบว่า นักเรียนยังคงไม่เข้าใจว่าจะค้นหาอะไร ไม่ทราบว่าจะต้องค้นหาอะไร เนื่องจากผู้สอนไม่ได้บอกแนวทางของการค้นหาแนวคิดของปัญหา

ผู้ร่วมสังเกตได้ให้ความเห็นในขั้นนี้ว่า ในขั้นนี้ผู้เรียนไม่สามารถค้นหาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ เนื่องจากผู้เรียนไม่มีแนวทางในการค้นหา ปัญหานี้เกิดจากครูผู้สอนไม่ได้ให้แนวทางในการค้นหาให้แก่ผู้เรียน จึงทำให้ขั้นตอนนี้ใช้เวลามากกว่าที่ตั้งไว้

3. ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

จากการสังเกตของผู้วิจัย ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยให้ผู้เรียนทุกคนได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงไปใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 พบว่าผู้เรียนยังมาสามารถนำแนวคิดจากการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาจากขั้นตอนที่ 2 มาใช้ประโยชน์ได้ และยังไม่สามารถนำขั้นตอนของการออกแบบนี้เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณการหารได้ เนื่องด้วยขั้นตอนนี้ยังเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ต่อผู้เรียนซึ่งผู้เรียนยังไม่เคยชินกับแนวทางการเรียนรู้ในรูปแบบนี้

ผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นในขั้นตอนนี้ว่า ขั้นตอนในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของขั้นนี้ ผู้เรียนไม่สามารถนำแนวคิดมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากในขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนไม่สามารถนำคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับปัญหาและข้อมูลที่ผู้เรียนหามาได้ ควรให้ผู้สอนกระตุ้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยการตั้งคำถามเกี่ยวกับการรับน้ำหนัก และเมื่อนำสิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบไว้มาใช้จริงจะรับน้ำหนักได้หรือไม่อย่างไร

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องวางแผนการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบไว้ โดยที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้โหวตเลือกใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 เพื่อเลือกแบบร่างที่คิดว่าดีที่สุดของแต่ละกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนในกลุ่มได้ร่วมกันคิดวางแผนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ได้เลือกแบบไว้ให้เป็นไปตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ โดยที่ผู้วิจัยได้สังเกตพบว่า ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาโดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามที่ได้ออกแบบไว้นั้น เกิดปัญหาเกี่ยวกับการประกอบสิ่งประดิษฐ์ของผู้เรียน สิ่งประดิษฐ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมานั้นตั้งไม่ได้

ผู้ร่วมสังเกตได้ให้ความเห็นว่า ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนยังไม่สามารถนำแบบแผนในขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหามาใช้ในขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์การประดิษฐ์หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ในลักษณะนี้ และผู้เรียนยังไม่สามารถความรู้เกี่ยวกับการสร้างสิ่งประดิษฐ์มาเชื่อมโยงกันโจทย์ปัญหาการคูณการหารได้

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนของการทดสอบ และประเมินผลสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่ม โดยผู้สอนได้เห็นในขั้นนี้ ผู้เรียนยังไม่สามารถบอกปัญหาของสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่มตัวเองได้ ว่าเกิดปัญหาอะไร และจะแก้ปัญหายังไง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ มองว่าเกิดจากที่ผู้เรียนยังไม่สามารถคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจถึงปัญหาได้

ผู้ร่วมสังเกต ได้ให้ความเห็นในขั้นตอนนี้ว่า ในขั้นของการทดสอบนั้น ผู้เรียนได้นำสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มมาทดสอบ และผลการทดสอบนั้น ผู้เรียนต้องเขียนปัญหาและวิธีการ

แก้ปัญหาให้ได้ แต่ปัญหาที่พบจากการสังเกตคือผู้เรียนแก้ไขสิ่งประดิษฐ์ แต่สิ่งประดิษฐ์นั้น ก็ยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน และยังไม่ได้ใช้คณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา

6. ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

การนำเสนอชิ้นนี้ ผู้เรียนยังไม่เข้าใจในกิจกรรมมากนัก โดยผู้เรียนได้ออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตัวเอง และการนำเสนอในครั้งนี้ ผู้เรียนยังไม่กล้าที่จะใช้ภาษาถิ่นในการนำเสนอ

ผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่า ผู้เรียนยังไม่ได้นำภาษาถิ่น ที่ผู้สอนได้วางแผนและบอกแนวทางการนำเสนอไว้มาใช้ในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อน (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้รวบรวมจากขั้นตอนจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้โดยผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาของคน ของนักเรียนกลุ่มพัฒนาธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีผลสะท้อนแสดงตามตาราง 15

ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน ในการจัดการ

เรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นระบุปัญหา	ผู้วิจัยไม่ได้อธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจถึงปัญหาที่ครูเสนอและไม่สามารถโยงเข้ากับคณิตศาสตร์ได้	ผู้วิจัยบอกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจว่าในแต่ละขั้นนักเรียนต้องทำอะไรบ้าง
	นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาได้	ผู้วิจัยต้องเรียงลำดับขั้นตอนในการนำเสนอปัญหาให้ผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนได้เห็นปัญหาที่เป็นปัญหาใหญ่แล้วค่อยๆ ลงมาเป็นปัญหาเฉพาะเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหาที่ครูจะให้ผู้เรียนแก้
ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	ผู้เรียนไม่มีแนวทางในการค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ต	ผู้สอนแนะนำก่อนที่จะให้ผู้เรียนค้นคว้าหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและการรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นให้ผู้สอนยกตัวอย่างและค้นคว้าหาข้อมูลเป็นตัวอย่างให้ผู้เรียนด้วย

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา	ผู้เรียนยังไม่สามารถนำข้อมูลและแนวคิดของปัญหาที่รวบรวมมาใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้	ผู้สอนแนะนำและยกตัวอย่างการนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลและแนวคิดมาช่วยในการแก้ปัญหา
	ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงปัญหากับการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้	ผู้สอนอธิบายถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น
ขั้นวางแผน และ ดำเนินการ แก้ปัญหา	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหา ยังไม่สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์โครงสร้างรับน้ำหนักได้ตามแผนที่วางไว้	ให้ผู้เรียนกลับไปหาข้อมูลและปรึกษากันในกลุ่มอีกครั้งเพื่อหาวิธีแก้ปัญหานี้
ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	ผู้เรียนไม่สามารถบอกปัญหาของโครงสร้างรับน้ำหนักที่ผู้เรียนได้สร้างไว้ได้ จึงทำให้ผู้เรียนไม่ทราบว่าต้องแก้ปัญหอย่างไร	ผู้สอนควรกระตุ้นด้วยคำถามให้ ผู้เรียน เล็งเห็น ข้อผิดพลาดของ สิ่งประดิษฐ์ของกลุ่ม
ขั้นนำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	ผู้เรียนไม่มีความมั่นใจในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นภาษาถิ่นของผู้เรียน	ผู้สอนควรอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจว่า ขั้นตอนการทำการกิจกรรมนี้เพื่อให้ผู้เรียน เข้าใจนั้น ต้องมาจากภาษาที่นักเรียน เข้าใจก่อน

จากตารางที่ 15 เป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่ม พหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรถวายปฏิบัติที่ 2 โจทย์ปัญหาการบวกการลบ

จากผลสะท้อนการปฏิบัติในวงจรถวายปฏิบัติที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นถึงแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากผลการสะท้อนการดำเนินการตามวงจรถวายปฏิบัติที่ 1 มาทำการพิจารณาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จากการจัดการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกการลบ ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ผู้สอนได้วางแผนในการแนะนำเพื่อที่เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน โดยการเรียบเรียงลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนในการระบุปัญหาของนักเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้สอนเตรียมการอธิบายการให้นำแนะนำก่อนที่จะให้ผู้เรียนค้นคว้าหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและการรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นให้ผู้สอนยกตัวอย่างและค้นคว้าหาข้อมูลเป็นตัวอย่างให้ผู้เรียน ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนแนะนำและยกตัวอย่างการนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลและแนวคิดมาช่วยในการแก้ปัญหาและอธิบายถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาผู้สอนแนะนำและยกตัวอย่างการนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลและแนวคิดมาช่วยในการแก้ปัญหาและผู้สอนอธิบายถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้สอนวางแผนกระตุ้นด้วยคำถามให้ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตเห็นข้อผิดพลาดของสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่ม และขั้นที่ 6 ผู้สอนควรอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจว่าขั้นตอนการทำงานนี้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจนั้น ต้องมาจากภาษาที่นักเรียนเข้าใจก่อน และนำมาปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกการลบ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

1. ขั้นระบุปัญหา

ขั้นนี้ครูผู้สอนได้เล่าถึงความสำคัญของน้ำที่มนุษย์ใช้ในโลกรทั้งน้ำใช้อุปโภคและน้ำสำหรับบริโภค หลังจากนั้นถามนักเรียนว่า “ที่บ้านนักเรียนใช้น้ำอะไรในการอุปโภคบริโภค” เนื่องจากในพื้นที่ ๆ บ้านผู้เรียนอยู่อาศัยเป็นพื้นที่ซึ่งมีลักษณะภูมิศาสตร์เป็นภูเขา ดังนั้นจึงไม่มีการประปาส่วนส่วนภูมิภาค หรือแม้กระทั่งประปาในหมู่บ้าน ซึ่งน้ำทั้งหมดที่บ้านของผู้เรียนใช้นั้นมี 2 คือน้ำฝน และ ประปาภูเขา ซึ่งน้ำประปาภูเขา บางวันก็ใส บางวันก็ไม่ใสเนื่องด้วยประปาภูเขาต้องต่อน้ำมาจากต้นน้ำหรือลำธารเล็ก ๆ ในป่า ทำให้นักเรียนได้เข้าถึงปัญหาที่นักเรียนพบเจอเป็นประจำอยู่แล้ว หลังจากให้ผู้เรียนได้เห็นถึงปัญหาที่ใกล้ตัว ครูเปิด VDO เรื่อง วิถีการใช้น้ำในประเทศไทย กับ

การใช้น้ำในภาคครัวเรือนครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของการขาดแคลนน้ำบริโภคที่ตามมานั้นมีอะไรบ้างและหาแนวทางในการแก้ปัญหา ครูเปิด VDO เรื่องสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมเครื่องกรองน้ำ <https://www.youtube.com/watch?v=-zsFEQUKIUU> ให้นักเรียนได้ดู เพื่อเป็นแนวทางในการ ต่อยอดการสร้างนวัตกรรมในการแก้ปัญหาบริโภค

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาการขาดแคลนน้ำบริโภคผ่านกระบวนการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตด้วยตนเองโดยผู้สอนแนะนำก่อนที่จะให้ผู้เรียนค้นคว้าหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและการรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นให้ผู้สอนยกตัวอย่างและค้นคว้าหาข้อมูลเป็นตัวอย่างให้ผู้เรียน และให้นักเรียนสังเกตสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเป็นการเอาตัวรอดหรือเป็นตัวช่วยในการอำนวยความสะดวกในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งให้นักเรียนมาอภิปรายร่วมกับครูหน้าชั้นเรียน ว่าในเหตุการณ์ที่นักเรียนศึกษามานั้น สิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นมีลักษณะอย่างไร ใช้วัสดุอะไรในการประดิษฐ์ มีรูปทรงเป็นอย่างไรและครูบอกนักเรียนในส่วนของบทเรียนวันนี้จะเป็นการสร้างเครื่องกรองน้ำให้สามารถกรองน้ำได้ โดยครูนำวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเรียนการสอนครั้งนี้มาวางบนโต๊ะ เพื่อให้ นักเรียนศึกษาลักษณะของวัสดุอุปกรณ์ คุณสมบัติของวัสดุ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องกรองน้ำ

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นนี้ผู้สอนกำหนดวัสดุอุปกรณ์และราคาในการสร้างเครื่องกรองน้ำเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะสามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์ได้ตามต้องการแต่จะมีการจำกัดปริมาณสิ่งของโดยนักเรียนจะต้องจดบันทึกรายการวัสดุลงในใบรายการวัสดุหลังจากนั้นให้ผู้เรียนเขียนร่างแบบเครื่องกรองน้ำของตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1 โดยที่ผู้สอนแนะนำและยกตัวอย่างการนำข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลและแนวคิดมาช่วยในการแก้ปัญหาและอธิบายถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

หลังจากนักเรียนได้ออกแบบในขั้นที่ 3 แล้ว ครูนำวัสดุอุปกรณ์นำมาวางที่โต๊ะส่วนกลาง เพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มโดยวัสดุ นั้น ๆ จะมีราคากำกัอยู่ เพื่อให้ นักเรียนได้คำนวณต้นทุนที่คุ้มค่าที่สุด นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกวัสดุที่จะใช้ลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 2 และอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วัสดุ นั้น ๆ ในใบงานที่ 2 ตอนที่ 3 หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์โครงสร้างรับน้ำหนักตามแบบที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้ และตอบปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 2 ด้วย

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นทดสอบสิ่งประดิษฐ์ประเมินผลโดยให้ผู้เรียนนำสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มมาทดสอบ โดยให้เป็นไปตามเงื่อนไข 1. น้ำใสสะอาด 2. เวลาในการกรองน้ำ 1 ลิตรต้องไม่เกิน 5 นาทีผู้เรียนทำ

