

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล
และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ปริญญาพันธ์
ของ
เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
กุมภาพันธ์ 2551

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล
และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ปริญญาานิพนธ์
ของ
เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
กุมภาพันธ์ 2551
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล
และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บทคัดย่อ
ของ
เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

กุมภาพันธ์ 2551

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ . คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่ , รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ , รองศาสตราจารย์ อรพินท์ เจียรพะพงษ์ .

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา และศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในด้าน ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแย้มวิทยการ จังหวัดราชบุรี จำนวน 45 คน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย และพัฒนาเพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียวและมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน ทำการทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 20 ชั่วโมง ที่เน้น การให้เหตุผลและการบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อม ในเรื่อง น้ำ ป่าไม้ และอากาศ ผลการทดลองด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงประเมินโดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ประเมินโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการ ทดลอง ด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมประเมินโดยใช้แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและ หลังการทดลอง นอกจากนี้ยังมีการสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ และการเขียนรายงานของ นักเรียน เพื่อศึกษาในเชิงคุณภาพ ผลการทดลองพบว่า

1. ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีคะแนน เฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลมากที่สุด โดยที่นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิ/กราฟได้ ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม อ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุ แนวโน้มจากข้อมูลได้ถูกต้องและแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบได้ชัดเจน เหมาะสมและสอดคล้อง กับข้อมูล แต่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนพยายามอธิบายแนวคิดแต่ไม่สอดคล้องกับข้อมูล

หรืออธิบายแนวคิดได้ แต่ไม่มีการอธิบายว่าต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำอย่างไรเพื่อตอบคำถามของโจทย์

2. ด้านทักษะการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอธิบายการหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด โดยที่นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยเหตุผลที่แสดงนั้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้การเปรียบเทียบหรือมีการมองแนวโน้มจากข้อมูลนอกเหนือจากการมองเพียงตัวเลขหรือความสูงของกราฟ เมื่อให้อ่านข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลที่กำหนดให้ หรือเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้

3. ด้านทักษะการเชื่อมโยง พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร

4. ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง และนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการสังเกตระหว่างเรียน

5. ด้านสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจากการสังเกตระหว่างเรียน

DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES BASED ON COGNITIVE
GUIDED INSTRUCTION THROUGH REASONING AND CONNECTION SKILLS
THAT INTEGRATE MATHEMATICS CONTENT ON DATA ANALYSIS AND
ENVIRONMENTAL SCIENCE FOR GRADE 6 STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

VETCHARIT ANGGANAPATTARAKAJORN

Presented in Partial fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Mathematics Education
at Srinakharinwirot University

February 2008

Vetcharit Angganapattarakajorn. (2008) . *Development of Instructional Activities Based on Cognitive Guided Instruction through Reasoning and Connection Skills that Integrate Mathematics Content on Data Analysis and Environmental Science for Grade 6 Students*. Dissertation , Ed.D. (Mathematics Education). Bangkok: Graduate School , Srinakharinwirot University. Adviser Committee : Assoc. Prof. Dr. Piyavadee Wongyai , Assoc. Prof. Dr. Wichai Wongyai , Assoc. Prof. Orrapin Cheerrapong.

The purposes of this research were to develop instructional activities based on cognitive guided instruction through reasoning and connection skills that integrate mathematics content on data analysis and environmental science, and to study its results on a content understanding, reasoning skill, connection skill, attitude towards mathematics, and realization of environment conserving. A sample group of 45 Grade 6 students in Yamvittayakarn School, Ratchaburi Province were selected. Research and development was conducted along with one group pretest-posttest design in order to find out the effectiveness of the instructional activities. The samples were studied for twenty hours according to the lesson plan that focus on reasoning and integrate mathematics content on data analysis and environmental science on water, forest and weather. The pretest and posttest were used to evaluate understanding on data analysis, reasoning skill, connection skill, attitude towards mathematics and realization of environment conserving along with class observation, interview, and from students' written reports. The results revealed that::

1. Students' understanding on data analysis of the posttest is significantly higher than the pretest at 0.01 level.

From classroom observation and interview, it was found that students represented complete graph with a clear and coherent explanations. Students could read the data; read between the data; and read beyond the data correctly and explain clearly that coherent with the data. However, in collecting data students tried to explain concept that was not correspondent with data.

2. Students' ability on reasoning skill of the posttest is significantly higher than the pretest at 0.01 level.

From classroom observation and interview, it was found that students could answer questions correctly and present nearly complete response when either reading the data, reading between the data and reading beyond the data or when explaining fix answers.

3. Students' ability on connection skill of the posttest is significantly higher than the pretest at 0.01 level.

From classroom observation and interview, it was found that students could connect the data with real-life environment situations.

4. Students' attitude towards Mathematics of the posttest is significantly higher than the pretest at 0.01 level. Moreover, from classroom observation students showed the positive attitude towards Mathematics.

5. Students' realization to conserve environment of the posttest is significantly higher than the pretest at 0.01 level. Moreover, from classroom observation students showed the realization of conserving the environment.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ของ

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่.....เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์อรพินท์ เจียรพะงษ์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์อรพินท์ เจียรพะงษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยวดี วงษ์ใหญ่ ประธานกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความเป็นแบบอย่างของครูที่ดีของท่านเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ กรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าเพื่อช่วย พัฒนาและแก้ไขกรอบแนวคิดในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำที่มีประโยชน์อย่างยิ่งตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อรพินท์ เจียระพงษ์ กรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ ที่ได้ กรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่งตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์ ประธานกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา เขี่ยมอรรถพรณ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้ความสนใจและให้ คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของปริญญาานิพนธ์

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตาม หลักสูตรคณิตศาสตร์ศึกษา ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รู้ว่าการศึกษาระดับปริญญาเอกของผู้วิจัยนั้นมีคุณค่า เพียงใด และทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักว่าความรู้ที่ได้มานั้นจะมีคุณค่าอย่างยิ่งเมื่อผู้วิจัยได้นำความรู้ที่ ได้มานั้นไปยังประโยชน์ให้แก่ผู้อื่นและประเทศชาติต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. รุ่งทิวา แยมรุ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพล อนันตวรฤกษ และอาจารย์เลิศลักษณ์ กมลเพชร ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ยุพดี แยมทรัพย์ ผู้ช่วยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในชั้นเรียน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ครู และนักเรียนโรงเรียนแยมวิทย์การ และโรงเรียนวัดไทรอารีรักษ์ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลอย่างดียิ่ง จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จ ได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ คณิตศาสตร์ศึกษาทุกคนที่เป็นแรงใจให้แก่กันและกัน ด้วยดีเสมอมา

ทำยนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อชัยเวศน์ - คุณแม่ณงนุช อังกนะภัทรขจร ที่สนับสนุนการศึกษาของลูกจนถึงระดับสูงสุดทางการศึกษา และคอยเป็นกำลังกาย กำลังใจอย่างดี เยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำวิจัย

คุณความดีทั้งหลายอันเกิดจากการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญสำคัญของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
สมมติฐานของการวิจัย.....	10
2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 1 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการ เชื่อมโยง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	12
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	12
ทักษะการให้เหตุผล	17
ทักษะการเชื่อมโยง	24
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	28
ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมศึกษา และสถานการณ์สิ่งแวดล้อมใน ประเทศไทย.....	31
สิ่งแวดล้อม	31
สิ่งแวดล้อมศึกษา	35
สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในประเทศไทย.....	41
ตอนที่ 3 การบูรณาการ.....	45
ความสำคัญและความหมายของการบูรณาการ.....	45
รูปแบบและลักษณะสำคัญของการบูรณาการ.....	48
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ตอนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดและ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	65
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
ตอนที่ 5 การประเมินผล.....	75
บทความเกี่ยวกับการประเมินผล.....	75
เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค.....	77
การประเมินผลตามสภาพจริง.....	84
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้.....	90
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	92
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน.....	94
การศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	94
การศึกษาปัญหา จากเอกสาร.....	95
การศึกษาสภาพจริงในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างสาระ การเรียนรู้และชีวิตจริง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง โดยการศึกษาปัญหาจากครูและนักเรียน.....	97
การศึกษาแนวทางแก้ปัญหาจากเอกสารและงานวิจัย.....	103
ขั้นตอนที่ 2 การสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน.....	104
กรอบเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และรูปแบบการบูรณาการ.....	104
การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้ เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง.....	105
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	106
กรอบการจัดการเรียนรู้และการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้.....	109
การประเมินผล.....	116

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
ชั้นตอนที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	117
กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	117
ชั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	120
ชั้นตอนที่ 4 การทดลองภาคสนามและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	133
กลุ่มตัวอย่างและรูปแบบการวิจัย.....	133
การกำหนดระยะเวลาในการทดลอง.....	133
การทดลองภาคสนาม.....	134
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	135
ชั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย.....	136
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	138
ตอนที่ 1 ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้.....	138
ตอนที่ 2 ด้านทักษะการให้เหตุผลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้.....	149
ตอนที่ 3 ด้านทักษะการเชื่อมโยงจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้.....	161
ตอนที่ 4 ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้.....	169
ตอนที่ 5 ด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้.....	177
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	187
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	187
ขอบเขตของการวิจัย.....	187
สมมติฐานของการวิจัย.....	188
วิธีดำเนินการวิจัย.....	188
สรุปผลการวิจัย.....	190
การอภิปรายผลการวิจัย.....	192
ข้อเสนอแนะ.....	201

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	204
ภาคผนวก.....	221
ภาคผนวก ก.....	222
รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	223
ภาคผนวก ข.....	224
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กำหนด การสอน และการสังเกตพฤติกรรม.....	225
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	245
แบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะ การให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง.....	247
แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	259
แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	263
แบบสังเกตพฤติกรรมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล....	267
แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์.....	268
แบบสังเกตเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	269
แบบสังเกตพฤติกรรมการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	270
แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล.....	272
แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผล.....	274
แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยง.....	275
ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องสำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	276
แบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้.....	277
แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องการวิเคราะห์ ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	280

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก (ต่อ)	
ภาคผนวก จ ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	282
ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง.....	283
ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง.....	283
ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	283
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง.....	284
เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง.....	285
เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน.....	286
เปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผล ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง.....	287
เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของทักษะการให้เหตุผล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน.....	289
เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยง ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง.....	290
เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง.....	293
เปรียบเทียบการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง.....	295

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก (ต่อ)	
ภาคผนวก ข ตัวอย่างงานของกลุ่มตัวอย่าง.....	297
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	310

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เกณฑ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่สำคัญของประเทศไทยปี 2548.....	42
2 เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการให้เหตุผลและ ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงของกรมวิชาการ.....	78
3 เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการวิจัย.....	80
4 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
5 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการให้เหตุผล.....	82
6 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการเชื่อมโยง.....	83
7 ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล.....	101
8 ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มด้านทักษะการให้เหตุผล.....	102
9 ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มด้านทักษะการเชื่อมโยง.....	103
10 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้.....	111
11 กำหนดโครงการสอนและเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	121
12 เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการวิจัย.....	123
13 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบโดยค่า IOC	125
14 กำหนดการและระยะเวลาในการทดลอง.....	134
15 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	139
16 เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม.....	140
17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ก่อน และหลังการทดลองเป็นรายด้าน.....	142
18 เปรียบเทียบพัฒนาการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นราย ด้านของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มเป็นราย ด้าน.....	142

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
19 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองจำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่มระดับความเข้าใจแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมด.....	143
20 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	148
21 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการให้เหตุผล.....	150
22 เปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผล ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม.....	151
23 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการให้เหตุผล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน	153
24 เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลเป็นรายด้านของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มเป็นรายด้าน.....	153
25 ทักษะการให้เหตุผล ของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองจำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่มระดับการให้เหตุผลแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมด.....	154
26 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านทักษะการให้เหตุผล.....	160
27 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการเชื่อมโยง.....	162
28 เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม.	163
29 เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการเชื่อมโยงของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม.....	164
30 ทักษะการเชื่อมโยง ของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองจำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่มระดับการเชื่อมโยงแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมด.....	165
31 พื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ (หมื่นไร่) ของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2542-2547 ของกรมป่าไม้.	166
32 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านทักษะการเชื่อมโยง.....	168
33 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม.....	170

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
34 แสดงผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างจำแนกเป็นรายชื่อ.....	171
35 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	175
36 เปรียบเทียบการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม.....	178
37 แสดงผลการประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างจำแนกเป็นรายชื่อ.....	179
38 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	182
39 กำหนดการ เนื้อหา และระยะเวลาในการสอน.....	238
40 การสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม....	241
41 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง.....	246

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ลำดับของการคิด.....	18
2 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	55
3 ประเด็นด้านการเรียนการสอนที่ผู้สอนควรคำนึงถึงในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้.....	58
4 กระบวนการสืบสวนทางสถิติ.....	70
5 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้.....	91
6 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	93
7 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้.....	108
8 กรอบการจัดการเรียนรู้.....	110
9 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	119
10 คะแนนดิบเป็นรายบุคคลด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	141
11 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	145
12 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านการนำเสนอข้อมูล.....	146
13 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล.....	147
14 คะแนนดิบเป็นรายบุคคลด้านทักษะการให้เหตุผล.....	152
15 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร) ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 – 2548 ของกรมชลประทาน.....	156
16 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล.....	157
17 ปริมาณขยะมูลฝอยระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2543 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ.....	158
18 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล.....	159
19 คะแนนดิบเป็นรายบุคคลด้านทักษะการเชื่อมโยง.....	163
20 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหา คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม..	167

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล มีระเบียบการคิด ทำให้คนเกิดความคิดสร้างสรรค์จนเกิดวิทยาการก้าวหน้าไปในศาสตร์สาขาต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 1) ได้ระบุว่า คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ซึ่งสอดคล้องกับโครงการ PISA ที่ได้ให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์ โดยโครงการนี้ได้เน้นการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่าเป็น การรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในชีวิตจริง สามารถตัดสินใจปัญหาต่างๆบนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และรู้จักใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาของตน ในปัจจุบันนักเรียนต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงมากมาย เป็นต้นว่า การรับรู้ข้อมูลต่างๆในรูปของตาราง แผนผัง กราฟ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ การลดลงของป่าไม้ การเพิ่มขึ้นของมลภาวะทางอากาศและน้ำ เป็นต้น จากที่กล่าวมาจะพบว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก แต่การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้สัมผัสกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเขาเลย (สุรสาธิต ผาสุข. 2546: 3) ครูยังคงใช้วิธีสอนแบบอธิบายให้นักเรียนฟัง ขาดการทดลองจริง (คณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ. 2541: 8) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนแบบทางเดียวขาดการค้นคว้า ทดลอง เน้นที่เนื้อหาโดยขาดกระบวนการ มองเห็นคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว ไม่มีประโยชน์ และไม่ค่อยสนุกกับวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปใช้งานได้กว้างขวางในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากที่เรียนในห้องเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ (จรรยา ภูอุดม. 2545: 23-24; อัมพร ม้าคอง. 2545:1) จากที่กล่าวมาทำให้ตระหนักได้ว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาส่วนมากขาดการบูรณาการกับเนื้อหาวิชาอื่นและไม่มีการบูรณาการกับชีวิตจริงทำให้ผู้เรียนมองไม่เห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริงและมองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีการบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงเพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริงดังที่ ยูซึสกิน (Usiskin. 2001: 8) กล่าวว่า การนำเสนอคณิตศาสตร์ในบริบทที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยจัดบริบทให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นจะทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีและสนุกกับการเรียน

การบูรณาการเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับสภาพบ้านเมืองและสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ซึ่งถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดและให้ใช้การเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นวิถีชีวิต อันเป็นเจตนารมณ์และเป็นความมุ่งหมายที่ต้องจัดการศึกษาให้คนมีความสมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ (ทองอยู่ แก้วไพฑูริย์. 2543: 3-5) และในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 (2544: 14-21) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ต่างๆ ให้มีกระบวนการและวิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้จากธรรมชาติ การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และการเรียนรู้แบบบูรณาการ การใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้ในลักษณะองค์รวมและใช้การบูรณาการเป็นเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกัน จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าการจัดการศึกษาระดับชาติได้มีแนวทางเด่นชัดที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริงและช่วยให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และช่วยให้เกิดการประสานกลมกลืนระหว่างประสบการณ์และวิถีคิดของผู้เรียนทำให้สามารถสร้างแนวคิดที่เป็นของตนเองได้ (ธีระชัย ปุณณโชติ. 2543: 13-14; พิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข. 2548: 2; Jacob. 1989; Smith, Goodman & Meredith. 1976: 164 & Oliva. 1992: 518)

นอกจากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีอีกเรื่องหนึ่งซึ่งสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ คือเรื่องของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสิ่งแวดล้อม คือสิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์ได้ทำขึ้น (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2531: 1) และล้วนมีปฏิสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันและเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของคนเรา ไม่ว่าจะเป็น น้ำ ป่าไม้ อากาศ แสงแดด ถนน อาคารบ้านเรือน เป็นต้น แต่ในปัจจุบันได้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นอย่างกว้างขวางและคล้ายคลึงกันไปทั่วโลก ดังที่ในการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (United Nations. 1993: 1) กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า “ผลสืบเนื่องทางนิเวศวิทยาของการหมดไปของโอโซน การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ความเสื่อมโทรมของดิน การที่ป่าไม้ถูกทำลาย การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และการเพิ่มขึ้นของมลภาวะทางอากาศ น้ำ และดิน กำลังคุกคามอนาคตที่ร่วมกันและยั่งยืนของเรา” จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวได้กระตุ้นสังคมให้ตระหนักถึงเรื่องของการรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งกลไกที่สำคัญอย่างหนึ่งของสังคมที่ช่วยให้ประชากรโดยเฉพาะเยาวชนที่จะเติบโตภายหน้าได้รู้คุณค่าของสิ่งแวดล้อม และปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน คือ การศึกษา ด้วยเหตุนี้การจัดการศึกษาระดับชาติจึงมีแนวทาง

เด่นชัดที่สนับสนุนให้มีการจัดเรื่องสิ่งแวดล้อมไว้ในสาระการเรียนรู้ต่างๆ เช่น สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นต้น และสนับสนุนการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมใน ลักษณะของโครงงานและบูรณาการ ดังที่ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 (ปรับปรุง พ.ศ. 2545) มาตราที่ 7 ได้ระบุไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังจิตสำนึกที่ถูกต้องในด้านต่างๆ รวมทั้ง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และในมาตราที่ 23 วรรค 2 กล่าวว่า “การจัดการศึกษา ต้องเน้นความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่อง การจัดการบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จาก ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน” อีกทั้งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 (2544: 14-21) กล่าวว่า “ควรมีการนำกระบวนการจัดการ กระบวนการอนุรักษ์และพัฒนา สิ่งแวดล้อม กระบวนการคิดและกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปสอดแทรกในการเรียนการสอนทุกกลุ่มสาระ การเรียนรู้ ดังนั้นจึงควรมีการนำเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมาบูรณาการกับสาระการเรียนรู้ต่างๆ “

ในปัจจุบันประเทศไทยยังประสบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมอยู่มากซึ่งล้วนแต่เป็นปัญหาที่สำคัญจาก การรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548 ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ. 2548: 3-10) พบว่า คุณภาพแหล่งน้ำที่สำคัญ เมื่อเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2548 กับ ปี พ.ศ. 2547 มีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมเสื่อมโทรมลง โดยพิจารณา จากร้อยละของแหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ดีและพอใช้ลดลง ส่วนแหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมเพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2547 ส่วนปัญหามลพิษทางอากาศ พบว่า ในปี 2548 ความรุนแรงของปัญหาทางอากาศมี แนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา แต่ยังคงพบฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเป็นปัญหาหลัก เพราะมี ค่าเกินมาตรฐานในหลายพื้นที่ทั้งในเขตชุมชนเมืองและย่านอุตสาหกรรม สำหรับปัญหาภาวะโลกร้อน พบว่า สาเหตุที่โลกร้อนขึ้นในตอนนี้มีความมั่นใจอย่างชัดเจน โดยจากรายงานฉบับที่ 4 ของคณะทำงาน ชุดที่ 1 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เพิ่งประชุมกันที่กรุงปารีส ระบุว่า มนุษย์ คือตัวการที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนกว่า 90% โดยตอนนี้ได้ข้อสรุปชัดเจนแล้วว่า โลกกำลัง ร้อนขึ้นด้วยอัตราประมาณ 0.2 องศาต่อ 10 ปีหรือ 1 ทศวรรษ และอัตรานี้ก็กำลังเพิ่มขึ้นในอัตราก้าวหน้า อย่างต่อเนื่อง (วารสารสิ่งแวดล้อม. 2550: 14-21) สำหรับสถานการณ์ของป่าไม้ในไทยพบว่า ประเทศไทย สูญเสียพื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างมาก จากปี พุทธศักราช 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของพื้นที่ประเทศ และในปีพุทธศักราช 2536 ช่วงระยะเวลาประมาณสามสิบปีเศษที่ผ่านมาประเทศไทยมี พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือร้อยละ 26.02 และในปีพุทธศักราช 2540 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือร้อยละ 25.62 แต่ในปีพุทธศักราช 2546 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 33.09 ของพื้นที่ ประเทศ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับอดีตประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ลดลงมาก และพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงนี้

มีผลกระทบโดยตรงกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ จากปัญหาที่กล่าวมาในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะ น้ำ ป่าไม้ และอากาศ

จากที่กล่าวมาพบว่าวิชาคณิตศาสตร์และสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่สำคัญมากในชีวิตจริง ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมนั้นควรจัดการเรียนการสอนในลักษณะของการบูรณาการดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ซึ่งสิ่งแวดล้อมสามารถนำมาบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ได้ในเนื้อหาสถิติ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ดังที่ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2548: 43) และ ภาสินี เปี่ยมพงศ์สานต์ (2548: 14-15) ได้กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวและมีประสิทธิภาพมากและสามารถบูรณาการเรื่องสิ่งแวดล้อมไปได้ในเรื่องของการวิเคราะห์ข้อมูล การทำแผนที่ชุมชน การสำรวจประชากรสิ่งมีชีวิต คิดค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามและการสำรวจทางสิ่งแวดล้อม กราฟข้อมูล และแผนภูมิต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ ฟอการ์ตี (Fogarty, 1991: 61-65) ซึ่งได้เสนอแผนผังการบูรณาการแบบโยงใย (webbed model) ที่บูรณาการสิ่งแวดล้อมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเก็บข้อมูล เขียนแผนภูมิและกราฟสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรจัดให้มีการบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ เห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริง รวมทั้งเป็นการสร้างสำนึกให้รักษ์สิ่งแวดล้อม เห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม และช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น

จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียน-ครูผู้สอน-ผู้บริหาร จาก 218 โรงเรียนซึ่งอยู่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ 41.00% สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน 27.60% กรมสามัญศึกษา 16.00% สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร 12.20% และสำนักบริหารการศึกษาท้องถิ่น 3.20% พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ อยู่ในระดับพอใช้ 67.00% แต่มีโรงเรียน 9.60% ที่ต้องปรับปรุงด่วน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2547: 11) สอดคล้องกับข้อมูลจากโครงการ TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) ที่พบว่านักเรียนไทยทำข้อสอบที่ต้องใช้ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ ยกเหตุผลประกอบ หรือเขียนข้อความยาวๆไม่ได้ และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่น่าเบื่อ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 34-37) อีกทั้งแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริงและตระหนักในการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม จะต้องอาศัยการสร้างให้นักเรียนเห็นปัญหา มีโอกาสเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยใช้ข้อมูลจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ใช้การวิเคราะห์

ข้อมูลประกอบการอภิปรายด้วยเหตุผลของนักเรียนในการหาข้อสรุปและขยายแนวคิดโดยการระบุ
 แนวโน้มของข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวการ
 จัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด(Cognitive Guided Instruction: CGI) ซึ่งเป็นแนวการจัดการ
 เรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชื่อของครูที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิดและการให้
 เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ การเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา แล้ว
 นำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และ
 ความสามารถในการคิดของนักเรียน (Carpenter et al. 1989: 499-531; Fennema et al. 1993: 555-
 583) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงพิจารณาการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดโดยมีขั้นตอนของการจัดการ
 เรียนรู้ ดังนี้ 1. ครูนำเสนอปัญหา 2. นักเรียนทำการแก้ปัญหา 3. นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการ
 แก้ปัญหาเป็นรายบุคคล และ 4. ครูและนักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการ
 แก้ปัญหา โดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม (Carpenter et al. 1999: 60-85; 2000: 4-
 5; Hiebert et al. 1997) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด
 ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าการจัดการ
 เรียนรู้แบบปกติ (Carpenter et al. 1989: 499-531; Villasenor & Kepner. 1993: 62-69) และการให้
 นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายด้วยเหตุผลและมีการเชื่อมโยงจากข้อมูลที่มีอยู่ไปสู่ชีวิตจริงนั้นเป็น
 กระบวนการที่สำคัญที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหา การวิเคราะห์ข้อมูล ให้เกิดขึ้นและ
 คงอยู่กับผู้เรียนได้ยาวนาน (อัมพร ม้าคอง. 2546: 8;10; NCTM. 2000: 21;56;64-66; Russell. 1999:
 1; Hanna & Yackel. 2003: 227-236; Roman & Morrow. 1993: 7; Buschman. 1995: 324) ทำให้
 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เห็นความชัดเจนของวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ เชื่อว่า
 คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผลที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ และตระหนักว่าคณิตศาสตร์มีอยู่ใน
 ชีวิตจริงและมีอยู่รอบตัวเรา (สสวท.2547: 3; NCTM. 1991; NCTM. 2000: 60-62; Ventura. 2001:
 online) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการ
 เชื่อมโยงจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ
 เห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริง

จากเหตุผลที่กล่าวในข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะ
 ให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์
 ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อม ในเรื่องของน้ำ ป่าไม้ และอากาศ เพื่อเป็นแนวทางหลักในการก่อให้เกิดการเรียนรู้

ความเข้าใจ การขยายแนวคิดจากเนื้อหา การวิเคราะห์ข้อมูล ไปสู่ชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริง เกิดความตระหนักในการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม รู้สาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาค้นคว้าศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาผลของการใช้กิจกรรมในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม การออกแบบกิจกรรมนี้จะเป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และเป็นแนวทางสำหรับครูในการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ บูรณาการวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด(CGI)ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา ซึ่งเป็นเนื้อหาที่บรรจุไว้ใน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ สาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
2. ได้วิธีการที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล มีทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. ได้วิธีการที่ทำให้นักเรียนมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ทราบถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รู้สาเหตุและแนวทางป้องกัน แก้ไข ปัญหาสิ่งแวดล้อมในเรื่องของ น้ำ ป่าไม้ อากาศ

4. ได้แนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริง
5. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
6. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้สนใจในการบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่นๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลหรือศึกษาข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่องสิ่งแวดล้อม การนำเสนอข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตจริงในรูปแบบ ตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบ กราฟเส้น และแผนภูมิวงกลม

เนื้อหาเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อมศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย การดูแลรักษาและร่วมกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และตระหนักถึงผลจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ในเรื่องของ น้ำ ป่าไม้ และอากาศ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ราชบุรี เขต 2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนแย้มวิทยากร อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 20 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผลที่เกิดจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งได้แก่

1. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
2. ทักษะการให้เหตุผล
3. ทักษะการเชื่อมโยง
4. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
5. การมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองภาคสนามสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแย้มวิทยากร อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน(45 คน) จาก 3 ห้องเรียน โดยการสุ่มเลือกตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (cluster random sampling) สาเหตุที่เลือกโรงเรียนนี้ เนื่องจาก เป็นโรงเรียนขนาดกลางมีนักเรียนประมาณ 800-1000 คน เปิดสอนตั้งแต่ชั้นปฐมวัยจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในครอบครัวที่มีฐานะปานกลาง และในแต่ละห้องเรียนมีนักเรียนประมาณ 40-45 คน ซึ่งโรงเรียนได้จัดนักเรียนแต่ละห้องแบบลดความสามารถของนักเรียนที่มีผลการเรียนแบบเก่ง ปานกลาง และอ่อน อีกทั้งผู้บริหารโรงเรียนอนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าไปศึกษาข้อมูลแบบเจาะลึกได้ ครูและนักเรียนที่เข้าร่วมในการวิจัยให้ความร่วมมือกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนำร่องสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวัดไพรอารีรักษ์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน(45 คน) จาก 3 ห้องเรียน โดยการสุ่มเลือกตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (cluster random sampling) สาเหตุที่เลือกโรงเรียนนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองนำร่อง เนื่องจากโรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่เดียวกับโรงเรียนแย้มวิทยากรมีสภาพแวดล้อมของโรงเรียนใกล้เคียงกัน ขนาดโรงเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลางเหมือนกัน มีลักษณะการจัดการเรียนการสอนในแนวทางที่ใกล้เคียงกัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การบูรณาการ หมายถึง การนำเนื้อหาและทักษะกระบวนการของศาสตร์ต่างๆที่มีความสัมพันธ์กันมาผสมผสานกัน เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่เป็นองค์รวมสอดคล้องกับความต้องการและสภาพจริงของผู้เรียนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2. การบูรณาการแบบโยงใย (Webbed model) หมายถึง การบูรณาการที่กำหนดประเด็นขึ้น จากบริบทสังคมหรือเรื่องที่น่าสนใจแล้วเชื่อมโยงไปสู่วิชาต่างๆ ว่าแต่ละวิชามีบทบาทใดบ้างที่สอดคล้องกับ มโนทัศน์ประเด็นที่ตั้งไว้ แล้วผู้สอนแต่ละคนก็ทำการสอนเรื่องนั้นๆ

3. การบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา หมายถึง การบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษาซึ่งเป็นเนื้อหาที่บรรจุไว้ใน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ สาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม โดยใช้การบูรณาการแบบโยงใย (Webbed model)

4. การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction: CGI) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้ และเป็นการสอนที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนของการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1. ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 2. นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/ปัญหาเพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้ให้ คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือปัญหา 3. นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมทั้งเหตุผลของแต่ละ กลุ่ม จากนั้นครูและเพื่อนร่วมชั้นถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ เพื่อให้เกิดการแสดง เหตุผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด 4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบูรณาการแนวคิดและเหตุผลที่ใช้ เพื่อขยายแนวคิดจากข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยครูเป็นผู้ใช้ คำถามทำให้เกิดการอภิปราย

5. กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา หมายถึง การ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการสอนแนะให้รู้คิดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การ วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม อภิปรายด้วยเหตุผล ของนักเรียนในการหาข้อสรุปและขยายแนวคิดโดยการระบุนวโนมของข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ สถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

6. สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่ง เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ในงานวิจัยนี้ได้แก่ น้ำ ป่าไม้ และอากาศ

7. สิ่งแวดล้อมศึกษา หมายถึง กระบวนการทางการศึกษาที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความ เข้าใจในเรื่องสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับ สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม และสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น จนเกิดความรู้ลึก

เห็นคุณค่าของสิ่งแวดลอม ตระหนักและห่วงใยถึงปัญหาสิ่งแวดลอม มีเจตคติและแรงจูงใจที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมในการป้องกันและปรับสิ่งแวดลอมให้มีสภาพดีขึ้นทั้งในระดับบุคคล กลุ่ม และสังคม เพื่อพัฒนาให้เกิดสิ่งแวดลอมที่ยั่งยืนต่อไป

8. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในด้าน 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล 2. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง แผนภูมิหรือกราฟ และอธิบายโครงสร้างของตาราง แผนภูมิหรือกราฟ และ 3. การอ่านข้อมูลที่แสดงอย่างชัดเจนหรือพบโดยตรงจากกราฟ การรวบรวมหรือเปรียบเทียบข้อมูล และการทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูล โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์และใช้ความรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับสิ่งแวดลอม โดยประเมินจาก แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์

9. ทักษะการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และ ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยประเมินจาก แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์

10. ทักษะการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดลอม โดยประเมินจาก แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์

11. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ท่าทีความคิดเห็น ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยประเมินจากแบบวัดเจตคติ การสังเกตพฤติกรรม และการรายงานสะท้อนความคิดเห็นจากการเขียนความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์

12. การมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดลอม หมายถึง ท่าทีความคิดเห็น ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดลอม โดยประเมินจากแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดลอม การสังเกตพฤติกรรม และการรายงานสะท้อนความคิดเห็นจากการเขียนความรู้สึกต่อสิ่งแวดลอม

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง
2. นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง
3. นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง
4. นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง
5. นักเรียนมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดลอมภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

- 1.1 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
- 1.2 ทักษะการให้เหตุผล
- 1.3 ทักษะการเชื่อมโยง
- 1.4 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมศึกษา และสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

- 2.1 สิ่งแวดล้อม
- 2.2 สิ่งแวดล้อมศึกษา
- 2.3 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

ตอนที่ 3 การบูรณาการ

- 3.1 ความสำคัญและความหมายของการบูรณาการ
- 3.2 รูปแบบและลักษณะสำคัญของการบูรณาการ
- 3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ตอนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดและการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

- 4.1 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
- 4.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 5 การประเมินผล

- 5.1 บทความเกี่ยวกับการประเมินผล
- 5.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค
- 5.3 การประเมินผลตามสภาพจริง

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1.1 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

1.1.1 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

จุดมุ่งหมายสำคัญทางการศึกษาคณิตศาสตร์คือการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ (Hiebert & Carpenter. 1992: 65; Usiskin. 2001: 65) สอดคล้องกับมุมมองของการศึกษาคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดย สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 20) คือ นักเรียนต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ โดยกล่าวไว้ในหลักการเรียนรู้ว่า “นักเรียนต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจโดยสามารถสร้างความรู้ใหม่จากประสบการณ์และความรู้ที่มีอยู่เดิม” ซึ่งสอดคล้องกับค่านิยมของความเข้าใจที่นักการศึกษาทั้งหลายได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ความเข้าใจเป็นการวัดคุณภาพและปริมาณของการเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับแนวคิดที่มีอยู่เดิม อีกทั้งความเข้าใจขึ้นอยู่กับการมีอยู่ของแนวคิดที่เหมาะสมและการสร้างการเชื่อมโยงแนวคิดใหม่ (Backhouse et al.1992; Davis. 1986; Hiebert & Carpenter. 1992: 67; Janvier. 1987; Schroeder & Lester. 1989) และการที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมได้อย่างมีความหมายจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ (Schoenfeld. 1988) อีกทั้งการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่พวกเขาไม่เคยพบมาก่อนในอนาคต (NCTM. 2000: 21) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคนอง (2546: 29) ที่กล่าวว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และการนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาที่ซับซ้อน การเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการจำข้อเท็จจริงหรือขั้นตอนวิธีการโดยปราศจากความเข้าใจ บ่อยครั้งจะทำให้พวกเขาไม่แน่ใจเมื่อประสบกับคำถามที่ว่า ควรใช้ความรู้เรื่องนี้อย่างไรหรือใช้เมื่อไร และอะไรบ้างที่พวกเขาารู้เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องนี้ (Bransford, Brown & Cocking. 1990)

นอกจากนี้ไฮเบิร์ต และ คาร์เพนเทอร์ (Hiebert & Carpenter. 1992: 74-77) และ จอห์น (John. 2004: 26-27) ได้กล่าวถึงผลที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความเข้าใจทำให้สามารถสร้างความรู้ใหม่ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาใดๆ พวกเขาจะสามารถสร้างและจัดระบบความคิดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตัวเองแทนที่จะรับความรู้นั้นมาจากครูหรือหนังสือ

2. ความเข้าใจส่งเสริมการจำ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาใดๆ นักเรียนก็จะสามารถจำหลักการ สูตร ทฤษฎีบทของเนื้อหานั้นๆ ได้
3. ความเข้าใจช่วยลดจำนวนของสิ่งที่ต้องจำ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจก็จะสามารถสร้างองค์รวมของความรู้หรือเนื้อหาได้ โดยไม่ต้องจำเนื้อหาเป็นส่วนๆ ทำให้สิ่งที่นักเรียนต้องจำมีน้อยลง
4. ความเข้าใจเพิ่มความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ การถ่ายโยงความรู้เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการถ่ายโยงความรู้จะเกิดขึ้นบ่อยในคณิตศาสตร์ เนื่องจากการแก้ปัญหาใหม่จะต้องใช้โครงสร้างของความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มา และการถ่ายโยงความรู้เกิดขึ้นบ่อยเพราะว่าในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งอาจต้องใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้มาก่อน
5. ความเข้าใจมีอิทธิพลต่อความเชื่อ เมื่อนักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจนักเรียนก็จะเกิดความเชื่อมั่นในวิชาคณิตศาสตร์รวมทั้งเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาพบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญเพราะการสอนโดยให้นักเรียนจดจำหรือท่องจำ ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากขาดความเข้าใจอันเป็นพื้นฐานของการคิดในระดับที่ลึกซึ้งขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะพัฒนาความเข้าใจให้นักเรียนในขณะที่สอนเนื้อหาคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

คาร์เพนเทอร์และเลชเซอร์ (Carpenter & Lehrer. 1999: 20-23) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจควรมีลักษณะ ดังนี้ 1. การสร้างความสัมพันธ์ หมายถึง การเชื่อมโยงแนวคิดหรือกระบวนการใหม่กับแนวคิดเดิมที่นักเรียนเข้าใจแล้ว 2. การขยายและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การพัฒนาความรู้ที่ซึ่งให้นักเรียนสามารถรวมแนวคิดใหม่และแนวคิดที่มีอยู่เดิมเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดความเข้าใจได้ดีขึ้น 3. ผลสะท้อนจากประสบการณ์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถสำรวจแนวคิดที่พวกเขาเรียนและรู้ว่าจะใช้แนวคิดนั้นได้อย่างไร 4. การแสดงออกอย่างชัดเจนในสิ่งที่รู้ หมายถึง การเขียนหรือการอธิบายเพื่อสะท้อนสิ่งที่นักเรียนรู้ และ 5. การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง หมายถึง การที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีเหตุมีผลด้วยตัวเอง นอกจากนี้ เฮนนาและแยคเคิล (Hanna & Yackel. 2003: 227-236) กล่าวว่า การเรียนด้วยความเข้าใจสามารถพัฒนาได้โดย 1. การมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน 2. การให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดหรือ

ข้อคาดหวังทางคณิตศาสตร์ 3. การให้นักเรียนมีโอกาสประเมินแนวคิดของตนเองและผู้อื่น และ 4. การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมา พบว่า การจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงแนวคิด มีการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล และมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน ดังนั้นในการวิจัยนี้จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงจากสถานการณ์ในชีวิตจริง รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

1.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื้อหาสถิติ ในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและที่น่าจะเป็น ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เป็นรากฐานที่สำคัญของศาสตร์ที่เรียกว่า สถิติศาสตร์ สถิติศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาอธิบายปรากฏการณ์หนึ่งหรือตอบคำถาม หรือประเด็นปัญหาหนึ่งที่สนใจ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการเกิดซ้ำๆกันของปรากฏการณ์นั้น อาจกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์ข้อมูลคือแกนกลางของสถิติศาสตร์ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลนี้อาจแบ่งออกเป็นสองส่วน คือการวิเคราะห์ขั้นต้นที่มุ่งวิเคราะห์เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลชุดนั้นซึ่งเรียกว่าสถิติเชิงพรรณนา กับการวิเคราะห์เพื่ออธิบายไปถึงข้อมูลชุดที่สมบูรณ์ซึ่งเรียกว่าสถิติเชิงอนุมาน

สถิติศาสตร์ส่วนที่เรียกว่าสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) นั้น เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการสรุปสาระสำคัญที่มีอยู่ในข้อมูลชุดหนึ่งและนำเสนอข้อสรุปหรือสาระในข้อมูลชุดนั้นออกมารายงาน โดยไม่ทำการอ้างอิงไปถึงข้อมูลชุดที่สมบูรณ์ เช่น ค่าวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง (ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ฯลฯ) และค่าวัดการกระจาย (ค่าแปรปรวน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าพิสัย ฯลฯ) เป็นต้น หรือด้วยแผนภาพ เช่น แผนภาพวงกลม แผนภูมิแท่ง และแผนการกระจาย เป็นต้น เพื่ออธิบายข้อมูลชุดนั้น สถิติศาสตร์ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญในการอธิบายลักษณะความเป็นไปในข้อมูลชุดหนึ่ง

ในส่วนของสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) องค์ประกอบของศาสตร์นี้จะครอบคลุม ทฤษฎีและวิธีต่างๆในการหาหรือเก็บรวบรวมข้อมูลและทฤษฎีและวิธีการต่างๆในการวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามที่ต้องการ (สุชาติดา กิระนันท์ และคณะ. 2547: 6)

ในการพิจารณาโดยรวม สถิติศาสตร์ครอบคลุมเรื่องข้อมูลและการเชื่อมโยงกับปัญหา รวมทั้งการสร้างการวิเคราะห์ข้อมูล อาจกล่าวได้ว่า สถิติศาสตร์ครอบคลุมองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (สุชาติดา กิระนันท์ และคณะ. 2547: 6)

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากสถิติศาสตร์ต้องอาศัยข้อมูลเป็นหลักฐานในการพิจารณาหาข้อสรุป การเก็บรวบรวมข้อมูลจึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีมาทำการวิเคราะห์จึงจะสามารถได้ผลสรุปที่มีคุณภาพด้วย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 3 วิธี ได้แก่ การบันทึกหรือการทะเบียน การสำรวจและการทดลอง การเลือกวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลจึงต้องพิจารณาวัตถุประสงค์เป็นลำดับแรก

2. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มีเพื่ออธิบายหรือตอบคำถามที่ต้องการ ทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลอาจเป็นการวิเคราะห์ขั้นต้นอันเป็นส่วนหนึ่งของสถิติเชิงพรรณนาซึ่งเป็นการสรุปสาระในข้อมูลชุดที่มีมาอธิบายว่าข้อมูลชุดนั้นมีลักษณะเช่นไร กับการวิเคราะห์ขั้นสูงซึ่งนำข้อสรุปจากข้อมูลที่มีซึ่งถือเป็นส่วนย่อยของข้อมูลชุดสมบูรณ์ไปอธิบายลักษณะของข้อมูลชุดที่สมบูรณ์นั้น อันเป็นส่วนหนึ่งของสถิติเชิงอนุมาน

3. การนำเสนอข้อสรุป การนำเสนอข้อสรุปในรูปแบบที่ผู้ใช้โดยทั่วไปสามารถเข้าใจได้ชัดเจน หรือการเชื่อมโยงข้อสรุปที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ไปตอบคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้ นับเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจากการสรุปผลในวิธีการวิเคราะห์โดยทั่วไปมักอยู่ในรูปแบบที่ระบุว่าผลการวิเคราะห์เป็นเช่นไร แต่ไม่อยู่ในรูปของคำตอบของคำถามที่ต้องการโดยตรง เพื่อให้ผู้ใช้ข้อสรุปมีความเข้าใจที่ถูกต้อง จึงควรทำการสรุปผลในลักษณะที่เชื่อมโยงกับปัญหาที่มีมากกว่า

ความสำคัญของสถิติศาสตร์

ในชีวิตประจำวันแต่ละวันนั้นมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่างๆ มากมายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถิติศาสตร์ หรือเป็นผลสรุปที่อาศัยวิธีการทางสถิติ ข้อสรุปหรือสารสนเทศมากมายนี้อาจผ่านไปโดยที่ผู้รับทราบไม่ได้คำนึงถึงกระบวนการทางสถิติเลยก็ได้ แต่หากคำนึงถึงความมั่นใจในการใช้ข้อมูลหรือสารสนเทศแล้ว ผู้ใช้ข้อมูลสารสนเทศควรต้องมีความสามารถในการพิจารณาคูณภาพของข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้น รวมทั้ง ควรทราบถึงวิธีการทางสถิติต่างๆ เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์ และตีความหมายข้อมูล รวมทั้งการนำเสนอข้อมูล เป็นต้น เพื่อประโยชน์ของการพิจารณาประยุกต์วิธีการทางสถิติกับปัญหาต่างๆ และเป็นข้อมูลในประกอบการตัดสินใจต่อไป ตัวอย่างของปัญหาในชีวิตประจำวันที่ต้องใช้สถิติศาสตร์ ได้แก่ การกำหนดเบี้ยประกันรถยนต์ การรับประกันอายุใช้งานของสินค้า โอกาสที่จะมีฝนตกในหนึ่งวัน การทดสอบประสิทธิภาพของยารักษาโรค การสำรวจความคิดเห็น หรือโพล การควบคุมคุณภาพสินค้าที่ผลิต การเปรียบเทียบผลของสูตรอาหารสัตว์สองสูตร การศึกษาผลผลิตข้าวพันธุ์ใหม่กับพันธุ์เดิม การพยากรณ์ยอดขายในธุรกิจ เป็นต้น (สุชาติดา กิระนันท์และคณะ. 2547: 2-5; NCTM. 1989)

จากความสำคัญของสถิติศาสตร์ดังกล่าวมา ทำให้ในการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ เนื้อหาสถิติจึงถูกจัดเป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระการวิเคราะห์ ข้อมูลเบื้องต้นและความน่าจะเป็น ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเนื้อหาสถิติได้มีการจัดให้เริ่ม เรียนตั้งแต่ช่วงชั้นที่ 1 จนถึงช่วงชั้นที่ 4 (กรมวิชาการ. 2546: 1) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพิจารณาใช้ข้อมูล สารสนเทศต่างๆในชีวิตประจำวันต่อไป

เนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลที่นักเรียนควรเข้าใจ

กรมวิชาการ (2546: 9) ได้กล่าวถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ที่ควรพัฒนาให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ และใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติช่วยใน การตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ กรมวิชาการ ยังได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 ไว้ดังนี้ 1. รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ และการทดลองได้ 2. อ่านและอธิบายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตาราง และกราฟได้ และ 3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับสมาคมครูคณิตศาสตร์ใน สหรัฐอเมริกา(NCTM. 2000 : 48) ได้กำหนดมาตรฐานเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ 1. สร้างคำถามที่ เกี่ยวกับข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ และการทดลอง และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ แผนภูมิแบบต่างๆ ได้ 2. เลือกลงและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม และ 3. อ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ นอกจากนี้ โจนส์และคณะ (Jones, G.A. et al. 2000: 269-307) กล่าวว่าในการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ควรพัฒนาให้นักเรียนเข้าใจใน เรื่อง การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแบบต่างๆ อ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มจากข้อมูลที่ กำหนดให้ได้ และ ใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ส่วน เกรแฮม (Graham. 1987) กล่าวว่าในการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ควรพัฒนาให้นักเรียนเข้าใจในเรื่อง การตั้งคำถาม การเก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการอธิบายเพื่อหาข้อสรุป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปเนื้อหาที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล 2. การนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิ หรือกราฟและอธิบายโครงสร้างของตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ และ 3. การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การอ่านข้อมูลที่แสดงอย่างชัดเจนหรือพบโดยตรงจากกราฟ การรวบรวมหรือเปรียบเทียบข้อมูล และการทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูล เพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้

1.2 ทักษะการให้เหตุผล

1.2.1 ความหมายของการให้เหตุผล

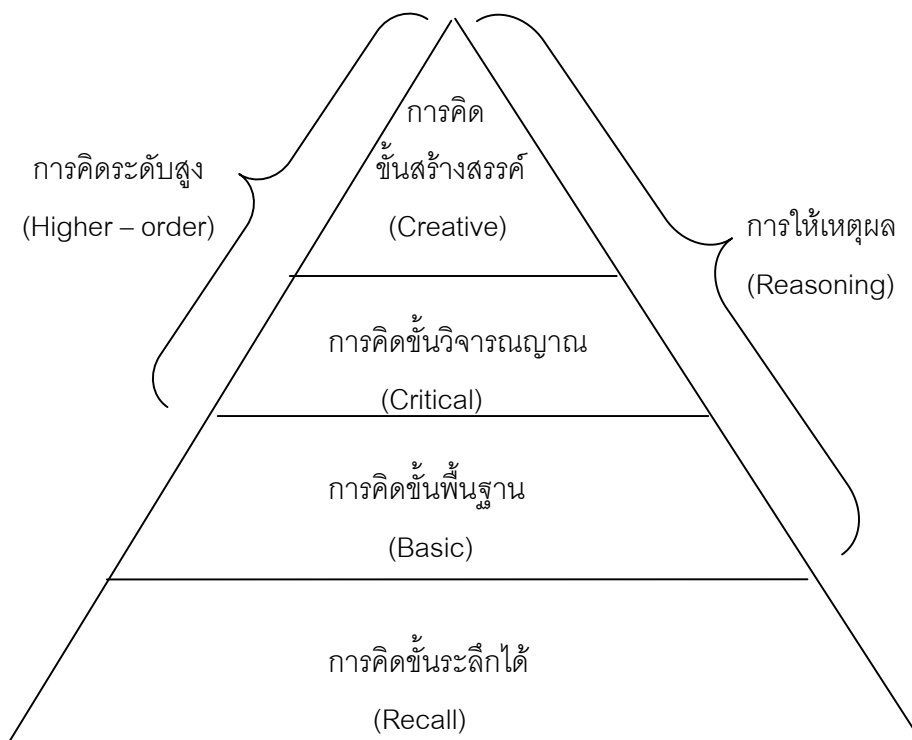
การคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) และการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกัน โดยถือว่าการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ มีผู้ให้ความหมายของคำทั้งสองดังนี้

ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993: 3) กล่าวว่า การคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์และได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนต้องสร้างข้อคาดการณ์ หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปนั้น

โอดแดฟเฟอร์และธอนควิสท์ (O' Daffer & Thornquist. 1993: 43) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึงการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

กรีนวูด (Greenwood. 1993: 144) กล่าวว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และการสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงคำตอบหรือผลลัพธ์ ซึ่งถ้าสนับสนุนจุดเน้นนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

จากทัศนะและแนวคิดดังที่กล่าวมา จะเห็นว่าการคิดและการให้เหตุผลมีส่วนที่เกี่ยวข้องกันครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick) ได้อธิบายถึงความเกี่ยวข้องนี้ โดยเขาได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ระดับ คือ ชั้นระลึกได้ (recall) ชั้นพื้นฐาน (Basic) ชั้นวิจารณ์ญาณ (Critical) และชั้นสร้างสรรค์ (Creative) โดยได้จัดให้การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่อยู่เหนือจากระดับชั้นระลึกได้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ลำดับของการคิด

ที่มา: Krulik, S. & Rudnick, J. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Needham Heights, Mass: Allyn and Bacon.

ครูลิกและรูดนิค อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ระดับตอนที่แสดงในแผนภาพไม่ได้แยกออกกันอย่างสิ้นเชิง โดยแต่ละขั้นจะมีส่วนที่เหลื่อมล้ำทับซ้อนกันบ้าง จากแผนภาพดังกล่าว จะเห็นว่าการให้เหตุผล จะอยู่ในการคิดขั้นพื้นฐาน ขั้นวิจารณ์ และขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิจารณ์ และการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้น ครูลิกและรูดนิคเรียกว่า เป็นการคิดระดับสูง (Higher-order Thinking) ซึ่งสอดคล้องกับโอดแดฟเฟอร์ (O' Daffer. 1990: 378) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการ

ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมองว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์และสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผลและการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดนั้น นอกจากนี้ยังมีกล่าวถึงความหมายของทักษะการให้เหตุผลในแง่ความสามารถของนักเรียนที่มีทักษะการให้เหตุผล ดังที่กรมวิชาการ (2546: 9) ได้กล่าวว่าความสามารถในการให้เหตุผลเป็นความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม สำหรับสมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000 : 56) ได้กำหนดมาตรฐานความสามารถในการให้เหตุผลข้อหนึ่งไว้ว่า เป็นความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อคาดการณ์และตรวจสอบข้อคาดการณ์จากสถานการณ์ที่กำหนด

จากความหมายของการคิด ความสัมพันธ์ของการคิดและการให้เหตุผล และความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลสามารถ สรุปเป็นความหมายของทักษะการให้เหตุผลสำหรับงานวิจัยนี้ ดังนี้

ทักษะการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

1.2.2 ความสำคัญของการให้เหตุผล

“คณิตศาสตร์คือการให้เหตุผล” (NCTM. 1989: 29) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Barody, 1993: 2-25) ดังนั้น การให้เหตุผลจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญที่เน้นในการจัดการเรียนรู้และความสามารถในการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ (NCTM. 2000: 56; Russell. 1999: 1; Hanna & Yackel. 2003: 227-236) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการให้เหตุผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ เชื่อว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผลที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ สามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ข้อสรุปหรือสามารถตัดสินใจความต้องการของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ อีกทั้งการให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองอีกด้วย (สสวท.2547: 3; NCTM. 1991) ซึ่งการแสดงเหตุผลที่ดีนั้น มีคุณค่ามากกว่าคำตอบที่ถูกต้อง (NCTM. 1989: 6) นักการศึกษา คณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้แนวคิดไว้ว่า การที่ผู้เรียนได้คำตอบถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อผู้เรียนได้คำตอบถูกต้องแล้ว ผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสผู้เรียนแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนไม่ทราบเวลาที่ผิดนั้นผิดเพราะเหตุใด ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการได้

คำตอบถูกแต่เหตุผลผิด คือการได้คำตอบที่ผิด แต่สามารถค้นพบอย่างเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรผิดและผิด เพราะเหตุใด (อัมพร ม้าคนอง. 2546: 4-5) นอกจากนี้ ทักษะการให้เหตุผลในคณิตศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในสาขาอื่น ๆ (Baroody, 1993: 2-52 – 2-60) เพราะการเรียนรู้ในสิ่งต่างๆ การแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือในงานอาชีพของบุคคลจะไม่มีใครคอยบอกว่าถูกหรือผิด จะต้องใช้การพิจารณาและตัดสินใจด้วยตนเองด้วยเหตุและผล (Lappan & Schram. 1989: 18)

จากที่กล่าวมาพบว่า การให้เหตุผลนั้นเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์และชีวิตจริง และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ดีและถูกต้องในวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุนี้ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล สามารถคิดอย่างมีเหตุผล และนำเหตุผลนั้นไปประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์จริงได้

1.2.3 แนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

ทักษะการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล คือ ครู โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน ดังนี้

1. ครูต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนตระหนักว่าการเรียนคณิตศาสตร์ควรเรียนด้วยความเข้าใจ ก่อนอื่นครูต้องทำให้นักเรียนเกิดความคิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ และต้องเรียนด้วยความเข้าใจ นักเรียนหรือบุคคลทุกๆ ไปมักจะมีความคิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เรียนไม่รู้เรื่อง ไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะเข้าใจได้ วิธีการเรียนต้องใช้การจดจำ จำขั้นตอนวิธีการจำสูตรเพื่อหาคำตอบโดยไม่รู้ว่าทำไมจึงทำเช่นนั้น ความคิดเช่นนี้ทำให้เปื่อวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์มีไว้สำหรับคนเก่งเท่านั้น แนวความคิดเช่นนี้ สกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขและเห็นคุณค่า ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนนี้ไม่ยาก อีกทั้งควรให้นักเรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้ (สสวท. 2547: 15; สสวท. 2545: 195)

2. ครูต้องจัดบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว หากแต่ต้องเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริม ให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยการแสดงเหตุผลอาจทำ

ด้วยวาจา ด้วยการเขียน โดยใช้ภาษาง่ายๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง (สสวท. 2547: 15; Rowan & Morrow, 1993: 16-18; NCTM อ้างอิงจาก Gal & Garfield. 1999: 48)

3. ควรถามบ่อยๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล เช่น ใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้วนักเรียนคิดว่า....จะเป็นอย่างไร” นักเรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ครูจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้อง แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมามีบางส่วนที่ถูกต้อง นักเรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ นักเรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problem) ที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้ (สสวท. 2547: 15; สสวท. 2545: 195)

4. ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาคการณ์ ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตรูปแบบ ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายรูปแบบแสดงด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่างๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” “จงให้ตัวอย่างของ..” “สามารถใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ ถ้าการดำเนินการเดิมไม่บรรลุผล” ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้างข้อความคาดการณ์ ทดสอบ และปรับแต่งโดยอาศัยเหตุผล การกำหนดแบบจำลอง (Modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการใช้เหตุผลที่เกี่ยวกับสถานการณ์ (สสวท. 2547: 15; Lappan & Schram. 1989: 18-19)

5. ครูให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนได้ฝึกการรับฟัง ทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น เพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายและเปรียบเทียบคำตอบที่ต่างกันของปัญหาและได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเหล่านั้น และครูต้องสามารถปรับแนวการอภิปรายให้เข้ากับวิธีคิดของนักเรียน ช่วยสรุปและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า เหตุผลของนักเรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร รวมทั้งครูต้องมีความอดทน ใจเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียน (สสวท. 2547: 15; NCTM อ้างอิงจาก Gal & Garfield. 1999: 48)

6. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลนี้เป็นสิ่งที่ฝึกได้ และเป็นสิ่งที่จำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดทำ โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาปกติในสถานการณ์ต่างๆ ที่เหมาะสม (Guilford & Hoepfner. 1971: 28-32)

7. ครูจะต้องทำให้นักเรียนรู้ว่า ครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยครูจะต้องประเมินสิ่งเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ดีครูควรให้การเสริมแรงทันที อีกทั้งในข้อสอบควรมีส่วนที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล (สสวท. 2547: 15)

8. ในเนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูล ครูควรให้นักเรียนมีโอกาสในการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลจริง โดยนักเรียนมีโอกาสได้แก้ปัญหาที่ตนเองสนใจหรือได้มีโอกาสตั้งปัญหาด้วยตนเองโดยผ่านขั้นตอนการสืบสวนทางสถิติ นักเรียนควรสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนได้มีโอกาสพิสูจน์ถึงการตัดสินใจของพวกเขา (NCTM อ้างอิงจาก Gal & Garfield. 1999: 48)

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการให้เหตุผลจะช่วยให้ (สสวท. 2547: 4)

1. นักเรียนเข้าใจแนวคิดคณิตศาสตร์นั้นๆ ได้ดีและสามารถปรับแนวคิดให้มีความแจ่มชัดและลึกซึ้ง

2. นักเรียนสามารถตรวจสอบแนวคิดพร้อมทั้งเหตุผลได้

3. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้จากกันและกัน

4. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปผลที่ได้เหมาะสม

5. นักเรียนยอมรับแนวคิดใหม่ที่มีเหตุผลกว่าแนวคิดเดิม

6. เป็นพื้นฐานของการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูงต่อไป

อีกทั้งข้อมูลการให้เหตุผลของนักเรียนยังมีความสำคัญโดยอาจทำให้ผู้สอนสามารถดำเนินการในสิ่งต่อไปนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546: 4)

1. อธิบายระดับพัฒนาการของนักเรียนในการเรียนมนทัศน์เฉพาะใดๆ

2. ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนพร้อมทั้งเหตุผล

3. วิเคราะห์แนวคิดใหม่ๆ ที่เกิดจากการให้เหตุผลของนักเรียนเพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆ

4. ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์หรือประเภทของปัญหาที่จำเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของนักเรียน

5. จัดหาสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน

6. ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิดและความเข้าใจของผู้เรียน

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งเป็นงานวิจัยของ เพอไรน์ (Perrine. 2001: online) ได้ศึกษาผลกระทบของการแก้ปัญหาพื้นฐานในการสอนคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในเรื่องสัดส่วน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีเหตุผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการแก้ปัญหามีเหตุผลเป็นปัจจัยหลักในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ และมีข้อเสนอแนะว่าครูต้องมีวิธีการสอนที่แตกต่างไปจากการสอนแบบดั้งเดิมที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน สมเดช บุญประจักษ์ (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ผลการวิจัย พบว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และทิพย์วรรณ สุวรรณี (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน เรื่อง การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ ภายใต้สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันเรื่อง การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล ภายหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริม ให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาและชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ

สำหรับงานวิจัยนี้ การพัฒนาทักษะการให้เหตุผล เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนให้คิดอย่างมีเหตุผล โดยฝึกการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ แสดงข้อสรุป และพิจารณาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยฝึกจากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดพร้อมทั้งชี้แจงเหตุผล จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และในระหว่างปฏิบัติการครูจะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล

1.3 ทักษะการเชื่อมโยง

1.3.1 ความหมายของการเชื่อมโยง

สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000 : 64) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงไว้ว่า การเชื่อมโยง หมายถึง การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงความหมายของทักษะการเชื่อมโยงในแง่ความสามารถของนักเรียนที่มีทักษะการเชื่อมโยงตามที่ กรมวิชาการ (2546: 10) ได้กล่าวว่าความสามารถในการเชื่อมโยงเป็นความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ นอกจากนี้ กรมวิชาการ ยังได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 ไว้ดังนี้ 1. นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้ 2. นำความรู้และทักษะจากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆและในชีวิตจริงได้ สำหรับสมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64-66) ได้กำหนดมาตรฐานความสามารถในการเชื่อมโยงไว้ดังนี้ 1. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางด้านคณิตศาสตร์ และนำความสัมพันธ์ไปใช้ได้ 2. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่นๆและกำหนดเนื้อหาหนึ่งจากความเกี่ยวพันของอีกเนื้อหาหนึ่งเพื่อให้คล้องจองไปด้วยกัน 3. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงและใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับค็อกฟอร์ด (Coxford. 1995: 3-4) ที่กล่าวว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงจะต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทั้งแนวคิดและกระบวนการ ใช้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ ของหลักสูตร ใช้คณิตศาสตร์ในกิจกรรมประจำวันได้ มองคณิตศาสตร์ในลักษณะที่บูรณาการเป็นภาพรวม ประยุกต์ใช้แนวคิดและตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ และ ธุรกิจ ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดคณิตศาสตร์ ตระหนักถึงความเหมือนกันของการนำเสนอตัวแทนแนวคิดเดียวกันในลักษณะที่ต่างกัน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคนอง. (2547: 101) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ได้แก่ 1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง 2. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และ 3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น

จากที่กล่าวมาจะพบว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็นสามประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ 1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง 2. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และ 3. การ

เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เป็นเรื่องที่สำคัญมากในปัจจุบัน เนื่องจากข้อมูลที่พบในหนังสือพิมพ์หรือนิตยสารส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่เป็นคณิตศาสตร์ เช่น แนวโน้มทางด้านเศรษฐกิจ สภาพอากาศ ปัญหาการจัดการขยะและมลพิษที่เกิดจากรถยนต์ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจะมีการบูรณาการโดยเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่นๆและชีวิตจริง การช่วยให้นักเรียนมองเห็นการบูรณาการและเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์และชีวิตจริงได้จะทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งและนำมาซึ่งความประทับใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Buck. 2000: 591-594)

จากความหมายของการเชื่อมโยง และความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงสามารถสรุปเป็นความหมายของทักษะการเชื่อมโยงสำหรับงานวิจัยนี้ ดังนี้

ทักษะการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

1.3.2 ความสำคัญของการเชื่อมโยง

การเชื่อมโยงเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เนื่องจาก สิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้จำกัดว่าเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง เราจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลายวิชามาร่วมกันแก้ปัญหา (NCTM. 1991) นอกจากนี้การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยมองเป็นภาพรวม ไม่ได้แยกวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็นเนื้อหาย่อยจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้ (Dossey et al. 2002: 81-83) ซึ่งสอดคล้องกับสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64-66) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเดิมได้ดีขึ้น และช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา อีกทั้งเบิร์คฮาร์ดท์ (Burkhardt. 2001: Online) กล่าวถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ดังนี้ 1. ทำให้นำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้มากขึ้น 2. ทำให้ไม่มีช่องว่างในการเรียนรู้ 3. ทำให้หลักสูตรเกิดความสมดุล 4. สนับสนุนความเสมอภาค

นอกจากนี้กับชเทินโกลด์ แฮร์สและบอส (Shteingold. 2001: Online; House. 1995: Preface; &Boss. 2003: 105-114) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนสร้างภาพของเนื้อหาคณิตศาสตร์แบบที่แยกจากกันมาเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะซับซ้อนและเชื่อมโยงกัน นั่นคือถ้านักเรียนมอง

คณิตศาสตร์ว่ามีความสำคัญและมีความสัมพันธ์กันแล้วจะทำให้ให้นักเรียนสนุกสนานและมีความสุขในการเรียนรู้ สอดคล้องกับเมอร์ลินและโอเวน (Merlino . 2001: Online; & Owens. 2001: Online) กล่าวถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงในเนื้อหาคณิตศาสตร์ว่าทำให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าสนใจและดูมีชีวิตชีวามากขึ้น และสอดคล้องกับเวนทูรา (Ventura. 2001: Online) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตจริงและมีอยู่รอบตัวเรา

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาทำให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ มีชีวิตชีวา และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

1.3.3 แนวทางในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง

ทักษะการเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่จะพัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง คือ ครู โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียน ดังนี้

1. ครูควรเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายนอกและภายในวิชาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ครูจำเป็นต้องกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจในความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา (NCTM. 2000: 274-277)
2. ครูควรให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ (Kennedy & Tipps. 1994: 194-198)
3. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว และพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามและอภิปรายคำถาม เช่น "ปัญหานี้หรือคณิตศาสตร์เรื่องนี้เหมือนกับปัญหาอื่นหรือเรื่องที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่ อย่างไร" "ทำไมจึงคิดเช่นนั้น" "คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้หรือไม่" "เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่" "แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร" "มีใครมีความคิดเห็นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่" "งานที่เราทำวันนี้สัมพันธ์กับงานที่เราทำเมื่อวันก่อนหรือไม่อย่างไร" (NCTM. 2000: 64-66; 274-277)
4. ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจาก การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา

นักเรียนจะชอบแก้ปัญหาและสนุกกับการเรียนรู้ และนักเรียนได้ทำงานอย่างมีความหมาย (Kyle et al. 2001: 80-86) อีกทั้งกิจกรรมหรือปัญหาที่สมควรเป็นปัญหาเปิดเพื่อให้นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิด และแสดงเหตุผลได้

5. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เนื่องจากทำให้นักเรียนได้มีโอกาสหาข้อมูลนอกห้องเรียนเป็นการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการเพิ่มความสามารถของนักเรียนให้สามารถเชื่อมโยงแนวคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และชีวิตจริง โดยการใช้ประสบการณ์เหล่านี้จะเป็นการกระตุ้น สนับสนุนการเรียนการสอน และนักเรียนจะได้จดจำว่าความรู้ในตอนเริ่มต้นของพวกเขาเกี่ยวกับ จำนวน ขนาด รูปร่าง และแบบรูป เกี่ยวพันกับสิ่งที่อยู่รอบตัวโดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล (Basil. 1999: 8-12)

6. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริงโดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 200-205)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง ซึ่งเป็นงานวิจัยของ ไคล์และคณะ (Kyle. et al. 2001: 80-86) ได้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยใช้วิธีเข้าไปเยี่ยมครอบครัวของนักเรียน ใช้การพูดคุยแบบไม่เป็นทางการ และการสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง หลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลและจัดรูปแบบของสิ่งที่นักเรียนสนใจและทักษะการปฏิบัติของแต่ละครอบครัว ซึ่งบางอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการทำการเกษตร การเลี้ยงสัตว์ การฝีมือ การดูทีวี และการทำอาหาร หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลนั้นมาพัฒนาเป็นปัญหาที่มีความหลากหลาย และมีขั้นตอนการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน แล้วนำมาให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากขึ้นจากที่เคยคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยาก และช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำความรู้ที่บ้านของนักเรียนมาช่วยส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น นอกจากนี้แล้ว ไคล์และคณะ ยังเชื่อว่าการให้นักเรียนได้ทำงานที่มีความหมาย การให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างเต็มที่ถ้าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นอยู่ส่วนตัวของพวกเขา บุญญา แซ่หล่อ (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลของการใช้การบูรณาการด้าน

ความสามารถในการเชื่อมโยงพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.001 และสมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 94-97) ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนารีวิทยา เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์คือ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.84/82.32 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงดังกล่าวหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับชีวิตจริง แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง โดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ และสนับสนุนให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้มีการพูดอธิบายและแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาร่วมกัน

สำหรับงานวิจัยนี้ การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยฝึกจากบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนับสนุนและส่งเสริม ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์เป็นกลุ่มย่อย และเปิดโอกาสให้นักเรียนพูด เขียน อธิบาย และแลกเปลี่ยนแนวคิด

1.4 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1.4.1 ความหมายของเจตคติ

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้น นอกจากปัจจัยภายนอกตัวนักเรียนซึ่งมีมากมายหลายประการแล้ว ยังมีปัจจัยภายในซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยเชิงจิตวิทยาของนักเรียนอีกหลายปัจจัย ซึ่งอาจเป็นทั้งปัจจัยที่เสริมหรือชะลออัตราการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยปัจจัยภายในตัวนักเรียนที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง คือ เจตคติ

เจตคติ เป็นคำเดียวกับคำว่า “ทัศนคติ” ซึ่งถือเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสภาพทางด้านจิตใจ โดยมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ต่างๆดังนี้

พรรรณี ข เจนจิต (2538: 543) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องราวของความรู้สึกทั้งที่พอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป โดยเจตคติ

ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากสาเหตุหลายประการ เช่น เกิดจากประสบการณ์ของบุคคลนั้นโดยตรง หรืออาจเกิดจากการรับถ่ายทอดจากเจตคติเดิมที่มีอยู่แล้ว

ยูพิน พิพิธกุล (2527: 13) กล่าวว่าเจตคติหมายถึงความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอันเป็นสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น บุคคล วัตถุ เหตุการณ์ ซึ่งความรู้สึกนี้อาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกหรือทางลบ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2541: 366) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติ เป็นอัสมาลัย (Disposition) หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของหรือความคิด (Idea) เจตคติอาจเป็นบวกหรือลบ ถ้าบุคคลมีเจตคติบวกต่อสิ่งใด ก็จะมีพฤติกรรมที่จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยง

กู๊ด (Good.1973: 1) ฮิลการ์ด (Hillgard. 1967:583-594) และเทอร์สโตน (Thurstone. 1967: 77) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ทำนองเดียวกันว่า หมายถึงท่าที ความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากที่บุคคลได้รับประสบการณ์ในสิ่งนั้น ซึ่งแสดงออกในลักษณะที่เอนเอียงไปในทางใดทางหนึ่ง เช่น รักเกลียด พอใจ หรือไม่พอใจ และพร้อมที่จะเอนเอียงไปในลักษณะเดิมเมื่อประสบกับสิ่งนั้นอีก

เซลแมน และเซียร์ส (Zellman and Sears. 1971: 27,109-136) กล่าวว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์ จึงเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยอาจเปลี่ยนแปลงจากการคิดทางบวกเป็นการคิดทางลบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงจากการคิดทางลบเป็นการคิดทางบวกก็ได้

แอน อนาสตาซี (Anne Anastasi.1969: 480) กล่าวว่า เจตคติหมายถึงความโน้มเอียง ที่แสดงออกว่าชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่างๆ เช่น เชื้อชาติ ขนบธรรมเนียมประเพณี หรือสถาบันต่างๆ เจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่สามารถสรุปพาดพิงจากพฤติกรรมทั้งที่ต้องใช้ภาษาหรือไม่ต้องใช้ภาษาก็ได้

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึก ความคิดเห็นและท่าทีของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยกิจกรรมดังกล่าวจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้สึก หรือความคิดเห็น หรือท่าทีของตนเองที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ในทางใดทางหนึ่ง หรือในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

1.4.2 การวัดเจตคติ

การวัดเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้ได้ผลที่ถูกต้องที่สุดนั้น นับเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก เนื่องจากเจตคติเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกับจิตใจ ความคิด ทั้งยังมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อายุ เพศ

สิ่งแวดล้อม พัฒนาการทางด้านร่างกาย สภาพทางเศรษฐกิจสังคม แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีวิธีที่จะใช้วัดความสนใจและเจตคติที่เป็นที่นิยมอยู่ 3 วิธี

1. การสังเกต (Observation) การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป็นการวัดความสนใจและเจตคติที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องอาศัยเวลาในการสังเกต ซึ่งครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตลอดทั้งภาคการเรียน (อนันต์ จันทร์กวี. 2526:326)

2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการถามความรู้สึก ความคิดเห็นส่วนตัวของนักเรียนโดยตรง ว่าเขามีความรู้สึกนึกคิดต่อสิ่งนั้นๆ อย่างไร แต่วิธีการนี้มีข้อเสียคือผู้ตอบอาจบิดเบือนคำตอบเพราะกลัวต่อการแสดงความคิดเห็นซึ่งหน้า ซึ่งสามารถแก้ไขโดยสร้างบรรยากาศให้ผู้ตอบรู้สึกอิสระ มั่นใจว่าคำตอบของเขาจะไม่ส่งผลกระทบต่อตัวผู้ตอบเอง

3. การสร้างแบบวัดหรือแบบทดสอบ (Inventories or Tests) เจตคติสามารถถูกวัดออกมาได้ ตามความเชื่อของ เทอร์สโตน (Thurstone. 1967: 77) ซึ่งได้ให้ความคิดเห็นว่าเจตคติจะวัดโดยตรงไม่ได้ หากต้องวัดจากการแสดงออกในรูปแบบของความคิดเห็นเรื่องภาษาพูด โดยการสร้างแบบวัดที่ตอบว่าเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความในแบบวัดเจตคติ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แบบหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้กันมากคือ แบบวัดการประเมินค่าผลรวม (The Method of Summated Ratings) ซึ่งเป็นวิธีการของ ลิเคอร์ท (Likert's Method)

อีกทั้งมีงานวิจัยมากมายที่ให้ผลการวิจัยว่าเจตคติเป็นสิ่งที่วัดได้ ดังตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ จาคอบส์ (Jacob. 1989) ที่พบว่าหลักสูตรแบบบูรณาการทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนรู้และต่อโรงเรียนดีขึ้น งานวิจัยของเดซา นู่นพันธ์ (2525: 43) ที่พบว่าการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์จะส่งผลต่อเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หรืองานวิจัยของสมพร แมลงภู (2541: 117) เรื่อง “การพัฒนาแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ” ที่พบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 งานวิจัยของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 124) เรื่อง “กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีเจตคติหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี และงานวิจัยของ สุรสาล ผาสูก (2546: 80) เรื่อง “การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” ที่พบว่า เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองปฏิบัติการกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

2. สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมศึกษา และสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

2.1 สิ่งแวดล้อม

ความหมายของสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป

คำว่าสิ่งแวดล้อมนั้น เป็นคำศัพท์ที่เกิดขึ้นประมาณ 30 ปีเศษ ตั้งแต่มีการประชุมสิ่งแวดล้อมโลกที่กรุงสตอกโฮล์ม ในปี ค.ศ. 1972 สมัยก่อนหน้านั้นคำที่เราได้ยินบ่อยๆ ก็คือ ธรรมชาติรอบตัวเรา นั่นเอง แต่เมื่อนำแนวคิดคนเป็นจุดศูนย์กลางมาใช้ สิ่งที่อยู่รอบตัวคนมิได้มีแต่ธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เท่านั้น หากแต่ยังรวมเอาสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเข้าไปในความหมายของสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นคำว่า สิ่งแวดล้อม จึงหมายถึง สิ่งต่างๆที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2531: 1) โดยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ได้แก่ น้ำ ป่าไม้ อากาศ แสงแดด เป็นต้น ส่วนสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ สิ่งก่อสร้างทางกายภาพ เช่น อาคารบ้านเรือน ศิลปกรรม โบราณสถาน เป็นต้น และสิ่งแวดล้อมที่เป็นนามธรรม เช่น วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณี วิถีชีวิต เป็นต้น สิ่งแวดล้อมจึงเป็นเงื่อนไขที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตและการดำรงชีวิตของเราเป็นอย่างมาก

การศึกษากับสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

ในปัจจุบันได้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นอย่างกว้างขวางและคล้ายคลึงกันไปทั่วโลก ดังที่ในการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (United Nations.1993: 1) กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า “ผลสืบเนื่องทางนิเวศวิทยาของการหมดไปของโอโซน การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ความเสื่อมโทรมของดิน การที่ป่าไม้ถูกทำลาย การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และการเพิ่มขึ้นของมลภาวะทางอากาศ น้ำ และดิน กำลังคุกคามอนาคตที่ร่วมกันและยั่งยืนของเรา” ปัญหาดังกล่าวได้กระตุ้นสังคมให้ตระหนักถึงเรื่องของการรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งกลไกที่สำคัญอย่างหนึ่งของสังคมที่ช่วยให้ประชากรโดยเฉพาะเยาวชนที่จะเติบโตภายหน้าได้รู้คุณค่าของสิ่งแวดล้อม และปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน คือ การศึกษา ด้วยความตระหนักถึงเรื่องนี้ แผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 พ. ศ. 2545-2549 จึงได้กำหนดสาระด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา ไว้ว่า ต้องสร้างจิตสำนึกให้คนไทยตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยสอดแทรกเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษา ไว้ในหลักสูตรการศึกษาทุกระดับชั้น และทุกระบบ เพื่อปลูกฝังทัศนคติและค่านิยมที่ถูกต้อง ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและ

วัฒนธรรม รวมทั้งสร้างพฤติกรรมกรรมากรบิโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สร้างความตระหนักถึงสิทธิหน้าที่ ในการมีส่วนร่วมบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2544: 66) อีกทั้ง กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดทิศทางและนโยบายสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยมี สาระสำคัญดังนี้ (ธนาลัย สุขพัฒน์. 2535: 63-68)

1. จัดการศึกษาให้เยาวชนและประชาชน ได้เรียนรู้สภาพสิ่งแวดล้อมพื้นฐานที่สำคัญของ ประเทศและของโลก เน้นสภาพสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหาเฉพาะของแต่ละท้องถิ่น ของแต่ละกลุ่มบุคคลให้ ตระหนักในความสำคัญ ปฏิสัมพันธ์ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และสังคม ให้มีความรู้ ความเข้าใจและมีจิตสำนึกที่จะต้องรับผิดชอบร่วมกันในการอนุรักษ์ การเสริมสร้าง การนำไปใช้อย่าง คุ่มค่าและพัฒนาสิ่งแวดล้อม

1.1 พัฒนาหลักสูตรให้มีการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาทุกระดับ ทุกประเภท การศึกษาทั้งในและนอกระบบโรงเรียน รวมทั้งประชาชนโดยทั่วไปให้ได้เรียนรู้สิ่งแวดล้อมใกล้ตัว ไปสู่ สิ่งแวดล้อมของครอบครัว ชุมชน ประเทศชาติและโลก ตามลำดับ ทั้งในรูปแบบวิชาเฉพาะ และรูปแบบ บูรณาการกับวิชาต่างๆตามความเหมาะสม ให้มีความต่อเนื่องสอดคล้องประสานประชาสัมพันธ์ และ เหมาะสมตามลำดับและวัยเรียนของผู้เรียน และสภาพของแต่ละท้องถิ่น

1.2 พัฒนารูปแบบกระบวนการการเรียนการสอน และจัดกิจกรรมในเรื่องสิ่งแวดล้อม ศึกษาเน้นกระบวนการให้มีประการตรง และการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนตระหนักในปัญหา และความต้องการ รู้จักคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ กำหนดทางเลือกตัดสินใจในการดำเนินการอย่างเหมาะสม และเกิดคุณค่า ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อการดำรงชีวิต

1.3 จัดทำและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา ให้มีคุณภาพและ ประสิทธิภาพในการทำงาน ไปใช้ให้เหมาะสมสอดคล้องทันต่อเหตุการณ์ ปัญหาและความต้องการใน ปัจจุบัน และเกื้อกูลกันรูปแบบวิธีการเรียนการสอน และจัดกิจกรรมการศึกษา โดยใช้วัตกรรมและ เทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสม

1.4 พัฒนาการบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยเฉพาะผู้บริหารการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ ครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ของโรงเรียน รวมทั้งบุคลากรหลักของ ท้องถิ่นและประชาชนทั่วไป ให้ตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ ร่วมมือกันจัดสิ่งแวดล้อม ศึกษาและร่วมมือกันดำเนินการเกี่ยว กับสิ่งแวดล้อม

2. ส่งเสริมสนับสนุนให้มีการวิจัย ศึกษา ค้นคว้าการจัดระบบข้อมูล ข้อเสนอเทศ การวิเคราะห์

และการติดตามปัญหาการสร้าง และการพัฒนาบุคลากรทางด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยเฉพาะการนำเอาความรู้ความสามารถและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมต่างๆ รวมทั้งนโยบายและวิธีการขององค์กรต่างๆเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มาเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม และการดำเนินการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ให้ประสานสัมพันธ์และเกื้อกูลกันทั้งระบบงานภายในประเทศและร่วมมือกันนานาประเทศ

3. ส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมเพื่ออนุรักษ์และส่งเสริมสิ่งแวดล้อมที่สูญหายไปแล้ว การแก้ปัญหาและพัฒนาสิ่งแวดล้อม ในส่วนที่เป็นงานของกระทรวงศึกษาธิการเอง ในส่วนที่เป็นการร่วมมือกับองค์กร หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งประชาชนโดยทั่วไป

4. จัดให้มีแผนปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ที่ชัดเจนสืบต่อเนื่องอย่างถาวร โดยกำหนดให้มีวัตถุประสงค์ เป้าหมาย โครงสร้างการบริหารงาน การประสานงาน การร่วมมือกันทั้งภายใน และกับองค์กรภาครัฐและเอกชนภายนอกและกระทรวงศึกษาธิการ ยุทธศาสตร์ในการดำเนินการมาตรการ โครงการ ละครกิจกรรมต่างๆ การนำเอานวัตกรรม และเทคโนโลยี ทางการศึกษาเข้ามาดำเนินการให้เข้าถึงเยาวชนและประชาชน และเจาะลึกถึงกลุ่มเป้าหมายบุคคลที่กำลังเป็นปัญหาหรือตัวแปรที่สำคัญกับสิ่งแวดล้อม การกำหนดเร่งรัดการดำเนินงานทั้งระยะสั้น ให้มีผลถึงบุคคลที่มีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์ต่างๆในปัจจุบันและระยะยาว ให้มีผลต่อเยาวชนและประชาชนโดยทั่วไปรวมทั้งการติดตามการนิเทศ การยกย่องเชิดชูเกียรติ ผลงานดีเด่น การสร้างขวัญกำลังใจในการดำเนินงาน การประเมินผลการรายงาน และการประชาสัมพันธ์ เพื่อพัฒนางานสิ่งแวดล้อมของกระทรวงศึกษาธิการ

ด้วยเหตุนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545) จึงมีการกำหนดแนวทางการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ในมาตราที่ 7 ที่ระบุไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งปลูกฝังจิตสำนึกที่ถูกต้องในด้านต่างๆรวมทั้งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และในมาตราที่ 23 วรรค 2 กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องเน้นความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่อง การจัดการบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน อีกทั้งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 (2544: 14-21) กล่าวว่า ควรมีการนำกระบวนการจัดการกระบวนการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม กระบวนการคิดและกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปสอดแทรกในการเรียนการสอนทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นว่า ประเทศของเราได้พยายามดำเนินการเรื่องสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับการดำเนินงานในหลายประเทศตามข้อตกลงของสหประชาชาติซึ่งเป็นข้อสรุปของการประชุมสุดยอดของโลกที่กรุง ริโอ เดอจาเนโร ที่เรียกร้องให้ความสำคัญต่อบทบาทของการศึกษาและสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ว่า “ การศึกษามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมและก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเพิ่มพูนศักยภาพของบุคคลในการที่จะเข้าใจและบังคับประเด็น ความสำคัญของ

สิ่งแวดล้อม อีกทั้งการศึกษามีความสำคัญยิ่งในการสร้างความตระหนักรู้ทางจริยธรรม ค่านิยม เจตคติ ทักษะ และการกระทำที่จะเป็นตัวอย่างส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน และการมีส่วนร่วมของประชาชน ในกระบวนการการตัดสินใจทางสิ่งแวดล้อม” (อลิศรา ชูชาติ. 2544: 141)

จากแนวทางที่ชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษาดังที่กล่าวไปแล้วนั้น ทำให้ในหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้มีสาระการเรียนรู้ที่ระบุถึงสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ ดังนี้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2545: 5-35)

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

มาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวในช่วงชั้นที่ 2 ได้ระบุไว้ว่าให้นักเรียนมีความสามารถ

สังเกต สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ผลของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโดยธรรมชาติและมนุษย์ แสดงแนวคิด และร่วมกันปฏิบัติในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (กรมวิชาการ. 2545: 19-39)

สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส 5.2 เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วัฒนธรรมและมีจิตสำนึก อนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

มาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวในช่วงชั้นที่ 2 ได้ระบุไว้ว่าให้นักเรียนมีความสามารถ

1. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติกับสิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม ตระหนักถึงการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ดำเนินชีวิตตามแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีส่วนร่วมแก้ปัญหาและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2. มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมจากแหล่งความรู้ในท้องถิ่น

จากที่กล่าวมาพบว่า มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2 เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีความสอดคล้องกันระหว่างสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ซึ่งสามารถสรุปผลที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียนในงานวิจัยนี้ คือต้องการให้ผู้เรียน ตระหนักถึงการกระทำของมนุษย์ที่มี

ต่อสิ่งแวดล้อม รู้สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม มีทักษะในการสำรวจ อภิปราย อธิบาย และการศึกษาค้นคว้าข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมจากแหล่งความรู้ต่างๆ

2.2 สิ่งแวดล้อมศึกษา

ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา

ในทั่วโลกกระแสความตื่นตัวเรื่องสิ่งแวดล้อมมีมากขึ้นเรื่อยๆ จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทำให้ ในปี พ.ศ. 2518 มีการประชุมโครงการสิ่งแวดล้อมศึกษาระหว่างชาติขึ้นที่เมืองเบลเกรด ประเทศยูโกสลาเวีย ผลการประชุมทำให้เกิดการแถลงการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษาในระหว่างรัฐบาลประเทศต่างๆ ขึ้นเป็นครั้งแรกที่เราเรียกว่า กฎบัตรเบลเกรด และในปี พ.ศ. 2520 ตัวแทนจาก 60 กว่าประเทศทั่วโลกได้พบกัน ณ เมืองทลิบชิ ในอดีตสาธารณรัฐเชโกสโลวาเกีย เพื่อสานเรื่องต่อจากการประชุมที่เมืองเบลเกรด ผู้เข้าร่วมการประชุมระดับนานาชาติทั้งสองครั้งได้ให้คำจำกัดความของสิ่งแวดล้อมศึกษาและวัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ดังนี้

สิ่งแวดล้อมศึกษา คือ กระบวนการที่มุ่งสร้างให้ประชากรโลกมีความสำนึกและห่วงใยสิ่งแวดล้อม รวมทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องอื่นๆ และมีความรู้ ทักษะ ทักษะ ความตั้งใจจริง และความมุ่งมั่นที่จะหาทางแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่และป้องกันปัญหาใหม่ ทั้งด้วยตนเองและด้วยความร่วมมือกับผู้อื่น ตลอดจนสร้างรูปแบบการดำเนินชีวิตใหม่เพื่อสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับบุคคล กลุ่ม และสังคม (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2548: 15)

นอกจากนี้สแตป และคอกซ์ (Stap and Cox, 1979: 764) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา คือ ขบวนการมุ่งพัฒนาประชากรโลก ให้มีความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อมและปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งได้แก่ความรู้ ทักษะ แรงจูงใจ การยอมรับทักษะ เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาคือตนเองและส่วนรวม รวมทั้งแนวทางการป้องกันปัญหาใหม่ที่จะเกิดขึ้น

มีโดวส์ (Meadows, 1990: 5) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา คือ การเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ชาบซึ้ง และลงมือปฏิบัติ เป็นการจัดการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหามหาวิกฤต เพื่อความยั่งยืน ไม่ใช่เพียงการแก้ปัญหาในมุมแคบที่ก่อให้เกิดปัญหาอื่นที่เลวร้ายตามมาและไม่ใช้การแก้ปัญหาและรักษาสภาพเดิมเท่านั้น แต่ต้องพัฒนาให้ดีขึ้นด้วย

กรีนนอล (Greenal, 1980: 7) อรรถพล อนันตวรสกุล (2546: 116) และ กนก จันทร์ทอง (2541: 66) ได้ให้ความหมายที่สอดคล้องกันว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา หมายถึง กระบวนการทางการศึกษาที่จัดขึ้นเพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียน ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์

สร้างขึ้น รวมทั้งความความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม จนเกิดเจตคติในการระงับรักษา ห่วงใยสิ่งแวดล้อม และเกิดความตระหนักถึงบทบาทของตนในการอยู่ร่วมกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ป้องกัน แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม เพื่อพัฒนาให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนต่อไป

จากความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษาที่กล่าวมา สรุปได้ว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา หมายถึง กระบวนการทางการศึกษาที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม และสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น จนเกิดความรู้สึกเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม ตระหนักและห่วงใยถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม มีเจตคติและแรงจูงใจที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมในการป้องกันและปรับสิ่งแวดล้อมให้มีสภาพดีขึ้นทั้งในระดับบุคคล กลุ่ม และสังคม เพื่อพัฒนาให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์และการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา

สิ่งแวดล้อมศึกษาเน้นวัตถุประสงค์ 5 ข้อต่อไปนี้เป็นพิเศษ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2548: 15)

1. การรับรู้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนได้รับรู้ปัญหาและมีความละเอียดอ่อนต่อเรื่องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและปัญหาต่างๆ พัฒนาความสามารถในการรับรู้และแยกแยะสิ่งเร้าต่างๆ มีการพัฒนาการรับรู้ให้ดีและกว้างขวางขึ้น และใช้ความสามารถใหม่นี้ได้ในสถานการณ์หลายรูปแบบ
2. ความรู้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจพื้นฐานการทำงานของธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม การเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและแนวทางแก้ไข
3. ทักษะ ช่วยให้นักเรียนมีค่านิยมและความห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีความตั้งใจจริงและความมุ่งมั่นที่จะมีส่วนร่วมในการรักษาและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม
4. ทักษะ ช่วยให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในการชี้ปัญหา และการดำเนินการตรวจสอบ รวมทั้งร่วมหาทางแก้ปัญหาเหล่านั้น
5. การมีส่วนร่วม ช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการนำความรู้และทักษะที่ได้มาใช้ในการดำเนินการหาทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ

อีกทั้งจากการประชุมที่เมืองทลิบิชิ ในอดีตสาธารณรัฐโซเวียตแห่งจอร์เจีย ในปี พ.ศ. 2520 กำหนดหลักการของสิ่งแวดล้อมศึกษาและแนวทางปฏิบัติ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2544: 6-7) ดังนี้

หลักการของสิ่งแวดล้อมศึกษา

1. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะเป็นกระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิต เริ่มจากระดับก่อนวัยเรียนและต่อเนื่องไปทุกระดับทั้งในระบบและนอกระบบโรงเรียน
2. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะเป็นการให้การศึกษาที่จัดในลักษณะบูรณาการ โดยนำเนื้อหาสาระจากศาสตร์ต่างๆ มาหลอมรวมเข้าด้วยกันให้เกิดแนวคิดหรือทัศนคติที่สมดุลกัน ไม่ใช่แยกเป็นรายวิชา
3. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะตรวจสอบปัญหาสิ่งแวดล้อมจากทัศนคติต่างๆ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ภูมิภาค ประเทศ จนถึงระดับโลก เพื่อว่านักเรียนจะได้มีความเข้าใจองค์แท้ในสถานภาพของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ภูมิศาสตร์ต่างๆ
4. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะมุ่งสร้างความตระหนักต่อปัญหา ส่งเสริมคุณค่าและความจำเป็นของความร่วมมือกันในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค ประเทศ จนถึงระดับโลก
5. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะเน้นสถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบันพร้อมกับพิจารณาสภาพที่ผ่านมาด้วย
6. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะช่วยให้ผู้เรียนค้นพบลักษณะและสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาสิ่งแวดล้อม
7. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะเน้นความซับซ้อนของปัญหาสิ่งแวดล้อมและความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาทักษะการคิดอย่างวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหา
8. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้หลากหลาย และวิธีการที่เปิดกว้างให้เกิดการเรียนการสอนทั้งที่เกี่ยวกับและเกิดจากสิ่งแวดล้อม โดยเน้นอย่างจริงจังในกิจกรรมการปฏิบัติและประสบการณ์ตรง
9. สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะเชื่อมโยงให้เห็นความสัมพันธ์และความเกี่ยวข้องระหว่างมนุษย์กับระบบธรรมชาติ

แนวทางปฏิบัติสิ่งแวดล้อมศึกษา

ในเรื่องแนวทางการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่นักศึกษานานาชาติร่วมกันวางหลักการเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติ ประกอบด้วยสามองค์ประกอบหลัก คือ การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อม และการเรียนรู้เพื่อสิ่งแวดล้อม

การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม คือ การให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจการทำงานของระบบธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนผลกระทบจากกิจกรรมของคน ทั้งในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก

การเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อม คือ การให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในธรรมชาติหรือสภาพแวดล้อมโดยตรง ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะที่สำคัญในเรื่องการฝึกการตัดสินใจและการแก้ปัญหา

การเรียนรู้เพื่อสิ่งแวดล้อม คือ การนำสิ่งที่เรียนรู้ทั้งหมดสู่ความตั้งใจจริงในการปฏิบัติที่เป็นคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติในวิถีชีวิตจริง

จากหลักการและแนวทางปฏิบัติของสิ่งแวดล้อมศึกษา ได้มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2544: 9-11) ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมควรจัดร่วมในทุกรายวิชาตลอดหลักสูตรในทุกระดับชั้น โดยมีแนวทางการจัดการเรียนรู้เป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 การสอดแทรก เป็นการนำสิ่งแวดล้อมเข้าไปสอดแทรกตลอดทั้งหลักสูตรในทุกกลุ่มวิชาและทุกระดับชั้น ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งตามความเหมาะสมสอดคล้องกัน และรูปแบบที่ 2 การบูรณาการ เป็นการนำสิ่งแวดล้อมเข้าไปบูรณาการทั้งเนื้อหาและกระบวนการในรายวิชาต่างๆ ในลักษณะร่วมวิชา

2. การจัดการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. การจัดการเรียนรู้ควรเน้นการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับการปฏิบัติในชีวิตจริง

นอกจากนี้ จากการประชุมผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับนโยบายการศึกษาซึ่งกรมวิชาการ และยูเนสโก จัดขึ้นเมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2534 ได้สรุปวิธีการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ดังนี้

1. นำปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น ชุมชน ประเทศ และโลก มาจัดการเรียนรู้ และ รณรงค์โดยเน้นให้เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ และผลกระทบซึ่งกันและกันของแต่ละปัญหา เช่น

1.1 นำเหตุการณ์จริงหรือสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชน ประเทศ และโลกจากสื่อมวลชนต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น

1.2 ให้นักเรียนไปศึกษาสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหาในท้องถิ่นแล้ววิเคราะห์หาทางแก้ไข

1.3 ศึกษาการ์ตูน บทความ หรือนำแนวคิดของบุคคลต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมมาให้นักเรียนศึกษา

2. เน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากปัญหาที่ใกล้ตัวไปสู่ปัญหาที่ไกลตัวโดยเน้นบทบาทของผู้เรียน

3. ปลูกฝังนิสัย จิตสำนึก และการปฏิบัติงานต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน
4. ให้ผู้เรียนศึกษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและศิลปวัฒนธรรมในท้องถิ่น (สำรวจ/ สัมผัส/เก็บข้อมูล)
5. ให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ทางเลือกหลากหลายในการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น แล้วประเมินทางเลือกในการอนุรักษ์
6. ปฏิบัติตามทางเลือกด้วยความชื่นชม และทำอยู่เสมอจนเป็นกิจนิสัย
7. ปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อม และประเมินผล

จากที่กล่าวมาพบว่า การสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาไม่ใช่เพียงให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่เป้าหมายสำคัญของสิ่งแวดล้อมมุ่งพัฒนาให้บุคคลมีจิตสำนึก สมรรถภาพ เจตคติ และค่านิยมที่ดีที่จะช่วยให้บุคคลมีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการพัฒนาที่ยั่งยืนในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นวิธีการหนึ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการควบคุมการดำเนินชีวิต สภาพแวดล้อม และความเป็นอยู่ของตนเองมากยิ่งขึ้น (อลิศรา ชูชาติ, 2544: 146-147) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อมรวิรัช นาครทรรพ (2542) ซึ่งกล่าวว่า “เราไม่อาจสอนให้เด็กรักธรรมชาติได้ด้วยการบอกให้ท่องจำ เราไม่อาจบังคับหรือรีดเอาความรักธรรมชาติออกมาด้วยวิธีการเช่นนั้น เด็กจะรักธรรมชาติจริงๆ นั้น ก็มาจากการที่เด็กได้มีโอกาสสัมผัส และเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติจริงๆ ความรักความห่วงใยจะบังเกิดขึ้นอย่างจริงจังยั่งยืน”

นอกจากแนวคิดของนักการศึกษาแล้วยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนถึงการจัดการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นงานวิจัยของ จอนสตัน (Johnston, 1974: 4911-A) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การจัดการระบบ และสถิติวิเคราะห์ ความคิด ทักษะคิด ชอบเขต และการเลือกเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษาในมิสซิสซิปปี ผลปรากฏว่า ครูที่สอนวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นๆ มีความเห็นเหมือนกันว่าครูควรมีบทบาทในการควบคุม มลภาวะ เพราะครูเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียน ดังนั้นโรงเรียนจึงควรสอนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม วิธีการสอนที่เหมาะสมในการสอนสิ่งแวดล้อมคือ วิธีสอนแบบอภิปราย เรื่องสิ่งแวดล้อมที่ควรสอนคือ มลภาวะของอากาศ และการอนุรักษ์ธรรมชาติ กิลเบิร์ตสัน (Gillbertson, 1991: 4081-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม: การศึกษานอกสถานที่ และผลของความรู้ทัศนคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาและเปรียบเทียบความรู้ทัศนคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ไปศึกษานอกสถานที่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับ 6 ในรัฐมิเนโซตา ซึ่งได้ผ่านการมีส่วนร่วม

ร่วมในกิจกรรมศึกษานอกสถานที่มาแล้ว 1 รายวิชา โดยในการวิจัยต้องการศึกษาในเรื่องของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ความรู้ ทัศนคติที่มีต่อคำว่า นิเวศวิทยา และปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสิ่งแวดล้อมมากกว่าหลักการทางนิเวศวิทยา นักเรียนที่เข้าร่วมฝึกประสบการณ์มีความเข้าใจในเรื่องราวของสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและผลการวิจัยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ออกฝึกประสบการณ์นอกสถานที่ ยูเลอร์ (Euler. 1998: 1682-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการสอนสิ่งแวดล้อมแบบในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียนของนักเรียนระดับ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีต่อความรู้ ทัศนคติของนักเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 6 จำนวน 267 คน ใน 9 ห้องเรียน จากโรงเรียนในเมืองนิวยอร์ก ในการวิจัยได้แบ่งห้องเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองเรียนในโรงเรียน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลองเรียนที่ศูนย์สิ่งแวดล้อม และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัย พบว่า ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม และกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบในระบบโรงเรียน มีคะแนนความรู้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบนอกระบบโรงเรียน และกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบนอกระบบโรงเรียนมีคะแนนทัศนคติ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบในระบบโรงเรียนและกลุ่มควบคุม และกัลยา วรณโกคา (2533: 108-109) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การนำเสนอรูปแบบการสอดแทรกความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มประชากรเป็นครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นหลายชั้นตอน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 170 คน ส่งแบบสอบถามได้กลับคืนมาทั้งสิ้น 138 คน ผลการวิจัย พบว่า ครูคณิตศาสตร์มีความเห็นว่าเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถสอดแทรกความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ และวิธีการที่ใช้ในการสอดแทรกความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมกันมาก และสมบุญ ศิลปรุ่งธรรม (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง อนาคตภาพหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในทศวรรษหน้า (ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2557) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอนาคตภาพหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในทศวรรษหน้า (ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2557) ผลการวิจัยพบว่า ในด้านปรัชญาหลักสูตร เน้นธรรมชาติกับมนุษย์เป็นส่วนเดียวกัน ด้านคุณลักษณะผู้เรียน เน้นการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีความรู้ ความตระหนัก และมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ป้องกัน แก้ไขทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ด้านจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ จิตสำนึก เจตคติ ค่านิยม ทักษะ มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านรูปแบบ

และโครงสร้างหลักสูตร เน้นการบูรณาการสิ่งแวดล้อมศึกษาเข้าไปในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ กำหนดกรอบและมาตรฐานย่อยๆ ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา ด้านสาระการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 2 เน้นทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชน จังหวัด ประเทศ ปัญหาสิ่งแวดล้อม ผลกระทบแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หลากหลายวิธีจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ช่วงชั้นที่ 2 เน้นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับการเรียนการสอนในห้องเรียน ด้านสื่อที่สนับสนุนการเรียนรู้ เน้นสื่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แหล่งการเรียนรู้ในชุมชน ด้านการวัดและการประเมินผล เน้นการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งผลการวิจัยของสมบุญ ศิลปรุ่งธรรม มีผลอย่างมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาของผู้วิจัย

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อมโดยนำ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันมาจัดการเรียน และให้ผู้เรียนได้ศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมจากนิทานการ์ตูนและข่าว และในการจัดการเรียนรู้เน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญและนักเรียนจะมีโอกาสเรียนรู้จากการปฏิบัติเพื่อค้นพบสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญยิ่งคือส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักและมีสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในประเทศไทย

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมไม่ได้เกิดเฉพาะกับประเทศไทยเท่านั้น แต่ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาในระดับโลก ซึ่งทั่วโลกให้ความสนใจและตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของโลกกำลังมีปัญหาในเรื่องต่อไปนี้ ได้แก่ 1. ปัญหาการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ 2. ปัญหาที่ดิน 3. ปัญหาน้ำ 4. ปัญหาขยะและสารพิษ และ 5. ปัญหาโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ (อนุช อภาภิรม. 2543: 59-61)

สำหรับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทยนั้น มนตรี จุฬาวังนทล (2544: 176-179) ได้กล่าวสรุปว่าประเทศไทยมีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในประเด็นต่อไปนี้ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์ป่า ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรที่ดินและการใช้ที่ดิน ทรัพยากรทรัพยากรพลังงาน พื้นที่ชายฝั่งทะเลและมหาสมุทร มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง มลพิษจากขยะ มลพิษจากสารอันตรายและของเสียอันตราย สิ่งแวดล้อมศิลปกรรม และ สิ่งแวดล้อมเมืองและชุมชน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะให้ความสำคัญกับทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์ป่า ทรัพยากรน้ำ และอากาศ โดยมีรายละเอียดของแต่ละเรื่อง ดังนี้

สถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมเรื่อง น้ำ

จากการรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548 ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ. 2548: 3-10) พบว่า

คุณภาพแหล่งน้ำที่สำคัญเมื่อเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2548 กับ ปี พ.ศ. 2547 แล้วพบว่า การเปลี่ยนแปลงโดยรวมเสื่อมโทรมลง โดยพิจารณาจากร้อยละของแหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ดีและพอใช้ลดลง ส่วนแหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2547 ทั้งนี้คุณภาพในแหล่งน้ำภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ คุณภาพในแหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในเกณฑ์ดีและพอใช้ และคุณภาพในแหล่งน้ำภาคตะวันออกส่วนมากอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพแหล่งน้ำมีสาเหตุสำคัญจากการรวบรวมน้ำทิ้งของชุมชนเมือง ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น โดยเกณฑ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่สำคัญของประเทศไทยปี 2548 สรุปได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 เกณฑ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่สำคัญของประเทศไทยปี 2548

เกณฑ์คุณภาพน้ำ	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคตะวันออก	ภาคใต้	ร้อยละของแหล่งน้ำทั้งหมด
ดี	กก อิง	แควน้อย เพชรบุรีตอนบน	หนองหาน สงคราม ลำปาง อุบล	เวฬุ	ตาปีตอนบน	17
พอใช้	วัง ปิง แม่แจ่ม ยม ลี้ น่าน	เจ้าพระยาตอนบน ทำจีน ตอนบน แม่กลอง น้อย แควใหญ่ สะแกกรัง ปรานบุรี	เสียว มูล เลย พอง ชี	ตราด พังราด จันทบุรี	ตาปีตอนล่าง ปากพั่น ตรัง ทะเลน้อย หลังสวน ทะเลหลวง พุมดวง ชุมพร	49
เสื่อมโทรม	กวัง กว๊านพะเยา บึงบอระเพ็ด	ลพบุรี กุยบุรี ป่าสัก เพชรบุรีตอนล่าง ท่าจีนตอนกลาง เจ้าพระยาตอนกลาง	ลำชี ลำตะคอง ตอนบน	นครนายก ระยอง บางปะกง ปราจีนบุรี ประแสร์	ทะเลสาบสงขลา	29
เสื่อมโทรมมาก	-	ท่าจีนตอนล่าง เจ้าพระยาตอนล่าง	ลำตะคอง ตอนล่าง	-	-	5

ที่มา: ควบคุมมลพิษ, กรม. (2548). สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย 2548. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

นอกจากนี้ประเทศไทยยังประสบกับปัญหาด้านปริมาณที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1. ปัญหาการขาดแคลนน้ำ การขาดแคลนน้ำเป็นสภาวะที่เกิดขึ้นเมื่อทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการใช้ของมนุษย์ โดยเฉพาะเพื่อการอุปโภค บริโภค ในปี พ.ศ.2529 สถาบันทรัพยากรโลก ได้ศึกษาสถานการณ์น้ำของประเทศไทยต่าง ๆ ประมาณ 100 ประเทศทั่วโลก พบว่ากว่าครึ่งหนึ่งของประเทศเหล่านี้กำลังเริ่มประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ และ 2. ปัญหาน้ำท่วม น้ำท่วมเป็นปัญหาของการมีน้ำมากเกินไปในเขตลุ่มน้ำหรือพื้นที่ต่าง ๆ จนเกิดอุทกภัย ทำความเสียหายให้แก่พื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน น้ำท่วมเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เนื่องจากฝนที่ตกในเขตพื้นที่ ลุ่มน้ำมีปริมาณมากและตกติดต่อกันเป็น เวลานาน จนเกิดน้ำไหลบ่ามาตามผิวดินลงสู่ร่องน้ำ ลำธารและแม่น้ำมากกว่าปกติ ซึ่งในขณะที่น้ำปริมาณมากไหลไปตามร่องน้ำ ลำธาร และแม่น้ำ หากลำน้ำตื้นใดไม่สามารถรับปริมาณน้ำได้ ย่อมไหลบ่าท่วมล้นเข้าไปในพื้นที่ต่าง ๆ หรือชุมชนที่ไม่มีระบบ ระบายน้ำที่สมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อเกิดฝนตกหนักเป็นเวลานานๆ ในแต่ละครั้ง มักเป็นปัญหาทำให้เกิดน้ำท่วมขังแล้วทำความเสียหาย แก่พื้นที่เพาะปลูกและทรัพย์สินต่างๆ ได้เสมอ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม: online)

สถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมเรื่อง อากาศ

จากการรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548 ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ. 2548: 16) พบว่า

ในปี 2548 ความรุนแรงของปัญหาทางอากาศมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา แต่ยังคงพบฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเป็นปัญหาหลัก เพราะมีค่ามาตรฐานในหลายพื้นที่ทั้งในเขตชุมชนเมืองและย่านอุตสาหกรรม โดยมีแหล่งกำเนิดสำคัญจากยานพาหนะ โรงงานอุตสาหกรรม และการเผาในที่โล่ง ส่วนสารมลพิษประเภทอื่นๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากนี้ปัญหาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศอีกอย่างหนึ่งซึ่งเป็นปัญหาในระดับโลกเลย ก็คือ ปัญหาภาวะโลกร้อน เพราะเกิดขึ้นได้กับทุกประเทศ องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก และนักสิ่งแวดล้อมทั้งหลาย ได้ให้ความเห็นว่า ในปี 2548 ที่ผ่านมามีปีที่มีอากาศร้อนมากที่สุด เกิดพายุมากที่สุด และยังแห้งแล้งมากที่สุดด้วย นอกจากนี้ปัญหาภาวะโลกร้อนยังทำให้น้ำแข็งที่ขั้วโลกเหนือละลายมากที่สุดด้วย (วารสารสิ่งแวดล้อม. 2549: 32-39) โดยสาเหตุที่โลกร้อนขึ้นในตอนนี้มีความมั่นใจอย่างชัดเจน โดยจากรายงานฉบับที่ 4 ของคณะทำงานชุดที่ 1 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เพิ่งประชุมกันที่กรุงปารีส ระบุว่า มนุษย์ คือตัวการที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนกว่า 90% โดยตอนนี้ได้

ข้อสรุปชัดเจนแล้วว่า โลกกำลังร้อนขึ้นด้วยอัตราประมาณ 0.2 องศาต่อ 10 ปีหรือ 1 ทศวรรษ และอัตรานี้ก็กำลังเพิ่มขึ้นอย่างก้าวหน้าต่อเนื่อง ในปัจจุบันโดยการวิเคราะห์ต่างๆ ยืนยันชัดเจนว่า เป็นเพราะก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาโดยมนุษย์ สำหรับก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่สุดที่มนุษย์ปล่อยออกมาจนเป็นสาเหตุที่ทำให้โลกร้อนขึ้น ก็คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และขณะนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาโลกร้อน ได้เพิ่มปริมาณขึ้นมากกว่าช่วงเวลาใดๆ ในประวัติศาสตร์ 420,000 ปีที่ผ่านมา (วารสารสิ่งแวดลอม. 2550: 14-21)

สถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมเรื่อง ป่าไม้และสัตว์ป่า

จากการรายงานของกรมป่าไม้พบว่าประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ลงอย่างมาก จากปี พุทธศักราช 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของพื้นที่ประเทศ และในปีพุทธศักราช 2536 ช่วงระยะเวลาประมาณสามสิบปีเศษที่ผ่านมาประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือร้อยละ 26.02 และในปีพุทธศักราช 2540 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือร้อยละ 25.62 แต่ในปีพุทธศักราช 2546 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 33.09 ของพื้นที่ประเทศ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับอดีตประเทศก็มีพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงมาก และพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงนี้ก็มีผลกระทบโดยตรงกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ นั่นคือ จะไม่ฝืนป่าไว้รองรับน้ำฝน น้ำจะไหลรินลงดินโดยตรงทำลายดินได้ เกิดภาวะแห้งแล้งเนื่องจากต้นน้ำลำธารถูกทำลายหรือการเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ ฝนแล้งไม่ตกต้องตามฤดูกาล แหล่งน้ำธรรมชาติขาดความอุดมสมบูรณ์ เสื่อมโทรม และมีคุณภาพต่ำ ทำให้เกิดการเสียสมดุลธรรมชาติ เมื่อยามน้ำหลากก็เกิดน้ำท่วมฉับพลัน อีกทั้งเมื่อถึงฤดูแล้งก็แล้งจัดทำให้ขาดแคลนน้ำ รวมทั้งสัตว์ป่าก็จะได้รับผลกระทบจากการที่พื้นที่ป่าไม้ลดลงด้วย เนื่องจากป่าไม้เป็นแหล่งที่อยู่ของสัตว์ป่านานาชนิด สัตว์ป่าช่วยรักษาสมดุลธรรมชาติไว้ให้พอดี อันจะเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น นักช่วยกระจายพันธุ์พืชและช่วยกำจัดแมลงและหนอนที่เป็นศัตรูของการเกษตรกรรม แมลงช่วยผสมเกสรและกระจายพันธุ์พืช สัตว์ป่าช่วยให้เกิดกิจกรรมในป่า นอกจากนี้สัตว์ป่าจะเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ธรรมชาติมีความงดงามและสมบูรณ์ในตัวเอง ปัจจุบันจำนวนประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้นแต่พื้นที่ป่าไม้กลับลดลง ป่าไม้ถูกทำลายทำให้มีผลกระทบต่อปริมาณและชนิดของสัตว์ป่าด้วย สัตว์ป่าบางชนิดมีจำนวนน้อยและบางชนิดสูญพันธุ์ไปจึงมีการกำหนด สัตว์ป่าสงวนขึ้น ในปี พ.ศ. 2503 มีการกำหนดสัตว์ป่าสงวนจำนวน 9 ชนิด เป็นสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด ได้แก่ แรด กระซู่ กูปรี ควายป่า ละองหรือละมั่ง สมัน เนื้อทราย เลียงผา และกางผา แต่ในปีพ.ศ. 2535 มีการกำหนดสัตว์ป่าสงวนจำนวนเพิ่มเป็น 15 ชนิดปี ได้แก่ นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร

แรด กระชู่ กุปรี ควายป่า ละอองหรือละมั่ง สมัน เลียงผา กวางผา นกแก้วแล้วท้องดำ นกกระเรียน แมวลาย หินอ่อน สมเสร็จ เก้งหม้อ และพะยูน (พงศศักดิ์ วัฒนสินธุ์และคณะ. 2549: 13-22)

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าประเทศไทยยังประสบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมอยู่มากซึ่งล้วนแต่เป็นปัญหาที่สำคัญทั้งในเรื่องของ น้ำ ป่าไม้ และอากาศ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงนำเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ น้ำ ป่าไม้ และอากาศ มาบูรณาการกับเนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้นักเรียนได้รับรู้ถึงความสำคัญ สาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ในเรื่องของ น้ำ ป่าไม้ และอากาศ อีกทั้งเป็นการสร้างจิตสำนึกให้นักเรียนเกิดหวงแหนและรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อม

3. การบูรณาการ

แนวคิดเรื่องการบูรณาการ (Integration) เกิดขึ้นจากความคิดจอห์น ดุยอี้ นักปรัชญาทางการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้เสนอว่า การให้การศึกษาแก่เยาวชนนั้นควรให้ความสนใจต่อกิจกรรมที่นำไปสู่ความเข้าใจกิจกรรมพื้นฐานต่างๆ ของมนุษย์ที่ใช้ในการดำรงชีวิต ซึ่งจะทำให้เยาวชนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ตามธรรมชาติและมีความเชื่อว่า เราสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ของวิชาต่างๆ ที่มีในหลักสูตรได้อย่างน้อย 2 วิชาขึ้นไปและด้วยวิธีการเชื่อมโยงจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป (กรมวิชาการ. 2539: 3) ซึ่งแนวคิดของจอห์น ดุยอี้ นำไปสู่หลักของการบูรณาการในเวลาต่อมา

3.1 ความหมายและความสำคัญของการบูรณาการ

ความหมายของการบูรณาการ

การบูรณาการ อาจพิจารณาได้เป็นสองนัยคือความหมายโดยทั่วไปของคำว่าบูรณาการประการหนึ่งและความหมายเฉพาะทางศึกษาศาสตร์อีกประการหนึ่ง โดยนัยแรก บูรณาการ หมายถึง การทำให้สมบูรณ์ ซึ่งก็คือ การทำหน่วยย่อยๆ ที่มีความสัมพันธ์กันเข้ามารวมกันทำหน้าที่อย่างกลมกลืนเป็นองค์รวมหนึ่งเดียวที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ในตัวเองและนำไปใช้ประโยชน์ได้ (พระธรรมปิฎก. 2540: 30; เกரியศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2546: 10; สาโรช บัวศรี. 2529: 7; สุภาพร แพร้วพินิต. 2543: 1; ศึกษาศาสตร์. 2542: 6; พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์และเพียว ยินดีสุข. 2548: 1; McBrien & Brandt. 1997)

การบูรณาการในความหมายเฉพาะทางศึกษาศาสตร์ หมายถึง การนำศาสตร์ต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันมาผสมผสานกัน การรวมเนื้อหาหรือทักษะวิชาที่เรียนภายใต้จุดประสงค์เดียวกันเข้า

ด้วยกัน การหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับหัวข้อ ความคิดรวบยอดหรือปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษา เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่เป็นองค์รวมและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. 2543: 158; ศึกษาศาสตร์. 2542: 6; วัฒนาพร กระจับทุกข์. 2542: 46; ทิศนา แคมมณี. 2545: 145-146; ชีระชัย ปุรณโชติ. 2543: 13; Good. 1973: 308; Johnsen. 1994: 37; Vars. 1991: 4 ; Susskind. 1994: 325) เป็นการสร้างความรู้และประสบการณ์ขึ้นใหม่ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกันทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพจริงของผู้เรียน (Beane. 1991: 9 ; UNESCO. 1981: 10) โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียนเป็นสำคัญ (ศึกษาศาสตร์. 2542: 6; Travess & Revore. 1990: 9)

จากความหมายของการบูรณาการข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของการบูรณาการในทางศึกษาศาสตร์ได้ว่า การบูรณาการ หมายถึง การนำเนื้อหาและทักษะกระบวนการของศาสตร์ต่างๆที่มีความสัมพันธ์กันมาผสมผสานกันซึ่งได้แก่ เนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม และทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง มาจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวม สอดคล้องกับความต้องการและสภาพจริงของผู้เรียนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

ความสำคัญของการบูรณาการ

โลกของเราเป็นโลกของการบูรณาการ เพราะ ปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นกับชีวิตคนเรานั้นไม่ได้แยกออกเป็นส่วนๆ มนุษย์จำเป็นต้องใช้ทักษะหลายประการในการเรียนรู้และแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และสามารถอยู่บนโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วนี้ได้ การสอนแบบบูรณาการจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจาก การสอนแบบบูรณาการจะเป็นการเตรียมผู้เรียนให้สามารถอยู่ในโลกนี้ได้ เมื่อการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนย่อมเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ซึ่งอาจนำไปสู่การเรียนอย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิต (Gale Cheney. 2001: 1)

ความสำคัญของการบูรณาการอาจพิจารณาได้เป็น 2 ลักษณะคือ ความสำคัญของการบูรณาการในลักษณะทั่วไป กับ ความสำคัญของการบูรณาการในลักษณะทางการศึกษา ซึ่งความสำคัญของการบูรณาการในลักษณะทั่วไป เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 35-47) ได้กล่าวไว้ดังนี้ 1. เพื่อช่วยลดความผิดพลาดจากการคิดไม่ครบ 2. เพื่อช่วยให้มีความเข้าใจเรื่องที่มีความซับซ้อนได้อย่างลึกซึ้งและกว้างขวาง 3. เพื่อช่วยให้การตัดสินใจเรื่องเล็กเกิดผลดีต่อเรื่องใหญ่ 4. เพื่อลดความซ้ำซ้อนและการสิ้นเปลืองทรัพยากร 5. เพื่อช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเบ็ดเสร็จ 6. เพื่อช่วยขจัดความขัดแย้ง

นอกจากความสำคัญของการบูรณาการในลักษณะต่างๆ ไปดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีนักการศึกษาอีกหลายท่านที่กล่าวถึงความสำคัญของการบูรณาการในลักษณะทางการศึกษา และสนับสนุนการเชื่อมโยงวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันในการสอนโดยให้เหตุผล ดังนี้ 1. สิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้จำกัดว่าจะเกี่ยวข้องกับการสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง การเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ ในลักษณะเชื่อมโยงสัมพันธ์กันจะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิชาและความสัมพันธ์ของวิชาต่างๆ เหล่านั้นกับชีวิตจริง 2. การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างมิติคนในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย 3. ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้และช่วยกำหนดเงื่อนไขของวิชาทั้งหลายที่จะก่อให้เกิดความผสมกลมกลืนกันระหว่างประสบการณ์กับวิธีคิดของผู้เรียน 4. ขจัดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาต่างๆ ในหลักสูตร 5. สามารถตอบสนองต่อความสามารถทางปัญญาของผู้เรียน 6. กระบวนการเรียนการสอนแบบบูรณาการ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการสร้างสรรค์หน่วยความรู้ของตนเองขึ้นมา (ธีระชัย ปุณฺณโชติ. 2543: 13-14; พิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพยาร์ ยินดีสุข. 2548: 2; Jacob. 1989; Smith, Goodman & Meredith. 1976: 164 & Oliva. 1992: 518)

นอกจากแนวคิดของนักการศึกษาแล้วยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนถึงความสำคัญของการสอนแบบบูรณาการซึ่งเป็นงานวิจัยของ เคน เบิร์คสตอม ที่ศึกษาความคิดเห็นของครูในรัฐแคลิฟอร์เนีย สรุปได้ว่า 1. การสอนแบบบูรณาการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามภาวะของตนเอง 2. เป็นการสอนที่ส่งเสริมความร่วมมือและทักษะทางสังคม 3. เป็นภาพสะท้อนของโลกที่เป็นจริง 4. เป็นการสอนที่เปิดกว้าง ให้ผู้เรียนได้เติมเต็ม ได้เรียนรู้การทำงาน 5. เป็นการเชื่อมโยงวิชาต่างๆ ในหลักสูตร รวมทั้งปิดช่องว่างระหว่างวิชา ทำให้เกิดการศึกษามีความหมาย 6. ช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ 7. ทำให้เกิดแรงจูงใจในตนเองของครูเพราะเป็นการท้าทายในการพัฒนาสิ่งใหม่ซึ่งเป็นการพัฒนาความก้าวหน้าด้านวิชาชีพครู 8. เป็นการเชื่อมโยงชุมชนเนื่องจากการสอนแบบบูรณาการต้องใช้แหล่งการเรียนรู้ในชุมชนที่หลากหลาย 9. เป็นการตอบสนองนโยบายของโรงเรียน (วลัย พานิช. 2546: 47-48) อีกทั้งเอดเกอร์ตัน พบว่าหลังจากที่จัดการสอนแบบบูรณาการมา 1 ปี ครูร้อยละ 83 ชอบที่จะดำเนินการสอนแบบบูรณาการต่อไปมากกว่าที่จะกลับไปสอนแบบเดิม และแมคไควเวอร์ พบว่าเมื่อครูบูรณาการวิชาและเนื้อหาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันทำให้พวกเขาค้นพบวิธีการสอนที่น่าสนใจและเทคนิคการสอนแบบใหม่ทำให้การสอนมีชีวิตชีวามากขึ้น (เจดศักดิ์ ชุมนุม. 2543: 40) อภิญา บุตรจุก (2547) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยใช้แฟ้มสะสมผลงานประเมินผลงานสำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 33 คน ใน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินแฟ้มสะสมงานเป็นรายบุคคล มีมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 2. นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์การวัดจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง การเงิน การวัด และเรขาคณิต มากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 3. คะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ สายฝน ลิ้รัตนาวลี (2540) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อการสอนเป็นคณะและการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45 คนโรงเรียนปรีณส์ รอยแยลสวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ หน่วยการสอนแบบบูรณาการ เรื่องน้ำกับชีวิตในเชียงใหม่ 3 หน่วยย่อย คู่มือการสอน แบบสอบถามความคิดเห็น แบบทดสอบ สมุดบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และสมุดบันทึกปัญหาการสอน ผลการศึกษาพบว่า การสอนที่ใช้หน่วยการศึกษาดังกล่าวมีประสิทธิภาพต่อผู้เรียน รู้เนื้อหาต่างๆที่สัมพันธ์กันได้อย่างละเอียดลึกซึ้ง มีความสนใจ ตื่นเต้น และสนุกสนาน ได้ทำกิจกรรมหลากหลายมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนและการแสดงออก ทำให้พัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง ทั้งส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนได้ดี

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาวิชาต่างๆ และความสัมพันธ์ของเนื้อหาวิชาเหล่านั้นกับชีวิตจริง ชัดความเข้าใจของเนื้อหาวิชา อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างหน่วยความรู้ของตนขึ้นมาและเป็นสิ่งที่ควรนำไปทดลองใช้และยอมรับที่จะใช้การทดลองแบบบูรณาการ

3.2 รูปแบบและลักษณะสำคัญของการบูรณาการ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงรูปแบบของการบูรณาการออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ โดยกลุ่มแรกจำแนกรูปแบบของการบูรณาการออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1. แบบสอดแทรก (Infusion) 2. แบบคู่ขนาน (Parallel) 3. แบบพหุวิทยาการ (Mutidisciplinary) และ 4. แบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ (Trandisciplinary) ส่วนนักศึกษากลุ่มที่สองจำแนกรูปแบบของการบูรณาการออกเป็น 5 รูปแบบ โดยที่รูปแบบที่ 1-3 จำแนกเหมือนกับนักศึกษากลุ่มแรก ส่วนรูปแบบที่ 4 และ 5 คือ แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) และ แบบบูรณาการ (Integrated) ตามลำดับ

นักการศึกษากลุ่มแรกจำแนกรูปแบบของการบูรณาการออกเป็น 4 รูปแบบ โดยมีคำอธิบายโดยย่อ ดังนี้

ธีระชัย ปุรุณโชติ. (2543: 15-16) , เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว. (2548: 6-7) และ สำนักงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. (2540: 7) ได้เสนอรูปแบบของการบูรณาการ ดังนี้

1. แบบสอดแทรก (Infusion) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนในวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่นๆ เข้าไปในการสอนของตน เป็นการวางแผนและสอนโดยครูคนเดียว

2. แบบคู่ขนาน (Parallel) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนวิชาต่างกัน แต่วางแผนการสอนร่วมกันโดยระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจว่า หัวเรื่อง/มโนทัศน์/ปัญหาเดียวกันนั้นจะสอนอย่างไรในวิชาของแต่ละคน งานที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำจะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา

3. แบบพหุวิทยาการ (Mutidisciplinary) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนต่างวิชามาร่วมกันวางแผนและกำหนดหัวเรื่อง/มโนทัศน์/ปัญหาร่วมกัน ต่างคนต่างแยกกันสอนเป็นส่วนใหญ่ แต่ดำเนินการสอนผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน มอบหมายงานหรือโครงการให้ผู้เรียนทำร่วมกันเป็นงานใหญ่ชิ้นเดียว

4. แบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ (Trandisciplinary) เป็นการสอนที่ครูที่สอนต่างวิชาหันมาร่วมกันสอนเป็นคณะหรือเป็นทีม ร่วมกันวางแผนปรึกษาหารือและกำหนดหัวเรื่อง/มโนทัศน์/ปัญหาร่วมกันและร่วมกันดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มเดียวกัน

นักการศึกษาทั้งสอง (Jacob. 1989 and Frazee & Rundnitski. 1995: 137-141) จำแนกรูปแบบของการบูรณาการออกเป็น 5 รูปแบบโดยที่รูปแบบที่ 1-3 จำแนกเหมือนกับนักการศึกษากลุ่มแรก ส่วนรูปแบบที่ 4 คือ แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนต่างวิชามาร่วมกันวางแผนและร่วมกันสอนในหัวเรื่อง/มโนทัศน์/ปัญหาเดียวกัน ดำเนินการสอนผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน มอบหมายงานหรือโครงการให้ผู้เรียนทำร่วมกันเป็นงานใหญ่ชิ้นเดียว และรูปแบบที่ 5 คือ แบบบูรณาการ (Integrated) เป็นการบูรณาการทั้งมโนทัศน์ ทักษะ เจตคติและความเชื่อ ตลอดจนเนื้อหา ทำให้เป็นการสอนที่ต้องอาศัยความหลากหลายวิธีที่สามารถเป็นไปได้ ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะฝึกในสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ ตามความถนัดและความสนใจของตนเองอย่างอิสระ

นอกจากนี้ฟอการ์ตี (Fogarty. 1991: 61-65) ได้เสนอรูปแบบของการบูรณาการไว้ 10 รูปแบบ ซึ่งสามารถจัดได้เป็น 3 กลุ่ม คือ บูรณาการภายในสาขาวิชาเดียวกัน บูรณาการข้ามวิชา และบูรณาการภายในตัวผู้เรียน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. กลุ่มบูรณาการภายในสาขาวิชาเดียวกัน

1.1 แบบแยกออกจากกันเป็นส่วน (Fragmented model) เป็นรูปแบบที่แยกเป็นรายวิชาเดี่ยวๆ มีลักษณะเฉพาะตัว โดยไม่นำความรู้ไปบูรณาการกับวิชาอื่น

1.2 แบบเชื่อมโยง (Connected model) เป็นการบูรณาการภายในวิชาโดยเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าด้วยกันภายในขอบเขตของแต่ละวิชา อาจเชื่อมโยงหัวข้อ ทักษะ เจตคติ และมโนทัศน์

1.3 แบบซ้อนกัน (Nested model) เป็นการบูรณาการภายในวิชาเดียวกัน แต่มีการนำทักษะการคิด ทักษะทางสังคม และทักษะด้านเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง เข้ามาบูรณาการเป็นหัวข้อหรือหน่วยการเรียนรู้เป็นรูปแบบที่ผู้สอนคนเดียวสามารถบูรณาการด้วยตนเอง

2. กลุ่มบูรณาการข้ามวิชา

2.1 แบบเรียงลำดับ (Sequenced model) เป็นการบูรณาการการสอนข้ามวิชาโดยพิจารณาความใกล้เคียงของเนื้อหาแล้วนำมาเชื่อมโยงและจัดเรียงลำดับหน่วยการเรียนรู้ใหม่ให้เหมาะสม ทำให้แนวทางการเรียนรู้ของสิ่งที่ผู้เรียนจะมุ่งไปในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง

2.2 แบบมีส่วนร่วม (Shared model) เป็นการบูรณาการที่เชื่อมโยงระหว่างวิชา ผู้สอนวางแผนการสอนร่วมกัน ในส่วนที่มีมโนทัศน์ ทักษะหรือเจตคติคาบเกี่ยวกัน

2.3 แบบโยงใย (Webbed model) เป็นการบูรณาการที่กำหนดประเด็นขึ้นจากบริบทสังคมหรือเรื่องที่สนใจแล้วเชื่อมโยงไปสู่วิชาต่างๆ ว่าแต่ละวิชามีมโนทัศน์ใดบ้างที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ในประเด็นที่ตั้งไว้ แล้วผู้สอนแต่ละคนก็ทำการสอนเรื่องนั้นๆ

2.4 แบบเส้นด้าย (Threaded model) เป็นการบูรณาการที่ใช้ทักษะต่างๆ เช่น ทักษะการคิด ทักษะแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น ในการกำหนดเนื้อหา ตลอดจนการเรียนการสอนในแต่ละวิชาให้สัมพันธ์กับทักษะที่กำหนด

2.5 แบบประสาน (Integrated model) เป็นการบูรณาการที่รวมเนื้อหาในรูปแบบที่หลากหลาย หัวข้อเรื่องทางวิชาการที่มีความสัมพันธ์กันจะถูกจัดเรียงไปเรื่อยๆ โดยการซ้อนทับกันของมโนทัศน์ ทักษะ และเจตคติ

3. กลุ่มบูรณาการภายในตัวผู้เรียน

3.1 แบบขยายให้ใหญ่ (Immersed model) เป็นการบูรณาการที่ยึดความสนใจของผู้เรียนเป็นหลักในการบูรณาการไปยังสาขาอื่นๆ

3.2 แบบเครือข่าย (Networked model) เป็นการบูรณาการที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการ บูรณาโดยเลือกเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญ และแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็นด้วยตนเอง ผู้เรียนเท่านั้นที่จะรู้ถึงความ ชับซ้อนและมิติต่างๆ ในขอบเขตที่ตนสนใจ

จากรูปแบบการบูรณาการที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่ารูปแบบของการบูรณาการมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับแนวคิดของแต่ละบุคคล แต่โดยรวมจะกล่าวถึงการบูรณาการภายในวิชาและการ บูรณาการระหว่างวิชา ซึ่งเชื่อมโยงให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ทักษะ เจตคติ และชีวิตจริง ซึ่ง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการบูรณาการระหว่างวิชาแบบโยงใย (Webbed model) โดยใช้กำหนด ประเด็นจากบริบทของสังคมในเรื่องของการวิเคราะห์ข้อมูลและสิ่งแวดล้อม แล้วเชื่อมโยงไปสู่ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องของสาระการเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งได้แก่ เนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ในสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ กับเนื้อหาเรื่อง การอธิบายถึงข้อจำกัดของสิ่งแวดล้อมและความต้องการของมนุษย์ การดูแล รักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเนื้อหาเรื่อง การ ตระหนักถึงการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม การดำเนินชีวิตตามแนวอนุรักษ์และการมีส่วนร่วม แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมในสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

ลักษณะสำคัญของการบูรณาการ

ลักษณะสำคัญโดยรวมของการบูรณาการที่ดีประกอบด้วย 5 ลักษณะ ดังนี้ (UNESCO. 1981: 7-20; ศึกษาศาสตร์. 2542: 6-7; เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว. 2548: 8-9 และ อารัง บัวศรี. 2542: 200-201)

1. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และกระบวนการเรียนรู้

เพราะในปัจจุบันนี้ปริมาณของความรู้มีมากขึ้นเป็นทวีคูณ รวมทั้งมีความสลับซับซ้อนมากขึ้นเป็น ลำดับ การเรียนการสอนด้วยวิธีการเดิม อาทิ การบอกเล่า การบรรยายและการท่องจำ อาจไม่เพียงพอที่จะ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรกระตุ้นสิ่งที่ผู้เรียนสนใจมากที่สุด แนะนำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อตอบสนองของความสนใจเหล่านั้นทั้งนี้ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความ แตกต่างระหว่างบุคคล

2. เป็นการบูรณาการระหว่างพัฒนาการทางความรู้และพัฒนาการทางจิตใจ

นั่นคือให้ความสำคัญแก่ จิตพิสัย คือเจตคติ ค่านิยม ความสนใจและสุนทรียภาพ แก่ผู้เรียนในการ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่ใช่เน้นเพียงแต่องค์ความรู้หรือพุทธิพิสัยแต่เพียงอย่างเดียว อันที่จริงการทำ

ให้ผู้เรียนเกิดความซาบซึ้งเสียก่อนที่จะลงมือศึกษานั้น นับได้ว่าเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญยิ่งสำหรับจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นทั้งแก่ผู้สอนและผู้เรียน

3. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และการกระทำ

ในการแสวงหาความรู้เพื่อเรียนรู้นั้นจะต้องเน้นที่การปฏิบัติคือ รู้แล้วต้องลงมือทำ การเรียนรู้แต่ทฤษฎีอย่างเดียวไม่เพียงพอ เพราะเมื่อปฏิบัติแล้วอาจมีข้อขัดแย้ง มีปัญหาที่ต้องแก้ไขได้ ดังนั้นการบูรณาการข้อนี้เน้นที่ทักษะพิสัย

4. เป็นการบูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนในโรงเรียนกับสิ่งที่ป็นอยู่ในชีวิตจริงของผู้เรียน

คือการตระหนักถึงความสำคัญแห่งคุณภาพชีวิตของผู้เรียนว่าเมื่อได้ผ่านกระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตรแล้ว สิ่งที่เรียนที่สอนในห้องเรียนจะต้องมีความหมายและมีคุณค่าต่อชีวิตของผู้เรียนอย่างแท้จริง

5. เป็นการบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาต่างๆ

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เจตคติและการกระทำที่เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียนอย่างแท้จริง ตอบสนองต่อคุณค่าในการดำรงชีวิตของผู้เรียนแต่ละคน และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

และในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะต้องคำนึงถึงหลักการสำคัญ 5 ประการ (อรทัย มวลคำ และคณะ. 2542: 13) ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น

2. การส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยการส่งเสริมให้มีกิจกรรมกลุ่มลักษณะต่างๆ หลากหลายในการเรียนรู้ และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ลงมือทำกิจกรรมต่างๆ อย่างแท้จริงด้วยตนเอง

3. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย ตรงกับความเป็นจริง สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงอย่างได้ผล และส่งเสริมให้มีโอกาสได้ปฏิบัติจริงจนเกิดความสามารถและทักษะที่ติดเป็นนิสัย

4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกล้ำคึกคักกล้าทำ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะแสดงออกซึ่งความรู้สึกลึกซึ้งนึกคิดของตนเองต่อสาธารณชนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความมั่นใจให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

5. เน้นการปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรมที่ถูกต้องดีงาม ให้ผู้เรียนสามารถจำแนก แยกแยะความถูกต้องดีงามและความเหมาะสมได้ สามารถจัดความขัดแย้งได้ด้วยเหตุผล มีความกล้าหาญทางจริยธรรมและแก้ไขปัญหาด้วยปัญญาและสามัคคี

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับลักษณะของการบูรณาการที่ดี ดังนี้

1. ผู้วิจัยบูรณาการความรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองด้วยการสื่อสารโดยการเขียนและการอภิปรายประกอบการให้เหตุผล การขยายแนวคิดจากข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และการมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มย่อย โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

2. ผู้วิจัยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาผู้เรียนในด้านจิตใจในเรื่อง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

3. ผู้วิจัยบูรณาการความรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับภาระกระทำโดยเน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล มีการอภิปรายผลสรุประหว่างนักเรียนด้วยกันและนักเรียนกับครู

4. ผู้วิจัยบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเรื่องสิ่งแวดล้อม

5. ผู้วิจัยบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล กับ เรื่องสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเรื่องหนึ่งในชีวิตจริงที่บรรจุไว้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ

วลัย พานิช (2546: 70-72) พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข (2548: 5-7) และจาคอบ (Jacob. 1989) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ (ภาพประกอบ 2) ดังนี้

1. กำหนดหัวเรื่อง (Theme) ในการเลือกหัวเรื่อง อาจเป็นสาระหรือปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง รวมทั้งข่าวที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

2. หาความเกี่ยวข้องของหัวเรื่องโดยใช้การจัดผังความคิด ในประเด็นต่อไปนี้

2.1 เนื้อหาของสาขาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับหัวเรื่อง

2.2 ขอบเขตของเนื้อหาหรือหัวข้อ (topic) หรือทักษะในสาขาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับหัวเรื่อง

3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาและทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับหัวเรื่องเพื่อนำไปวางแผนการจัดการเรียนรู้