การทดสอบฐานเครื่องกรองน้ำที่ประกอบขึ้นด้วยตัวเองโดยมีเงื่อนไขคือ 1.สามารถกรองน้ำให้ใสโดยภายใน 5 นาทีต้องสามารถกรองน้ำได้อย่างน้อย 1 ลิตร 2. ใช้งบประมาณในการใช้วัสดุไม่เกิน ๒๐๐ บาท พร้อมสังเกตและบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ 2 และในกรณีที่เงื่อนไขใดไม่ผ่านการทดสอบ ให้ผู้เรียนปรับปรุงและหาแนวทางแก้ไขและบันทึกลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 4 โคนในระหว่างขั้นตอนการหาปัญหาของผู้เรียนผู้สอนควรกระตุ้นด้วยคำถามให้ เพื่อให้ผู้เรียนเล็งเห็นข้อผิดพลาดของสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่ม

6. ช้่นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ผู้เรียนออกมานำเสนอชิ้นงานและผลการทดลอง ว่าของแต่ละกลุ่มที่ได้ออกมานำเสนอนั้นมีความสามารถในการกรองน้ำได้สะอาดแค่ไหนโดยมีเงื่อนไขคือ 1.น้ำใสสะอาด 2.เวลาในการกรองน้ำ 1 ลิตรต้องไม่เกิน 5 นาที โดยการนำเสนอเป็นภาษาถิ่นของผู้เรียน และก่อนจะให้ผู้เรียนนำเสนอผู้สอนควรอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจว่าขั้นตอนการทำกิจกรรมนี้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจนั้น ต้องมาจากภาษาที่นักเรียนเข้าใจก่อน จากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาที่พบและนำเสนอวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับลักษณะของเครื่องกรองน้ำ ที่สามารถกรองน้ำได้สะอาด

ขั้นที่ 3 ชั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ช่วยกันสังเกตและจดบันทึกเครื่องมือที่ใช้คือ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยได้ผลดังต่อไปนี้

1. ชั้นระบุปัญหา

ในกระบวนการนี้ผู้สอนได้ตั้งคำถามให้แก่ผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของน้ำและตั้งคำถามเรื่องน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคในระดับครัวเรือนของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเห็นถึงปัญหาแล้ว ผู้สอนได้เปิด VDO ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญเกี่ยวกับน้ำ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของการขาดแคลนน้ำบริโภคที่ตามมานั้นมีอะไรบ้างและหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้นทำให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปด้วยความราบรื่น นักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ ได้ให้ความเห็นว่า การจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ขั้นที่ 1 มีความราบรื่นมากยิ่งขึ้น กิจกรรมที่ทำส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าใจปัญหาและสามารถระบุประเด็นปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และจากกิจกรรมที่เข้าใจง่ายทำให้ผู้เรียนไม่อ่อน มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนคนอื่น และผู้สอนมากขึ้น แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงปัญหาเข้ากับคณิตศาสตร์ได้

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในกระบวนการนี้ ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่นักเรียนพบโดยที่ผู้สอนได้แนะนำแนวทางการค้นคว้าหาข้อมูลและทำเป็นตัวอย่างให้ผู้เรียน หลังจากผู้เรียนแต่ละกลุ่มแยกย้ายกันค้นคว้าในอินเทอร์เน็ต ผู้สอนเห็นว่าผู้เรียนเริ่มมีแนวทางในการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลมากขึ้นแต่ปัญหาที่เห็นได้เพิ่มเติมจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ก็คือผู้เรียนใช้การค้นคว้าแบบเดิม ผู้เรียนยังไม่สามารถค้นคว้าหาข้อมูลในเว็บไซต์อื่น ๆ ได้

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ให้ความเห็นในขั้นนี้ว่า การค้นคว้าในขั้นนี้หลังจากที่ผู้สอนได้ให้คำแนะนำและแนวทางการค้นคว้าหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลได้ดีมากขึ้นและสามารถข้อมูลได้ตรงประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากขึ้น แต่ยังพบปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลที่ผู้เรียนค้นคว้ามา ซึ่งข้อมูลที่ผู้เรียนค้นคว้ามานั้นยังมีไม่มากเท่าที่ควรเมื่อเทียบับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นออกแบบวิธีแก้ปัญหา หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้วทำให้ผู้เรียนโดยผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลที่ผู้เรียนได้ค้นคว้ามานั้นเป็นแนวทางในการออกแบบวิธีแก้ปัญหาได้โดยผู้เรียนสามารถเลือกใช้วัสดุและให้เหตุผลในการเลือกวัสดุได้ดี แต่ยังไม่สามารถตอบปัญหาเกี่ยวกับปริมาณที่ต้องใช้ได้ เนื่องจากขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาผู้เรียนต้องออกแบบสิ่งประดิษฐ์โดยการร่างลงในใบกิจกรรมก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามท้ายใบงานที่ 2 ตอนที่ 1 ได้

ขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้ร่วมสังเกตการณ์ได้ให้ความเห็นว่า ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้รวบรวมมา เป็นแนวทางในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่าในวงจรปฏิบัติที่ 1

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นนี้ ผู้เรียนมีแนวทางในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น โดยที่ผู้เรียนสามารถวางแผนในการแก้ปัญหาเป็นได้ และคัดเลือกแบบที่ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มได้ร่างไว้ในขั้นตอนที่ผ่านมาได้ดี ผู้เรียนวางแผนแบ่งหน้าที่กันเพื่อหาวัสดุอุปกรณ์ทั้งวัสดุที่ต้องหาเองตามธรรมชาติ และวัสดุที่ต้องใช้จากผู้สอนเตรียมให้ หลังจากผู้เรียนได้เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มช่วยกันประดิษฐ์อุปกรณ์ที่นำมาแก้ปัญหามาตามแต่ละกลุ่มได้แบ่งหน้าที่กันไว้ ในขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องตอบปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1 นั้น ผู้เรียนสามารถตอบปัญหาได้ดี

ในขั้นตอนนี้ ผู้ร่วมสังเกตการณ์ เห็นว่าผู้เรียนสามารถนำแบบร่างที่ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มร่างขึ้นมา เพื่อเป็นตัวเลือกภายในกลุ่มผู้เรียนสามารถนำเสนอชิ้นงานของตัวเองภายในกลุ่มได้ดีพร้อมทั้งสามารถบอกวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้มีอะไรบ้างได้

5. ขั้นตอนสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นตอนสอบ ประเมินผล ผู้สอนเห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างและออกแบบมานั้น ตรงกับแบบที่ได้ออกแบบไว้ทำให้ผลการทดสอบการกรองน้ำ สามารถกรองน้ำได้ แต่ปัญหาที่ผู้เรียนได้พบคือ การกรองน้ำของผู้เรียนนั้น กรองน้ำได้ช้า และน้ำที่กรองได้ ยังไม่สะอาดพอที่สามารถนำไปบริโภคได้ ซึ่งขั้นนี้ ผู้เรียนได้เขียนปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมได้ดี และขั้นนี้ผู้สอนเห็นว่าขั้นการทดลองใช้เวลาในการทดลองและแก้ไขปัญหามากเกินไปที่กำหนดไว้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทัน

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ ให้ความเห็นว่า ผู้เรียนได้นำสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหานั้น ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ตามเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ และการแก้ปัญหาค้างนี้ ผู้สอนควรให้คำแนะนำผู้เรียน และให้คำตอบกับผู้เรียนหลังจากทดสอบเสร็จว่าทำไมน้ำที่กรองออกมานั้นยังไม่ใสพอที่จะดื่มได้

6. ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ขั้นสุดท้าย ผู้สอนเห็นว่าการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนสามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ดี ซึ่งผู้เรียนสามารถนำคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาของสิ่งประดิษฐ์ได้ดี โดยที่ผู้เรียนตอบปัญหาเกี่ยวกับเวลาในการกรองน้ำว่า ถ้าต้องการกรองน้ำให้ไหลได้เร็ว สิ่งประดิษฐ์นั้นต้องเปลี่ยนขนาดให้ใหญ่ขึ้น โดยอาจเปลี่ยนจากขวดน้ำเป็นถึงน้ำก็ได้ และถ้าต้องการให้น้ำที่กรองสะอาดมากกว่านี้วิธีแก้ปัญหาคือการเพิ่มชั้นกรองให้หนามากขึ้น อีกประเด็นที่ผู้สอนสังเกตคือภาษาที่ผู้เรียนนำเสนอผู้เรียนสามารถนำเสนอเป็นภาษาถิ่นได้แต่ในการนำเสนอผู้เรียนยังไม่พูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหามากนัก

ผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่า ชี้นำเสนอผู้เรียนออกมานำเสนอได้ดีมากขึ้น โดยที่ผู้เรียนนำเสนอในภาษาท้องถิ่นได้ดี แต่ผู้เรียนยังไม่สามารถนำภาษาถิ่นของผู้เรียนสื่อถึงภาษาทางคณิตศาสตร์มากเท่าที่ควร

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นสังเกตการณ์ จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้โดยผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการสะท้อนแสดงดังตาราง 16

ตาราง 15 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นระบุปัญหา	ผู้เรียนไม่สามารถนำปัญหาที่ครูเสนอ เชื่อมโยงเข้ากับคณิตศาสตร์ได้	ผู้วิจัยควรอธิบายให้ชัดเจนมากขึ้น เกี่ยวกับปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ นำปัญหาดังกล่าว เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์
ขั้นรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	ผู้เรียนใช้การค้นคว้าแบบเดิมที่ เหมือนกับผู้สอนยกตัวอย่างให้	ผู้สอนแนะนำก่อนที่จะให้ผู้เรียนค้นคว้า หาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและการรวบรวม ข้อมูล ว่าการค้นคว้าหาข้อมูลนั้นมีมาก ในโลกของอินเทอร์เน็ต และลองให้ ผู้เรียนนั้น ค้นคว้าในเว็บไซต์อื่น ๆ บ้าง
ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ผู้เรียนไม่สามารถตอบปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาณที่ต้องใช้ได้	ถามผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นที่ผู้เรียน ค้นคว้าอยู่ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้า ข้อมูลให้มากขึ้น
ขั้นวางแผน และ ดำเนินการ แก้ปัญหา	ผู้เรียนไม่สามารถตอบปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาณที่ต้องใช้ได้	ผู้สอนยกตัวอย่างน้ำหนักของวัสดุต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เห็น ที่ทำให้ผู้เรียนได้ ประเมินการใช้วัสดุแต่ละชนิดได้
ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	เวลาในขั้นตอนแก้ไขปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ของผู้เรียน ไม่เหมาะสม	กระตุ้นการทำงานของผู้เรียนให้เร็วขึ้น ไม่ยืดเยื้อ เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปตาม แผนในแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
<p>ขั้นนำเสนอ</p> <p>วิธีการ</p> <p>แก้ปัญหา ผล</p> <p>การแก้ปัญหา</p> <p>หรือชิ้นงาน</p>	<p>ภาษาถิ่นที่ผู้เรียนใช้ในการนำเสนอยังไม่</p> <p>สื่อถึงภาษาทางคณิตศาสตร์เท่าที่ควร</p>	<p>ผู้สอนควรตั้งคำถามระหว่างผู้เรียน</p> <p>นำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงภาษา</p> <p>ที่ใช้ นำเสนอให้สื่อถึงภาษาทาง</p> <p>คณิตศาสตร์มากขึ้น</p>

จากตารางที่ 16 เป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 โจทย์ปัญหาระคน

จากผลสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นถึงแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากผลสะท้อนกิจกรรมที่ดำเนินการในวงจรที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก การลบ มาปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 คือ ในขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ผู้วิจัยควรอธิบายให้ชัดเจนมากขึ้น เกี่ยวกับปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำปัญหาดังกล่าวเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์เพื่อผู้เรียนสามารถนำคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับปัญหาได้ ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยผู้สอนเตรียมการผู้สอนแนะนำก่อนที่จะให้ผู้เรียนค้นคว้าหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและการรวบรวมข้อมูล ว่าการค้นคว้าหาข้อมูลนั้นมีมากในโลกของอินเทอร์เน็ต และลองให้ผู้เรียนนั้น ค้นคว้าในเว็บไซต์อื่น ๆ และเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และค้นคว้าข้อมูลให้มากขึ้น ขั้นตอนที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยขั้นนี้ผู้สอนต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาให้ผู้เรียนได้สัมผัส เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการออกแบบได้ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ไขปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนและผู้เรียนทำเนิกรกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้ดีตั้งนั้นในขั้นนี้ ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาระคน ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยขั้นนี้ผู้สอนต้องกระตุ้นการทำงานของนักเรียนให้เร็วขึ้นไม่ยืดเยื้อ เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปตามแผนในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ทันตามเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอวิธีการ

แก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยผู้สอนเตรียมคำถามเพื่อถามผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงภาษาที่ใช้นำเสนอให้สื่อถึงภาษาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น และนำมาปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

จากการวางแผนโดยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 มาปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

ผู้สอนเล่าถึงปัญหาน้ำใช้ในครัวเรื่องของผู้เรียนแต่เมื่อผู้เรียนนั้นสามารถแก้ไขปัญหารีเรื่องน้ำที่ไม่สะอาดได้แล้ว และเมื่อผู้เรียนจะนำเครื่องกรองน้ำไปใช้ในบ้านผู้เรียนจะทำอย่างไร หลังจากนั้นผู้สอนได้นำขวดน้ำมาวางบนโต๊ะ และถามนักเรียนว่า “ถ้าขวดน้ำขวดนี้เปรียบเป็นเครื่องกรองน้ำ ครูต้องการนำเครื่องกรองน้ำขึ้นไปใช้ในห้องหรือในบ้านครู ครูจะอย่างไรกับเครื่องกรองน้ำ” และถ้าครูต้องการที่จะนำเครื่องกรองน้ำไปใช้จริงครูควรทำอย่างไร โดยเตรียมการอธิบายปัญหานี้ให้ชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำปัญหาดังกล่าวเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ได้ โดยผู้สอนได้กำหนดเกณฑ์ ขนาดของพื้นที่ ให้ผู้เรียน