4. วางแผนการจัดการเรียนรู้

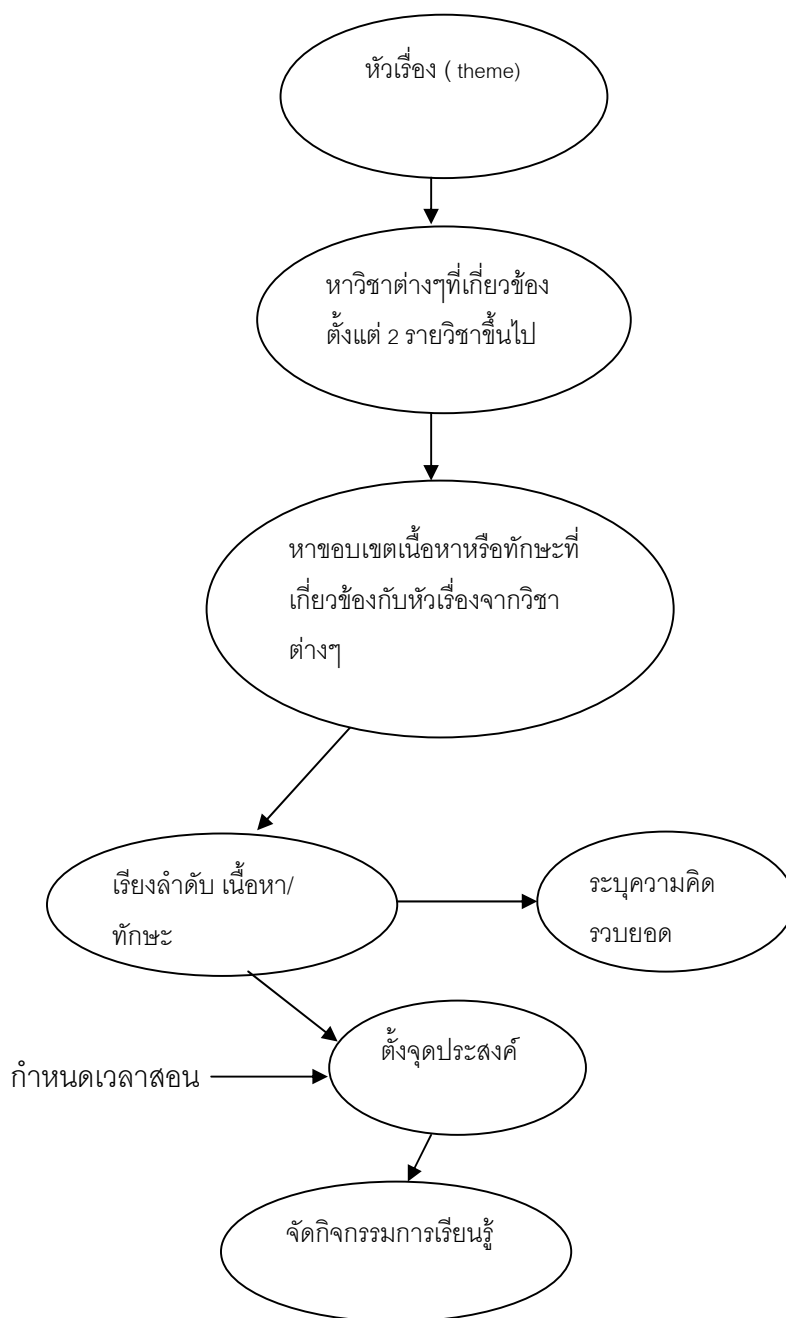
4.1 ระบุนวัตกรรมที่สำคัญ

4.2 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.4 เตรียมสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

4.5 กำหนดวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ที่มา: วลัย พานิช. (2546). การบูรณาการ: แนวคิดและแนวปฏิบัติสู่การจัดการเรียนรู้ที่มีความหมาย. ในแนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูเพื่อรองรับเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครู. สุวีวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ บรรณาธิการ. หน้า 43-80. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

วัตินาพร ระจับทุกซ์ (2542: 47) และ ลาร์ดิซาบอลและคณะ (Lardizabal et al. 1970: 148-149) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สรุปได้ดังนี้

1. ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ความสำคัญกับผู้เรียนมากกว่าเนื้อหาวิชา เน้นการปลูกฝังจิตสำนึกและจริยธรรมที่ถูกต้อง คำนึงถึงการเรียนรู้ทั้งด้านร่างกาย สังคม อารมณ์ และสติปัญญา
2. ในการจัดการเรียนรู้ควรใช้กระบวนการกลุ่ม
3. สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทำ และเอื้อต่อการทำงานของ
ผู้เรียน
4. กิจกรรมในการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาในชีวิตจริง คำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน
5. หน่วยการเรียนรู้ที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมข้ามวันจะดีกว่าหน่วยการเรียนรู้ที่เสร็จใน
เวลาเรียน

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอลและคณะ (Lardizabal et al. 1970: 146-150) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยแบ่งเป็นด้านๆ สรุปได้ดังนี้

ด้านการเตรียมการ

1. เตรียมกรอบแนวคิดของเรื่องที่จะสอน โดยหัวข้อในแต่ละตอนได้จากการบูรณาการระหว่าง
วิชา หรือผสมผสานระหว่างวิชาในหลักสูตร

2. เตรียมคำถามหลักหรือคำถามสำคัญเพื่อใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ
3. เป็นแหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้ที่ให้ผู้เรียนซักถาม ปรีक्षाเพื่อค้นคว้าหาความรู้

ด้านการดำเนินการ

1. เป็นผู้นำเสนอ เช่น เสนอประเด็นปัญหา/เหตุการณ์ในเรื่องที่จะสอน
2. เป็นผู้สังเกต โดยสังเกตผู้เรียนขณะที่ตอบคำถาม ทำกิจกรรม รวมทั้งพฤติกรรมด้านอื่นๆของ
ผู้เรียน
3. เป็นผู้กระตุ้นจิตใจ โดยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
4. เป็นผู้เสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการ
5. เป็นผู้ชี้แนะ สนับสนุนให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมให้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนด
6. เป็นผู้จัดบรรยากาศ เพื่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสมทั้งด้านกายภาพ สังคมและ
จิตใจเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข

7. เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการมากกว่าเนื้อเรื่องหรือเนื้อหาสาระ
ด้านการประเมิน

1. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ ชี้แนะ วิพากษ์วิจารณ์ข้อดี ข้อด้อย เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนา ปรับปรุง
แก้ไข พฤติกรรมการเรียน

2. เป็นผู้ประเมิน โดยประเมินผลเป็นระยะๆ ประเมินกระบวนการพฤติกรรมต่างๆ

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอลและคณะ (Lardizabal et al. 1970: 148) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการ
จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สรุปได้ดังนี้

1. มีส่วนร่วมในการเรียนทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และการคิดในทุกๆสถานการณ์ที่กำหนดให้
อย่างเป็นธรรมชาติเหมือนสถานการณ์ในชีวิตจริง

2. ศึกษา ค้นคว้า ปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้

3. ดำเนินการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนเป็นไปอย่างสนุกสนาน ตื่นเต้นมีชีวิตชีวาและทำ
ทายอยู่ตลอดเวลา

4. เรียนในห้องเรียนและสถานการณ์จริงเพื่อพัฒนาทางสังคม

5. กระฉับกระเฉงว่องไวในการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง

6. ทำงานด้วยความร่วมมือ ร่วมใจ ทั้งแบบเดี่ยว เป็นคู่หรือกลุ่ม ด้วยความเต็มใจและด้วยเจตคติ
ที่ดีต่อกัน

7. ตอบคำถามสำคัญหรือคำถามหลักที่กำหนดจากประสบการณ์ของตนเองหรือประสบการณ์ใน
ชีวิตจริง

8. มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มทำสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์

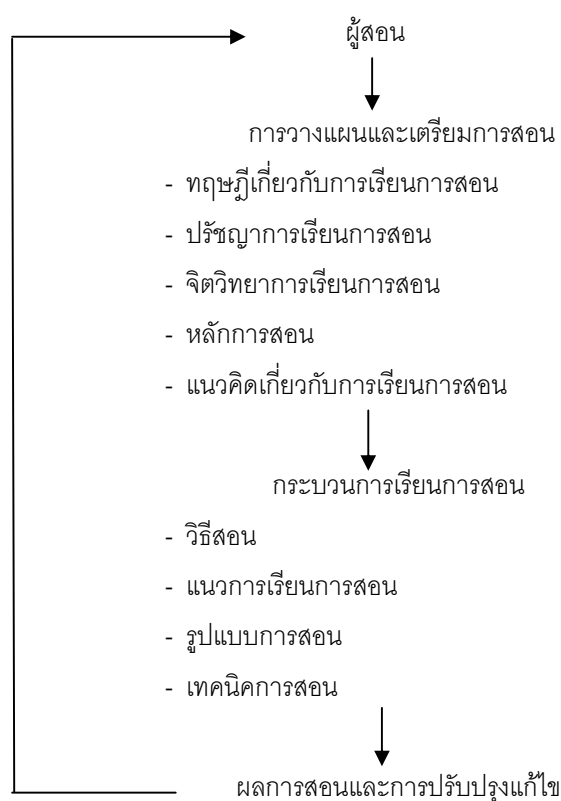
9. มีความสามารถในการสื่อสาร เช่น ฟัง พูด อ่าน เขียน มีทักษะทางสังคม รวมทั้งมีมนุษย
สัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในกลุ่ม ในห้องเรียนและกับครู

10. สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตจริง
จากที่กล่าวมาในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยให้ความสำคัญกับ
ผู้เรียน ให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการ
สื่อสารโดยการเขียนและการอภิปรายด้วยเหตุผล การขยายแนวคิดจากข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงไปสู่
สถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แนะ คอยสังเกต กระตุ้นจูงใจ
เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนรู้และแก้ปัญหาจนสามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

4 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้นั้น ควรมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ โดยคำนึงถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน ภาพประกอบต่อไปนี้แสดงประเด็นที่ผู้สอนควรคำนึงถึงในการวางแผนเพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546: 47)



ภาพประกอบ 3 ประเด็นด้านการเรียนการสอนที่ผู้สอนควรคำนึงถึงในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ที่มา: อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จากภาพประกอบ 3 ทำให้ผู้วิจัยศึกษาประเด็นต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการสอน มีดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ ที่มีบทบาทในวิชาชีพต่างๆ มาก ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์กล่าวว่า องค์ประกอบทางปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยการจัดระเบียบของความรู้ในสมอง วิธีการรับเอาความรู้ใหม่เข้าไปรวมกับความรู้เดิม (Assimilation) และวิธีการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขความรู้เดิมให้เหมาะสม (Accommodation) โดยที่บุคคลจะรับความรู้ใหม่เข้ารวมกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้ว คือ กลุ่มโครงสร้างความรู้ในสมองนั่นเอง (รัญจวน คำวชิรพิทักษ์. 2538: 21) โดยองค์ประกอบที่เสริมสร้างพัฒนาการทางสติปัญญา มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. วุฒิภาวะ 2. ประสบการณ์ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และประสบการณ์เกี่ยวกับการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา 3. การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม 4. กระบวนการปรับให้เกิดความสมดุล นอกจากนี้เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น คือ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2541: 51-59)

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Stage อายุ 0 – 2 ปี) เป็นขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญาความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กอ่อนจะพูดและใช้ภาษาได้ เพียเจต์กล่าวว่า สติปัญญาความคิดของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถที่จะอธิบายได้

2. ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational Stage อายุ 2 – 7 ปี) เป็นขั้นที่เข้าใจปัญหาและการรับรู้ของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถที่จะใช้ภาษาอย่างลึกซึ้ง แต่เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษา สามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเขาและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้สัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้ แต่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ยาวและสั้น ได้อย่างแท้จริงและมีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage อายุ 7 – 11 ปี) เด็กวัยนี้มีเซาว์ปัญญาที่มีคุณภาพแตกต่างจากเด็กขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ คือ สามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผลและไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น สามารถมองวัตถุได้ 2 ลักษณะพร้อมๆ กัน คือขนาดและ

น้ำหนัก หรือ ขนาดและปริมาตร เด็กวัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลายๆอย่าง และคิดย้อนกลับได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น

4. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal Operational Stage อายุ 12 ปีขึ้นไป)

เด็กวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ สามารถคิดปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผลอย่างแท้จริง เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับขั้นสูงและสามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขั้นนี้ถึงขั้นที่กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยา และพฤติกรรมของเด็กต่างจากผู้ใหญ่ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ (Ginsburg & Oppen, 1969) หากนำแนวคิดนี้ไปใช้ในห้องเรียน ผู้สอนต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำผู้เรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง นอกจากนี้เพียเจต์ยังเน้นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดตนเองและผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น (อัมพร ม้าคอง, 2546: 1-2) และในการสอนผู้สอนควรจัดให้ผู้เรียนได้พบปัญหา คิดทดลองแก้ปัญหา และหาเหตุผลในการแก้ปัญหา

แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับครู รวมทั้งให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อเกิดการพัฒนาระดับปัญญา มีการอภิปรายถึงเหตุผลในการแก้ปัญหา อีกทั้งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีอายุอยู่ระหว่าง 10-11 ปี สามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผล มองวัตถุได้ 2 ลักษณะพร้อมๆกัน สามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ตามขั้นการพัฒนาระดับปัญญาของเพียเจต์

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์

ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยบรูเนอร์เชื่อว่าการรับรู้ของมนุษย์ เป็นสิ่งที่เลือกหรือสิ่งรับรู้ที่เกิดขึ้นกับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้นๆ การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบ เนื่องจากผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันทำให้เกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบขึ้น นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง และให้ความสำคัญของกระบวนการคิดมากกว่าผลลัพธ์ที่ถูกต้อง บรูเนอร์เสนอหลักสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยวิธีการ

ค้นพบว่าประกอบด้วย 1. แรงจูงใจภายในของผู้เรียน ครูต้องมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน จัดสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง 2. โครงสร้างของบทเรียนต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 3. การจัดลำดับความยากง่ายของบทเรียน และ 4. แรงเสริมด้วยตนเอง โดยครูควรให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2541: 298-299) นอกจากนี้ บรูเนอร์ได้เสนอกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดและสติปัญญา 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive Stage) เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำมีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้องเทียบได้กับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory-Motor Stage) ของเพียเจต์

2. ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เป็นขั้นที่การคิดหรือตัดสินใจโดยใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือสื่อทางตาที่เห็นเป็นหลัก เทียบได้กับขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational Stage) ของเพียเจต์

3. ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) เป็นขั้นที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ จากการฟัง การอ่าน และการเขียน เทียบได้กับขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ต่อเนื่องกับขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal Operational Stage) ของเพียเจต์

จากการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของทฤษฎีทั้ง 2 ทฤษฎีนี้ว่ามีความสัมพันธ์ และมีส่วนที่คล้ายคลึงกันในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน แต่มีส่วนที่ต่างกันอยู่บางส่วน คือ บรูเนอร์ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์จากการทดลอง แต่เพียเจต์ศึกษาจากโครงสร้างทางชีววิทยา (รัญจวน คำวชิรพิทักษ์. 2538: 23) ดังนั้นทฤษฎีทฤษฎีพัฒนาการของ บรูเนอร์จึงเป็นทฤษฎีที่คู่ขนานกับทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ โดยที่บรูเนอร์ศึกษาค้นคว้าโดยยึดหลักขั้นต่างๆ ของทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์เป็นหลัก

แนวคิดของบรูเนอร์ปรากฏอยู่ในผลงานของเลช (Lesh) เลชใช้แนวคิดข้างต้นของบรูเนอร์ในการสร้างโมเดลที่แสดงว่าผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายๆ รูปแบบ ได้แก่ จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม สามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ ไดอะแกรม ภาษาเขียน ภาษาพูด และสถานการณ์จริง โมเดลนี้ทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่นๆ ที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่น การให้ผู้เรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น การพูดและการเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน (อัมพร ม้าคนอง. 2546: 3-4)

แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์มีแนวคิดเกี่ยวกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดย

ผู้เรียนที่มีช่วงอายุ 10 -11 ปีจะอยู่ในระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) ต่อเนื่องกับระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) ซึ่งเหมาะในการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ที่จะมีการให้นักเรียนอ่านและอภิปรายประเด็นต่างๆ จากกราฟ/แผนภูมิและเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และในการจัดการเรียนรู้ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มความสามารถ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น เพื่อเป็นการแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของตนเองให้ผู้สอนและผู้เรียนคนอื่นทราบและเกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยมีสาระสำคัญเกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากกานเยใช้คณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับการใช้ทฤษฎีของเขาอธิบายการเรียนรู้ กานเยเสนอแนวคิดว่าการเรียนการสอนจะต้องกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า จะให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์อะไร ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์พื้นฐานเดิมของผู้เรียน การจัดลำดับขั้นการเรียนรู้โดยการชี้แนะของครูผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัดหรือพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนและเชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้นาน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ประการ คือ (ประยูร อาษานาม. 2537)

1. กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการเข้าใจ
2. ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้อย่างชัดเจน
3. การจำแนกความรู้เดิมละความรู้ใหม่

กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดของกานเย มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537: 80)

1. การจูงใจ ก่อนการเรียนรู้ต้องมีการจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ดำเนินไปด้วยดี

2. ความเข้าใจ ในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเข้าใจในบทเรียนจึงจะช่วยให้การเรียนรู้มี

ประสิทธิภาพ

3. การได้รับ เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนจะก่อให้เกิดการได้รับความรู้เพื่อเก็บไว้หรือจดจำบทเรียนไว้ตลอดไป

4. การเก็บไว้ หลังจากผู้เรียนได้รับความรู้ก็จะเก็บความรู้เหล่านั้นไว้ตามสรรพภาพการจำของแต่ละบุคคล

5. การระลึกได้ เมื่อผู้เรียนเก็บความรู้ไว้ก็จะถูกนำมาใช้ในโอกาสต่างๆเท่าที่จะระลึกได้

6. ความคล้ายคลึง ผู้เรียนจะนำสิ่งที่ระลึกได้ไปใช้ และเมื่อพบกับสถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่คล้ายคลึงกัน จะนำความรู้ดังกล่าวไปสัมพันธ์กับการเรียนรู้ในความรู้ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

7. ความสามารถในการปฏิบัติ หลังจากที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วนั้นไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง

8. การป้อนกลับ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ว่าผู้เรียนเรียนรู้ได้ถูกต้องเพียงใด สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ จะได้นำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ต่อไป นอกจากนี้กานเย ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้ (Slaring, 1991)

1. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในด้วยการบอกจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ชี้นำให้ผู้เรียนใส่ใจในประเด็นที่สำคัญในบทเรียน
3. สอนข้อมูลหรือเนื้อหาใหม่โดยสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถระลึกถึงความรู้เดิมได้
4. ใช้รูปแบบการสอนที่หลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน
5. จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีการระลึกสิ่งที่เรียนในหลายๆลักษณะ เช่น การชี้แนะการให้คำถามนำ เป็นต้น
6. สนับสนุนให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำกฎเกณฑ์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกันได้เหมาะสม
7. ตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริง

แนวคิดที่ผู้วิจัยนำมาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดเมื่อมีการสอนเนื้อหาใหม่โดยให้เชื่อมโยงหรือสอดคล้องกับเนื้อหาเดิมที่นักเรียนระลึกได้ ดังนั้นการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ของเนื้อหาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายใน และตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริง

หลักการสอนคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2546: 8-9) ได้กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป
2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์
3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร และเรียนอย่างไร ต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนการสอน
4. สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมหลายๆเป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้
5. จัดกิจกรรมการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น
7. สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยง สื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ
8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง
9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน เพื่อจะได้กิจกรรมการสอนที่สอดคล้องกับผู้เรียน
10. สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม
11. สังเกต และประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้อง โดยใช้คำถามสั้นๆ หรือการพูดคุยกติ

จากหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา มีความสำคัญอย่างยิ่งและช่วยผู้วิจัยได้มากในการปรับใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้

การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction: CGI)

จากทฤษฎีการเรียนรู้และหลักการสอนคณิตศาสตร์ดังที่กล่าวข้างต้น นำมาซึ่งแนวการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction: CGI)

การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction: CGI) เป็น แนวการสอนที่พัฒนาโดย คาร์เพนเทอร์และคณะ ในปี ค.ศ. 1980 (Carpenter et al. 2000: 1) ซึ่งแนวการสอนแบบ CGI นี้อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเชื่อของครูที่เกิดจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุดต้องเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา (Carpenter et al. 1989: 499-531; Fennema et al. 1993: 555-583) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบ CGI มีหลักการ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนควรพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนโดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา ใช้การแก้ปัญหาคือศูนย์กลางของการเรียนการสอน
2. การจัดการเรียนการสอนควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจ
3. นักเรียนควรสามารถเชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์หรือทักษะ กับความรู้เดิมที่มีอยู่
4. เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบนี้อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความคิดของนักเรียน จึงต้องมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ได้ประเมินเพียงว่านักเรียนแก้ปัญหานั้นๆ ได้ แต่ประเมินด้วยว่านักเรียนมีวิธีแก้ปัญหายังไร วิธีการประเมินการคิดของนักเรียนที่ได้ผลก็คือการถามคำถามที่เหมาะสมและฟังคำตอบของนักเรียน (Carpenter et al. 1989: 499-531)

คาร์เพนเทอร์ได้ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับแนวการจัดการเรียนการสอนแบบ CGI ไว้อีกว่า 1. เป็นการพัฒนาความเข้าใจ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2. การจัดการเรียนรู้ของครูมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3. ความรู้และความเชื่อของครูมีผลต่อการจัดการเรียนการสอน และ 4. ความรู้และความเชื่อของครูได้รับอิทธิพลมาจากการทำความเข้าใจการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Carpenter et al. 2000: 1) จากที่กล่าวมา พบว่า ชั้นเรียน CGI มีลักษณะที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจ เน้นการแก้ปัญหามากกว่าชั้นเรียนเดิมๆ และชั้นเรียน CGI ครูจะต้องประเมินการคิดของนักเรียนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งมีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาแบบต่างๆ

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน CGI

คาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al. 1999: 60-85; 2000: 4-5) และ ฮิลเบิร์ตและคณะ (Hiebert et al. 1997) ได้อธิบายถึงขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของชั้นเรียน CGI ที่สอดคล้องกัน ดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง ครูนำเสนอปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ถ้านักเรียนมีความยุ่งยากในการแก้ปัญหา ครูควรมีการให้ปัญหาที่คล้ายกัน กับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ในการเลือกปัญหาครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ปัญหาที่เลือกมาควรมีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน

ขั้นตอนที่สอง ครูช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหา และ เปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูควรให้เวลานักเรียนเพื่อทำความเข้าใจในปัญหาที่ให้และช่วยแนะนำจนครูมีความแน่ใจว่านักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหานั้นๆได้แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา นอกจากนี้สิ่งสำคัญของชั้นเรียน CGI คือ ในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่างๆ ที่นักเรียนต้องการ

ขั้นตอนที่สาม นักเรียนรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหา และให้เวลานักเรียนแก้ปัญหาแล้ว ครูจะเลือกถามนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน และในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้นครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา เช่น ทำไมคุณถึงเริ่มต้นด้วย... , คุณแก้ปัญหานั้นอย่างไร, บอกได้ไหมว่าคุณได้คำตอบมาได้อย่างไร หรือ คุณบอกได้ไหมที่กำลังคิดอะไรอยู่ เป็นต้น

ขั้นตอนที่สี่ ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ หลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบ วิธีการ และเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่าง โดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม เช่น คำตอบทั้งสองนี้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร มีใครแก้ปัญหад้วยวิธีการที่แตกต่างจากที่กล่าวมานี้หรือไม่ เป็นต้น และครูควรเชื่อมการอภิปรายโดยถามคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่นักเรียนตอบ

บทบาทของครูในชั้นเรียน CGI

บทบาทของครูในชั้นเรียน CGI มีดังนี้ (Carpenter et al. 1999: 60-85; NCRMSE.1992 และ Hanks. 1998)

1. ครูควรใช้คำถามหรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2. ครูควรมีความกระตือรือร้นและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการทำความเข้าใจถึงความคิดของนักเรียนแต่ละคน

3. ครูควรเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เลือกอำนวยความสะดวกแก่ปัญหาของนักเรียน

4. ครูควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้สึกดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและเหตุผลได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการพูด การเขียน หรือการวาดภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่ให้นักเรียนเข้าใจตนเองว่ากำลังคิดอะไรและทำอะไร รวมทั้งครูก็จะสามารถประเมินความคิดและเหตุผลของนักเรียนได้ด้วย

5. ครูควรนำเสนอปัญหา สถานการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน และสามารถพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

6. ครูควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองแทนที่จะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้

7. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และมีการอภิปรายแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

8. ครูควรให้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาต่างๆ

9. ครูไม่ควรเตรียมแนวทางการสอนที่ชัดเจน ตายตัว หรือใช้สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจง แต่ครูควรเตรียมการสอนอย่างกว้างๆ และปรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามความต้องการหรือแนวความคิดของนักเรียน

สำหรับการประเมินผลของชั้นเรียน CGI นั้น ครูควรมีการประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนบ่อยๆ และใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน เช่น ประเมินโดยการสังเกต การใช้คำถาม การสัมภาษณ์รายบุคคล หรือ การฟังจากการนำเสนอแนวคิดและเหตุผลของนักเรียน เป็นต้น โดยการประเมินนั้นควรทำควบคู่ไปกับการเรียนการสอน (NCRMSE.1992; Hanks. 1998)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction: CGI) ซึ่งเป็นงานวิจัยของ คาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al. 1989; 499-531) ที่ศึกษาผลการใช้แนวการสอนแบบ CGI กลุ่มตัวอย่างเป็นครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน จาก 24 โรงเรียน โดยสุ่มครู 20 คนใช้การสอนแบบ CGI และครูอีก 20 คนที่เหลือใช้การสอนแบบปกติ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 คน ถูกเลือกอย่างสุ่มจากแต่ละชั้นเรียนเพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิเคราะห์ผลจากแนวการสอนแบบ CGI การประเมินผลวัดจากความสามารถในการคำนวณและการแก้ปัญหาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบวัดทักษะพื้นฐานของไอโอวา (Iowa Test of Basic Scale: ITBS) ซึ่งอยู่ในแนวทางเดียวกับกิจกรรมที่

เน้นการแก้ปัญหาที่พัฒนาโดยทีมวิจัย CGI และการทดลองครั้งนี้มีการสอบก่อนการทดลองและสอบหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI มีคะแนนความสามารถทางการบวกและการลบซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ ITBS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI เท่ากับ 8.6 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 7.8 คะแนน 2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของแบบทดสอบ ITBS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ CGI เท่ากับ 5.61 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 5.38 คะแนน และวิลเลสซีเนอร์ และ เคปเนอร์ (Villasenor & Kepner, 1993: 62-69) ได้ทำการสำรวจการใช้แนวการสอนแบบ CGI ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในแถบตะวันตกตอนกลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 144 คนในชั้นเรียน CGI และนักเรียนอีก 144 คนจากชั้นเรียนปกติเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินนักเรียนคือแบบทดสอบวัดความสามารถทางเลขคณิต จากนั้นทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อประเมินขั้นตอนและยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาทั้งปัญหาประเภทที่เป็นตัวเลขและเป็นโจทย์ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนในชั้นเรียน CGI ได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนคือ 9.41 คะแนนต่อ 3.18 คะแนนจากคะแนนเต็ม 14 คะแนน 2. นักเรียนในชั้นเรียน CGI ได้คะแนนจากการสัมภาษณ์ถึงขั้นตอนและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นโจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนคือ 5.44 คะแนนต่อ 2.93 คะแนนจากคะแนนเต็ม 6 คะแนน และ 3. นักเรียนในชั้นเรียน CGI ได้คะแนนจากการสัมภาษณ์ถึงขั้นตอนและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นตัวเลขสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนคือ 4.68 คะแนนต่อ 3.00 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

จากที่กล่าวมา พบว่า การสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดของนักเรียน เน้นให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจด้วยตนเอง และทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด ดังนั้นผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของชั้นเรียน CGI ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา
2. นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลตามสถานการณ์/ปัญหาหรือนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล

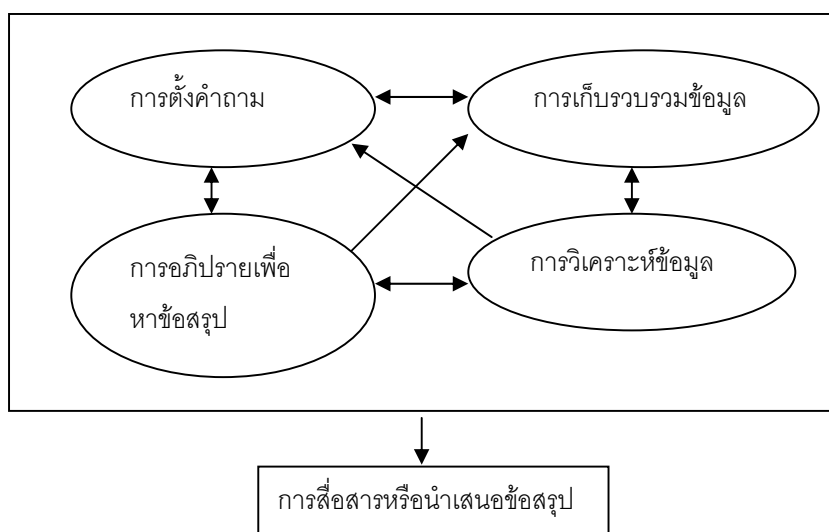
จากสถานการณ์/ปัญหาเพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบ โดยในระหว่างนักเรียนทำกิจกรรม ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวก และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด รวมทั้งให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือปัญหา

3. นักเรียนนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้งเหตุผลที่ใช้ จากนั้นครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบูรณาการแนวคิดและเหตุผลที่ใช้จากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย จากนั้นนักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดจากข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และสรุปเป็นประเด็นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาสถิติ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาควรมีการพัฒนาสำนึกเชิงข้อมูล (data sense) ของนักเรียน (Friel et al. 1997: 58) ซึ่งการพัฒนาให้นักเรียนมีสำนึกทางข้อมูลนั้น ต้องพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องการสืบสวนทางสถิติ เกรแฮม (Graham. 1987) กล่าวว่า การสืบสวนทางสถิติ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การตั้งคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป จากนั้นเคเดอร์ และ เฟอร์รี (Kader & Ferry. 1994) ได้เสนอแนะองค์ประกอบที่ 5 ของการสืบสวนทางสถิติ คือ การสื่อสารหรือการนำเสนอข้อสรุป ซึ่งกระบวนการสืบสวนทางสถิติแสดงได้ดังภาพประกอบ 4 และคำถามหรือปัญหาที่ใช้เพื่อประเมินความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนควรเป็นปัญหาในชีวิตจริง เนื่องจากงานวิจัยของเลซ (Lesh et al.1997: 65) พบว่า การใช้ปัญหาในชีวิตจริงจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดหรือแนวคิดของพวกเขาได้



ภาพประกอบ 4 กระบวนการสืบสวนทางสถิติ

ที่มา: Kader, G. & Perry, M. (1994). Learning statistics with technology. Mathematics Teaching in the Middle School. 3(3): 224-227.

โคนัลด์และฮิกกินส์ (Konald & Higgins. 2003: 193-196) กล่าวว่า นักเรียนต้องมีความรู้สองอย่างในการจะตั้งคำถามเพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถาม อย่างแรก นักเรียนต้องตั้งคำถามทางสถิติที่สามารถเก็บข้อมูลที่เพียงพอในการตอบคำถาม อย่างที่สองคือนักเรียนต้องมองข้อมูลในชีวิตจริงว่ามีหลายลักษณะไม่ใช่อยู่ในรูปตัวเลขเพียงอย่างเดียว อีกทั้งนักเรียนต้องมีความเข้าใจว่าคำถามทางสถิติต่างจากคำถามทั่วไปตรงที่คำถามทางสถิติต้องเป็นคำถามที่แน่ใจว่าเป็นคำถามที่ให้ข้อมูลที่ต้องการจริงๆ และครูต้องมีบทบาทอย่างมากในการผลักดันให้นักเรียนคิดอย่างรอบคอบเกี่ยวกับคำถาม ดังที่รัสเซลและคณะ (อ้างอิงจาก Konald & Higgins. 2003: 195) ศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อตั้งคำถามจากข้อมูลเชิงสำรวจ โดยนักเรียนกลุ่มหนึ่งต้องการสำรวจจำนวนภาษาพูดในชั้นเรียน ในการสำรวจข้อมูลพวกเขาใช้คำถามว่า “คุณพูดมากกว่าหนึ่งภาษาหรือไม่” ครูใช้คำถามเพื่อให้พวกเขาคิดอย่างรอบคอบว่า “จะรู้ได้อย่างไรว่าใครพูดได้อีกภาษาหนึ่ง” เช่นคนที่พูดภาษาฝรั่งเศสได้เพียงคำว่าห้องน้ำอยู่ไหน จะสรุปว่าเขาพูดได้อีกภาษาหนึ่งหรือไม่ ถ้า

นักเรียนเสนอว่าต้องเป็นภาษาที่สามารถพูดได้คล่องแคล่ว นักเรียนจำเป็นต้องให้ความหมายอีกกว่าภาษาที่พูดได้คล่องแคล่วหมายถึงอะไร

เมื่อนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้แล้ว ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจำเป็นต้องให้นักเรียนเก็บข้อมูลในหลายลักษณะ ดังที่ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 177-178) กล่าวว่า เมื่อนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้แล้ว นักเรียนต้องสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองหรือใช้ข้อมูลที่เก็บเรียบร้อยแล้วจากโรงเรียนหรือชุมชน ถ้านักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง นักเรียนควรเก็บข้อมูลได้ในหลายลักษณะ คือ เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต หรือ เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เป็นต้น และคำถามที่นักเรียนต้องใช้วางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ใครเป็นคนถาม เราจะสังเกตอะไรและสังเกตเมื่อไร เราจะทดลองลงอย่างไร และจะบันทึกข้อมูลได้อย่างไร เป็นต้น

เมื่อนักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ความรู้เรื่องกราฟ ก็เป็นสิ่งสำคัญในการช่วยให้นักเรียนใช้สถิติและตอบปัญหาจากชีวิตจริงได้ (Friel et al. 1997: 56) ครูควรใช้สถานการณ์หลากหลายเพื่อช่วยนักเรียนในการนำเสนอข้อมูล ดังที่ โคนัลด์และฮิกกินส์ (Konald & Higgins. 2003: 199) ให้ข้อเสนอแนะว่าเมื่อนักเรียนเห็นข้อมูลจากหลายลักษณะ จะทำให้นักเรียนพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นควรนำเสนอแบบใดจึงมีความเหมาะสมที่สุด เพราะการนำเสนอข้อมูลบางอย่างก็เหมาะกับข้อมูลบางชนิดแต่อาจไม่เหมาะกับข้อมูลบางชนิด

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปนั้น คูคิโอ (Curcio. 1987: 382-393) ได้ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ามี 3 ส่วนประกอบที่ควรสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ได้แก่ 1. สอนให้นักเรียนสามารถอ่านข้อมูลที่แสดงอย่างชัดเจนหรือพบโดยตรงจากกราฟได้ 2. สอนให้นักเรียนสามารถรวบรวมหรือเปรียบเทียบข้อมูลได้ 3. สอนให้นักเรียนสามารถทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้

นอกจากนี้ในการสอนเนื้อหาสถิติ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันของนักเรียนภายในกลุ่มย่อย และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เนื่องจากการมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มย่อยของนักเรียนจะส่งเสริมการให้เหตุผลซึ่งเป็นแนวทางพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Curcio & Artzt. 1997: 123) และ ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Artzt & Armour-Thomas. 1992) ส่วนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นการใช้ประโยชน์ของคณิตศาสตร์และเข้าใจการนำไปใช้ในชีวิตจริง (Lobato. 1993: 347-348)

การมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มย่อย

ครุอิคแซงค์ และเซฟฟิลด์ (Cruikshank & Sheffield. 1992: 45 – 46) พบว่านักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาด้วยการกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน การร่วมมือกันแก้ปัญหาเกี่ยวกับเพื่อนอีกหนึ่งหรือสองคนเป็นวิธีการที่พบว่าค่อนข้างประสบความสำเร็จอยู่เสมอ เนื่องจากเป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายปัญหาและเรียนรู้จากความสำเร็จและความผิดพลาดของคนอื่นด้วย อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้เป็นกลุ่มแบบร่วมมือมีความจำเป็นที่จะต้องวางแผนด้วยความระมัดระวัง ไม่ใช่สิ่งที่ง่ายนักในการให้นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนของเขาด้วยความหวังว่าจะให้ได้ผลดีที่สุด ถ้านักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการร่วมมือกันทำงานมาก่อน ครูจำเป็นต้องแนะนำถึงวิธีการทำงานร่วมกันให้บังเกิดผลดี นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ว่าทุกๆ คนต้องร่วมกิจกรรมการแก้ปัญหา และนักเรียนไม่อาจจะทิ้งหรือมอบงานให้คนใดคนหนึ่งทำตามลำพัง นักเรียนต้องเรียนรู้การยอมรับและการช่วยสนับสนุนแนวคิดของคนอื่นๆ ครูต้องช่วยกำหนดบทบาทของนักเรียนในกลุ่มเช่น ผู้ดำเนินการประชุม ผู้ตรวจสอบ ผู้ประสานงาน ผู้สรุป ซึ่งแนะนำโดย จอห์นสัน และ จอห์นสัน (Johnson and Johnson. 1989 : 242) ในการทำกิจกรรมกลุ่มต้องแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจและยอมรับบทบาทของตนเองแล้ว ก่อนการอภิปรายเพื่อร่วมมือกันแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนต้องทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเองก่อนแล้วจึงนำเสนอความคิดต่อที่ประชุม เพื่อให้ความเข้าใจปัญหาเป็นไปในทางเดียวกัน จากนั้นจึงอภิปรายเพื่อร่วมมือกันแก้ปัญหา สำหรับเรื่องของจำนวนนักเรียนที่เหมาะสมสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยนั้น เดวิดสัน (Davidson. 1990 : 56) กล่าวว่าขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดคือ 4 คน โดยมีเหตุผลประกอบดังนี้

1. กลุ่มขนาด 4 คน ถือได้ว่ามีขนาดใหญ่พอที่จะก่อร่างแนวคิดของการอภิปรายและการหาคำตอบของปัญหาที่ทำนายไม่เปิดโอกาสให้สมาชิกคนใดคนหนึ่งชักจูงออกนอกกลุ่มออกไป
2. กลุ่มขนาด 4 คน ถือได้ว่ามีขนาดเล็กพอที่จะยอมให้สมาชิกทุกคนได้มีกิจกรรมอภิปรายอย่างทั่วถึง และได้เห็นการนำเสนอของสมาชิกอย่างใกล้ชิด
3. กลุ่มขนาด 4 คน สามารถแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 2 คน สำหรับการแบ่งงานไปทำเช่น การคิดคำนวณ หรือการแก้ไขปัญหาลำดับต้น เพื่อนำกลับไปเสนอในกลุ่ม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชีวิตจริง

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชีวิตจริง (Serafini. 2000; Reys Smith & Suydam. 2001: 129; Steen. 2001: 4; Pugalee et al. 2003) ดังนี้

1. มีการบูรณาการการคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่นๆ และบูรณาการการคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญกับวิชาอื่นๆ และกับอาชีพในอนาคต

2. เป็นกิจกรรมที่เน้นการคิดและการให้เหตุผล ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็น การเรียนรู้ที่มีความหมาย ให้นักเรียนฝึกการคิดทางคณิตศาสตร์จากรูปธรรมไปสู่ความเป็นนามธรรม ซึ่งกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนเน้นการคิดและการให้เหตุผล ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล การสำรวจ การสืบ สอบ การตีความ การให้เหตุผล แบบจำลอง การออกแบบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การ เสนอความคิดเห็น และการตรวจสอบคำตอบ

3. เน้นการจัดกิจกรรมที่เป็นสังคมคณิตศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่มีการใช้ภาษา ทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการทำกิจกรรม การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ใช้อัตถุ เครื่องมือและ เทคโนโลยี ส่งเสริมคุณค่าทางคณิตศาสตร์ เน้นความรู้สึกและความเชื่อทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรม ที่เน้นความสามารถของแต่ละบุคคลหรือการจัดกิจกรรมกลุ่มเล็ก และฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ในการถาม คำถาม และความชัดเจนในการอธิบายเพื่อเป็นการพัฒนาการให้เหตุผล

4. จัดกิจกรรมและการเรียนรู้ที่มีความหมาย ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติตามสภาพ จจริง ครูจะต้องให้นักเรียนได้สำรวจและนำเสนอประสบการณ์ในบริบทของชีวิตจริงและจัดการเรียนรู้ที่มี รูปแบบที่หลากหลาย ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เช่น สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ ตาราง การวาดภาพ เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ และสื่อการเรียนรู้

5. เน้นกิจกรรมที่สะท้อนเจตคติหรือพื้นฐานความรู้เดิม เน้นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เผย ความเชื่อ เจตคติ อารมณ์ และคุณค่าทางคณิตศาสตร์ การร่วมกิจกรรม และความกระตือรือร้นของ นักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

6. จัดหลักสูตรที่ต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนจะสามารถประยุกต์มันในทัศนคติไปนอกชั้นเรียนเพื่อ สร้างความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาสถิติ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ควรให้นักเรียนมีโอกาสตั้งคำถาม เก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายเพื่อหา ข้อสรุป โดยครูต้องช่วยให้นักเรียนคิดอย่างรอบคอบในการคำถาม มีการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงที่ หลากหลาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงการคิดและเหตุผลโดยทำงานเป็นกลุ่มเล็กโดยขนาดของ กลุ่มย่อยที่เหมาะสมคือกลุ่มละ 4 คน

จากที่กล่าวมาในเรื่องของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดและการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ การสอนแนะให้รู้คิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการปฏิบัติกิจกรรมรวมทั้งชั้นเรียนและปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยผ่านกระบวนการให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ซึ่งในการปฏิบัติกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือ ทดลองปฏิบัติจริง มีการตั้งคำถาม เก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และ อภิปรายเพื่อหา ข้อสรุป โดยรูปแบบปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นการ วิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง ซึ่งมี รายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน ประกอบด้วย กิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1. ครูสร้างความสนใจสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้นักเรียนตระหนักถึง ปัญหาและโน้มน้าวให้นักเรียนมีความรู้สึกรอยากรู้เกี่ยวกับปัญหา

2. ครูนำเสนอปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากนั้นนักเรียนร่วมกัน อภิปราย ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นผ่านคำถามที่นำเสนอ

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของปัญหาโดยวิเคราะห์ถึงวิธีการที่ใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูล หรือวิธีการที่จะนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม

2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 – 6 คน จากนั้นครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย

3. นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจจากการเก็บรวบรวมข้อมูลตามสถานการณ์/ปัญหา หรือวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/ปัญหาเพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบภายในกลุ่มของตนเอง

4. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและประเมินนักเรียนระหว่างนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม หมุนเวียน สังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งใช้คำถาม กระตุ้นตามกลุ่มต่างๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายด้วยเหตุผล

ขั้นที่ 3 ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้ง

เหตุผลที่ใช่ของกลุ่มตนเอง ครั้งละ 2-3 กลุ่ม

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นครูและเพื่อนร่วมกันถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช่ เพื่อให้เกิดการแสดงเหตุผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งเป็นการประเมินการคิดของนักเรียนด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบูรณาการแนวคิดและเหตุผลที่ใช่จากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย จากนั้นนักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และสรุปเป็นประเด็นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ครูมอบหมายงานเพื่อตรวจสอบและติดตามผลการเรียนรู้

บทบาทของครู ครูเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจผ่านทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง ครูคัดเลือกสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จากแหล่งต่างๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ หนังสือ หรืออินเทอร์เน็ต และเป็นสถานการณ์ที่น่าสนใจและอยู่ในความสนใจ ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาให้มีการอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ชักถามเพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลบ่อยๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผล จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นกันเอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและแสดงความคิดเห็นในเนื้อหาที่เรียน จัดเตรียมสื่ออุปกรณ์เพื่อช่วยในการเรียนรู้ คอยอำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำกรณีจำเป็น อีกทั้งครูประเมินการคิดของนักเรียน ตลอดเวลาที่ปฏิบัติกิจกรรม

บทบาทของนักเรียน นักเรียนมีโอกาสตั้งคำถาม ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายเพื่อหาข้อสรุป ลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน กลุ่มย่อย และรายบุคคล มีการคิดด้วยตนเอง การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และนำเสนอผลงาน

5. การประเมินผล

5.1 บทความเกี่ยวกับการประเมินผล

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มีข้อความที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการประเมินผลการศึกษาในมาตรา 26 วรรคหนึ่ง ที่กล่าวว่า “ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและ

การทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา” และมีเป้าหมายของการประเมินผลผู้เรียน ดังนี้ 1. เป็นการประเมินผลเพื่อจัดวางผู้เรียนให้เหมาะสมและความสามารถ 2. เป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการสอนของผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการประเมินผลทางด้านคณิตศาสตร์ที่ตั้งที่สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 22-24) กล่าวว่า 1. การประเมินผลควรจะเป็นการสนับสนุนการเรียนรู้ในเนื้อหาสำคัญทางคณิตศาสตร์และให้ข้อมูลที่สำคัญและมีประโยชน์สำหรับนักเรียนและครู 2. การประเมินผลควรเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน 3. การประเมินผลเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในการตัดสินใจของครูในการเลือกวิธีสอน 4. การประเมินผลควรเป็นกิจกรรมต่อเนื่องในชั้นเรียนมากกว่าทำให้กิจกรรมในชั้นเรียนหยุดชะงัก 5. การประเมินผลไม่เพียงถูกทำขึ้นเพื่อใช้กับนักเรียนแต่ควรจะทำขึ้นเพื่อพัฒนานักเรียน และสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดมาตรฐานในการประเมินผลด้านคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ 1. สะท้อนแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรรู้และสามารถทำได้ 2. พัฒนาการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ 3. มีความเสมอภาค 4. เป็นกระบวนการที่เปิดเผย 5. แสดงให้เห็นข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ 6. เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง

จากเป้าหมายและหลักการของการประเมินผลดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้นักการศึกษาสนใจปรับเปลี่ยนวิธีการประเมินผลให้หลากหลายซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ในการประเมินผลเพื่อให้ได้ผลการประเมินตรงตามความสามารถของนักเรียนมากที่สุด เนื่องจากในอดีตที่ผ่านมาวิชาคณิตศาสตร์มีการประเมินผลโดยใช้เครื่องมือวัดที่เป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งปัญหาของการประเมินผลแบบนี้คือไม่สามารถวัดความรู้ที่เป็นความรู้ความเข้าใจที่ซับซ้อน และยังมีความจำกัดในการวัดด้านทักษะและกระบวนการ และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิด และลงมือปฏิบัติ ด้วยกระบวนการหลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้ได้ ดังนั้นทางเลือกใหม่ในการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงมีความหมายถึงอีกทางเลือกหนึ่งนอกจากการใช้แบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ ซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยทางเลือกใหม่ที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้ มีดังนี้ 1. การประเมินด้วยการสื่อสารส่วนบุคคล 2. การประเมินจากงานหรือการปฏิบัติ 3. การประเมินจากโครงงาน 4. การประเมินตามสภาพจริง และ 5. การประเมินด้วยแฟ้มสะสมงาน (พร้อมพรรณน อุดมสิน, 2547: 155)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ นอกเหนือจากการประเมินผู้เรียนด้วยแบบทดสอบแล้ว ผู้วิจัยประเมินผู้เรียนโดยใช้การประเมินตามสภาพจริง ซึ่งรายละเอียดของการประเมินตามสภาพจริงจะกล่าวในหัวข้อ 5.3

5.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

กรมวิชาการ (2539: 54-59) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์การให้คะแนนว่า หมายถึง เครื่องมือที่ใช้เป็นแนวทางการประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนโดยการสร้างแนวทางการให้คะแนน ซึ่งจะต้องกำหนดมาตรฐานวัดและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละจุดในมาตรฐานไว้อย่างชัดเจน

รูบริค คือ ข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ จากระดับที่ยอดเยียมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบริคมี 2 รูปแบบคือ

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic Score) คือ การให้คะแนนผ่านชิ้นงาน โดยดูภาพรวมหรือองค์รวมของชิ้นงานนั้น

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เป็นการวิเคราะห์งานออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละองค์ประกอบย่อย

กูดริช (Goodrich. 1997: 14-17) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับครูและนักเรียน ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการสอน สามารถสะท้อนและช่วยให้นักเรียนปรับปรุงการทำงานได้ตลอดเวลาเหมือนกับการตรวจตราของครู เกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงแนวทางในการทำงานที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายของเนื่อหานั้นๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการให้คะแนนแบบรูบริคก็คือ การนิยามเกณฑ์หรือระดับของคุณภาพ

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค จะทำให้นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจคุณภาพของตนเองและผู้อื่น ทำให้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างงานที่เสร็จและงานที่มีคุณภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคจะช่วยลดเวลาของครูในการประเมินชิ้นงาน และเมื่อมีเกณฑ์ที่ชัดเจน นักเรียนก็สามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรม เป็นที่ยอมรับของคนอื่นในชั้นเรียน

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งที่ง่ายต่อการใช้และการอธิบาย

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคสำหรับวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงในการวิจัยครั้งนี้ พัฒนามาจากเกณฑ์การให้คะแนนของ กรมวิชาการ (2546: 135-138) และแผนการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education. 1989 : Online) ซึ่งกล่าวไว้ ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการให้เหตุผล และ ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงของ กรมวิชาการ (2546: 135-138) ดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการให้เหตุผล และ ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงของ กรมวิชาการ

ระดับคะแนน/ ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการให้ เหตุผล	ความสามารถในการเชื่อมโยง
4 / ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น / ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 / ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง บางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น / ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ บางส่วน
2 / พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ ได้บางส่วน
1/ ต้องปรับปรุง	การแสดงวิธีทำไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 / ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

ที่มา: วิชาการ, กรม. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำหรับแผนการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education. 1989 : Online) กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบอัตนัยโดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 6 ระดับ คือ 6 5 4 3 2 1 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 6 ตอบแบบนำยกย่อง (Exemplary response) โดยให้คำตอบสมบูรณ์ชัดเจน มีเหตุมีผล ไม่คลุมเครือและอธิบายได้ดีเยี่ยม ซึ่งรวมถึงการใช้แผนผังประกอบการอธิบายชัดเจน อ่านง่าย สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบคำถาม จำแนกส่วนประกอบสำคัญทั้งหมดของปัญหา ยกตัวอย่างที่ใช้ และไม่ใช้ มีข้อมูลสนับสนุนชัดเจนและหนักแน่น

ระดับ 5 ตอบโดยมีข้อมูลเพียงพอ (Competent response) อธิบายชัดเจน มีเหตุมีผล และสมบูรณ์ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายได้เหมาะสม สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบคำถาม จำแนกส่วนประกอบที่สำคัญโดยส่วนใหญ่ของปัญหา มีข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ

ระดับ 4 ตอบโดยมีข้อบกพร่องเล็กน้อย แต่มีข้อมูลน่าพอใจ (Minor Flaws But Satisfactory) ตอบคำถามถูกต้อง ครบถ้วน แต่อธิบายสับสน ข้ออ้างหรือข้อสนับสนุนไม่สมบูรณ์ แผนผังประกอบการอธิบายไม่เหมาะสม หรือไม่ชัดเจน แสดงความเข้าใจแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการตอบคำถาม ใช้แนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระดับ 3 ตอบโดยมีข้อบกพร่องมากแต่ค่อนข้างพอใจ (Serious Flaws But Nearly Satisfactory) เริ่มต้นในการตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่ตอบคำถามบางคำถาม แสดงออกถึงความไม่เข้าใจแนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คำนวณผิด นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ไปใช้ผิด แก้ปัญหาผิดวิธี

ระดับ 2 เริ่มต้นได้แต่แก้ปัญหาไม่ได้ (Begins, But Fails to Complete Problem) อธิบายไม่เข้าใจ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายไม่ชัดเจน แสดงถึงการไม่เข้าใจคำถาม คำนวณผิด

ระดับ 1 ไม่สามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาได้ (Unable to Begin Effectively) คำตอบไม่สอดคล้องกับคำถาม นำเสนอข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับคำถามหรือไม่ตอบ

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มของการให้คะแนนแบบรูบริกสำหรับวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงในการวิจัยครั้งนี้ ออกเป็น 4 กลุ่ม ตามแนวทางการให้คะแนนของกรมวิชาการ (2546: 135-138) และภาควิชาการศึกษาของมหาวิทยาลัยรัฐแคลิฟอร์เนีย(California State Department of Education.

1989 : Online) โดยมีรายละเอียดของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 4
 ทักษะการให้เหตุผลดังตาราง 5 และทักษะการเชื่อมโยงดังตาราง 6 ตามลำดับ
 แล้วกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละกลุ่ม ดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการวิจัย

ระดับ คะแนน	ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล (พิจารณาตามตาราง 4)	ทักษะการให้เหตุผล (พิจารณาตามตาราง 5)	ทักษะการเชื่อมโยง (พิจารณาตามตาราง 6)
3	นักเรียนกลุ่มที่ 4	นักเรียนกลุ่มที่ 4	นักเรียนกลุ่มที่ 4
2	นักเรียนกลุ่มที่ 3	นักเรียนกลุ่มที่ 3	นักเรียนกลุ่มที่ 3
1	นักเรียนกลุ่มที่ 2	นักเรียนกลุ่มที่ 2	นักเรียนกลุ่มที่ 2
0	นักเรียนกลุ่มที่ 1	นักเรียนกลุ่มที่ 1	นักเรียนกลุ่มที่ 1

ตาราง 4 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล

ด้าน	กลุ่มที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
การเก็บรวบรวมข้อมูล: เมื่อกำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษาให้	นักเรียนไม่สามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือ พยายามอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่แนวคิดนั้นไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูล	นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ แต่ไม่มีการอธิบายว่าต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำอย่างไรเพื่อตอบคำถามของโจทย์	นักเรียนอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีการอธิบายว่าจะนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์หาคำตอบอย่างไร แต่ไม่มีการกล่าวสรุปคำตอบที่โจทย์ถาม	นักเรียนอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีการอธิบายว่าจะนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์หาคำตอบอย่างไร แต่ไม่มีการกล่าวสรุปคำตอบที่โจทย์ถาม	นักเรียนอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม
การนำเสนอข้อมูล: เมื่อกำหนดข้อมูลให้	นักเรียนไม่สามารถเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ หรือ นักเรียนพยายามเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น แต่ไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูล	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น นักเรียนเขียนกราฟถูกต้องเพียงบางส่วน โดยอาจแบ่งเสกของกราฟผิดพลาดมากๆ หรือ เขียนกราฟถูกต้องแต่ไม่ลงรายละเอียดของกราฟเลย	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ ถูกต้องแต่มีข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น ไม่ลงรายละเอียดของ ชื่อกราฟ หรือข้อความกำกับแกน x, y หรือ ลงรายละเอียดผิดพลาดเล็กน้อย	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ ถูกต้องและมีข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น ไม่ลงรายละเอียดของ ชื่อกราฟ หรือข้อความกำกับแกน x, y หรือ ลงรายละเอียดผิดพลาดเล็กน้อย	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม
การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล: เมื่อกำหนดตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิวงกลมและกราฟเส้นให้	นักเรียนไม่สามารถอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ หรือนักเรียนพยายามอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดหรือแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบผิดหรือไม่สอดคล้องกับคำตอบและข้อมูล	นักเรียนอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ถูกต้องและมีแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบแต่ไม่ชัดเจนหรือมีข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น แนวคิดที่แสดงนั้นให้ดูจากตัวเลขที่กำกับบนกราฟ หรือ ดูจากความสูงของกราฟ เป็นต้น	นักเรียนอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ ถูกต้องและแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบได้ชัดเจน เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูล	

ตาราง 5 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการให้เหตุผล

ด้าน	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
การอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตอบ หรือตอบไม่สอดคล้องกับคำถามและไม่มี การแสดงเหตุผลใดๆ หรือนักเรียนตอบถูกต้องแต่ไม่มี การแสดงเหตุผล หรือพยายามแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้น ผิดหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลเลย เมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้โดยตรงจากกราฟหรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามถูกต้องและแสดง เหตุผล แต่เหตุผลที่แสดงนั้น สอดคล้องกับข้อมูลเพียงเล็กน้อย เช่น แสดงเหตุผลว่าดูจากความสูงของกราฟ หรือตัวเลขที่กำกับบนกราฟ เป็นต้น เมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้ โดยตรงจากกราฟหรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยเหตุผลที่แสดงนั้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้การเปรียบเทียบหรือมีการมองแนวโน้มจาก ข้อมูลนอกเหนือจากการมองเพียงตัวเลข หรือความสูงของกราฟ เมื่อให้อ่านข้อมูลที่ กำหนดให้หรือพบได้โดยตรงจากกราฟหรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถาม ถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้ สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่าง สมเหตุสมผล ชัดเจนเมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้โดยตรงจากกราฟหรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบ ข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล
การพิจารณาข้อสรุปของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตอบ หรือตอบไม่สอดคล้องกับคำถามและไม่มี การแสดงเหตุผลใดๆ หรือนักเรียนตอบถูกต้องแต่ไม่มี การแสดงเหตุผล พยายามแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้น ผิด หรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลเลย เช่น แสดงเหตุผล ว่า เพราะตารางบอกไว้เช่นนั้น หรือ เป็น คำตอบที่โจทย์กำหนดให้ เป็นต้น เมื่อให้อธิบายการถึงคำตอบที่กำหนดให้ หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้	นักเรียนตอบคำถามถูกต้องและแสดง เหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้นยังมีลักษณะ การอธิบายยังไม่ชัดเจนหรือสอดคล้องกับ ข้อมูลเพียงเล็กน้อย เมื่อให้อธิบายการถึง คำตอบที่กำหนดให้หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์และค่อนข้าง ชัดเจนเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้ หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถาม ถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้ สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่าง สมเหตุสมผล ชัดเจนเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่ กำหนดให้ หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดง มาให้

ตาราง 6 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการเชื่อมโยง

ด้าน	กลุ่มที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
การเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	นักเรียนไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรือพยายามเชื่อมโยง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนพยายามนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยเชื่อมโยงในเรื่องเดียวกับข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนพยายามนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร รวมทั้งมีการนำข้อมูลในชีวิตจริงมาอธิบายประกอบเพื่อยืนยันคำตอบของตัวเองด้วย

5.3 การประเมินผลตามสภาพจริง

การประเมินผลตามสภาพจริงเป็นการประเมินผลลักษณะหนึ่งที่เหมาะสมกับการสอนตามสภาพจริง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินการบูรณาการความรู้ในสาขาต่างๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ (ทรงศรี ตุ่นทอง. 2545: 26) การประเมินผลตามสภาพจริงเป็นการสังเกตการณ์ทำงานที่มีความซับซ้อนหรือแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และเน้นการทำงานเป็นกลุ่มมากกว่าการทำงานเพียงคนเดียวและเน้นการมีส่วนร่วมในการประเมินของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Ross, Rolheiser & Gray. 1998: 300) ลักษณะที่สำคัญของการประเมินผลตามสภาพจริงที่กล่าวโดย วิกกินส์ (Wiggins. 1989: 44-59; 1998: 141-147) มี 4 ลักษณะ คือ 1. เป็นการประเมินผลที่ออกแบบขึ้นเพื่อประเมินการปฏิบัติในสภาพจริงหรือความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนอย่างแท้จริง 2. เป็นการประเมินผลที่มีเกณฑ์ที่เปิดเผย รับรู้อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเองและเน้นการมีส่วนร่วมในการประเมินของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ครู นักเรียน ผู้ปกครอง หรือตัวแทนชุมชน เป็นต้น 4. นักเรียนมีโอกาสแสดงผลงานต่อสาธารณชน และเป็นการเสนองานด้วยปากเปล่า ซึ่งสอดคล้องกับนิตโต (Nitko. 1996: 243) ที่กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริงมีลักษณะสำคัญดังนี้ 1. เป็นการประเมินสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้ และเป็นการประเมินในสิ่งที่นักเรียนรู้ 2. เป็นการประเมินเป้าหมายของการเรียนรู้โดยตรงไปตรงมา 3. สนับสนุนการคิดแบบปลายเปิด กล่าวคือ ให้มีวิธีการปฏิบัติภาระงานที่หลากหลาย สนับสนุนให้มีคำตอบถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและให้เวลาในการปฏิบัติภาระงานจนสำเร็จ อีกทั้งโคล และคณะ (Cole et al. 2000: 7) ได้ชี้ให้เห็นความสำคัญของการประเมินผลตามสภาพจริงว่า การประเมินผลตามสภาพจริงสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ และช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนรู้มากขึ้น โดยได้ชี้ให้เห็นจุดเด่นของการประเมินผลตามสภาพจริง ดังนี้ 1. ส่งเสริมในการเรียนรู้ของนักเรียน 2. พัฒนาการจัดการเรียนการสอน 3. สัมพันธ์กับผลที่เกิดขึ้นจากการจัดหลักสูตร 4. เน้นที่การเรียนรู้ระดับสูง 5. ติดตามพัฒนาการด้านต่างๆของนักเรียน 6. รายงานข้อมูลอย่างมีความหมาย 7. ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของครู ผู้ปกครอง และนักเรียน 8. เน้นที่การคิดเกี่ยวกับการคิด (Metacognition) และการสะท้อนตนเองของนักเรียน 9. เน้นการประเมินจุดเด่นของนักเรียน

จากความหมายของการประเมินตามสภาพจริงพอจะสรุปลักษณะสำคัญของการประเมินตามสภาพจริงได้ว่า 1. เป็นการประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนอย่างตรงไปตรงมา 2. ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความสามารถต่อสาธารณชน 4. นักเรียนมีโอกาสประเมินตนเองและเน้นการมีส่วนร่วมในการประเมินของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ในการนำการประเมินตามสภาพจริงมาปรับใช้ในโรงเรียนนั้น มีมาตรฐานในการดำเนินการดังที่ นิวแมน (Newman. 1997: 367-376) กล่าวถึงมาตรฐานของภาระงานตามสภาพจริงซึ่งมี 7 มาตรฐาน ดังนี้

1. การจัดการข้อมูลข่าวสาร เป็นงานที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ ตีความ อธิบาย หรือ ประเมินความซับซ้อนของข้อมูลจากประเด็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน
2. การพิจารณาทางเลือก เป็นงานที่ให้นักเรียนพิจารณาทางเลือกในการแก้ปัญหา วิธีการในการหาคำตอบ มุมมองที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือปัญหา โดยบรรยายให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน
3. ด้านเนื้อหา เป็นงานเพื่อให้นักเรียนแสดงความเข้าใจหรือการนำไปใช้ในด้านแนวคิด ทฤษฎี หรือมุมมองที่มีต่อเนื้อหาในเชิงลึก
4. กระบวนการด้านวิชาการ เป็นงานที่ให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้การบูรณาการความรู้ในสาขาต่างๆ หรือการวิจัย
5. การสื่อสารอย่างชัดเจนด้วยการเขียน เป็นงานที่ให้นักเรียนแสดงความสามารถในการเขียน อธิบายหรือเขียนบทสรุปอย่างชัดเจนรัดกุม
6. ปัญหาที่เชื่อมโยงโลกจริงนอกห้องเรียน เป็นงานที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงที่นักเรียนเคยพบ โดยใช้ความรู้ความสามารถหรือทักษะการคิดระดับสูง
7. ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนอกโรงเรียน เป็นงานที่ให้นักเรียนนำเสนอ ความรู้ ผลงาน ความสามารถแก่ผู้อื่นที่อยู่ในชุมชน นอกเหนือจากครูหรือเพื่อนร่วมชั้น

เทคนิควิธีที่ใช้ในการประเมินผลตามสภาพจริง

เทคนิควิธีที่ใช้ในการประเมินผลตามสภาพจริง ในงานวิจัยต่าง ๆ นั้นมีหลากหลายชนิดเช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ โครงงาน แฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น แต่ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะ การเขียนรายงานของนักเรียน การสังเกต และการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลตามสภาพจริงในการวิจัยครั้งนี้

การเขียนรายงานของนักเรียน

มัทซูดะ (Matsuda. 2000: 216) ได้ศึกษาประโยชน์ของการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ โดยมัทซูดะนำการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไปใช้ใน 2 ระยะเวลาของการเรียนการสอน คือ ระยะเวลาแรกได้แก่ การเขียนระหว่างกระบวนการของการเรียนการสอนในชั้นเรียน ระยะเวลาที่สองได้แก่ การเขียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยแต่ละระยะยังแบ่งออกเป็น 3

เป้าหมายของการเขียน คือ 1. เมื่อไรจะเรียกว่าการเขียนนั้นเป็นการเขียนในระหว่างการเรียนการสอน (การนำเสนอปัญหา การแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้น และการสรุปรวม) 2. จะเป็นการเขียนเกี่ยวกับอะไร (วิธีคิด ความรู้สึก และการรู้ในสิ่งที่คิด) 3. จะเขียนให้ใคร (ให้ครู ให้ตนเอง) นอกจากนี้มีทฤษฎะยังได้กล่าวต่อไปอีกว่าการเขียนมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการคิด นักเรียนจะสามารถรู้จักและมองย้อนกลับถึงการคิดของตนเองได้โดยผ่านการเขียน นักเรียนสามารถนำเสนอกระบวนการของการคิดได้โดยใช้ภาษาของตนเอง ยิ่งไปกว่านั้นการเขียนจะทำให้ให้นักเรียนมีโอกาสที่จะพบกับความคิดใหม่ๆ อีกด้วย และโดยผ่านการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นักเรียนจะสามารถสื่อสารได้ทั้งกับตนเอง เพื่อนๆ และกับครู การเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เป็นบทบาทที่สำคัญที่จะทำให้การสื่อสารในชั้นเรียนสามารถทำได้ง่ายขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นในระยะยาวการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จะมีผลสะท้อนในทางบวกเกี่ยวกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้นักเรียนเขียนรายงานของการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียน อีกทั้งให้นักเรียนเขียนความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

การสังเกต

เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริงอย่างหนึ่ง โดยการสังเกตจะใช้ประเมินการแสดงออกและกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการทำกิจกรรม ทำให้ทราบพฤติกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล และโดยการศึกษาข้อมูลจากการสังเกตครูสามารถนำไปสรุปเป็นความคิดเห็นเกี่ยวกับนักเรียน การสังเกตมี 2 วิธี คือ การสังเกตอย่างไม่ตั้งใจ และ การสังเกตแบบตั้งใจ

ในมุมมองของการวิจัยเชิงคุณภาพโดยสุภาวงศ์ จันทวานิช (2540: 44-48) กล่าวว่า การสังเกตเป็นวิธีการเบื้องต้น ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของบุคคลโดยอาศัยประสาทสัมผัส (sensation) ของผู้สังเกตโดยตรงและมักจะใช้การสังเกตควบคู่ไปกับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลอื่นๆ ด้วย จุดเด่นที่สำคัญของการสังเกตก็คือทำให้รู้พฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเป็นธรรมชาติ เป็นข้อมูลโดยตรงตามสภาพความเป็นจริง จัดเป็นข้อมูลแบบปฐมภูมิซึ่งมีความน่าเชื่อถือมาก การสังเกตซ้ำๆ ในเหตุการณ์เดียวกันประกอบคำถามและตรวจสอบต่างๆ ทำให้การสังเกตเป็นประโยชน์ในการวิจัยมากที่สุด

เพลโต (Plato. 1970) ได้ระบุถึงประโยชน์ของการสังเกตไว้ ดังนี้

1. การสังเกตช่วยให้การวิจัยบรรลุจุดมุ่งหมาย
2. การสังเกตเป็นวิธีการที่สามารถวางแผนเตรียมการสังเกตได้อย่างมีระบบ

3. การสังเกตมีการจดบันทึกเรื่องราวอย่างมีระเบียบซึ่งอาจนำไปพิสูจน์ข้อสมมติฐานต่างๆ ได้

4. การสังเกต ตรวจสอบ ควบคุมความถูกต้องและความเชื่อถือได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสังเกตเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการศึกษาความเข้าใจทาง

คณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยข้อคำถามที่ใช้มีทั้งปลายเปิดและปลายปิด การสังเกตจะทำเมื่อขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและขณะนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม

การสัมภาษณ์

สุภางค์ จันทวานิช (2540: 74 -103) ได้กล่าวถึงการสัมภาษณ์ว่า เป็นรูปแบบของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ถามและผู้ตอบภายใต้กฎเกณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลและเป็นการสนทนาอย่างมีจุดมุ่งหมายเป็นหลัก โดยลักษณะที่สำคัญของการสัมภาษณ์คือ การมีความยืดหยุ่น และการสามารถสังเกตพฤติกรรมต่างๆของผู้ตอบได้ การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง โดยการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือการสัมภาษณ์อย่างเป็นทางการเป็นการสัมภาษณ์ที่มีคำถามและข้อกำหนดตายตัว จะสัมภาษณ์ผู้ใดก็ใช้คำถามแบบเดียวกัน มีลำดับขั้นตอนเรียงเหมือนกัน การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างมักทำในเรื่องที่หลากหลาย เช่น ทำเมื่อผู้วิจัยต้องการข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างบุคคลเป็นจำนวนมาก

ขั้นตอนการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 1. การเตรียมการสัมภาษณ์ ได้แก่ การเลือกกลุ่มตัวอย่าง เตรียมงานขั้นต้นเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง วางแผนการสัมภาษณ์ ซ้อมสัมภาษณ์บุคคลอื่นที่มีใช้ผู้ตอบเพื่อจะได้แก้ไขคำถามให้สมบูรณ์ เตรียมอุปกรณ์จดบันทึก และการนัดหมายกับผู้ตอบ 2. ขั้นเริ่มการสัมภาษณ์ ได้แก่ การแนะนำตัวเอง สร้างบรรยากาศให้มีความเป็นกันเอง บอกวัตถุประสงค์ การจดบันทึกหรือใช้เครื่องบันทึกเสียงต้องแจ้งให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ พุดคุยอุ่นเครื่องก่อนสัมภาษณ์จริง 3. ขั้นสัมภาษณ์ ได้แก่ ใช้คำถามที่เตรียมไว้ล่วงหน้าเป็นแนวทางในการสัมภาษณ์ ตั้งใจฟังและป้อนคำถามในจังหวะที่เหมาะสม ใช้ภาษาที่สุภาพและเข้าใจง่าย 4. ขั้นบันทึกข้อมูลและสิ้นสุดการสัมภาษณ์ ได้แก่ จดบันทึกตามความเป็นจริงและจดเฉพาะใจความสำคัญรีบทำบันทึกการสัมภาษณ์ให้สมบูรณ์หลังจากการสัมภาษณ์เสร็จสิ้นทันที รวบรวมข้อมูลและเอกสารต่างๆที่ได้จากการสัมภาษณ์แนบไว้กับการบันทึกการสัมภาษณ์

การบันทึกคำตอบ ในการบันทึกคำตอบจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยมีโอกาสเลือกได้ 3 วิธี คือ 1. ใช้แถบบันทึกเสียงช่วย 2. บันทึกการสัมภาษณ์ในขณะที่สัมภาษณ์และเขียนรายละเอียดภายหลัง 3. บันทึกหลังการสัมภาษณ์สิ้นสุดลง

การใช้แบบสัมภาษณ์และการตั้งคำถาม ในการการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจะต้องมีแบบสัมภาษณ์เป็นแนวทางซึ่งมีลักษณะ ดังนี้ 1. ระบุคำถามให้ชัดเจน 2. ตามตามลำดับคำถามที่ระบุไว้ในแบบสัมภาษณ์ 3. คำถามควรเป็นข้อความง่ายๆ 4. อย่าใช้คำถามนำ 5. ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่แน่ใจหรือเข้าใจคำถามผิด สามารถเปลี่ยนแปลงถ้อยคำในคำถามได้เพียงเล็กน้อย 6. ควรเรียงคำถามให้มีลักษณะติดต่อกันเป็นลูกโซ่ 7. อย่าใส่คำตอบลงไปเอง

ชนิดของคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ในการร่างคำถามในแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยอาจทำได้ 2 แบบ คือ ตั้งคำถามแบบปลายเปิดและแบบปลายปิด โดยแต่ละแบบมีข้อดีแตกต่างกัน ดังนี้ คำถามแบบปลายเปิดมีข้อดีคือ 1. ได้คำตอบในแง่ต่างๆอย่างหลากหลาย 2. ผู้ตอบสามารถตอบได้ละเอียดตรงกับความต้องการของผู้ตอบอย่างแท้จริง 3. สำหรับปัญหาที่ซับซ้อนและค่อนข้างลึกซึ้ง คำถามแบบปลายเปิดจะให้คำตอบที่ดีกว่า ส่วนคำถามแบบปลายปิดมีข้อดี ดังนี้ 1. ได้คำตอบจากทุกคนในมาตรฐานเดียวกัน 2. ผู้ตอบสามารถเข้าใจคำถามได้ดีกว่าแบบปลายเปิด 3. ได้รับคำตอบครบถ้วนและตรงตามความต้องการ

ข้อดีของการสัมภาษณ์ 1. สามารถทำความเข้าใจในข้อมูลได้ตรงกันระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์ 2. ใช้ได้กับบุคคลทุกระดับการศึกษา 3. มีลักษณะยืดหยุ่นได้มาก 4. สามารถสังเกตประกอบการสัมภาษณ์ไปด้วยได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง โดยข้อคำถามที่ใช้มีทั้งปลายเปิดและปลายปิด การสัมภาษณ์จะทำเมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มแล้ว และหลังจากนักเรียนทำแบบทดสอบ

การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากทำให้นักเรียนพอใจกับวิธีประเมินผลเพราะเห็นว่ามีความเป็นธรรม ดังงานวิจัยของทรงศรี ตุ่นทอง (2545: บทคัดย่อ) ที่ได้พัฒนารูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้อำนวยการโรงเรียน ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และผู้ปกครองนักเรียนหรือคณะกรรมการสถานศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และแบบทดสอบ ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่สร้างและพัฒนาขึ้นประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การกำหนดเป้าหมายหรือผลที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียน 2. การกำหนดภาระงานการเรียนรู้ตามสภาพจริง 3. การกำหนดมิติในการประเมิน 4. การกำหนดลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตามสภาพจริง 5. การประเมินการปฏิบัติภาระงาน

ตามสภาพจริงจากเพิ่มสะสมงานที่นักเรียนจัดทำขึ้น และ 6. การลงสรุปความรู้ ความสามารถ และ คุณลักษณะของนักเรียน เมื่อนำรูปแบบไปใช้ในโรงเรียน พบว่า รูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตาม สภาพจริงทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น โดยทั้งนักเรียน ครูผู้สอน ผู้บริหาร และ ผู้ปกครองนักเรียนหรือคณะกรรมการสถานศึกษา มีความพึงพอใจในผลที่เกิดขึ้นจากการนำรูปแบบไป ปฏิบัติ และเห็นประโยชน์ของการมีส่วนร่วมในการประเมินไฟเฟอร์ (Pfeifer. 2002: Abstract) ศึกษาผล การใช้การประเมินตามสภาพจริงและการสอนตามสภาพจริงในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 และ ศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนตามปกติกับการสอนและการประเมินตามสภาพจริง ผล การศึกษาปรากฏว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการประเมินตามสภาพจริงมากกว่าการประเมินโดยวิธี ปกติ และมีผลการเรียนในห้องเรียนที่มีการสอนตามสภาพจริงดีกว่าห้องเรียนที่สอนตามปกติ นอกจากนี้ แพนดี (Pandy: 1990: online) กล่าวว่าในทางคณิตศาสตร์การประเมินตามสภาพจริงทำให้สามารถ ประเมินความรู้ของผู้เรียนได้ดีขึ้น โดยสามารถทำได้ดังนี้ การสังเกตในขณะที่พวกเขาเรียน การให้ นักเรียนทำงาน การให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ที่กำหนด การสำรวจความสัมพันธ์ในเนื้อหา คณิตศาสตร์ การสำรวจจากการทำงาน และการสำรวจว่าพวกเขาเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งหรือไม่โดยใช้ สถานการณ์ในชีวิตจริง ในขณะเดียวกัน เมื่อผู้เรียนถูกประเมินโดยดูจากกิจกรรมในชั้นเรียน การทำงาน กลุ่ม การสำรวจจากชิ้นงาน การเขียน การสอบแบบไม่เป็นรูปแบบ หรือการทดสอบใดก็ตามที่มีลักษณะ เหมือนที่กล่าวในข้างต้น จะทำให้นักเรียนเห็นความสามารถของนักเรียนชัดเจนมากขึ้นและมีลักษณะเป็น กระบวนการเรียนรู้มากกว่าการทดสอบตามปกติ

จากบทความและงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผล และการประเมินตามสภาพจริง ทำให้ผู้วิจัย กำหนดวิธีในการประเมินผล มีรายละเอียดดังนี้

ในการประเมินผล ผู้สอนเป็นผู้ประเมิน โดยจะประเมินในห้าลักษณะ คือ ประเมินความความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์ ประเมินทักษะการให้เหตุผล ประเมินทักษะการเชื่อมโยง ประเมินเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ และประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน

การประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินเพื่อดูความเข้าใจในเนื้อหา การ วิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์

การประเมินทักษะการให้เหตุผล เป็นการประเมินการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลของนักเรียน โดยใช้ แบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์

การประเมินทักษะการเชื่อมโยง เป็นการประเมินการตระหนักถึงการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่มีอยู่กับสถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์

การประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินเพื่อดูเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดเจตคติ การสังเกตพฤติกรรม และการเขียนรายงานเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นการประเมินเพื่อดูการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยใช้แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม การสังเกตพฤติกรรม และการเขียนรายงานเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลจะต่อเนื่องตลอดการเรียนการสอนคือประเมินก่อนการทดลอง ระหว่างทดลอง และหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

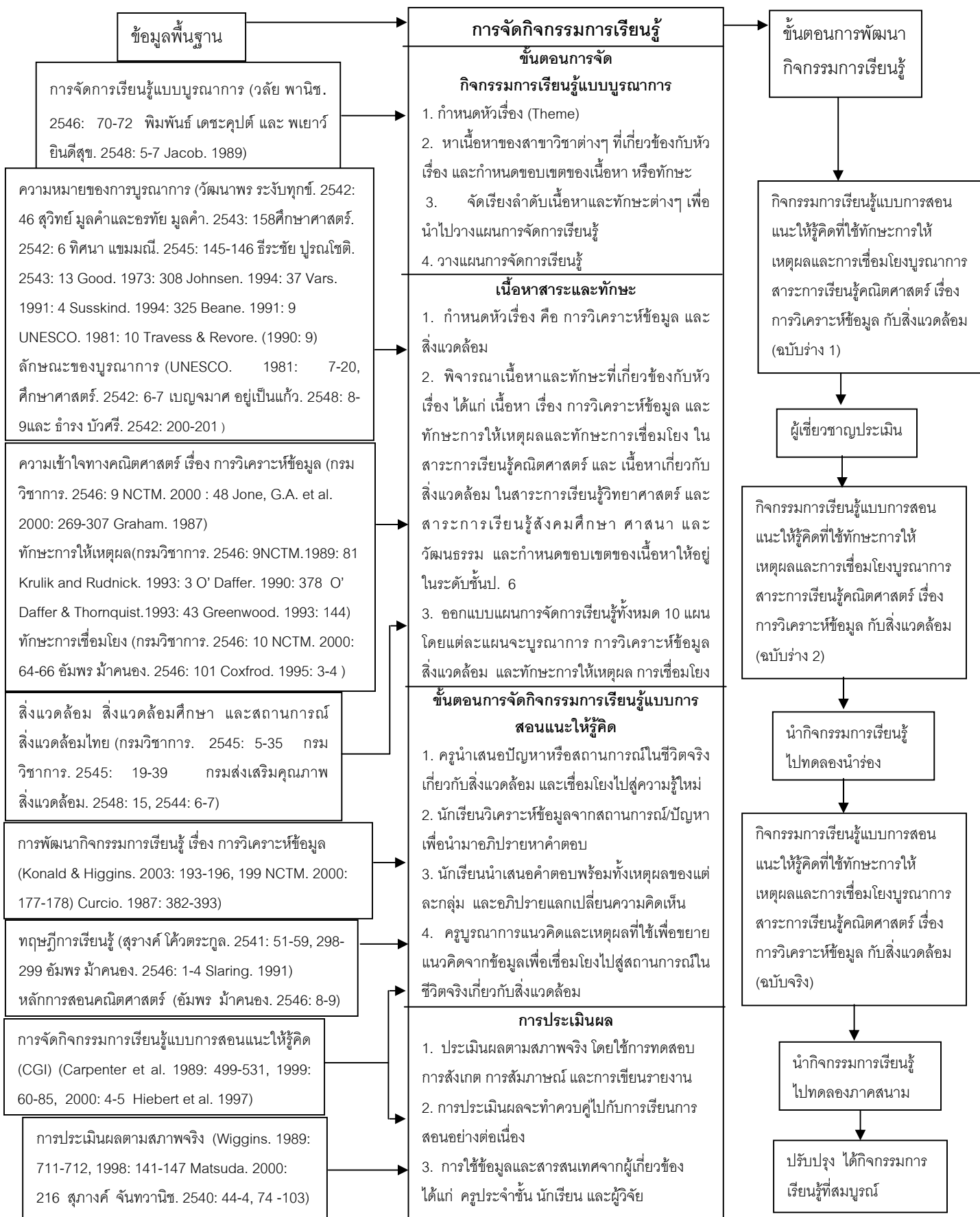
การประเมินก่อนการทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อดูความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยใช้แบบทดสอบ แบบวัดเจตคติ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม และการสัมภาษณ์

การประเมินระหว่างการทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม และการเขียนรายงานของนักเรียน โดยครูเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้วยตนเอง

การประเมินหลังการทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อดูความสามารถของนักเรียนด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนในด้านต่างๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองไปมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบ แบบวัดเจตคติ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม และการสัมภาษณ์ ซึ่งศึกษาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

6. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานดังที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อมุ่งพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณา การสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยในการวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

เป็นขั้นตอนในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ข้อมูลที่ เป็นปัญหาสำหรับงานวิจัย โดยศึกษาปัญหา จากเอกสารและงานวิจัย ศึกษาสภาพจริงในสถานการณ์ ปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างสาระการเรียนรู้และชีวิตจริง ความเข้าใจทาง คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง โดยศึกษาจากครูและ นักเรียน และศึกษาแนวทางแก้ปัญหาจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

เป็นขั้นตอนของการสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อวิเคราะห์ขอบเขตของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นขั้นตอนของการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัย

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองภาคสนามและเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นขั้นตอนที่นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ไปทดลองใช้ โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง กำหนด ระยะเวลาในการทดลอง กำหนดแบบแผนการทดลอง นำเครื่องมือที่ผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่าง และทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

กำหนดสถิติที่ใช้และนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ไปวิเคราะห์หาผลสรุปตามความมุ่งหมายของ การวิจัย สมมติฐานการวิจัย จากนั้นทำการสรุปผลการวิจัย

โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้ง 5 ขั้นตอน แสดงได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 พบว่ามีมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังช่วงชั้นที่ 2 ที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล และเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ดังนี้

มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับช่วงชั้นที่ 2

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวในช่วงชั้นที่ 2 ได้ระบุไว้ว่าให้นักเรียนมีความสามารถ

1. รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสำรวจ และการทดลองได้
2. อ่านและอภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม

ตาราง และกราฟได้

3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ระบุไว้ว่า

1. เมื่อกำหนดประเด็นต่างๆ ให้นักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้
2. นักเรียนสามารถอ่านข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

ตาราง แผนภูมิวงกลม และกราฟเส้นได้

3. เมื่อกำหนดข้อมูลมาให้นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิ

แท่งเปรียบเทียบ ตาราง และกราฟเส้นได้

มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อม สำหรับช่วงชั้นที่ 2

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับ

ท้องถิ่น ประเทศ และโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์

สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ

สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

มาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวในช่วงชั้นที่ 2 ได้ระบุไว้ว่าให้นักเรียนมีความสามารถ

1. สังเกต สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ผลของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโดยธรรมชาติและมนุษย์ แสดงแนวคิด และร่วมกันปฏิบัติในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ระบุไว้ว่าให้นักเรียน

1. อธิบายถึงข้อจำกัดของสิ่งแวดล้อมและความต้องการของมนุษย์
2. สามารถดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

สาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

มาตรฐาน ส 5.2 เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วัฒนธรรมและมีจิตสำนึกอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

มาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวในช่วงชั้นที่ 2 ได้ระบุไว้ว่าให้นักเรียนมีความสามารถ

1. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติกับสิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม ตระหนักถึงการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ดำเนินชีวิตตามแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีส่วนร่วมแก้ปัญหาและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2. มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมจากแหล่งความรู้ในท้องถิ่น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ระบุไว้ว่าให้นักเรียน

1. ตระหนักถึงผลจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในภาคและประเทศ
2. ดำเนินชีวิตตามแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในภาคและประเทศ

ประเทศ

3. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมในภาคและประเทศ

4. มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมจากแหล่งความรู้ในภาค

2. ศึกษาปัญหาจากเอกสาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

ศึกษาผลการทดสอบจากสำนักประเมินผลการจัดการศึกษา ที่ดำเนินการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาต่าง ๆ ทั่วประเทศให้มีมาตรฐานใกล้เคียงกัน และสะท้อนถึงคุณภาพของผู้เรียน โดยผลการประเมินในปีการศึกษา 2546 ซึ่งทดสอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับ ประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ มัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 41.70 และ คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 42.41 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ (สำนักประเมินผลการศึกษา. 2548)

ศึกษาผลการทดสอบจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ดำเนินการ ประเมินความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ช่วงชั้นที่ 2 และช่วงชั้นที่ 3 ของประเทศไทย ในปีการศึกษา 2548 พบว่า นักเรียนในช่วงชั้นที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยวิชา คณิตศาสตร์ ร้อยละ 38.27 และ คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 40.32 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ และ เมื่อจำแนกตามเนื้อหาพบว่า นักเรียนในช่วงชั้นที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูลและความน่าจะเป็น ร้อยละ 42.40 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ และ คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิต กับสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 52.84 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และในส่วนของทักษะกระบวนการพบว่า นักเรียน ในช่วงชั้นที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ร้อยละ 39.60 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ (สสวท. 2548: 8-15)

ศึกษาผลการสอบจากรายงานผลการศึกษาคำการวิจัยและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์และ วิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ (TIMSS-R) ในปี 1999 พบว่า ในเนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนไทย ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ (The International Study Center . 2000 : 97)

ศึกษาผลการสอบจากการรายงานผลจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA 2003) ที่ ประเมินสมรรถนะของนักเรียนในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ประเทศไทยมีนักเรียนที่มี ระดับการแก้ปัญหาในระดับ 3 (ระดับวิเคราะห์และสื่อความหมาย) เพียงร้อยละ 3 เท่านั้น นักเรียนที่มี ระดับการแก้ปัญหาในระดับ 2 (ระดับใช้เหตุใช้ผลและการตัดสินใจ) ร้อยละ 16 ส่วนนักเรียนที่มีระดับการ แก้ปัญหาในระดับ 1 (ระดับพื้นฐาน) และระดับ 0 (ระดับต่ำ) สูงถึงร้อยละ 40 และ 41 ตามลำดับ (สสวท. 2549: 23-25)

จากการศึกษาจากเอกสาร พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

3. ศึกษาจากสภาพจริง

3.1 ศึกษาเรื่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างสาระการเรียนรู้และชีวิตจริง จากการสัมภาษณ์ครูจำนวน 10 คนและนักเรียนจำนวน 15 คน ซึ่งเป็นครูและนักเรียนของโรงเรียนแย้มวิทยากร อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และ โรงเรียนสวัสดิศึกษา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานครโดยสัมภาษณ์ในวันที่ 13, 19, 20 และ 26 กุมภาพันธ์ 2550 มีรายละเอียด ดังนี้

3.1.1 ผลจากการสัมภาษณ์ครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำนวน 4 คน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำนวน 3 คน และสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมจำนวน 3 คน พบว่า

ไม่ปรากฏว่าโรงเรียนทั้งสองมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างสาระการเรียนรู้ จะมีก็เพียงลักษณะของการจัดโครงการหรือการพานักเรียนไปทัศนศึกษา ซึ่งโครงการที่เคยจัดจะเป็นโครงการร่วมกันระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสุขศึกษา ใช้เวลา 3 ชั่วโมง โดยลักษณะของโครงการจะให้นักเรียนออกกำลังกาย (อยู่ในวิชาสุขศึกษา) จากนั้นให้นักเรียนจับการเต้นของชีพจร หัวใจว่าใน 1 นาทีหัวใจเต้นกี่ครั้ง (อยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์) แล้วนำมาคิดเป็นร้อยละ (อยู่ในวิชาคณิตศาสตร์) ซึ่งนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ชอบและสนุกกับการเข้าร่วมโครงการครั้งนี้ เนื่องจากพวกเขาได้มีการอภิปรายและร่วมกันทำงานกลุ่ม แต่ปัญหาที่เกิดจากการจัดโครงการครั้งนี้ คือ การให้นักเรียนคำนวณร้อยละนั้น นักเรียนยังทำไม่ได้เนื่องจากยังไม่ได้เรียนเรื่อง ร้อยละ ครูจึงแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนคำนวณค่าเฉลี่ยการเต้นของหัวใจของนักเรียนทั้งหมดที่เข้าร่วมโครงการแทน ส่วนการพานักเรียนไปทัศนศึกษานั้นเคยจัดพานักเรียนไปทัศนศึกษาป่าชายเลน ที่ฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และที่โรงเรียนบางตะนูน จังหวัดเพชรบุรี โดยให้นักเรียนได้ศึกษาธรรมชาติของป่าชายเลน และวิถีชีวิตของชาวบ้านแถบนั้น ซึ่งทำให้นักเรียนได้ความรู้ทั้งในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา นักเรียนสนุกกับการไปทัศนศึกษา แต่ปัญหาคือการควบคุมดูแลนักเรียน และการนำนักเรียนไปทัศนศึกษานอกโรงเรียนทำได้ยากและไม่บ่อยนัก เนื่องจากต้องได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย

สาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการ เนื่องจาก

1. สถานการณ์ในการจัดการเรียนการสอนไม่เอื้อต่อการจัดกิจกรรมในลักษณะของการบูรณาการ แต่มีนโยบายให้ครูที่สอนเนื้อหาเดียวกันแต่อยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ต่างกันทำการสอนเนื้อหานั้นเพียงคนเดียว เพื่อลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชา

2. ภาระงานของครูมีมาก ครูไม่มีเวลา เนื่องจากแค่สอนเนื้อหาในหนังสือเรียนก็สอนไม่ทันแล้ว และครูแต่ละคนมีเวลาว่างไม่ตรงกันทำให้ยากต่อการวางแผนการสอนร่วมกัน อีกทั้งครูมีภาระงานอื่นไม่ใช่ว่าเพียงแต่ทำงานสอนอย่างเดียว

3. มีกิจกรรมของชุมชนที่ต้องเข้าร่วมมากทำให้เวลาในการเรียนการสอนลดน้อยลง

4. พื้นฐานความรู้ของนักเรียนแต่ละคนไม่เท่ากันทำให้ยากต่อการจัดการเรียนการสอนในลักษณะของการบูรณาการ

ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ครูมีการใช้ข้อมูลในชีวิตจริงโดยนำข้อมูลจากหนังสือพิมพ์มาให้ให้นักเรียนทำการวิเคราะห์และนำเสนอโดยเป็นข้อมูลทั่วไป เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน อุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ดอกเบี้ยธนาคาร เป็นต้น แต่ไม่ได้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีการให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเขาเอง เช่น วันเกิด สีที่ชอบ การใช้เงินในแต่ละวันของนักเรียน กีฬาที่ชอบ แล้วให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมานำเสนอบนกระดานดำ จากนั้นให้นักเรียนเขียนกราฟ/แผนภูมิจากข้อมูลที่น่าเสนอและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้

ในการสอนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลครูฝึกให้นักเรียนมองแนวโน้มของข้อมูล แต่ไม่ใช่จุดเน้นของการเรียนการสอน

ในการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครูให้นักเรียนทำการทดลอง เช่น ให้นักเรียนได้สำรวจน้ำดี-น้ำเสียโดยทดสอบด้วยตนเองถึงความแตกต่างของน้ำดีและน้ำเสีย ซึ่งนักเรียนจะพบว่าน้ำเสียนั้นกินและใช้ประโยชน์ไม่ได้เลย อีกทั้งมีกลิ่นเหม็นและสีดำ ปัญหาที่พบในการเรียนการสอนคือ นักเรียนหวั่นแต่บันทึกผลในใบงานส่งอาจารย์ โดยไม่ให้ความสำคัญกับการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด และใช้การสอนโดยการอธิบายเนื้อหาให้นักเรียนฟัง

ในการเรียนการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บางโรงเรียนไม่ได้ใช้กราฟและแผนภูมิประกอบการเรียนการสอนแต่บางโรงเรียนมีการนำกราฟและแผนภูมิ เช่น กราฟปริมาณป่าไม้ของประเทศไทย มาประกอบการเรียนการสอน อีกทั้งมีการนำซีดีและวีดีโอ เรื่อง ป่าชายเลน มาใช้ประกอบการเรียนการสอน

ในการสอนให้นักเรียนเกิดสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ครูจะใช้วิธีการคุยร่วมกับนักเรียนแล้วให้นักเรียนเขียนแนวทางการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นกลุ่ม จากนั้นครูมีการสังเกตพฤติกรรมเรื่องการทิ้งขยะของนักเรียนก็พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่านักเรียนยังไม่เกิดสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

ในการเรียนการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมครูใช้วิธีการอธิบายเนื้อหาและให้นักเรียนได้เรียนรู้จากธรรมชาติโดยตรง คือให้นักเรียนได้ดูแลต้นไม้ ใส่น้ำ ย่อยน้ำด้วยตนเอง รวมทั้งให้นักเรียนขยายพันธุ์ต้นไม้ด้วยการตอนกิ่งซึ่งเป็นการเชื่อมโยงไปสู่สาระการเรียนรู้พื้นฐานอาชีพและเทคโนโลยี การเรียนการสอนแบบนี้จะให้นักเรียนเกิดความผูกพันกับธรรมชาติและต้นไม้ อีกทั้งครูมีการชี้ให้นักเรียนเห็นว่าต้นไม้ ดอกไม้นั้นเจริญเติบโตช้าแต่เราสามารถ

ทำลายได้รวดเร็วโดยเด็ดและตัดทิ้ง ซึ่งวิธีการนี้ทำให้นักเรียนเกิดการมีสำนึกถึงสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าการสอนแบบอธิบายเนื้อหา

ในการเรียนการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมบางโรงเรียนไม่ได้ใช้กราฟและแผนภูมิประกอบการเรียนการสอนแต่บางโรงเรียนมีการนำกราฟและแผนภูมิ เช่น กราฟปริมาณป่าไม้ของประเทศไทย มาประกอบการเรียนการสอน

นอกจากนี้เมื่อถามถึงความต้องการของครูต่อการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ พบว่า ครูส่วนใหญ่มีความต้องการที่จะจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ แต่ไม่รู้จะเริ่มจากจุดไหนจึงไม่สามารถที่จะเริ่มจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการได้ และในการเรียนการสอนการชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูล และ สิ่งแวดล้อม ยังมีน้อยมาก

จากการสัมภาษณ์ครู พบว่า ครูมีการบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ และชีวิตจริงน้อยมาก และมีการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สถานการณ์ในชีวิตจริงบ้าง แต่ไม่ได้เน้นไปที่เรื่องของสิ่งแวดล้อม

3.1.2 ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 15 คน พบว่า

นักเรียนมีทั้งที่ชอบและไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ใน 2 ประเด็น คือ 1. นักเรียนเห็นว่าความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ใช้ความรู้เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร ในการซื้อ-ขาย ใช้ความรู้เรื่องเศษส่วน ในการแบ่งของ ใช้ความรู้เรื่องกราฟ/แผนภูมิ ในการดูข้อมูลจากหนังสือพิมพ์ที่นำเสนอด้วยกราฟ/แผนภูมิ เป็นต้น และ 2. นักเรียนเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของวิชาอื่นๆ เช่น นำความรู้เรื่อง ร้อยละ ไปใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจาก เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหายากต่อการทำความเข้าใจและมองไม่เห็นถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ต่อการดำรงชีวิตประจำวัน

นักเรียนชอบและสนุกมากเมื่อครูมีการจัดกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับวิชาอื่น เนื่องจากทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาตนเองในหลายๆด้านและเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อวิชาอื่นและชีวิตจริง แต่การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้ทำไม่บ่อยนัก ตัวอย่างกิจกรรมที่ครูเคยจัดให้กับนักเรียน เช่น 1. ครูจัดกิจกรรมร่วมกันระหว่างวิชาคณิตศาสตร์ สังคมศึกษา และภาษาไทย โดยให้นักเรียนจำลองสถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นตลาด แล้วให้มีการค้าขาย (วิชาสังคมศึกษา) จากนั้นให้นักเรียนคิดค่าเชิญชวนให้มีคนมาซื้อของในร้านของตนเอง (วิชาภาษาไทย) เมื่อมีการค้าขายก็ต้องมีการคิดคำนวณในการทอนเงิน (วิชาคณิตศาสตร์) 2. ครูจัดกิจกรรมโดยบูรณาการภายในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยให้

นักเรียนสำรวจอาหารคาว/หวานที่ชอบของเพื่อนร่วมชั้น (เนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูล) จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาว่ามีคนที่ชอบอาหารคาวชนิดเดียวกันกี่คน และคิดเป็นเศษส่วนเท่าไรเมื่อเทียบกับนักเรียนทั้งห้อง (เนื้อหาเศษส่วน) เป็นต้น

ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ครูมีการนำข้อมูลจริงจากหนังสือพิมพ์มาประกอบการเรียนการสอนบ้าง และลักษณะการสอนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลที่ครูใช้บ่อยคือ การเขียนกราฟ/แผนภูมิให้นักเรียนพิจารณานบนกระดานดำ หรือ การนำฟิวเจอร์บอร์ดที่มีรูปภาพ/แผนภูมิมานำเสนอแก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนพิจารณาคำตอบ

ชั่วโมงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนประทับใจหรืออยากให้เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การเรียนการสอนที่ไม่ได้อยู่เพียงในห้องเรียน ได้มีการเรียนรู้ในชีวิตจริงและเรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น และนักเรียนได้มีโอกาสทดลองเพื่อศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนมีทั้งชอบและไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และอยากให้มีการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในลักษณะที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนและมีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่น และชีวิตจริง

3.2 ศึกษาเรื่องของความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อใหญ่ โดยในข้อ 2 ใหญ่มี 2 ข้อย่อยและข้อ 3 ใหญ่มี 4 ข้อย่อย ส่วนข้อ 1 และข้อ 4 ไม่มีข้อย่อย ของนักเรียน จำนวน 130 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแย้มวิทยการ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และโรงเรียนสวัสดิ์วิทยา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร โดยทำการทดสอบในวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2550 และ 8 มีนาคม 2550

ซึ่งผลจากการทำแบบทดสอบโดยเทียบกับเกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง ดังตาราง 4, 5 และ 6 ตามลำดับ (หน้า 81 -83) พบว่าในแต่ละด้านมีนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ดังตาราง 7, 8 และ 9

ตาราง 7 ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื้อหา	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 1	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 2	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 3	ร้อยละของ นักเรียนกลุ่ม ที่ 4
ข้อ 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล	17.69	31.54	43.85	6.92
ข้อ 2.2 การนำเสนอข้อมูล	9.23	13.85	40.08	33.84
ข้อ 3.1 การอ่านข้อมูล	6.92	27.7	55.38	10
ข้อ 3.2 การรวบรวมและเปรียบเทียบ ข้อมูล	4.62	30.77	63.85	0.76
ข้อ 3.3 การทำนายหรือระบุแนวโน้มจาก ข้อมูล	23.08	63.08	12.30	1.54

จากตาราง 7 พบว่า ในเรื่องของการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ สามารถอธิบายได้ว่าจะเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไรแต่ไม่มีการอธิบายว่าเก็บข้อมูลแล้วจะนำไปวิเคราะห์หาคำตอบอย่างไร ในเรื่องของการนำเสนอข้อมูลในรูปภาพ/แผนภูมินักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ สามารถนำเสนอข้อมูลได้เกือบสมบูรณ์ ส่วนมากมีข้อบกพร่องในเรื่องของการแบ่งสเกล หรือไม่มีการเขียนข้อความกำกับแกนของกราฟ การอ่านหรือเปรียบเทียบข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิที่กำหนดให้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ สามารถตอบได้เกือบสมบูรณ์ มีข้อบกพร่องเพียงเล็กน้อย ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิที่กำหนดให้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 2 คือ ตอบตัวเลขของแนวโน้มได้แต่แนวคิดที่สนับสนุนคำตอบนั้นไม่สอดคล้องหรือไม่ถูกต้อง

ตาราง 8 ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มด้านทักษะการให้เหตุผล

ทักษะการให้เหตุผล	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 1	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 2	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 3	ร้อยละของ นักเรียนกลุ่มที่ 4
ข้อ 2.1 การพิจารณาข้อสรุปที่ สมเหตุสมผล	30	40.77	26.92	2.31
ข้อ 3.2 การอธิบาย การหา ความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูล อย่างสมเหตุสมผล	44.62	43.85	11.53	0
ข้อ 3.3 การอธิบาย การหา ความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูล อย่างสมเหตุสมผล	62.31	30.77	6.92	0

จากตาราง 8 พบว่า เมื่อให้แสดงเหตุผลในการเปรียบเทียบหรือวิเคราะห์แนวโน้มจากข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 1 คือ พยายามแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้นผิดหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลเลย ส่วนการแสดงผลเพื่อยืนยันข้อสรุปที่กำหนดให้ นั้นนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 2 คือ แสดงเหตุผลได้สอดคล้องกับข้อมูลเพียงเล็กน้อย

ตาราง 9 ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มด้านทักษะการเชื่อมโยง

ทักษะการเชื่อมโยง	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 1	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 2	ร้อยละของ นักเรียน กลุ่มที่ 3	ร้อยละของ นักเรียนกลุ่ม ที่ 4
ข้อ 3.4	37.69	38.47	23.08	0.76
การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับ สถานการณ์จริงเรื่องสิ่งแวดล้อม				
ข้อ 4.	60.77	26.92	10	2.31
ประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสถานการณ์ จริงเรื่องสิ่งแวดล้อม				

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 2 คือ พยายามเชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแต่ยังทำได้ไม่เหมาะสม และเมื่อให้ถามให้นักเรียนเชื่อมโยงเรื่องกราฟ/แผนภูมิกับสถานการณ์ในชีวิตจริงนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 1 คือไม่สามารถเชื่อมโยงได้เลย

จากการทำแบบทดสอบพบว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟ/แผนภูมิ การอ่านและเปรียบเทียบข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ดีเนื่องจากการสอนในชั้นเรียน ส่วนความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง นั้นนักเรียนส่วนใหญ่ยังทำได้ไม่ดีหรือทำไม่ได้เลย อาจเป็นเพราะไม่ได้เป็นจุดเน้นของการเรียนการสอนในชั้นเรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิพร้อมการอภิปรายด้วยเหตุผล และเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

4. ศึกษาแนวทางแก้ปัญหาจากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวม และวิเคราะห์จากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา โดยมีการศึกษา ดังนี้

เอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบบูรณาการ สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมศึกษาและสถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมไทยในเรื่องของ น้ำ ป่าไม้ และอากาศ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อ วิชาคณิตศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินผลตามสภาพจริง และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ดัง รายละเอียดในบทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและทักษะการเชื่อมโยงบูรณา การสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา การวิเคราะห์ความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมี สำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม และเพื่อสร้างกรอบการประเมินผล

ขั้นตอนที่ 2 การสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1. กรอบเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และรูปแบบการบูรณาการ

จากการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทำให้ได้กรอบเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาและทักษะ คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล และ เนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เนื้อหาเรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูล แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ ตาราง แผนภูมิวงกลม และกราฟเส้น

มีทักษะในการให้เหตุผลและทักษะในการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เนื้อหาเรื่อง ข้อจำกัดของสิ่งแวดล้อมกับความต้องการของมนุษย์และการดูแลรักษา ทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม

มีทักษะในการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติใน ท้องถิ่น

สาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

เนื้อหาเรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของภาคและประเทศ และ ตระหนักถึงผลจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมจากแหล่งความรู้

รูปแบบการบูรณาการ

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการบูรณาการระหว่างวิชาแบบโยงใย (Webbed model) โดยให้กำหนดประเด็น จากบริบทของสังคมในเรื่องของการวิเคราะห์ข้อมูลและสิ่งแวดล้อม แล้วเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ของสาระการเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งได้แก่ เนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับ เนื้อหาเรื่อง การอธิบายถึงข้อจำกัดของสิ่งแวดล้อมและความต้องการของมนุษย์ การดูแลรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเนื้อหาเรื่อง การ ตระหนักถึงการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม การดำเนินชีวิตตามแนวอนุรักษ์และการมีส่วนร่วม แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าข้อมูลข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อมในสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

2. การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้ เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ทำให้ผู้วิจัยกำหนดการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการให้เหตุผล และ ความสามารถในการเชื่อมโยง ของผู้เรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

ในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ พัฒนาใน 3 ด้าน คือ 1. เมื่อกำหนดประเด็นให้สามารถบอกวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 2. สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น เมื่อกำหนดข้อมูลให้ และ 3. อ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลในรูปตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบ แผนภูมิวงกลม และกราฟเส้นได้

ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลในงานวิจัยนี้พัฒนาใน 2 ด้าน คือ 1. ความสามารถในการ อธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และ 2. ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

ในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงในงานวิจัยนี้พัฒนาใน 1 ด้าน คือ ความสามารถในการเชื่อมโยง เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

จากการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ การจัดการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แนวทางการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและทักษะการเชื่อมโยง ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด ดังนี้ 1. การจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาความเข้าใจของนักเรียนโดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา 2. การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม เน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจ 3. นักเรียนได้เชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์หรือทักษะกับความรู้เดิมที่มีอยู่ และ 4. ประเมินนักเรียนอย่างสม่ำเสมอด้วยการถามและฟังการตอบของนักเรียน เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการปฏิบัติกิจกรรมรวมทั้งชั้นเรียนและปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยผ่านกระบวนการให้เหตุผล และการเชื่อมโยง เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน และในการปฏิบัติกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและสิ่งแวดล้อมผ่านการทดลองปฏิบัติจริง มีการตั้งคำถาม เก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และ อภิปรายเพื่อหาข้อสรุป โดยรูปแบบปฏิบัติการการเรียนรู้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1. ครูสร้างความสนใจสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาและโน้มน้าวให้นักเรียนมีความรู้สึกรอยากแก้ปัญหา

2. ครูนำเสนอปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นผ่านคำถามที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของปัญหาโดยวิเคราะห์ถึงวิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือวิธีการที่จะนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม

2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 – 6 คน จากนั้นครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย

3. นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจจากการเก็บรวบรวมข้อมูลตามสถานการณ์/ปัญหา หรือวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์/ปัญหาเพื่อนำมาอภิปรายหาคำตอบภายในกลุ่มของตนเอง

4. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและประเมินนักเรียนระหว่างนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม หมุนเวียนสังเกตการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นตามกลุ่มต่างๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายด้วยเหตุผล

ขั้นที่ 3 ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมทั้งเหตุผลที่ใช้ของกลุ่มตนเอง ครั้งละ 2-3 กลุ่ม

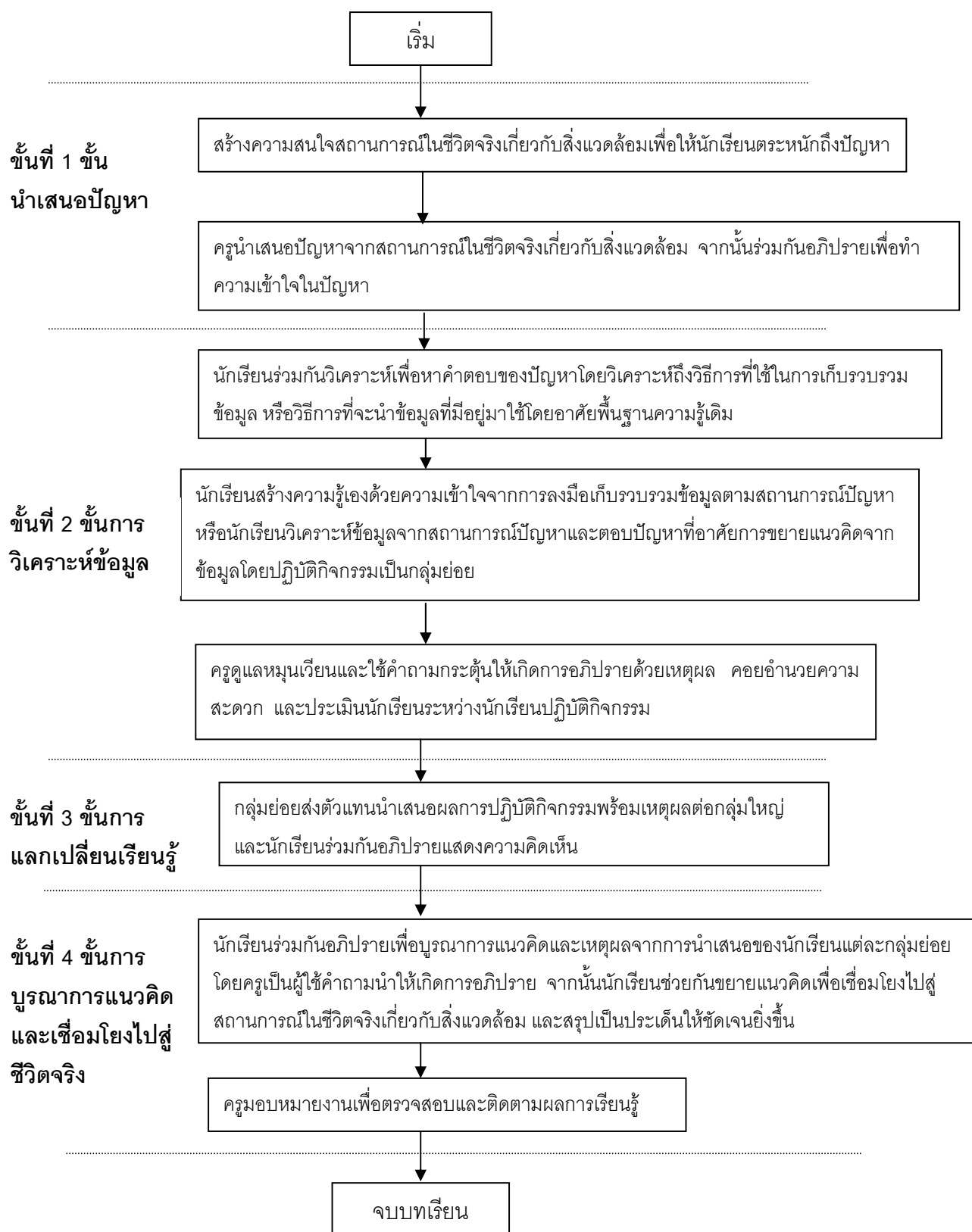
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นครูและเพื่อนร่วมกันถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งเป็นการประเมินการคิดของนักเรียนด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบูรณาการแนวคิดและเหตุผลที่ใช้จากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย จากนั้นนักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และสรุปเป็นประเด็นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ครูมอบหมายงานเพื่อตรวจสอบและติดตามผลการเรียนรู้

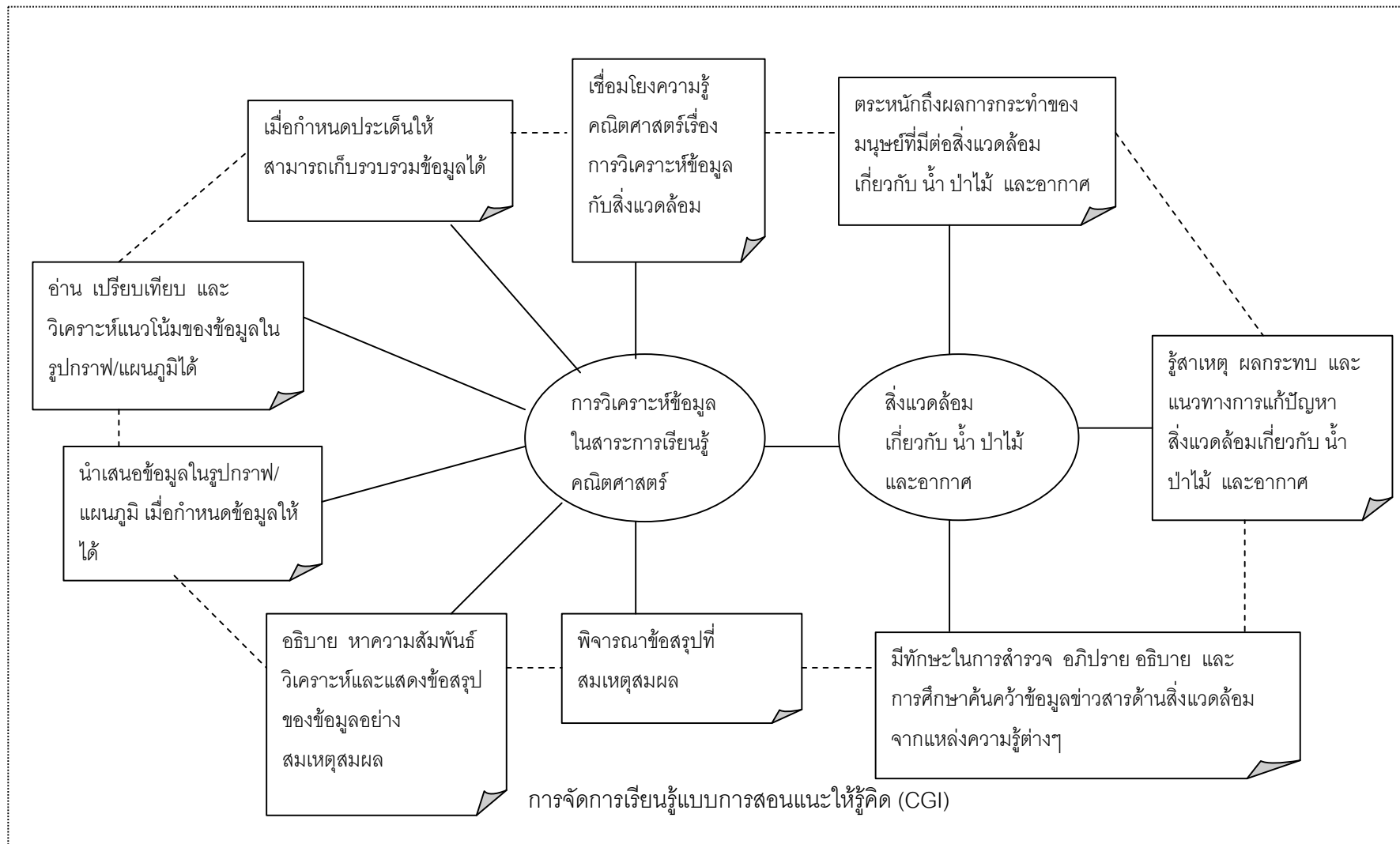
บทบาทของครู ครูเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจผ่านทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง ครูคัดเลือกสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จากแหล่งต่างๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ หนังสือ หรืออินเทอร์เน็ต และเป็นสถานการณ์ที่น่าสนใจและอยู่ในความสนใจ ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาให้มีการอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ชักถามเพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลบ่อยๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผล จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นกันเอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและแสดงความคิดเห็นในเนื้อหาที่เรียน จัดเตรียมสื่ออุปกรณ์เพื่อช่วยในการเรียนรู้ คอยอำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำกรณีจำเป็น อีกทั้งครูประเมินการคิดของนักเรียน ตลอดเวลาที่ปฏิบัติกิจกรรม **บทบาทของนักเรียน** นักเรียนมีโอกาสตั้งคำถาม ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายเพื่อหาข้อสรุป และลงมือปฏิบัติเป็นรายกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน กลุ่มย่อย และรายบุคคล มีการคิดด้วยตนเอง การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และนำเสนอผลงาน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสรุปได้ดังที่นำเสนอในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แผนภาพแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4. กรอบการจัดการเรียนรู้และการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การให้เหตุผล การเชื่อมโยง สิ่งแวดล้อมของไทยในเรื่องของน้ำ ป่าไม้ และอากาศ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ผู้วิจัยได้กรอบการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 8 และแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังตาราง 10



ภาพประกอบ 8 กรอบการจัดการเรียนรู้

ตาราง 10 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

สาระ แผนการ จัดการเรียนรู้	การวิเคราะห์ข้อมูล				สิ่งแวดล้อม		ทักษะ		การจัดการ
	มโนทัศน์หลักที่ 1	มโนทัศน์หลักที่ 2	มโนทัศน์หลักที่ 3	มโนทัศน์หลักที่ 1	มโนทัศน์หลักที่ 2	มโนทัศน์หลักที่ 3	การให้เหตุผล	การเชื่อมโยง	เรียนรู้แบบ CGI
แผนที่ 1 แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้นและ จำนวนเรื่อง ร้องเรียนด้าน มลพิษ	องค์ประกอบ และ ความสัมพันธ์ ของการนำเสนอ ข้อมูลด้วย แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และ กราฟเส้น	การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ แนวโน้มจาก ข้อมูลที่ กำหนดให้		ความหมายและ ตัวอย่างของ สิ่งแวดล้อม รอบตัวเรา	สถานการณ์ สาเหตุ แนว ทางแก้ไข ปัญหามลพิษ ทางสิ่งแวดล้อม		การอธิบาย การ หาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ แสดงข้อมูล และ พิจารณาข้อมูลที่ สมเหตุสมผล จากการอ่าน เปรียบเทียบ และ วิเคราะห์แนวโน้ม จากข้อมูล	สถานการณ์ ปัจจุบันของ สิ่งแวดล้อมใน ประเทศไทยจาก ข้อมูลที่ กำหนดให้	การจัดการ เรียนรู้แบบการ สอนแนะให้รู้คิด ทั้ง 4 ขั้นตอน
แผนที่ 2 แผนภูมิวงกลม และปัญหา มลพิษทาง สิ่งแวดล้อม	องค์ประกอบของ การนำเสนอ ข้อมูลด้วย แผนภูมิวงกลม	การอ่านและ เปรียบเทียบ ข้อมูลที่นำเสนอ ด้วยแผนภูมิ วงกลมที่ กำหนดให้		ประเภทของ ปัญหามลพิษ ทางสิ่งแวดล้อม			การอธิบาย การ หาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ แสดงข้อมูล และ พิจารณาข้อมูลที่ สมเหตุสมผล จากการอ่านและ เปรียบเทียบข้อมูล	สถานการณ์ ปัจจุบันของ มลพิษทาง สิ่งแวดล้อมของ ประเทศไทยจาก ข้อมูลที่ กำหนดให้	การจัดการ เรียนรู้แบบการ สอนแนะให้รู้คิด ทั้ง 4 ขั้นตอน

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	สาระ	การวิเคราะห์ข้อมูล				สิ่งแวดล้อม		ทักษะ		การจัดการ
	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	การให้เหตุผล	การเชื่อมโยง	เรียนรู้แบบ	
										1
แผนที่ 5 การเก็บรวบรวม ข้อมูล การ นำเสนอข้อมูล และคุณภาพน้ำ ของแม่น้ำ เจ้าพระยาและ แม่น้ำแม่กลอง	การเก็บ รวบรวมข้อมูล โดยการทดลอง	การนำเสนอ ข้อมูลในรูป แผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบ และ กราฟเส้น	การอ่าน และวิเคราะห์ แนวโน้มจาก ข้อมูลที่ กำหนดให้	ความแตกต่าง ระหว่างน้ำดี และน้ำเสีย	ความหมายของ ค่า BOD และ ค่า DO และการ วัดคุณภาพน้ำ จากค่า BOD และค่า DO	สาเหตุและ แนวทางป้องกัน ปัญหาน้ำเสีย	การอธิบาย การหา ความสัมพันธ์ การ วิเคราะห์ แสดง ข้อสรุป และพิจารณา ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล จากการอ่าน เปรียบเทียบ และ วิเคราะห์แนวโน้มจาก ข้อมูล	สถานการณ์ ปัจจุบันของ คุณภาพน้ำ ของแม่น้ำ เจ้าพระยา และแม่น้ำ แม่กลองจาก ข้อมูลที่ กำหนดให้	การจัดการ เรียนรู้แบบ การสอนแนะ ให้รู้คิดทั้ง 4 ขั้นตอน	
แผนที่ 6 กราฟเส้นและ พื้นที่ป่าไม้ใน ประเทศไทย	การนำเสนอ ข้อมูลด้วย กราฟเส้นจาก ข้อมูลในรูป ตาราง	การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ แนวโน้มจาก ข้อมูลที่ กำหนดให้		ประโยชน์ของ ป่าไม้	สาเหตุที่ทำให้ป่า ไม้ถูกทำลาย	ผลกระทบเมื่อ ขาดทรัพยากร ป่าไม้	การอธิบาย การหา ความสัมพันธ์ การ วิเคราะห์ แสดง ข้อสรุป และพิจารณา ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล จากการอ่าน เปรียบเทียบ และ วิเคราะห์แนวโน้มจาก ข้อมูล	สถานการณ์ ปัจจุบันของ พื้นที่ป่าไม้ ในประเทศไทย ไทยจาก ข้อมูลที่ กำหนดให้	การจัดการ เรียนรู้แบบ การสอนแนะ ให้รู้คิดทั้ง 4 ขั้นตอน	

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	สาระ	การวิเคราะห์ข้อมูล				สิ่งแวดล้อม			ทักษะ		การจัดการ
	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	มโนทัศน์หลักที่	การให้เหตุผล	การเชื่อมโยง	เรียนรู้แบบ CGI	
	1	2	3	1	2	3					
แผนที่ 7	การนำเสนอ	การอ่าน		ความสำคัญของ	ความหมายและ	สาเหตุที่ทำให้	การอธิบาย การหา	สถานการณ์		การจัดการ	
การนำเสนอ	ข้อมูลด้วย	เปรียบเทียบ		ป่าไม้ที่มีต่อสัตว์	รายชื่อของสัตว์	สัตว์ป่าสูญพันธุ์	ความสัมพันธ์ การ	ปัจจุบันของ		เรียนรู้แบบการ	
ข้อมูลและ	กราฟ/แผนภูมิ	และวิเคราะห์		ป่า	ป่าสงวนและ	และแนวทาง	วิเคราะห์ แสดง	สัตว์ป่าจาก		สอนแนะให้รู้จัก	
สถานการณ์	จากข้อมูลในรูปแบบ	แนวโน้มจาก			ตัวอย่างของสัตว์	ป้องกัน	ข้อสรุป และ	ข้อมูลที่		ทั้ง 4 ขั้นตอน	
ปัจจุบันของสัตว์	ตาราง	ข้อมูลที่			ป่าที่สูญพันธุ์ไป		พิจารณาข้อสรุปที่	กำหนดให้			
ป่า		กำหนดให้			แล้ว		สมเหตุสมผล จาก				
							การอ่าน				
							เปรียบเทียบ และ				
							วิเคราะห์แนวโน้ม				
							จากข้อมูล				
แผนที่ 8	การนำเสนอ	การอ่าน		วิธีการหรือ			การอธิบาย การหา	สถานการณ์		การจัดการ	
การนำเสนอ	ข้อมูลด้วย	เปรียบเทียบ		แนวทางในการ			ความสัมพันธ์ การ	ปัจจุบันของ		เรียนรู้แบบการ	
ข้อมูลและพื้นที่	กราฟ/แผนภูมิ	และวิเคราะห์		พลิกฟื้นความ			วิเคราะห์ แสดง	พื้นที่การปลูก		สอนแนะให้รู้จัก	
การปลูกป่า	อื่นๆ จาก	แนวโน้มจาก		สมบูรณ์คืนผืน			ข้อสรุป และ	ป่าทดแทน		ทั้ง 4 ขั้นตอน	
ทดแทนของ	ข้อมูลในรูปแบบ	ข้อมูลที่		ป่า			พิจารณาข้อสรุปที่	ของประเทศ			
ประเทศไทย	แผนภูมิแท่ง	กำหนดให้					สมเหตุสมผล จาก	ไทยจาก			
							การอ่าน	ข้อมูลที่			
							เปรียบเทียบ และ	กำหนด			
							วิเคราะห์แนวโน้ม				
							จากข้อมูล				

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการ จัดการเรียนรู้	สาระ	การวิเคราะห์ข้อมูล			สิ่งแวดล้อม			ทักษะ		การจัดการ
		มโนทัศน์หลักที่		มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์หลักที่		มโนทัศน์หลักที่	การให้เหตุผล	การเชื่อมโยง	เรียนรู้แบบ
		1	2	ที่ 3	1	2	3			CGI
แผนที่ 9	การนำเสนอ	การอ่าน		ความหมายและ	ขนาดต่างๆ ของ	แหล่งที่มา	การอธิบาย การหา	สถานการณ์	การจัดการ	
การนำเสนอ	ข้อมูลด้วยกราฟ/	เปรียบเทียบ		แหล่งกำเนิดของ	ฝุ่นละออง	ผลกระทบ และ	ความสัมพันธ์ การ	ปัจจุบันของ	เรียนรู้แบบการ	
ข้อมูลและ	แผนภูมิจาก	และวิเคราะห์		มลพิษทาง		แนวทาง	วิเคราะห์ แสดง	มลพิษทาง	สอนแนะให้รู้	
ปริมาณฝุ่น	ข้อมูลใน	แนวโน้มจาก		อากาศ		แก้ปัญหามลพิษ	ข้อสรุป และ	อากาศ	คิดทั้ง 4	
ละอองใน	รูปภาพเส้น	ข้อมูลที่				ทางอากาศ	พิจารณาข้อสรุปที่	ประเภทฝุ่น	ขั้นตอน	
ประเทศไทย		กำหนดให้				ประเภทฝุ่น	สมเหตุสมผล จาก	ละอองใน		
						ละออง	การอ่าน	ประเทศไทย		
							เปรียบเทียบ และ	จากข้อมูลที่		
							วิเคราะห์แนวโน้ม	กำหนดให้		
							จากข้อมูล			
แผนที่ 10	การอ่าน			สาเหตุของ	ผลกระทบของ	แนวทางแก้ไข	การอธิบาย การหา	สถานการณ์	การจัดการ	
การวิเคราะห์	เปรียบเทียบ			ปัญหาภาวะโลก	ปัญหาภาวะโลก	ปัญหาภาวะโลก	ความสัมพันธ์ การ	ปัจจุบันของ	เรียนรู้แบบการ	
ข้อมูลเกี่ยวกับ	และวิเคราะห์			ร้อน	ร้อน	ร้อน	วิเคราะห์ แสดง	สภาพ	สอนแนะให้รู้	
ภาวะโลกร้อน	แนวโน้มจาก						ข้อสรุป และ	ภูมิอากาศ	คิดทั้ง 4	
	ข้อมูลที่						พิจารณาข้อสรุปที่	ของประเทศ	ขั้นตอน	
	กำหนดให้ใน						สมเหตุสมผล จาก	ไทยจาก		
	รูปภาพเส้น						การอ่าน	ข้อมูลที่		
							เปรียบเทียบ และ	กำหนดให้ได้		
							วิเคราะห์แนวโน้ม			
							จากข้อมูล			

5. การประเมินผล

จากบทความและงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินผล และการประเมินตามสภาพจริง ทำให้ผู้วิจัยกำหนดวิธีในการประเมินผล มีรายละเอียดดังนี้

ในการประเมินผล ผู้สอนเป็นผู้ประเมิน โดยประเมินในห้าลักษณะ คือ ประเมินความความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ประเมินทักษะการให้เหตุผล ประเมินทักษะการเชื่อมโยง ประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน

การประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินเพื่อดูความเข้าใจในเนื้อหา การวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์

การประเมินทักษะการให้เหตุผล เป็นการประเมินการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์

การประเมินทักษะการเชื่อมโยง เป็นการประเมินการตระหนักถึงการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่มีอยู่กับสถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์

การประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินเพื่อดูเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดเจตคติ การสังเกตพฤติกรรม และการเขียนรายงานเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นการประเมินเพื่อดูการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยใช้แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม การสังเกตพฤติกรรม และการเขียนรายงานเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลมีการดำเนินการต่อเนื่องตลอดการเรียนการสอนคือประเมินก่อนการทดลอง ระหว่างทดลอง และหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

การประเมินก่อนการทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อดูความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยใช้แบบทดสอบ แบบวัดเจตคติ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม และการสัมภาษณ์

การประเมินระหว่างการทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม และการเขียนรายงานของนักเรียน โดยครูเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้วยตนเอง

การประเมินหลังการทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อดูความสามารถของนักเรียนด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของ เพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนในด้านต่างๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองไปมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบ แบบวัดเจตคติ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม และการสัมภาษณ์ ซึ่งศึกษาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ เครื่องมือสำหรับผู้เชี่ยวชาญ และ เครื่องมือสำหรับผู้วิจัยใช้ในการสอน และการประเมินผล

1. เครื่องมือสำหรับผู้เชี่ยวชาญ คือ แบบประเมินความสอดคล้อง
2. เครื่องมือสำหรับผู้วิจัยใช้ในการสอน คือ แผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้
3. เครื่องมือสำหรับผู้วิจัยใช้ในการประเมินผล เพื่อการประเมินในห้าด้าน คือ การประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยง การประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง
2. แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
3. แบบสัมภาษณ์

3.2 เครื่องมือประเมินทักษะให้เหตุผล ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง
2. แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผล
3. แบบสัมภาษณ์

3.3 เครื่องมือประเมินทักษะการเชื่อมโยง ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง
2. แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยง
3. แบบสัมภาษณ์

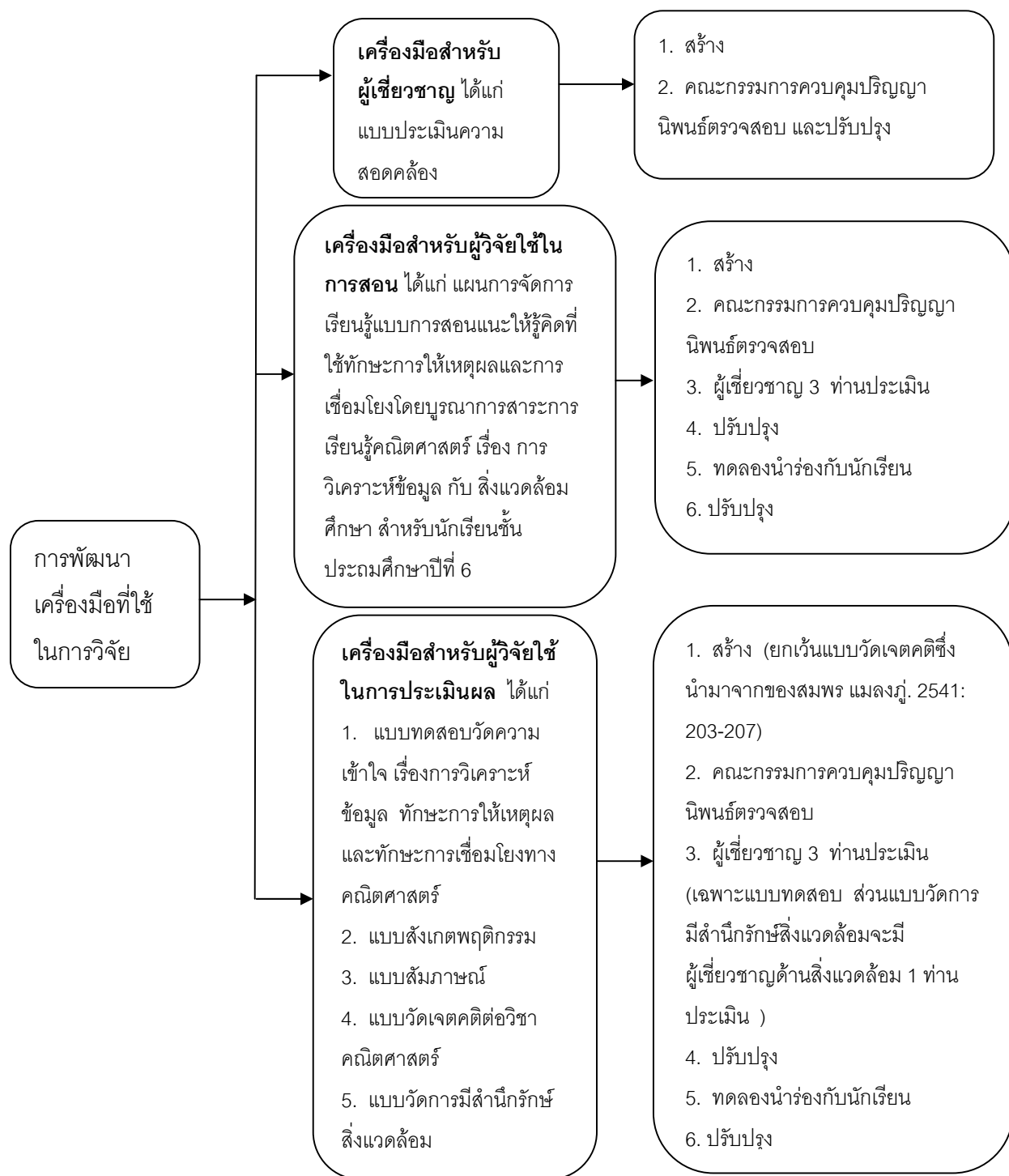
3.4 เครื่องมือประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรม

3.5 เครื่องมือประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

1. แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม
2. แบบสังเกตพฤติกรรม

ซึ่งขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแสดงได้ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แผนภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความสอดคล้อง

แบบประเมินความสอดคล้องเป็นแบบประเมินที่สร้างขึ้นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้อง ซึ่งในการประเมินความสอดคล้อง ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Objective Congruence) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

1 หมายถึง สอดคล้อง

โดยในแต่ละประเด็นของการประเมิน มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่าประเด็นการประเมินนั้นมีความสอดคล้องกัน (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2528: 63-64)

ในการประเมินความสอดคล้องมีการประเมินใน 2 รายการ (ดูภาคผนวก ง) ดังนี้

1. ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยประเมินความสอดคล้องด้านผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เวลา สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และการประเมินผล
2. ประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดความเข้าใจ การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ผู้วิจัยได้วางแนวทางในการจัดทำโครงการสอน แผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้โดยใช้เวลาสอน 20 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังตาราง 11

ตาราง 11 กำหนดโครงการสอนและเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เวลาสอน
1. แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้นและจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษ	3 ชั่วโมง
2. แผนภูมิวงกลมและสัดส่วนปัญหามลพิษที่มีการร้องเรียน ปี 2549	1 ชั่วโมง
3. กราฟเส้นและปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย	2 ชั่วโมง
4. แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบและการใช้ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย	2 ชั่วโมง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำแม่กลอง	2 ชั่วโมง
6. กราฟเส้นและพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย	2 ชั่วโมง
7. การนำเสนอข้อมูลและสถานการณ์ปัจจุบันของสัตว์ป่า	2 ชั่วโมง
8. การนำเสนอข้อมูลและพื้นที่การปลูกปาทนแทนของประเทศไทย	2 ชั่วโมง
9. การนำเสนอข้อมูลและปริมาณฝุ่นละอองในประเทศไทย	2 ชั่วโมง
10. การวิเคราะห์ข้อมูลและภาวะโลกร้อน	2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนวให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนวให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 แผน

ขั้นที่ 2 นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญา นิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความถูกต้องของภาษาแล้วนำเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 3 นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3

คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาการเรียนการสอนด้านคณิตศาสตร์จำนวน 1 คน ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 1 คนและผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาจำนวน 1 คน ประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ด้าน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เวลา สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้อง แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่า IOC ซึ่งผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า ทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า IOC เป็น 1.0 นั่นคือ ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกันขององค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระสำคัญ และกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงในส่วนของรายละเอียดที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ ดังนี้

1. ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นำผลการเรียนที่คาดหวังด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวว่าจะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษด้วยกราฟเส้นได้ออก เนื่องจากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นั้นไม่ได้ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น

2. ปรับคำศัพท์ในผลการเรียนที่คาดหวังด้านเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ปรับจาก “บอกประเภทของปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้” เป็น “จำแนกประเภทของปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้” หรือ ปรับจาก “บอกความสำคัญของป่าไม้ที่มีต่อสัตว์ป่าได้” เป็น “อธิบายความสำคัญของป่าไม้ที่มีต่อสัตว์ป่าได้” เป็นต้น จากนั้นเรียนปรึกษาผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำไปสอนจริง

ขั้นที่ 5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ของโรงเรียนวัดไพฑูริรักษ์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้บางแผนใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้นานเกินไปจึงมีการปรับเนื้อหาให้เกิดความเหมาะสม และในใบกิจกรรมที่ 2 ของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ข้อที่ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลควรต้องมีแกนที่เหมือนกับลักษณะของกระดาษกราฟให้กับนักเรียนเพื่อประหยัดเวลาในการเขียนกราฟ/แผนภูมิ

3. แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยนี้มี 2 ฉบับคือ แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยและแบบอัตนัยเพื่อวัดความเข้าใจ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการ

เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยสถานการณ์ที่ใช้ในแบบทดสอบจะเป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับ
สิ่งแวดล้อม (ดูภาคผนวก ค)

ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้ เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และ
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง โดยศึกษาตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง
การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร
ฐานข้อมูลในอินเทอร์เน็ต และคำตอบของนักเรียนจากการศึกษาสภาพจริงด้านความเข้าใจ เรื่อง การ
วิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับใช้ทดสอบนักเรียน
ก่อนการทดลองโดยข้อสอบเป็นแบบปรนัยและอัตนัยในข้อสอบฉบับเดียวกัน มีข้อสอบแบบปรนัย 12 ข้อ
ข้อสอบแบบอัตนัย 11 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง คะแนนเต็ม 63 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนกรณี
ที่เป็นข้อสอบแบบปรนัย ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ส่วนข้อสอบแบบอัตนัยให้คะแนนโดย
ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งแบ่งระดับคะแนน ออกเป็น 4 ระดับ คือ 0 1 2 และ 3 คะแนน
โดยมีรายละเอียดดังตาราง 12

ตาราง 12 เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการวิจัย

ระดับ คะแนน	ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล (พิจารณาตามตาราง 4 หน้า 81)	ทักษะการให้เหตุผล (พิจารณาตามตาราง 5 หน้า 82)	ทักษะการเชื่อมโยง (พิจารณาตามตาราง 6 หน้า 83)
3	นักเรียนกลุ่มที่ 4	นักเรียนกลุ่มที่ 4	นักเรียนกลุ่มที่ 4
2	นักเรียนกลุ่มที่ 3	นักเรียนกลุ่มที่ 3	นักเรียนกลุ่มที่ 3
1	นักเรียนกลุ่มที่ 2	นักเรียนกลุ่มที่ 2	นักเรียนกลุ่มที่ 2
0	นักเรียนกลุ่มที่ 1	นักเรียนกลุ่มที่ 1	นักเรียนกลุ่มที่ 1

ขั้นที่ 2 สร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียวกับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง อีกทั้งมีจำนวนข้อและสร้างในทำนองเดียวกันกับฉบับก่อนการทดลอง เพื่อให้ทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มทดลองหลังสิ้นสุดการทดลอง

ขั้นที่ 3 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับ ไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมทั้งในแง่เนื้อหาและความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับ ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิต ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 3 คน (กลุ่มเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้) ประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ จากนั้นวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หรือ IOC โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตาราง 13

จากตาราง 13 จะได้ว่าแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองมีข้อสอบ 1 ข้อคือข้อ 1 ที่มีค่า IOC ไม่ถึง 0.5 และสำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองมีข้อสอบ 1 ข้อคือข้อ 1 ที่มีค่า IOC ไม่ถึง 0.5 เช่นกัน เพราะผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จึงปรับปรุงตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