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ศึกษาหาข้อมูล หาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยผู้สอนไม่บังคับผู้เรียนว่าต้องหาในอินเทอร์เน็ตเท่านั้น ผู้เรียนสามารถหาข้อมูลได้โดยวิธีอื่น ๆ เช่น สามารถถามผู้รู้ หรือศึกษาตามหนังสือได้ และกระตุ้นผู้เรียนให้หาข้อมูลมากขึ้นโดยการตั้งคำถาม ให้ผู้เรียนสงสัยและให้ผู้เรียนหาข้อมูลเพิ่มเติมให้ได้มากที่สุด

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง โดยผู้สอนเตรียมวัสดุอุปกรณ์พร้อมแสดงราคาให้ผู้เรียน โดยผู้เรียนต้องเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ผู้สอนเตรียมให้เท่านั้น และการออกแบบผู้เรียนต้องเขียนบอกว่า ต้องใช้อะไรบ้าง แต่ละอย่างใช้เท่าไร ราคารวมต้องไม่เกิน 20 บาท ลงในใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 1 พร้อมตอบปัญหาในใบกิจกรรม

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มวางแผนในการแก้ปัญหา โดยแต่ละกลุ่มต้องเลือกแบบร่างจากขั้นตอนที่ 3 มากลุ่มละ 1 แบบเพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ มีวิธีการเลือกโดยให้แต่ละคน

ในกลุ่มอธิบายหลักการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ของตัวเอง หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้วางแผนและเลือกแบบร่างเพื่อเป็นต้นแบบในการแก้ปัญหา ให้แต่ละกลุ่มเริ่มดำเนินการแก้ปัญหาสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อให้เป็นไปตามแบบที่ร่างไว้

5. ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นการทดสอบ ผู้เรียนทดสอบสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่ม โดยมีเงื่อนไขคือ ฐานเครื่องกรองน้ำนั้น ต้องสามารถตั้งในพื้นที่ 15x15 เซนติเมตรได้ และสามารถรับน้ำหนักของเครื่องกรองน้ำ 5 กิโลกรัมได้โดยไม่ล้มเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที และเครื่องกรองน้ำต้องสามารถกรองน้ำได้ 1 ลิตรไม่เกิน 5 นาที หลังจากทดสอบแล้วให้ผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตัวเอง โดยผู้เรียนต้องเขียนปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 5 และดำเนินการแก้ปัญหาชิ้นงานอีกครั้ง

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ในกระบวนการสุดท้ายนี้ หลังจากที่ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้ปรับปรุงแก้ไขปัญหาชิ้นงานของตัวเองแต่ละกลุ่มแล้ว ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมาแนะนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตัวเอง ขั้นตอนการประดิษฐ์ รวมทั้งนำเสนอปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว หลังจากผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอขั้นตอน ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการ หรือแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ว่าถ้าต้องการจะสร้างให้ใช้ในครัวเรือนได้จริงต้องขยายตัวต้นแบบให้ใหญ่ขึ้น ต้องทำอย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพัฒนาธรรมชาติผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ช่วยกันสังเกตและจดบันทึกเครื่องมือที่ใช้คือ แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยได้ผลดังต่อไปนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

ในกระบวนการนี้ ผู้สอนได้เล่าถึงปัญหาการในการนำชิ้นงานไปใช้ในชีวิตประจำวัน จากนั้นผู้สอนนำขวดน้ำมาวางบนโต๊ะ แล้วตั้งคำถามให้กับผู้เรียน เกี่ยวกับการนำสิ่งประดิษฐ์ไปใช้ในชีวิตประจำวันโดยตั้งคำถามกับผู้เรียนว่า “ถ้าขวดน้ำขวดนี้เปรียบเป็นเครื่องกรองน้ำ ครูต้องการนำเครื่องกรองน้ำชิ้นนี้ไปใช้ในห้องหรือในบ้านครู ครูจะอย่างไรกับเครื่องกรองน้ำ” ผู้เรียนตอบปัญหาดังกล่าว เช่น “นำไปห้องกับผนัง” “ทำขาตั้งใส่” เป็นต้น จากนั้นผู้สอนตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงปัญหาดังกล่าวกับคณิตศาสตร์โดยการถามผู้เรียนว่า “ถ้าต้องการให้การกรองน้ำเร็วขึ้นจะสามารถทำอย่างไรได้บ้าง และมีวิธีการทำอย่างไร” ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสร้างการเชื่อมโยงระหว่าง

ปัญหาและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นทำให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปด้วยความราบรื่น นักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ สังเกตว่า การจัดการเรียนรู้อาบริ่นมากขึ้น กิจกรรมสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าใจปัญหาและสามารถเชื่อมโยงกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถระบุปัญหาได้ แต่กิจกรรมในการจัดการเรียนรู้อย่างคงเป็นกระบวนการเดิม ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนบางส่วนไม่ให้ความร่วมมือในกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในชั้นตอนนี้

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในกระบวนการนี้ ผู้สอนให้ผู้เรียนค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ได้ แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังใช้การค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต จากการสอบถามผู้เรียนถึงเหตุผลที่ไม่ไปค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งอื่น คือการค้นคว้าหาข้อมูลจากในแหล่งข้อมูลในอินเทอร์เน็ตนั้น สะดวกและง่ายก็การค้นคว้า ครูผู้สอนได้กระตุ้นผู้เรียนหาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยการตั้งคำถามให้ผู้เรียนเรื่อย ๆ จึงทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้มากขึ้นและตรงประเด็น

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ ได้ให้ความเห็นว่า ผู้สอนได้กระตุ้นผู้เรียนโดยการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทำให้ ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองได้ดีมากขึ้น และข้อมูลที่หามาได้เกี่ยวข้องกับปัญหามากขึ้น การจัดการเรียนรู้อาบริ่นในชั้นนี้ราบรื่นมากขึ้น

3. ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม โดยผู้สอนได้กำหนดวัสดุอุปกรณ์ให้ผู้เรียน โดยที่วัสดุมีอย่างจำกัด และมีราคากำกับทุกชิ้น ขั้นนี้ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มต้องออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของตนเองโดยเลือกใช้วัสดุที่มีอย่างจำกัดและคุ้มค่า หลังจากที่ผู้เรียนได้ออกแบบแล้วบางชิ้นงานผู้เรียนออกแบบมาได้ไม่ดีพอ

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ ให้ความเห็นในขั้นนี้ว่า ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่หามาได้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือการสร้างชิ้นงานขั้นนี้ผู้เรียนสามารถบอกส่วนประกอบและวัสดุที่ต้องใช้ได้ดี

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นนี้ผู้สอนให้ผู้เรียนได้วางแผนเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา โดยการให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้วางแผนการแก้ปัญหาด้วยการแบ่งหน้าที่ของแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งจากการสังเกต ผู้เรียนที่มีหน้าที่ต่างๆ ในกลุ่มสามารถทำหน้าที่ของตัวเองได้ดี และในขั้นการสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานผู้เรียนทุก

คนในกลุ่มสามารถทำหน้าที่ของตัวเองได้ดี แต่การสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานนั้นผู้เรียนที่รับหน้าที่การสร้างชิ้นงานหรือประกอบชิ้นงานยังติดขัดเรื่องการประกอบในส่วนของข้อต่อตามส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานโดยผู้สอนได้แนะนำวิธีการและยกตัวอย่างการสร้างประดิษฐ์ให้ผู้เรียน

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ ให้ความเห็นในขั้นนี้ว่า ผู้เรียนสามารถทำหน้าที่ของตัวเองได้ดี ทำให้ชิ้นวางแผน และการดำเนินการสร้างชิ้นงานราบรื่น ซึ่งปัญหาที่พบมีไม่มาก ตัวอย่างปัญหาที่พบบ่อยเป็นปัญหาในขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เช่นการประกอบสิ่งประดิษฐ์ การตัดลวดเพื่อเตรียมการประกอบ การมัดลวด เป็นต้น

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นการทดสอบและประเมินผล โดยขั้นนี้ผู้สอนสังเกตได้ว่า กระบวนการทดสอบผู้เรียนได้ทดสอบชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ภายใต้เกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยผู้เรียนสามารถประเมิลชิ้นงานของตัวเองได้ดี หลังจากที่ได้ผู้เรียนได้ทดสอบสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนปรับปรุงโดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเขียนปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 3 และให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนแก้ไขชิ้นงานในตามเวลาที่กำหนดเพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ยืดเยื้อและกิจกรรมนี้โดยรวมเป็นกิจกรรมที่ราบรื่น

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ให้ความเห็น ว่า ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล ชิ้นงานปฏิบัติการที่ 3 ขั้นเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี ทำให้ในขั้นนี้ราบรื่น ทั้งกระบวนการทดสอบ และกระบวนการแก้ปัญหา

6. ช้่นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ขั้นนี้ผู้สอนเห็นว่า การนำเสนอของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถนำเสนอได้ดีมาก ทั้งขั้นตอนการแก้ปัญหา และภาษาที่ใช้ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ภาษาถิ่นสื่อถึงภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ดี โดยระหว่างการนำเสนอนั้นผู้สอนได้ตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงภาษาที่ใช้นำเสนอให้สื่อถึงภาษาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

ผู้ร่วมสังเกตการณ์ให้ความเห็น ในขั้นนำเสนอผู้สอนได้ตั้งคำถามให้กับผู้เรียนมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถนำภาษาถิ่นที่ผู้เรียนใช้เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์และพูดภาษาถิ่นแทนภาษาคณิตศาสตร์ได้ ส่วนการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาราบรื่น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นสังเกตการณ์ จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้โดยผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการสะท้อนแสดงดังตาราง 17

ตาราง 16 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน ในการจัดการ
เรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นระบุ ปัญหา	ผู้เรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือใน กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน	ผู้สอนให้ความสนใจนักเรียนกลุ่มนั้น มากขึ้นและหาข้อมูลที่น่าสนใจมา พูดคุยเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้
ขั้นรวบรวม ข้อมูลและ แนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับ ปัญหา	-	-
ขั้นออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา	-	-
ขั้นวางแผน และ ดำเนินการ แก้ปัญหา	ผู้เรียนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการประกอบ ชิ้นงานให้มั่นคง	ผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนว่าขั้นตอน การยึดชิ้นงานให้มั่นคงยังมีหลาย ๆ รูปแบบเพื่อ
ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	-	-
ขั้นนำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	-	-

จากตาราง 17 เป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยนำข้อมูลข้างต้นรวมถึงประเด็นที่ควรเน้นมาสรุปรวมเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูที่สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้แนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 18

ตาราง 17 สรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา	
ผู้สอนปรับสภาพแวดล้อมในห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3-4 คน	นักเรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้เพื่อให้อเอื้อต่อการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องทราบข้อกำหนดเบื้องต้น
ผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนและให้นักเรียนทำความเข้าใจ กับปัญหาที่ต้องการแก้ไข	ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เห็น และเชื่อมโยงกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมแก้ปัญหา
ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	
ผู้สอนเตรียมขั้นตอนการค้นคว้าหาข้อมูลเป็นตัวอย่างและแนวทางในการค้นคว้าหาข้อมูลให้ผู้เรียน	ผู้เรียนฝึกการค้นคว้าหาข้อมูลตามขั้นตอนที่ผู้สอนได้แสดงเป็นตัวอย่างให้ และฝึกการค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้วยตนเอง
ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาข้อมูลให้ตรงกับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในขั้นระบุปัญหา	ผู้เรียนใช้คำถามที่ผู้สอนถามเพื่อเป็นแนวทางในการค้นคว้าหาข้อมูล

ตารางที่ 18 (ต่อ)

บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ชั้นที่ 3 ชั้นนอกแบบวิธีการแก้ปัญหา	
ผู้สอนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่คิดว่าผู้เรียนจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยที่วัสดุแต่ละชิ้นต้องมีน้ำหนักหรือความยาว และราคากำกับไว้ด้วย	ผู้เรียนนอกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือออกแบบชิ้นงานจากวัสดุที่ครูเตรียมไว้โดยการออกแบบต้องร่างแบบของสิ่งประดิษฐ์โดยเขียนกำกับว่าวัสดุที่ใช้มีอะไรบ้าง วัสดุแต่ละอย่างใช้ขนาดเท่าไร และราคาทั้งหมดต่อ 1 ชิ้นงานมีราคาเท่าไร
ชั้นที่ 4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	
ผู้สอนอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน และให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการทำวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา	ดำเนินการแก้ปัญหาโดยการคัดเลือกแบบร่างจากเพื่อนในกลุ่มและดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานตามแบบที่ได้ออกแบบไว้
ชั้นที่ 5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	
ผู้สอนเตรียมอุปกรณ์ในการประเมินผลชิ้นงานของผู้เรียน และแนะนำการทดสอบให้กับผู้เรียนก่อน	ผู้เรียนดำเนินการทดสอบชิ้นงานของตนเองและบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรม และตอบปัญหาเกี่ยวกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา
ผู้สอนเตรียมการจัดกิจกรรมให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนดเพื่อให้กิจกรรมในชั้นแก้ปัญหาได้ทันตามแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เรียนจัดการแก้ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหาตามเวลาที่ผู้สอนกำหนดไว้
ชั้นที่ 6 ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	
ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาที่เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของเพื่อนที่นำเสนอและร่วมอภิปรายคำตอบที่ได้เหล่านั้น
ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายและประเมินผลผลลัพธ์และวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และกลุ่มเพื่อน ๆ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนเกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น	นักเรียนฟังและร่วมแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ครูอธิบาย

ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพัฒนาธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบคูณหารหระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร วงจรละ 4 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณหาร วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกการลบ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วย ใบกิจกรรม และแบบทดสอบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีประเด็นในการเก็บข้อมูลเป็น 2 แบบ ได้แก่ 1.ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 2.ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ซึ่งแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน แบ่งออกเป็น 1. เขียนแสดงแนวคิทางคณิตศาสตร์ได้ 2. ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิทางคณิตศาสตร์ 3. เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล เชิงคุณภาพ ประเมินโดยนำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน การพูด และผลการสัมภาษณ์นักเรียน มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถใน การใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุปซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณหาร

1. ความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตาราง 18 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียน (ร้อยละ)				
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ไม่มีความพยายาม
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน					
เขียนแสดงแนวคิทางคณิตศาสตร์	2 (22.2)	4 (44.4)	2 (22.2)	1 (11.1)	0 (0.0)
เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ	2 (22.2)	3 (33.3)	3 (33.3)	1 (11.1)	0 (0.0)
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด					
ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิทางคณิตศาสตร์	3 (33.3)	4 (44.4)	2 (22.2)	0 (0.0)	0 (0.0)

จากตารางที่ 19 พบว่า โดยภาพรวมแล้วผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 44.4 และด้านเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ อยู่ในระดับ ดี และระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 33.3 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 44.4

วงจรถูกปฏิบัติที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณการหาร

ความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตาราง 19 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับในวงจรถูกปฏิบัติที่ 2

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน	จำนวนกลุ่มนักเรียน (ร้อยละ)				
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ไม่มีความพยายาม
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน					
เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	3 (33.3)	3 (33.3)	3 (33.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ	3 (33.3)	3 (33.3)	2 (22.2)	1 (11.1)	0 (0.0)
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด					
ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์	3 (33.3)	4 (44.4)	1 (11.1)	0 (0.0)	0 (0.0)

จากตารางที่ 20 พบว่า โดยภาพรวมแล้วผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 33.3 และด้านเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ อยู่ในระดับ ดี และระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 33.3 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 44.4

วงจรถับปฏิบัติกรที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณการหาร
ความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตาราง 20 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 3

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน	จำนวนกลุ่มนักเรียน (ร้อยละ)				
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ไม่มีความพยายาม
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน					
เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	4 (44.4)	2 (22.2)	3 (33.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ	2 (22.2)	3 (33.3)	4 (44.4)	0 (11.1)	0 (0.0)
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด					
ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์	3 (33.3)	2 (22.2)	4 (44.4)	0 (0.0)	0 (0.0)

จากตารางที่ 21 พบว่า โดยภาพรวมแล้วผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 33.3 และด้านเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ อยู่ในระดับ ดี และระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 33.3 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 44.4

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 2) ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่ง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1)แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณหาร จำนวน 4 ชั่วโมง 2)แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกการลบ จำนวน 4 ชั่วโมง และ 3)แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาหระคน จำนวน 4 ชั่วโมง โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัย ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยแยกตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ 2 ข้อ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นระบุปัญหา

- 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยมีรายละเอียดแนวทางการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหา

ผู้สอนเล่าถึงปัญหาสถานการณ์ที่เรียนพบเจอ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากรู้และสนใจเกี่ยวกับปัญหามากขึ้น หลังจากเล่าปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนแล้ว ผู้สอนเปิด VDO ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสถานการณ์โดยกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพของปัญหาที่เกิดขึ้น สุดท้ายผู้สอนควรเปิดประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม เพื่อระบุปัญหาที่ได้จากปัญหาสถานการณ์ที่ผู้สอนพูดและ VDO ที่ผู้เรียนได้ดู

ชั้นที่ 2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ชั้นนี้เป็นชั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากปัญหาสถานการณ์ที่ผู้เรียนพบในชั้นที่ 1 ผู้เรียนต้อง รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยการค้นคว้าจาก อินเทอร์เน็ต จากปัญหาที่พบคือผู้เรียนไม่สามารถค้นคว้าหาข้อมูลที่ตรงประเด็นปัญหา และหาข้อมูลได้ไม่มากพอ ซึ่งผู้สอนต้องเตรียมแก้ปัญหาในชั้นนี้ก่อนที่ผู้เรียนจะลงมือชิ้นงานโดยการแนะนำแนวทางการค้นคว้าข้อมูล และการยกตัวอย่างการค้นคว้า และกระตุ้นผู้เรียนโดยการตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนสามารถหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้มากขึ้น

ชั้นที่ 3 ชั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

จากชั้นที่ 2 ผู้เรียนต้องนำข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาเป็นแนวทางในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ชั้นนี้ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี โดยการนำคณิตศาสตร์มาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้

ชั้นที่ 4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา โดยการแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่มของตนเองได้ โดยผู้เรียนนำแบบร่างจากการออกแบบในวงจร ปฏิบัติที่ 2 มาดำเนินการสร้างชิ้นงานได้ใกล้เคียงกับแบบร่าง และสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้

ชั้นที่ 5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ชั้นทดสอบ และประเมินผล ผู้เรียนนำชิ้นมา มาทดสอบ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้ และผู้เรียนได้เขียนปัญหาลงในใบกิจกรรม และหาวิธีการแก้ไขชิ้นงานได้โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ไข

ขั้นที่ 6 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

กระบวนการสุดท้ายเป็นกระบวนการที่ผู้เรียน ได้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหาโดยผู้เรียนสามารถใช้ภาษาถิ่นเชื่อมโยงกับภาษาทางคณิตศาสตร์ที่นำมาแก้ปัญหาของชิ้นงานได้

2. เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เมื่อนำผลการวิจัยในแต่ละวงจรปฏิบัติจาก แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีทักษะย่อย 3 ทักษะคือ 1) ทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) ทักษะการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ 3) ทักษะด้านการใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบหลังการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้านดังนี้

1) ทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นตามลำดับ โดยหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนทุกคนมีระดับทักษะความเข้าใจปัญหามากขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับได้ โดยวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการชียนในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนในแบบวัดทักษะการสื่อสารของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 61.25

2) ทักษะการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะด้านการเขียนอธิบายเหตุผล กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ โดยผู้เรียนสามารถแสดงอธิบายขั้นตอนจากใบงานที่ครูผู้สอนมอบให้ โดยสามารถเขียนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนในแบบวัดทักษะการสื่อสารของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 56.50

3) ทักษะด้านการใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะด้านการใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือผู้เรียนสามารถอธิบายโดยใช้ภาษาถิ่นในการอธิบายเพื่อให้เพื่อน สามารถเข้าใจ

ปัญหาและวิธีแก้ปัญหาโดยสามารถกำหนดตัวแทนทางคณิตศาสตร์อธิบายได้ ซึ่งสอดคล้องกับแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยแยกตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ 2 ข้อ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้เรื่องโจทย์ปัญหาหระคนใช้แก้ปัญหาของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ด้วยการสร้างแนวคิดใหม่ขึ้นมา โดยผ่านการวิเคราะห์ ทดสอบวิธีการแก้ไขปัญหาของสถานการณ์ภายใต้ข้อจำกัด และพัฒนาความรู้เริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมในแต่ละชั้น ได้แก่ 1) ชั้นระบุปัญหา ผู้วิจัยเตรียมสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา ให้นักเรียนได้เกิดการวิเคราะห์และได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง เช่นสถานการณ์การขาดน้ำสะอาดใช้อุปโภคบริโภค โดยการสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติ ซึ่งสถานการณ์ปัญหานี้ผู้เรียนคุ้นเคยเป็นอย่างดี เนื่องจากที่อาศัยของผู้เรียนอาศัยอยู่ในพื้นที่สูงโดยประปาส่วนภูมิภาคที่เข้าถึงพื้นที่ ชาวบ้านในพื้นที่ใช้ประปาภูเขาซึ่งประปาภูเขาบางวันก็ใสบางวันก็ขุ่น แต่ผู้เรียนยังไม่สามารถทราบประเด็นว่าจะสามารถให้ครัวเรือนมีน้ำสะอาดใช้ตลอดต้องทำอะไร ผู้สอนควรมีคำถามกระตุ้นการตั้งคำถามของผู้เรียน 2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหา ผู้เรียนจะได้ทบทวนความรู้เบื้องต้นและค้นคว้าแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในแก้ปัญหาจากสถานการณ์ อาจมีแหล่งการเรียนรู้เบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางการค้นคว้าของผู้เรียน 3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนได้ออกแบบในการสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขสถานการณ์ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่สถานการณ์กำหนด โดยผู้เรียนคณิตศาสตร์เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา 4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนได้เริ่มต้นสร้างชิ้นงานตามที่ได้ร่างไว้ โดยจะมีการปรับเปลี่ยนแผนการสร้างชิ้นงานได้ในระหว่างการสร้าง 5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้เรียนนำชิ้นงานที่สร้างมาแล้วทำการทดสอบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และบรรลุตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยนักเรียนจะปรับปรุงข้อผิดพลาด และแก้ไขชิ้นงานและทำการทดสอบอีกครั้งเพื่อให้ดียิ่งกว่าเดิม 6) ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้เรียนจะได้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบและอภิปรายผลร่วมกับเพื่อนกลุ่มอื่นโดยใช้ภาษาถิ่นในการอภิปราย และหาข้อสรุปวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแทนคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหา และร่วมกันหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อสำหรับสร้างชิ้นงานที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ นอลาวรรณ สิงห์งาม (2559) ที่กล่าวว่า หากผู้เรียนมีแรงจูงใจ และมีการแลกเปลี่ยนความรู้ แบ่งปันความคิดจากผู้อื่น จะส่งผลให้มีการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ เกิดขึ้น

2. เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วิจัยปฏิบัติการการเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรม โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 3 ทักษะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงการมีพัฒนาการตลอดการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ตามลำดับ และจากการทดสอบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีระดับทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ และทักษะด้านการใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเกิดทักษะการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในชั้นการจัดการเรียนรู้ ชั้น ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งผู้เรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนอยู่ในระดับดีมาก และมีแนวโน้มในการพัฒนาการสื่อสารด้านการเขียนที่ดีขึ้น นั่นคือนักเรียนสามารถเขียน เพื่ออธิบาย ชี้แจงแสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้ มีการใช้ภาษา การใช้สัญลักษณ์ ในการนำเสนอแนวคิดได้ถูกต้องและชัดเจนมากซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการส่งเสริมความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ Mumme และคณะ (1993) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เขียนสื่อสารแสดงแนวคิดของตนเอง มีการเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากเรียนรู้ด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนมีการสื่อสารที่ดีขึ้น

2) ทักษะการเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ

นักเรียนเกิดทักษะเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบในชั้นการจัดการเรียนรู้ ชั้น ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งผู้เรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนอยู่ในระดับดีมาก และมีแนวโน้มในการ

พัฒนาการสื่อสารด้านการเขียนที่ดีขึ้น นั่นคือนักเรียนสามารถเขียน ขั้นตอนการตอบคำถามในการหาคำตอบได้ถูกต้องชัดเจน

3) ทักษะด้านการใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเกิดทักษะด้านการใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในชั้นการจัดการเรียนรู้ ในทั้ง 6 ชั้นมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับดีมาก เมื่อวิเคราะห์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มผู้เรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาการสื่อสารด้านการพูดที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถพูด เพื่ออธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้ถูกต้องและชัดเจน ซึ่งคำถามจากผู้สอนช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ภาษาเพื่อเป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพรรณทิภา ทองนวล (2554) ที่พบว่าการใช้ คำถามของครูและการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พูดโต้ตอบ จะเป็น แนวทางการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การเตรียมปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่นำมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญอยู่ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าถึงปัญหาอย่างแท้จริง

1.2 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรแนะนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้คร่าว ๆ ให้ผู้เรียน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมตัวในการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

เนื่องจากกลุ่มชาติพันธุ์มีภูมิปัญญาเป็นของตนเอง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในวิถีชีวิตในหลายด้าน การวิจัยครั้งต่อไปอาจนำภูมิปัญญาของชาติพันธุ์มาใช้เป็นความรู้ในการพัฒนาแนวคิดตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพราะนอกจากเป็นการนำสิ่งที่มีในชีวิตจริงมาใช้ประโยชน์แล้ว ยังเป็นการสืบสานภูมิปัญญาชาติพันธุ์ต่อไป



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระคณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. ใน *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). *STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 2*. วารสารนักบริหาร, 33 (2) 49-56
- พิสมัย ศรีอำไพ. (2533). *คณิตศาสตร์สำหรับครูประถม*. ใน *พิสมัย ศรีอำไพ*. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ยุพิน พิพิธกุลมล. (2549). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ใน *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วนิธร สุภาพ. (2561). *ผังมโนทัศน์: เครื่องมือสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 8 (14), 3-5.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- สตียา ลังการ์พินธุ์. (2556). *STEM Education สร้างเด็กไทยให้เต็มคน: 10 แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็ม*. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2560, จาก <http://development.ipst.ac.th>.
- สัญญา ภัทรการ. (2552). *ผลการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ไขปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: หจก. สเจริญการพิมพ์.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2550). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุฬติสการพิมพ์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุฬติสการพิมพ์
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษาวารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17 (2), 201-207.
- สิริพร ทิพท์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). ใน ริพร ทิพท์คง, *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ (หน้า 29)*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด.
- อำพร ม้าคะนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. พร้อมพรรณ อุดมสิน; และ อำพร ม้าคะนอง. หน้า 94-107. กรุงเทพฯ: บพิการพิมพ์
- Maryland State Board of Education. (2012). *Maryland STEM: Innovation today to meet tomorrow's global challenges*. Retrieved November 12, 2021, from <http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/curriculum/STEM/pdf/STEMBorchur e2012.pdf>
- National Research Council. (2012). *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Strimel, G. (2014). *Shale Gas Extraction: Drilling Into Current Issues and Making STEM Connections*. Resources in Technology and Engineering, 16-24.
- Thurber, Walter A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Vasquez, J.A. , Sneider, C. & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials*. Portsmouth: Heinemann.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ


รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินนวัตกรรม

1. ผศ. ดร.วิเชียร ชำรงโสทธิสกุล อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผศ. ดร.จิตติยา บงกชเพชร อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นายชัยพร จิระรัตน์ศาล ครูชำนาญการพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านกีด 30 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 1



ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๔๘๔ วันที่ ๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

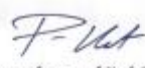
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อ่างใสดิสกุล

ด้วย นายกิตติศักดิ์ โพธิ์ยง รหัสประจำตัว ๖๓๐๕๐๐๕๑ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
 คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนา
 กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน ของนักเรียนกลุ่มหุวัฒน์ธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
 การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินนิต หุนใหญ่ย์ทิพัฒน์
 เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
 ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
 ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
 ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์



(รองศาสตราจารย์ ดร.พศัพันธ์ กิจสนาโยธิน)
 รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๔๘๘

วันที่ ๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร

ด้วย นายกิตติศักดิ์ ไปธิยอง รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๐๙๑ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนา
กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาค้นคว้าอิสระตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินนท พูนใหญ่ลย์ทิพัฒน์
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยอิน)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ๒๖ ๐๖๐๓.๐๖/ว ๐๔๘๔

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำนาจเจริญ จังหวัดชบขุโลก ๒๕๐๐๐

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณชัยพร จิระวัฒน์พิศาล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายกิตติศักดิ์ ไบยียง รองอธิการบดี บัณฑิตวิทยาลัย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนา
กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
เรื่อง โจทย์ปัญหาเรขาคณิต ของนักเรียนกลุ่มพัฒนาระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ ชุนโทกุลย์พิพัฒน์
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิ่งสนาโยธิน)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๖๖-๘๘๖๗

โทรสาร ๐-๕๕๖๖-๘๘๖๖

๒. นายกิตติศักดิ์ ไบยียง

โทร. ๐๘-๔๔๘๘๗-๙๐๐๓

ภาคผนวก ค แบบประเมินแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน

ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

.....
 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค15101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ปฏิบัติการที่...1... หน่วยการเรียนรู้ โจทย์ปัญหาหระคน เวลา ...10... ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกการลบ เวลา ...4... ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตาม

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน						
3. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน						
4. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน						
สาระการเรียนรู้						
1. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง						
3. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา						
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาความรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน						
2. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องตามขั้นตอนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 6 ขั้นตอน						
2.1 ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา						
2.2 ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา						
2.3 ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ปัญหา						
2.4 ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการ						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
แก้ปัญหา						
2.5 ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน						
2.6 ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน						
3. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้						
4. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ได้						
5. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน						
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ						
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ใน การนำไปใช้สอนจริง						
สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้						
1. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อ กิจกรรมการเรียนรู้						
2. สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน						
การวัดและประเมินผล						
1. วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้						
2. วิธีการวัดสอดคล้องต่อจุดประสงค์การ เรียนรู้						
3. เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความ						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
เหมาะสมต่อวิธีวัด						
4. เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม						
5. วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

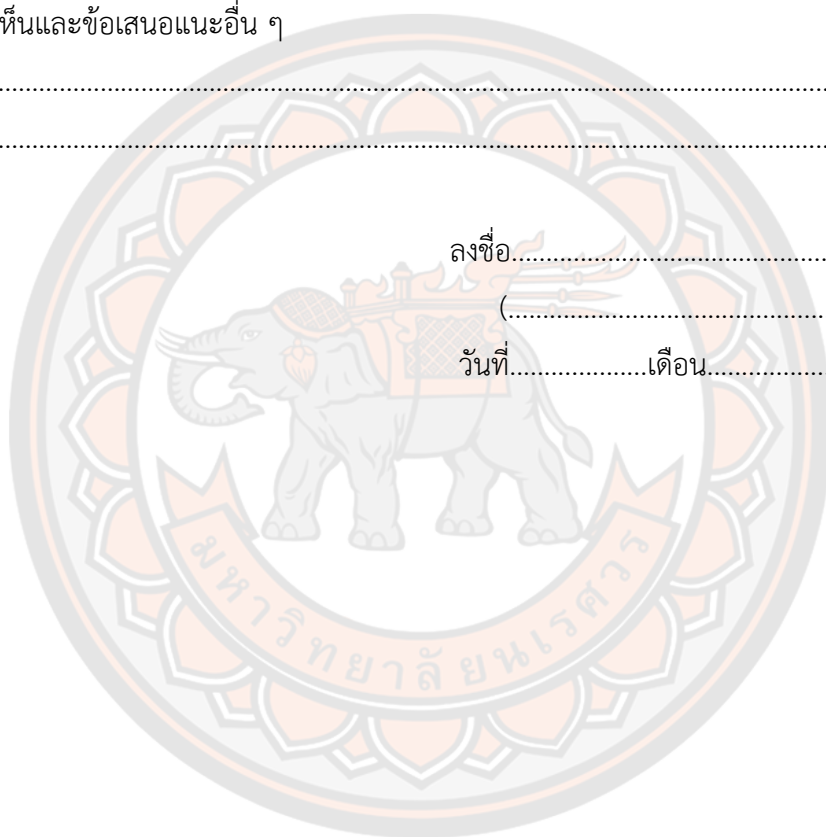
.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แบบประเมินแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน

ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค15101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ปฏิบัติการที่...1...

หน่วยการเรียนรู้ โจทย์ปัญหาหระคน

เวลา ...10... ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โจทย์ปัญหาการคูณการหาร

เวลา ...4... ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตาม

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน						
3. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรม						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ของนักเรียน ด้านทักษะกระบวนการได้ อย่างชัดเจน						
4. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรม ของนักเรียน ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ได้อย่างชัดเจน						
สาระการเรียนรู้						
1. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้						
2. สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง						
3. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา						
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหา ความรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน						
2. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องตาม ขั้นตอนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 6 ขั้นตอน						
2.1 ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา						
2.2 ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา						
2.3 ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ปัญหา						
2.4 ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา						
2.5 ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน						
2.6 ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
3. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้						
4. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้						
5. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน						
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ						
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอนจริง						
สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้						
1. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้						
2. สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน						
การวัดและประเมินผล						
1. วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้						
2. วิธีการวัดสอดคล้องต่อจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด						
4. เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม						
5. วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน						

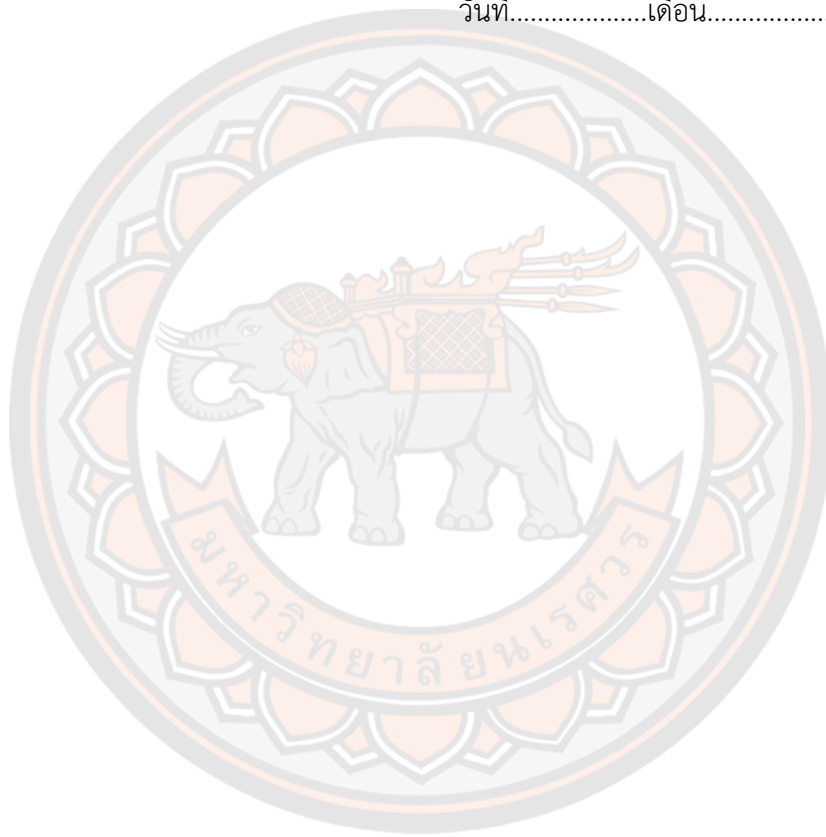
ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

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

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แบบประเมินแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริม

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน

ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค15101

ชั้นประถมศึกษาปีที่

4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ปฏิบัติการที่...1...

หน่วยการเรียนรู้ โจทย์ปัญหาหระคน

เวลา ...10... ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โจทย์ปัญหาการบวกกลบคูณหระคน

เวลา ...2... ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
3. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน						
4. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน						
สาระการเรียนรู้						
1. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง						
3. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา						
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาความรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน						
2. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องตามขั้นตอนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 6 ขั้นตอน						
2.1 ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา						
2.2 ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา						
2.3 ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ปัญหา						
2.4 ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา						
2.5 ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน						
2.6 ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการ						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน						
3. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้						
4. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้						
5. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน						
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ						
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอนจริง						
สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้						
1. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้						
2. สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน						
การวัดและประเมินผล						
1. วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้						
2. วิธีการวัดสอดคล้องต่อจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความเหมาะสมต่อวิธีวัด						
4. เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม						
5. วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตาราง 21 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			ผลการประเมิน	
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.33	4.67	4.33	4.44	มาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านความรู้ได้ อย่างชัดเจน	4.67	4.67	5.00	4.78	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านทักษะ กระบวนการได้อย่างชัดเจน	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียน ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4.33	4.67	4.67	4.56	มากที่สุด
รวม	4.58	4.75	4.75	4.69	มากที่สุด
S.D.	0.10				
สาระการเรียนรู้					
1. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	4.67	4.67	4.78	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	4.33	4.67	4.33	4.44	มาก
3. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.33	4.67	4.33	4.44	มาก
รวม	4.55	4.67	4.44	4.55	มากที่สุด
S.D.	0.11				
กิจกรรมการเรียนรู้					
1. กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหา ความรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน	5.00	4.67	4.67	4.78	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องตาม					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			ผลการประเมิน	
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
ขั้นตอนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 6 ขั้นตอน					
2.1 ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา	5.00	4.67	4.67	4.78	มากที่สุด
2.2 ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	4.33	4.67	4.33	4.44	มาก
2.3 ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ปัญหา	4.67	4.67	4.33	4.56	มากที่สุด
2.4 ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	5.00	4.67	5.00	4.89	มากที่สุด
2.5 ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	4.33	4.67	4.67	4.56	มากที่สุด
2.6 ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	4.67	4.67	4.33	4.56	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	5.00	4.67	5.00	4.89	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้	5.00	5.00	4.67	4.89	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.67	5.00	4.67	4.78	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.67	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอนจริง	4.67	5.00	4.67	4.78	มากที่สุด
รวม	4.75	4.78	4.66	4.73	มากที่สุด
S.D.	0.06				

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			ผลการประเมิน	
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ความ เหมาะสม
สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้					
1. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อ กิจกรรมการเรียนรู้	5.00	5.00	4.67	4.89	มากที่สุด
2. สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วย ส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ การเรียนรู้	5.00	5.00	4.67	4.89	มากที่สุด
3. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อ ผู้เรียน	5.00	4.67	4.67	4.89	มากที่สุด
รวม	5.00	4.89	4.67	4.85	มากที่สุด
S.D.	0.17				
การวัดและประเมินผล					
1. วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	มากที่สุด
2. วิธีการวัดสอดคล้องต่อจุดประสงค์การ เรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	มากที่สุด
3. เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินมีความ เหมาะสมต่อวิธีวัด	4.33	4.33	4.67	4.44	มาก
4. เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและ เหมาะสม	4.00	4.33	4.33	4.22	มาก
5. วัดและประเมินผลได้ครบทุกด้าน	5.00	5.00	4.67	4.89	มากที่สุด
รวม	4.53	4.60	4.60	4.58	มากที่สุด
S.D.	0.04				
รวมทุกด้าน	4.69	4.74	4.64	4.69	มากที่สุด
S.D.	0.04				

ภาคผนวก จ แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของความ สามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความ สามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความ สามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความ สามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดง ความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยน แนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ โดยผู้วิจัยจะทำการ วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครอบคลุมสาระสำคัญ ซึ่งทำการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถ

ในการพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์
ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง ชัดเจน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลจาก แบบประเมิน
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด				
มาตรฐานการเรียนรู้				
ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้น จากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้				
ตัวชี้วัด				
ป.๔/๗ ประมาณผลลัพธ์ ของการบวก การลบ การคูณ การหาร จาก สถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล				
ป.๔/๘ หาค่าของตัวไม่ทราบค่าใน ประโยคสัญลักษณ์ แสดงการบวกและ ประโยคสัญลักษณ์ แสดงการลบของ จำนวนนับที่ มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐				
ป.๔/๙ หาค่าของตัว ไม่ทราบค่าใน ประโยคสัญลักษณ์ แสดงการคูณของ จำนวนหลายหลัก ๒ จำนวน ที่มี ผลคูณ ไม่เกิน ๖ หลัก และประโยค สัญลักษณ์แสดง การหาร ที่ตัวตั้ง ไม่เกิน ๖ หลัก ตัวหารไม่เกิน ๒ หลัก				
ป.๔/๑๐ หาผลลัพธ์การ บวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ และ ๐				
ป.๔/๑๑ แสดงวิธีหา คำตอบของโจทย์ ปัญหา ๒ ขั้นตอนของจำนวนนับ ที่มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐				
ป.๔/๑๒ สร้างโจทย์ ปัญหา ๒ ขั้นตอน ของจำนวนนับ และ ๐ พร้อมทั้ง หาคำตอบ				
องค์ประกอบ				
1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน				
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด				
ข้อคำถาม	ระดับ			ข้อเสนอแนะ
	ความสอดคล้อง			
	+1	0	-1	
1. นายทุนต้องการสร้างโต๊ะเพื่อจำหน่ายให้โรงเรียนโดยที่โต๊ะต้องมีความสูง 90 เซนติเมตร พื้นที่กว้าง 40 เซนติเมตร และยาว 60 เซนติเมตร โดยที่วัสดุที่มีคือ เหล็ก 1 ท่อนยาว 500 เซนติเมตร และไม้แป้น กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 500 เซนติเมตร ให้นักเรียนหาต้นทุนวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้างโต๊ะ 1				

ตัว				
1.1 ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร				
1.2 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยการร่างเป็นรูปภาพประกอบ				
1.3 ให้นักเรียนระบุวัสดุที่ต้องใช้				
1.4 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ปัญหา				
2. นิินจาต้องการเลี้ยงหมู 2 ตัว ในพื้นที่ว่างในสวนของนินจา โดยที่พื้นที่ว่างนั้นมีพื้นที่ กว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร นิินจาต้องการสร้างคอกหมู 1 คอก ถ้านักเรียนเป็นนินจานักเรียนจะสร้างคอกหมูอย่างไร				
1.1 ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร				
1.2 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยการร่างเป็นรูปภาพประกอบ				
1.3 ให้นักเรียนระบุวัสดุที่ต้องใช้				
1.4 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ปัญหา				
3. สายธารต้องการสร้างไม้ไผ่ไว้ที่บ้าน สายธารจึงไปหาซื้อไม้ไผ่ โดยที่ไม้ไผ่ 1 ลำ มีความยาว 500 เมตร มีความยาวรอบกระบอก 30 เซนติเมตร สายธารต้องทำอย่างไร				
1.1 ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร				
1.2 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยการร่างเป็นรูปภาพประกอบ				
1.3 ให้นักเรียนระบุวัสดุที่ต้องใช้				
1.4 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ปัญหา				

ภาคผนวก ฉ ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตาราง 22 ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3		
1. นายทุนต้องการสร้างโถ้เพื่อจำหน่ายให้โรงเรียนโดยที่โถ้ต้องมีความสูง 90 เซนติเมตร พื้นที่กว้าง 40 เซนติเมตร และยาว 60 เซนติเมตร โดยที่วัสดุที่มีคือ เหล็ก 1 ท่อนยาว 500 เซนติเมตร และไม้แป้น กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 500 เซนติเมตร ให้นักเรียนหาต้นทุนวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้างโถ้ 1 ตัว					
1.1 ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.2 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยการร่างเป็นรูปภาพประกอบ	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.3 ให้นักเรียนระบุวัสดุที่ต้องใช้	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.4 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
2. นิินจาต้องการเลี้ยงหมู 2 ตัว ในพื้นที่ว่างในสวนของนิินจา โดยที่พื้นที่ว่างนั้นมีพื้นที่ กว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร นิินจาต้องการสร้างคอกหมู 1 คอก ถ้านักเรียนเป็นนิินจានักเรียนจะสร้างคอกหมูอย่างไร					
1.1 ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.2 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยการร่างเป็นรูปภาพประกอบ	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.3 ให้นักเรียนระบุวัสดุที่ต้องใช้	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.4 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	ใช้ได้

ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3		
3. สายธารต้องการสร้างไม้ไผ่ไว้ที่บ้าน สายธารจึงไปหาซื้อไม้ไผ่ โดยที่ไม้ไผ่ 1 ลำ มีความยาว 500 เมตร มีความยาวรอบกระบอก 30 เซนติเมตร สายธารต้องทำอะไร					
1.1 ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.2 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยการร่างเป็นรูปภาพประกอบ	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.3 ให้นักเรียนระบุวัสดุที่ต้องใช้	+1	+1	+1	3	ใช้ได้
1.4 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่พบและวิธีการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	ใช้ได้

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ชื่อกิจกรรม สร้างเครื่องกรองน้ำ ๒

รายวิชา ค๒๐๒๐๕ คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ ๔

เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ

เวลาเรียน ๔ ชั่วโมง

ผู้สอน นายกิตติศักดิ์ โปธิยอง

สาระสำคัญ

ในการสร้างเครื่องกรองน้ำ นั้นจำเป็นต้องเข้าใจเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ สมบัติของวัสดุ การใช้ประโยชน์จากวัสดุ รูปทรงทางเรขาคณิต โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมมาช่วยทำให้การสร้างเครื่องกรองน้ำ ให้มีประสิทธิภาพ ในขณะที่เดียวกันยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องคำนึงถึง เช่น วัสดุที่ใช้สร้างรูปร่างของเครื่องกรองน้ำ ความแข็งแรงของเครื่องกรองน้ำ

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
ว ๒.๑ ป.๑/๒ ระบุชนิดของวัสดุและจัดกลุ่มของวัสดุตามสมบัติที่สังเกตได้	ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ ป.๔/๗ ประเมินผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหาร จากสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล	ว ๔.๒ ป.๑/๑ แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้การลองผิดลองถูกการเปรียบเทียบ
	ป.๔/๘ หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการบวกและ	ว ๔.๒ ป.๒/๑ แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานหรือการแก้ปัญหาอย่างง่าย โดย ใช้ ภาพสัญลักษณ์หรือข้อความ
	จำนวนนับที่ มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ และ	ว ๔.๒ ป.๓/๓ ใช้ อินเทอร์เน็ต ค้นหาความรู้
	๐	ว ๔.๒ ป.๔/๓ ใช้
	ป.๔/๙ หาค่าของตัว ไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ แสดงการคูณของ	อินเทอร์เน็ต ค้นหาความรู้ และประเมิน

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
	จำนวนหลายหลัก ๒ จำนวน ที่มี ผลคูณ ไม่เกิน ๖ หลัก และประโยคสัญลักษณ์แสดง การหาร ที่ตัวตั้ง ไม่เกิน ๖ หลัก ตัวหารไม่เกิน ๒ หลัก	ความน่าเชื่อถือของ ข้อมูล
	ป.๔/๑๐ หาผลลัพธ์การ บวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ และ ๐	
	ป.๔/๑๑ แสดงวิธีหา คำตอบของ โจทย์ ปัญหา ๒ ขั้นตอนของจำนวนนับ ที่มากกว่า ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐	
	ป.๔/๑๒ สร้างโจทย์ ปัญหา ๒ ขั้นตอน ของจำนวนนับ และ ๐ พร้อมทั้ง หาคำตอบ	

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- สมบัติที่สังเกตได้ของ วัสดุแต่ละชนิดอาจ เหมือนกันซึ่งสามารถ นำมาใช้เป็นเกณฑ์ใน การจัดกลุ่มวัสดุได้	- การประมาณผลลัพธ์ของการ บวก การลบ การคูณ การหาร - การบวกและการลบ - การคูณและการหาร - การบวก ลบ คูณ หารระคน - การแก้โจทย์ปัญหาและการ สร้าง โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งหาคำตอบ	- การแก้ปัญหาให้ประสบ ความสำเร็จทำได้โดยใช้ขั้นตอน การแก้ปัญหา - การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา ทำได้โดยการเขียนบอกเล่าวาด ภาพหรือใช้สัญลักษณ์ - อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ช่วยให้การติดต่อสื่อสารทำ ได้สะดวกและรวดเร็วและเป็น แหล่งข้อมูลความรู้ที่ช่วยการ เรียนและการดำเนินชีวิต - เว็บเบราว์เซอร์เป็นโปรแกรม สำหรับอ่านเอกสารบนเว็บเพจ - การสืบค้นข้อมูลอินเทอร์เน็ตทำ

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
		<p>ได้โดยใช้เว็บไซต์สำหรับสืบค้น และต้องกำหนดคำค้นเหมาะสม จึงจะข้อมูลตามต้องการ</p> <p>- ข้อมูลความรู้เช่นวิธีทำอาหารวิธี พับกระดาษรูปต่าง ๆ ข้อมูล ประวัติศาสตร์ชาติไทยอาจเป็น ความรู้ในวิชาอื่น ๆ หรือเรื่องที่เป็นประเด็นที่สนใจในช่วงเวลานั้น)</p> <p>- การใช้อินเทอร์เน็ตอย่างปลอดภัยควรอยู่ในการดูแลของ ครูหรือผู้ปกครอง</p> <p>- การใช้คำค้นที่ตรงประเด็น กระชับจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ รวดเร็วและตรงตามความต้องการ</p> <p>- การประเมินความน่าเชื่อถือของ ข้อมูลเช่นพิจารณาประเภทของ เว็บไซต์ (หน่วยงานราชการสำนักข่าวองค์กร) ผู้เขียนวันที่เผยแพร่ ข้อมูลการอ้างอิง</p> <p>- เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการจาก เว็บไซต์ต่าง ๆ จะต้องนำเนื้อหา มาพิจารณาเปรียบเทียบแล้ว เลือกข้อมูลที่มีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กัน</p>

หมายเหตุ : คณิตศาสตร์เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้

กรอบแนวคิด

น้ำสะอาดสู่ชุมชน			
S : วิทยาศาสตร์	T : เทคโนโลยี	E : วิศวกรรมศาสตร์	M : คณิตศาสตร์
- สมบัติทางกายภาพ ของวัสดุ - การใช้ประโยชน์จาก วัสดุ	- การถ่ายทอด ความคิด	- กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	- การบวกและการลบ - การวัดความยาว

*คณิตศาสตร์เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมนี้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

๑. เลือกใช้วัสดุในการสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน
๒. สืบค้นสิ่งที่สามารถกรองน้ำได้ และสร้างแนวคิดในการออกแบบแพเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ
๓. สร้างและทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำ
๔. สามารถคำนวณต้นทุนในการสร้างเครื่องกรองน้ำและความคุ้มค่าและให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน
๑	เหล็ก (กลุ่มละไม่เกิน ๕ เส้น)	๑๐ เส้น
๒	ลวด (กลุ่มละไม่เกิน ๓ ม้วน)	๖ ม้วน
๓	ไม้ไอศกรีม (กลุ่มละไม่เกิน ๒ ถูง)	๔ ถูง
๔	ไส้กาว อันละ ๒ บาท (กลุ่มละไม่เกิน ๕ อัน)	๑๐ อัน
๕	เชือก ม้วนละ ๕ บาท (กลุ่มละไม่เกิน ๒ ม้วน)	๔ ม้วน
๖	ปืนยิงกาว (กลุ่มละ ๑ อัน)	๒ อัน
๗	ไม้บรรทัด (กลุ่มละไม่เกิน ๒ อัน)	๔ แผ่น

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นระบุปัญหา

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในหัวข้อจะทำอย่างไร เมื่อโครงสร้างรับน้ำหนักไม่ไหว ครูเปิด VDO เรื่องจะทำอย่างไร เมื่อโครงสร้างรับน้ำหนักไม่ไหว https://www.youtube.com/watch?v=G7GY6_tmT3s เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของโครงสร้างที่รับน้ำหนักที่มาก ๆ และให้นักเรียนปัญหาของโครงสร้างที่รับน้ำหนัก จากการดู VDO เรื่อง จะทำอย่างไรเมื่อโครงสร้างรับน้ำหนักไม่ไหว ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของการประดิษฐ์ฐานรับน้ำหนัก หาวิธีการประดิษฐ์ฐานรับน้ำหนักอย่างง่าย

ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ ๓ - ๔ คน โดยแต่ละกลุ่มจะแบ่งให้เด็กมีระดับความสามารถที่ต่างกันภายในกลุ่มคือเก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อให้กิจกรรมกลุ่มได้ดำเนินการแบบเพื่อนช่วยเพื่อน เช่นคนที่เก่งก็จะช่วยคนที่อ่อนกว่าเป็นต้น หลังจากนั้นให้นักเรียนออกแบบฐานเครื่องกรองน้ำโดยที่สมมติว่านักเรียนเป็นเจ้าของบ้านที่ต้องออกแบบและสร้างฐานเครื่องกรองน้ำให้ฐานนักเรียนสามารถรับน้ำหนักได้ ๒ กิโลกรัม เป็นเวลา ๑๐ นาที และใช้งบประมาณในการสร้างอย่างคุ้มค่า

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

กิจกรรม

วัสดุแบบไหนที่จะสร้างเครื่องกรองน้ำได้ ทำไม่ถึงเลือกวัสดุอื่น ๆ มาสร้าง

1. ครูให้นักเรียนศึกษาการสร้างโครงสร้างรับน้ำหนักผ่านกระบวนการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตด้วยตนเอง และให้นักเรียนสังเกตสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น พร้อมทั้งให้นักเรียนมาอภิปรายร่วมกับครูหน้าชั้นเรียน ว่าในเหตุการณ์ที่นักเรียนศึกษามานี้ สิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นมีลักษณะอย่างไร ใช้วัสดุอะไรในการประดิษฐ์
2. ครูบอกนักเรียนในส่วนของการเรียนวันนี้จะเป็นการสร้างเครื่องกรองน้ำ(ฐานเครื่องกรอง)ให้สามารถตั้งเครื่องกรองน้ำที่มีน้ำหนักอย่างน้อย ๒ กิโลกรัม เป็นเวลาอย่างน้อย ๑๐ นาทีได้ โดยครูนำวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเรียนการสอนครั้งนี้มาวางบนโต๊ะ เพื่อให้เด็กนักเรียนศึกษาลักษณะของวัสดุอุปกรณ์ คุณสมบัติของวัสดุ ที่ใช้ในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ

ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. ครูกำหนดวัสดุอุปกรณ์และราคาในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ
2. แต่ละกลุ่มจะสามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์ได้ตามต้องการแต่จะมีการจำกัดปริมาณสิ่งของ โดยนักเรียนจะต้องจดบันทึกรายการวัสดุลงในใบรายการวัสดุ

3. ครูให้นักเรียนเขียนร่างแบบฐานเครื่องกรองน้ำของตนเองลงไปในใบแบบจำลองฐานเครื่องกรองน้ำ

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนร่วมกันวางแผนในการเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาสร้างฐานเครื่องกรองน้ำของกลุ่มตนเอง
2. นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันออกแบบฐานเครื่องกรองน้ำของกลุ่มตนเอง
3. นักเรียนลงมือสร้างฐานเครื่อง

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนทำการทดสอบฐานเครื่องกรองน้ำที่ประกอบขึ้นด้วยตัวเองโดยมีเงื่อนไขคือ ๑. สามารถรับน้ำหนักของเครื่องกรองได้ไม่ต่ำกว่า ๒ กิโลกรัมใน ๑๐ นาที ๒. มีขนาดของพื้นที่ไม่เกิน ๓๐X๓๐ เซนติเมตร ๓. ใช้งบประมาณในการใช้วัสดุไม่เกิน ๒๐๐ บาท พร้อมสังเกตและบันทึกผลการทดสอบลงในใบกิจกรรมที่ ๒ ***ในกรณีที่เงื่อนไขใดไม่ผ่านการทดสอบ ให้นักเรียนปรับปรุงและหาแนวทางแก้ไขและบันทึกลงในใบงานที่ ๑ ตอนที่ ๔ ***

ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

๑. นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานโดยมีเงื่อนไขคือ ๑. สามารถรับน้ำหนักของเครื่องกรองได้ไม่ต่ำกว่า ๒ กิโลกรัม ๒. มีขนาดของพื้นที่ไม่เกิน ๓๐X๓๐ เซนติเมตร ๓. ใช้งบประมาณในการใช้วัสดุไม่เกิน ๓๐๐ บาท และผลการทดลอง ว่าของแต่ละกลุ่มที่ได้ออกมานำเสนอนั้นมีความสามารถในการรับน้ำหนักที่ต่างกันอย่างไร ด้วยวิธีการนำเสนอโดยใช้ภาษาถิ่นของตนเองและให้มีล่ามแปลภาษาแปลด้วย
๒. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาที่พบและนำเสนอวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับลักษณะของฐานเครื่องกรองน้ำ ที่สามารถรับน้ำหนักได้ดีเป็น

การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน(ร้อยละ)
๑. เลือกใช้วัสดุในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำอย่างเหมาะสม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน	ใบกิจกรรมที่ ๒ ตอนที่ ๒-๓	๒๐
๒. ออกแบบฐานเครื่องกรองน้ำเพื่อศึกษาการรับน้ำหนักและการวางตำแหน่ง	ใบกิจกรรมที่ ๒ ตอนที่ ๑	๒๐

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	คะแนน(ร้อยละ)
๓. สร้างทดสอบและแก้ไขของฐานเครื่องกรองน้ำ	ใบกิจกรรมที่ ๒ ตอนที่ ๔-๕	๒๐
๔. คำนวณต้นทุนในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำและประเมินความคุ้มค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด	ใบกิจกรรมที่ ๒ ตอนที่ ๒	๒๐
๕. ทำงานเป็นกลุ่ม	แบบสังเกตพฤติกรรม	๑๐
๖. นำเสนอ	แบบสังเกตพฤติกรรม	๑๐

เกณฑ์การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	๓	๒	๑
๑. เลือกใช้วัสดุในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน	นักเรียนสามารถอธิบายถึงเหตุผลได้ครบถ้วน	นักเรียนสามารถอธิบายถึงเหตุผลได้แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลได้
๒. การออกแบบฐานเครื่องกรองน้ำเพื่อศึกษาการรับน้ำหนัก	นักเรียนสามารถออกแบบฐานเครื่องกรองน้ำครบถ้วน	นักเรียนสามารถออกแบบฐานเครื่องกรองน้ำไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถออกแบบฐานเครื่องกรองน้ำได้
๓. สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องรูปทรงเรขาคณิตในการออกแบบเครื่องกรองน้ำที่สามารถบรรทุกน้ำหนักได้มากที่สุด	นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ได้ดี	นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ได้	นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความรู้ได้เลย
๔. สร้างและทดสอบประสิทธิผลของฐานเครื่องกรองน้ำ	นักเรียนสามารถทดสอบประสิทธิภาพของฐานเครื่องกรองน้ำได้ถูกต้องสมบูรณ์	นักเรียนสามารถทดสอบประสิทธิภาพของฐานเครื่องกรองน้ำได้	นักเรียนไม่สามารถทดสอบประสิทธิภาพของฐานเครื่องกรองน้ำได้

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	๓	๒	๑
๕. สามารถคำนวณต้นทุนในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำและประเมินความคุ้มค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด	นักเรียนสามารถคำนวณความคุ้มค่าของฐานเครื่องกรองน้ำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	นักเรียนสามารถคำนวณความคุ้มค่าของฐานเครื่องกรองน้ำได้	นักเรียนไม่สามารถคำนวณความคุ้มค่าของฐานเครื่องกรองน้ำได้
๖. การทำงานเป็นกลุ่ม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มกับเพื่อนมาก	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มกับเพื่อน	นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มกับเพื่อน

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

คะแนน ๑๗ – ๒๑ คะแนน หมายถึง ดี

คะแนน ๘ – ๑๖ คะแนน หมายถึง พอใช้

คะแนน ๑ – ๗ คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

** เกณฑ์การวัดและประเมินผลสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

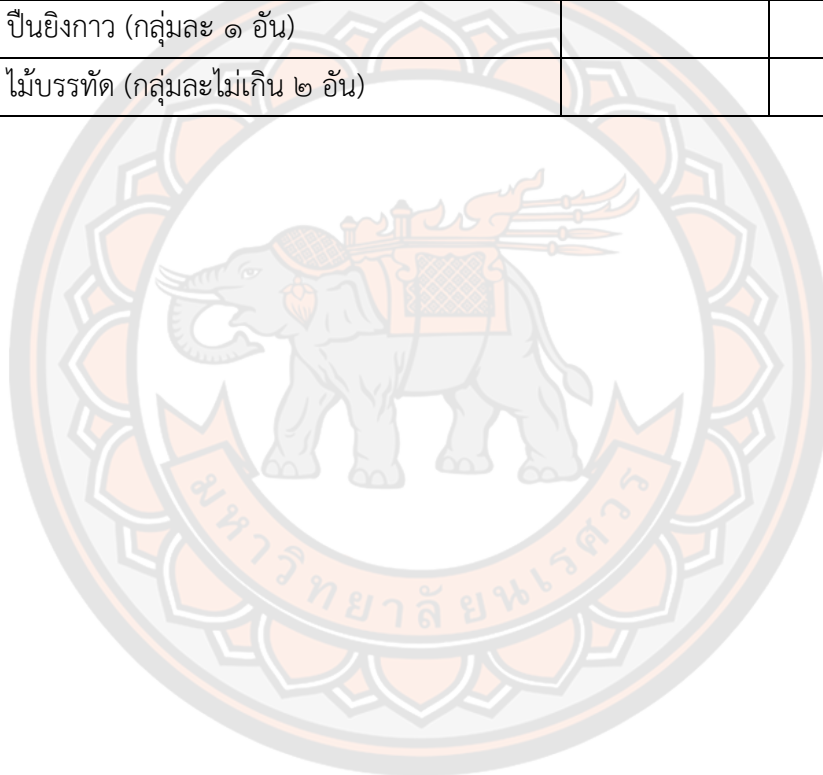
๑. ครูสามารถเพิ่มวัสดุ อุปกรณ์อื่นๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการสร้างชิ้นงานที่มีรูปแบบหลากหลาย หรือแนะนำวัสดุเหลือใช้ใกล้ตัวของนักเรียน

๒. ให้นักเรียนประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงานของกลุ่มเพื่อน ๆ ว่าของเพื่อนแต่ละกลุ่มมีความโดดเด่นในด้านใด เช่น ความสวยงาม ความแปลกใหม่ ดึงดูด ชื่นงานเรียบร้อย ฯลฯ

๓. กิจกรรมนี้สามารถใช้เรียนร่วมกับชั้นเรียนอื่น ๆ ได้ และสามารถปรับกิจกรรมให้นำไปใช้ในชีวิตจริงได้

ใบรายการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์

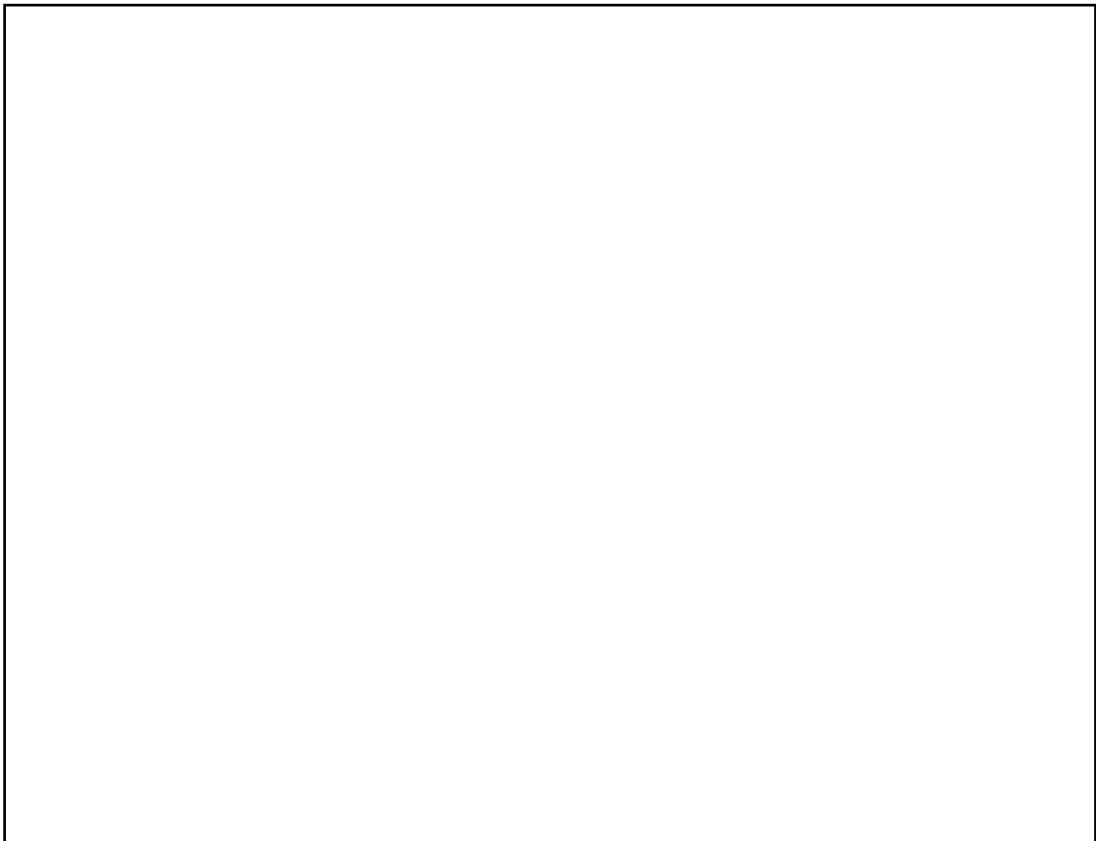
ที่	รายการ	จำนวน	เป็นเงิน
๑	เหล็ก (กลุ่มละไม่เกิน ๕ เส้น)		
๒	ลวด (กลุ่มละไม่เกิน ๓ ม้วน)		
๓	ไม้ไอศกรีม (กลุ่มละไม่เกิน ๒ ถุง)		
๔	ไส้กาว อันละ ๒ บาท (กลุ่มละไม่เกิน ๕ อัน)		
๕	เชือก ม้วนละ ๕ บาท (กลุ่มละไม่เกิน ๒ ม้วน)		
๖	ปืนยิงกาว (กลุ่มละ ๑ อัน)		
๗	ไม้บรรทัด (กลุ่มละไม่เกิน ๒ อัน)		



ใบกิจกรรมที่ ๑

ตอนที่ ๑ ใบแบบจำลองฐานเครื่องกรองน้ำ

คำอธิบาย ให้นักเรียนร่างแบบจำลองฐานเครื่องกรองน้ำของตนเอง (ระบุ ขนาด วัสดุที่ใช้สร้างเครื่องกรองน้ำ)



นักเรียนคิดว่า ถ้านักเรียนได้สร้างฐานเครื่องกรองน้ำตามแบบจำลองของตนเองเครื่องกรองน้ำของนักเรียนจะสามารถรับน้ำหนักได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ ๒ ใบแบบบันทึกการวัสดุที่ใช้

วัสดุที่ใช้ในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ ๑ ชั้น

ลำดับที่	วัสดุ	ที่ใช้	ที่เหลือ	ราคา

จากการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ ๑ ชั้นนั้นจะต้องใช้ต้นทุนเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ ๓ อธิบายเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุในตอนที่ ๒

1. เลือกใช้.....