เปลี่ยนข้อคำถามจาก “ข้อมูลที่อยู่ในรูปร้อยละ ควรนำเสนอด้วยกราฟแผนภูมิประเภทใดมากที่สุด” เป็น “ถ้าต้องการพิจารณาแนวโน้มหรือการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ควรนำเสนอด้วยกราฟ/แผนภูมิประเภทใดมากที่สุด” จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปทดลองนำร่อง

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ของโรงเรียนวัดไทรอารีรักษ์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยการหาค่าความเชื่อมั่นของครอนบัค (Cronbach) โดยผลการทดสอบพบว่า ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง มีค่าความเชื่อมั่น 0.79 และ 0.851 ตามลำดับ (ดูภาคผนวก จ)

4. แบบสังเกตพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมมี 4 แบบ คือ แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวน 9 ข้อ แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผลและทักษะการเชื่อมโยงจำนวน 9 ข้อ แบบสังเกตเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 13 ข้อ และแบบสังเกตพฤติกรรมการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจำนวน 23 ข้อ (ดูภาคผนวก ก)

ขั้นตอนการพัฒนาแบบสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมโดยพัฒนามาจากรูปแบบของแบบสำรวจรายการของสุรสาธิต ผาสุก (2546: 101-102)

ขั้นที่ 2 นำแบบสังเกตพฤติกรรมไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมทั้งในแง่ความเหมาะสมและความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ของโรงเรียนวัดไทรอารีรักษ์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พบว่ามีความเหมาะสมและสามารถใช้สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนได้จริง

5. แบบสัมภาษณ์

เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 6 คนเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง (ดูภาคผนวก ค) กรณีที่นักเรียนตอบคำถามจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในส่วนของแบบทดสอบแบบอัตนัยไม่ชัดเจน ซึ่งแบบสัมภาษณ์จะสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายหลังการทดลอง

ขั้นตอนการพัฒนาแบบสัมภาษณ์ มีดังนี้

- ขั้นที่ 1 สร้างแบบสัมภาษณ์โดยพัฒนาตามแนวทางของสุภางค์ จันทวานิช (2540: 74-103)
- ขั้นที่ 2 นำแบบสัมภาษณ์ ไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมทั้งในแง่ความเหมาะสมและความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข
- ขั้นที่ 3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน ของโรงเรียนวัดไทรอารีรักษ์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พบว่าสามารถใช้เพื่อสัมภาษณ์ผู้เรียนในเชิงลึกได้จริง

6. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

เป็นแบบทดสอบวัดความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ดูภาคผนวก ค) ผู้วิจัยนำมาจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของสมพร แผลงภู (2541: 203-207) โดยมีมาตราประเมิน 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วย อย่างยิ่งจำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 โดยข้อคำถามที่ปรากฏในแบบวัดเจตคติแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อความลักษณะที่แสดงว่ามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์หรือ

ข้อความเชิงนิมิต ได้แก่ข้อ 1-6, 8-10, 12, 14-15, 17-22, 26-27, 30 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อความในแต่ละข้อ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบ
 2. การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน
 3. ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฉันมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ
 5. ฉันชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่นๆ โดยเฉพาะวิชาที่ต้องท่องจำ
 6. ฉันชอบหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทายความคิดอยู่เสมอ
 8. ฉันสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้รวดเร็วกว่าวิชาอื่น
 9. ฉันสามารถตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาอื่น
 10. คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนดีขึ้น
 12. ฉันขยันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์
 14. ฉันสบายใจเมื่อได้ทำกิจกรรมหรืองานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
 15. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก
 17. ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
 18. ฉันชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ
 19. คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
 20. ฉันมีความมั่นใจมากเวลาคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์
 21. ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่อยู่รอบตัวให้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ
 22. ฉันอยากให้เพื่อนๆ ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้
 26. ฉันชอบตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์
 27. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยาก ถ้าใช้ความพยายาม
 30. ฉันชอบนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การคิดเงินทอน
- โดยข้อความเชิงนิมิต มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ 1 คะแนน

ข้อความลักษณะที่แสดงว่ามีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์หรือข้อความเชิงนิเสธ ได้แก่ข้อ 7, 11, 13, 16, 23-25, 28-29 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อความในแต่ละข้อ ดังนี้

7. วิชาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย

11. ฉันไม่สนุกกับการคิดคำนวณที่ซับซ้อน

13. ฉันไม่ชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์

16. ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาอื่นมากกว่าวิชาคณิตศาสตร์

23. ฉันรู้สึกหนักใจเมื่อเข้าสอบวิชาคณิตศาสตร์

24. ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเพิ่มชั่วโมงเรียนวิชาอื่นแทน

25. ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัว เมื่อครูให้ออกไปทำกิจกรรมคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน

28. ฉันรู้สึกรำคาญเมื่อพ่อแม่หรือครูถามปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

29. คนเรียนเก่งคณิตศาสตร์ชอบถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่โดยไม่มีเหตุผล

โดยข้อความเชิงนิเสธ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ 5 คะแนน

ไม่เห็นด้วย ให้ 4 คะแนน

ไม่แน่ใจ ให้ 3 คะแนน

เห็นด้วย ให้ 2 คะแนน

เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ 1 คะแนน

โดยคะแนนเฉลี่ยจากข้อคำถามในเชิงนิมิตและเชิงนิเสธ นำไปแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ (สุรสาธิต ผาสุก. 2546: 51)

เชิงนิมิต	เชิงนิเสธ
1.00 – 1.49 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1.00 – 1.49 เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.50 – 2.49 ไม่เห็นด้วย	1.50 – 2.49 เห็นด้วย
2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ	2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ
3.50 – 4.49 เห็นด้วย	3.50 – 4.49 ไม่เห็นด้วย
4.50 – 5.00 เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.50 – 5.00 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นตัวบ่งชี้ว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลอง ดีกว่าก่อนการทดลอง พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย โดยถ้านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองมากกว่า ก่อนการทดลอง แสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง

จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ของโรงเรียนวัดไทรอารีรักษ์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พบว่า มีความถูกต้องของภาษาและเหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

7. แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

เป็นแบบวัดความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (ดูภาคผนวก ค) โดยมี มาตรฐานประเมิน 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 30 ข้อ โดยข้อคำถามที่ปรากฏในแบบการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อความ ลักษณะที่แสดงว่ามีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือข้อความเชิงนิมมาน ได้แก่ข้อ 1, 5, 7, 9, 13-20, 22, 24-25, 27-30 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อความในแต่ละข้อ ดังนี้

1. การปลูกต้นไม้เป็นประโยชน์ต่อตัวเราเองและครอบครัว
5. ในทุ่งนาแดดร้อนมาก เราควรปลูกต้นไม้ใหญ่ไว้ตามคันนาเป็นระยะเพื่อจะได้พักใต้ร่มเงาของต้นไม้
7. ควรนำน้ำที่ใช้ล้างผักและผลไม้แล้วไปใช้รดน้ำต้นไม้
9. อากาศที่ร้อนขึ้นทุกวันมีผลต่อการดำรงชีวิตของฉัน
13. ฉันคิดว่ามนุษย์เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม
14. ถ้าขาดพลังจากชาวบ้านทุกคนรวมกันการดูแลรักษาป่าชุมชนก็ไม่มีทางประสบความสำเร็จได้เลย
15. ถ้าฉันมีโอกาสฉันจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทน
16. ฉันจะภูมิใจมากที่ต้นไม้ที่ฉันปลูกเจริญเติบโตเป็นต้นไม้ใหญ่ได้
17. ฉันคิดว่าการตัดไม้ในป่ามาใช้บ่อยลงเป็นแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์ป่า
18. เราควรอนุรักษ์ป่าไม้จะได้มีแหล่งต้นน้ำลำธาร
19. การที่เยาวชนไปทำความสะอาดแหล่งน้ำเนื่องในโอกาสต่างๆเป็นเรื่องที่น่าชมเชย
20. ฉันคิดว่าโรงงานอุตสาหกรรมควรมีระบบบำบัดน้ำเสีย
22. เมื่อเห็นก๊อกน้ำปิดไม่สนิทฉันคิดว่าเป็นหน้าที่ของฉันที่จะต้องปิดให้เรียบร้อย

24. ถ้าฉันเห็นน้องทิ้งขยะลงคลองฉันจะเตือนน้องว่าไม่ควรกระทำ
25. ฉันอยากจะปลูกต้นไม้เพื่อช่วยลดมลพิษทางอากาศให้ลดลง
27. การเสนอข่าวผลเสียที่เกิดจากมลพิษทางอากาศเป็นสิ่งที่รัฐบาลและประชาชนต้องร่วมมือกัน
- เผยแพร่
28. รัฐบาลควรส่งเสริมให้มีการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชนอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง
29. การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ของฉันและคนทุกคน
30. นับจากวันนี้เป็นต้นไปเราควรปฏิบัติตนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยข้อความเชิงนิมิต มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
- | | |
|----------------------|-------------|
| เห็นด้วยอย่างยิ่ง | ให้ 5 คะแนน |
| เห็นด้วย | ให้ 4 คะแนน |
| ไม่แน่ใจ | ให้ 3 คะแนน |
| ไม่เห็นด้วย | ให้ 2 คะแนน |
| ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง | ให้ 1 คะแนน |
- ข้อความลักษณะที่แสดงว่าไม่มีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือข้อความเชิงนิเสธ ได้แก่ข้อ 2-4, 6, 8, 10-12, 21, 23, 26 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อความในแต่ละข้อ ดังนี้
2. ยุคปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้เราไม่จำเป็นต้องพึ่งพาป่าไม้อีกต่อไป
3. ถ้าฉันสร้างบ้านฉันจะสร้างบ้านที่ทำจากไม้สักทองทั้งหลังเพราะสวยงามและบ่งบอกถึงความมีรสนิยมดี
4. ฉันคิดว่าการที่ป่าไม้ถูกบุกรุกทำลายไม่ใช่เรื่องแปลก เพราะประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากป่ามากขึ้น
6. เมื่อตัดต้นไม้ในป่ามาขายนอกจากจะได้เงินแล้วยังได้พื้นที่ไว้ใช้ทำการเกษตรเพิ่มขึ้นอีก
8. ถ้าบ้านฉันอยู่ใกล้แหล่งน้ำฉันควรทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำเพื่อจะได้ประหยัดเวลา
10. ฉันรู้สึกเฉยๆที่เห็นคนขับรถปล่อยควันดำ
11. ไม่ควรมีกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ในที่ชุมชน เพราะการสูบบุหรี่เป็นเรื่องส่วนบุคคล
12. อากาศเสียไม่มีผลต่อร่างกายของฉันเพราะฉันมีขนจมูกช่วยกรองอากาศอยู่แล้ว
21. ฉันคิดว่าการอนุรักษ์น้ำควรจะทำเฉพาะฤดูที่มีน้ำน้อยส่วนฤดูที่มีน้ำมากไม่จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์

23. ไม่มีประโยชน์ที่เราจะช่วยกันรักษาแหล่งน้ำ ในเมื่อคนอื่นไม่ให้ความร่วมมือ

26. ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่ไม่สามารถป้องกันหรือแก้ไขได้

โดยข้อความเชิงนิเสธ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน

โดยคะแนนเฉลี่ยจากข้อคำถามในเชิงนิมิตและเชิงนิเสธ นำไปแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ (สุรสาธิต ผาสุก. 2546: 51)

เชิงนิมิต	เชิงนิเสธ
1.00 – 1.49 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1.00 – 1.49 เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.50 – 2.49 ไม่เห็นด้วย	1.50 – 2.49 เห็นด้วย
2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ	2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ
3.50 – 4.49 เห็นด้วย	3.50 – 4.49 ไม่เห็นด้วย
4.50 – 5.00 เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.50 – 5.00 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยพัฒนามาจากแบบวัดเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของ พิษณุ เดชไธ (2540: 116-120) จิตนภา เสถียรวิริยคุณ (2536: 141-143) ขวัญจิต เกียวพันธุ์ (2541: 184-187) และ ปิยะพงษ์ สุริยะพรหม (2546: 173-175)

ขั้นที่ 2 นำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมทั้งในแง่ความเหมาะสมและความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 3 นำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาจำนวน 1 คน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความละเอียดที่ควรปรับปรุง ดังนี้

เปลี่ยนข้อความข้อ 17 จาก “ฉันคิดว่าคนที่ไม่มีผู้ใดตัดไม้ในป่าชุมชนมาใช้ประโยชน์เลยถือว่าเป็นการอนุรักษ์ป่าชุมชนที่ประสบความสำเร็จที่สุด” เป็น “ฉันคิดว่าการตัดไม้ในป่ามาใช้ให้น้อยลงเป็นจุดเริ่มต้นที่จะประสบความสำเร็จในการอนุรักษ์ป่า” จากนั้นปรึกษาผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำไปทดลองนำร่อง

ขั้นที่ 4 นำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ของโรงเรียนวัดไพธอวาริรักษ์ อำเภอไพธอวาริ จังหวัดราชบุรี เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดโดยการหาค่าความเชื่อมั่นของครอนบัค (Cronbach) โดยผลการทดสอบ พบว่าแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมมีค่าความเชื่อมั่น 0.724 (ดูภาคผนวก จ)

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองภาคสนามและการเก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างและรูปแบบการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ราชบุรี เขต 2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนแย้มวิทยากร อำเภอไพธอวาริ จังหวัดราชบุรี ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

รูปแบบการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียวและมีการทดสอบก่อนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest only design) ซึ่งมีลักษณะดังนี้

		O_1	x	O_2
เมื่อ	x	เป็นการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง		
		O_1		เป็น pretest
		O_2		เป็น posttest

การกำหนดระยะเวลาในการทดลอง

ใช้เวลาในการทดลอง 20 ชั่วโมง สอนทุกวันวันละ 2 ชั่วโมง โดยสอนสัปดาห์ละ 5 วันโดยมีกำหนดการและระยะเวลาในการทดลองดังตาราง 14

ตาราง 14 กำหนดการและระยะเวลาในการทดลอง

กิจกรรม	ระยะเวลา
1.ทดสอบเครื่องมือกับนักเรียนที่มีความสามารถใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน	10 – 25 ก.ย. 2550
2.ทดสอบก่อนการทดลอง แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม	2 พ.ย. 2550
3.ทดลองสอน	5 - 16 พ.ย. 2550
4.ทดสอบหลังการทดลอง แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม สอบสัมภาษณ์หลังการทดลอง	19 - 21 พ.ย. 2550

การทดลองภาคสนาม

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล และการเชื่อมโยงบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา ที่ได้พัฒนาและผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและการทดลองนำร่องแล้ว ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนแย้มวิทยการ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 และในจำนวนนักเรียน 45 คนนี้ผู้วิจัยจะทำการสุ่มมาจำนวน 6 คนเพื่อเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลองภาคสนาม ดำเนินการ ดังนี้

1. ก่อนการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยตรวจสอบข้อสอบและดำเนินการ ดังนี้

1.1 จัดลำดับคะแนนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากมากไปหาน้อย และแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คนตามลำดับคะแนนจากการทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ

1.2 เลื่อนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 6 คนจากการจัดกลุ่มในข้อ 1.1 โดยการสุ่มอย่างง่ายกลุ่มละ 2 คน รวม 6 คนเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองภาคสนามด้วยตนเอง โดยสอนในเวลาเรียนปกติทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง ซึ่งรายละเอียดของกำหนดการสอนแสดงใน ภาคผนวก ข

นอกจากนี้ผู้วิจัยและครูประจำวิชาร่วมกันสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากการแบ่งกลุ่มกันทำกิจกรรมของนักเรียน โดยสังเกตพฤติกรรมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการแบ่งกลุ่มกันทำกิจกรรมวันละ 2 หรือ 3 กลุ่ม ส่วนการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมผู้วิจัยและครูประจำวิชาได้ร่วมกันสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากการแบ่งกลุ่มกันทำกิจกรรมในแต่ละเรื่องวันละ 4 กลุ่ม ในตอนแรกผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มโดยใช้ผลจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เรียงลำดับคะแนน ในการแบ่งกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีนักเรียน 4 คน และให้นักเรียนอยู่ในกลุ่มเดิมตลอดการทดลองเพื่อสะดวกในการสังเกต ซึ่งรายละเอียดของการสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม แสดงใน ภาคผนวก ข

3. หลังสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อดูพัฒนาการด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังจากผู้วิจัยตรวจสอบข้อสอบเพื่อให้คะแนนนักเรียนแต่ละคน ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียน

กลุ่มเป้าหมายจำนวน 6 คน เพื่อวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยนี้ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจะนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์จากข้อมูล/คำตอบ/เหตุผล ที่นักเรียนตอบใน แบบทดสอบ จากบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง เป็นอย่างไรโดยจัดเป็นกลุ่มตาม ความสามารถ ส่วนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจะทำการวิเคราะห์เชิง คุณภาพจากแบบสังเกตพฤติกรรมและการเขียนรายงานของนักเรียน โดยในแต่ละด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติอนุมานเพื่อประเมินผลการใช้กิจกรรมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล โดยนำคะแนนเฉลี่ยด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทำ แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ใช้สถิติพรรณนาในการประเมินผลเชิงคุณภาพโดยนำผลด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้ เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์ มาทำการ วิเคราะห์

2. การศึกษาทักษะการให้เหตุผล

ใช้สถิติอนุมานเพื่อประเมินผลการใช้กิจกรรมด้านทักษะการให้เหตุผลโดยนำคะแนนเฉลี่ยด้าน ทักษะการให้เหตุผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้

เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ใช้สถิติพรรณนาในการประเมินผลเชิงคุณภาพโดยนำผลด้านทักษะการให้เหตุผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์ มาทำการวิเคราะห์

3. การศึกษาทักษะการเชื่อมโยง

ใช้สถิติอนุमानเพื่อประเมินผลการใช้กิจกรรมด้านทักษะการให้เหตุผลโดยนำคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการเชื่อมโยงที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ใช้สถิติพรรณนาในการประเมินผลเชิงคุณภาพโดยนำผลด้านทักษะการเชื่อมโยงที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์ มาทำการวิเคราะห์

4. การศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ใช้สถิติอนุमानเพื่อประเมินผลการใช้กิจกรรมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ใช้สถิติพรรณนาในการประเมินผลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตพฤติกรรมและการเขียนรายงานของนักเรียน

5. การศึกษาการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

ใช้สถิติอนุमानเพื่อประเมินผลการใช้กิจกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ใช้สถิติพรรณนาในการประเมินผลเชิงจากแบบสังเกตพฤติกรรมและการเขียนรายงานของนักเรียน

สถิติที่ใช้

1. หาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC
2. หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (Cronbach alpha procedure)
3. การทดสอบ t แบบคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสนทนาให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นจึงศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวโดยศึกษาผลในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยขอ นำเสนอผลการวิจัยเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ด้านทักษะการให้เหตุผลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 3 ด้านทักษะการเชื่อมโยงจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 4 ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 5 ด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 1 ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาค้นคว้าของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล จะเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติอนุमान โดยเลือกนำคะแนนเฉพาะในส่วนของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่ นอกจากนี้ยังใช้สถิติพรรณนาเพื่อประเมินผลเชิงคุณภาพจากการทำแบบทดสอบ จากแบบสังเกตพฤติกรรม และจากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย 6 คน จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาประมวลโดยจัดเป็นกลุ่มตามระดับความเข้าใจเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์ดังตาราง 15

ตาราง 15 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล

ด้าน	กลุ่มที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
การเก็บรวบรวมข้อมูล: เมื่อกำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษาให้	นักเรียนไม่สามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือ พยายามอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่แนวคิดนั้นไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูล	นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ แต่ไม่มีการอธิบายว่าต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำอย่างไรเพื่อตอบคำถามของโจทย์	นักเรียนอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีการอธิบายว่าจะนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์หาคำตอบอย่างไร แต่ไม่มีการกล่าวสรุปคำตอบที่โจทย์ถาม	นักเรียนอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีกรอธิบายว่าจะนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์หาคำตอบอย่างไร แต่ไม่มีการกล่าวสรุปคำตอบที่โจทย์ถาม	นักเรียนอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม
การนำเสนอข้อมูล: เมื่อกำหนดข้อมูลให้	นักเรียนไม่สามารถเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ หรือ นักเรียนพยายามเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น แต่ไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูล	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น นักเรียนเขียนกราฟถูกต้องเพียงบางส่วน โดยอาจแบ่งเสกของกราฟผิดพลาดมากๆ หรือ เขียนกราฟถูกต้องแต่ไม่ลงรายละเอียดของกราฟเลย	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ ถูกต้องแต่มีข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น ไม่ลงรายละเอียดของ ชื่อกราฟ หรือข้อความกำกับแกน x, y หรือ ลงรายละเอียดผิดพลาดเล็กน้อย	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม	นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม
การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล: เมื่อกำหนดตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิวงกลมและกราฟเส้นให้	นักเรียนไม่สามารถอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ หรือนักเรียนพยายามอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูล ได้ถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงแนวคิดหรือแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบผิดหรือไม่สอดคล้องกับคำตอบและข้อมูล	นักเรียนอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูล ได้ถูกต้องและมีแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบแต่ไม่ชัดเจนหรือมีข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น แนวคิดที่แสดงนั้นให้ดูจากตัวเลขที่กำกับบนกราฟ หรือ ดูจากความสูงของกราฟ เป็นต้น	นักเรียนอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ ถูกต้องและแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบได้ชัดเจน เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูล	

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 3 ด้าน คือ 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล 2. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น และ 3. การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลในรูปแบบ ตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิวงกลม และกราฟเส้น ในการ นำเสนอผลการวิจัย จะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมก่อนโดยเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนและหลังการทดลอง จากนั้นจะแสดงการเปรียบเทียบความเข้าใจเป็นราย ด้าน

ผลการทดลองในภาพรวมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงใน ตาราง 16 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมในส่วนของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล จากการทำแบบทดสอบ ก่อนและหลังการทดลองด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ตาราง 16 เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ของกลุ่มตัวอย่างก่อน และหลังการทดลองในภาพรวม

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 26)	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนการทดลอง	45	13.6	12.793	$1 \times 10^{-16**}$
หลังการทดลอง	45	19		

**มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 16 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูล ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้คะแนนดิบรายบุคคลก่อนการทดลองและหลังการทดลองแสดง ด้วยงานแสดงลำต้นและใบ (Stem-and-Leaf) ได้ดังนี้

ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง
9997765	0	
99998877777666555444443333222211110	1	22223445555677778899
0	2	0000111122233334444456

ภาพประกอบ 10 คะแนนดิบเป็นรายบุคคลด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

หมายเหตุ จากงานแสดงลำดับและใบ ตัวเลขในช่องกลางเป็นตัวเลขในหลักสิบของคะแนนดิบ ตัวเลขในช่องทางซ้าย และทางขวาแต่ละตัวแสดงตัวเลขในหลักหน่วยของคะแนนดิบของแต่ละบุคคล ตัวอย่างเช่น ข้อมูลในแถวตอนที่ 2

ก่อนการทดลองมีนักเรียนได้คะแนน 10, 11, 11, 11,11 และคะแนนสุดท้ายคือ 19

หลังการทดลองมีนักเรียนได้คะแนน 12, 12, 12, 12, 13 และคะแนนสุดท้ายคือ 19

จากงานแสดงลำดับและใบ แสดงว่าก่อนการทดลองมีนักเรียน 1 คนได้ 5 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุด และมีนักเรียน 1 คนได้ 20 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนสูงสุด ส่วนหลังการทดลองมีนักเรียน 4 คนได้ 12 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุด และมีนักเรียน 1 คนได้ 26 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนเต็ม

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 3 ด้าน คือ 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล 2. การนำเสนอข้อมูล และ 3. การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล ผลของการประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละด้านจากการทำแบบทดสอบ ก่อนและหลังการทดลองแสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนและ
หลังการทดลองเป็นรายด้าน

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ยก่อน การทดลอง	ค่าเฉลี่ยหลัง การทดลอง	ค่าสถิติ (t)	p - value
การเก็บรวบรวมข้อมูล	4	0.8	1.36	2.974	$2.381 \times 10^{-3**}$
การนำเสนอข้อมูล	6	3.67	4.62	4.342	$4.089 \times 10^{-5**}$
การอ่าน เปรียบเทียบ และ วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	16	9.13	12.98	12.479	$2.35 \times 10^{-16**}$

** มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 17 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองทั้งสามด้านที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในทุกด้าน และเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในแต่ละด้านจากผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนก่อนการทดลองและหลังการทดลองในแต่ละด้านดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 เปรียบเทียบพัฒนาการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นรายด้าน
ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มเป็นรายด้าน

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ		ผลต่างของค่าเฉลี่ย ร้อยละ
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
การเก็บรวบรวมข้อมูล	20	33.89	13.89
การนำเสนอข้อมูล	61.11	77.04	15.93
การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ แนวโน้มของข้อมูล	57.08	81.11	24.03

จากตาราง 18 พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และ วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลมากที่สุด โดยมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 24.03 รองลงมาคือ ด้านการนำเสนอข้อมูล ซึ่งมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 15.93 ส่วนด้านการเก็บรวบรวม ข้อมูล มีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 13.89 ซึ่งน้อยกว่าสองด้านที่กล่าวมา เป็นที่น่าสังเกตว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าร้อยละ 70 ทุกด้าน ยกเว้นในด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลมีคะแนน เฉลี่ยหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละ 33.89

ต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล จากการทำแบบทดสอบ ผลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และจากการ สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายจำนวน 6 คน โดยการรายงานความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ ข้อมูล ซึ่งจะจำแนกตามระดับความเข้าใจออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ในเบื้องต้นจะเสนอผลของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำ แบบทดสอบหลังการทดลองในส่วนของแบบทดสอบแบบอัตนัย และผลจากการสัมภาษณ์ โดยแสดงเป็น ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม จำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่ม ดังตาราง 19

ตาราง 19 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการ ทดลองจำแนก เป็นรายด้านและรายกลุ่มระดับความเข้าใจแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมด

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนใน กลุ่มที่ 1	นักเรียนใน กลุ่มที่ 2	นักเรียนใน กลุ่มที่ 3	นักเรียนใน กลุ่มที่ 4
การเก็บรวบรวมข้อมูล	46.67	31.11	11.11	11.11
การนำเสนอข้อมูล	0	17.78	26.67	55.55
การอ่าน เปรียบเทียบ และ วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	1.48	20	20	58.52

จากตาราง 19 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 50 มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ในด้านที่ 2 คือ การนำเสนอข้อมูล (ร้อยละ 55.55) และ ในด้านที่ 3 คือ การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล (ร้อยละ 58.52) อยู่ในกลุ่มที่ 4 ซึ่งเป็นระดับสูงสุด กล่าวคือ นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม และนักเรียนอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุ แนวโน้มจากข้อมูลได้ถูกต้องและแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบได้ชัดเจน เหมาะสมและสอดคล้องกับ ข้อมูล สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ 3 อาจมีข้อบกพร่องเล็กน้อย ส่วนในด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียน ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 1 และ 2 คือ นักเรียนไม่สามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือ พยายามอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่แนวคิดนั้นไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูล และ นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ แต่ไม่มีการอธิบายว่าต้องนำข้อมูลที่เก็บ รวบรวมได้มาทำอย่างไรเพื่อตอบคำถามของโจทย์

นอกจากนี้เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละด้านของเนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูล จากผลจากการทำ แบบทดสอบ การสัมภาษณ์ และการสังเกตพฤติกรรม พบว่า

ด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากตัวอย่างโจทย์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเป็นโจทย์ที่ให้นักเรียนพิจารณาข้อความว่า “แนวทางการแก้ปัญหาโลกร้อนส่วนใหญ่ของนักเรียนในห้องนี้ คือ การปลูกต้นไม้” เป็นจริงหรือเท็จ พร้อมทั้ง อธิบายว่าจะต้องทำอย่างไร คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มีดังนี้

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ไม่สามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือ พยายามอธิบาย แนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่แนวคิดนั้นไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูล และจากการ สัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจโจทย์ และไม่เข้าใจว่าต้องอธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

นักเรียนในกลุ่มที่ 2 สามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ แต่ไม่มีการอธิบายว่า ต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำอย่างไรเพื่อตอบคำถามของโจทย์ และจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนสามารถบอกวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ แต่นักเรียนไม่ทราบว่าให้นำข้อมูลที่ได้อะไรไปทำอย่างไร จึง ตอบเพียงแค่วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ตอบว่า เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต เป็นต้น

นักเรียนในกลุ่มที่ 3 สามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีการอธิบายว่าจะ นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์หาคำตอบอย่างไร แต่ไม่มีการกล่าวสรุปคำตอบที่โจทย์ถาม

นักเรียนในกลุ่มที่ 4 สามารถอธิบายแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ชัดเจน ถูกต้อง และ เหมาะสม โดยมีตัวอย่างลักษณะของคำตอบ ดังภาพประกอบ 11

1. ตำรวจ หรือ สอยภุมณ์ นักเรียนในท้องถิ่นว่า แต่ละคนแก้ไขปัญหาวาระโกลร้อห์ด้วยวิธีใด.....
2. บันทึกคำตอบของนักเรียน แล้วให้กลุ่มเปรียบเทียบ.....
3. สรุปผล จากการสำรวจ... ถ้านักเรียนส่วนใหญ่แก้ไขปัญหาวาระโกลร้อห์อื่นโดยการปลูกต้นไม้ แสดงว่าข้อความนี้เป็นจริง... ถ้านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้แก้ไขปัญหาวาระโกลร้อห์โดยการปลูกต้นไม้ แสดงว่าข้อความนี้เป็นเท็จ.....

ภาพประกอบ 11 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล

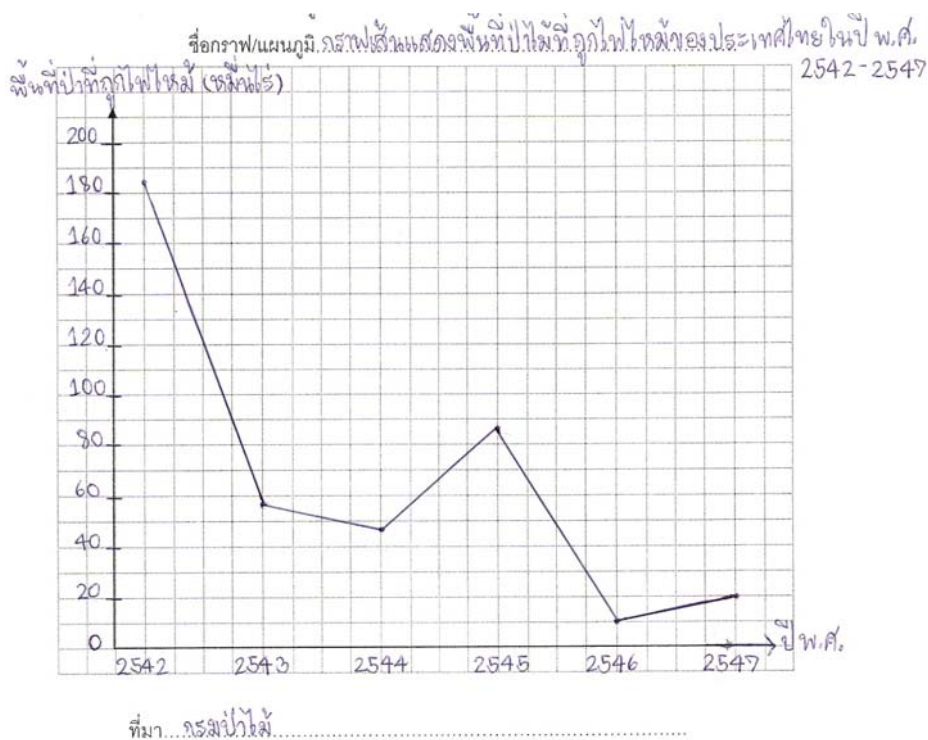
ด้านการนำเสนอข้อมูล

ไม่พบลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 1

นักเรียนในกลุ่มที่ 2 สามารถเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นนักเรียนเขียนกราฟถูกต้องเพียงบางส่วน โดยอาจแบ่งสเกลของกราฟผิดพลาดมากๆ หรือเขียนกราฟถูกต้องแต่ไม่ลงรายละเอียดของกราฟเลย และจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจความหมายของ สัญลักษณ์การย่อระยะทาง (\lesseqgtr) ซึ่งเคยเรียนมาแล้วในชั้น ป.5 ทำให้ใช้สัญลักษณ์นี้ไม่ถูกต้อง ส่งผลทำให้เกิดความผิดพลาดของการแบ่งสเกลในแนวตั้ง ซึ่งนักเรียนเข้าใจว่า สัญลักษณ์การย่อระยะทาง ใช้ในเมื่อมีการแบ่งสเกลในแนวตั้งไม่เท่ากัน จึงคิดว่า ถ้าช่วงแรกมีความกว้างน้อยกว่าช่วงอื่นๆ ก็สามารถใช้สัญลักษณ์นี้ได้เหมือนกัน

นักเรียนในกลุ่มที่ 3 สามารถเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ ถูกต้องแต่มีข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น ไม่ลงรายละเอียดของ ข้อความกำกับแกน x, y เป็นต้น

นักเรียนในกลุ่มที่ 4 สามารถเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม โดยมีตัวอย่างลักษณะของคำตอบ ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านการนำเสนอข้อมูล

ด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ไม่สามารถอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ หรือนักเรียนพยายามอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลแต่ไม่ถูกต้อง และจากการสัมภาษณ์ พบว่า เมื่อโจทย์ให้พิจารณาแนวโน้มของขยะในปี 2548 จากข้อมูล ปริมาณขยะในปี 2542-2547 นักเรียนตอบโดยไม่ได้พิจารณาใช้ข้อมูลที่กำหนดมาให้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าในปี 2548 ปริมาณขยะจะเป็นเช่นไร

ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 สามารถอ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ถูกต้อง แต่แนวคิดที่นักเรียนแสดงนั้นแตกต่างกัน จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ 2 แสดงแนวคิดโดยไม่ได้อ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้ นักเรียนแสดงแนวคิดในชีวิตจริงตามที่ตนเองคิดเท่านั้น ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่ 3 สามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการให้เปรียบเทียบ เนื่องจากมีคำว่า มากที่สุด ในโจทย์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูล ดังนั้น นักเรียนจึงพิจารณาข้อมูลในกราฟ แล้วนำมาตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่เมื่อให้

อธิบายแนวคิด นักเรียนอธิบายยังไม่ชัดเจน โดยแนวคิดที่นักเรียนแสดงนั้นดูจากความสูงของกราฟเท่านั้น สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ 4 สามารถแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบได้ชัดเจน เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูล โดยมีตัวอย่างลักษณะของคำตอบ ดังภาพประกอบ 13

คำตอบ ปริมาณ 1490 หมันตัน.....
 เหตุผล เริ่มพิจารณาจากข้อมูลปริมาณขยะของประเทศไทย ระหว่าง
 ปีพ.ศ. 2542-2547 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยี
 สารสนเทศและการสื่อสาร พบว่า ในแต่ละปี จะมีปริมาณขยะเพิ่ม
 มากขึ้นเรื่อยๆ ปริมาณปีละ 20 หมันตัน ซึ่งในปี พ.ศ. 2547 มี
 ปริมาณขยะประมาณ 1470 หมันตัน จึงคาดว่าในปี 2548 จะมีขยะเพิ่ม
 ขึ้นอีก 20 หมันตัน ซึ่งเท่ากับ 1490 หมันตัน ส่วนเหตุของการที่มีปริมาณ
 ขยะเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี คือ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการอุปโภค
 บริโภคมากขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณขยะมากขึ้น.....

ภาพประกอบ 13 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4
 ด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล

และจากการสัมภาษณ์ พบว่า ที่นักเรียนตอบ 1490 หมันตัน เนื่องจาก นักเรียนพิจารณาจาก
 แนวโน้มของข้อมูลในปี 2542-2547 นักเรียนเห็นว่า ปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นทุกปี ประมาณปีละ 20 หมัน
 ตัน และในปี 2547 มีปริมาณขยะประมาณ 1470 หมันตัน ทำให้ในปี 2548 น่าจะมีปริมาณขยะประมาณ
 1490 หมันตัน

สำหรับผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลอง จำนวน 22 ครั้งโดยใช้แบบ
 สังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยสังเกตทุกวันวันละ
 2-3 กลุ่ม ในการประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมได้แบ่งลักษณะพฤติกรรมที่สังเกตเป็นสองลักษณะ
 คือ มีการแสดงพฤติกรรม กับ ไม่มีการแสดงพฤติกรรม โดยมีรายละเอียดของการแสดงพฤติกรรมในแต่ละ
 ละประเด็น ดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	จำนวนครั้งที่สังเกต	มีการแสดงพฤติกรรม		ไม่มีการแสดงพฤติกรรม	
		จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน(ครั้ง)	ร้อยละ
1. การอธิบายถึงข้อมูลที่กำหนดให้หรือข้อมูลที่มีการนำเสนอ	22	22	100	0	0
2. การอธิบายถึงข้อมูลที่ต้องการทราบหรือต้องการหาคำตอบ	22	22	100	0	0
3. การอธิบายเพื่อหาแนวทางดำเนินการกับข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ	22	22	100	0	0
4. การวิเคราะห์ถึงการนำความรู้เกี่ยวกับกราฟหรือแผนภูมิมาใช้	22	19	86.36	3	13.64
5. การวิเคราะห์ถึงการใช้อ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้	22	20	90.90	2	9.10
6. การอธิบายเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่กำหนดให้	22	22	100	0	0
7. การอธิบายถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	22	22	100	0	0
8. การอธิบายเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	22	21	95.45	1	4.55
9. การอธิบายถึงองค์ประกอบและความถูกต้องในการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ	22	19	86.36	3	13.64

จากตาราง 20 พบว่า จากการสังเกตพฤติกรรม 22 ครั้งนักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 9 ประเด็นทุกครั้งหรือเกือบทุกครั้ง โดยพฤติกรรมที่นักเรียนแสดง 21 ใน 22 ครั้ง คือ การอธิบายเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดง 20 ใน 22 ครั้ง คือ การวิเคราะห์ถึงการใช้อ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้ ส่วนพฤติกรรมการวิเคราะห์ถึงการนำความรู้เกี่ยวกับกราฟหรือแผนภูมิมาใช้ และ การอธิบายถึงองค์ประกอบและความถูกต้องในการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุด คิดเป็น 19 ใน 22 ครั้ง ทั้งนี้การไม่แสดงพฤติกรรมเหล่านี้จะเกิดในช่วงแรกของการทดลอง

นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ในช่วงแรกนักเรียนไม่มีพฤติกรรม การวิเคราะห์ถึงการนำความรู้เกี่ยวกับกราฟหรือแผนภูมิมาใช้ และ การอธิบายถึงองค์ประกอบและความถูกต้องในการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ เนื่องจาก นักเรียนเขียนกราฟเส้นของข้อมูลที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง เพราะนักเรียนไม่เข้าใจความหมายของ สัญลักษณ์การย่อระยะทาง (\lesseqgtr) และในช่วงแรกนักเรียนไม่มีพฤติกรรม การวิเคราะห์ถึงการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ เนื่องจาก คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่ได้นำข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้ในการตอบคำถาม นักเรียนใช้เพียงความรู้หรือสิ่งที่พบในชีวิตจริงมาเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ในช่วงหลังนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลในทุกข้อที่มีการสังเกต และการตอบคำถามพร้อมแสดงเหตุผลของนักเรียนมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้และใช้ความรู้หรือสิ่งที่พบในชีวิตจริงมาเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบ

ตอนที่ 2 ด้านทักษะการให้เหตุผลจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะการให้เหตุผล จะเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติอนุมานเพื่อประเมินผลการใช้กิจกรรมด้านทักษะการให้เหตุผล โดยเลือกนำคะแนนเฉพาะในส่วนของทักษะการให้เหตุผล ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่ นอกจากนั้นยังใช้สถิติพรรณนาเพื่อประเมินผลเชิงคุณภาพจากการทำแบบทดสอบ จากแบบสังเกตพฤติกรรม และจากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย 6 คน จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาประมวลโดยจัดเป็นกลุ่มตามระดับการให้เหตุผลเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์ดังตาราง 21

ตาราง 21 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการให้เหตุผล

ด้าน	กลุ่มที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
การอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตอบ หรือตอบไม่สอดคล้องกับคำถามและไม่มี การแสดงเหตุผลใดๆ หรือ นักเรียนตอบถูกต้องแต่ไม่มี การแสดงเหตุผล หรือพยายามแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้น ผิดหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลเลย เมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้โดยตรงจากกราฟ หรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามถูกต้องและแสดง เหตุผล แต่เหตุผลที่แสดงนั้น สอดคล้องกับข้อมูลเพียงเล็กน้อย เช่น แสดงเหตุผลว่าดูจากความสูงของกราฟ หรือตัวเลขที่กำกับบนกราฟ เป็นต้น เมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้ โดยตรงจากกราฟ หรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยเหตุผลที่แสดงนั้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้การ เปรียบเทียบหรือมีการมองแนวโน้มจาก ข้อมูลนอกเหนือจากการมองเพียงตัวเลข หรือความสูงของกราฟ เมื่อให้อ่านข้อมูลที่ กำหนดให้หรือพบได้โดยตรงจากกราฟหรือ แผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การ วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถาม ถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้ ถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้ สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่าง สมเหตุสมผล ชัดเจนเมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือ พบได้โดยตรงจากกราฟหรือ แผนภูมิ การเปรียบเทียบ ข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล	
การพิจารณาข้อสรุปของข้อมูล	นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตอบ หรือตอบไม่สอดคล้องกับคำถามและไม่มี การแสดงเหตุผลใดๆ หรือ นักเรียนตอบถูกต้องแต่ไม่มี การแสดงเหตุผล พยายามแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้น ผิด หรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลเลย เช่น แสดงเหตุผลว่า เพราะตารางบอกไว้ อย่างนั้น หรือ เป็น คำตอบที่โจทย์กำหนดให้ เป็นต้น เมื่อให้อธิบายการถึงคำตอบที่กำหนดให้ หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้	นักเรียนตอบคำถามถูกต้องและแสดง เหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้นยังมีลักษณะ การอธิบายยังไม่ชัดเจนหรือสอดคล้องกับ ข้อมูลเพียงเล็กน้อย เมื่อให้อธิบายการถึง คำตอบที่กำหนดให้หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์และค่อนข้าง ชัดเจนเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้ หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้	นักเรียนกลุ่มนี้ตอบคำถาม ถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้ สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่าง สมเหตุสมผล ชัดเจนเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่ กำหนดให้ หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดง มาให้	

ทักษะการให้เหตุผล สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 2 ด้าน คือ 1. ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล 2. ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ในการนำเสนอผลการวิจัย จะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมก่อน โดยเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลก่อนและหลังการทดลอง จากนั้นจะแสดงการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลเป็นรายด้าน

ผลการทดลองในภาพรวมด้านทักษะการให้เหตุผล ดังแสดงในตาราง 22 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมในส่วนของทักษะการให้เหตุผล จากการทำแบบทดสอบก่อน และหลังการทดลองด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ตาราง 22 เปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผล ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม

ทักษะการให้เหตุผล	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 25)	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนการทดลอง	45	5.67	8.820	$1.384 \times 10^{-11**}$
หลังการทดลอง	45	12.49		

**มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 22 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการให้เหตุผล ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้คะแนนดิบรายบุคคลก่อนการทดลองและหลังการทดลองแสดงด้วยงานแสดงลำต้นและใบ (Stem-and-Leaf) ได้ดังนี้

ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง
9999888888777666655555433332222221110	0	1113334455666789999
210000	1	02345556666788899
	2	000013444

ภาพประกอบ 14 คะแนนดิบเป็นรายบุคคลด้านทักษะการให้เหตุผล

หมายเหตุ จากงานแสดงลำดับและใบ ตัวเลขในช่องกลางเป็นตัวเลขในหลักสิบของคะแนนดิบ ตัวเลขในช่องทางซ้าย และทางขวาแต่ละตัวแสดงตัวเลขในหลักหน่วยของคะแนนดิบของแต่ละบุคคล

จากงานแสดงลำดับและใบ แสดงว่าก่อนการทดลองมีนักเรียน 1 คนได้ 0 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุด และมีนักเรียน 1 คนได้ 12 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนสูงสุด ส่วนหลังการทดลองมีนักเรียน 3 คนได้ 1 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุด และมีนักเรียน 3 คนได้ 24 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนสูงสุด

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 2 ด้าน คือ 1. ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และ 2. ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ผลของการประเมินทักษะการให้เหตุผล ในแต่ละด้านจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองแสดงดังตาราง

ตาราง 23 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการให้เหตุผล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน

ทักษะการให้เหตุผล	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ยก่อน การทดลอง	ค่าเฉลี่ยหลัง การทดลอง	ค่าสถิติ (t)	p - value
ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูล อย่างสมเหตุสมผล	18	4.02	9.07	8.901	$1.066 \times 10^{-11}^{**}$
ความสามารถในการพิจารณา ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	7	1.64	3.42	6.739	$1.379 \times 10^{-8}^{**}$

** มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 23 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการให้เหตุผล ที่ได้จากการทำแบบทดสอบ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองทั้งสองด้านโดยมีระดับนัยสำคัญ 0.01 ในทุกด้าน และเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในแต่ละด้านจากผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนก่อนการทดลองและหลังการทดลองในแต่ละด้านดังแสดงในตาราง 24

ตาราง 24 เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการให้เหตุผลเป็นรายด้านของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มเป็นรายด้าน

ทักษะการให้เหตุผล	ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ		ผลต่างของค่าเฉลี่ย ร้อยละ
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล	22.35	50.37	28.02
ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	23.49	48.89	25.40

จากตาราง 24 พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล มากที่สุด โดยมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 28.02 รองลงมาคือ ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ซึ่งมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 25.40 ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก และหลังการทดลองทั้งสองด้านมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละใกล้เคียงกัน เท่ากับ 50.37 และ 48.89

ต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะการให้เหตุผล จากการทำแบบทดสอบ ผลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และจากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายจำนวน 6 คน โดยการรายงานทักษะการให้เหตุผล ซึ่งจะจำแนกตามระดับทักษะการให้เหตุผลออกเป็น 4 กลุ่มตามเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ในเบื้องต้นจะเสนอผลของทักษะการให้เหตุผลจากการทำแบบทดสอบหลังการทดลองในส่วน of แบบทดสอบแบบอัตนัย และผลจากการสัมภาษณ์ โดยแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม จำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่ม ดังตาราง 25

ตาราง 25 ทักษะการให้เหตุผล ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองจำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่มระดับการให้เหตุผลแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมด

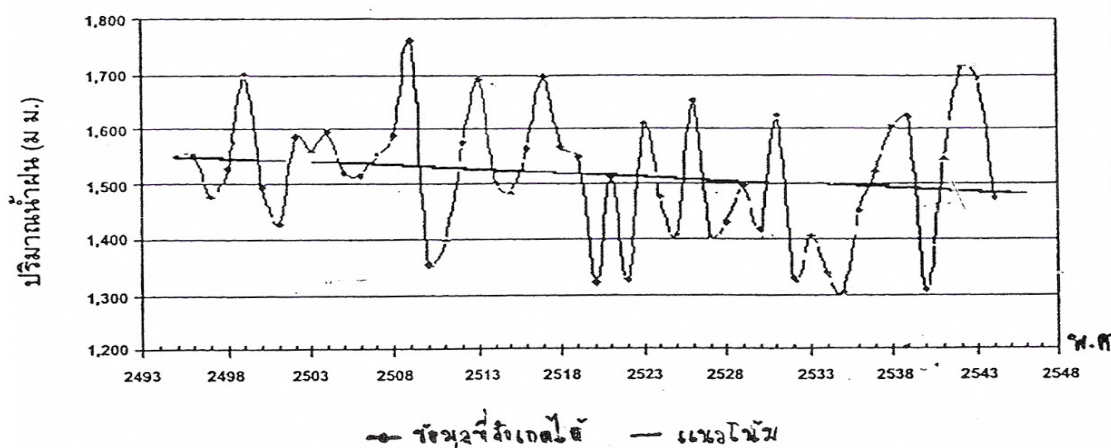
ทักษะการให้เหตุผล	นักเรียนใน กลุ่มที่ 1	นักเรียนใน กลุ่มที่ 2	นักเรียนใน กลุ่มที่ 3	นักเรียนใน กลุ่มที่ 4
ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การ วิเคราะห์และแสดงข้อสรุป ของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล	21.48	24.81	35.19	18.52
ความสามารถในการพิจารณา ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	25.56	28.89	30	15.55

จากตาราง 25 พบว่า ด้านความสามารถในการอธิบายการหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และ ด้านความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมีจำนวนนักเรียนอยู่ในทั้งสี่กลุ่มเป็นจำนวนไม่แตกต่างกันมากนัก โดยทั้งสองด้านมีนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่ 3 มากที่สุด (ร้อยละ 35.19 และ ร้อยละ 30) คือ นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยเหตุผลที่แสดงนั้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้การเปรียบเทียบหรือมีการมองแนวโน้มจากข้อมูลนอกเหนือจากการมองเพียงตัวเลขหรือความสูงของกราฟ เมื่อให้อ่านข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูลวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลที่กำหนดให้ และ นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์และค่อนข้างชัดเจนเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้ หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้ รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่ 2 (ร้อยละ 24.81 และ ร้อยละ 28.89) คือ นักเรียนตอบคำถามถูกต้องและแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้นสอดคล้องกับข้อมูลเพียงเล็กน้อย เช่น แสดงเหตุผลว่าดูจากความสูงของกราฟ หรือตัวเลขที่กำกับบนกราฟ เป็นต้น และ นักเรียนตอบคำถามถูกต้องและแสดงเหตุผล แต่เหตุผลที่แสดงนั้นมีลักษณะการอธิบายยังไม่ชัดเจนหรือสอดคล้องกับข้อมูลเพียงเล็กน้อย เมื่อให้อธิบายการถึงคำตอบที่กำหนดให้หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้

นอกจากนี้เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละด้านของทักษะการให้เหตุผล จากผลจากการทำแบบทดสอบ การสัมภาษณ์ และการสังเกตพฤติกรรม พบว่า

ด้านความสามารถในการอธิบายการหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล

จากตัวอย่างโจทย์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเป็นโจทย์ที่ให้นักเรียนพิจารณาว่า ปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยที่แสดงดังภาพประกอบ 15 เป็นอย่างไร และให้นักเรียนแสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น



ภาพประกอบ 15 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร) ของประเทศไทย
ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 – 2548 ของกรมชลประทาน

คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มีดังนี้

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ไม่ตอบ หรือตอบไม่สอดคล้องกับคำถามและไม่มีการแสดงเหตุผลใดๆ หรือนักเรียนตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือพยายามแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้นผิดหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลเลย เมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้โดยตรงจากกราฟหรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล และจากการสัมภาษณ์ ยืนยันว่า เหตุผลที่นักเรียนใช้มาจากความคิดของตนเองโดยไม่พิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้เลย

ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 สามารถตอบคำถามถูกต้องเมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้โดยตรงจากกราฟหรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล แต่เหตุผลที่นักเรียนใช้นั้นแตกต่างกัน จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ 2 ตอบเฉพาะข้อมูลที่สังเกตได้ โดยตอบว่า ปริมาณน้ำฝนลดลงและเพิ่มขึ้นทุกปี แต่เหตุผลสนับสนุนคำตอบดังกล่าวไม่ชัดเจนและไม่มีการมองแนวโน้มของข้อมูล ทำให้เหตุผลที่นักเรียนใช้นั้นสอดคล้องกับข้อมูลเพียงเล็กน้อย ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่ 3 มีการพิจารณาแนวโน้มของข้อมูล โดยตอบว่า แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนลดลงทุกปี โดยอ้างอิงถึงข้อมูลในการให้เหตุผล แต่การอธิบายรายละเอียดยังไม่ชี้รายละเอียดที่ยืนยันจากกราฟ สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ 4 แสดงเหตุผลได้สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล ชัดเจน โดยมีตัวอย่างลักษณะของคำตอบ ดังภาพประกอบ 16

คำตอบ. มีปริมาณน้ำฝนลดลงเรื่อยๆในแต่ละปี
 เหตุผล. เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ พบว่า ในแต่ละปีปริมาณน้ำ
 ฝนส่วนใหญ่มีปริมาณลดลง และในปีต่อไป ก็มีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ
 อาจเป็นเพราะ ฝนที่ตกลงมาจะตกไม่ทั่วถึงตามพื้นที่ และมีการใช้น้ำใน
 ปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ฝนไม่ตกตามฤดูกาล และมีปริมาณน้ำฝน

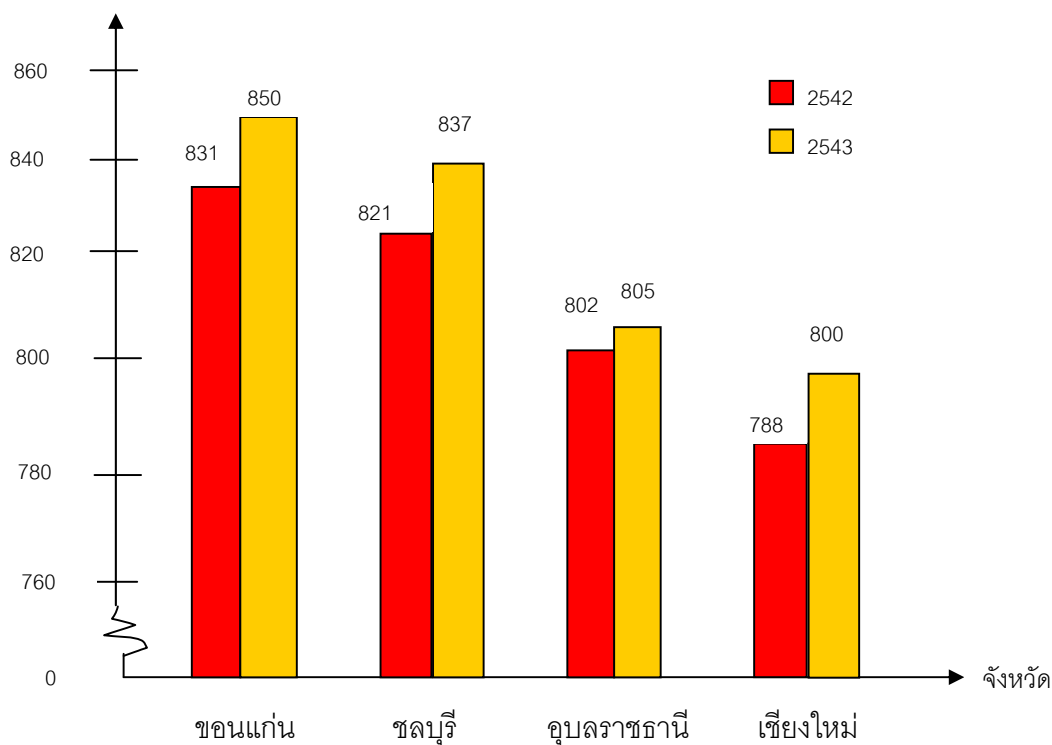
ภาพประกอบ 16 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านความสามารถในการอธิบาย
 การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล

ด้านความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

จากตัวอย่างโจทย์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเป็นโจทย์ที่ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำตอบของเด็กชายปี
 เกี่ยวกับปริมาณขยะมูลฝอยระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2543 ดังภาพประกอบ 17 ที่กล่าวว่า “จังหวัด
 ขอนแก่น ควรมีการเร่งแก้ไขเรื่องขยะมูลฝอยมากที่สุด เพราะมีปริมาณขยะมูลฝอยสูงที่สุด” นั้นถูกต้อง
 หรือไม่พร้อมแสดงเหตุผล

ปริมาณขยะมูลฝอยระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2543

ปริมาณขยะมูลฝอย(ตันต่อวัน)



ภาพประกอบ 17 ปริมาณขยะมูลฝอยระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2543 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มีดังนี้

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ไม่ตอบ หรือตอบไม่สอดคล้องกับคำถามและไม่มีการแสดงเหตุผลใดๆ หรือนักเรียนตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงเหตุผลพยายามแสดงเหตุผลแต่เหตุผลที่แสดงนั้นผิดหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลเลย เช่น นักเรียนใช้เหตุผลที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลที่กำหนดให้ โดยเหตุผลที่นักเรียนใช้เป็นเหตุผลจากการคิดขึ้นเองในชีวิตจริงของนักเรียน

ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่ 2 , 3 และ 4 สามารถตอบคำถามถูกต้องเมื่อให้อธิบายการถึงคำตอบที่กำหนดให้หรือ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางที่แสดงมาให้ แต่เหตุผลที่นักเรียนใช้นั้นแตกต่างกัน จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ 2 มีการอธิบายเหตุผลยังไม่ชัดเจน โดยตอบว่า จังหวัดขอนแก่น ควร

มีการเร่งแก้ไขขยะมูลฝอยมากที่สุดจริงตามที่เด็กชายบีกกล่าว เนื่องจากในปี 2542-2543 มีปริมาณขยะมูลฝอยมากที่สุด ส่วนนักเรียนในกลุ่มที่ 3 ลักษณะเหตุผลที่ใช้อธิบายมีความชัดเจนมากกว่ากลุ่มที่ 2 โดยตอบว่า จังหวัดขอนแก่น ควรมีการเร่งแก้ไขขยะมูลฝอยมากที่สุดจริงตามที่เด็กชายบีกกล่าว เพราะ จากข้อมูลที่กำหนดมาให้ พบว่า จังหวัดขอนแก่นมีปริมาณขยะมูลฝอยมากที่สุดทั้งในปี 2542 และ 2543 สำหรับนักเรียนในกลุ่มที่ 4 แสดงเหตุผลได้สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล โดยมีตัวอย่างลักษณะของคำตอบ ดังภาพประกอบ 18

ถูกต้อง เพราะ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยระหว่างปี พ.ศ. 2542-2543 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า จังหวัดขอนแก่น มีปริมาณขยะในปี พ.ศ. 2542 และ 2543 สูงถึง 831 และ 850 ตันต่อวัน ซึ่งมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับปีอื่นๆ จึงควรมีการเร่งแก้ไขปัญหานี้ของขยะมูลฝอยของ จ.ขอนแก่น มากที่สุด

ภาพประกอบ 18 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4
ด้านความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

สำหรับผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลอง จำนวน 22 ครั้งโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผลโดยสังเกตทุกวันวันละ 2-3 กลุ่ม ในการประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมได้แบ่งลักษณะพฤติกรรมที่สังเกตเป็นสองลักษณะคือ มีการแสดงพฤติกรรม กับ ไม่มีการแสดงพฤติกรรม โดยมีรายละเอียดของการแสดงพฤติกรรมในแต่ละประเด็น ดังตาราง 26

ตาราง 26 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านทักษะการให้เหตุผล

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	จำนวนครั้งที่สังเกต	มีการแสดงพฤติกรรม		ไม่มีการแสดงพฤติกรรม	
		จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน(ครั้ง)	ร้อยละ
1. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อ่านข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ	22	22	100	0	0
2. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้เปรียบเทียบข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ	22	19	86.36	3	13.64
3. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ	22	21	95.45	1	4.55
4. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้	22	19	86.36	3	13.64
5. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อธิบายถึงกราฟ/แผนภูมิที่กำหนดให้	22	22	100	0	0
6. การอภิปรายเพื่อพิจารณาเหตุผลของผู้อื่น	22	19	86.36	3	13.64

จากตาราง 26 พบว่า จากการสังเกตพฤติกรรม 22 ครั้งนักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านทักษะการให้เหตุผลทั้ง 6 ประเด็นทุกครั้งหรือเกือบทุกครั้ง โดยพฤติกรรมที่นักเรียนแสดง 21 ใน 22 ครั้ง คือ การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ ส่วนพฤติกรรมการแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้เปรียบเทียบข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้ และการอภิปรายเพื่อพิจารณาเหตุผลของผู้อื่น นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุด คิดเป็น 19 ใน 22 ครั้ง ทั้งนี้การไม่แสดงพฤติกรรมเหล่านี้จะเกิดในช่วงแรกของการทดลอง

นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะการให้เหตุผล พบว่า ในช่วงแรกนักเรียนไม่มีพฤติกรรม การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้เปรียบเทียบข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ และพฤติกรรมการแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้ เนื่องจาก เหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียนนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่ได้นำข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้ในการตอบคำถาม นักเรียนใช้เพียงความรู้หรือสิ่งที่

พบในชีวิตจริงมาเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบเพียงอย่างเดียวและไม่ค่อยสอดคล้องกับข้อมูล และ ในช่วงแรกนักเรียนไม่มีพฤติกรรม การอภิปรายเพื่อพิจารณาเหตุผลของผู้อื่น เนื่องจาก นักเรียนไม่มีการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตนเองออกมา มีแต่เพียงกลุ่มที่ออกมานำเสนอคำตอบที่แสดงเหตุผลออกมา แต่ ในช่วงหลังนักเรียนให้ความร่วมมือในการพิจารณาเหตุผลของกลุ่มที่ออกมานำเสนอ และมีการแสดงพฤติกรรมทักษะการให้เหตุผลในทุกข้อที่มีการสังเกต และการตอบคำถามพร้อมแสดงเหตุผลของนักเรียน มีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้และใช้ความรู้หรือสิ่งที่พบในชีวิตจริงมาเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบ

ตอนที่ 3 ด้านทักษะการเชื่อมโยงจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาค้นคว้าของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะการเชื่อมโยง จะเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติอนุमान โดยเลือกนำคะแนนเฉพาะในส่วนของทักษะการเชื่อมโยง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่ นอกจากนั้นยังใช้ใช้สถิติพรรณนาเพื่อประเมินผลเชิงคุณภาพจากการทำแบบทดสอบ จากแบบสังเกตพฤติกรรม และจากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย 6 คน จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาประมวลโดยจัดเป็นกลุ่มตามระดับการเชื่อมโยงเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์ดังตาราง 27

ตาราง 27 เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกลุ่มของทักษะการเชื่อมโยง

ด้าน	กลุ่มที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
การเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	นักเรียนไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรือพยายามเชื่อมโยง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนพยายามนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยเชื่อมโยงในเรื่องเดียวกับข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนพยายามนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร รวมทั้งมีการนำข้อมูลในชีวิตจริงมาอธิบายประกอบเพื่อยืนยันคำตอบของตัวเองด้วย

ทักษะการเชื่อมโยง สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาเพียง 1 ด้าน คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการวิจัยจะนำเสนอโดยเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงก่อนและหลังการทดลอง โดยแสดงในตาราง 28 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมในส่วนของทักษะการเชื่อมโยง จากการทำแบบทดสอบ ก่อนและหลังการทดลองด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ตาราง 28 เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม

ทักษะการเชื่อมโยง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 12)	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนการทดลอง	45	2.29	8.916	$1.017 \times 10^{-11}^{**}$
หลังการทดลอง	45	6.31		

**มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 28 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการเชื่อมโยง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้คะแนนดิบรายบุคคลก่อนการทดลองและหลังการทดลองแสดงด้วยงานแสดงลำต้นและใบ (Stem-and-Leaf) ได้ดังนี้

ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง
654444443333333333332222222222221111111110000	0	001111122244455556666677889999999
	1	0000111112

ภาพประกอบ 19 คะแนนดิบเป็นรายบุคคลด้านทักษะการเชื่อมโยง

หมายเหตุ จากงานแสดงลำตันและใบ ตัวเลขในช่องกลางเป็นตัวเลขในหลักสิบของคะแนนดิบ ตัวเลขในช่องทางซ้าย และทางขวาแต่ละตัวแสดงตัวเลขในหลักหน่วยของคะแนนดิบของแต่ละบุคคล

จากงานแสดงลำตันและใบ แสดงว่าก่อนการทดลองมีนักเรียน 4 คนได้ 0 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุด และมีนักเรียน 1 คนได้ 6 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนสูงสุดของก่อนการทดลองและเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนหลังการทดลองมีนักเรียนเพียง 2 คนได้ 0 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนต่ำสุด และมีนักเรียน 1 คนได้ 12 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนเต็ม นอกจากนั้นยังมีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังการทดลองตั้งแต่ 10 คะแนนขึ้นไปถึง 10 คน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 1 ด้าน คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลองเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการ ได้แสดงในตาราง 29

ตาราง 29 เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการเชื่อมโยงของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม

ทักษะการเชื่อมโยง	ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ		ผลต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละ
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
ความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหา คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	19.07	52.59	33.52

จากตาราง 29 พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 33.52 และหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละมากกว่า 50

ต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะการเชื่อมโยง จากการทำแบบทดสอบ ผลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และจากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายจำนวน 6 คน โดยการรายงานทักษะการเชื่อมโยง ซึ่งจะจำแนกตามระดับทักษะการเชื่อมโยงออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ในเบื้องต้นจะเสนอผลของทักษะการเชื่อมโยงจากการทำแบบทดสอบหลังการทดลองในส่วน of แบบทดสอบแบบอัตนัย และผลจากการสัมภาษณ์ โดยแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม จำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่ม ดังตาราง 30

ตาราง 30 ทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองจำแนกเป็นรายด้านและรายกลุ่ม ระดับการเชื่อมโยงแสดงเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมด

ทักษะการเชื่อมโยง	นักเรียนใน กลุ่มที่ 1	นักเรียนใน กลุ่มที่ 2	นักเรียนใน กลุ่มที่ 3	นักเรียนใน กลุ่มที่ 4
ด้านความสามารถในการ เชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหา ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	22.22	21.67	32.22	23.89

จากตาราง 30 พบว่า ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีจำนวนนักเรียนกระจายอยู่ในทั้งสี่กลุ่มเป็นจำนวนไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่ 3 มากที่สุด (ร้อยละ 32.22) คือ นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่ 4 (ร้อยละ 23.89) คือ นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่า

สถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร รวมทั้งมีการนำข้อมูลในชีวิตจริงมาอธิบายประกอบเพื่อยืนยันคำตอบของตัวเองด้วย

นอกจากนี้เมื่อพิจารณารายละเอียดของทักษะการเชื่อมโยง จากผลจากการทำแบบทดสอบ การสัมภาษณ์ และการสังเกตพฤติกรรม พบว่า

ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

จากตัวอย่างโจทย์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเป็นโจทย์ที่ให้นักเรียนพิจารณาว่า สถานการณ์เกี่ยวกับ ไฟไหม้ป่าของประเทศไทยที่แสดงดังตาราง 31 เป็นอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายตามความเข้าใจ

ตาราง 31 พื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ (หมื่นไร่) ของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2542 – 2547 ของกรมป่าไม้

ปี พ.ศ.	พื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ (หมื่นไร่)
2542	184
2543	58
2544	48
2545	87
2546	10
2547	20

คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มีดังนี้

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อม หรือพยายามเชื่อมโยง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้ และจากการ การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนพยายามจะเชื่อมโยงกับชีวิตจริง แต่ไม่เหมาะสมและไม่เชื่อมโยงจาก ข้อมูลที่กำหนดให้ โดยนักเรียนใช้ความคิดของตนเองในการเชื่อมโยง

นักเรียนในกลุ่มที่ 2 พยายามนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยเชื่อมโยงในเรื่องเดียวกับข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และ

จากการการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนมีการนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และเชื่อมโยงในเรื่องเดียวกับข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ข้อมูลที่นักเรียนนำมาใช้เชื่อมโยงนั้นนักเรียนใช้เพียงข้อมูลพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ ปี 2547 เพียงปีเดียวเท่านั้น โดยนักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ของประเทศไทยตั้งแต่ ปี 2542-2547 ดังที่โจทย์กำหนดให้

นักเรียนในกลุ่มที่ 3 สามารถนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร และจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีการนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และบอกได้ถูกต้องว่า สถานการณ์เกี่ยวกับไฟไหม้ป่าของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง แต่นักเรียนไม่ได้นำข้อมูลจากชีวิตจริงมาร่วมอธิบายด้วย

นักเรียนในกลุ่มที่ 4 สามารถนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร รวมทั้งมีการนำข้อมูลในชีวิตจริงมาอธิบายประกอบเพื่อยืนยันคำตอบของตัวเองด้วย โดยมีตัวอย่างลักษณะของคำตอบ ดังภาพประกอบ 20

มีแนวโน้มที่จะดีขึ้น เพราะ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกไฟไหม้ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2542-2547 ของกรมป่าไม้ พบว่า ในปี พ.ศ. 2542-2546 มีพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกไฟไหม้ ลดลงเรื่อยๆ จึงคาดว่า สถานการณ์ป่าไม้ของประเทศไทย มีแนวโน้มที่จะดีขึ้น อาจเป็นเพราะรัฐบาลมีการรณรงค์ให้ปลูกป่ามากขึ้น... และมีการป้องกันไฟไหม้ป่ามากขึ้น

ภาพประกอบ 20 ลักษณะคำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 4 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

สำหรับผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลอง จำนวน 22 ครั้งโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงโดยสังเกตทุกวันวันละ 2-3 กลุ่ม ในการประเมินผลจากการ

สังเกตพฤติกรรมได้แบ่งลักษณะพฤติกรรมที่สังเกตเป็นสองลักษณะคือ มีการแสดงพฤติกรรม กับ ไม่มีการแสดงพฤติกรรม โดยมีรายละเอียดของการแสดงพฤติกรรมในแต่ละประเด็น ดังตาราง 32

ตาราง 32 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านทักษะการเชื่อมโยง

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	จำนวนครั้งที่สังเกต	มีการแสดงพฤติกรรม		ไม่มีการแสดงพฤติกรรม	
		จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน(ครั้ง)	ร้อยละ
1. การอภิปรายถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับชีวิตจริง	22	22	100	0	0
2. การนำความรู้หรือสิ่งที่พบในชีวิตจริงมาวิเคราะห์หาข้อสรุปหรือคำตอบ	22	21	95.45	1	4.55
3. การอภิปรายขยายแนวคิดโดยมองแนวโน้มจากข้อมูลไปสู่สถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	22	20	90.90	2	9.10
รวม	66	63	95.45	3	4.55

จากตาราง 32 พบว่า จากการสังเกตพฤติกรรม 22 ครั้งนักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านทักษะการเชื่อมโยงทั้ง 3 ประเด็นทุกครั้งหรือเกือบทุกครั้ง โดยพฤติกรรมที่นักเรียนแสดง 21 ใน 22 ครั้ง คือ การนำความรู้หรือสิ่งที่พบในชีวิตจริงมาวิเคราะห์หาข้อสรุปหรือคำตอบ ส่วนพฤติกรรมการอภิปรายขยายแนวคิดโดยมองแนวโน้มจากข้อมูลไปสู่สถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุด คิดเป็น 20 ใน 22 ครั้ง ทั้งนี้การไม่แสดงพฤติกรรมเหล่านี้จะเกิดในช่วงแรกของการทดลอง

นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะการเชื่อมโยง พบว่า ในช่วงแรกนักเรียนไม่สามารถอภิปรายขยายแนวคิดโดยมองแนวโน้มจากข้อมูลไปสู่สถานการณ์จริงได้ เนื่องจาก นักเรียนไม่สามารถพิจารณาแนวโน้มจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ เช่น นักเรียนตอบว่า จำนวนเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์มลพิษเริ่มจากน้อยไปมากและลดน้อยลงทำให้เกิดความสับสน จึงไม่สามารถระบุสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทยได้ แต่ในช่วงหลังนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมทักษะเชื่อมโยง

ในทุกข้อที่มีการสังเกต และการตอบคำถามพร้อมแสดงเหตุผลของนักเรียนมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้และใช้ความรู้หรือสิ่งที่พบในชีวิตจริงมาเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบ

ตอนที่ 4 ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติอนุमान โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดเจตติก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่ นอกจากนี้ยังใช้สถิติพรรณนาเพื่อประเมินผลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตพฤติกรรม และจากการเขียนรายงานของนักเรียน

ในการนำเสนอผลการวิจัย จะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง จากนั้นจะแสดงการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นรายชื่อ

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบวัดที่มีมาตราประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 : เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 : เห็นด้วย 3 : ไม่แน่ใจ 2 : ไม่เห็นด้วย 1 : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง สำหรับข้อความลักษณะที่แสดงว่ามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์หรือข้อความเชิงนิมาน ส่วนข้อความลักษณะที่แสดงว่ามีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์หรือข้อความเชิงนิเสธนั้นมีมาตราประเมินค่า 5 ระดับเช่นกัน ได้แก่ 1 : เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2 : เห็นด้วย 3 : ไม่แน่ใจ 4 : ไม่เห็นด้วย 5 : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดยคะแนนเฉลี่ยจากข้อคำถามในเชิงนิมานและเชิงนิเสธ นำไปแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

เชิงนิมาน	เชิงนิเสธ
1.00 – 1.49 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1.00 – 1.49 เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.50 – 2.49 ไม่เห็นด้วย	1.50 – 2.49 เห็นด้วย
2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ	2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ
3.50 – 4.49 เห็นด้วย	3.50 – 4.49 ไม่เห็นด้วย
4.50 – 5.00 เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.50 – 5.00 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผลการทดลองในภาพรวมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 33 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ตาราง 33 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 150)	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนการทดลอง	45	108.16	3.494	$0.549 \times 10^{-3**}$
หลังการทดลอง	45	114.40		

**มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 33 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 และเมื่อแยกพิจารณาเป็นรายข้อ ได้ผลดังแสดงในตาราง 34

ตาราง 34 แสดงผลการประเมินเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกเป็นรายข้อ

ข้อคำถาม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ข้อความเชิงนิมาน				
1. คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบ	4.40	เห็นด้วย	4.73	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมี ขั้นตอน	4.00	เห็นด้วย	4.36	เห็นด้วย
3. ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.64	เห็นด้วย	4.13	เห็นด้วย
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฉันมีความ กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ	3.62	เห็นด้วย	4.09	เห็นด้วย
5. ฉันชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชา อื่นๆโดยเฉพาะวิชาที่ต้องท่องจำ	3.33	ไม่แน่ใจ	3.42	ไม่แน่ใจ
6. ฉันชอบหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทายความคิดอยู่ เสมอ	3.51	เห็นด้วย	3.69	เห็นด้วย
8. ฉันสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้ รวดเร็วกว่าวิชาอื่น	3.47	ไม่แน่ใจ	3.47	ไม่แน่ใจ
9. ฉันสามารถตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ดีกว่าวิชาอื่น	3.36	ไม่แน่ใจ	3.42	ไม่แน่ใจ
10. คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนดี ขึ้น	4.13	เห็นด้วย	4.51	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12. ฉันขยันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์	4.00	เห็นด้วย	3.98	เห็นด้วย
14. ฉันสบายใจเมื่อได้ทำกิจกรรมหรืองาน เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.60	เห็นด้วย	3.80	เห็นด้วย
15. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก	3.82	เห็นด้วย	4.13	เห็นด้วย

ตาราง 34 (ต่อ)

ข้อความคำถาม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
17. ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบวิชา คณิตศาสตร์	3.64	เห็นด้วย	3.69	เห็นด้วย
18. ฉันชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์อยู่เสมอ	3.38	ไม่แน่ใจ	3.69	เห็นด้วย
19. คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมี เหตุผล	4.24	เห็นด้วย	4.44	เห็นด้วย
20. ฉันมีความมั่นใจมากเวลาคิดคำนวณทาง คณิตศาสตร์	3.71	เห็นด้วย	3.69	เห็นด้วย
21. ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่อยู่รอบตัวให้เกี่ยวข้องกับ กับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ	3.47	ไม่แน่ใจ	4.02	เห็นด้วย
22. ฉันอยากให้เพื่อนๆทำการบ้านวิชา คณิตศาสตร์ได้	4.09	เห็นด้วย	4.29	เห็นด้วย
26. ฉันชอบตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.44	ไม่แน่ใจ	3.78	เห็นด้วย
27. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยาก ถ้าใช้ความ พยายาม	4.29	เห็นด้วย	4.36	เห็นด้วย
30. ฉันชอบนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การคิดเงินทอน	4.51	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.53	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ภาพรวมของข้อความเชิงนิมิตาน	3.79	เห็นด้วย	4.01	เห็นด้วย

ตาราง 34 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ข้อความเชิงนิเสธ				
7. วิชาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย	3.62	ไม่เห็นด้วย	3.82	ไม่เห็นด้วย
11. ฉันไม่สนุกกับการคิดคำนวณที่ซับซ้อน	3.18	ไม่แน่ใจ	3.40	ไม่แน่ใจ
13. ฉันไม่อยากทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์	3.38	ไม่แน่ใจ	3.56	ไม่เห็นด้วย
16. ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาอื่นมากกว่าวิชาคณิตศาสตร์	3.44	ไม่แน่ใจ	2.98	ไม่แน่ใจ
23. ฉันรู้สึกหนักใจเมื่อเข้าสอบวิชาคณิตศาสตร์	2.71	ไม่แน่ใจ	3.04	ไม่แน่ใจ
24. ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเพิ่มชั่วโมงเรียนวิชาอื่นแทน	3.80	ไม่เห็นด้วย	3.91	ไม่เห็นด้วย
25. ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัว เมื่อครูให้ออกไปทำกิจกรรมคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน	2.31	เห็นด้วย	2.87	ไม่แน่ใจ
28. ฉันรู้สึกรำคาญเมื่อพ่อแม่หรือครูถามปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.58	ไม่เห็นด้วย	3.53	ไม่เห็นด้วย
29. คนเรียนเก่งคณิตศาสตร์ชอบถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่โดยไม่มีเหตุผล	3.29	ไม่แน่ใจ	3.04	ไม่แน่ใจ
ภาพรวมของข้อความเชิงนิเสธ	3.26	ไม่แน่ใจ	3.35	ไม่แน่ใจ

จากตาราง 34 ภาพรวมของข้อความเชิงนิเสธและข้อความเชิงนิเสธ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง และเมื่อพิจารณาในรายข้อจะพบว่า ภายหลังการทดลอง ข้อความที่แสดงว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุดคือ ข้อความ “คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบ” รองลงมา คือ ข้อความ “ฉันชอบนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การคิดเงินทอน” และข้อความที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4 ขึ้นไป

เป็นข้อความเชิงนิมาน ซึ่งแปลความได้ว่า เห็นด้วยและเห็นด้วยอย่างยิ่ง ได้แก่ ข้อความ “การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฉันมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนดีขึ้น คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่อยู่รอบตัวให้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ฉันอยากให้เพื่อนๆ ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้ และคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยาก ถ้าใช้ความพยายาม ” นอกจากนี้ข้อความที่แสดงว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์น้อย หรือมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3 เป็นข้อความเชิงนิเสธ ซึ่งแปลความได้ว่า ไม่น่าใจ ได้แก่ ข้อความ “ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาอื่นมากกว่าวิชาคณิตศาสตร์ และ ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัว เมื่อครูให้ออกไปทำกิจกรรมคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน ”

ต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และจากการเขียนรายงานของนักเรียน

สำหรับผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลอง จำนวน 22 ครั้งโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยสังเกตทุกวันวันละ 2-3 กลุ่ม ในการประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมได้แบ่งลักษณะพฤติกรรมที่สังเกตเป็นสองลักษณะคือ มีการแสดงพฤติกรรม กับ ไม่มีการแสดงพฤติกรรม โดยมีรายละเอียดของการแสดงพฤติกรรมในแต่ละประเด็น ดังตาราง 35

ตาราง 35 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านเจตคติต่อ
วิชาคณิตศาสตร์

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	จำนวนครั้งที่สังเกต	มีการแสดงพฤติกรรม		ไม่มีการแสดงพฤติกรรม	
		จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน(ครั้ง)	ร้อยละ
1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์	22	22	100	0	0
2. นักเรียนให้ความร่วมมือในการวิเคราะห์ปัญหา/สถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมด้วยความสนใจ	22	22	100	0	0
3. นักเรียนมีท่าทางยิ้มแย้มแจ่มใสขณะทำงาน	22	22	100	0	0
4. นักเรียนอภิปรายประกอบด้วยเหตุผลกับเพื่อนในกลุ่มย่อย	22	19	86.36	3	13.64
5. นักเรียนตั้งใจเรียนในชั้นเรียนตลอดคาบเรียน	22	22	100	0	0
6. นักเรียนมีความขวนขวายที่จะถามครูหรือเพื่อนเมื่อเจอกับอุปสรรคหรือปัญหา	22	19	86.36	3	13.64
7. นักเรียนทำงานเสร็จทันเวลา	22	22	100	0	0
8. นักเรียนแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ	22	22	100	0	0
9. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา	22	22	100	0	0
10. นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมเหตุผลต่อเพื่อนและครูด้วยความมั่นใจ	22	22	100	0	0
11. นักเรียนมีความสนใจฟังเพื่อนพร้อมคิดตามเมื่อเพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน	22	20	90.90	2	9.10
12. นักเรียนตอบคำถามของเพื่อนและครูด้วยความมั่นใจ	22	21	95.45	1	4.55
13. นักเรียนมีความสนใจในการอภิปรายด้วยเหตุผลร่วมกับครูและเพื่อนทั้งชั้นเรียน	22	21	95.45	1	4.55
รวม	286	276	96.50	10	3.50

จากตาราง 35 พบว่า จากการสังเกตพฤติกรรม 22 ครั้งนักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 13 ประเด็นทุกครั้งหรือเกือบทุกครั้ง โดยพฤติกรรมที่นักเรียนแสดง 21 ใน 22 ครั้ง คือ นักเรียนตอบคำถามของเพื่อนและครูด้วยความมั่นใจ และนักเรียนมีความสนใจในการอภิปรายด้วยเหตุผลร่วมกับครูและเพื่อนทั้งชั้นเรียน และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดง 20 ใน 22 ครั้ง คือ นักเรียนมีความสนใจฟังเพื่อนพร้อมคิดตามเมื่อเพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน ส่วนพฤติกรรมนักเรียนอภิปรายประกอบด้วยเหตุผลกับเพื่อนในกลุ่มย่อย และนักเรียนมีความขวนขวายที่จะถามครูหรือเพื่อนเมื่อเจอกับอุปสรรคหรือปัญหา นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุด คิดเป็น 19 ใน 22 ครั้ง ทั้งนี้การไม่แสดงพฤติกรรมเหล่านี้จะเกิดในช่วงแรกของการทดลอง

นอกจากนี้ในภาพรวมจากการสังเกตพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า

ในช่วงแรกนักเรียนยังไม่เข้าใจการทำงานแบบกลุ่มว่าต้องให้ความร่วมมือและช่วยเหลือกันในกลุ่มและใช้การอภิปราย บางกลุ่มมีนักเรียนเพียง 1 หรือ 2 คนเท่านั้นที่ช่วยกันพิจารณาคำตอบ และในช่วงแรกนักเรียนจะไม่มีการถามครูเลยเมื่อพบอุปสรรคหรือปัญหาในการพิจารณาคำตอบ มีนักเรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่ถามเพื่อนบ้างเมื่อพบอุปสรรคหรือปัญหาในการทำงาน แต่ในช่วงหลังนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น และนักเรียนเรียนรู้ถึงระบบการทำงานเป็นกลุ่ม

สำหรับผลจากการเขียนรายงานความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และชอบวิชาคณิตศาสตร์ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในเชิงบวก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

.... ชอบ เพราะวิชาคณิตศาสตร์ทำให้เราได้คิดอย่างเป็นระบบ นำไปประยุกต์ใช้ใน
ชีวิตประจำวันได้ มีการบูรณาการเกี่ยวโยงไปกับวิชาอื่นๆ ทำให้เป็นคนมีเหตุผลและรอบคอบมากขึ้น
ทำให้เรามีความพยายามที่จะหาคำตอบ และมีความคิดสร้างสรรค์.....

....ชอบวิชาคณิตศาสตร์ เพราะ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้คนมีเหตุผล รู้จักคิดวิเคราะห์อย่าง
รอบคอบ และมีการคิดอย่างเป็นระบบและเป็นวิชาที่แตกต่างจากวิชาอื่น เพราะใช้ความเข้าใจมากกว่า
การท่องจำ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วย

....ชอบวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในเรื่องของกราฟ/แผนภูมิ เนื่องจากทำให้รู้สึกเหมือนกับ
ไม่ได้เรียนในห้องเรียน และได้เห็นถึงความเกี่ยวโยงของวิชาคณิตศาสตร์กับสิ่งแวดล้อม

.....ชอบวิชาคณิตศาสตร์ เพราะ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก และได้เชื่อมโยงไปสู่วิชาวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 5 ด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม จะเสนอผลการประเมินโดยใช้สถิติอนุมาน โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการทดลองมาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ t แบบคู่ นอกจากนี้ยังใช้สถิติพรรณนาเพื่อประเมินผลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตพฤติกรรม และจากการเขียนรายงานของนักเรียน

ในการนำเสนอผลการวิจัย จะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการทดลอง จากนั้นจะแสดงการเปรียบเทียบการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นรายข้อ

แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นแบบวัดที่มีมาตราประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 : เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 : เห็นด้วย 3 : ไม่แน่ใจ 2 : ไม่เห็นด้วย 1 : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง สำหรับข้อความลักษณะที่แสดงว่ามีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือข้อความเชิงนิมมาน ส่วนข้อความลักษณะที่แสดงว่าไม่มีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือข้อความเชิงนิเสธ นั้นมีมาตราประเมินค่า 5 ระดับเช่นกัน ได้แก่ 1 : เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2 : เห็นด้วย 3 : ไม่แน่ใจ 4 : ไม่เห็นด้วย 5 : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดยคะแนนเฉลี่ยจากข้อคำถามในเชิงนิมมานและเชิงนิเสธนำไปแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

เชิงนิมมาน	เชิงนิเสธ
1.00 – 1.49 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1.00 – 1.49 เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.50 – 2.49 ไม่เห็นด้วย	1.50 – 2.49 เห็นด้วย
2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ	2.50 – 3.49 ไม่แน่ใจ
3.50 – 4.49 เห็นด้วย	3.50 – 4.49 ไม่เห็นด้วย
4.50 – 5.00 เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.50 – 5.00 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผลการทดลองในภาพรวมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตาราง 36 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม จากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการทดลองด้วยการทดสอบ t แบบคู่

ตาราง 36 เปรียบเทียบการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม

การมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 150)	ค่าสถิติ (t)	p-value
ก่อนการทดลอง	45	126.53	6.040	$1.474 \times 10^{-7}^{**}$
หลังการทดลอง	45	135.42		

**มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 36 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ได้จากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 5 และเมื่อแยกพิจารณาเป็นรายข้อ ได้ผลดังแสดงในตาราง 37

ตาราง 37 แสดงผลการประเมินการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกเป็นรายชื่อ

ข้อความ	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ข้อความเชิงนิมิต				
1. การปลูกต้นไม้เป็นประโยชน์ต่อตัวเราเองและครอบครัว	4.69	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.91	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5. ในทุ่งนาแดดร้อนมาก เราควรปลูกต้นไม้ใหญ่ไว้ตามคันนาเป็นระยะเพื่อจะได้พักใต้ร่มเงาของต้นไม้	4.51	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.56	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7. ควรนำน้ำที่ใช้ล้างผักและผลไม้แล้วไปใช้รดน้ำต้นไม้	4.40	เห็นด้วย	4.69	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9. อากาศที่ร้อนขึ้นทุกวันมีผลต่อการดำรงชีวิตของฉัน	3.76	เห็นด้วย	4.27	เห็นด้วย
13. ฉันคิดว่ามนุษย์เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม	4.09	เห็นด้วย	4.40	เห็นด้วย
14. ถ้าขาดพลังจากชาวบ้านทุกคนรวมกันการดูแลรักษาป่าชุมชนก็ไม่มีทางประสบความสำเร็จได้เลย	4.07	เห็นด้วย	4.47	เห็นด้วย
15. ถ้าฉันมีโอกาสฉันจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทน	4.49	เห็นด้วย	4.71	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
16. ฉันจะภูมิใจมากที่ต้นไม้ที่ฉันปลูกเจริญเติบโตเป็นต้นไม้ใหญ่ได้	4.76	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.89	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
17. ฉันคิดว่าการตัดไม้ในป่ามาใช้น้อยลงเป็นแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์ป่า	3.98	เห็นด้วย	4.07	เห็นด้วย
18. เราควรอนุรักษ์ป่าไม้จะได้มีแหล่งต้นน้ำลำธาร	4.67	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.84	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
19. การที่เยาวชนไปทำความสะอาดแหล่งน้ำเนื่องในโอกาสต่างๆเป็นเรื่องที่น่าชมเชย	4.42	เห็นด้วย	4.71	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
20. ฉันคิดว่าโรงงานอุตสาหกรรมควรมีระบบบำบัดน้ำเสีย	4.60	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.69	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อความถาม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
22. เมื่อเห็นก๊อกน้ำปิดไม่สนิทฉันคิดว่าเป็นหน้าที่ ของฉันที่จะต้องปิดให้เรียบร้อย	4.18	เห็นด้วย	4.79	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
24. ถ้าฉันเห็นน้องทิ้งขยะลงคลองฉันจะเตือนน้องว่า ไม่ควรกระทำ	4.49	เห็นด้วย	4.69	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
25. ฉันอยากจะทำปลูกต้นไม้เพื่อช่วยลดมลพิษทาง อากาศให้ลดลง	4.53	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.78	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
27. การเสนอข่าวผลเสียที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ เป็นสิ่งที่รัฐบาลและประชาชนต้องร่วมมือกันเผยแพร่	3.82	เห็นด้วย	4.11	เห็นด้วย
28. รัฐบาลควรส่งเสริมให้มีการเผยแพร่ความรู้ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชนอย่างทั่วถึง	4.42	เห็นด้วย	4.67	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
29. การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ของฉัน และคนทุกคน	4.53	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.78	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
30. นับจากวันนี้เป็นต้นไปเราควรปฏิบัติตนในการ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	4.64	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.69	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ภาพรวมข้อความเชิงนิมิตาน	4.37	เห็นด้วย	4.62	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ข้อความเชิงนิเสธ				
2. ยุคปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย เราไม่ จำเป็นต้องพึ่งพาป่าไม้อีกต่อไป	3.80	ไม่เห็นด้วย	4.31	ไม่เห็นด้วย
3. ถ้าฉันสร้างบ้านฉันจะสร้างบ้านที่ทำจากไม้สัก ทองทั้งหลังเพราะสวยงามและบ่งบอกถึงความมี รสนิยมดี	3.36	ไม่แน่ใจ	4.58	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4. ฉันคิดว่าการที่ป่าไม้ถูกบุกรุกทำลายไม่ใช่เรื่อง แปลก เพราะประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ ประโยชน์จากป่ามากขึ้น	3.67	ไม่เห็นด้วย	4.00	ไม่เห็นด้วย

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อความถาม	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
6. เมื่อตัดต้นไม้ในป่ามาขายนอกจากจะได้เงินแล้วยังได้พื้นที่ไว้ใช้ทำการเกษตรเพิ่มขึ้นอีก	4.18	ไม่เห็นด้วย	4.53	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8. ถ้าบ้านฉันอยู่ใกล้แหล่งน้ำฉันควรทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำเพื่อจะได้ประหยัดเวลา	4.56	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.87	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
10. ฉันรู้สึกเฉยๆที่เห็นคนขับรถวันดำ	4.51	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	4.42	ไม่เห็นด้วย
11. ไม่ควรมีกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ในที่ชุมชนเพราะการสูบบุหรี่เป็นเรื่องส่วนบุคคล	4.22	ไม่เห็นด้วย	4.24	ไม่เห็นด้วย
12. อากาศเสียไม่มีผลต่อร่างกายของฉันเพราะฉันมีขนจมูกช่วยกรองอากาศอยู่แล้ว	4.27	ไม่เห็นด้วย	4.67	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
21. ฉันคิดว่าการอนุรักษ์น้ำควรจะทำเฉพาะฤดูที่มีน้ำน้อยส่วนฤดูที่มีน้ำมากไม่จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์	3.87	ไม่เห็นด้วย	4.02	ไม่เห็นด้วย
23. ไม่มีประโยชน์ที่เราจะช่วยกันรักษาแหล่งน้ำในเมื่อคนอื่นไม่ให้ความร่วมมือ	3.84	ไม่เห็นด้วย	4.22	ไม่เห็นด้วย
26. ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่ไม่สามารถป้องกันหรือแก้ไขได้	3.42	ไม่แน่ใจ	3.89	ไม่เห็นด้วย
ภาพรวมข้อความเชิงนิเสธ	3.97	ไม่เห็นด้วย	4.34	ไม่เห็นด้วย

จากตาราง 37 ภาพรวมของข้อความเชิงนิเสธและข้อความเชิงนิเสธ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง และเมื่อพิจารณาในรายข้อจะพบว่า ภายหลังการทดลอง ข้อความที่แสดงว่านักเรียนสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือ ข้อความ “การปลูกต้นไม้เป็นประโยชน์ต่อตัวเราเองและครอบครัว” รองลงมา คือ ข้อความ “ฉันจะภูมิใจมากที่ต้นไม้ที่ฉันปลูกเจริญเติบโตเป็นต้นไม้ใหญ่ได้” และข้อความเชิงนิเสธที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.7 ขึ้นไป ซึ่งแปลความได้ว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง ได้แก่ ข้อความ “ถ้าฉันมีโอกาสฉันจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่า

ทดแทน เราควรอนุรักษ์ป่าไม้จะได้มีแหล่งต้นน้ำลำธาร การที่เยาวชนไปทำความสะอาดแหล่งน้ำเนื่องในโอกาสต่างๆเป็นเรื่องที่น่าชมเชย เมื่อเห็นก๊อกน้ำปิดไม่สนิทจนคิดว่าเป็นหน้าที่ของตนที่จะต้องปิดให้เรียบร้อย ฉันอยากจะปลูกต้นไม้เพื่อช่วยลดมลพิษทางอากาศให้ลดลง และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ของฉันและคนทุกคน” และข้อความเชิงนิเสธที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.7 ขึ้นไป ซึ่งแปลความได้ว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ได้แก่ ข้อความ “ถ้าบ้านฉันอยู่ใกล้แหล่งน้ำฉันควรทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำเพื่อจะได้ประหยัดเวลา” นอกจากนี้ข้อความแสดงว่าที่นักเรียนมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมน้อย หรือมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 4 เป็นข้อความเชิงนิเสธ ซึ่งแปลความได้ว่า ไม่เห็นด้วย ได้แก่ ข้อความ “ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่ไม่สามารถป้องกันหรือแก้ไขได้”

ต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และจากการเขียนรายงานของนักเรียน

สำหรับผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทดลอง จำนวน 11 ครั้ง ในเรื่องของน้ำและป่าไม้ และ 8 ครั้งในเรื่องของอากาศ โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยสังเกตทุกวันวันละ 4 กลุ่ม ในการประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมได้แบ่งลักษณะพฤติกรรมที่สังเกตเป็นสองลักษณะคือ มีการแสดงพฤติกรรม กับ ไม่มีการแสดงพฤติกรรม โดยมีรายละเอียดของการแสดงพฤติกรรมในแต่ละประเด็น ดังตาราง 38

ตาราง 38 แสดงจำนวนและร้อยละของจำนวนครั้งที่นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	จำนวนครั้งที่สังเกต	มีการแสดงพฤติกรรม		ไม่มีการแสดงพฤติกรรม	
		จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ
เรื่องน้ำ					
1. ตระหนักถึงประโยชน์ของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต (คน/พืช/สัตว์)	11	11	100	0	0
2. ตระหนักว่าน้ำสะอาดเป็นสิ่งสำคัญและมีอยู่อย่างจำกัด	11	11	100	0	0

ตาราง 38 (ต่อ)

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	จำนวนครั้งที่สังเกต	มีการแสดงพฤติกรรม		ไม่มีการแสดงพฤติกรรม	
		จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน(ครั้ง)	ร้อยละ
3. ตระหนักถึงปัญหาต่างๆของน้ำ	11	11	100	0	0
4. ตระหนักถึงสาเหตุของปัญหาเรื่องน้ำ	11	11	100	0	0
5. ตระหนักถึงวิธีการใช้น้ำอย่างประหยัด	11	11	100	0	0
6. ตระหนักถึงวิธีแก้ไขปัญหारेื่อง น้ำ	11	11	100	0	0
7. ตระหนักว่าน้ำเสีย การขาดแคลนน้ และน้ำท่วมมีผลกระทบต่อตนเองและสังคม	11	11	100	0	0
8. มีความใฝ่รู้โดยติดตามข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องน้ำ	11	10	90.90	1	9.10
9. ตระหนักถึงการกระทำของตนเองและสังคมที่มีต่อน้ำ	11	11	100	0	0
เรื่องป่าไม้					
10. ตระหนักถึงสาเหตุของการที่ป่าไม้ถูกทำลาย	11	11	100	0	0
11. ตระหนักถึงวิธีการอนุรักษ์ป่าไม้	11	11	100	0	0
12. ตระหนักถึงประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต (คน/พืช/สัตว์)	11	11	100	0	0
13. ตระหนักว่าป่าไม้เป็นสิ่งสำคัญและมีอยู่อย่างจำกัด	11	11	100	0	0
14. ตระหนักถึงผลกระทบจากการที่ป่าไม้ถูกทำลาย	11	11	100	0	0
15. มีความใฝ่รู้โดยติดตามข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องป่าไม้	11	9	81.82	2	18.18
16. ตระหนักถึงการกระทำของตนเองและสังคมที่มีต่อป่าไม้	11	11	100	0	0

ตาราง 38 (ต่อ)

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	จำนวนครั้งที่สังเกต	มีการแสดงพฤติกรรม		ไม่มีการแสดงพฤติกรรม	
		จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน(ครั้ง)	ร้อยละ
เรื่องอากาศ					
17. ตระหนักถึงอากาศบริสุทธิ์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	8	8	100	0	0
18. ตระหนักว่าอากาศที่บริสุทธิ์เป็นสิ่งที่สำคัญ	8	8	100	0	0
19. ตระหนักถึงสาเหตุของมลพิษทางอากาศ	8	8	100	0	0
20. ตระหนักถึงผลกระทบของมลพิษทางอากาศ	8	8	100	0	0
21. ตระหนักถึงวิธีการทำให้อากาศบริสุทธิ์	8	8	100	0	0
22. มีความใฝ่รู้โดยติดตามข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องอากาศ	8	7	87.5	1	12.5
23. ตระหนักถึงการกระทำของตนเองและสังคมที่มีต่ออากาศ	8	8	100	0	0
รวม	232	228	98.28	4	1.72

จากตาราง 38 พบว่า จากการสังเกตพฤติกรรม 11 ครั้ง ในเรื่องของน้ำและป่าไม้ และ 8 ครั้ง ในเรื่องของอากาศ นักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมทั้ง 23 ประเด็นทุกครั้งหรือเกือบทุกครั้ง โดยพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงน้อยที่สุดในเรื่องของน้ำ ป่าไม้ และอากาศ คือ มีความใฝ่รู้โดยติดตามข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องน้ำ ป่าไม้ และอากาศ

นอกจากนี้ในภาพรวมจากการสังเกตพฤติกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนติดตามเกี่ยวกับข่าวสารของเรื่อง น้ำ ป่าไม้ และอากาศ น้อยมาก จะมีเพียงข่าวสารบางเรื่องเท่านั้นที่นักเรียนทราบ เช่น นักเรียนทราบว่าในปัจจุบันเกิดปัญหาน้ำท่วมในหลายพื้นที่ นักเรียนรู้ถึงปัญหาน้ำแข็งที่ขั้วโลกละลายเนื่องจากภาวะโลกร้อน เป็นต้น

สำหรับผลจากการเขียนรายงานความรู้อีกของนักเรียนที่มีต่อการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมนั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

.... แนวทางการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ได้แก่

การลดใช้พลังงาน ลดการใช้ถุงพลาสติกหรือสิ่งของที่ย่อยสลายยาก

ไม่ปล่อยให้เกิต้น้ำเสีย เช่น ปล่อยสารเคมีลงในแม่น้ำ ทิ้งขยะลงในแม่น้ำ เป็นต้น

ไม่ปล่อยควันพิษ/ฝุ่นละอองสู่อากาศ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยควันพิษสู่อากาศ การเผาขยะ เป็นต้น เพราะถ้าเราปล่อยควันพิษสู่อากาศจะทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดน้อยลงทำให้เกิดภาวะโลกร้อนตามมา และทำให้เกิดภัยต่อธรรมชาติ ที่เรียกว่า **มลพิษทางสิ่งแวดล้อม**.....

.... มนุษย์เราไม่ได้เป็นเพียงแต่ผู้สร้างสิ่งแวดล้อมเท่านั้น มนุษย์บางกลุ่มก็ทำลายสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่น้ำลำคลอง จนทำให้เกิดน้ำเสีย ควันพิษจากรถยนต์ การทิ้งขยะไม่เป็นที่และไม่มีการแยกประเภทของขยะ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษทั้งสิ้น หนูจึงคิดว่าสภาพแวดล้อมต่างๆ เราสามารถช่วยกันอนุรักษ์ได้ เช่น ไม่ทิ้งขยะลงในแม่น้ำลำคลอง ช่วยกันเก็บขยะลงถัง เพียงเท่านั้นเราก็มีส่วนช่วยทำให้สภาพแวดล้อมกลับมาดีได้แล้ว

.... แนวทางการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ต้องเริ่มทำที่ตัวเราเองก่อนแล้วถึงจะบอกเพื่อน พ่อแม่ พี่น้อง ให้ร่วมกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจะทำให้เราทุกคนมีสุขภาพที่ดี...

.... แนวทางการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ได้แก่

1. ไม่ตัดไม้ทำลายป่า เพราะ ป่าไม้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร
2. ไม่ปล่อยควันพิษหรือเขม่าควัน เช่น ควันพิษจากรถยนต์หรือการเผาไหม้
3. ไม่ทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำ มีการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม
4. หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช เพราะจะทำให้เกิดสารพิษตกค้างในดิน
5. ไม่ทิ้งขยะในที่สาธารณะ เพราะ จะส่งกลิ่นเหม็น และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค.....

....น้ำมีความสำคัญสำหรับมนุษย์เรามาก เนื่องจากชีวิตประจำวันของเราต้องเกี่ยวข้องกับน้ำ ตลอด โดยเราต้องใช้น้ำในการดื่ม ล้างจาน ล้างผัก แปรงฟัน อาบน้ำ ปรุงอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ น้ำยังเกี่ยวข้องกับประเพณีต่างๆของไทย เช่น ประเพณีสงกรานต์ ประเพณีลอยกระทง เป็นต้น ดังนั้นถ้าเราไม่พยายามให้น้ำหมดโลก เราต้องช่วยกันใช้น้ำอย่างประหยัด....

....มนุษย์ต่างใช้ประโยชน์จากน้ำในด้านต่างๆ เช่น ดื่มน้ำกิน ชำระล้างร่างกาย นำไปผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น แต่ในปัจจุบันนอกจากมนุษย์จะใช้ประโยชน์จากน้ำแล้วมนุษย์ก็ยังเป็นผู้ทำลายแหล่งน้ำโดยทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ การปล่อยน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ทางน้ำ และสุขภาพของมนุษย์เอง ดังนั้นเราจึงควรช่วยกันอนุรักษ์น้ำเพื่อตนเองและส่วนรวม....

....การแก้ปัญหาเรื่องป่าไม้ที่ทุกคนสามารถทำได้ง่ายๆ คือ การปลูกป่าทดแทนป่าไม้ที่ถูกทำลายไป ซึ่งถ้าทุกคนร่วมกันทำอย่างจริงจัง แม้ปลูกเพียงคนละต้น ก็จะช่วยแก้ปัญหาได้มาก อีกอย่างหนึ่งก็คือ การลดจำนวนการใช้ไม้จากป่าไม้ เช่น การสร้างบ้านด้วยไม้หายาก การตัดไม้ไปใช้อย่างฟุ่มเฟือย ควรมีการสงวนพื้นที่ป่าไม้บางแห่งไว้ ไม่ให้มีการลักลอบตัด และมีการปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีต่อป่าไม้ให้แก่ประชาชน.....

....	ทั่วประเทศนั้นเคยมีป่าไม้	ปัจจุบันสูญหายไปหมดสิ้น
	เพราะมนุษย์ผลาญป่าเป็นอาเจิน	เหลือเพียงดินรกร้างไว้ให้เรา
	รีบเข้าเถิดรวมใจไทยทุกคน	หากมีฝนก็ต้องมีเหล่าป่า
	จงตั้งใจเอาไว้ชั่วกัลป์ป่า	รีบเถิดหนาปลูกป่าตามพ่อเรา

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมี ความมุ่งหมายของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัย พอสังเขปดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 45 คน ของโรงเรียนแย้มวิทยการ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผล และการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลที่เกิดจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 5 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

สมมุติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง
2. นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง
3. นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง
4. นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง
5. นักเรียนมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมภายหลังจากทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการศึกษาปัญหา โดยศึกษาปัญหา จากเอกสาร พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพจริงจากครูและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และชีวิตจริง โดยสัมภาษณ์ครูจำนวน 10 คนและนักเรียนจำนวน 15 คน จาก 2 โรงเรียน และศึกษาปัญหาของนักเรียนในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การให้เหตุผล การเชื่อมโยง จากผลการทำแบบทดสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 130 คน จาก 2 โรงเรียน พบว่า มีการบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ และชีวิตจริงหรือสิ่งแวดล้อมน้อย และนักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลค่อนข้างดี แต่ขาดทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง จากนั้นจึงศึกษาแนวทางแก้ปัญหาจากเอกสารและงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน โดยเริ่มพิจารณาขอบเขตของเนื้อหา การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ การประเมินผล และแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ซึ่งเป็นแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจ ใช้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นของการจัดกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเครื่องมือในการวิจัยจะแยกเป็นสามส่วนคือ

1. เครื่องมือสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ
2. เครื่องมือสำหรับผู้วิจัยใช้ในการสอน คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 20 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าความสอดคล้อง (IOC) ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และการ

ประเมินผลการเรียนรู้ เท่ากับ 1.00 ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อนำไปทดลองนำร่องพบว่า บางแผนควรมีการปรับเนื้อหาให้เกิดความเหมาะสมกับเวลา และไปกิจกรรมที่ 2 ของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ข้อที่ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลควรมีแกนที่เหมือนกับลักษณะของกระดาษกราฟให้กับนักเรียนเพื่อประหยัดเวลาในการเขียนกราฟ/แผนภูมิ

3. เครื่องมือวัดและประเมินผลประกอบด้วย

แบบทดสอบ มี 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งมีความเชื่อมั่น 0.79 และ 0.851 ตามลำดับ

แบบสังเกตพฤติกรรมมี 5 ฉบับ คือ แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสม และเมื่อนำไปทดลองนำร่อง พบว่า แบบสังเกตพฤติกรรมมีความเหมาะสมและสามารถใช้สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนได้จริง

แบบสัมภาษณ์มี 3 ฉบับ คือ แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง โดยสัมภาษณ์นักเรียนหลังการทดลองจำนวน 6 คน เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงในเชิงลึกของนักเรียนหลังการทดลอง โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสม และเมื่อนำไปทดลองนำร่อง พบว่า แบบสัมภาษณ์สามารถใช้สัมภาษณ์ผู้เรียนในเชิงลึกได้จริง

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำมาจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของสมพร แผลงภู (2541: 203-207) โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 และเมื่อนำไปทดลองนำร่อง พบว่า มีความถูกต้องของภาษาและเหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.724

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองภาคสนามและการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้สอน และเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ก่อนการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองภาคสนามด้วยตนเอง ใน

ระหว่างการสอนผู้วิจัยและครูประจำวิชาพร้อมกันสังเกตพฤติกรรมทั้ง 5 ด้านของนักเรียน และผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนรายงานกิจกรรมที่ทำในชีวิตประจำวันหรือความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

3. หลังสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการของนักเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยสัมภาษณ์เพิ่มเติมกับนักเรียนจำนวน 6 คน เพื่อวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ขั้นสุดท้ายเป็นขั้นตอนที่นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน ในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม และกำหนดสถิติที่ใช้ทั้งหมดดังนี้

1. เปรียบเทียบผลการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการทดลองโดยใช้ t แบบคู่

2. ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ในเชิงคุณภาพโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์ และการเขียนรายงานของนักเรียน

สรุปผลการวิจัย

จากการนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อม ศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดลองใช้ได้ผลดังนี้

1. ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการพัฒนาในเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลมากที่สุด โดยที่นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิ/กราฟได้ชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสม อ่านข้อมูล รวบรวมและเปรียบเทียบ

ข้อมูล และทำนายหรือระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้ถูกต้องและแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายคำตอบได้ชัดเจน เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูล แต่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนพยายามอธิบายแนวคิดแต่ไม่สอดคล้องกับข้อมูล หรืออธิบายแนวคิดได้ แต่ไม่มีการอธิบายว่าต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำอย่างไรเพื่อตอบคำถามของโจทย์

2. ด้านทักษะการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลัง การทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการพัฒนาในเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่าง สมเหตุสมผลมากที่สุด โดยที่นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยเหตุผลที่แสดงนั้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้การเปรียบเทียบหรือมีการมองแนวโน้มจากข้อมูล นอกเหนือจากการมองเพียงตัวเลขหรือความสูงของกราฟ เมื่อให้อ่านข้อมูลที่กำหนดให้หรือพบได้ โดยตรงจากกราฟหรือแผนภูมิ การเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล หรือเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้

3. ด้านทักษะการเชื่อมโยง พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลัง การทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการพัฒนาในเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้ เป็นเช่นไร

4. ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง และนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการสังเกตระหว่างเรียน

5. ด้านสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมด้านการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมจากการสังเกตระหว่างเรียน

การอภิปรายผล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอน ภายใต้กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนกระทั่งได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการ และได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ซึ่งผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยทุกข้อ แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ที่จะใช้พัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม เหตุผลหนึ่งอาจเป็นเพราะ หลักการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาความเข้าใจของนักเรียนโดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา 2. การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม เน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจ 3. นักเรียนได้เชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์หรือทักษะ กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และ 4. ประเมินนักเรียนอย่างสม่ำเสมอด้วยการถามและฟังการตอบของนักเรียน และแนวการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ มี 4 ขั้นตอน และในทุกๆขั้นตอนมีการใช้หลักการของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ทุกขั้นดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม เน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจ โดยผู้วิจัยใช้คำถามนำให้นักเรียนคิดเพื่อแสดงแนวคิดและเหตุผลของตนเอง อีกทั้งผู้วิจัยไม่ได้เน้นให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้เพียงอย่างเดียว เนื่องจากปัญหาบางปัญหาไม่ได้มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แต่มีคำตอบได้หลากหลายขึ้นอยู่กับเหตุผลที่นำมาสนับสนุนคำตอบนั้น ดังนั้นถ้านักเรียนมีความเข้าใจก็จะตอบได้หลากหลายและสามารถหาเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบได้เหมาะสม อีกทั้งผู้วิจัยไม่มีการบังคับให้นักเรียนตอบในแนวทางเดียวกับที่ผู้วิจัยคิดไว้ เช่น

เรื่องความหมายของข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งกระดานดำเป็น 3 ส่วน ดังนี้

<p>ถ้าต้องการทราบว่านักเรียนแต่ละคนชอบสีอะไรบ้างและสีละกี่คน จะต้องทำอย่างไร</p> <p>ข้อมูล ได้แก่ สีที่นักเรียนชอบ และจำนวนนักเรียนที่ชอบในแต่ละสี</p> <p>วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสำรวจ</p>	<p>ถ้าต้องการทราบว่าในทุกๆต้น ชั่วโมงตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 16.00 น. อุณหภูมิในห้องเรียนนี้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง</p> <p>ข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิทุกๆต้น ชั่วโมง</p> <p>วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การทดลอง</p>	<p>ถ้าต้องการทราบว่านักเรียนในห้องนี้ทิ้งขยะลงในถังขยะหรือไม่ จะต้องทำอย่างไรจึงจะได้คำตอบ</p> <p>ข้อมูล ได้แก่ จำนวนนักเรียนที่ทิ้งขยะลงถัง</p> <p>วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสังเกต</p>
---	--	--

จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาที่ตัวอย่างว่าข้อมูลที่จะได้ในแต่ละตัวอย่างคืออะไร และต้องรวบรวมข้อมูลอย่างไร นักเรียนตอบดังที่นำเสนอข้างต้น จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตข้อมูลของแต่ละตัวอย่างว่าเหมือนกันหรือไม่ และให้อธิบายว่าต่างกันอย่างไร โดยนักเรียนตอบว่า ตัวอย่างแรกเป็นเรื่องของสี ตัวอย่างที่สองเป็นเรื่องของอุณหภูมิ และตัวอย่างที่สามเป็นเรื่องการทิ้งขยะ นอกจากนี้นักเรียนยังตอบอีกว่า ข้อมูลของแต่ละเรื่องจะแตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตข้อมูลแต่ละตัวอย่างว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร นักเรียนตอบว่า เป็นตัวเลขบ้าง เป็นข้อความบ้าง ผู้วิจัยเลยให้นักเรียนช่วยกันสรุปความหมายของคำว่า ข้อมูล จนได้ข้อสรุปว่า ข้อมูล คือ ข้อเท็จจริงที่เป็นตัวเลขหรือข้อความซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เราสงสัยจะศึกษา

หรือ ในการทำกิจกรรมกลุ่มทุกครั้งผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมา นำเสนอคำตอบพร้อมเหตุผลครั้งละ 2 หรือ 3 กลุ่ม เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มตอบแต่ละข้อแล้ว ผู้วิจัยจะให้นักเรียนที่เหลือช่วยกันแสดงความคิดเห็นว่าคำตอบของเพื่อนเหมือนของเราหรือไม่ และถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ซึ่งในบางข้ออาจจะตอบได้หลากหลายขึ้นอยู่กับเหตุผลที่นำมาสนับสนุนคำตอบนั้นๆ หรือบางข้อนักเรียนตอบเหมือนกันแต่มีเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบต่างกัน เช่น กลุ่มหนึ่งตอบว่า เนื่องจากมีโรงงานอุตสาหกรรมมากจึงมีกากของเสียอันตราย แต่อีกกลุ่มหนึ่งตอบว่า เมื่อพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้พบว่า ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านกากของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรม มีความรุนแรง 20.6% ซึ่งน้อยกว่ามลพิษทางอากาศที่มีความรุนแรง 36.9% และขยะที่มีความรุนแรง 26.7% ดังนั้นกากของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมจึงมีความรุนแรงเป็นอันดับสาม จากเหตุผลของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตเหตุผลของทั้งสองกลุ่มว่าเหมือนหรือต่างกัน และต่างกันอย่างไร นักเรียนตอบได้ว่าเหตุผลที่ใช้ต่างกันโดยกลุ่มหนึ่งใช้เหตุผลในชีวิตจริง อีกกลุ่มหนึ่งใช้เหตุผลจาก

ข้อมูลที่กำหนด และนักเรียนกล่าวอีกว่าถ้านำเหตุผลของทั้งสองกลุ่มมารวมกันจะเกิดความสมบูรณ์ที่สุด

2. ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการนำความรู้เดิมมาโยงกับความรู้ใหม่ที่จะสอน เช่น ผู้วิจัยใช้ความรู้เดิมเรื่อง แผนภูมิรูปภาพ และแผนภูมิแท่งโยงไปสู่ความรู้ใหม่เรื่อง กราฟเส้น เป็นต้น และผู้วิจัยมีการพิจารณาพื้นฐานความรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยพิจารณาจากการพูดคุยกับนักเรียน ผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของนักเรียน การพูดคุยกับครูสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องนั้น และเนื้อหาตามหลักสูตรที่นักเรียนเรียนไปแล้ว

3. ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาความเข้าใจของนักเรียนโดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง เพื่อให้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง และผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดและเหตุผล ทั้งเป็นกลุ่มใหญ่ และกลุ่มย่อยขนาด 4 คน อีกทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนได้สื่อสารและแสดงแนวคิดของตนเองทั้งในลักษณะของการพูด การเขียน และการวาดภาพ และสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้การจัดการเรียนรู้ครั้งนี้เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ในเรื่องของน้ำ ป่าไม้ และอากาศ ซึ่งเป็นเรื่องที่กล่าวกันมากในปัจจุบันและเป็นเรื่องที่ยากเกินไปสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาประเมินแล้วเห็นว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และเมื่อนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก็พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้

4. ผู้วิจัยประเมินนักเรียนอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องตลอดเวลาที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้การถามและฟังนักเรียนตอบและอธิบายเหตุผล รวมทั้งฟังการรายงานคำตอบพร้อมเหตุผล นอกจากนั้นยังใช้การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่กล่าวมาแล้วปรากฏผลดีในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียนเอง การที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ คาร์เพนเทอร์และเลซเซอร์ (Carpenter & Lehrer. 1999: 20-23) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสอดคล้องกับ

ผลงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544: 110) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้มีความเข้าใจในมิติและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ดีกว่า
นักเรียนที่เรียนตามปกติ ทำนองเดียวกับผลงานวิจัยของเวด (Wade. 1995: 3411-A) ที่พบว่า
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นให้
ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
และสอดคล้องกับงานวิจัยของ คาร์เพนเทอร์และคณะ (Carpenter et al. 1989: 499-531) ที่พบว่า
นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนความสามารถทางการบวก การลบ
และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น
การพัฒนาความเข้าใจ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งสี่ขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความ
เข้าใจเนื้อหาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ได้มากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจาก นักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการ
ค้นหาและแก้ปัญหาด้วยตนเองจนกระทั่งได้ข้อสรุป นักเรียนมีโอกาสได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วย
ตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ได้

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอคำตอบและ
มีการวิพากษ์วิจารณ์กันในห้องเรียน ทำให้นักเรียนเห็นมุมมองที่แตกต่างและหลากหลายจากเพื่อน
นักเรียนคนอื่นๆ ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น นักเรียนมีโอกาสเปรียบเทียบแนวคิดของตนเอง
กับเพื่อนๆ นอกจากนี้การซักถามและตอบคำถามของเพื่อนนักเรียนด้วยกันเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถ
ทำได้โดยไม่รู้สึกอึดอัดหรือกลัวผิดเหมือนกับการตอบคำถามของครู การตรวจสอบ ซักถาม สามารถ
ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ เฮนนาและ
แยคเคิล (Hanna & Yackel. 2003: 227-236) ที่กล่าวว่า การมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนช่วยส่งเสริม
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของมัททุกฤษณา
(Muthukrishna. 1993: 3835-A) ที่พบว่า การเรียนคณิตศาสตร์ในบรรยากาศของการสอนแบบการ
ชี้แนะให้เกิดการค้นพบ การซักถามและวิพากษ์วิจารณ์กันในห้องเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจใน
มิติที่ลึกซึ้งมากกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยการอธิบายของครู

1.3 การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรมจะเปิดโอกาส
ให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปรายและแสดงแนวคิดซึ่งกันและกันทำ
ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในการเรียนคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับคำกล่าวของ คาร์เพนเทอร์
และเลชเชอร์ (Carpenter & Lehrer. 1999: 20-23) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเขียนหรือ
การอภิปรายเพื่อสะท้อนสิ่งที่นักเรียนรู้ช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของอดัมและแฮมม์ (Adam & Hamm. 1990: 33) ที่กล่าวว่า การ

แก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่มจะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากกว่าการแก้ปัญหาเพียงลำพังคนเดียว และผลการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบให้นักเรียนร่วมมือกันเป็นทีมของ สลาบิน (Slavin, 1980: 315) พบว่า การเรียนแบบร่วมมือทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้น เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิชาและความสัมพันธ์ของวิชาต่างๆ เหล่านั้นกับชีวิตจริง ทำให้มองเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของบุญญา (2550: 113) ที่พบว่า นักเรียนมีความลึกในการเข้าใจเนื้อหาภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง และสอดคล้องกับงานของเมเยอร์ เด็กเกอร์ และ กวอเรล (Meyer; Dekker; & Querelle. 2001 : 523) ที่กล่าวว่า สถานการณ์ในชีวิตจริงมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้น และสนับสนุนให้นักเรียน ประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ มาลาตี (Malaty. 2000) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโลกจริงจะทำให้นักเรียนเข้าถึงกระบวนการเรียนรู้ได้ง่าย อีกทั้งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย และช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์และปัญหาใหม่ได้ (Coxford & Mirsch. 1996: 25) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของอัลเบิร์ตและแอนโตส (Albert & Antos. 2000: 530) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงจะช่วยพัฒนามโนทัศน์และความคิดของนักเรียน

2. ด้านทักษะการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียนเอง การที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการให้เหตุผลมากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของสตีล (Steele. 1996: 4309-A) ที่พบว่า การเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนทำให้นักเรียนมีศักยภาพทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นและคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544: 110) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้มีทักษะการคิดเชิงเหตุผลดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสนทนาให้ผู้คิด (CGI) กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและใช้ภาษาอธิบายหรือแสดงผลประกอบแนวคิดเพื่อตอบคำถามของทั้งจากครูและเพื่อนนักเรียนด้วยกันเสมอ มีการวิพากษ์วิจารณ์กันในระดับเรียน ทำให้นักเรียนเห็นมุมมองที่แตกต่างและหลากหลายจากเพื่อนนักเรียนคนอื่นๆ ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น อันจะเป็นการปลูกฝังทักษะการให้เหตุผลของนักเรียนโดยไม่รู้ตัว สอดคล้องกับความเชื่อของทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิกทอร์สกีที่ว่า ภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดพัฒนาการของการคิดเชิงเหตุผล และจากบทบาทของครูที่เป็นผู้ชี้แนะความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนา ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปราย และจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการแสดงผล ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในการให้เหตุผล

2.2 การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรมจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด พิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบด้วยเหตุผล ทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้เหตุผล เห็นข้อจำกัดและข้อบกพร่องต่างๆจากการสรุปที่ไม่รอบคอบ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความระมัดระวังในการสรุปมากขึ้น และช่วยทำให้นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลดีขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ สตีเวน (Steen, 2001: 4) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมกลุ่มเล็กจะช่วยฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ในการถามคำถาม ร่วมกันคิด ทำให้เกิดความชัดเจนในการอธิบายเพื่อเป็นการพัฒนาการให้เหตุผล และสอดคล้องกับคำกล่าวของ สสวท. (2547: 15) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายและเปรียบเทียบคำตอบที่ต่างกันของปัญหาและได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเหล่านั้นเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: บทคัดย่อ) ที่พบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจะช่วยให้นักเรียนมีศักยภาพทางด้านกาให้เหตุผลสูงขึ้น

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล สอดคล้องกับคำกล่าวของ กรอส (Gross, 1993) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ในบริบทของชีวิตจริงจะทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลและเข้าใจทักษะทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ NCTM (อ้างถึงใน Gal & Garfield, 1999: 48) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีโอกาสในการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลจริง โดยนักเรียนมีโอกาสแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจหรือได้มีโอกาสตั้งปัญหาด้วยตนเองโดยผ่านขั้นตอนการสืบสวนทางสถิติ เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

3. ด้านทักษะการเชื่อมโยง พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและใช้ภาษาอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เรื่องน้ำ ป่าไม้ และอากาศ รวมทั้งการร่วมกันแสดงแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาไปสู่ชีวิตจริงของครูและเพื่อนนักเรียนด้วยกัน จะทำให้นักเรียนมีมุมมองการเชื่อมโยงที่หลากหลายและกว้างขึ้น อันจะเป็นการปลูกฝังทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนโดยไม่รู้ตัว และจากบทบาทของครูที่เป็นผู้นำความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนา ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปราย และจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเชื่อมโยง ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในการเชื่อมโยง สอดคล้องกับงานของ สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา(NCTM. 2000 : 274-277) กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงว่า นักเรียนจะมีโอกาสในการแสดงและพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงผ่านการ ตอบคำถาม และ การอภิปรายคำถาม

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จะส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบเชื่อมโยง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของบุญญาณี แซ่หล่อ (2550: 113) ที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง และ สอดคล้องกับงานของและสมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 94-97) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญหลายคน (Lubienski. 2001 : Online; Smith. 1991 : 8 ; & Blank.1997 : 15) ที่กล่าวว่า การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ผลงานวิจัยของ ไคล์และคณะ (Kyle. et al. 2001: 80-86) ที่พบว่า การให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างเต็มที่ถ้าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นอยู่ส่วนตัวของพวกเขา

4. ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียนเอง การที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจะ

ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544: 110) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ และสมพร แมลงภู (2541: 117) ที่พบว่า นักเรียนซึ่งเรียนตามแผนการสอนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทำนองเดียวกับผลงานวิจัยของเวด (Wade. 1995: 3411-A) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริงจะ ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญหลายคน (สสวท.2547: 3, NCTM. 1991, NCTM. 2000: 60-62, Ventura. 2001: online) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้มีโอกาส อภิปรายด้วยเหตุผลและมีการเชื่อมโยงจากข้อมูลที่มีอยู่ไปสู่ชีวิตจริงนั้นเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทำให้ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เห็นความชัดเจนของวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ และตระหนักว่าคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตจริงและมีอยู่รอบตัวเรา

4.3 การใช้กิจกรรมกลุ่มย่อยในการจัดการเรียนรู้ ที่มีการจัดกลุ่มแบบคละ ความสามารถ จะเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้แสดงความสามารถและช่วยเหลือสนับสนุนซึ่งกัน และกัน นักเรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีความรู้สึก ว่าตนเองมีค่าและเกิดความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้นดังผลการวิจัยของโทมัส (Thomas. 1994: 2500-A) ที่ พบว่าการทำกิจกรรมในกลุ่มย่อยทำให้นักเรียนร้อยละ 97 มีความเชื่อมั่นในความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของตนเองเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อเจตคติต่อการเรียนโดยตรง ทำนองเดียวกับผลงานวิจัย ของโอธแมน (Othman. 1997: 5090-A) ที่พบว่าการใช้ทีมซึ่งประสานความแตกต่างระหว่างบุคคล (Team Assists Individualization) เป็นวิธีที่ดีที่ทำให้เจตคติเปลี่ยนแปลงไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 102) ที่พบว่า การแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยทำให้นักเรียนรู้สึกสบาย ไม่ เครียด และลดความวิตกกังวลว่าจะทำไม่ได้ เพราะมีเพื่อนช่วยคิดหลายคน

4.4 จากบทบาทของครูที่เป็นผู้ชี้แนะความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนา ใช้คำถาม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายด้วยเหตุผล จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และให้ข้อมูล ย้อนกลับแก่นักเรียนในเวลาที่เหมาะสม ถือเป็นบทบาทของครูผู้เอื้ออำนวยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ มากกว่าเป็นผู้ที่ออกคำสั่ง ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ดังเช่นผลการวิจัยของเคทิน (Cattin. 1997: 3374) ที่พบว่านักเรียนชอบบทบาทของครูในฐานะที่เป็นผู้เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ และเป็นผู้ให้การสนับสนุนความพยายามของนักเรียน นอกจากนี้การจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้

โดยให้นักเรียนได้อภิปราย สร้างข้อค้นพบ และตรวจสอบหาเหตุผลสนับสนุน จะทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น (Tougaw. 1994: 2935-A)

4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่บูรณาการกับชีวิตจริงและสิ่งแวดล้อม จะนำไปสู่เจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ดังที่ ทิเชนและคณะ (Thiessen. et al. 1989: 38) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์จริง จะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถมองเห็นว่าคณิตศาสตร์สัมพันธ์กับการใช้ชีวิตประจำวันทั้งในทางตรงและทางอ้อม

5. ด้านสำนักวิจัยสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดการมีสำนักวิจัยสิ่งแวดล้อมภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ภายในตัวนักเรียนเอง เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงหน้าที่ของตนเองในทุกๆเรื่อง รวมทั้งเรื่องของสิ่งแวดล้อม ซึ่งการตระหนักถึงหน้าที่ของตนเองของนักเรียนจะทำให้นักเรียนรู้สึกที่ตนเองเป็นส่วนหนึ่งของสังคมที่ต้องช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับคำกล่าวของ อลิศรา ชูชาติ (2544: 146-147) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นวิธีการหนึ่ง ที่กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การจัดการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการควบคุมการดำเนินชีวิต สภาพแวดล้อม และความเป็นอยู่ของตนเองมากยิ่งขึ้น

5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นข้อมูลและแนวโน้มของข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้กราฟ/แผนภูมิ จะทำให้นักเรียนทราบถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม และทำให้นักเรียนเกิดจิตสำนึกที่จะอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม อีกทั้งปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุเกี่ยวข้องกันดังนั้นการแก้ปัญหาจึงไม่สามารถหาข้อมูลจากวิชาใดวิชาหนึ่งได้ นักเรียนจึงควรมีประสบการณ์จากหลายๆ สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อเข้าใจอย่างลึกซึ้งและมีมุมมองที่กว้างในการแก้ปัญหาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2544: 6-7, 2548: 15) ที่กล่าวว่า สิ่งแวดล้อมศึกษาควรจะเป็นการให้การศึกษาที่จัดในลักษณะบูรณาการ และปลูกฝังให้นักเรียนมีนิสัย จิตสำนึกที่ห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม มีความตั้งใจจริงในการรักษาและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม

5.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมจากสื่อที่หลากหลายทั้งหนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต นิทานสิ่งแวดล้อม และสื่อมัลติมีเดีย อาจทำให้นักเรียนรู้สึกสนใจ และถือเป็นหน้าที่ของพวกเขาที่ต้องช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม อีกทั้ง

เรื่องของสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ล้วนแต่เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ น้ำ ป่าไม้ หรืออากาศ และเรื่องเหล่านี้ถูกกล่าวถึงเป็นอย่างมากจากสื่อต่างๆ ทั้งโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ และสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง จึงเป็นแรงกระตุ้นที่ดีที่ทำให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหา เห็น แนวโน้มของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และกระตุ้นให้หาแนวทางแก้ไขสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

สำหรับนักพัฒนาหลักสูตร

1. การจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ควรจัดให้มีการบูรณาการกับ สถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตจริง เพราะจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล และเห็นว่าการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นเนื้อหาที่อยู่ใกล้ตัวและสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตจริงได้ อีกทั้งจะทำให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน
2. การจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์นอกจากจะให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจ ทางด้านเนื้อหาแล้ว ควรจะให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะ/กระบวนการด้วย เช่น ทักษะการให้ เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เป็นต้น เนื่องจากการพัฒนาทักษะ/กระบวนการจะทำให้นักเรียนสามารถ พัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาต่างๆ ได้ดีขึ้น
3. การจัดหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาควรจัดแบบบูรณาการ และในการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม ควรมีกราฟหรือแผนภูมิประกอบการเรียนรู้ เพราะจะทำให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือภาพการ เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน เป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถปลูกฝังให้นักเรียนเกิดสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมได้
4. ในการออกแบบตำราประกอบการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรมีการนำ สถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงมาสอดแทรกไว้ทุกโอกาสที่เป็นไปได้ เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อชีวิตจริงและตระหนักถึง ความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

สำหรับครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เนื่องจาก เป็นแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจ ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ ทำให้นักเรียนสามารถนึกภาพหรือคิดต่อได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความเกี่ยวข้องของเนื้อหา และสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้
2. ครูควรจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยให้มีการบูรณาการกับสาระการ เรียนรู้อื่นๆ และชีวิตจริง หรือใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงมาเป็นสถานการณ์ปัญหาสำหรับสอนเนื้อหา

คณิตศาสตร์ทุกโอกาสที่เป็นไปได้ และควรทำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และนำไปใช้ได้จริง

3. ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ครูควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะ/กระบวนการ เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เป็นต้น ควบคู่กับการพัฒนาความเข้าใจด้านเนื้อหา เนื่องจากการพัฒนาทักษะ/กระบวนการจะทำให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาต่างๆ ได้ดีขึ้น และในการประเมินผลก็ควรประเมินทักษะ/กระบวนการควบคู่ไปกับการประเมินความเข้าใจทางด้านเนื้อหา โดยประเมินอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อตรวจสอบพัฒนาการของนักเรียนและได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4. ครูควรผู้สอนควรใช้สถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล และมีการเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเนื้อหาที่เรียน ให้นักเรียนอภิปรายและแสดงความคิดเห็นต่องานของตนเอง หรืองานของเพื่อนในชั้นเรียน อีกทั้งมีการใช้สื่อที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้ และควรมีสื่อการเรียนรู้ที่เพียงพอสำหรับนักเรียนทุกคนหรือทุกกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนมีความสนุกสนาน ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ เช่น ใช้หนังสือนิทานมาประกอบการเรียนรู้ ใช้ข่าวจากหนังสือพิมพ์ หรือใช้สื่อมัลติมีเดีย เช่น ซีดี วีซีดี เป็นต้น

5. ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับเรื่องของสิ่งแวดล้อม โดยมีการสอดแทรกเรื่องสิ่งแวดล้อมในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ทุกโอกาสที่เป็นไปได้ และควรทำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่และที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีงานวิจัยที่นำแนวทางของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาอื่นๆ ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ควรมีการบูรณาการเนื้อหาอื่นๆ ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับสาระการเรียนรู้อื่นๆ หรือชีวิตจริงที่มีความสัมพันธ์กัน
3. ควรมีงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาทักษะ/กระบวนการ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนก จันทร์ทอง. (2541). *สิ่งแวดล้อมศึกษา: ความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม*. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กัลยา วรรณโกคา. (2533). การนำเสนอรูปแบบการสอดแทรกความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงบูรณาการ (Integrative Thinking)*. กรุงเทพมหานคร: ชัคเชสมีเดีย.
- ขวัญจิต เกี่ยวพันธุ์. (2541). *ผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์โดยการสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545)*. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์พริ้นติ้ง.
- _____. (2545). *รายงานสภาวะการศึกษาไทยปี 2544/2545 ฝ่าวิกฤตการปฏิรูปการศึกษาสู่สังคมแห่งปัญญาและการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพิมพ์ดี จำกัด.
- คณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. (2544). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่เก้า พ.ศ. 2544-2549*. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.พ.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. (2548). *สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย 2548*. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์, สำนักงาน. (2540). *คู่มือฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนแบบหน่วยบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- จิตนภา เสถียรวิริยคุณ. (2536). *ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ่ายเอกสาร.

- จรรยา ภูอุดม. (2544). *การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้*.
 ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- เจดศักดิ์ ชุมนุม. (2543). *หลักสูตรแบบบูรณาการ. ในรวมบทความเรื่องน่ารู้เกี่ยวกับบูรณาการ
 เรียนการสอน*. หน้า 40. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- เดชา นุ่มพันธ์. (2525). *ผลของการสอนโดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียน ความภูมิใจในตนเอง และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
 1*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนคริน
 ทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ทองอยู่ แก้วไทรชะ. (2543). *แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสำหรับงาน
 การศึกษานอกโรงเรียน. ในรวมบทความเรื่องน่ารู้เกี่ยวกับบูรณาการเรียนการสอน*. หน้า 3-7.
 หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- ทิพย์วรรณ สุวรรณี. (2549). *ชุดการเรียนรู้แบบรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ ภายใต้สิ่งแวดล้อมใน
 ชีวิตประจำวัน เรื่อง การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*.
 ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนคริน
 ทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ทีศนา แหมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
 ประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ทรงศรี ตุ่นทอง. (2545). *การพัฒนา รูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของนักเรียน*.
 ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด.(การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ธนาลัย สุขพัฒน์. (2535, พฤศจิกายน-ธันวาคม). *กระทรวงศึกษาธิการกับสิ่งแวดล้อมศึกษา*.
วารสารประชากรศึกษา. 18(2): 63-68.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2543). *การสอนแบบบูรณาการ. ในรวมบทความเรื่องน่ารู้เกี่ยวกับบูรณาการ
 เรียนการสอน*. หน้า 13-16. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- ธำรง บัวศรี. (2542). *ทฤษฎีหลักสูตร: การออกแบบและพัฒนา*. กรุงเทพมหานคร:
 ธนัชการพิมพ์

- บุญญาธิสา แซ่หล่อ. (2550). การบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิตโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว. (2548). การสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาการเรียนรู้.
- ปิยะพงษ์ สุริยะพรหม. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องป่าชุมชน เพื่อส่งเสริมเจตคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ประยูร อาษานาม. (2537). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา: หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: ประกายพริก.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตโต). (2540). การพัฒนาที่ยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มูลนิธิธรรม.
- พรอณี ข.เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ต้นอ้อ แกรมมี.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2547). การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยทางเลือกใหม่. ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 155. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพิมพ์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ เพียววี ยินดีสุข. (2548). หน่วยการเรียนรู้สู่การเรียนการสอนแบบบูรณาการ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชญ์ เดชโด. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบบูรณาการที่ใช้เทคนิคการพัฒนาแบบยั่งยืน. ปรินูญญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์ และคณะ. (2549, เมษายน-มิถุนายน). เจ้าแผ่นดิน...นักคิด...นักจัดการ...บริหารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน. วารสารสิ่งแวดล้อม. 10(2): 13-22.

- ภาสินี เปี่ยมพงศ์สานต์. (2548). *สิ่งแวดล้อมศึกษา: แผนการสอน สาระการเรียนรู้ และกิจกรรม การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. เชียงใหม่: ภาควิชา มัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มนตรี จุฬาวัดทนทล. (2544). สาขาสิ่งแวดล้อม. ใน *สถานภาพและทิศทางการพัฒนาด้วย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา*. หน้า 179-196. กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2527). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: บริษัทการพิมพ์.
- รัฐจวน คำวชิรพิทักษ์. (2538). *จิตวิทยาการสื่อสารในชั้นเรียน*. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2547). *มาตรฐานการศึกษา ตัวบ่งชี้ และเกณฑ์การพิจารณาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก: ระดับการศึกษาขั้น พื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2547*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมิน คุณภาพการศึกษา.
- วลัย พานิช. (2546). *การบูรณาการ: แนวคิดและแนวปฏิบัติสู่การจัดการเรียนรู้ที่มีความหมาย. ในแนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูเพื่อรองรับเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครู*. สุวีวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ บรรณาธิการ. หน้า 43-80. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพมหานคร: แอล ที เพรส.
- วิชาการ, กรม. (2539). *การประเมินผลจากสภาพจริง*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- _____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2542). *การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการสัมมนา ทางวิชาการ เรื่อง หลักสูตรบูรณาการ: หลากหลายทางเลือก*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ่ายเอกสาร.
- สาโรช บัวศรี. (2529, มกราคม – มีนาคม). *บูรณาการ. สารานุกรมศึกษาศาสตร์*. (3) : 7.

- สายฝน ลีรัตนาวดี. (2540). การออกแบบหน่วยการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการเพื่อการสอนเป็น
 คณะและการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา.
 วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ
 การเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: เอส พี เอน การพิมพ์ จำกัด.
- _____. (2548). รายงานการประเมินสัมฤทธิ์ผลด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา
 2548. กรุงเทพมหานคร: เซเว่น พรินติ้งกรุ๊ป จำกัด.
- _____. (2549). สมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับโลกวันพรุ่งนี้: รายงานผลจากโครงการประเมินผล
 นักเรียนนานาชาติ (PISA 2003). กรุงเทพมหานคร: เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรม. (2548). สิ่งแวดล้อมศึกษาในโรงเรียน. กรุงเทพมหานคร:
 ส่วนสิ่งแวดล้อมศึกษา กองส่งเสริมและเผยแพร่ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- _____. (2544). สะพานสีเขียวสู่การปฏิบัติสิ่งแวดล้อมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อัมรินทร์
 พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
 ที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา).
 กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- สมบุญ ศิลปรุ่งธรรม. (2547). อนาคตภาพหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 ในทศวรรษหน้า (ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2557). วิทยานิพนธ์ กศ.ด.(วิจัยและ
 พัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่าย
 เอกสาร.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา
 เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.
 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่าย
 เอกสาร.
- สมพร แมลงภู. (2541). การพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษา
 แห่งชาติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.

- สุชาติดา กิระนันท์. (2547). *สถิติกับชีวิตประจำวัน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาวงศ์ จันทวานิช. (2540). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาพร แพรวพินิต. (2543, มกราคม-เมษายน). *ทำไมต้องบูรณาการ*. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. 15(1): 1-6.
- สุรศาล ผาสุข. (2546). *การศึกษาศักยภาพและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- สุรวงศ์ ไคว้ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ด้านสุทธากการพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2543). *เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ที.พี. พริน.
- สำริง บุญเรืองรัตน์. (2528, กันยายน – ธันวาคม). *แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์: ความเที่ยงและความตรง*. *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 7(20): 58-64.
- สำนักประเมินผลการศึกษา (2548). *เอกสารประกอบการสัมมนาระดมความคิด เรื่อง การติดตามและประเมินผลการปฏิรูปการศึกษา ประเด็นการปฏิรูปการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา.กระทรวงศึกษาธิการ.
- อภิญาญา บุตรจ้อย. (2547). *การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยใช้แฟ้มสะสมผลงานประเมินผลงานสำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- อนันต์ จันทร์แก้ว และคณะ. (2524). *เอกสารประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิจัยและประเมินผล.
- อนุช อภาภิรม. (2543, มิถุนายน). *ประชากรและสิ่งแวดล้อม: เครื่องเช่นความเจริญ*. *มติชนสุดสัปดาห์*. 20(1035): 59-61.
- อมรวิรัช นาครทรรพ. (2542). *ความจริงของแผ่นดิน ลำดับที่ 2*. โครงการศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์.

- อัมพร ม้าคนอง. (2545). รายงานวิจัย เรื่อง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอก
คณิตศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2546). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การพัฒนาทักษะและกระบวนการ
ทางคณิตศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2546). คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลบทความหลักการ
และแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 101-102.
กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- อรรถัย มูลคำ และคนอื่นๆ. (2542). การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น
ศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ทีพีพรินท์ จำกัด.
- อลิศรา ชูชาติ. (2544). การเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาค่านิยมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม. ใน
ประมวลบทความนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา. หน้า 140-155.
กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรถพล อนันตวรสกุล. (2546). การใช้สิ่งแวดล้อมและชุมชนเป็นแหล่งการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม
ศึกษา. ใน *แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูเพื่อรองรับเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครู*.
สู่พัฒนา เขียมอรรถพรณ บรรณาธิการ. หน้า 116-129. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- Adams, D.M. & Hamm, M.E. (1990). *Cooperative Learning: Critical Thinking and
Collaboration across the Curriculum*. Illinois: Charles C. Thomas.
- Albert, R.L. & Antos, J. (2000). Daily journals teaching in the middle school.
Mathematics Teaching in Middle School. 5(8): 526-531
- Anastasi, A. (1969). *Psychology Testing*. 3rd ed. New York: Mac-Millar Co.
- Artzt, A.F. & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a Cognitive-Metacognitive
Framework for Protocol Analysis of Mathematics Problem Solving in Small Groups.
Cognition and Instruction. 137-150.
- Backhouse, J. et al. (1992). *Improving the Learning of Mathematics*. Portsmouth, NH:
Heinemann.
- Baroody, A.J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communication, K-8: Helping
Children Think Mathematically*. NY: Mac-Millar Co.

- Basil, C. G. (1999, September) . Collecting data outdoors : making connections to the real world. *Teaching Children Mathematics*. 6(1) : 8-12.
- Beane, J. (1991, October). The middle school : The natural home of integrated curriculum . *Educational Leadership*. 49(2) : 9.
- Blank, William E. (1997). *Authentic Instruction*. In Promising Practices for Connecting High School to the Real World. pp. 5. Florida: University of South Florida.
- Boss, Micharl J. (2003, Winter). The beauty of and? and or? : Connections within mathematics for students with learning differences. *Mathematics and Computer Education*. 37(1) : 105-114.
- Buck, J.C. (2000). Building connection among classes of polynomail functions. *Mathematics Teacher*. 93(7): 591-594.
- Burkhardt, Hugh. (2001). *The Emperor's Old Clothes, or How the World See It*. Retrieved May 20, 2005, from www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm.
- Buschmon, L. (1995). Communication in the language of mathematics. *Teaching Children Mathematics*. 1(6): 324-329.
- California State Department of Education.(1989). *California Generalized Rubric for Math*. Retrieved January 22, 2006, from http://intranet.cps.k12.il.us/assessments/Ideas_and_Rubrics/Rubric_Bank/MathRubrics.pdf
- Carpenter, T.P. et al. (2000). *Cognitively Guided Instruction: A Research-Based Teacher Professional Development Program for Elementary School Mathematics: Reasearch Report*. National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science.
- _____. (1999). *Children' s Mathematics: Cognitively Guided Instruction*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- _____. (1989). Using knowledge of children' s mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American Educational research Journal*. 26(4): 499-531
- Cattin, D.S. (1997). "A Study of Self-Directed Learning in an Alternative Education

- Program for Adolescents" in *Dissertation Abstracts International*. 57(8). 3374-A.
Michigan: Bell Howell.
- Cole, D.J. et al. (2000). *Portfolios Across the Curriculum and Beyond*. California: Corwin Press.
- Coxford, A. F. (1995). *The Case for Connection*. In *Connecting Mathematics across The Curriculum*. pp. 3 -12. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Coxford, A.F. & Mirsch, C.R. (1996). A common core of math for all. *Education Readership*. 22-25
- Cruikshank, D.E. & Sheffield, L.J. (1992). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics*. NY: Macmillan.
- Curcio, F.R. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graph. *Journal for Research in Mathematics Education*. 18: 382-393.
- Curcio, F.R. & Artzt, A.F. (1997). Assessing Students' Statistical Problem Solving Behaviors in a Small-Group Setting. in *The Assessment Challenge in Statistics Education*. Gal, I. & Garfield, J. editors. pp 123-138. Amsterdam: IOS Press.
- Davidson, N. (1990). Small Group Cooperative Learning. in *Teaching and Learning Mathematics in The 1990s. 1990 Yearbook*. pp.52-61. Reston, VA: National council of Teachers of Mathematics.
- Davis, R.B. (1986). *Learning Mathematics: The Cognitive Science Approach to Mathematics Education*. Norwood, NJ: Ablex.
- Dossey, J.A. et al. (2002). Mathematics Method and Modeling for Today's Mathematics Classroom. *A Contemporary Approach to Teaching Grade 7-12*. Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Fennema, E. et al. (1993). Using children's knowledge in instruction. *American Educational research Journal*. 27(4): 555-583.
- Fogarty, R. (1991 , October). Ten ways to integrate curriculum. *Educational Leadership*. 49(2) : 61-65.

- Frazer, B.M. & Rundnitski, R.A. (1995). *Integrated Teaching Methods: Theory, Classroom Applications and Field-Based Connections*. Aldany, NY: Delmar Publishers.
- Friel, S.N. et. al. (1997). Understanding students' understanding of graphs. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 3(3): 224-227.
- Gal, I. & Garfield, J. (1999). Teaching and Assessing Statistical Reasoning. in *Developing Mathematical Reasoning in Grades k-12 : 1999 yearbook*. pp.207-210. Reston, VA: National council of Teachers of Mathematics.
- Gale, C. (2001). *On Interdisciplinary Instruction*. MS: Mississippi Association for Middle Level Education.
- Ginsburg, H. & Opper, S. (1969). *Piaget's Theory of Intellectual Development: An Introduction*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. ed. NY: McGraw-Hill.
- Goodrich, H. (1997). Understanding rubrics. *Education Leadership (Teaching for Authentic Student Performance)*. 54(4): 14-17.
- Graham, A. (1987). *Statistical Investigations in the Secondary School*. NY: Cambridge University Press.
- Greenal, A. (1980). *Environmental Education in School Polices and Programme*. Canberra: The Curriculum Development Center.
- Greenwood, J.J. (1993). On the nature of teaching and assessing mathematics power and mathematics thinking. *Arithmetic Teacher*. 41(3): 144-152.
- Gross, F.E. (1993). *The Power of Numbers: A Teacher's Guide to Mathematics in a Social Studies Context: An Interdisciplinary Curriculum*. Cambridge MA: Education for Social Responsibility.
- Guilford, J.P. & Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence*. NY: McGraw-Hill.
- Hank, J. E. (1998). *Native American Pedagogy and Cognitive Based Mathematics Instruction*. NY: Garland Press.
- Hanna, G. & Yackel, E. (2003). Reasoning and Proof. in *A Research Companion to*

- Principles and Standards for School Mathematics*. Kilpatrick, J., Martin, G.W. & Schifter, D. editors. pp.227 – 236. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Hiebert, J.C. & Carpenter, T.P. (1992). Learning and Teaching with Understanding. in *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Grouws, D.A. editors. pp 65-97. Old Tappan, NJ: Macmillan.
- Hiebert, J.C. et al. (1997). *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Hillgard, E.R. (1967). *Introduction to Psychology*. NY: Harcourt, Brace and World.
- House, P. A. (1995). *Connecting Mathematics across the Curriculum (1995 Yearbook)*. Preface. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Hoyles, C. (1985). What is the point of group discussion?. *Educational Studies in Mathematics*. 16(2): 205-214.
- Jacob. (1989). *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation*. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Janvier, C. (1987). *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- John, A. (2004). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Pearson Education.
- Johnsen, S. (1994, May – June). Figuring out interdisciplinary curriculum. *Gifted Child Today Magazine*. 17(3) : 37.
- Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (1989). Cooperative Learning in Mathematics Education. in *New Directions for Elementary School Mathematics. 1989 Yearbook*. pp. 234-245. Reston, VA: National council of Teachers of Mathematics.
- Johnston, J. B. (1974). A Taxonomic and Statistical Analysis of Opinion, Attitudes, Scope and Selected Content Areas of Enviromental Education in Mississipi. *Dissertation Abstracts International*. 34(8): 4911-A.
- Kader, G. & Perry, M. (1994). Learning statistics with technology. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 3(3): 224-227.
- Kemp, J.E. (1985). *The Introduction Design Process*. NY: Harper & Row.

- Kennedy, L.M. & Tipps, S. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont California: Wadsworth.
- Kibler, R.J. (1970). Behavioral Objectives and Instructional Process. in *Selected Reading for the Introduction to the Teaching Profession*. Milton, M. editors. pp. 44-53. Berkeley: McCutchan.
- Konold, C. & Higgins T. L. (2003). Reasoning About Data. in *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics*. Kilpatrick, J., Martin, G.W. & Schifter, D. editors. pp.193 – 196. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Krulik, S. & Rudnick, J. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Needham Heights, Mass: Allyn and Bacon.
- Kyle, D.W., Mcintyre, E. & Moore, G.H. (2001). Connecting mathematics instruction with the families of young children. *Teaching Children Mathematics*. 8(2): 80-86
- Lappan, G. & Schram, P. W. (1989). Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics. in *New Directions for Elementary School Mathematics Yearbook*. pp.94-30. VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Lardizabal, S.A. et al. (1970). *Methods and Principles of Teaching*. Quezon City: Alemar-Phoenix.
- Lesh, R. et. al. (1997). Using "Real-Life" Problems to Prompt Students to Construct Conceptual Models For Statistical Reasoning. in *The Assessment Challenge in Statistics Education*. Gal, I. & Garfield, J. editors. pp 65. Amsterdam: IOS Press.
- Lobato, E.J. (1993). Making connection with estimation. *Arithmetic Teacher*. 40(6): 347-351.
- Lubienski, S.T. (2001). *The Problem with Real World Problems*.2001. Retrieved May 20, 2005, from www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm.
- Maedows, D. (1990). *Harvesting One Hunderdfold: Key Concepts and Case Studies in Environmental Education*. UNEP, Nairobi.
- Malaty, G. (2000). *From Mathematics for Living to Living for Mathematics*. International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Mathematics for Living.

- Matsuda, E. (2000). Promoting Students' Thinking through Mathematical Writing. In *ICME9: The 9th International Congress on Mathematical Education*. Eizo Nakasaki editor. pp.216. Tokyo/Makukavi, Japan.
- McBrien and Brandt. (1997). *The Language of Learning: A Guide to Education Terms*. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Merlino, F. Joseph . (2000). *Understanding Integrated Mathematics Using Living Metaphors*. Retrieved May 20, 2005, from www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm
- Muthukrishna, A. (1993). " Training Mathematical Reasoning: Direct Explanation versus Constructivist Learning" in *Dissertation Abstracts International*. 53(11). 3834-3835- A. Michigan: Bell Howell.
- National Center for Research in Mathematics and Science Education. (1992). Cognitively guided instruction. *NCRMSE Research Review*. 1(2).
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- _____. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Newman, F.M. (1997). Authentic Assessment in Social Studies: Standard and Examples. in *Handbook of Classroom Assessment*. Phye, G.D. editors. pp.359-380. San Diego: Academic Press.
- Nitko, A.J. (1996). *Education Assessment of Student*. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Oliva, P. F. (1992). *Developing the Curriculum*. 3rd ed. NY: Harpers Collins.
- O'Daffer, P.G. (1990). Inductive and deductive reasoning. *The Mathematical Teacher*. 93(6): 378-380.

- O'Daffer, P.G. & Thornquist, B.A. (1993). Critical Thinking, Mathematical Reasoning and Proof. in *Research Ideas for the Classroom, High School Mathematics*. pp.39-56. New York: Macmillan Publishing Company.
- Othman, N. (1997). "The Effects of Cooperative Learning and Traditional Mathematics Instruction in Grades k-12: A Meta-Analysis of Findings" in *Dissertation Abstracts International*. 57(12). 5090-A. Michigan: Bell Howell.
- Owens, Kathy. (2001). *An Integrated Approach for Young Students*. Retrieved May 20, 2005, from www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm
- Pandey, T. (1990). *Authentic Mathematics Assessment*. Eric Digest. Article No : ED354245.
- Perrine, V. Effect of a Problem-Solving-Based Mathematics Course on the Proportional Reasoning of Preservice Teachers. Retrieved May 20, 2005, from <http://www.lip.uni.com/dissertations/fullcit/3006601>
- Pfeifer, Gene Robert. (2002). *The Influence of Authentic Assessment Tasks and Authentic Instruction on Lutheran Elementary School Fifth-and Sixth Grade Students' Attitudes toward Social Studies and Authentic Projects*. Dissertation (Education). Minnesota : University of Minnesota. Available : UMI Proquest Digital Dissertation. Retrieved July 19, 2005.
- Pugalee, D.K. and Others. (2003). *Authentic Tasks and Mathematical problem Solving*. International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Mathematics for Living.
- Reys, L.L., Smith & Suydam. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6th ed. Brisbane: John Wiley&sons.
- Ross, J.A., Rolheiser, C. & Gray, H.A. (1998). Student evaluation in co-operative learning: Teacher cognitions. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*. 2(4): 299-316.
- Rowan, T.E. & Morrow, L.J. (1993). Implementing k-8 curriculum and evaluation standards. *Arithmetics Teacher*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Russell, S.J. (1999). Mathematical Reasoning in The Elementary Grades. in *Developing*

- Mathematical Reasoning in Grades K-12 Yearbook*. pp. 1. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Schoenfeld, A.H. (1988). What's all the fuss about metacognition? in *Cognitive Science and Mathematics Education*. Schoenfeld, A.H. editors. pp.189-215. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schroeder, T.L. & Lester, E.K. (1989). Developing Understanding in Mathematics via Problem Solving. in *New Directions for Elementary School Mathematics*. Trafton, P.R. editors. pp.31-42. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Serafini, B.L. (2000). *Everyday Math General Information*. Retrieved September 25, 2005, from <http://www.Jsasd.K12.pa.us/bserafini/everyday-mathematic.html>
- Shteingold, N. (2001) . *Isolate, Then integrate*. Retrieved May 20, 2005, from www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm
- Slaring, E.(1990). *Education Psychology*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Slavin, R.E. (1980). Cooperative learning. *Review of Educational Research*. 50(2): 315-342.
- Smith, E. B., Goodman, K. S. & Meredith, R. (1976). *Language and Thinking in School*. 2nd ed. NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Smith, K.J. (1991). *The Nature of Mathematics Sixth Edition*. California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Stapp, W.B. & Cox, D.A. (1979). *Environmental Education Activities Manual*. Thonson-Shore, Dexter: Michigan.
- Steele, D.F. (1996). " A Constructivist Approach to Mathematics Teaching and Learning by a Fourth-Grade Teacher" in *Dissertation Abstracts International*. 56(11). 4309-A. Michigan: Bell Howell.
- Steen, L.A. (2001). Mathematics and Numeracy: Two Literacies; One Language. Retrieved October 17, 2005, from <http://www.stolaf.edu/people/steen/numeracy.html>

- Susskind, L. J. (1994, Winter). Constructing building bridges and minds: Building an integrated curriculum throught social studies. *Educational Studies*. 25(14) : 325.
- Taba, H. (1962). *Curriculum Development: Theory and Practice*. NY: Harcourt Brace World.
- The International Study Center.(2000). *TIMSS 1999 International Mathematics Report*. Boston College. Lynch School of Education.
- Thiessen, D. et al. (1989). *Elementary Mathematical Method*. NY: Mocmillan.
- Thomas, C.D. (1994). "Constructivism and African-American Students' Confidence in Mathematics" in *Dissertation Abstracts International*. 54(7). 2499-2500-A. Michigan: Bell Howell.
- Thurstone, L.L. (1967). Attitude Can be Measure. in *Attitude Theory and Measurement*. NY: John Willey and Son.
- Tougaw, P.W. (1994). "A Study of the Effect of Using an Open-Approach to Teaching Mathematics Upon the Mathematics Problem Solving Behaviors of Secondary School Students" in *Dissertation Abstracts International*. 54(8). 2934-2935-A. Michigan: Bell Howell.
- Travess , D.P.; & Revore, R. W. (1990). *Foundation of Educations : Becoming a Teacher*. 2nd ed. Englewood Clifts, NJ. : Prentice-Hall.
- Tyler, W.R. (1970). *Basic Principle of Curriculum and Instruction*. 3rd ed. Chicago: The University of Chicago Press.
- UNESCO. (1981). *Integrate Subject Areas in Primary Education Curriculum*. Report Finalization Meeting. Bangkok : 9–15 December 1981.
- United Nations. (1993). *The Global Partnership of Environment and Development, A Guide to 21 Agenda*. NY.
- Usiskin, Z. (2001). *Trends in Mathematics Education*. Document for Conference Titled "Trends in Mathematics Education" pp. 14-20. Bangkok, Dec 13.
- Vars, G. (1991, October). Integrated curriculum in historical perspective. *Educational Leadership*. 49(2) : 4.
- Ventura, J . (2001). *Integrating Literature, Mathematics, and Science*. Retrieved May 20, 2005, from www.nctm.org/dialogues/200101/default_all_print.htm

- Villasenor, A. & Kapner, S. H. (1993). Arithmetic from a problem-solving perspective: An urban implementation. *Journal for Research in Mathematics Education*. 24(1): 62-69.
- Wade, E.G. (1995). "A Study of the Effects of a Constructivist-Based Mathematics Problem Solving Instructional Program on the Attitudes, Self-Confidence and Achievement of Post Fifth-Grade Students.(Constructivist)" in *Dissertation Abstracts International*. 51(11). 3411-A. Michigan: Bell Howell.
- Wiggin, G. (1989). The futility of trying to teach everything of importance. *Educational Leadership*. 46(3): 44-59.
- _____. (1998). Teaching to the (authentic) test. *Educational Leadership*. 46(7) : 141-147.
- Zellman, G.L. & Sears, D.O. (1971). Childhood origins of tolerance for dissent. *Journal of Social Issue*. 27(9): 109-136.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความสอดคล้องของ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ค่า IOC)

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา

ดร. รุ่งทิวา แย้มรุ่ง

อาจารย์ภาควิชาประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา

ผศ. อรรถพล อนันตวรสกุล

อาจารย์ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยี
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

อาจารย์เลิศลักษณ์ กมลเพชร

อาจารย์สอนคณิตศาสตร์ โรงเรียนแย้มวิทยากร

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ของแบบวัดการมีสำนึก
รักษ์สิ่งแวดล้อม

ผศ. อรรถพล อนันตวรสกุล

อาจารย์ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยี
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดการสอน และการสังเกตพฤติกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

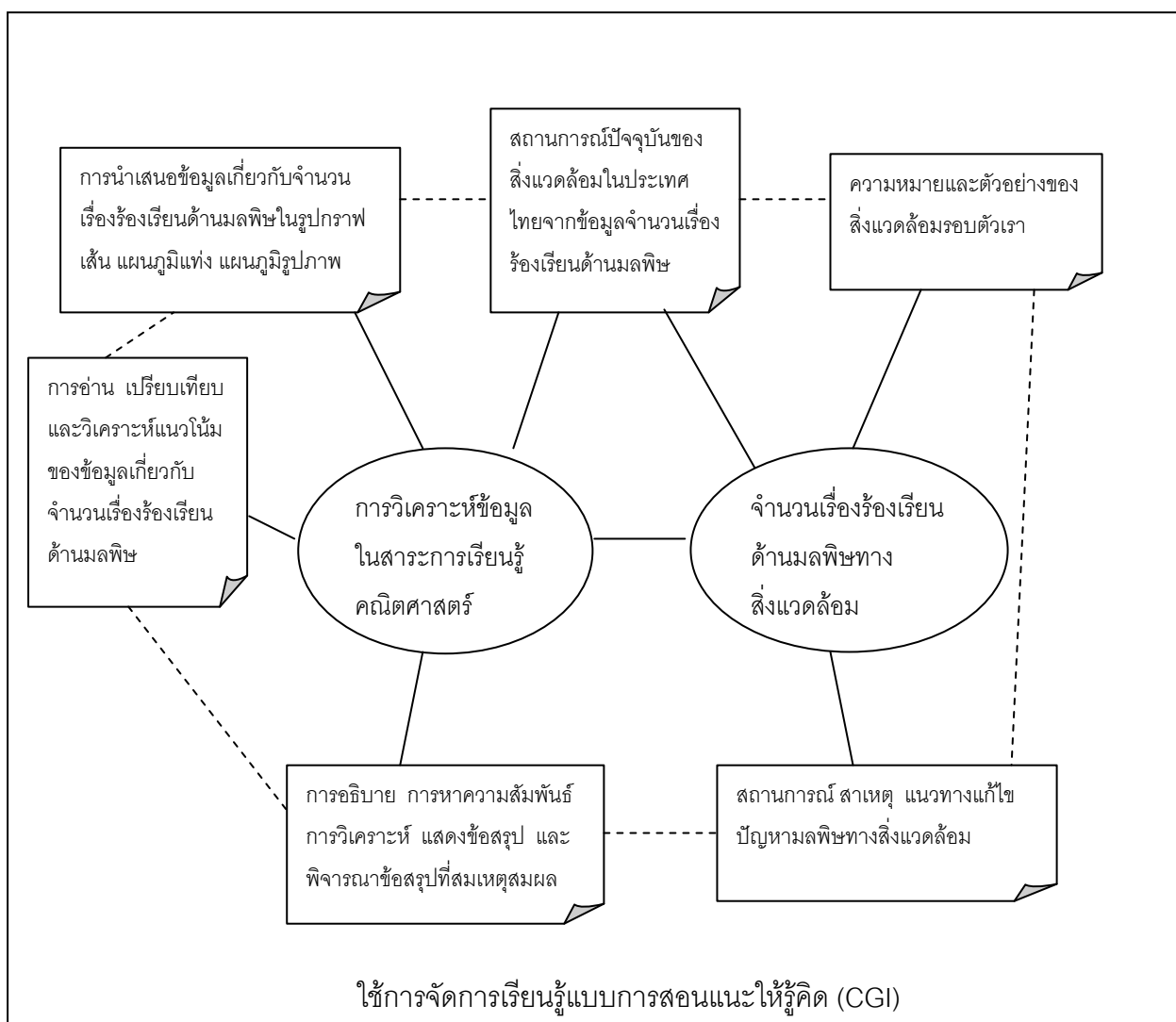
ชื่อกิจกรรม แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น
และจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษ

จำนวน 3 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

รู้และเข้าใจองค์ประกอบของการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น โดยเชื่อมโยงกับความรู้ที่มีอยู่เดิมในเรื่องของแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่ง วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษทางสิ่งแวดล้อมพร้อมอธิบายสาเหตุ แนวทางแก้ไข โดยใช้ทักษะการให้เหตุผล การเชื่อมโยงจากข้อมูลที่น่าเสนอให้ บนแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

สาระสำคัญ (main concept) ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ โดยแสดงเป็นแผนผังมโนทัศน์



จากแผนผังมโนทัศน์ข้างต้น ผู้สอนใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์หลัก ซึ่งมีมโนทัศน์หลักที่ต้องการเกิดขึ้นกับนักเรียน คือ การวิเคราะห์ข้อมูล และ จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ส่วนข้อความในกรอบสี่เหลี่ยมข้างต้นเป็นมโนทัศน์ย่อยที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้เพื่อนำไปสู่มโนทัศน์หลัก สำหรับเส้นประใช้เพื่อแสดงให้เห็นความเกี่ยวข้องกันของมโนทัศน์ย่อย

จุดประสงค์การเรียนรู้

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ให้นักเรียนสามารถ

1. บอกองค์ประกอบของการนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และกราฟเส้นได้
2. อ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มจากข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษได้

เนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างของสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราได้
2. อธิบายสาเหตุ เสนอแนวทางแก้ไข และยกตัวอย่างของมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้

ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง ให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบาย หาความสัมพันธ์ วิเคราะห์ แสดงข้อสรุป และพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มจากข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษได้
2. ระบุสถานการณ์ปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยจากข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษที่กำหนดให้ได้

สาระการเรียนรู้

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูล คือ ข้อเท็จจริงที่เป็นตัวเลขหรือข้อความซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เราสนใจจะศึกษา เพื่อเป็นหลักในการคำนวณเปรียบเทียบหรือคาดคะเนหาความจริง ซึ่งนำมาประกอบการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาต่างๆ

การเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต สัมภาษณ์ หรือทดลองมาจัดเก็บโดยแยกตามประเภท เพื่อง่ายต่อการอ่านและนำไปใช้

แผนภูมิรูปภาพ เป็นการใช้รูปภาพแสดงจำนวนหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ รูปภาพแทนสิ่งที่เป็นอย่างเดียวกันต้องเป็นรูปภาพที่เหมือนกัน และขนาดเท่ากัน

แผนภูมิแท่ง เป็นการใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงจำนวน หรือปริมาณของสิ่งต่างๆ โดยให้ความสูงหรือความยาวของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปแสดงจำนวนแต่ละรายการ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทุกรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน และเริ่มต้นจากระดับเดียวกัน

กราฟเส้น เป็นวิธีการนำเสนอข้อมูล โดยใช้จุดและส่วนของเส้นตรงที่ลากเชื่อมต่อกัน ซึ่งจุดแต่ละจุดจะบอกจำนวนหรือปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ นิยมใช้กราฟเส้นกับข้อมูลที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ตามลำดับก่อนหลังของเวลา มีหลักการเขียน ดังนี้

- เขียนชื่อกราฟว่าแสดงข้อมูลอะไร
- เขียนส่วนของเส้นตรงในแนวตั้งเพื่อแสดงรายละเอียดของจำนวนหรือปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ
- เขียนส่วนของเส้นตรงในแนวนอนเพื่อแสดงช่วงเวลาของข้อมูลแต่ละรายการ
- เขียนจุดเพื่อแสดงจำนวนหรือปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ
- เขียนส่วนของเส้นตรงต่อกันจากจุดแรกไปยังจุดถัดๆ ไปจนถึงจุดสุดท้าย
- เขียนที่มาของกราฟ

เนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์ได้ทำขึ้น โดยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ได้แก่ น้ำ ป่าไม้ อากาศ แสงแดด เป็นต้น ส่วนสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ สิ่งก่อสร้างทางกายภาพ เช่น อาคารบ้านเรือน ศิลปกรรม โบราณสถาน เป็นต้น และวัฒนธรรม เช่น ประเพณี ความเชื่อ เป็นต้น

มลพิษทางสิ่งแวดล้อม หมายถึง การที่มีสิ่งเป็นพิษปริมาณมากเจือปนอยู่ในสิ่งแวดล้อม จนอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น หรือเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ได้แก่ น้ำเสีย ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล กลิ่นเหม็น ฝุ่นละอองและเขม่าควัน เสียงดังและเสียงรบกวน เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา

1. นำเสนอคำถามกับนักเรียนว่า ถ้าต้องการทราบว่านักเรียนแต่ละคนชอบสีอะไรบ้าง

และสี่ละก็คน จะต้องทำอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบ มีใครมีวิธีการอย่างอื่นอีกหรือไม่ เป็นต้น จนได้ข้อสรุปว่า ต้องถามนักเรียนทีละคนว่าชอบสีอะไรและทำการจดบันทึกไว้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการหนึ่งของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เรียกว่า การสำรวจ และสีต่างๆที่นักเรียนชอบกับจำนวนนักเรียนที่ชอบสีนั้นๆ เรียกว่า ข้อมูล

2. นำเสนอคำถามกับนักเรียนว่า ถ้าต้องการทราบว่าในทุกๆต้นชั่วโมงตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 16.00 น. อุณหภูมิในห้องเรียนนี้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง จะต้องทำอย่างไรจึงจะได้คำตอบ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบ มีใครมีวิธีการอย่างอื่นอีกหรือไม่ เป็นต้น จนได้ข้อสรุปว่า ต้องทำการวัดอุณหภูมิในห้องนี้ทุกต้นชั่วโมงตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 16.00 น. และทำการจดบันทึกไว้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการหนึ่งของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เรียกว่า การทดลอง และอุณหภูมิที่วัดได้ในทุกต้นชั่วโมง เรียกว่า ข้อมูล

3. นำเสนอคำถามกับนักเรียนว่า ถ้าต้องการทราบว่านักเรียนในห้องนี้ทิ้งขยะลงในถังขยะหรือไม่ จะต้องทำอย่างไรจึงจะได้คำตอบ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้ได้คำตอบ มีใครมีวิธีการอย่างอื่นอีกหรือไม่ เป็นต้น จนได้ข้อสรุปว่า ต้องทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทุกคนเวลาทิ้งขยะว่าทิ้งลงในถังขยะหรือไม่ และทำการจดบันทึกไว้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการหนึ่งของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เรียกว่า การสังเกต และพฤติกรรมการทิ้งขยะของนักเรียนที่บันทึกได้ เรียกว่า ข้อมูล

4. จากข้อ 1 2 และ 3 ให้นักเรียนลองสังเกตว่าสิ่งที่เรียกว่า ข้อมูล นั้นมีลักษณะอย่างไร และอภิปรายร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น ข้อมูลในข้อ 1 2 และ 3 มีลักษณะเป็นอย่างไร เป็นตัวเลขใช่ไหม เป็นข้อความได้หรือเปล่า วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีอะไรบ้าง เป็นต้น จนได้ข้อสรุปว่า ข้อมูล หมายถึง ข้อเท็จจริงที่เป็นตัวเลขหรือข้อความซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เราสนใจจะศึกษา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีหลายวิธี เช่น การสำรวจ การทดลอง การสังเกต เป็นต้น

5. ให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันยกตัวอย่าง สิ่งแวดล้อมที่ตนเองรู้จักว่ามีอะไรบ้าง จากนั้นอภิปรายร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น สิ่งแวดล้อมที่นักเรียนรู้จักและอยู่รอบตัวนักเรียนมีอะไรบ้าง สิ่งแวดล้อมใดบ้างเป็นสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมใดบ้างเป็นสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นต้น จนได้ข้อสรุปว่า สิ่งแวดล้อม คือ สิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์ได้ทำขึ้น โดยสิ่งแวดล้อมตาม

ธรรมชาติ ได้แก่ น้ำ ป่าไม้ อากาศ แสงแดด เป็นต้น ส่วนสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ สิ่งก่อสร้างทางกายภาพ เช่น อาคารบ้านเรือน ศิลปกรรม โบราณสถาน เป็นต้น

6. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันยกตัวอย่าง มลพิษทางสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษ ที่ตนเองรู้จักว่ามีอะไรบ้าง จากนั้นอภิปรายร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น มลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนรู้จัก หรืออยู่ใกล้ๆตัวนักเรียนมีอะไรบ้าง น้ำที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างไร แถวบ้านนักเรียนมีกลิ่นเหม็นของกองขยะไหม เป็นต้น จนได้ข้อสรุปว่า มลพิษทางสิ่งแวดล้อม หมายถึง การที่มีสิ่งเป็นพิษปริมาณมากเจือปนอยู่ในสิ่งแวดล้อม จนอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น หรือเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ได้แก่ น้ำเสีย ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล กลิ่นเหม็น ฝุ่นละอองและเขม่าควัน เสียงดังและเสียงรบกวน เป็นต้น

7. นำเสนอใบกิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุและแนวทางแก้ไขมลพิษทางสิ่งแวดล้อม จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปว่า

สาเหตุของมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การทิ้งของเสียลงในแม่น้ำลำคลอง ไม่ทิ้งขยะลงในถัง การปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ควันพิษจากไฟไหม้ป่า สารเคมีและยากำจัดศัตรูพืชจากการเกษตรกรรม ควันพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์ เป็นต้น

แนวทางแก้ไขมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ไม่ทิ้งของเสียลงในแม่น้ำลำคลอง ออกกฎหมายควบคุมการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ปรับแต่งเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพดี ไม่ใช้สารเคมีและยากำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

ชั่วโมงที่ 2

8. ครูนำเสนอจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี 2535 – 2549 ของกรมควบคุมมลพิษ แล้วอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงสถานการณ์ของสิ่งแวดล้อมไทยในปัจจุบัน

9. นำเสนอแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งที่แสดงข้อมูลจากข้อ 8 จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี 2535 – 2549 จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายองค์ประกอบของแผนภูมิทั้งสอง โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น ชื่อแผนภูมิว่าอย่างไร แผนภูมินี้มีที่มาจากแหล่งข้อมูลใด รูปภาพแทนสิ่งที่เป็นอย่างเดียวกันต้องเป็นรูปภาพที่เหมือนกันหรือไม่ ต้องมีขนาดเท่ากันหรือไม่ ต้องมีการระบุใหม่ว่ารูปภาพหนึ่งรูปแทนจำนวนเท่าไร ความสูงหรือความยาวของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปแสดงอะไร รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทุกรูปต้องมีความกว้างเท่ากันไหม และเริ่มต้นจากระดับใด ต้องเป็นระดับเดียวกันไหม เป็นต้น เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เรื่องแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งของนักเรียน

10. ครูนำเสนอกราฟเส้นของข้อมูลจากข้อ 8 จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี

2535 – 2549 แล้วใช้คำถาม เช่น จุดแต่ละจุดในรูปภาพแสดงอะไร ต้องมีการลากเส้นเชื่อมจุดแต่ละจุดใหม่ ลักษณะของกราฟเส้นเหมือนหรือต่างจากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งอย่างไรบ้าง เป็นต้น เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันถึงองค์ประกอบของกราฟเส้นโดยเชื่อมโยงกับความรู้อันมีอยู่เดิมในเรื่องของแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่ง จากนั้นนักเรียนช่วยกันสรุปองค์ประกอบของกราฟเส้นว่าประกอบด้วย ชื่อกราฟ ส่วนของเส้นตรงในแนวตั้งเพื่อแสดงรายละเอียดของจำนวนหรือปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ ส่วนของเส้นตรงในแนวนอนเพื่อแสดงช่วงเวลาของข้อมูลแต่ละรายการ จุดเพื่อแสดงจำนวนหรือปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ ส่วนของเส้นตรงต่อจุดจากจุดแรกไปยังจุดถัดๆ ไปจนถึงจุดสุดท้าย และที่มาของกราฟ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและถูกต้อง

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล

11. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-6 คน พร้อมให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี 2535 – 2549

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามตามใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล โดยในช่วงที่นักเรียนทำกิจกรรมนี้ครูจะคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อคำถามหรือปัญหา

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

13. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูเลือกนักเรียน 2-3 กลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอคำตอบของกลุ่มตัวเองพร้อมทั้งเหตุผล จากนั้นครูและเพื่อนถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุดส่วนกลุ่มที่เหลือครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอเหตุผลที่แตกต่างออกไปจากของเพื่อน

ขั้นที่ 4 ขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง

14. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อบูรณาการแนวคิดและเหตุผลจากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น เหตุผลของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือต่างกันอย่างไร แต่ละกลุ่มมีแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงจากข้อมูลที่กำหนดไปสู่สถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยเหมือนหรือต่างกันอย่างไร เป็นต้น จากนั้นนักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยและสรุปเป็นประเด็นว่า จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษมีแนวโน้มลดลง แสดงว่า สถานการณ์สิ่งแวดล้อมของไทยมีแนวโน้มที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจำนวนเรื่อง

ร้องเรียนด้านมลพิษก็ยังคงอยู่ในระดับที่สูง แสดงมลพิษทางสิ่งแวดล้อมก็ยังคงมีอยู่มาก ดังนั้นเราทุกคนควรร่วมมือกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

15. นักเรียนช่วยกันสรุปองค์ประกอบของกราฟเส้น

16. ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียน ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ แนวทางการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลงในใบกิจกรรมที่ 3

สื่อการเรียนรู้

1. พิวเจอร์บอร์ดนำเสนอแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และกราฟเส้นของข้อมูลจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี 2535 – 2549

2. ใบกิจกรรมที่ 1
3. ใบกิจกรรมที่ 2
4. ใบกิจกรรมที่ 3

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม
2. สังเกตจากการร่วมอภิปรายในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
4. การตรวจใบกิจกรรมที่ 1
5. การตรวจใบกิจกรรมที่ 2
6. การตรวจใบกิจกรรมที่ 3

ใบกิจกรรมที่ 1

ให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองเพื่ออธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในสถานการณ์ที่กำหนดให้
ดังนี้

ถ้าต้องการทราบว่านักเรียนในห้องนี้ส่วนใหญ่มาโรงเรียนโดยวิธีใด จะต้องทำอย่างไรจึง
จะได้คำตอบ ให้นักเรียนอธิบายตามความเข้าใจของตนเอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองในประเด็นต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดเห็นอย่างไรต่อมลพิษทางสิ่งแวดล้อม.....

.....

.....

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางการแก้ไขมลพิษทางสิ่งแวดล้อมตามความคิดของนักเรียน ได้แก่

.....

.....

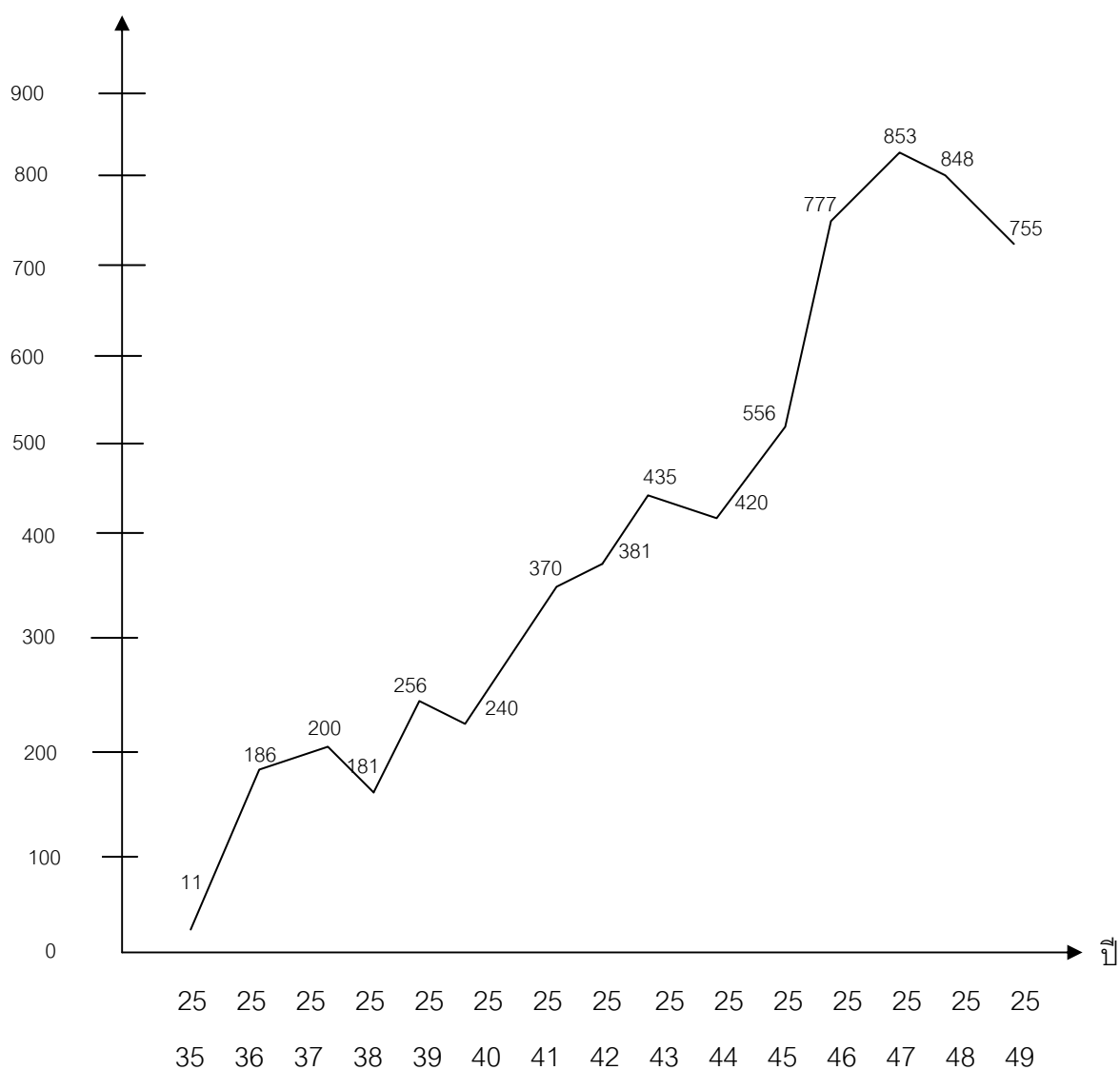
.....

ใบกิจกรรมที่ 2 จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษ

สถิติจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี 2535 – 2549 ของกรมควบคุมมลพิษ แสดงได้
ดังนี้

จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี 2535 – 2549

จำนวนเรื่องร้องเรียน(เรื่อง)



ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในปี พ.ศ. 2539 มีจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษกี่เรื่อง

คำตอบ

2. ในปี พ.ศ. ไตมีจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษมากที่สุด คิดเป็นจำนวนกี่เรื่อง

และแสดงผลสนับสนุนคำตอบให้เห็นจริง

ปี พ.ศ.จำนวน.....เรื่อง

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ปี พ.ศ. ไตบ้างที่มีจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษมีมากกว่าปี พ.ศ. 2544 และแสดง

เหตุผลสนับสนุนคำตอบให้เห็นจริง

คำตอบ

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ครูถามเด็กชายเอว่า “จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษในปีใดมีน้อยที่สุด”

เด็กชายเอตอบว่า “ปี พ.ศ. 2535 ครับ”

ครูถามเด็กชายเออีกว่า “เพราะอะไรจึงตอบว่า ปี พ.ศ. 2535”

เด็กชายเอตอบว่า “เมื่อพิจารณาจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษระหว่างปี 2535 – 2549 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ปี พ.ศ. 2535 มีจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษเพียง 11 เรื่อง ซึ่งน้อยกว่าปีอื่นๆ ครับ”

นักเรียนคิดว่าคำตอบของเด็กชายเอถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร (ให้แสดงผลให้เห็นจริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคาดว่าในปี พ.ศ. 2550 จะมีจำนวนเรื่องร้องเรียนกี่เรื่อง ให้นักเรียนแสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

คำตอบ

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

6. จากจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษในปี พ.ศ. 2535 - 2549 แสดงว่าสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทยเป็นอย่างไร ให้อธิบายตามความเข้าใจ

.....

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการทำอย่างไรเพื่อให้จำนวนเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษลดลง

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3

ให้นักเรียนแต่ละคนเขียน ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ แนวทางการอนุรักษ์
สิ่งแวดล้อม

ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แนวทางการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามความคิดของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

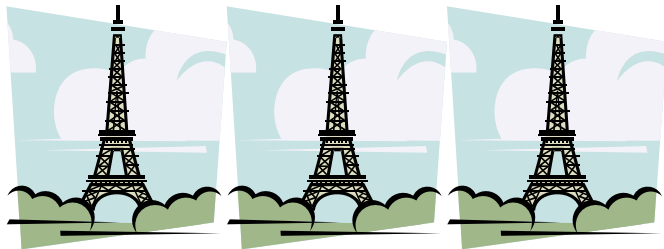
.....

.....

.....

.....

.....



กำหนดการสอน

ตาราง 36 กำหนดการ เนื้อหา และระยะเวลาในการสอน

เนื้อหา	เวลาสอน	แผนการ จัดการ เรียนรู้	ชั่วโมงที่	วันที่
เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล				
การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสำรวจ การ สังเกต การทดลอง	5 ชั่วโมง	1, 5	1-3, 9-10	5-6, 9 พ.ย. 2550
การนำเสนอข้อมูล				
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิรูปภาพจาก ข้อมูลในรูปตาราง	3 ชั่วโมง	1	1-3	5-6 พ.ย. 2550
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแท่งจากข้อมูลใน รูปตาราง	3 ชั่วโมง	1	1-3	5-6 พ.ย. 2550
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแท่งเปรียบเทียบ จากข้อมูลในรูปตาราง	4 ชั่วโมง	4	7-8	8 พ.ย. 2550
- การนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟเส้นจากข้อมูลใน รูปตาราง	9 ชั่วโมง	1, 3, 5, 6	1-3, 5- 6, 9-12	5-7, 9, 12 พ.ย. 2550
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิ/กราฟอื่นๆ จาก ข้อมูลในรูปตาราง	2 ชั่วโมง	7	13-14	13 พ.ย. 2550
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิ/กราฟอื่นๆ จาก ข้อมูลในรูปแบบภูมิแท่ง	2 ชั่วโมง	8	15-16	14 พ.ย. 2550
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิ/กราฟอื่นๆ จาก ข้อมูลในรูปกราฟเส้น	2 ชั่วโมง	9	17-18	15 พ.ย. 2550

ตาราง 36 (ต่อ)

เนื้อหา	เวลาสอน	แผนการจัดการ เรียนรู้	ชั่วโมงที่	วันที่
การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้ม				
ข้อมูลจากข้อมูล				
- การอ่านข้อมูล	20 ชั่วโมง	1-10	1-20	3-16 พ.ย. 2550
- การเปรียบเทียบข้อมูล	20 ชั่วโมง	1-10	1-20	3-16 พ.ย. 2550
- การวิเคราะห์แนวโน้มจากข้อมูล	19 ชั่วโมง	1, 3-10	1-3, 5-20	3-16 พ.ย. 2550
เนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม				
มลพิษทางสิ่งแวดล้อม				
สิ่งแวดล้อมเรื่องนี้	4 ชั่วโมง	1-2	1-4	5-6 พ.ย. 2550
- แหล่งน้ำต่างๆ วัฏจักรของน้ำ ความสำคัญ และประโยชน์ของน้ำ	2 ชั่วโมง	3	5-6	7 พ.ย. 2550
- ปัญหาด้านปริมาณน้ำ วิธีการใช้น้ำอย่าง ประหยัด และวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ	2 ชั่วโมง	4	7-8	8 พ.ย. 2550
- การวัดคุณภาพน้ำจากค่า BOD และค่า DO สาเหตุและแนวทางป้องกันปัญหาน้ำเสีย	2 ชั่วโมง	5	9-10	9 พ.ย. 2550
สิ่งแวดล้อมเรื่องป่าไม้				
- ประโยชน์ของป่าไม้ สาเหตุที่ทำให้ป่าไม้ถูก ทำลาย และผลกระทบเมื่อขาดทรัพยากรป่าไม้	2 ชั่วโมง	6	11-12	12 พ.ย. 2550
- ความสำคัญของป่าไม้ที่มีต่อสัตว์ป่า สัตว์ป่าสงวน และสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์ และแนวทางป้องกัน	2 ชั่วโมง	7	13-14	13 พ.ย. 2550
- วิธีการหรือแนวทางในการพลิกฟื้นความ สมบูรณ์คืนผืนป่า	2 ชั่วโมง	8	15-16	14 พ.ย. 2550

ตาราง 36 (ต่อ)

เนื้อหา	เวลาสอน	แผนการ จัดการ เรียนรู้	ชั่วโมงที่	วันที่
สิ่งแวดล้อมเรื่องอากาศ				
- ความหมายและแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ ขนาดต่างๆ ของฝุ่นละออง แหล่งที่มา ผลกระทบ และแนวทางแก้ปัญหา มลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละออง	2 ชั่วโมง	9	17-18	15 พ.ย. 2550
- สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ	2 ชั่วโมง	10	19-20	16 พ.ย. 2550

การสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์
ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมี
สำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

ตาราง 37 การสังเกตพฤติกรรมเพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะ
การเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

พฤติกรรมที่ ต้องการสังเกต	เรื่อง	กลุ่มที่	ชั่วโมงที่	วันที่
ความเข้าใจทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการ สำรวจ การสังเกต การทดลอง	1 - 2 9 - 11	1-3 9 -10	5-6 พ.ย. 2550 9 พ.ย. 2550
ความเข้าใจทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	การนำเสนอข้อมูล	1 - 2 3 - 4 5 - 6 7 - 8 9 - 11	1 - 3 4 5 - 6 7 - 8 9 - 10	5-6 พ.ย. 2550 6 พ.ย. 2550 7 พ.ย. 2550 8 พ.ย. 2550 9 พ.ย. 2550
ความเข้าใจทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ แนวโน้มข้อมูลจากข้อมูล	1 - 2 3 - 4 5 - 6 7 - 8 9 - 11 1 - 2 3 - 4	1 - 3 4 5 - 6 7 - 8 9 - 10 11 - 12 13 - 14	5-6 พ.ย. 2550 6 พ.ย. 2550 7 พ.ย. 2550 8 พ.ย. 2550 9 พ.ย. 2550 12 พ.ย. 2550 13 พ.ย. 2550

ตาราง 37 (ต่อ)

พฤติกรรมที่	เรื่อง	กลุ่มที่	ชั่วโมงที่	วันที่
ต้องการสังเกต				
ความเข้าใจทาง	การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์	5 - 6	15 - 16	14 พ.ย. 2550
คณิตศาสตร์	แนวโน้มจากข้อมูล	7 - 8	17 - 18	15 พ.ย. 2550
เรื่อง การ		9 - 11	19 - 20	16 พ.ย. 2550
วิเคราะห์ข้อมูล				
ทักษะการให้	การอธิบาย การหาความสัมพันธ์	1 - 2	1 - 3	5-6 พ.ย. 2550
เหตุผล	การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของ	3 - 4	4	6 พ.ย. 2550
	ข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล	5 - 6	5 - 6	7 พ.ย. 2550
		7 - 8	7 - 8	8 พ.ย. 2550
		9 - 11	9 - 10	9 พ.ย. 2550
		1 - 2	11 - 12	12 พ.ย. 2550
		3 - 4	13 - 14	13 พ.ย. 2550
		5 - 6	15 - 16	14 พ.ย. 2550
		7 - 8	17 - 18	15 พ.ย. 2550
		9 - 11	19 - 20	16 พ.ย. 2550
ทักษะการให้	การพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	1 - 2	1 - 3	5-6 พ.ย. 2550
เหตุผล		3 - 4	4	6 พ.ย. 2550
		5 - 6	5 - 6	7 พ.ย. 2550
		7 - 8	7 - 8	8 พ.ย. 2550
		9 - 11	9 - 10	9 พ.ย. 2550
		1 - 2	11 - 12	12 พ.ย. 2550
		3 - 4	13 - 14	13 พ.ย. 2550
		5 - 6	15 - 16	14 พ.ย. 2550
		7 - 8	17 - 18	15 พ.ย. 2550
		9 - 11	19 - 20	16 พ.ย. 2550

ตาราง 37 (ต่อ)

พฤติกรรมที่	เรื่อง	กลุ่มที่	ชั่วโมงที่	วันที่
ต้องการสังเกต				
ทักษะการ	การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง	1 - 2	1 - 3	5-6 พ.ย. 2550
เชื่อมโยง	การวิเคราะห์ข้อมูล กับ เนื้อหาในชีวิต	3 - 4	4	6 พ.ย. 2550
	จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	5 - 6	5 - 6	7 พ.ย. 2550
		7 - 8	7 - 8	8 พ.ย. 2550
		9 - 11	9 - 10	9 พ.ย. 2550
		1 - 2	11 - 12	12 พ.ย. 2550
		3 - 4	13 - 14	13 พ.ย. 2550
		5 - 6	15 - 16	14 พ.ย. 2550
		7 - 8	17 - 18	15 พ.ย. 2550
		9 - 11	19 - 20	16 พ.ย. 2550
เจตคติต่อวิชา		1 - 2	1 - 3	5-6 พ.ย. 2550
คณิตศาสตร์		3 - 4	4	6 พ.ย. 2550
		5 - 6	5 - 6	7 พ.ย. 2550
		7 - 8	7 - 8	8 พ.ย. 2550
		9 - 11	9 - 10	9 พ.ย. 2550
		1 - 2	11 - 12	12 พ.ย. 2550
		3 - 4	13 - 14	13 พ.ย. 2550
		5 - 6	15 - 16	14 พ.ย. 2550
		7 - 8	17 - 18	15 พ.ย. 2550
		9 - 11	19 - 20	16 พ.ย. 2550

ตาราง 37 (ต่อ)

พฤติกรรมที่	เรื่อง	กลุ่มที่	ชั่วโมงที่	วันที่
ต้องการสังเกต				
การมีสำนักรักษ์	สิ่งแวดล้อมเรื่องน้ำ	1 - 4	5 - 6	7 พ.ย. 2550
สิ่งแวดล้อม	- แหล่งน้ำต่างๆ วัฏจักรของน้ำ	5 - 8	7 - 8	8 พ.ย. 2550
	ความสำคัญและประโยชน์ของน้ำ	9 - 11	9 - 10	9 พ.ย. 2550
	- ปัญหาด้านปริมาณน้ำ วิธีการใช้น้ำอย่างประหยัด และวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ			
	- การวัดคุณภาพน้ำจากค่า BOD และค่า DO สาเหตุและแนวทางป้องกันปัญหาน้ำเสีย			
การมีสำนักรักษ์	สิ่งแวดล้อมเรื่องป่าไม้	1 - 4	11 - 12	12 พ.ย. 2550
สิ่งแวดล้อม	- ประโยชน์ของป่าไม้ สาเหตุที่ทำให้ป่าไม้ถูกทำลาย และผลกระทบเมื่อขาดทรัพยากรป่าไม้	5 - 8	13 - 14	13 พ.ย. 2550
	9 - 11	15 - 16	14 พ.ย. 2550	
	- ความสำคัญของป่าไม้ที่มีต่อสัตว์ป่า สัตว์ป่าสงวน และสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์และแนวทางป้องกัน			
	- วิธีการหรือแนวทางในการพลิกฟื้นความสมบูรณ์คืนผืนป่า			
การมีสำนักรักษ์	สิ่งแวดล้อมเรื่องอากาศ	1 - 4	17 - 18	15 พ.ย. 2550
สิ่งแวดล้อม	- ความหมายและแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ ขนาดต่างๆ ของฝุ่นละออง แหล่งที่มา ผลกระทบ และแนวทางแก้ปัญหามลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละออง	5 - 8	19 - 20	16 พ.ย. 2550
	- สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน			

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง
2. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม
4. แบบสังเกตพฤติกรรมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
5. แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์
6. แบบสังเกตเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
7. แบบสังเกตพฤติกรรมการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม
8. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
9. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผล
10. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยง

ตาราง 38 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	จำนวน(ข้อ)	คะแนน
ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์			
1. เมื่อกำหนดประเด็นให้สามารถบอกวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลได้	2, 23	2	4
2. เมื่อกำหนดข้อมูลให้สามารถเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้นได้	1, 14, 15, 16	4	6
3. เมื่อกำหนดตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิมวงกลมและกราฟเส้นให้สามารถอ่านข้อมูลได้	3, 8, 10	3	3
4. เมื่อกำหนดตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิมวงกลมและกราฟเส้นให้สามารถรวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูลได้	4, 5, 7, 17	4	6
5. เมื่อกำหนดตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิมวงกลมและกราฟเส้นให้สามารถทำนายหรือ ระบุแนวโน้มจากข้อมูลได้	11, 20, 21	3	7
ด้านทักษะการให้เหตุผล			
1. สามารถอธิบาย หาคความสัมพันธ์ วิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล	6, 13, 17, 20, 21, 22	6	18
2. สามารถพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	9, 12, 18	3	7
ด้านทักษะการเชื่อมโยง			
1. สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับสถานการณ์จริงเรื่อง สิ่งแวดล้อม	6, 13, 19, 22	4	12

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะ
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (ก่อนการทดลอง)

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการสอบ 60 นาที คะแนนเต็ม 63 คะแนน ให้นักเรียนเขียน
คำตอบลงในแบบทดสอบ

1. ถ้าต้องการพิจารณาแนวโน้มหรือการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ควรนำเสนอด้วยกราฟ/แผนภูมิ
ประเภทใดมากที่สุด

ก. กราฟเส้น

ข. แผนภูมิรูปวงกลม

ค. แผนภูมิแท่ง

ง. แผนภูมิรูปภาพ

2.

จากการเฝ้าดูพฤติกรรมนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียน
แห่งหนึ่ง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ทิ้งขยะลงในถังขยะ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งใน
การช่วยกันรักษาความสะอาดของโรงเรียน

จากข้อมูลที่กำหนดให้ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีใด

ก. การทดลอง

ข. การสัมภาษณ์

ค. การสำรวจ

ง. การสังเกต

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 – 4

จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พบว่า
ปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ในเขตกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 – 2547
แสดงได้ดังนี้

5. ในปี พ.ศ. 2549 ปัญหามลพิษเรื่องใดที่มีการร้องเรียนสูงเป็นอันดับสอง

ก. เสียงดังรบกวน

ข. กลิ่นเหม็น

ค. ฝุ่นละออง/เขม่าควัน

ง. ของเสียอันตราย

6. จากสัดส่วนปัญหามลพิษที่มีการร้องเรียน ปี 2549 นักเรียนคิดว่าปัญหาเรื่องใดที่ควรมีการเร่งแก้ไขมากที่สุดให้อธิบายตามความเข้าใจ และแสดงเหตุผลประกอบความคิดเห็นให้เห็นจริง

.....

.....

.....

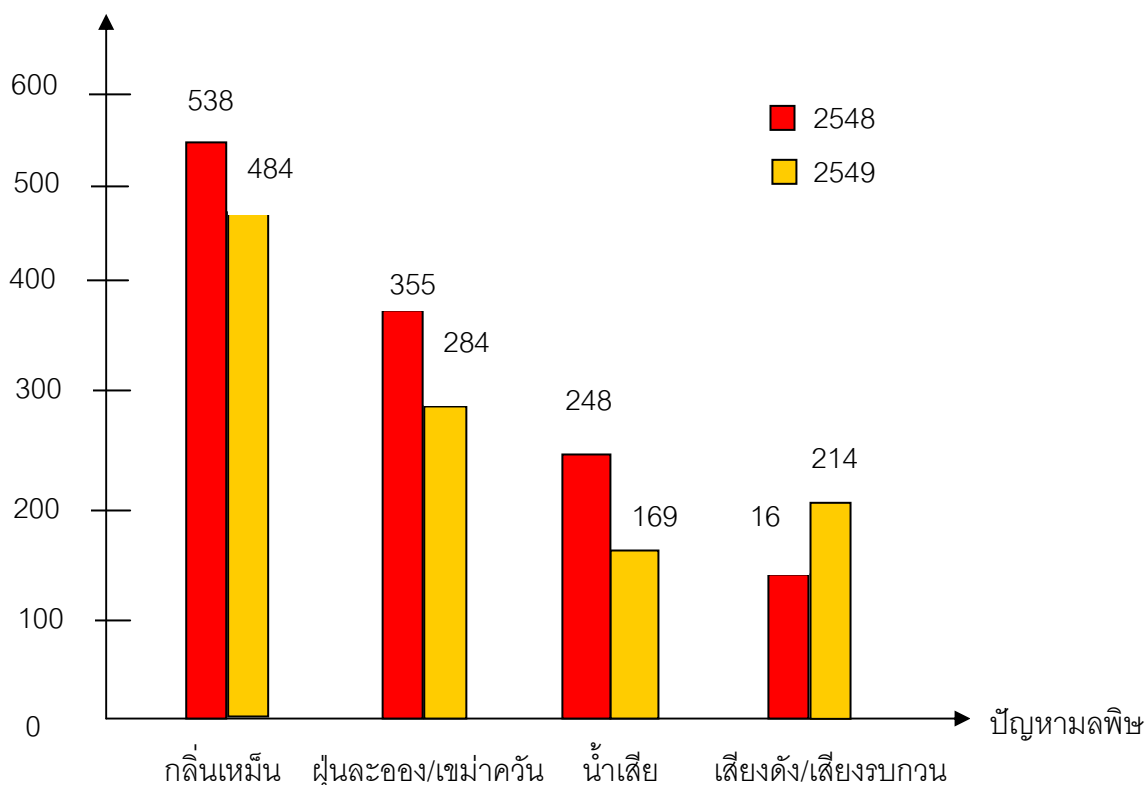
.....

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 7 – 9

จากข้อมูลจำนวนเรื่องร้องเรียนปัญหามลพิษระหว่างปี พ.ศ. 2548 – 2549 ของกรมควบคุมมลพิษ แสดงได้ดังนี้

ปัญหามลพิษที่มีการร้องเรียนระหว่างปี 2548 – 2549

จำนวนเรื่องร้องเรียน



ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

7. ปัญหามลพิษด้านใดที่มีจำนวนเรื่องร้องเรียนระหว่างปี 2548 และ 2549 แตกต่างกันมากที่สุด

- ก. กลิ่นเหม็น
- ข. ฝุ่นละออง/เขม่าควัน
- ค. น้ำเสีย
- ง. เสียงดัง/เสียงรบกวน

8. ในปี 2549 มีจำนวนเรื่องร้องเรียนด้านฝุ่นละออง/เขม่าควันกี่เรื่อง

- ก. 284 เรื่อง
- ข. 214 เรื่อง
- ค. 484 เรื่อง
- ง. 355 เรื่อง

9. จากข้อมูลจำนวนเรื่องร้องเรียนปัญหามลพิษระหว่างปี พ.ศ. 2548 – 2549

“ เด็กชายบี คิดว่าปัญหาด้านกลิ่นเหม็น ควรมีการเร่งแก้ไขมากที่สุด เพราะมีจำนวนเรื่องร้องเรียนสูงที่สุด ”

นักเรียนคิดว่าคำตอบของเด็กชายบีถูกต้องหรือไม่ พร้อมแสดงเหตุผลให้เห็นจริงตามความเข้าใจของนักเรียน

.....

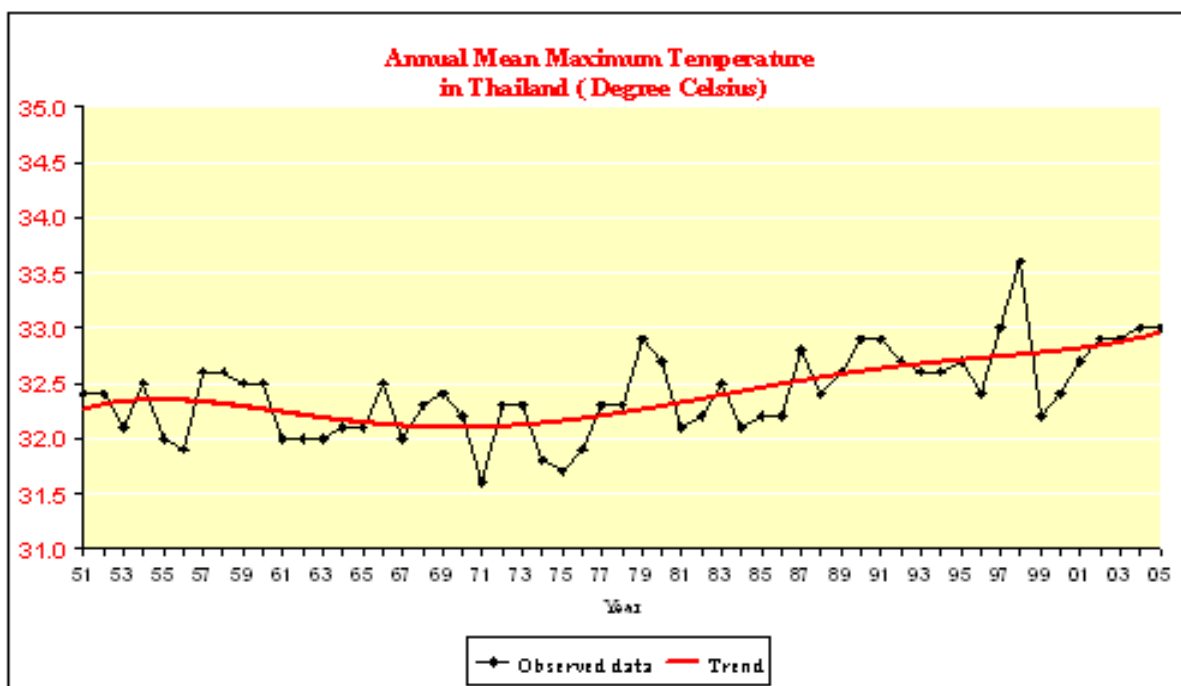
.....

.....

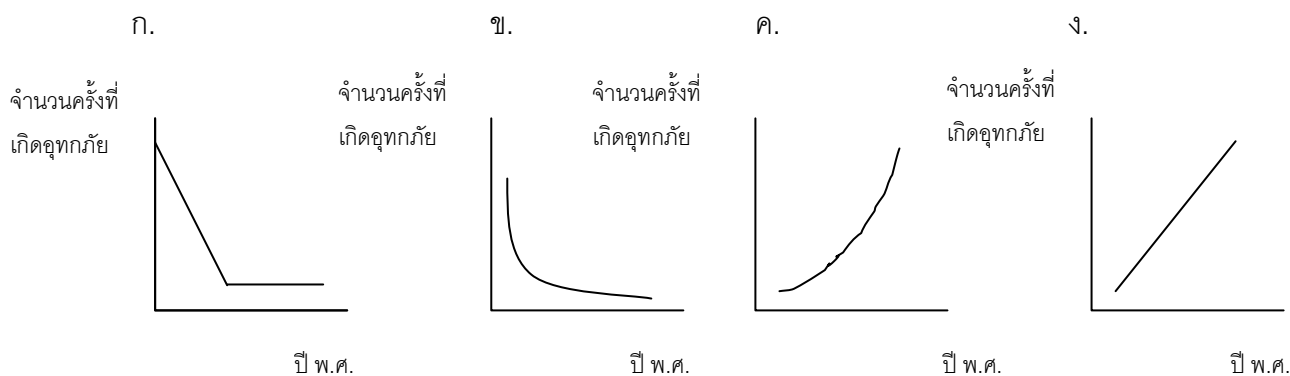
.....

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10 – 13

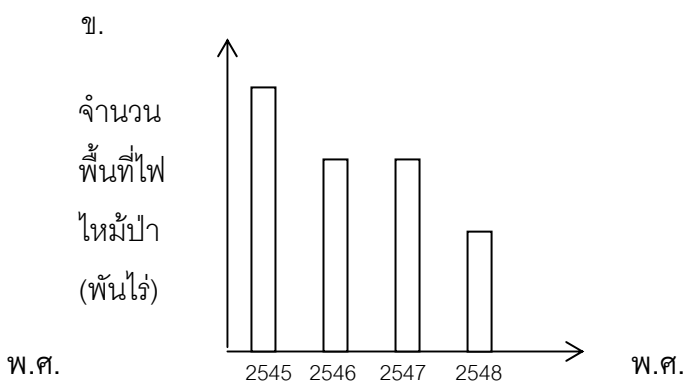
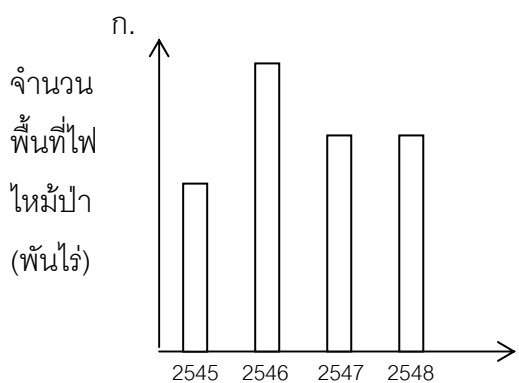
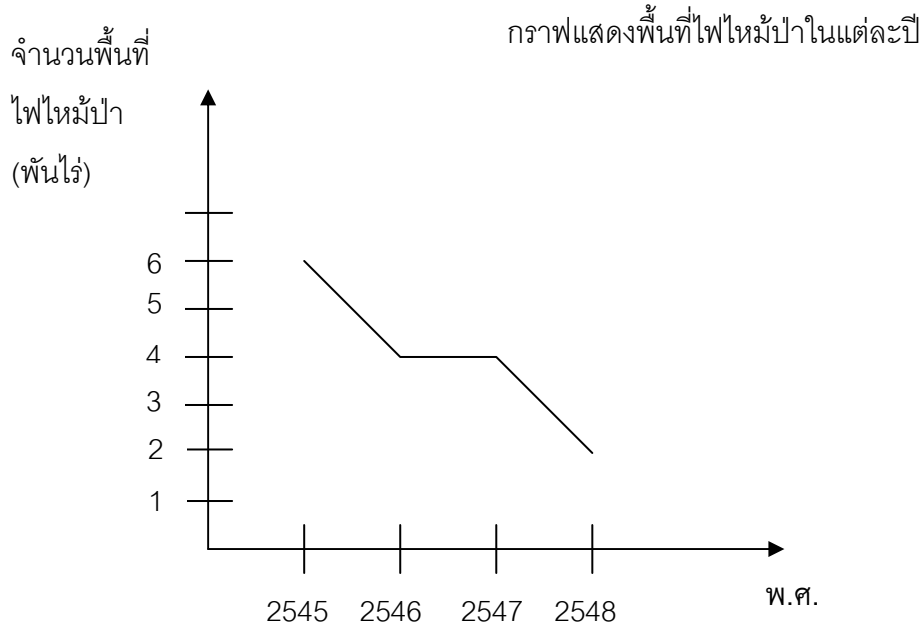
จากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส) ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2548 ของกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงได้ดังนี้

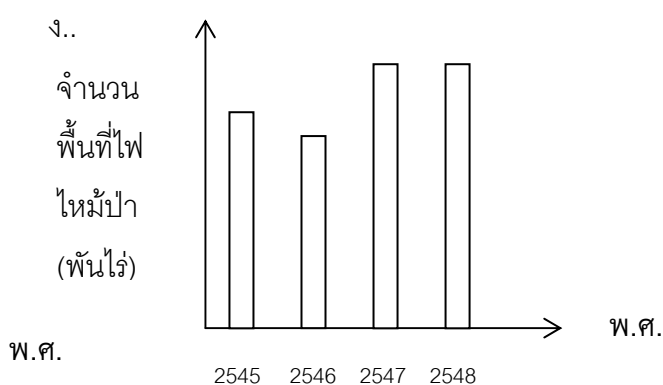
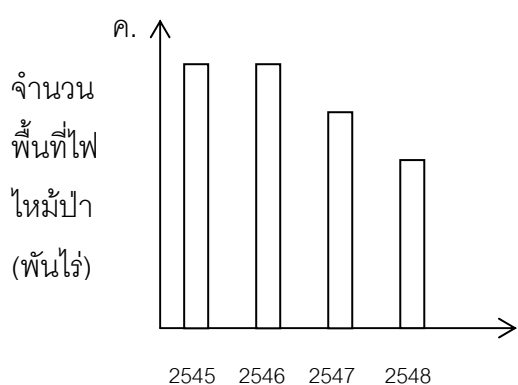


ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา



15. ข้อใดเป็นแผนภูมิแท่งที่สอดคล้องกับกราฟเส้น





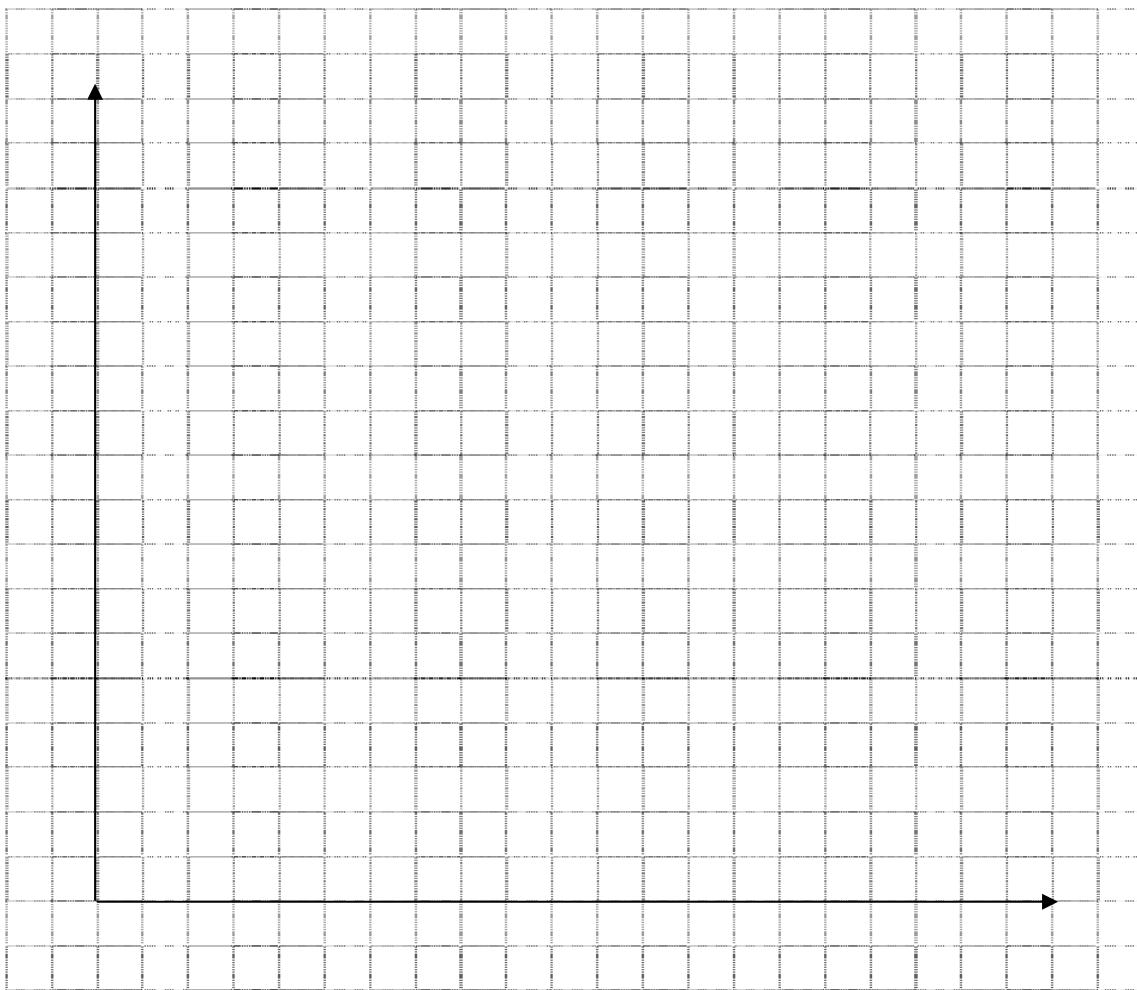
จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16 – 19

จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พบว่าพื้นที่การปลูกป่า (ตารางกิโลเมตร) ของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2542 – 2548 แสดงได้ดังนี้

ปี พ.ศ.	พื้นที่การปลูกป่า (ตารางกิโลเมตร)
2542	326
2543	211
2544	226
2545	258
2546	118
2547	143
2548	443

16. จงเขียนกราฟ/แผนภูมิแสดงพื้นที่การปลูกป่าของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2542 – 2548 โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้น

ชื่อกราฟ/แผนภูมิ.....



ที่มา.....

17. ในปี พ.ศ. ไตที่พื้นที่การปลูกป่าของประเทศไทยเกิดขึ้นมากที่สุด คิดเป็นกี่ตารางกิโลเมตร และแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบให้เห็นจริง

ปี พ.ศ.จำนวน.....ตารางกิโลเมตร

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

18. ครูถามเด็กชายเอว่า “การปลูกป่าในปีใดมีพื้นที่น้อยที่สุด”
 เด็กชายเอตอบว่า “ปี พ.ศ. 2546 ครับ ”
 ครูถามเด็กชายเออีกว่า “เพราะอะไรจึงตอบว่า ปี พ.ศ. 2546”
 เด็กชายเอตอบว่า “ เมื่อพิจารณาข้อมูลพื้นที่การปลูกป่า ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542 – 2548 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า ปี พ.ศ. 2546 มีพื้นที่การปลูกป่าเพียง 118 ตารางกิโลเมตร ซึ่งน้อยกว่าปีอื่นๆ”
 นักเรียนคิดว่าคำตอบของเด็กชายเอถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร และแสดงเหตุผลให้

เห็นจริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

19. จากข้อมูลพื้นที่การปลูกป่าของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2542 – 2548 แสดงว่าสถานการณ์เกี่ยวกับการปลูกป่าของประเทศไทยเป็นอย่างไร ให้อธิบายตามความเข้าใจ

.....

.....

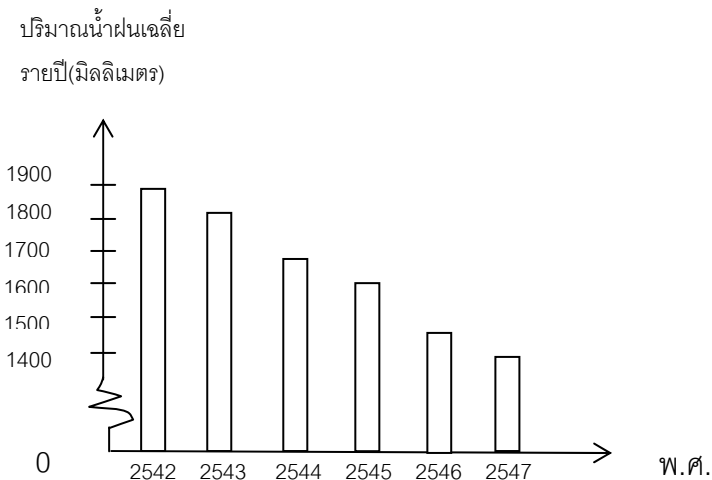
.....

.....

.....

20. จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร) ของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2547 แสดงโดยแผนภูมิแท่ง ดังนี้

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร) ระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2547



ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

นักเรียนคาดว่าในปี พ.ศ. 2548 จะมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกี่มิลลิเมตร ให้นักเรียนแสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

คำตอบ

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

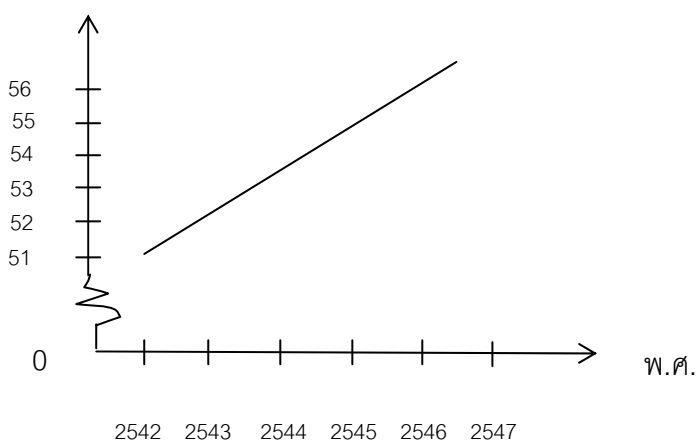
.....

.....

21. จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พบว่าปริมาณการบริโภคน้ำประปา (ลูกบาศก์เมตร) ของการประปานครหลวงระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2547 แสดงโดยกราฟเส้น ดังนี้

ปริมาณการบริโภคน้ำประปา (ลูกบาศก์เมตร) ของการประปานครหลวง
ระหว่างปี พ.ศ. 2542 – 2547

ปริมาณการบริโภค
น้ำประปา (ลูกบาศก์เมตร)



ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

นักเรียนคาดว่าในปี พ.ศ. 2548 จะมีปริมาณการบริโภคน้ำประปาลูกบาศก์เมตร และให้นักเรียนแสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

คำตอบ

เหตุผล.....

.....

.....

.....

22. จากข้อมูลในข้อ 20 และ ข้อ 21 แสดงว่าสถานการณ์เกี่ยวกับน้ำของประเทศไทยเป็นอย่างไร ให้อธิบายตามความเข้าใจ และแสดงเหตุผลประกอบความคิดเห็นให้เห็นจริง

คำตอบ

เหตุผล.....

.....

.....

.....
.....
23. ถ้านักเรียนจะเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่า

“แนวทางการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาหนี้เสียส่วนใหญ่ของนักเรียนห้องนี้ คือ การไม่ทิ้งขยะลงในแม่น้ำ” เป็นจริงหรือเท็จ นักเรียนต้องทำอะไร จงอธิบายตามความคิดของนักเรียน

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

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความคิด ความรู้สึก หรือความเห็นที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดเห็นดังกล่าวของนักเรียนเป็นความคิดเห็นเฉพาะบุคคลไม่มีถูกหรือผิด และไม่มีผลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ฉะนั้นขอให้ตอบให้ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด
2. ในแต่ละข้อจะมีข้อความกำหนดให้ ขอให้ให้นักเรียนอ่านข้อความให้เข้าใจ แล้วแสดงความคิดเห็นที่มีต่อข้อความนั้นด้วยการเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องใดช่องหนึ่งที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน ดังตัวอย่างการตอบดังนี้

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ		✓			

ชื่อ-นามสกุล.....

โรงเรียน.....ชั้น.....

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่าง มีระบบ					
2.	การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจ ง่ายเพราะมีขั้นตอน					
3.	ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์					
4.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฉันมี ความกระตือรือร้นในการ ค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ					
5.	ฉันชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มากกว่าวิชาอื่นๆโดยเฉพาะ วิชาที่ต้องท่องจำ					
6.	ฉันชอบหาคำตอบของโจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ยาก และท้าทายความคิดอยู่เสมอ					
7.	วิชาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย					
8.	ฉันสามารถเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ได้รวดเร็วกว่าวิชา อื่น					
9.	ฉันสามารถตอบปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาอื่น					
10.	คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงาน มีขั้นตอนดีขึ้น					
11.	ฉันไม่สนุกกับการคิดคำนวณที่ ซับซ้อน					

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
12.	ฉันขยันทำแบบฝึกหัดวิชา คณิตศาสตร์					
13.	ฉันไม่ชอบทำการบ้านวิชา คณิตศาสตร์					
14.	ฉันสบายใจเมื่อได้ทำกิจกรรม หรืองานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์					
15.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียน สนุก					
16.	ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาอื่น มากกว่าวิชาคณิตศาสตร์					
17.	ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบ วิชาคณิตศาสตร์					
18.	ฉันชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่ เสมอ					
19.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจ อย่างมีเหตุผล					
20.	ฉันมีความมั่นใจมากเวลาคิด คำนวณทางคณิตศาสตร์					
21.	ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่อยู่รอบตัวให้ เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่ เสมอ					
22.	ฉันอยากให้เพื่อนๆทำการบ้าน วิชาคณิตศาสตร์ได้					
23.	ฉันรู้สึกหนักใจเมื่อเข้าสอบวิชา คณิตศาสตร์					

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
24.	ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียน วิชาคณิตศาสตร์และเพิ่ม ชั่วโมงเรียนวิชาอื่นแทน					
25.	ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัว เมื่อ ครูให้ออกไปทำกิจกรรม คณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน					
26.	ฉันชอบตอบปัญหาทาง คณิตศาสตร์					
27.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยาก ถ้าใช้ความพยายาม					
28.	ฉันรู้สึกรำคาญเมื่อพ่อแม่หรือ ครูถามปัญหาเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์					
29.	คนเรียนเก่งคณิตศาสตร์ชอบ ถือความคิดเห็นของตนเองเป็น ใหญ่โดยไม่มีเหตุผล					
30.	ฉันชอบนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์มาใช้ใน ชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การ คิดเงินทอน					

แบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความคิด ความรู้สึก หรือความเห็นที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ความคิดเห็นดังกล่าวของนักเรียนเป็นความคิดเห็นเฉพาะบุคคลไม่มีถูกหรือผิด และไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน ฉะนั้นขอให้ตอบให้ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด

2. ในแต่ละข้อจะมีข้อความกำหนดให้ ขอให้นักเรียนอ่านข้อความให้เข้าใจ แล้วแสดงความคิดเห็นที่มีต่อข้อความนั้นด้วยการเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องใดช่องหนึ่งที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน ดังตัวอย่างการตอบดังนี้

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0	การให้ความรู้เรื่องการ ป้องกันและดูแลป่าไม้เป็น เรื่องของเขาเท่านั้น เพราะเขาทำลายป่ากัน มาก					✓

ชื่อ-นามสกุล.....

โรงเรียน.....ชั้น.....

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
● การตระหนักถึงสาเหตุและผลกระทบของสิ่งแวดล้อม						
1.	การปลูกต้นไม้เป็นประโยชน์ต่อตัวเรา เองและครอบครัว					
2.	ยุคปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีที่ ทันสมัย ทำให้เราไม่จำเป็นต้องพึ่งพา ป่าไม้อีกต่อไป					
3.	ถ้าฉันสร้างบ้านฉันจะสร้างบ้านที่ทำ จากไม้สักทองทั้งหลังเพราะสวยงาม และบ่งบอกถึงความมีรสนิยมดี					
4.	ฉันคิดว่าการที่ป่าไม้ถูกบุกรุกทำลาย ไม่ใช่เรื่องแปลก เพราะประชากรเพิ่ม มากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ประโยชน์ จากป่ามากขึ้น					
5.	ในทุ่งนาแดดร้อนมาก เราควรปลูก ต้นไม้ใหญ่ไว้ตามคันนาเป็นระยะเพื่อ จะได้พักใต้ร่มเงาของต้นไม้					
6.	เมื่อตัดต้นไม้ในป่ามาขายนอกจากจะ ได้เงินแล้วยังได้พื้นที่ไว้ใช้ทำ การเกษตรเพิ่มขึ้นอีก					
7.	ควรนำน้ำที่ใช้ล้างผักและผลไม้แล้ว ไปใช้รดน้ำต้นไม้					
8.	ถ้าบ้านฉันอยู่ใกล้แหล่งน้ำฉันควรทิ้ง ขยะลงในแหล่งน้ำเพื่อจะได้ ประหยัดเวลา					
9.	อากาศที่ร้อนขึ้นทุกวันมีผลต่อการ ดำรงชีวิตของฉัน					
10.	ฉันรู้สึกเฉยๆที่เห็นคนขับรถปล่อยควัน ดำ					

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
11.	ไม่ควรมีกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ในที่ ชุมชน เพราะการสูบบุหรี่เป็นเรื่องส่วน บุคคล					
12.	อากาศเสียไม่มีผลต่อร่างกายของฉัน เพราะฉันมีขี้ผึ้งช่วยกรองอากาศ อยู่แล้ว					
13.	ฉันคิดว่ามนุษย์เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม					
• การตระหนักถึงแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม						
14.	ถ้าขาดพลังจากชาวบ้านทุกคน รวมกันการดูแลรักษาป่าชุมชนก็ไม่มี ทางประสบความสำเร็จได้เลย					
15.	ถ้าฉันมีโอกาสฉันจะเข้าร่วมโครงการ ปลูกป่าทดแทน					
16.	ฉันจะภูมิใจมากที่ต้นไม้ที่ฉันปลูก เจริญเติบโตเป็นต้นไม้ใหญ่ได้					
17.	ฉันคิดว่าการตัดไม้ในป่ามาใช้บ่อยลง เป็นแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์ป่า					
18.	เราควรอนุรักษ์ป่าไม้จะได้มีแหล่งต้น น้ำลำธาร					
19.	การที่เยาวชนไปทำความสะอาด แหล่งน้ำเนื่องในโอกาสต่างๆเป็นเรื่อง ที่น่าชมเชย					
20.	ฉันคิดว่าโรงงานอุตสาหกรรมควรมี ระบบบำบัดน้ำเสีย					
21.	ฉันคิดว่าการอนุรักษ์น้ำควรจะทำ เฉพาะฤดูที่มีน้ำน้อยส่วนฤดูที่มีน้ำ มากไม่จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์					

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
22.	เมื่อเห็นก๊อกน้ำปิดไม่สนิทฉันคิดว่า เป็นหน้าที่ของฉันที่จะต้องปิดให้ เรียบร้อย					
23.	ไม่มีประโยชน์ที่เราจะช่วยกันรักษา แหล่งน้ำ ในเมื่อคนอื่นไม่ให้ความ ร่วมมือ					
24.	ถ้าฉันเห็นน้องทิ้งขยะลงคลองฉันจะ เตือนน้องว่าไม่ควรกระทำ					
25.	ฉันอยากจะปลูกต้นไม้เพื่อช่วยลด มลพิษทางอากาศให้ลดลง					
26.	ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่ ไม่สามารถป้องกันหรือแก้ไขได้					
27.	การเสนอข่าวผลเสียที่เกิดจากมลพิษ ทางอากาศเป็นสิ่งที่รัฐบาลและ ประชาชนต้องร่วมมือกันเผยแพร่					
28.	รัฐบาลควรส่งเสริมให้มีการเผยแพร่ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแก่ ประชาชนอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง					
29.	การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็น หน้าที่ของฉันและคนทุกคน					
30.	นับจากวันนี้เป็นต้นไปเราควรปฏิบัติ ตนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม					

แบบสังเกตพฤติกรรมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

กิจกรรมที่.....ชื่อกิจกรรม.....

กลุ่มที่ถูกสังเกต.....ชั้น.....ครั้งที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา..... น.

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
1. การอธิบายถึงข้อมูลที่กำหนดให้หรือข้อมูลที่มีการนำเสนอ			
2. การอธิบายถึงข้อมูลที่ต้องการทราบหรือต้องการหาคำตอบ			
3. การอธิบายเพื่อหาแนวทางดำเนินการกับข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ			
4. การวิเคราะห์ถึงการนำความรู้เกี่ยวกับกราฟหรือแผนภูมิมาใช้			
5. การวิเคราะห์ถึงการใช้อ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้			
6. การอธิบายเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่กำหนดให้			
7. การอธิบายถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล			
8. การอธิบายเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล			
9. การอธิบายถึงองค์ประกอบและความถูกต้องในการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ			

.....

สรุปสาระสำคัญจากการสังเกตความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

.....

หมายเหตุ ในช่องหมายเหตุผู้วิจัยจะบันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติมของนักเรียนที่สังเกตได้ นอกจากนี้มีการกำหนดรหัสของพฤติกรรมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการบันทึก ดังนี้

4 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 4 ของตาราง 4

3 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 3 ของตาราง 4

2 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 2 ของตาราง 4

1 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 1 ของตาราง 4

แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 กิจกรรมที่.....ชื่อกิจกรรม.....
 กลุ่มที่ถูกสังเกต.....ชั้น.....ครั้งที่.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา..... น.

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
ทักษะการให้เหตุผล			
1. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อ่านข้อมูลจากกราฟ/แผนภูมิ			
2. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้เปรียบเทียบข้อมูลจากกราฟ/ แผนภูมิ			
3. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลจาก กราฟ/แผนภูมิ			
4. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้			
5. การแสดงเหตุผลประกอบเมื่อให้อธิบายถึงกราฟ/แผนภูมิที่กำหนดให้			
6. การอภิปรายเพื่อพิจารณาเหตุผลของผู้อื่น			
ทักษะการเชื่อมโยง			
7. การอภิปรายถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับชีวิตจริง			
8. การนำความรู้หรือสิ่งที่พบในชีวิตจริงมาวิเคราะห์หาข้อสรุปหรือ คำตอบ			
9. มีการอภิปรายขยายแนวคิดโดยมองแนวโน้มจากข้อมูลไปสู่ สถานการณ์จริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม			

สรุปสาระสำคัญจากการสังเกตทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

หมายเหตุ ในช่องหมายเหตุผู้วิจัยจะบันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติมของนักเรียนที่สังเกตได้ นอกจากนี้มีการกำหนด
 รหัสของพฤติกรรมทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียน
 แสดงออกมาเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการบันทึก ดังนี้

- 4 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 4 ของตาราง 5,6
- 3 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 3 ของตาราง 5,6
- 2 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 2 ของตาราง 5,6
- 1 : นักเรียนแสดงพฤติกรรมสอดคล้องกับกลุ่มที่ 1 ของตาราง 5,6

แบบสังเกตเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

กิจกรรมที่.....ชื่อกิจกรรม.....

กลุ่มที่ถูกสังเกต.....ชั้น.....ครั้งที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา..... น.

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์			
2. นักเรียนให้ความร่วมมือในการวิเคราะห์ปัญหา/สถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมด้วยความสนใจ			
3. นักเรียนมีท่าทางยิ้มแย้มแจ่มใสขณะทำงาน			
4. นักเรียนอภิปรายประกอบด้วยเหตุผลกับเพื่อนในกลุ่มย่อย			
5. นักเรียนตั้งใจเรียนในชั้นเรียนตลอดคาบเรียน			
6. นักเรียนมีความขวนขวายที่จะถามครูหรือเพื่อนเมื่อเจอกับอุปสรรคหรือปัญหา			
7. นักเรียนทำงานเสร็จทันเวลา			
8. นักเรียนแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ			
9. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา			
10. นักเรียนนำเสนอคำตอบพร้อมเหตุผลต่อเพื่อนและครูด้วยความมั่นใจ			
11. นักเรียนมีความสนใจฟังเพื่อนพร้อมคิดตามเมื่อเพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน			
12. นักเรียนตอบคำถามของเพื่อนและครูด้วยความมั่นใจ			
13. นักเรียนมีความสนใจในการอภิปรายด้วยเหตุผลร่วมกับครูและเพื่อนทั้งชั้นเรียน			

.....

สรุปสาระสำคัญจากการสังเกตเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

.....

หมายเหตุ ในช่องหมายเหตุผู้วิจัยจะบันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติมของนักเรียนที่สังเกตได้

แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

กิจกรรมที่.....ชื่อกิจกรรม.....

กลุ่มที่ถูกละเมิด.....ชั้น.....ครั้งที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา..... น.

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
เรื่องน้ำ (สังเกตพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-5)			
1. ตระหนักถึงประโยชน์ของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต (คน/พืช/สัตว์) เช่น ใช้ในการอุปโภคและบริโภค (กิน อาบ ล้างจาน ล้างรถ) เป็นต้น			
2. ตระหนักว่าน้ำสะอาดเป็นสิ่งสำคัญและมีอยู่อย่างจำกัด			
3. ตระหนักถึงปัญหาต่างๆของน้ำ เช่น การขาดแคลนน้ำ น้ำเสีย น้ำท่วม เป็นต้น			
4. ตระหนักถึงสาเหตุของปัญหาเรื่องน้ำ เช่น ตัวมนุษย์เอง มลพิษในบรรยากาศ การตัดไม้ทำลายป่า โรงงานอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ การทำไร่เลื่อนลอย ภาวะโลกร้อน การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การปล่อยน้ำเสียจากชุมชน เป็นต้น			
5. ตระหนักถึงวิธีการใช้น้ำอย่างประหยัด เช่น ไม่เปิดน้ำทิ้งไว้ ล้างจานครั้งละหลายๆใบ ปิดน้ำขณะแปรงฟัน เป็นต้น			
6. ตระหนักถึงวิธีแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ เช่น ไม่ทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ อนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร ไม่ตัดไม้ทำลายป่า โรงงานไม่ปล่อยน้ำเสีย ออกกฎหมายควบคุม สร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ พัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร เป็นต้น			
7. ตระหนักว่าน้ำเสีย การขาดแคลนน้ำ และน้ำท่วมมีผลกระทบต่อตนเองและสังคม เช่น ทำให้เกิดโรคต่างๆ เกิดภาวะขาดแคลนน้ำ เป็นต้น			
8. มีความใฝ่รู้โดยติดตามข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องน้ำ			
9. ตระหนักถึงการกระทำของตนเองและสังคมที่มีต่อน้ำ			
เรื่องป่าไม้ (สังเกตพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-8)			
10. ตระหนักถึงสาเหตุของการที่ป่าไม้ถูกทำลาย เช่น การบุกรุกทำลายป่า การทำเหมือง การทำไร่เลื่อนลอย การตัดไม้เถื่อนเพื่อการค้า ไฟป่า ภัยทางธรรมชาติ เป็นต้น			
11. ตระหนักถึงวิธีการอนุรักษ์ป่าไม้ เช่น ช่วยกันปลูกต้นไม้ ไม่ตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น			

พฤติกรรมที่ต้องการสังเกต	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
12. ตระหนักถึงประโยชน์ของป่าไม้ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต (คน/พืช/สัตว์) เช่น ให้ความร่มรื่น เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ดูดซับมลภาวะหรือสารพิษในอากาศ เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ผลิตออกซิเจน ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นเชื้อเพลิงเพื่อหุงต้ม ชะลอความรุนแรงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ เป็นต้น			
13. ตระหนักว่าป่าไม้เป็นสิ่งสำคัญและมีอยู่อย่างจำกัด			
14. ตระหนักถึงผลกระทบจากการที่ป่าไม้ถูกทำลาย เช่น เกิดภาวะโลกร้อน ฝนตกไม่ตรงตามฤดูกาล พื้นที่ต้นน้ำเสื่อมโทรม สัตว์ป่าไร้ที่อยู่อาศัย คุณภาพชีวิตเสื่อมโทรม ยามน้ำหลากเกิดน้ำท่วมฉับพลัน เกิดการชะล้างพังทลายของดิน เป็นต้น			
15. มีความใฝ่รู้โดยติดตามข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องป่าไม้			
16. ตระหนักถึงการกระทำของตนเองและสังคมที่มีต่อป่าไม้			
เรื่องอากาศ (สังเกตพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-10)			
17. ตระหนักถึงประโยชน์ของอากาศบริสุทธิ์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต (คน/พืช/สัตว์) เช่น ช่วยในเรื่องของระบบหายใจ เป็นต้น			
18. ตระหนักว่าอากาศที่บริสุทธิ์เป็นสิ่งที่สำคัญ			
19. ตระหนักถึงสาเหตุของมลพิษทางอากาศ เช่น การขนส่ง การผลิตสินค้าในภาคอุตสาหกรรม การใช้สารเคมีป้องกันศัตรูพืช เป็นต้น			
20. ตระหนักถึงผลกระทบของมลพิษทางอากาศ เช่น ภาวะโลกร้อน สุขภาพที่เสื่อมโทรม เป็นต้น			
21. ตระหนักถึงวิธีการทำให้อากาศบริสุทธิ์ เช่น ปลูกต้นไม้ ใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว เป็นต้น			
22. มีความใฝ่รู้โดยติดตามข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องอากาศ			
23. ตระหนักถึงการกระทำของตนเองและสังคมที่มีต่ออากาศ			

.....

.....

สรุปสาระสำคัญจากการสังเกตการณ์สำนักรักษ์สิ่งแวดล้อม

.....

หมายเหตุ ในช่องหมายเหตุผู้วิจัยจะบันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติมของนักเรียนที่สังเกตได้

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา..... น.

ประเด็นที่สัมภาษณ์

บันทึกคำตอบของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ชื่อที่สัมภาษณ์.....

- นักเรียนช่วยอธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
ที่ตอบมา
- สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีอื่นโดยวิธีอื่น
ได้หรือไม่
- อื่นๆ

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิ/กราฟ

ชื่อที่สัมภาษณ์.....

- ทำไมจึงนำเสนอข้อมูลโดยกราฟ/แผนภูมิ
ประเภทนี้
- องค์ประกอบของการนำเสนอข้อมูลโดยกราฟ/
แผนภูมิครบถ้วนหรือไม่
- สามารถนำเสนอข้อมูลโดยใช้กราฟ/แผนภูมิ
แบบอื่นหรือไม่
- อื่นๆ

การอ่านข้อมูล

ชื่อที่สัมภาษณ์.....

- คำถามข้อนี้ให้นักเรียนหาอะไร
.....
- นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรจึงได้คำตอบนี้
.....
- นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องและ
สมบูรณ์หรือไม่
- สามารถตอบคำตอบอื่นได้อีกหรือไม่ อย่างไร
.....
- อื่นๆ

การเปรียบเทียบข้อมูล

ข้อที่สัมภาษณ์.....

- คำถามข้อนี้ให้นักเรียนหาอะไร
- นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรจึงได้คำตอบนี้
- นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องและ
สมบูรณ์หรือไม่
- สามารถตอบคำตอบอื่นได้อีกหรือไม่ อย่างไร
- อื่นๆ

การวิเคราะห์แนวโน้มจากข้อมูล

ข้อที่สัมภาษณ์.....

- คำถามข้อนี้ให้นักเรียนหาอะไร
- นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรจึงได้คำตอบนี้
- นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องและ
สมบูรณ์หรือไม่
- สามารถตอบคำตอบอื่นได้อีกหรือไม่ อย่างไร
- อื่นๆ

สรุปสิ่งที่ได้จากการสัมภาษณ์.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาทักษะการให้เหตุผล

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา..... น.

ประเด็นที่สัมภาษณ์

บันทึกคำตอบของนักเรียน

การอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูล

ชื่อที่สัมภาษณ์.....

- นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรจึงให้เหตุผลเช่นนี้
- นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักเรียนถูกต้องและ
สมบูรณ์หรือไม่
- คำตอบและเหตุผลของนักเรียนมีความ
สอดคล้องกันหรือไม่
- สามารถใช้เหตุผลอื่นได้อีกหรือไม่
- อื่นๆ

การพิจารณาข้อสรุปของข้อมูล

ชื่อที่สัมภาษณ์.....

- นักเรียนคิดว่าคำตอบและเหตุผลที่กำหนดให้
ถูกต้องและสมบูรณ์หรือไม่
- คำตอบและเหตุผลที่กำหนดให้มีความ
สอดคล้องกันหรือไม่
- สามารถใช้เหตุผลอื่นได้อีกหรือไม่
- อื่นๆ

สรุปสิ่งที่ได้จากการสัมภาษณ์.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยง

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.เวลา..... น.

ประเด็นที่สัมภาษณ์

บันทึกคำตอบของนักเรียน

การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับสถานการณ์จริงเรื่องสิ่งแวดล้อม

ชื่อที่สัมภาษณ์.....

- | | |
|--|--|
| - นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรจึงได้เชื่อมโยงกับ | |
| สถานการณ์จริงเช่นนี้ | |
| - การเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงนี้มีการใช้ | |
| ข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ | |
| - สามารถเชื่อมโยงแบบอื่นได้อีกหรือไม่ | |
| - อื่นๆ | |

สรุปสิ่งที่ได้จากการสัมภาษณ์.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความสอดคล้องสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

1. แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง
การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จัดทำขึ้นเพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่างๆของกิจกรรม โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และเขียนข้อเสนอแนะอื่นๆ

แบบประเมินมีอยู่ทั้งหมด 2 ตอน คือ

1. แบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา
2. แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล.....

ผู้เชี่ยวชาญสาขา.....

ประสบการณ์การทำงาน.....ปี

สถานที่ทำงาน.....

.....

ตอนที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา

คำชี้แจง หลังจากพิจารณากิจกรรมแล้ว ขอให้ท่านพิจารณาองค์ประกอบต่างๆของกิจกรรม ด้านผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และ กิจกรรมการเรียนรู้ ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความสอดคล้องมากน้อยเพียงใด

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10			

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษา

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อผู้วิจัยจะได้ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมให้ดีขึ้น ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ต่อไป โดยให้แสดงความคิดเห็นในหัวข้อ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล (กรุณาช่วยพิจารณาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งนี้อาจเขียนข้อเสนอแนะในแผนการจัดการเรียนรู้หรือเขียนในเอกสารแนบท้ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้)

แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกิจกรรม ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรและคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขบ้าง

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

2. ในด้านสาระการเรียนรู้ ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรและคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขบ้าง

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

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ท่านคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขเพิ่มเติมบ้าง

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

4. ท่านคิดว่าสื่อการเรียนรู้ควรมีอะไรเพิ่มเติมบ้าง

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

5. ท่านคิดว่าวิธีการวัดและประเมินผลควรมีส่วนแก้ไขเพิ่มเติมอย่างไรบ้าง

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

6. ความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของกิจกรรม

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

7. อื่นๆ

.....
.....

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อคำถามในแบบทดสอบ กับ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยง จัดทำขึ้นเพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นโดยพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละด้านมีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และเขียนข้อเสนอแนะลงในตัวข้อสอบ

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล.....

ผู้เชี่ยวชาญสาขา.....

ประสบการณ์การทำงาน.....ปี

สถานที่ทำงาน.....

.....

ความสอดคล้องของ ข้อความกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
ข้อ 1			
ข้อ 2			
ข้อ 3			
ข้อ 4			
ข้อ 5			
ข้อ 6			
ข้อ 7			
ข้อ 8			
ข้อ 9			
ข้อ 10			
ข้อ 11			
ข้อ 12			
ข้อ 13			
ข้อ 14			
ข้อ 15			
ข้อ 16			
ข้อ 17			
ข้อ 18			
ข้อ 19			
ข้อ 20			
ข้อ 21			
ข้อ 22			
ข้อ 23			

ภาคผนวก จ

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น

1. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง
2. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง
3. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น

1. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.790	23

2. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.851	23

3. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.724	30

ภาคผนวก จ

ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

1. เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง
2. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน
3. เปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผล ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง
4. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของทักษะการให้เหตุผล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน
5. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยง ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง
6. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง
7. เปรียบเทียบการมีสำนึกรักสิ่งแวดลอมของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

1. เปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลัง การทดลอง

คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการ ทดลองและหลังการทดลอง

คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง
1	5	12	23	7	12
2	14	12	24	14	20
3	17	21	25	12	18
4	15	17	26	19	25
5	11	17	27	20	23
6	18	21	28	12	15
7	19	23	29	11	18
8	14	19	30	17	24
9	9	15	31	11	22
10	15	16	32	14	23
11	15	22	33	13	22
12	16	21	34	16	21
13	14	23	35	18	20
14	19	23	36	12	15
15	13	20	37	17	20
16	7	14	38	12	17
17	16	15	39	11	15
18	14	23	40	9	15
19	12	14	41	10	13
20	13	19	42	19	24
21	9	17	43	13	24
22	17	26	44	6	12
			45	16	24

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้วยการทดสอบ t แบบคู่

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 postunder	19.00	45	4.073	.607
preunder	13.60	45	3.738	.557

Paired Samples Test

	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation			
Pair 1 postunder - preunder	5.400	2.831	12.793	44	2.0×10^{-16}

2. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล
ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของความเข้าใจทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 postcollect	1.356	45	1.264	.188
precollect	0.800	45	0.726	.108

Paired Samples Test

	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation			
Pair 1 postcollect - precollect	.556	1.253	2.974	44	4.762×10^{-3}

2. การนำเสนอข้อมูล

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	postpresent	4.622	45	.984	.147
	prepresent	3.667	45	1.430	.213

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postpresent - prepresent	.956	1.476	4.342	44	8.178×10 ⁻⁵

3. การอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	postanalyze	12.978	45	2.856	.426
	preanalyze	9.133	45	2.464	.367

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postanalyze - preanalyze	3.844	2.067	12.479	44	4.7×10 ⁻¹⁶

3. เปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผล ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของทักษะการให้เหตุผล ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง
1	1	1	23	0	4
2	1	6	24	5	9
3	10	17	25	8	16
4	10	13	26	8	24
5	3	8	27	7	21
6	3	10	28	6	9
7	9	19	29	4	6
8	6	16	30	10	20
9	2	1	31	5	20
10	5	3	32	6	16
11	7	18	33	8	15
12	5	18	34	9	19
13	9	18	35	11	20
14	8	24	36	2	3
15	8	16	37	8	15
16	2	3	38	2	9
17	7	6	39	1	5
18	9	15	40	6	7
19	2	5	41	5	4
20	3	12	42	5	23
21	3	9	43	2	14
22	10	24	44	2	1
			45	12	20

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองโดยใช้ t แบบคู่

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	postreason	12.489	45	7.115	1.060
	prereason	5.667	45	3.205	0.478

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postreason - prereason	6.822	5.187	8.820	44	2.767×10 ⁻¹¹

4. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของทักษะการให้เหตุผล ก่อนและหลังการทดลองเป็นรายด้าน

1. ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	postconsider	9.067	45	5.172	.771
	preconsider	4.022	45	2.251	.336

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postconsi - preconsi	5.044	3.802	8.901	44	2.131×10 ⁻¹¹

2. ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	postverify	3.422	45	2.148	.320
	preverify	1.644	45	1.228	.183

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postverify - preverify	1.778	1.769	6.739	44	2.758×10 ⁻⁸

5. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยง ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของทักษะการเชื่อมโยง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง
1	1	2	23	1	0
2	2	1	24	0	5
3	3	6	25	4	10
4	4	6	26	3	12
5	3	4	27	2	11
6	4	5	28	2	6
7	5	9	29	0	5
8	3	9	30	2	10
9	0	1	31	3	9
10	2	4	32	2	7
11	3	11	33	1	6
12	2	11	34	4	10
13	3	8	35	3	9
14	6	11	36	1	2
15	2	7	37	4	9
16	2	1	38	1	6
17	1	5	39	0	4
18	2	9	40	1	2
19	2	1	41	3	1
20	1	5	42	3	10
21	2	6	43	2	9
22	3	11	44	1	0
			45	4	8

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองโดยใช้ t แบบคู่

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	postconnect	6.311	45	3.553	.529
	preconnect	2.289	45	1.359	.203

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postconnect - preconnect	4.022	3.026	8.916	44	2.034×10^{-11}

6. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

คะแนนจากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง
1	102	132	23	95	95
2	124	122	24	96	98
3	114	131	25	126	117
4	135	147	26	94	112
5	103	103	27	96	106
6	119	111	28	101	115
7	109	108	29	107	119
8	84	107	30	105	107
9	106	127	31	104	134
10	96	98	32	100	115
11	107	127	33	95	100
12	100	98	34	107	113
13	121	119	35	104	103
14	126	129	36	106	138
15	114	95	37	118	115
16	108	109	38	101	105
17	113	105	39	104	111
18	103	108	40	94	77
19	109	112	41	111	103
20	125	131	42	128	139
21	126	116	43	104	121
22	124	141	44	103	125
			45	100	104

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองโดยใช้ t แบบคู่

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 postatt	114.400	45	14.415	2.149
preatt	108.156	45	11.304	1.685

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postatt - preatt	6.244	11.989	3.494	44	1.098×10 ⁻³

7. เปรียบเทียบการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

คะแนนจากการทำแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง
1	120	124	23	101	121
2	135	137	24	92	124
3	128	149	25	121	126
4	125	131	26	130	132
5	116	142	27	125	133
6	140	144	28	114	132
7	134	142	29	100	128
8	143	136	30	125	134
9	131	132	31	132	146
10	132	133	32	137	144
11	147	150	33	143	137
12	142	143	34	134	144
13	143	147	35	145	141
14	143	141	36	121	142
15	112	121	37	119	127
16	118	141	38	117	127
17	120	129	39	126	130
18	137	137	40	136	134
19	115	129	41	120	135
20	142	147	42	136	146
21	102	126	43	106	136
22	146	148	44	108	104
			45	135	142

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองโดยใช้ t แบบคู่

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	postenvir	135.422	45	9.3188	1.389
	preenvir	126.533	45	13.960	2.081

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation			
Pair 1	postenvir - preenvir	8.889	9.872	6.040	44	2.948×10 ⁻⁷

ภาคผนวก ช

ตัวอย่างงานของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม 7

8

ใบกิจกรรมที่ 2

การบริโภคน้ำประปาของการประปานครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค

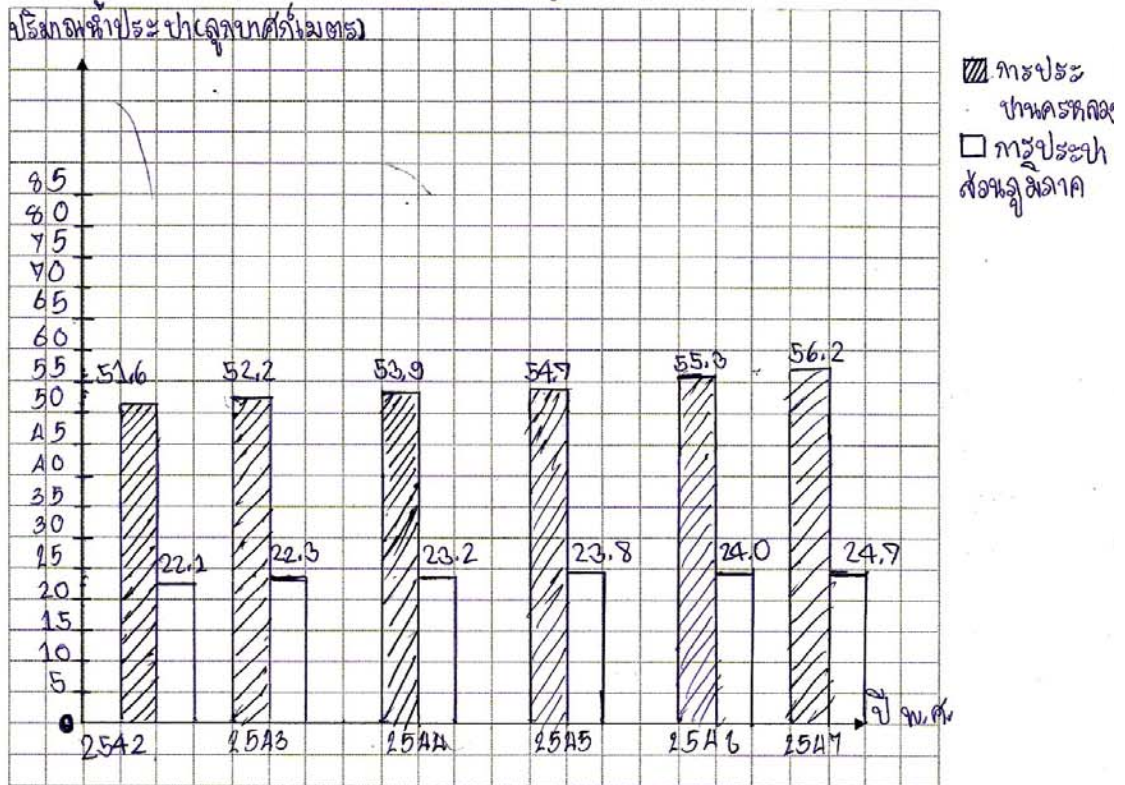
ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคน้ำประปาของการประปานครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค ตั้งแต่ปี 2542 – 2547 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร แสดงได้ดังนี้

ปี พ.ศ.	การบริโภคน้ำประปา (ลูกบาศก์เมตร)	
	การประปานครหลวง	การประปาส่วนภูมิภาค
2542	51.6	22.1
2543	52.2	22.3
2544	53.9	23.2
2545	54.7	23.8
2546	55.3	24.0
2547	56.2	24.7

จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- ในปี พ.ศ. 2544 มีการบริโภคน้ำประปาของการประปานครหลวงกี่ลูกบาศก์เมตร
คำตอบ 53.9 ลูกบาศก์เมตร
- จงนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคน้ำประปาของการประปานครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค ตั้งแต่ปี 2542 – 2547 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยใช้แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ

ชื่อกราฟ/แผนภูมิ: การบริโภคน้ำประปาของภาคประชาชนนครหลวง และนครประปาส่วนภูมิภาค ตั้งแต่ปี 2542-2547



ที่มาสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

3. ในปี พ.ศ. 2546 มีการบริโภคน้ำประปาของภาคประชาชนนครหลวงมากกว่าการประปาส่วนภูมิภาค ที่ลูกบาศก์เมตร และแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบให้เห็นจริง

คำตอบ ... 51.6 ... ลูกบาศก์เมตร

เหตุผลเพราะ... เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบการบริโภคน้ำประปาของภาคประชาชนนครหลวงและการประปาส่วนภูมิภาค พบว่า ในปี 2546 การบริโภคน้ำประปาของภาคประชาชนนครหลวงมีการบริโภคสูงถึง 55.3 ส่วนของการประปาส่วนภูมิภาคมีการบริโภคเพียง 24.0 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งน้อยกว่าการประปาส่วนหลวงถึง 31.3 ลูกบาศก์เมตร

4. ในปี พ.ศ. ไตมีปริมาณการบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคมากที่สุดในปี คิดเป็นกี่ ลูกบาศก์เมตร และแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบให้เห็นจริง

ปี พ.ศ. 2547 จำนวน 24.7 ลูกบาศก์เมตร

เหตุผล เพราะ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแสดงปริมาณ

การบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค และ การประปาส่วนภูมิภาค พบว่า ในปี 2547 การประปาส่วนภูมิภาค มีการบริโภคน้ำประปาสูงถึง 24.7 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าปีอื่นๆ

5. จากข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนนครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค ตั้งแต่ปี 2542 - 2547 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

“ เด็กชายเอกกล่าวว่า ปี 2542 - 2547 ปริมาณการบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนนครหลวงมากกว่าการประปาส่วนภูมิภาค ”

นักเรียนคิดว่าคำตอบของเด็กชายเอกถูกต้องหรือไม่ พร้อมแสดงเหตุผลให้เห็นจริงตามความเข้าใจของนักเรียน

ถูกต้อง เพราะ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแสดงปริมาณการบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนนครหลวง และ การประปาส่วนภูมิภาค ตั้งแต่ปี 2542-2547 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า ตั้งแต่ปี 2542-2547 ปริมาณการบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนนครหลวง สูงกว่าปริมาณการบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค และ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

6. นักเรียนคาดว่าในปี พ.ศ. 2548 จะมีปริมาณการบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนนครหลวงกี่ลูกบาศก์เมตร และให้นักเรียนแสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

คำตอบ ประมาณ 57 กบ.ม.

เหตุผล เพราะ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ พบว่า การบริโภคน้ำประปาของการประปาส่วนนครหลวง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และ มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น และ อีกสาเหตุหนึ่ง อาจมาจากจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ทำให้มีความต้องการบริโภคน้ำประปาเพิ่มขึ้นจากปีก่อนๆ

7. จากข้อมูลที่กำหนดให้แสดงว่าการใช้น้ำประปาของประเทศไทยเป็นเช่นไร ให้อธิบายตามความเข้าใจ และแสดงเหตุผลประกอบความคิดเห็นให้เห็นจริง

คำตอบ มีความต้องการใช้น้ำประปาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

เหตุผล เพราะ เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แสดงปริมาณการบริโภคน้ำประปาของภาคประปาในครัวเรือนและภาคการประปาส่วนอุตสาหกรรมพบว่า มีปริมาณการบริโภคน้ำเพิ่มขึ้นในแต่ละปี สาเหตุหนึ่ง อาจมาจากจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และมีการทำอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อาจก่อให้เกิดปัญหาปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการบริโภคของประชาชน ก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำ ประชากรทุกคนจึงควรระมัดระวังอนุรักษ์ต้นน้ำ และปลูกป่าทดแทน เพื่อให้ฝนตกตามฤดูกาล และทำให้เรามีน้ำใช้ตลอดปี อย่างไม่ขาดแคลน

ถ้าปริมาณน้ำฝนมีจำนวนลดลงแต่ปริมาณการใช้น้ำประปามากขึ้น นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับสถานการณ์น้ำของประเทศไทย

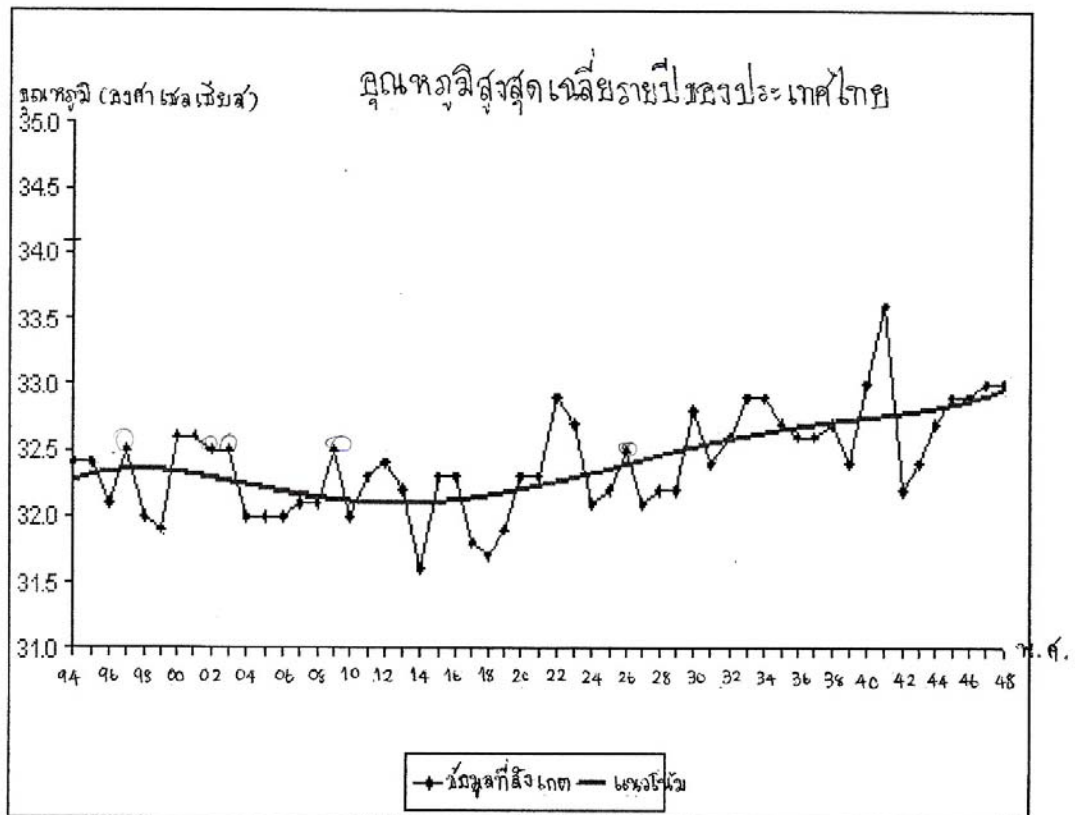
เกิดปัญหาที่ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการบริโภคของประชาชน ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำ ดังนั้น ประชากรทุกคนควรระมัดระวังปลูกป่าทดแทน เพื่อให้ฝนตกตามฤดูกาล และ สร้างฝายกักเก็บน้ำไว้ใช้ยามจำเป็น

กลุ่ม 2

7

ใบกิจกรรมที่ 2 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของประเทศไทย

ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2548
ของกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงได้ดังนี้



จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในปี พ.ศ. ไต่บ้างที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 32.5 องศาเซลเซียส

คำตอบ ...พ.ศ...2497...พ.ศ...2502...พ.ศ...2505...พ.ศ...2509...พ.ศ.2526

2. ในปี พ.ศ. ไต ที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดมีค่าสูงที่สุด คิดเป็นกิโลจูลเซลเซียส และแสดง เหตุผลสนับสนุนคำตอบให้เห็นจริง

ปี พ.ศ. ... 2541 จำนวน ... 39.7 องศาเซลเซียส
เหตุผล... เมื่อได้พิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ ได้พบว่าในปีพ.ศ. 2541 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 39.7 °C ซึ่งพิกัดค่าปีอื่น ๆ จึงเป็นปีพ.ศ. ที่มีอุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุดมีค่าสูงที่สุดอาจเป็นเพราะ ผู้คนที่ไม่มีกำลังงานปฏิจงไม่มีทำให้ไม่ทำให้อากาศบริสุทธิ์.....

3. นักเรียนคาดว่าในปี พ.ศ. 2549 จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดกิโลจูลเซลเซียส ให้นักเรียน แสดงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

คำตอบ .. ประมาณ 34 - 34.5 °C
เหตุผล... เมื่อได้พิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ ได้พบว่าในปีพ.ศ. 2542 - 2548 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นเรื่อย ๆ จึงคาดว่าปีพ.ศ. 2549 จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ประมาณ 34 - 34.5 °C

4. จากกราฟเส้นแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2548

" เด็กชายบี คิดว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในปี พ.ศ. 2514 มีค่าต่ำที่สุด เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากรูปกราฟ พบว่า จุดที่ต่ำที่สุดของรูปกราฟอยู่ที่ปี พ.ศ. 2514 "

นักเรียนคิดว่าคำตอบของเด็กชายบีถูกต้องหรือไม่ พร้อมแสดงเหตุผลให้เห็นจริงตาม ความเข้าใจของนักเรียน

ถูกต้อง เพราะ เมื่อได้พิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ ได้พบว่าในปีพ.ศ. 2514 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.5 °C ซึ่งพิกัดค่าปีอื่น ๆ จึงคิดว่าในปีพ.ศ. 2514 มีอุณหภูมิ เฉลี่ยต่ำที่สุด.....

5. จากข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2548 แสดงว่าสถานการณ์ปัจจุบันของสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นอย่างไร ให้อธิบายตามความเข้าใจ และแสดงเหตุผลประกอบความคิดเห็นให้เห็นจริง

คำตอบ ..สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย มีอุณหภูมิสูงขึ้น.....
เหตุผล ..เมื่อได้พิจารณาจากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดในของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยสูงขึ้น อาจเป็นเพราะในปัจจุบัน มีการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น และแต่ละโรงงานก็..... จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเป็นจำนวนมาก ..และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น.....

ใบกิจกรรมที่ 3

ให้นักเรียนแต่ละคนเขียน ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่ เพราะอะไร

ชอบ... เพราะ... วิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้เราคิดอย่างมีระบบ
...ถ้าเรามีสมบัติเราก็จะคิดโจทย์ง่ายที่ยากและซับซ้อนได้
โจทย์ง่ายที่ซับซ้อนเราก็ต้องคิดอย่างมีระบบจึงจะได้
คำตอบ... ถ้าเราคิดไม่ออกเราก็ต้องค่อยๆแก้โจทย์ง่าย
ๆไปเรื่อยๆใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลและทำอดีต
อย่างมีสมบัติเราก็จะทำโจทย์ง่ายที่ยากและซับซ้อน
ได้อย่างสบาย...คือ "ทำเรื่องยาก ให้เป็นเรื่องง่าย"

นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่

อย่างไร

- ใช้ในชีวิตประจำวัน คือ
- การถอนเงิน
- การนับจำนวนเงิน
- การซื้อของ
- การทำอันไม้ขายงาน
- การใช้เงินอย่างคุ้มค่า
- การนับของต่างๆ
- การออมราคาสินค้าต่างๆ และ ก็ออมเงินในแต่ละวัน ฯลฯ



ใบกิจกรรมที่ 3

ให้นักเรียนแต่ละคนเขียน ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่ เพราะอะไร

ชอบ เพราะ มีทางคิดเป็นระบบ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ นำไปประยุกต์ใช้ได้ มีการบูรณาการเกี่ยวข้องกับวิชาอื่น ๆ ทำให้เป็นคนที่มีเหตุผลและรอบคอบมากขึ้น ทำให้เรามีความพยายามที่จะหาคำตอบ มีความคิดสร้างสรรค์

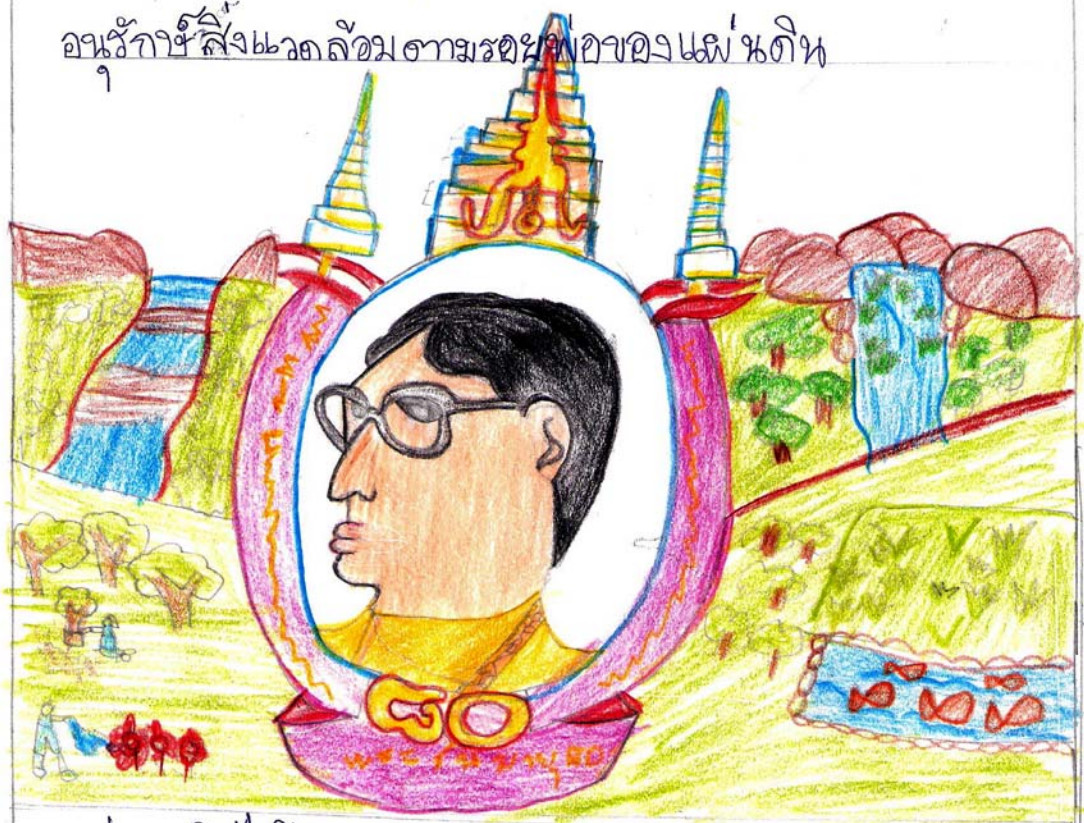
นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่

อย่างไร

1. นำไปจ่าย - ทอนเงิน
2. สามารถนับสิ่งของ ตัวเลขต่างคู่ได้
3. นำไปสอนคนอื่นได้
4. มีเหตุผลในการตัดสินใจมากขึ้น
5. มีความรอบคอบ
6. มีความคิดสร้างสรรค์
7. สามารถตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้



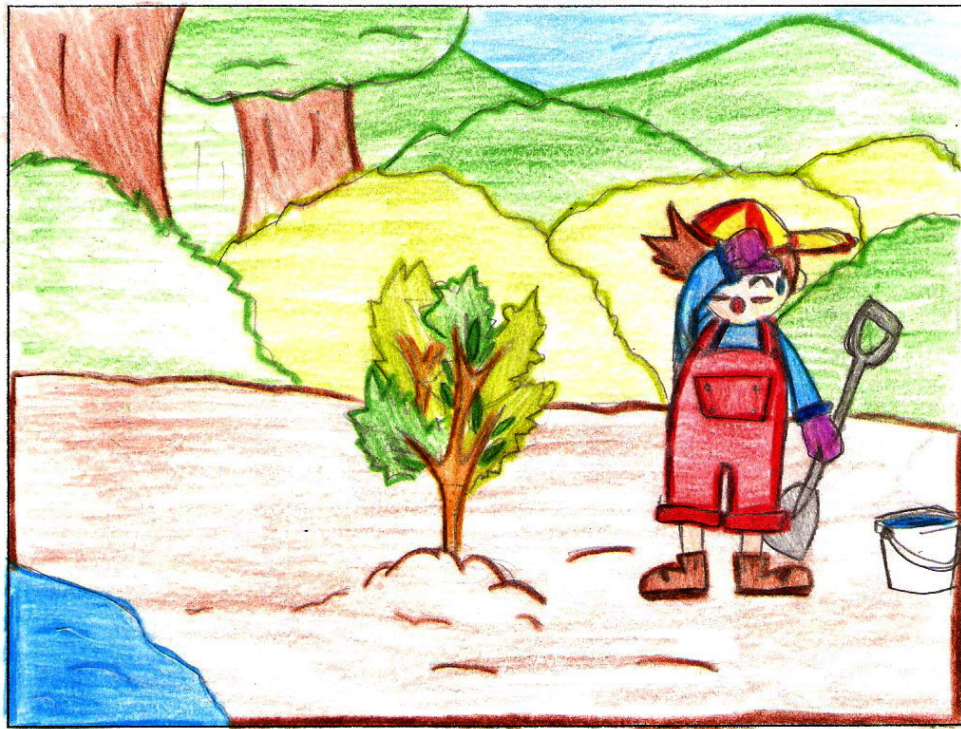
อนุรักษสิ่งแวดล้อมตามรอยพ่อหลวงแผ่นดิน



- 1) ปลูกต้นไม้
- 2) รักษาป่าต้นน้ำ
- 3) ใช้ปุ๋ยชีวภาพ
- 4) ไม่ตัดไม้ทำลายป่า
- 5) เข้าร่วมโครงการที่เกี่ยวกับอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ใบกิจกรรมที่ 3

ให้นักเรียนเขียนแนวทางการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม พร้อมวาดภาพและระบายสีอย่างสวยงาม
ภายใต้หัวข้อ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามรอยพ่อของแผ่นดิน.....

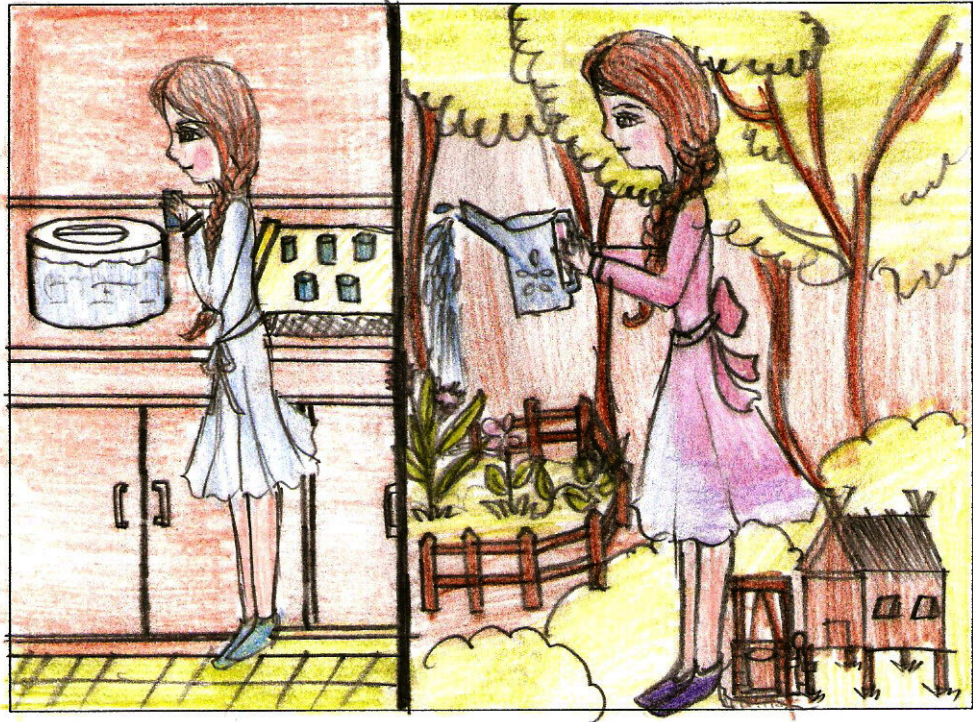


ปลูกป่าตามรอยพระราชา

ทั่วประเทศนี้เห็นมีป่าได้	ปัจจุบันคนไทยไปหมดสิ้น
เพราะ มหษ.มีผลตามป่าเป็นหัวใจ	เห็นใจเพียงคิดหวังไว้ได้เรา
รับเข้าเกิด รวมใจไทยทุกคน	หากมีฝนก็ตั้งงมีเหล่าป่า
จงตั้งใจเอาไว้ชื่อ กัดป่า	รับเกิดทหาปลูกป่าตามพ่อเรา

ใบกิจกรรมที่ 1

ให้นักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึกเกี่ยวกับประโยชน์ของน้ำ พร้อมวาดภาพและระบายสีอย่างสวยงาม



ประโยชน์ของน้ำ

น้ำในปัจจุบันมนุษย์ได้ใช้สอยทำสิ่งต่างๆ เกิดประโยชน์แก่มนุษย์เป็นอย่างมาก มนุษย์ต่างใช้ประโยชน์จากน้ำในด้านต่างๆ เช่น ใช้ในการชำระล้างร่างกายทำให้ร่างกายสะอาดปราศจากเชื้อโรค น้ำไปรดน้ำพืช ผัก ผลไม้ ทำให้มีพืชพันธุ์ดีคุณภาพหากรได้รับประทานเพื่อเพิ่มวิตามินในร่างกายนของมนุษย์ ทำให้ไม่เกิดโรคภัยต่างๆ... น้ำไปดื่มกินทำให้ชุ่มคอ รสดีสดชื่น... น้ำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้เรามีไฟฟ้าใช้กันตามครัวเรือน ทำให้เรามีแสงสว่างคอยส่องทางในตอนกลางคืน... ทำให้เรามีเครื่องอำนวยความสะดวกมากมายต่าง ๆ ที่มีกระแสไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบในการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้น... และยังมีอะไรอีกหลายอย่างที่เป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำ... แต่ในปัจจุบันมนุษย์นี้ทั้งใช้น้ำในการดื่มกิน และ ประกอบงานอุตสาหกรรม และ ยังเป็นผู้ทำลายปลัดขัยอันพิช... และ น้ำเน่าเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมทำให้ น้ำเน่าเสีย... ส่งผลต่อระบบนิเวศน์ทางน้ำ... ดังนั้น เราจึงควรอนุรักษ์น้ำ เพื่อตนเอง และส่วนรวม... จะใช้ประโยชน์จากน้ำได้อย่างคุ้มค่า และ ถูกต้อง

ประวัติของผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร
วันเดือนปีเกิด	27 กันยายน 2523
สถานที่เกิด	อ.โพธาราม จ.ราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	2 ถนนทรงประพาส ตำบลโพธาราม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี 70120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2541	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
พ.ศ.2545	ครุศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2547	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การศึกษาคณิตศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2551	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