เหตุผล

.....
.....

2. เลือกใช้.....

เหตุผล

.....
.....

3. เลือกใช้.....

เหตุผล

.....
.....

4. เลือกใช้.....

เหตุผล

.....
.....

5. เลือกใช้.....

เหตุผล

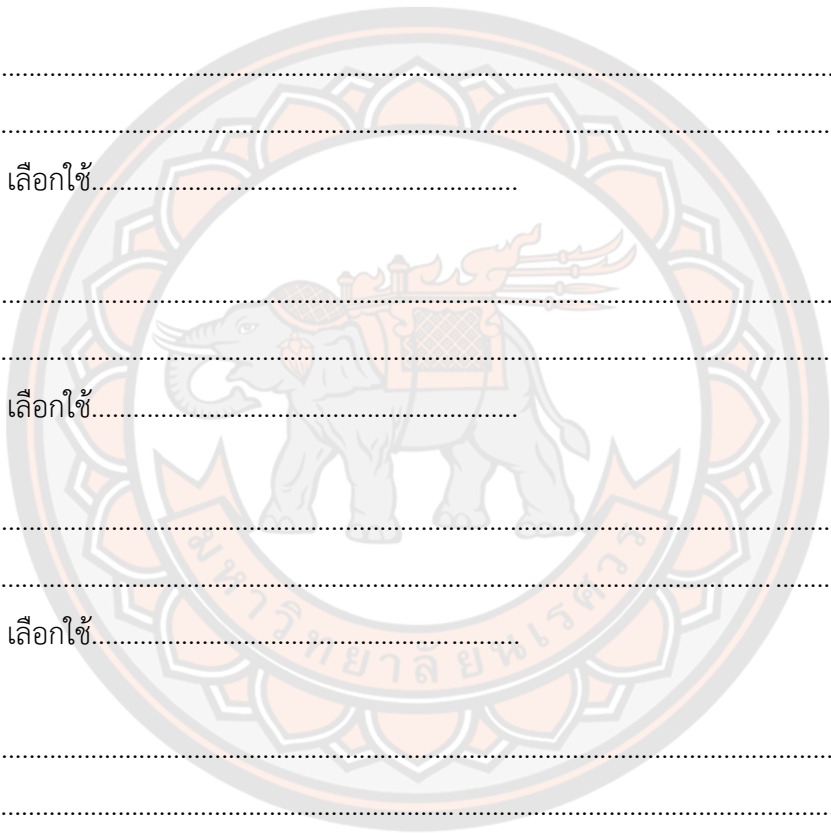
.....
.....

6. เลือกใช้.....

เหตุผล

.....
.....

.....
.....



ตอนที่ ๔ ผลการทดสอบ

ใบเช็คการทดสอบของสิ่งประดิษฐ์

1. พื้นที่ที่สามารถวางฐานของเครื่องกรองน้ำ

* มีพื้นที่ไม่เกิน ๓๐x๓๐ เซนติเมตร

* มีพื้นที่เกิน ๓๐x๓๐ เซนติเมตร

เพราะ

.....

2. การรับน้ำหนัก

* รับน้ำหนัก ๒ กิโลกรัมได้เกิน ๑๐ นาที

* รับน้ำหนัก ๒ กิโลกรัมได้ไม่เกิน ๑๐ นาที

เพราะ.....

.....

3. งบประมาณในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ

* ใช้งบประมาณไม่เกิน ๒๐๐ บาท

* ใช้งบประมาณเกิน ๒๐๐ บาท

เพราะ.....

.....

ตอนที่ ๕ การปรับปรุงแก้ไขสิ่งประดิษฐ์

ประเด็นที่ ๑

วิธีการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ ๒

วิธีการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประเด็นที่ ๓

วิธีการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ ๒ ใบแบบบันทึกการวัสดุที่ใช้

วัสดุที่ใช้ในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ ๑ ชั้น

ลำดับที่	วัสดุ	ที่ใช้	ที่เหลือ	ราคา
	วัดจากขนาดการใช้งานจริงของนักเรียน			

จากการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ ๑ ชั้นนั้นจะต้องใช้ต้นทุนเท่าไร

.....

.....

.....

นำข้อมูลจากตารางด้านบนตอบคำถาม

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ ๓ อธิบายเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุในตอนที่ ๒

1. เลือกใช้.....ไม้.....
เหตุผล.....มีความแข็งแรง และทนทาน.....
2. เลือกใช้.....เหล็ก.....
เหตุผล.....มีความแข็งแรง และทนทาน.....
3. เลือกใช้.....กาบ.....
เหตุผล.....ใช้ในการยึดฐานเข้าด้วยกัน หาซื้อได้ง่ายตามร้านทั่วไป.....
4. เลือกใช้.....
เหตุผล.....
5. เลือกใช้.....
เหตุผล.....
6. เลือกใช้.....
เหตุผล.....
7. เลือกใช้.....
เหตุผล.....

ตอนที่ ๔ ผลการทดสอบ

ตอบคำถามตามการทดลองจริง

ใบเช็คการทดสอบของสิ่งประดิษฐ์

1. พื้นที่ที่สามารถวางฐานของเครื่องกรองน้ำ

มีพื้นที่ไม่เกิน ๓๐x๓๐ เซนติเมตร

มีพื้นที่เกิน ๓๐x๓๐ เซนติเมตร

เพราะ.....
.....

2. การรับน้ำหนัก

รับน้ำหนัก ๒ กิโลกรัมได้เกิน ๑๐ นาที

รับน้ำหนัก ๒ กิโลกรัมได้ไม่เกิน ๑๐ นาที

เพราะ.....
.....

3. งบประมาณในการสร้างฐานเครื่องกรองน้ำ

ใช้งบประมาณไม่เกิน ๒๐๐ บาท

ใช้งบประมาณเกิน ๒๐๐ บาท

เพราะ.....
.....



ตอนที่ ๕ การปรับปรุงแก้ไขสิ่งประดิษฐ์

ประเด็นที่ ๑ฐานของเครื่องกรองน้ำไม่แข็งแรง

วิธีการปรับปรุงแก้ไข

.....
 ใช้วัสดุในการทำที่คงทนมากกว่าเดิม มีการเลือกใช้วัสดุที่แข็งแรง คำนึงถึงการรับน้ำหนักของน้ำให้ได้มากที่สุด

ประเด็นที่ ๒ตัวยึดฐานกรองน้ำหลุดออกจากกันเมื่อเติมน้ำลงไปในช่วง

วิธีการปรับปรุงแก้ไข

.....
 ตัวยึดฐานหลุดจากกัน เนื่องจากใช้วัสดุในการเชื่อมฐานไม่แข็งแรง ควรใช้ลวดในกรณีให้แน่นหนา มากขึ้นหรือเปลี่ยนเป็นวัสดุอื่นที่แข็งแรงมากกว่า

ประเด็นที่ ๓

วิธีการปรับปรุงแก้ไข

.....

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ความสำเร็จจากการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรคจากการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการปรับกิจกรรมการเรียนรู้

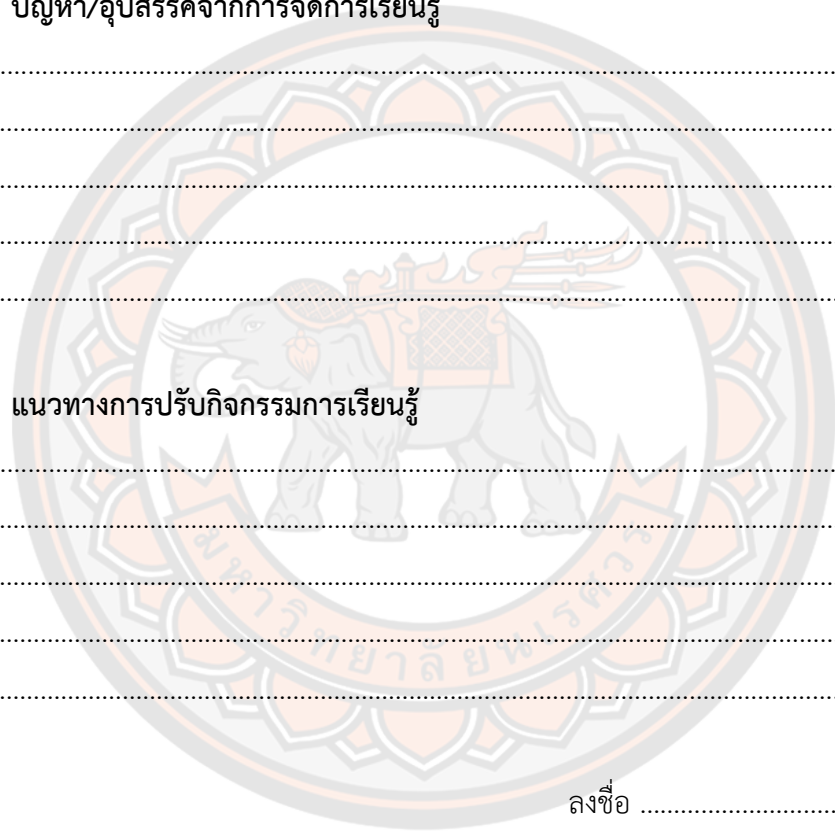
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ ผู้สอน

วันที่ เดือน พ.ศ.

ภาคผนวก ข แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

สะท้อนครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ครูผู้สอน นายกิตติศักดิ์ โปธิยอง สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชื่อผู้สังเกต.....

ตำแหน่ง ผู้วิจัย

ครูผู้มีประสบการณ์สอน

ช่วงเวลาสังเกตตั้งแต่วันที่.....น. ถึงเวลา.....น.

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนกลุ่มพหุวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. **ระบุปัญหา (Problem Identification)** เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. **รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)** เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. **ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)** เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. **วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)** เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. **ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)** เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน

หรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

- 1.1. **ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยน แนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ โดยผู้วิจัยจะทำการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่
1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึงความสามารถในการเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครอบคลุมสาระสำคัญ ซึ่งทำการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
 2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการพูดอธิบายโดยมี การใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง ชัดเจน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลจาก แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
- ขอให้ผู้สะท้อนโปรดสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนภายในชั้นเรียน และบันทึกรายละเอียด ข้อดี ข้อที่ควรปรับปรุง สภาพปัญหา ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชั้นสอดคล้องกับนิยามของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หรือไม่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
 - ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
- ส่งเสริม ไม่ส่งเสริม ไม่แน่ใจ

1.2 จุดเด่น

1.3 ปัญหาและอุปสรรค

1.4 แนวทางแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

1.2 จุดเด่น

.....

.....

.....

1.3 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.4 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

1.2 จุดเด่น

.....

.....

.....

1.3 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.4 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
 - ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
- ส่งเสริม ไม่ส่งเสริม ไม่แน่ใจ

1.2 จุดเด่น

1.3 ปัญหาและอุปสรรค

1.4 แนวทางแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

1.2 จุดเด่น

1.3 ปัญหาและอุปสรรค

1.4 แนวทางแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

1.2 จุดเด่น

.....

.....

.....

1.3 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.4 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

2. สรุปภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 จุดเด่นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2.2 จุดที่ควรปรับปรุง (พร้อมทั้งแนวทางการปรับปรุงแก้ไข)

.....

.....

.....

3. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้สังเกต

ภาคผนวก ฅ แบบวัดความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วันที่..... เวลา..... สถานที่.....

วิชา..... ชั้น..... จำนวน.....คน

เรื่อง..... ผู้สอน.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่พบเห็นขณะการสังเกต

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม			
		มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีเลย
ความสามารถด้านการพูดโดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์					
1	นักเรียนใช้คำศัพท์เป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้				
บันทึกเพิ่มเติม :					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง					
1	นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้				
2	นักเรียนนำข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา มานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เพื่อนเข้าใจได้				
บันทึกเพิ่มเติม :					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

ภาคผนวก ญ ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ชั้นระบุปัญหา ผู้เรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับปัญหาที่เกี่ยวข้อง



ภาพ 5 ตัวอย่างภาพ ชั้นระบุปัญหา

2. ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้เรียนค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาจากการสืบค้นอินเทอร์เน็ต



ภาพ 6 ตัวอย่างภาพ ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

3. **ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** ผู้เรียนออกแบบเครื่องกรองน้ำจากข้อมูลและแนวคิดที่ได้รวบรวม
ลงบนกระดาษ A4



ภาพ 7 ตัวอย่างภาพ ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

4. **ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา** ผู้เรียนประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำตามที่ตนเองได้ออกแบบไว้



ภาพ 8 ตัวอย่างภาพ ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้เรียนทดลองใช้เครื่องกรองน้ำที่ได้ทำขึ้นเพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงในครั้งต่อไป



ภาพ 9 ตัวอย่างภาพ ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

6. ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน ผู้เรียนนำเสนอผลการทดลองใช้เครื่องกรองน้ำพร้อมรับฟังคำแนะนำจากครูผู้สอน



ภาพ 10 ตัวอย่างภาพ ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน